



**Sezónní stav populace modrásků *Phengaris*  
na Labišťatech u Přelouče**

Bakalářská práce

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra aplikované ekologie

Bakalant: Iveta Neugebauerová

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

2023



ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autorka práce:	Iveta Neugebauerová
Studijní program:	Aplikovaná ekologie
Vedoucí práce:	doc. Mgr. Vladimír Vrabec, Ph.D.
Garantující pracoviště:	Katedra zoologie a rybářství
Jazyk práce:	Čeština
Název práce:	<b>Sezónní stav populace modrásků Phengaris na Labišťatech u Přelouče</b>
Název anglicky:	<b>Seasonal status of the Blue Butterflies Phengaris population on the Labišťata near Přelouč</b>
Cíle práce:	Záměrem studie je stanovení konkrétní početnosti populací modrásků druhů Phengaris teleius a P. nausithous pro konkrétní lokalitu a vyhodnocení výsledku z hlediska předpokládaných dopadů probíhajícího hospodaření a dalších faktorů, které mohou početnost dále ovlivňovat.
Metodika:	Data pro stanovení početnosti kolonií modrásků v okolí Labišťat budou získána v terénu za pomoci metody zpětného odchyty značených jedinců. Data budou zpracována do formy vhodné pro statistické vyhodnocení a bude zadáno jejich zpracování v software MARK. Po obdržení výsledku bude diskutován možný vývoj jednotlivých kolonií v rámci metapopulace a podle toho navržen vhodný způsob údržby stanovišť.
Doporučený rozsah práce:	30 str.
Klíčová slova:	Phengaris, počet jedinců, kolonie, metapopulace, údržba stanovišť
Doporučené zdroje informací:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Beneš J., Konvička M., Dvořák J., Fric Z., Havelda Z., Pavlíčko A., Vrabec V., Weidenhoffer Z. (eds.) 2002. Butterflies of the Czech Republic: Distribution and conservation I., II. SOM, Praha, 857 pp.</li><li>2. Bonelli S., Vrabec V., Witek M., Barbero F., Patricelli D., Nowicki P. 2013. Selection on dispersal in isolated butterfly metapopulations. <i>Popul. Ecol.</i> 55: 469–478.</li><li>3. Nowicki P., Vrabec V., Binzenhöfer B., Feil J., Zakšek B., Hovestadt T. &amp; Settele J. 2014. Butterfly dispersal in inhospitable matrix: rare, risky, but long-distance. <i>Landscape Ecol.</i> 29: 401–412.</li><li>4. Nowicki P. &amp; Vrabec V. 2011. Evidence for positive density-dependent emigration in butterfly metapopulations. <i>Oecologia</i>. 167: 657–665.</li><li>5. Vrabec V., Kulma M., Bubová T. &amp; Nowicki P. 2017. Long-term monitoring of Phengaris (Lepidoptera: Lycaenidae) butterflies in the Přelouč surroundings (Czech Republic): is the waterway construction a serious threat? <i>Journal of Insect Conservation</i>. 21(3): 393–400.</li></ol>
Předběžný termín obhajoby:	2022/23 LS - FŽP

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Sezónní stav populace modrásků *Phengaris* na Labišťatech u Přelouče vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne:

Podpis

## Poděkování

Tímto bych chtěl velice poděkovat vedoucímu práce doc. Mgr. Vladimirovi Vrabci Ph.D. za nekonečnou trpělivost při zodpovídání mých nekončících dotazů, za cenné informace, které mi k tématu poskytl a za ochotnou pomoc na cestě za finální podobou této práce. Velké díky patří celému týmu, který sbíral data v terénu a seznámil mě se způsobem odchyty motýlů. Dále bych chtěla poděkovat fakultě za možnost studovat na její půdě. A v neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině, bez které by studium s takovýmto nasazením nebylo možné.

## Abstrakt

Byla studována populace modrásků druhů *Phengaris nausithous* a *P. teleius* na lokalitě Labišťata u Přelouče. Rod *Phengaris* je zajímavý z hlediska svého životního cyklu. Studované druhy obývají extenzivně využívané vlhké krvavcové louky (příloha 1). Tvoří systémy jednotlivých kolonií a žijí v metapopulacích. Tito modrásci jsou ohroženými druhy, chráněni jsou soustavou NATURA 2000 a jsou zapsáni na Červeném seznamu (IUCN 2006). Trend úbytku zaznamenal hlavně *P. teleius*. Jejich ochranou a aktivním managementem jejich stanovišť ochráníme i další jedince, jsou tzv. deštníkovými druhy. Oba druhy motýlů jsou monofágní a jejich jedinou živnou rostlinou je krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*). Na něm sají nektar a kladou vajíčka. Druhy preferují jinou výšku i stáří krvavce, tím, ale i různým hostitelským mravencům, si vymezují své niky vůči sobě. K jejich dalšímu vývoji je nezbytná přítomnost mravenců rodu *Myrmica*. V jejich mraveništích housenky přezimují a živí se larvami těchto mravenců.

Modrásci byli studováni metodou zpětných odchytů a výsledky byly zpracovány v programu MARK. V roce 2022 bylo odlovených pouhých 50 % dnů z letové sezóny druhů, což může být příčinou horšího výsledku (záchyt nižšího počtu jedinců). Bylo zjištěno, že počet odchycených *P. nausithous* byl v roce 2022 téměř o polovinu nižší než v roce předešlém, celkem bylo zachyceno 144 jedinců a možná velikost populace spočtena na 459 jedinců. Odchycených *P. teleius* bylo ještě méně, pouze 43 jedinců, což je obdobné jako v roce 2021 a z této hodnoty vzhledem k rozptylu záchytů nelze výpočet provést. Poměry pohlaví byly u *P. nausithous* 97:47 a u *P. teleius* 27:16. Disperze byla u obou druhů nad očekávání nízká.

Lze se domnívat, že prostředí Labišťat by mohlo mít kapacitu pro přežívání početnější populace modrásků, avšak to je blokováno buď nevhodným managementem nebo jeho absolutním zanedbáním.

## Abstract

The population of bluebutterflies of the species *Phengaris nausithous* and *P. teleius* was studied in the locality of Labišťata near Přelouč. The genus *Phengaris* is interesting in terms of its life cycle. The species inhabit extensively used wet blood meadows. They form single colony systems and live in metapopulations. These bluebutterflies are endangered species, protected by NATURA 2000 and are included on the Red List (IUCN 2006). The trend of decline has been recorded mainly by *P. teleius*. Their protection and active management of their habitat will also protect other individuals; they are so-called umbrella species. Both butterfly species are monophagous and their only food plant is the bloodroot toten (*Sanguisorba officinalis*), on which they suck nectar and lay eggs. The species prefer different heights and ages of bloodroot and different host ants. This defines their niches relative to each other. The presence of ants of the genus *Myrmica* is essential for their further development. In their anthills, the caterpillars overwinter and feed on the larvae of these ants.

The bluebutterflies were studied by the method of recaptures and the results were processed in the MARK program. In 2022, only 50% of the days of the species' flight season were captured, which may be the reason for the poorer result (capturing fewer individuals). It was found that the number of *P. nausithous* captured in 2022 was almost half of the previous year, with a total of 144 individuals captured and a possible population size calculated at 459 individuals. Captures of *P. teleius* were even lower, only 43 individuals, which is similar to the 2021 figure and cannot be calculated from this value due to the dispersal of captures. Sex ratios were 97:47 for *P. nausithous* and 27:16 for *P. teleius*. Dispersal was lower than expected for both species.

It can be assumed that the environment of Labišťata could have the capacity for the survival of a larger population of bluebutterflies, but this is blocked either by inappropriate management or its absolute neglect.

Klíčová slova

*Phengaris*, počet jedinců, kolonie, metapopulace, údržba stanovišť

Key words

*Phengaris*, počet jedinců, kolonie, metapopulace, údržba stanovišť

## Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Cíle práce</b> .....	<b>2</b>
<b>3. Literární přehled</b> .....	<b>3</b>
3.1 Denní motýli.....	3
3.2 Metapopulace .....	5
3.3 Odhady početnosti – metody zpětných odchytů .....	7
3.4 Studované druhy.....	11
3.5 Rozšíření .....	12
3.6 Živná rostlina modrásků <i>Phengaris</i> .....	14
3.7 Hostitelští mravenci .....	16
3.8 Myrmekofilie.....	17
3.9 Životní cyklus .....	20
3.10 Způsob života – biotopy osídlené <i>P. teleius</i> a <i>P. nausithpus</i> .....	21
3.11 Populační ekologie a bionomie .....	22
3.12 Ochranný status a managementové zásady .....	26
3.13 Ohrožení a ochrana .....	27
3.14 Legislativní ochrana .....	28
<b>4. Metodika</b> .....	<b>30</b>
4.1 Charakteristika studované lokality a jednotlivých ploch .....	30
4.2 Způsob sběru dat.....	35
4.3 Způsob zpracování dat .....	36
<b>5. Výsledky</b> .....	<b>38</b>
<b>6. Diskuse</b> .....	<b>46</b>
<b>7. Závěr</b> .....	<b>49</b>
<b>8. Seznam zdrojů</b> .....	<b>50</b>
<b>9. Seznam použitých obrázků a tabulek</b> .....	<b>60</b>
<b>10. Přílohy</b> .....	<b>61</b>



## 1. Úvod

Fauna motýlů Evropy je v dnešní době ohrožena a týká se to až pětiny druhů. V České republice jde téměř o polovinu z celkového počtu druhů. Příčiny mohou být různé, ale jsou to např. změny či zánik vhodných biotopů, fragmentace stanovišť, která následně brání motýlům migrovat mezi plochami.

Lidé se snaží vhodným managementem uchovat či dokonce navrátit motýlům jejich biotopy. Napodobováním původního způsobu hospodaření jakožto ruční sečení, kosení namísto strojového. V minulosti tyto disturbance způsobovali velcí kopytníci, pastva či častější požáry. My se tyto procesy snažíme dnes pouze napodobit. Motýli často žijí v metapopulacích a řada z nich představuje tzv. deštníkové druhy pro ochranu jiné fauny. Jsou totiž dobře pozorovatelní a snadno detekovatelní a atraktivní pro veřejnost. Jejich ochranou tak pomáháme mnoha jiným méně nápadným druhům. Je důležité umožnit jim disperzi na okolní plochy, starat se o jejich živné rostliny, popř. jejich hostitelské druhy.

V této práci jsem metodou zpětných odchytlů zjišťovala stav populace modrásků rodu *Phengaris*, a to konkrétně dvou ohrožených druhů *P. teleius* a *P. nausithous*. Též jsme získávali informace o disperzi jedinců či poměru pohlaví. Odchyty byly prováděny na lokalitě Labišťata u Přelouče. Nedaleko odtud se nachází další lokality, jako jsou Slavíkovy ostrovy a Lohenice. Populace modrásků se zde sledují už několik let. Jedním z důvodů je vybudování vodní stavby na řece Labi. Tím by ale došlo k narušení části stanovišť a modrásci by tam přišli o značnou část osídlitelného území. Snažíme se tak tedy chránit tyto populace i jejich stanoviště. Na základě znalostí o jejich početnosti v určitých částech území lze optimalizovat polohu budoucí stavby, která se místům s nejvyšší hustotou může vyhnout. Otázkou zůstává, zda tato naše snaha a úsilí naplní vytyčený cíl.

## 2. Cíle práce

Záměrem studie je stanovení konkrétní početnosti populací modrásků druhů *Phengaris teleius* a *P. nausithous* pro konkrétní lokalitu a vyhodnocení výsledku z hlediska předpokládaných dopadů probíhajícího hospodaření a dalších faktorů, které mohou početnost dále ovlivňovat.

### 3. Literární přehled

#### 3.1 Denní motýli

Řád motýli (Lepidoptera) je velice podobný řádu chrostíci (Trichoptera). Hlavním rozdílem je dokonalá adaptace motýlů na suchozemské prostředí a postupná přeměna kousacího ústního ústrojí (to se zachovalo u nejprimitivnějších čeledí) na sosák, ten slouží k příjmu tekuté potravy (Kristensen 1999). Oba tyto řády patří mezi holometabolní hmyz, čili hmyz s proměnou dokonalou (vývoj probíhá přes stadia vajíčka, larvy, kukly a imága).

Denní motýli jsou monofyletickou skupinou, tzn., vyvinuli se z jediného předka a jsou velmi homogenní skupinou. Sesterskou skupinou jim jsou Hedyloidea ze Střední a Jižní Ameriky a jejichž dospělci připomínají píďalky (detaily De Jong et al. 1996).

Beneš et al. (2002) uvádí, že se denní motýli dělí na dvě nadčeledi – Hesperioidea, ta zahrnuje pouze čeleď soumráčníkovití (Hesperiidae) a Papilionoidea, ta zahrnuje 4 čeledi, a to otakárkovití (Papilionidae), běláskovití (Pieridae), modráskovití (Lycaenidae) a babočkovití (Nymphalidae).

Od ostatních skupin motýlů se ti denní odlišují řadou znaků. Většina těchto znaků odráží jejich způsob života, jsou heliofilní a jejich nejdůležitějším smyslem je zrak. Řada jejich druhů je stenoekní, tzn. jde o druhy vybíravé, které mají úzkou ekologickou niku, (biotopoví specialisté). Orientují se podle osluněných a stinných ploch, výškové patrovitosti, zapojenosti rostlinných pater, nabídky nektaru, míst bez vegetace pro slunění, stavu živých rostlin atd. Podle Feeny (1991) na rozdíl od ostatních příslušníků řádu nežijí na dominantních druzích rostlinných společenstev, ale spíše na krátkověkých, vzrůstem menších a na ranně sukcesní plochy vázaných rostlinách. Proti svým herbivorům se tyto rostliny brání kvalitativními obrannými látkami: těžko požitelnými až jedovatými chemickými sloučeninami, které rostliny syntetizují (Fenny 1976). Druhy na nich žijící jsou tedy specializovány na překonání jednoho, nebo několika málo typů obranných látek. Jsou monofágní (žijí se jen jedním druhem rostliny), či oligofágní (úzká skupina druhů). Většina denních motýlů má úzce vyhraněné požadavky na živné rostliny. Takto úzkou vazbu na živnou rostlinu mohla způsobit i rychlá speciace, tedy vznikání nových druhů štěpením hlavních evolučních linií (Ehrlich et Rahen 1964). Kvůli jedovatým druhům a zrakem se orientujícím predátorům pak i nejedovatí motýli napodobují jedovaté, nebo se jedovaté druhy napodobovaly navzájem. I to přispělo k barevné a tvarové variabilitě celé skupiny.

Pro čeleď Lycaenidae je typická myrmekofilie, soužití s mravenci, i to je dalším faktorem rychlé druhové diferenciaci (Fiedler 1991).

Většina druhů denních motýlů je vázaná na nelesní stanoviště, případně ranná sukcesní stadia v lesích a jejich praktická ochrana, i ochrana dalších organismů vázaných na podobné biotopy, si žádá jiný přístup než u biotopů lesních, které vyžadují minimální zásahy.

Území České republiky náleží k biomu středoevropských listnatých lesů. Většina denních motýlů je heliofilní a v zapojených lesích nemohou existovat. Odlesnění a vznik bezlesé krajiny je až důsledkem činnosti velkých herbivorů a přirozených katastrof jako požáry a záplavy a teprve nedávného působení člověka. Krajina byla dříve mnohem pestřejší biotopovou mozaikou hlavně díky maloplošnému zemědělství. Velký vliv měla i pastva. Lesy byly světlejší a řidší než dnes a často ve formě pařezin a pastevních lesů. Toto i následné drastické zarůstání krajiny, přechod lesního hospodaření na rozsáhlé porosty vysokokmenného typu, ústup pastvy a scelování zemědělských pozemků mělo vliv na osidlování denními motýly.

Celé území státu patří z hlediska fauny denních motýlů do středoevropského vnitrozemí („*European mainland*“, srov. Dennis 1993). Ve srovnání se sousedním několikánásobně větším Německem a jeho 157 druhy nebo Polskem (van Swaay et Warren 1999) s též 157 druhy je našich 161 druhů motýlů obdivuhodných. Kromě euroasijských druhů k nám totiž zasahují i prvky panonské, karpatské a středomořské, ve vyšších polohách a na rašeliništích přežilo několik borealpinních reliktnů.

Beneš et al. (2002) udává, že druhovým bohatstvím a pestrostí reliéfu jsou nejzajímavější oblasti Čech území severně, západně a východně od Prahy, například Český kras, České středohoří, Polabská nížina či Křivoklátsko.

Výzkum denních motýlů si postupně nacházel své místo ve vědě, avšak bohužel současně s tím především ve střední, západní a severní Evropě, se jednotlivé druhy motýlů začaly vytrácet z evropské krajiny. Vznikla první „červená kniha“ evropských motýlů (Heath 1981). Ta dokumentovala všeobecný úbytek početnosti hojných druhů a mizení lokalit vzácných druhů. Některé druhy úplně vymřely, některé se ocitly na pokraji vyhubení a přežívaly pouze na pár lokalitách. I u nás byly zřizovány rezervace pro nejohroženější druhy. Ochrana však byla neefektivní. U motýlů je třeba chránit celé populace a jejich biotopy, nikoli jedince (Thomas 1984). Motýli začali být pravidelně monitorováni (Pollard 1977, 1982, Pollard et Yates 1993).

Zásadní událostí pro Českou republiku byl okamžik, když prvních pět denních motýlů, všichni z čeledi otakárkovitých, bylo zařazeno mezi chráněné druhy, a to vyhláškou č. 80/1965 Sb.

### 3.2 Metapopulace

Lepidopterologové vědí, že jednotlivé kolonie by v přírodě neměly moc velkou šanci přežít. Motýli žijí jako populace populací (metapopulace). Ekologie metapopulací se jako oblast výzkumu rychle rozvíjí. Řeší mimo jiné i geografické procesy v rámci krajiny. Metapopulace byly popsány právě na základě motýlů.

Biotopové plošky (habitat patches), vhodné pro život určitého druhu, jsou základními jednotkami v ekologii metapopulací. Ty obývají jednotlivé lokální populace. Probíhá zde extinkce a ostatní populační procesy. Mezi těmito ploškami probíhá disperze, tím dochází k výměně genů a ke kolonizaci i nových plošek. Předpokládá se, že procesy na těchto ploškách jsou na sobě vzájemně nezávislé. Například v případě *Phengaris teleius* a *P. nausithous* byly pozorovány rozptylové parametry a bylo zjištěno, že mortalita během rozptylu byla dvakrát vyšší pro více izolované populace (Bonelli et al. 2013). Nowicki et al. (2014) porovnávali disperzi modrásků v jejich přirozeném prostředí (otevřeném stanovišti) a lesním nehostinném prostředí a zjistili, že přelety v lesním byly až o řád delší než v otevřené krajině (cca 500 – 1500 vs. 100 – 200 m), ale zároveň zde byla vyšší míra úmrtnosti. Podle nich tato nehostinná lesní matrice vyvolává silnou selekci proti rozptýlení, což vede ke snížení míry emigrace.

Model, který předpokládá, že všechny plošky jsou stejně velké, od sebe stejně vzdálené a pravděpodobnost, že budou osídleny, je rovnocenná, se nazývá Levisův. Je nejstarší a nejjednodušší. Bohužel tato představa je v přírodě nereálná. Stále z tohoto modelu plyne toto: pokud dojde ke snížení počtu plošek, rychlost vymírání na jednotlivých ploškách se nezmění, pouze se sníží rychlost rekolonizace plošek prázdných. Totéž se stane, pokud se plošky zmenší, ale nezmění se jejich počet. Je známo, že čím větší biotop, tím víc a větší populace v něm žije. Z teorie metapopulací plyne, že druh může v krajině vyhynout, aniž by zanikly všechny jeho biotopy. Stačí, pokud se biotopy rapidně zmenší či se ocitnou příliš daleko od sebe (Beneš et al. 2002).

Platí to i v opačném případě. Populace se může zachránit před vyhnutím, a to pokud narůstá počet plošek tvořící metapopulaci nebo se plošky zvětšují. Nazýváme to „rescue effect“ (záchranářský efekt) a je velice významný. Objeviteli tohoto jevu jsou Brown et Kodric-Brown (1977). Populace tedy přežívají díky interakcím mezi lokálními populacemi. Důkazy vznikaly už od 60. let 20. století (Ehrlich 1961, 1965).

Biologové se tedy čím dál více zajímají o disperzi a kolonizační schopnosti motýlů i procesy rozhodující o lokálním vymírání. Jsou formulovány a v terénu ověřovány

matematické modely, které umožňují předvídat osud metapopulací (Hanski et Gilpin 1997, Hanski 1999).

Harrison et al. (1988) popsala model kontinent – ostrovy, ten je obdobou ostrovní teorie v biogeografii. Tzn. osídlení periferních plošek (ostrovů) klesá se zvětšující se vzdáleností od hlavní plochy (kontinentu). Druhy mohou přežívat i na jediné plošce (ploše), pokud je dostatečně rozsáhlá. Ostatní menší přilehlé plošky jsou pak závislé na emigraci z hlavní plochy. Na přilehlých ploškách mohou jedinci vymírat, to ale nemění život na ústřední ploše. V dalších příznivých letech jsou populace na těchto odlehlejších ploškách obnoveny.

Podobným typem je model zdroje – propady. Zde o přežití druhu rozhoduje kvalita jednotlivých plošek. Zdrojová ploška je vždy kvalitnější, propadová disponuje méně kvalitními biotopovými podmínkami. Na propadech je pravděpodobnost vyhynutí vyšší, i přesto že mohou dočasně žít větší populace, vlivem proměnlivosti abiotických faktorů. Přednostně je tak třeba chránit zdrojové populace.

Dalším typem jsou tzv. nerovnovážné metapopulace. Jedinci vlivem zániku plošek nejsou schopni doletět a osídlit tak nové plošky. Druhy jsou proto odsouzeny k vymření. Jde tomu pomoci vhodným managementem, alespoň oddálit lokální vymírání a vytvořit nové, pro druhy vhodné, biotopy a doufat, že dojde k rekolonizaci.

Opakem jsou tzv. mozaikovitě populace. Jedinci volně migrují mezi všemi ploškami vhodných biotopů. Pokud by docházelo k extinkci, je hned vyrovnána kolonizací, neexistují tak neobsazené plošky.

Velkým pokrokem, který bere v potaz velikost plošek a vzdálenosti mezi nimi, byla možnost popisu tzv. incidenční funkcí. A to na základě výskytu druhu na jednotlivých ploškách, znalosti rozmístění plošek v krajině a znalosti mobility druhu. Jsme pak schopni předpovídat chování metapopulace v budoucnu. Tato incidenční funkce je matematicky velice složitá.

Pro všechny modely je nutno znát údaje o mobilitě, rozlohu všech plošek a jejich vzájemné vzdálenosti, obsazenost či neobsazenost všech plošek v čase. Díky těmto parametrům lze predikovat obsazenost nebo neobsazenost každé plošky, modelovat tak chování metapopulací v čase (Beneš et al. 2002). Metapopulace tvoří i jiné druhy organismů než jen motýli, a proto je nutné tuto metapopulační dynamiku brát v potaz při všech snahách o zachování druhů.

Procesy, které probíhají uvnitř plošek, ovlivňují dynamiku celé metapopulace. Uplatňuje se zde Alleeho efekt. Na plochách, které mají malou hustotu osídlení, může být počet potomků samice nižší než na velkých plochách. Samicím totiž trvá déle, než samce najdou a na reprodukci mají méně času. Jedinci se taktéž mohou vyhýbat neosídleným ploškám a raději se usazují na svém druhem již osídlené plošce (jev zvaný „svůj k svému“) (Beneš et al. 2002).

Důležitý je vztah mezi mobilitou, velikostí a náchylností k vymírání (Thomas 2000). Podle něj jsou nejohroženější středně velcí a středně mobilní motýli s metapopulační dynamikou. Tyto metapopulace totiž osidlují relativně rozsáhlá území, motýli mají ale malou populační hustotu a musí tak překonat větší vzdálenosti. Mají vyšší mortalitu při přeletech.

Máme dvě úskalí, co se metapopulační ekologie týče, teoretické a prakticko-ochranářské. Teoreticky nelze typy prostorových struktur nikam přesně zařadit. Ztěžuje to už rozdělení populací na otevřenou, uzavřenou a migrující populaci, jelikož všechny druhy se v nějaké, i té nejmenší, míře pohybují. Existují plošky s ideálními, ale i přímo smrtícími podmínkami. Ale i v rámci jedné plošky se podmínky mohou lišit v prostoru i v čase. Studia metapopulací nám pomáhají mimo jiné zvolit správný management. Praktické úskalí může vést k přílišné péči o prostorovou strukturu populací na úkor samotných populací. Podle Hanski (1999) je to podobný princip jako u Územního systému ekologické stability (ÚSES), který vychází z teorie ostrovní biogeografie a ta má s metapopulační teorií mnoho společného. Chceme-li chránit ohrožené druhy, je podle Thomas et al. (2001), na základě pokusů, zhruba stejně důležitý management biotopů i velikost a prostorové rozmístění populací.

Podle Thomas et Hanski (1997) bylo formulováno několik pravidel pro druhovou ochranu metapopulací. Jedná-li se o druh, žijící v metapopulacích je potřeba chránit celé populace v daném území, alespoň pak 10 (minimálně 5) jednotek populací. Pokud v biotopech probíhají sukcesní procesy, je třeba zajistit dostatečný počet biotopů dostupných v rozsahu disperzní schopnosti druhu v každém časovém okamžiku. Chránit by se měly i ty biotopy, které nejsou momentálně obsazené (tzv. nášlapné kameny). Ochranu si zaslouží i menší populace. A v neposlední řadě ochranu nevzdávat, i když už je populace na pokraji vymření. V takovém případě vytvářet nové biotopy či druhy reintrodukovat.

### 3.3 Odhady početnosti – metody zpětných odchyť

Odhadování početnosti populací, které jsou mobilní jako právě motýli, není lehký úkol. Je to důležitý ukazatel nejen pro lepidopterologii, a tak je to důkladně zpracovaný obor

přírodních věd. Metody jak velikost populace odhadnout jsou dvojí: relativní a absolutní (Beneš et al. 2002). Obě mají několik kladů a záporů, avšak poskytují odkazy jak pro praktickou aplikaci, tak pro další studium. Relativní metody nám podají odhad stupně hojnosti či vzácnosti, který pak můžeme porovnat s jinými lokalitami nebo se situací v jiných letech. Metody jsou lehké, jednoduché a snadno proveditelné. Ideální pro monitoring populací hlavně z dlouhodobého hlediska. Metody absolutní nám dávají přesný obraz o početnosti organismů (se statistickou chybou). Jsou však složitější a vyžadují znalost výpočetních metod. Pro víc mobilní a migrující druhy použít nejdou (Beneš et al. 2002).

U motýlů máme odhady dvojí, a to podle dospělců a podle vývojových stadií. Pokud jdou larvy a kukly snadno nalézt, je to obrovská výhoda. Nejsme totiž závislí na počasí a navíc tato stadia nejsou tak pohyblivá a přebývají v terénu delší dobu. Sčítat můžeme vajíčka nebo mladé larvy. To je vhodné u druhů s nápadnými vajíčky. Vajíčka modráska očkovaného i bahenního lze sledovat lupou či odebrat hlávky krvavce, nechat je v uzavřené větrané nádobě a počkat, až housenky vylezou a vypadají na světlou podložku (Beneš et al. 2002). Dalším způsobem je sčítání hnízd housenek. Poslední dobou populární metoda. Obě uvedené metody lze užívat i v absolutním smyslu, je to ale poměrně složité a musela by se spočítat všechna vajíčka či hnízda na lokalitě. Měli bychom zaznamenávat i další faktory, jako například výška a fyziologický stav živné rostliny, struktura a složení přilehlé vegetace, poloha hnízda vůči světovým stranám a podobně. Z toho lze také vyčíst ekologické nároky druhů.

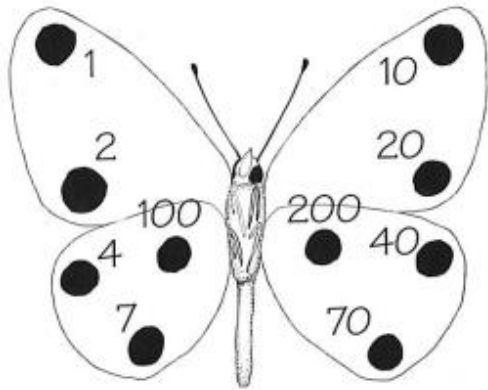
Mezi relativní metody patří transektové sčítání. Patří mezi nejužívanější a nejznámější a zavedla ji skupina okolo E. Pollarda ve velké Británii již v 70. letech. Dala vznik tzv. „*Butterfly monitoring scheme*“. Jedná se o systém, jenž umožňuje pravidelný monitoring početnosti motýlů v přírodních rezervacích, i volné krajině (Pollard 1977, 1979a). Výsledky této metody lze využít k hodnocení četnosti vzniku a zániku populací (Pollard et Yates 1992), hodnocení fluktuací motýlů při severní hranici areálu (Thomas et al. 1994), ke studiu vztahů mezi početností motýlů a výkyvy počasí (Pollard et al. 1997) a další. Metoda za jednotku času slouží k odhadu relativní hojnosti, vzácnosti různých druhů na určité lokalitě.

Dalším způsobem je odchyt do pastí. Využívají se hlavně ve vysokohorských biotopech či rašeliništích, na místech s nedostatkem nektaru a nestabilním počasím (Kuras et al. 2000). Používají se tzv. Moerickeho misky, ty jsou nejčastěji žluté a naplněné kapalinou a lákají motýly, či závěsné korunové pasti, které jedince lákají na hniající ovoce. Metoda je často destruktivní (zachycení motýli hynou) a musí se používat s rozvahou.



Absolutní metodou je metoda zpětných odchyť, tou získáme absolutní odhad motýlí početnosti. Způsobů je mnoho, od těch nejjednodušších po ty vysoce sofistikované (Fisher et Ford 1947).

V druhé polovině 20. století shromáždil kolem sebe skupinu pracovníků kalifornský ekolog Paul R. Ehrlich a začali metodou zpětných odchyť detailně zkoumat populační ekologii druhu hnědáka *Euphydryas editha* (srov Ehrlich et Brussard 1970, Ehrlich et Murphy 1987, Ehrlich et al. 1975).



*Takzvaný 1-2-4-7 bodový kód pro individuální značení motýlů při zpětných odchytech. Podle Ehrlich a Davidson (1961), překreslila A. Faltýnková.*

Obr 1.: Bodový kód pro individuální značení motýlů při zpětných odchytech (Beneš et al. 2002)

Základním principem této metody je dnes značení lihovým fixem na křídla motýla. Popisovač používá specifické kódy a čísla (individuální či skupinové). Takto označené motýly vypustíme zpět. Po zhruba 24 hodinách provedeme opětovný odchyt. Část motýlů už bude označená. Známe tedy tři hodnoty, a to počet jedinců při prvním odchytu ( $m$ ), počet zpětně odchytených ( $r$ ) a celkový počet všech jedinců ( $s$ ). Neznámý počet jedinců nazveme  $N$ . Při každém z odchyť jsme označili jen část z celkového počtu. Za předpokladu, že poměr odchytených a neodchytených jedinců je stejný, platí:

$$r/m = s/N$$

$$\text{tedy: } N = (m * s)/r$$

Řeč je o Lincoln-Petersonově indexu. Ten ale platí pouze za předpokladu, že zkoumaná populace je uzavřená a neemigruje ani neimigruje. Během značení jedinci nepřibývají, ani se z ní neztrácejí. Značení je náhodné a pravděpodobnost druhého odchyť je pro všechny jedince stejná. Takto ideální podmínky bohužel v přírodě téměř neexistují,

populace by se jim tedy měla alespoň co nejvíce přiblížit. Metoda slouží k přibližnému odhadu velikosti populace.

Existuje Bailyho korekce, jejíž výsledky jsou podobné Lincoln-Petersonovu indexu. Udělá se ale výpočetní korekce, a tak stačí menší zpětné odchyty (Beneš et al. 2002).

Následných metod je mnoho. Uvedu například Craigovu, ta není moc přesná, ale umožní nám odlišit uzavřené a otevřené populace. Dále Fisher-Fordův index, ten vyžaduje minimálně čtyři odchyty a uzavřenou populaci, ale je historicky významný. Umožňuje sledovat růst a pokles početnosti během sezóny. Bailyho metoda tří odchyťů je obdoba Fisher-Fordova indexu. Metod pro uzavřené populace s nestejnými pravděpodobnostmi zpětných odchyťů je taktéž celá řada a vždy se provádějí složité výpočetní postupy pomocí různých výpočetních programů, např. CAPTURE. Pro populace otevřené existuje např. Cormack-Jolly-Seberova metoda, v současnosti nejspíš nejpoužívanější. Jedná se o stochastickou metodu. Pracuje s populacemi, kde se jedinci rodí, umírají, imigrují a emigrují a taky s pravděpodobností rizika, že budou jedinci odchyceni. K dopočítání slouží program JOLLY.

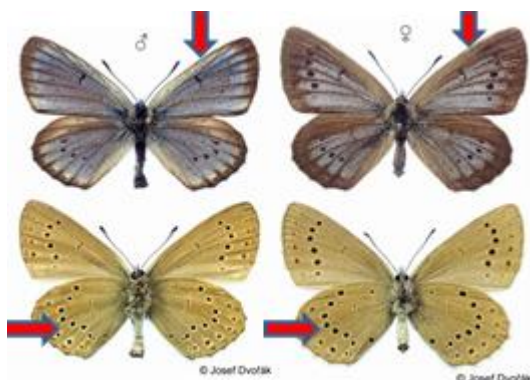
Používá se i software MARK. Ten umožňuje analýzy mnoha situací. Zaměřen je na míru přežívání, migraci, rozdíly v míře odchytovosti mezi lokalitami, pohlaví atd. Dostupná je on-line verze. Program je rozsáhlý a náročnější pro uživatele.

Existují i metody kombinované, kdy se používají korelační či regresní analýzy.

Důležitým hlediskem pro ekologii a ochranu motýlů je hlavně míra dispersality. Čím je větší, tím je populace otevřenější, největší je pak u migrujících druhů. Zajišťuje životaschopnost populace i z hlediska populační genetiky. Tuto možnost migrovat však značně zhoršuje člověk, a to fragmentací a následnou izolací biotopů (Beneš et al. 2002).

### 3.4 Studované druhy

#### *Phengaris teleius*



Obr. 2: *Phengaris teleius* ([www.lepidoptera.cz](http://www.lepidoptera.cz))

#### *Phengaris nausithous*



Obr. 3: *Phengaris nausithous* ([www.lepidoptera.cz](http://www.lepidoptera.cz))

Studie se zabývá druhy *Phengaris teleius* a *P. nausithous*, které jsou v ČR chráněné a vedené v Červených seznamech a odlišují se od sebe viz obrázky 2, 3. Jednotlivé rody modrásků se odlišují. Rozlišení se provádí následovně. *P. teleius* je zespodu šedý a na okraji křídel má dvě řady oček, *P. nausithous* má pouze jednu řadu oček a zespodu je hnědý. Pohlaví se určuje následovně: když je motýl chycený a držení pinzetou, jemně mu foukneme do křídel. Ty se lehce pootevrou a my tak budeme schopni určit pohlaví. Modráška zároveň chráníme, aby na něj příliš nefoukalo a křídla se mu neponičila, takže i s foukáním opatrně. Samice *P. teleius* je tmavší s černou přední hranou křídla, modrá barva křídel je u samce převažující. Samice *P. nausithous* je téměř celá hnědá.

Jedná se o modrásky rodu *Phengaris*, jejichž housenky nejprve žerou živnou rostlinu a následně jsou adoptovány mravenci rodu *Myrmica* a v jejich mraveništích pak dokončují svůj vývoj. Proto jsou tyto druhy vzácné.

### 3.5 Rozšíření

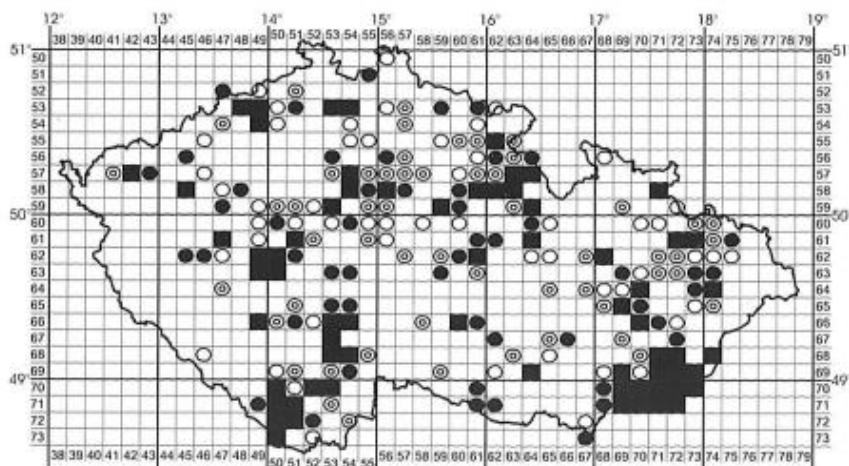
*Phengaris teleius* (Bergsträsser, 1779) je druh rozšířený palearkticky. Žije v izolovaných populacích od západní Francie, přes jižní a střední Německo, podhůří Alp, jih Polska, Pobaltí, Českou republiku, Slovensko, Maďarsko, Rumunsko, Ukrajinu, Kavkaz, Ural, Kazachstán, Sibiř, severní Čínu, Mongolsko po Dálný východ, Koreu a Japonsko. Dnes již nežije v Belgii a v Nizozemí byl reintrodukován.



Obr. 4: Celosvětové rozšíření *P. teleius* (orig. zakres V. Vrabec)

Beneš et al. (2002) uvádí, že je druh hygrophilní (druhy eutrofních mokřadů). Žije na extenzivně využívaných vlhkých krvavcových loukách se zachovalým vodním režimem, převážně v pohorských oblastech. Nemá rád vítr a preferuje výslunná stanoviště. Je monofág a jeho živnou rostlinou je krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*).

Na území České republiky ubyl tento druh celoplošně podstatně více než modrásek bahenní, a to hlavně ve středních Čechách a na severní Moravě. Dříve byl rozšířen hojně. Dnes stále relativně rozšířen v jižních Čechách, Podorličí a Bílých Karpatech.



Obr. 5: Rozšíření *P. teleius* v ČR (Beneš et al. 2002)

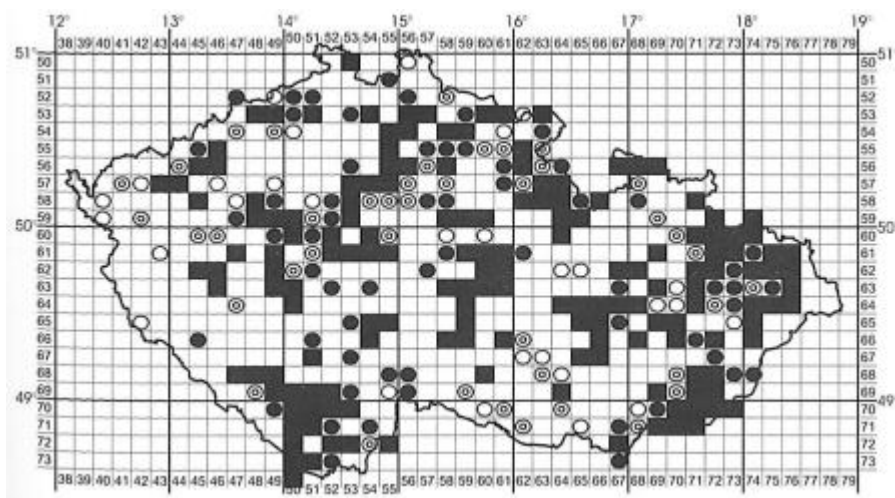
*Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779) je druhem s plošně menším a užším areálem. Vyskytuje se od Španělska přes Francii, Holandsko, Švýcarsko, Německo, Polsko, Českou republiku, Slovensko, Rakousko, Maďarsko, Rumunsko, bývalou Jugoslávii, Bulharsko, Ukrajinu, východní Turecko Kazachstán, kromě severozápadní Sibiře. Druh *Phengaris nausithous* chybí v pobaltských státech, nejseverněji je zřejmě přítomen v Bělorusku. Není znám v Itálii, ani v zemích balkánského poloostrova jižně od Bulharska např. v Řecku. V Nizozemí vymřel, ale byl opět reintrodukovan (Beneš et al. 2002).



Obr. 6: Celosvětové rozšíření *P. nausithous* (orig. zakres V. Vrabec)

Obývá stejný typ luk jako *P. teleius*, ale navíc ho můžeme nalézt ve vlhkých příkopech podél silnic a železnic, poddolovaných územích či okrajích vodních nádrží. Je též monofágem na krvavci totenu.

Je nejrozšířenějším naším modráskem rodu *Phengaris*. Obývá především nivy při dolních a středních tocích řek, ale nalezneme ho na území celé České republiky, ne však v nejvyšších polohách. Nejhojnější je na severní Moravě, v Bílých Karpatech, na Českomoravské vrchovině a v jižních a severních Čechách. Neprošel tak masivním vymíráním a například v Ostravě a Opavsku osidluje i podmáčené ruderály (Beneš et al. 2002).



Obr. 7: Rozšíření *P. nausithous* v ČR (Beneš et al. 2002)

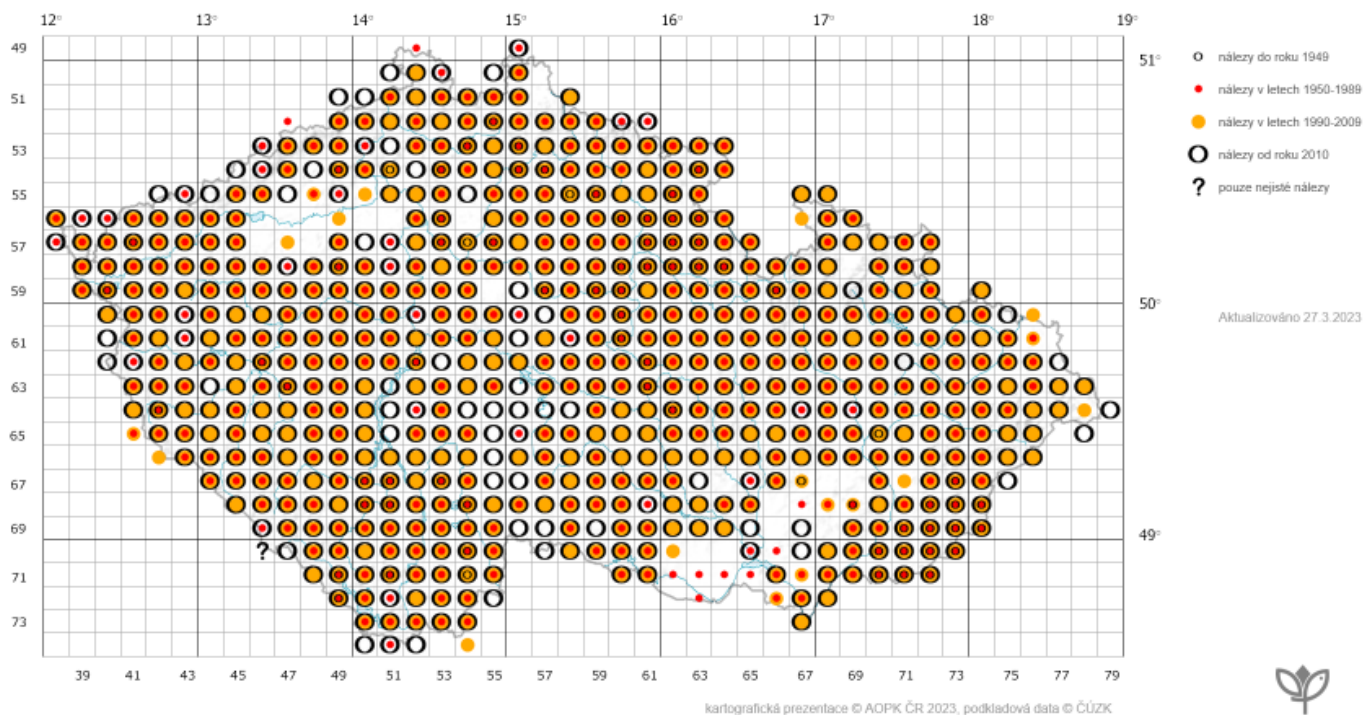
### 3.6 Živná rostlina modrásků *Phengaris*

Živnou rostlinou obou druhů modrásků je krvavec toten - *Sanguisorba officinalis* (Linnaeus, 1753) z čeledi růžovitých (Rosaceae). V západní a střední Evropě je jedinou rostlinou, která motýlím housenkám umožní vývoj (srov. Thomas 1984). Oba druhy našich modrásků jsou monofágní, avšak podle Tshikolovets (2003) může být živnou rostlinou *P. nausithous* i štírovník růžkatý – *Lotus corniculatus* (Linnaeus, 1753). Pravděpodobně se však jedná o omyl.

Krvavce (*Sanguisorba*) jsou podle Skalického (1995) „vytrvalé byliny se zdřevnatělým mono- nebo sympodiálním oddenkem. Lodyha je oblá nebo slabě hranatá (na průřezu 5 – 8 hranná). Listy lichozpeřené, palistnaté, střídavé, s lístky většinou řapíčkatými a často i palistnatými. Květenství strboul (příloha 3) nebo klas drobných oboupohlavných nebo mnohomanželných květů, podepřených blanitým chlupatým listenem a 2 listenci, někdy nedokonale vyvinutými. Češule džbánkovitá, 4hranná nebo 4křídla se 4 za plodu opadavými

kališními cípy (Lístky); kalíšek a koruna chybějí; tyčinek 0 – 50, pylová zrna 3kolporátní, subprolátní; pestíky 1-2 (-3), semeníky v dutině češule, blizna terminální, bliznová ramena klubíčkovitě shloučená nebo štětičkovitě rozestálá, vajíčka obrácená, jednoobalná. Zralé češule suché, zdřevnatělé, 4hranné až 4křídle, popř. s dalšími skulpturami; plod 1 – 2 (-3) nažky, zpravidla hnědé, hladké.“

U nás se volně krajinně vyskytují pouze dva druhy tohoto rodu, a to zmiňovaný *S. officinalis* a *S. minor* (Scopoli 1772). Přitom od meridionálního do boreálního pásu severní polokoule je známo asi 30 druhů tohoto rodu. Nebylo nikdy prokázáno, že by *S. minor* byl živnou rostlinou modrásků rodu *Phengaris*. Teoreticky se u nás může vyskytovat ještě *Sanguisorba tenuifolia* (Fisch. Ex Link 1821), ten pochází až z Dálného východu. Planě roste například v botanické zahradě Masarykovy univerzity (Skalický 1995).



Obr. 8: Výskyt krvavce totenu v ČR ([Sanguisorba officinalis](https://www.aopk.cz/nature/cz) - AOPK ČR (nature.cz))

*S. officinalis* má velkou individuální variabilitu a můžeme se setkat s více názvy pro tentýž druh, zvláště ve starší literatuře. V Květeně České republiky stojí: „Vytrvalé, 30 – 120 cm vysoké, lysé byliny. Oddenek horizontální, často velmi dlouhý, ca 1 cm tlustý, tmavě hnědý, s několika mm tlustými, svislými, tmavě hnědými kořeny, odumřelými bázemi řapíků a lodyh a s přizemní růžicí listů. Lodyha přímá, jemně rýhovaná až téměř oblá, dutá, v horní části zpravidla větvená; větve přímo odstáté, postranní často o něco delší než hlavní. Květy oboupohlavné, velice tmavě karmínové, kalich 4četný, kališní cípy (lístky) eliptické, za zralosti češule (hypanthia) opadavé; tyčinky 4, pestík 1, s krátkou čnělkou a prstencovitým nektariem na její bázi; semeník uzavřen v džbánkovitěm hypanthiu. Zralá češule v obrysu

úzce eliptická, ca 4 mm dlouhá, tmavě hnědá, zdřevnatělá, s 1 ca 2 mm dlouhou hnědou nažkou. VI – IX. Hemikryptofyt.. Entomogam. Anemochor.“

Roste na svěžích, vlhkých loukách a pastvinách, spíše ve vyšších polohách z travinných porostů, hlavně podél komunikací. Je to evropsko-západoamerický druh (Randuška et al. 1983). Půdy vyhledává hluboké, střídavě vlhké, vlhké či mírně zrašelinělé, hlinité až jílovité, slabě alkalické až mírně kyselé, chudší na dusík. Jedná se o světlo milný druh. Podle Randušky et al. (1983) a Skalického (1995) jde o druh diagnosticky významný pro svaz *Molinion*, přítomný i ve společenstev řádu *Molinietalia* či vlhčích společenstev řádu *Arrhenatheretalia*, méně často pak ve společenstev svazu *Trifolion* (Skalický 1995).

V České republice se s krvavcem setkáme na celém území od nížin do podhůří, spíše na vlhčích stanovištích, v horách (do 900 m), hlavně na mezofilních stanovištích. Podél komunikací se vzácně nachází i výše, v Krkonoších ve výšce 1 170 m nebo na Šumavě ve výšce 1 180 m. Vlivem meliorací byl tento, dříve hojný druh, rapidně potlačen. Jedná se o pícninu (Skalický 1995).

### 3.7 Hostitelští mravenci

Jediným mravenčím rodem, který je schopný hostit modrásky rodu *Phengaris*, je rod *Myrmica* (Latreille, 1804). Jako jeden z prvních popsal biologii těchto mravenců Elmes et Thomas (1991).

Mraveniště druhů rodu *Myrmica* budují přímo v zemi, pod shnilým dřevem či žijí pod kameny. Jejich hnízda je snadné najít – staví si je totiž v trsech trávy. Jsou velmi nápadná, jelikož jejich zastřešení je vyrobeno ze zbytků rostlin a kousků půdy (= solárium). To zvyšuje teplotu uvnitř hnízda.

Druhy rodu *Myrmica* mají široké spektrum potravy, od malého živého hmyzu, pozůstatků hmyzu až po mršiny větších zvířat. Živí se ale i rostlinnou stravou, a to v podobě jedlé tkáně semene, nektaru z květů či nektarových žláz (např. pestíky) nebo medovicí produkovanou listovými mšicemi. Možná právě kvůli této zálibě ve „sladkostech“ bylo umožněno soužití mezi rody *Myrmica* a *Phengaris*, jejich housenky produkují totiž taktéž sladký nektar. Většina druhů tohoto rodu se zdržuje v blízkosti mšic. Například *M. rubra* a *M. ruginodis* vyhledávají potravu v horních částech vegetace, *M. sabuketi* a *M. scabrinodis* upřednostňují listové mšice na spodních částech stonků trav a bylin.

Velikost kolonií může být různá a závisí na konkrétním druhu a na podmínkách oblasti, kde se mraveniště nachází. V mraveništi najdeme 300 až 800 dělnic, druh *M. rubra*



disponuje průměrně 1200 dělnicemi. Všichni zástupci rodu *Myrmica* jsou polygynní, tzn. více královen v každém mraveništi. Počet těchto královen je různý, od 2 až po 10 (*M. rubra*) (Beneš et al. 2002).

Královny kladou množství vajíček v červenci a srpnu. Ty se vyvíjejí v průběhu července až září v larvy a následně v imaga. V srpnu se vyvíjejí v nové dělnice, rychlost vývoje larev se postupně zpomaluje. Na začátku zimy je v mraveništi velké množství larev, které až do jara nerostou. V mraveništech rodu *Myrmica* se obvykle nachází podobné množství larev jako dělnic. Ty větší larvy mají kolem 2 mg, později se vyvinou v pohlavní jedince jako mladé, okřídlené samičky. Ty menší se vyvinou v dělnice nebo samečky. Larvy se líhnou v polovině června, kdy královna začíná klást nová vajíčka. Pohlavní jedinci se vyrobí na svatební let mezi polovinou srpna a polovinou září.

Rozdělení do pohlaví probíhá to stejně jako u ostatních *Hymenoptera*. Z neoplozeného vajíčka se vylíhnou samečci, z oplozeného okřídlené samičky, které se po svatebním letu můžou stát královnami, nebo bezkřídle neplodné dělnice.

Housenky rodu *Phengaris* jsou do mravenišť přineseny koncem léta. Tou dobou tam nalézají velké množství potravy. Ale až na jaře zvýší larvy svou hmotnost o 400 až 1500 %. Různé druhy modrásků mají různé nároky na množství dělnic, kterými jsou krmeny a musejí tak koordinovat své nároky na potravu s činností těchto dělnic (Elmes et Thomas 1991).

V České republice je známo 16 druhů mravenců rodu *Myrmica* včetně jednoho s nevyjasněným statutem (Werner et Bezděčka 2001). Důležité sledované parametry při zkoumání a popisu stanovišť modrásků rodu *Phengaris* jsou (srov. např. Hochberg et al. 1992, Thomas et al. 1998a): druhové složení mravenčích společenstev (srov. např. Witek et al. 2005, Tartally et Varga 2005), početnost mravenišť hostitelských druhů na jednotku plochy (srov. např. Sielezniew et al. 2003, Glinka et Settele 2005, Witek et al. 2005), dostupné množství dělnic v mraveništi (srov. např. Elmes et al. 1990, Thomas et Wardlaw 1992, Thomas et Elmes 1998, Skórka et al. 2005b, 2006).

### 3.8 Myrmekofilie

Zejména pro čeled' modráskovití je typická myrmekofilie, sociální parazitismus (Vrabec et al. 2017), zvláštní typ potravní vybíravosti. Druhy jsou v určité míře závislé na soužití s mravenci. Ve skutečnosti jde spíše o „housenkofilii“ mravenců, ti si sami housenku přinášejí do hnízda. Vazba modrásků na mravence je známa u více než 50 % druhů modráskovitých (Van Dyck et al. 2000). V teplejším klimatu je podle Fiedlera (1991) častější.

Modrásci a mravenci mohou žít v koexistenci, mutualistickém či parazitickém vztahu (Fiedler et al. 1996, Van Dyck et al. 2000). Mravenci modráskům neublíží, naopak je chrání, poskytují jim úkryt, či jim umožňují kuklení přímo v hnízdech. Housenky motýlům na oplátku poskytují jakýsi sladký nektar bohatý na bílkoviny, produkovány speciálními epidermálními žlázami. Druhy mezi sebou komunikují pomocí pachových signálů (Devries et al. 1993). Existuje fakultativní myrmekofilie, kdy mravenci od housenek odhánějí parazitoidy, či predátory, a obligátní myrmekofilie, kdy modrásek bez mravenců nedokáže dokončit svůj vývoj. Závislost může být různě silná. Například modrásci rodu *Phengaris* jsou specializováni pouze na jeden určitý rod mravenců (rod *Myrmica*) (srov. JA Thomas et al. 1998a).

Housenky rodu *Phengaris* přecházejí na myrmekofilní způsob života po třetím svlékání (Schroth et Maschwitz 1984). Otázkou zůstává, zda si samice motýlů už při kladení vajíček na krvavce aktivně vybírají ty v přítomnosti mravenců, či kladou na všechny živé rostliny ve vhodné fenologické fázi. Některé studie (viz. Van Dyck et al. 2000) nasvědčují aktivnímu výběru takových živých rostlin, jiné to vyvracejí (Thomas et Elmes 2001).

Osud housenky, a to jak dlouho housenka může volně přežívat po vypadnutí z živé rostliny, závisí na mnoha faktorech. Je totiž vystavena tlaku predátorů a parazitoidů jako jsou lumci rodu *Ichneumon*. To, z jaké vzdálenosti je housenka přinesena mravenci do mraveniště, tzv. akční radius, je u rodu *Myrmica* udáván přibližně na 2 m (srov. Elmes et Thomas 1992). Pokud se hnízdo v takové vzdálenosti nenachází, housenka zahyne. Housenky jsou různě adaptovány na adopci mravenci. Schroth et Maschwitz (1984) se na základě pokusu domnívají, že housenky *Phengaris teleius* mohou aktivně sledovat feromonovou stopu mravenců. Mravenci zase rádi přijímají výměšky žláz housenek *P. teleius* (srov. Wynhoff 2001, Beneš et al. 2002). Způsob adopce housenek mravenci se liší podle druhu motýla, ale i stanoviště. Elmes et al. (1991) tvrdí, že některé druhy vykazují rychlou adaptaci bez adopčního obřadu, jiné nikoli. K dalším adaptacím housenek patří napodobování mravenčích feromonů, přizpůsobily se chemickému složení kutikul svých hostitelů (Elmes et al. 2002). Podle Elmes et al. (2002) housenky též aktivně napodobují larvy mravenců svým vzhledem a vykazují růstovou alometrii. V živé rostlině rostou pomalu, aby se velikostně blížily mravenčímu plodu, teprve následně pak v mraveništi vykážou velký růstový skok (Elmes et al. 2001). Housenky přežívají v mraveništi různě dlouhou dobu, v případě nepříznivých podmínek zde přezimují i více let. Podle Thomase et al. (1998a) bylo u 75 % housenek druhu *Phengaris rebeli* prokázáno prodloužení vývoje v mraveništi na 22 měsíců.

Je známá dvojí potravní strategie housenek rodu *Phengaris*, podle Thomase et Elmese (1998), a to:

1. Tou méně efektivní jsou tzv. obligátně parazitické druhy. Ty se v mraveništi živí larvami a kuklami mravenců (např. Thomas et Wardlaw 1992). Méně výhodná je protože před tím než housenky potravy přijmou, musí potrava projít ještě jedním trofickým stupněm, a to vývojovým stadiem mravenců. Při této strategii musí housenka konzumovat větší množství mravenčích dělnic, a proto se v napadeném mraveništi může vyvinout menší množství jedinců motýla (Thomas et al. 1998a), jelikož si vlastně odežirají potravu a žírem plodu mraveniště oslabují. V případě vyžrání mravenců housenkami, uvádí Thomas et Wardlaw (1992), že některé housenky vydrží dlouho hladovět a vyčkají tak než bude hnízdo osídleno sousední kolonií mravenců.

2. Pokročilejší potravní strategií jsou tzv. kukaččí druhy. Ty zcela věrohodně napodobují chování mravenčího plodu a mravenci je sami krmí, aniž by housenky plod užíraly. Tento jev se nazývá trofalaxe. Při tomto způsobu stačí k vývoji housenek menší množství dělnic a v mraveništi může přežít více housenek než u druhů predátorských. Cenou je nutnost užší specializace na hostitele (Thomas et Elmes 1998).

Tabulka 1: Přehled základních informací o evropských zástupcích rodu *Phengaris* (Thomas et al. 1998)

<i>Maculinea</i>	Živná rostlina	Hostitel <i>Myrmica</i>	Potravní strategie	Průměrný počet kukel v mraveništi
<i>M. arion</i>	<i>Thymus</i> spp., <i>Origanum vulgare</i>	<i>M. sabuleti</i>	Predátor	1,2
<i>M. telejus</i>	<i>Sanguisorba officinale</i>	<i>M. scabrinodis</i>	Predátor	1,2
<i>M. nausithous</i>	<i>Sanguisorba officinale</i>	<i>M. rubra</i>	Predátor	2,5
<i>M. rebeli</i>	<i>Gentiana cruciata</i>	<i>M. schencki</i>	Kukačka	5,3
<i>M. alcon</i>	<i>Gentiana pneumonanthe</i>	<i>M. rubra</i> (s. Evropa) <i>M. ruginodis</i> (s. a stř. Evropa) <i>M. scabrinodis</i> (j. Evropa)	Kukačka	5,9

Minimálně u některých druhů *Phengaris* není zcela vymezeno, kterou strategií housenky využijí (tabulka 1). I druhy, které se živí trofalakticky, pravděpodobně v přírodě dokáží přežít jako predátorské druhy a podle Wardlaw et al. (2000) se pak mohou dokonce

vyvíjet rychleji. Mravenci v obou případech adoptují více housenek než je v hnízdě schopno přežít, a tak uvnitř dochází k vnitrodruhové konkurenci mezi housenkami (Thomas et al. 1998a). K dalším ztrátám na životě dochází i z důvodu přímé parazitace housenek nebo konkurenční parazitací mravenců řádem *Hymenoptera* (Thomas et Elmes 1993, Hochberg et al. 1996, 1998, Bonelli et al. 2005).

Ještě v nedávné době se předpokládalo, že každý druh modráška je adaptovaný na jediný druh mravence rodu *Myrmica*, pouze *P. alcon* mohl mít více hostitelů (srov. např. Thomas et al. 1989, 1998). Dnes však i díky rozšíření v oblasti výzkumu víme, že tomu tak být nemusí (srov. např. Jutzeler 1988, Kolev 2002, Tartally et Csősz 2004, Tartally 2005a, Tartally et Varga 2005a, b, Barbero et al. 2007, Pech et al. 2007). Zajímavým rekordem je např. 28 larev *P. nausithous* současně s 8 larvami *P. teleius* v jedné mraveništi druhu *Myrmica rubra* (Tartally et Varga 2005a).

### 3.9 Životní cyklus modrásků *Phengaris*

#### *Phengaris teleius*

Wynhoff (2001) uvádí, že housenky *P. teleius* se vyvíjejí v květech déle, a to 3 – 4 týdny a když květ opouštějí, bývají větší. Mají delší adapční obřad (30 – 90 minut). V mraveništi se chovají jako predátor, což je obecně považováno jako primitivnější způsob (Thomas 1984, Wynhoff 2001).

Za Hostitelské druhy mravenců v případě tohoto druhu jsou považovány *Myrmica scabrinodis* (Nylander, 1846) a *M. ruginodis* (Nylander, 1846) (srov. Thomas et al 1998a, Beneš et al. 2002).

V mraveništích *P. teleius* nalezneme cca 1 – 2 housenky (Ebert et Rennwald 1991, Thomas et Elmes 1998, Thomas et al. 1998a).

#### *Phengaris nausithous*

Podle Wynhoffové (2001) housenky květ opouštějí po 2 – 3 týdnech a bývají menší. V mraveništi se chovají také jako predátoři, ale zčásti se nechají i trofolakticky přikrmovat. Adapční obřad je výrazně kratší než u druhu *P. teleius*.

*Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758) a *M. scabrinodis* jsou hostitelskými druhy *P. nausithous* (srov. Thomas et al 1998a, Beneš et al. 2002). Nejpevněji je však vázaný na *M. rubra* (Tartally et Varga 2005b).

*M. rubra* tvoří větší kolonie, a proto je i v jejich hnízdech nacházeno více housenek (Ebert et Rennwald 1991, Thomas et Elmes 1998, Thomas et al. 1998a).

Pro *P. nausithous* je stěžejní denzita mravenišť. Čím ta je větší, tím je vyšší výsledná denzita imag motýla. Abundance živné rostliny není tím klíčovým faktorem (Anton et al. 2005b).

Není však pravidlem, že druhy modrásků mohou mít pouze uvedené druhy hostitelů. Housenky *P. teleius* byly například pozorovány u mravenců druhů *Myrmica salina* (Ruzsky, 1905), *M. specioides* (Bondroit, 1918) a *M. gallienii* (Bondroit, 1920) (Tartally et Varga 2005b) i u *M. rubra* (Tartally et Varga 2005a) a *M. rugulosa* (Nylander, 1849) (Witek et al. 2005a).

Housenky obou druhů přebývají v mraveništi přibližně 10 měsíců, *P. teleius* může svůj vývoj zde prodloužit, u *P. nausithous* toto není dosud potvrzeno (Thomas et al 1998), ale lze to předpokládat. Kuklí se až mraveništi, data z terénních zkoumání ukazují přibližně 1,2 kukly *P. teleius* a 2,5 kukly *P. nausithous* na obsazené mraveništi (Thomas et al. 1998a). Vývojová stadia lze podle Sliwinska et al. (2005a) odlišit od sebe u obou druhů.

### 3.10 Způsob života – biotopy osídlené *P. teleius* a *P. nausithous*

Oba studované druhy modrásků se vyskytují na velmi podobných stanovištích. Nenajdeme je tam, kde by nerostla jejich živná rostlina a nežili jejich hostitelští mravenci. Obývají vlhké louky popsané jako *Molinion* či humidní *Arrhenaterion* (Varga-Sipos et Varga 2005). Tyto louky jsou vždy nějakým způsobem obhospodařované, sečené jednou ročně či jednou za dva roky (Ebert et Rennwald 1991), někdy dokonce přepásané (Deván 2004).

Wynhoff (2001) a Beneš et al (2002) uvádějí, že *P. teleius* má užší ekologické nároky na vlastnosti stanoviště. *P. nausithous* je dlouhodobě schopen přežívat na méně izolovaných stanovištích (lokálních), zatímco *P. teleius* potřebuje zapojený systém na regionální úrovni a je pro něj tedy systém vhodných biotopů v doletu motýlů důležitější (Johst et al. 2005, 2006).

Holandské studie (Wynhoff 1998) ukazují, že introdukované populace prosperují při hustotě 15 rostlin krvavce (30 květních hlávek /1 rostlina/1 m<sup>2</sup>). Denzita mravenišť na takových stanovištích je 0,4 – 1,3/m<sup>2</sup> pro *Myrmica scabrinodis* a až 6 kolonií mravenců/m<sup>2</sup> pro *Myrmica rubra*. Podle Clarke et al. (1997) loví kolonie *Myrmica* až na asi 11 m<sup>2</sup>, každá se chová jako oddělená populace a na 1 ha může žít až 900 kolonií.

Thomas et Elmes (2001) uvádí, že květní hlávka (příloha 4) živné rostliny zmiňovaných dvou druhů je vhodná pro kladení pouze 2 – 5 dnů a většina rostlin je tak vhodná alespoň 1 květní hlávkou 5 – 15 dnů. Délka ovipozice populace modrásků *Phengaris* je 30 – 40 dnů. Druhy si vybírají nejen různě staré květní hlávky (Figurny et Woyciechowski 1998), ale i odlišně vysoké rostliny. *P. teleius* preferuje 0 – 30 cm výšky, *P. nausithous* 31 – 90 cm. Dochází tak k segregaci housenek, a tím i omezení vzájemné konkurence. Díky těmto znalostem lze pak přizpůsobit managementová opatření.

Celkovému složení vegetace se věnuje jen málo autorů. Její skladbu popisují například Varga-Sipos et Varga (2005). Přímo plochy u Přelouče zkoumali Novák et al. (2007). Podle Thomase et al. (1998) je rozloha osídlených stanovišť 0,25 – 0,5 ha, Skórka et al. (2005) studovali stanoviště o rozloze až 8 ha.

### 3.11 Populační ekologie a bionomie

Modrásci rodu *Phengaris* jsou univoltinní (jedna generace potomků za sezónu), částečně protandričtí, uvádí Thomas et al. (1998a). *Sanguisorba officinalis* je trvalka a hostitelští mravenci jsou rovněž setrvalí, žijí až 10 let. Ty kolonie, které jsou modrásky napadeny, se rozpadají dříve a častěji (Thomas et al. 1998a). Modrásci *Phengaris* žijí v populacích. Každá je charakterizována těmito parametry: natalita, mortalita, imigrace a emigrace. Tyto populace jsou základními jednotkami, o nichž uvažujeme při ochraně motýlů. Pro každou populaci je charakteristický jiný druh uspořádání. Některé jsou velmi mobilní, jiné jsou věrné svým biotopům. Na základě jejich pozorování již v 70. letech 20. století byly rozděleny na dva základní typy, a to populace otevřené a uzavřené (Warren 1992). Podle dosavadních pramenů a Beneše et al. (2002) jsou populace modrásků uzavřené a migrují na krátké vzdálenosti. *P. teleius* na kratší než *P. nausithous*. V tomto případě je potřeba zachovat stav lokality, ten poskytne populaci největší šanci přežít na daném místě. To však není úplně jednoduché. Každá populace může vyhynout. Faktory, které to ovlivňují lze rozdělit na faktory deterministické (předvídatelné) a stochastické (náhodné). Těmi deterministickými může být např. přirozená sukcese biotopů, přímá likvidace biotopů člověkem, či když početnost populace přeroste možnosti prostředí. Stochastickými faktory jsou například choroby, paraziti a predátoři, změny klimatu atd. (Beneš et al. 2002).

Vývoj početnosti populace lze matematicky popsat tzv. rychlostí růstu a nosnou kapacitou prostředí. Pokud má populace dostatek zdrojů a není ničím omezována, její početnost roste (natalita > mortalita), dokud nedosáhne či nepřekročí nosnou kapacitu prostředí. To by mělo za následek zničení populace živné rostliny. Populace motýlů by

začala klesat, až by klesla pod nosnou kapacitu prostředí. Toto kolísání je běžné, jde o regulaci závislou na hustotě. Vliv mají i další faktory (Beneš et al. 2002). Do jisté míry můžeme ovlivnit působení deterministických faktorů, a to správným managementem.

Je důležité, aby byla populace geneticky efektivní, tzn. dostatečně velká na to, aby založila budoucí generaci. Geneticky efektivní velikost populace ovlivňuje řada faktorů, jako např. demografie (populační charakteristiky), etologie (chování druhů), behaviorální ekologie, sociobiologie motýlů (Beneš et al. 2002). Dalším faktorem je i velikost populace, tj. počet přítomných jedinců. Stochastickými riziky u malých populací jsou: environmentální stochasticita (výskyt nepříznivých podmínek), demografická stochasticita (samci se vylíhnou dřív než samice a ty pak nemají šanci se potkat a rozmnožit), inbrední deprese (příbuzenská plemenitba vede k degeneraci populace vlivem škodlivých recesivních genů), genetický drift (fixace genů pro přežití v jiném prostředí) (Ehrlich et al. 1980). Všechny tyto faktory mohou přispět k vymření populace.

Faktory demografickými je například nevyrovnaný poměr pohlaví. Častěji se v přírodě setkáme se situací, kdy je převaha samců. Může tomu být i z důvodu delšího larválního vývoje samic, kdy jsou jejich housenky vystaveny většímu riziku. Samci bývají často nápadnější vzhledem i chováním (Ehrlich et al. 1984). Dalším faktorem je nemožnost opakovaného páření. Některé druhy jsou monoandrické (mohou se pářit pouze jednou za život), jiné jsou polyandrické (Beneš et al. 2002). Samci nechtějí, aby se s „jeho“ samicí pářil jiný samec, a tak existují různé mechanismy jak tomu zabránit. Příkladem je kožovitý „pás cudnosti“, „pářící zátky“, „antia-afrodiziaka“, či když se samec nechá samicí nosit po kopulaci, čímž oddaluje možné spojení jiných samců (Ehrlich 1978).

Mezi faktory etologické patří posun v době letu pohlaví. Samci se často líhnou dřív než samice, tzv. protandrie. Je tomu tak, protože samci potřebují čas k dozrání pohlavních buněk a mají pak čas potkat se s čerstvě vylíhlými neoploďnými samicemi, které jsou schopny páření krátce po vylíhnutí. Samice si mezi samci vybírají. Může se tak stát, že samice nebude mít o samce zájem a i tím se sníží efektivní velikost populace. Děje se tomu tak hlavně když má samice na výběr z několika samců. U některých druhů se stává, že jsou pohlaví různě mobilní. Například spářené samice odlétají naklást vajíčka jinam, aby se mohly na kladení v klidu soustředit a nebyly sexuchtivými samci obtěžovány (Baguette et al. 1998). To má ale i své pozitivní stránky, a to že se druhy šíří na nové lokality. Záleží tedy na mnoha různých faktorech, které ovlivňují velikost populace, nejedná se pouze o prostý počet jedinců v populaci.

Wynhoff (2001) uvádí doletovou vzdálenost okolo 3 km, Settele et al. (1996) pro *P. teleius* 2500 m, pro *P. nausithous* 3740 m a dle Binzenhöfer (in Settele et al. 1996) dokonce

5100 m. Zakšek et al (2005) zjistil opačný jev, a to že *P. teleius* má vyšší úroveň migrace (40 %) než *P. nausithous* (26 %), což je naopak než tvrdí Beneš et al (2002). Může to být zapříčiněno i tím, že v případě Zakšek et al. (2005) byla početnost *P. teleius* přibližně 4x vyšší než *P. nausithous*. V severním Bavorsku se otázkou disperse zabývali Hovestadt et al. (2005) a konstatují, že více než 50 % obou druhů přelétalo, a to průměrně pro *P. teleius* 500 m a *P. nausithous* 420 m. Migrace rodu *Phengaris* shrnují Nowicki et al (2005a), zároveň podle nich žádný jedinec tohoto druhu nepřekonal vzdálenost větší než 5,7 km.

Populační hustota dospělců modrásků *Phengaris* se může lišit podle stanovištních podmínek. Nejvyšší hodnoty dosahuje právě u *P. teleius*, a to 400 - 1200 jedinců/ha (Nowicki et al. 2005 – 2,3), nejnižší naopak *P. arion* 20 - 60 jedinců/ha (Thomas 1995. Thomas et al. 1998a). Populace *P. nausithous* dosahují hodnot okolo 1000 jedinců/ha (Nowicki et al. – 2).

Letová perioda rodu kolísá od 15 do 48 dnů (*P. teleius* – 28 – 48 dní, *P. nausithous* – 23 – 40 dní) (Nowicki et al. 2005a). Podle Nowicki (2005a) žije dospělá imago *P. teleius* 2,0 – 3,1 dne a *P. nausithous* 2,2 – 3,3 dne, což je oproti celému rodu *Phengaris* méně (1,9 – 6,5 dne).

Samice kladou různý počet vajíček během celé letové periody, podle druhu motýla, ale počet vajíček se liší i v rámci populací. Jejich průměrný počet je dán geneticky. Závisí ale i na rozdílnosti stanovišť, dostupnosti zdrojů nektaru či klimatických faktorech (Thomas et al. 1998a). Pohybuje se okolo 50 – 75 vajíček na jednu samici u *P. arion*, dvakrát víc u *P. rebeli*, u *P. teleius* a *nausithous* znám není.

Vajíčka *P. alcon* a *P. rebeli* jsou přizpůsobena ochraně proti vaječným parazitoidům. Jsou totiž kladena na více exponovaná místa rostlin ve vysokých hustotách a jsou tak vystavena většímu nebezpečí. Housenky se líhnou z bazálního konce přímo do tkáně rostliny. Obal vajíček je velice pevný. Housenky *P. teleius* i *P. nausithous* se líhnou obdobně jako ostatní modrásci, tedy nejprve ven, směrem vzhůru. Obal vajíčka je pružný a tenký. Vajíčka u těchto dvou druhů jsou ukryta v květech (Thomas et al. 1991).

Figurny et Woyciechowski (1998) píšou, že samice *P. teleius* kladou na květní hlávku krvavce (příloha 7) v průměru 1,07 vajíčka, *P. nausithous* průměrně 1,93, ale až 5 vajíček na květní hlávku. *P. teleius* volí mladé květní hlávky, kratší a blíže k zemi s menším počtem kvítků, zatímco *P. nausithous* vyhledává hlávky starší, vyšší a větší, tak aby unesly větší počet nakladených vajíček. Tyto rozdíly jsou průkazné a ukazují tak diferenciaci nik obou druhů (Figurny et Woyciechowski 1998). Podle Thomase et al. (1998a) si samice nevybírají hlávky podle již nakladených vajíček v nich, ani podle dosahu mravenců *Myrmica* od živné rostliny, ale podle stáří květní hlávky a její vyzrálosti.



Vajíčka se líhnou zhruba za týden a nejsou příliš vystavena nebezpečí (Thomas et al. 1991, Hochberg et al. 1992). Housenky se po vylíhnutí živí asi 2 – 3 týdny fytofágně. V tomto období jsou vystaveny vysoké mortalitě vyvolané predací, hladověním či kanibalismem, uvádí Hochberg et al. (1992). Na začátku čtvrtého instaru housenek mravenci začínají adoptovat housenky. Ty se při opouštění živné rostliny rozptýlí jen do vzdálenosti několika cm. Pokud se mraveniště *Myrmica* nenachází do 2 m, šance, že bude housenka nalezena, je téměř nulová (Elmes et al. 1991). Mortalita od vajíčka po neúspěšnou adopci housenek se pohybuje od 20 do 40 %. Úmrtnost uvnitř hnízda je podstatně vyšší, a to až 80 – 90 % (Thomas et al. 1998a). Je tomu tak v důsledku hustotní závislosti potravní konkurence v mraveništi a také protože vypadlé housenky sbírají i další druhy rodu *Myrmica*. Housenky však ukončí svůj vývoj jen u některých druhů (Thomas et al. 1989, Elmes et Thomas 1992). V mraveništi záleží, jakou strategii housenka využívá, „kukačka či predátor“. Oba druhy v této studii sledovaných modrásků využívají tu predátorskou, živí se tedy dravě a žerou mravenčí plod (Thomas et Wardlaw 1992). Ta je méně efektivní (Elmes et al. 1991), viz.kapitola Myrmekofilie. Podle Thomas et Wardlaw (1992) je k odchování „kukaččího“ druhu potřeba zhruba 50 dělnic, na tu predátorskou průměrně 350. Mraveniště dost často adoptují 2x až 3x více housenek než jsou schopna uživit. V takovém případě mohou housenky zkonzumovat všechn mravenčí plod a pak uhynou hlady. Říká se tomu tzv. scramble kompetice (Thomas et al. 1998a). Mravenci pak obsadí mraveniště sousedních kolonií a díky tomu mohou některé housenky přežít. Toto se nazývá tzv. offshoot (Thomas et Wardlaw 1992). Možná je i druhá varianta, že si mravenci housenky vybírají a přežije tak pouze daný počet jedinců v závislosti na velikosti mraveniště, tzv. contest kompetice (Thomas et al. 1993), ta je doložena u strategie „kukačka“. Mravenci mají i řadu parazitů, kteří ovlivňují vztah mravenec – housenka, a to např. diptera rodu *Microdon*, hlavně *Microdon myrmicae* (Bonelli et al. 2005).

Housenky mají též své parazitoidy. Uvnitř hnízd je napadají lumci rodu *Ichneumon*, ještě v květech je atakuje druh rodu *Neotypus*. Oba tyto parazitoidy housenku usmrtí až za 10 měsíců, když se zakuklí (Thomas et Elmes 1993). U *P. nausithoous* byli nalezeni parazitoidy *Neotypus pusillus* a *N. melanocephalus* (Stankiewicz et al. 2004). Anton et al. (2005a) píše, že rozlohou menší stanoviště vykazují větší hustotu parazita, tedy větší počet parazitovaných housenek. Tartally (2005b) uvádí jako parazitoida *P. teleius* *Neotypus melanocephalus*.

První pokusy o modelování vývoje populací *Phengaris* popsali Hochberg et al. (1992) pro druh *P. rebeli*, své poznatky pak rozšířili v souvislosti s parazitoidem (1996). Clarke et al. (1997) se zabývali otázkou, zda má variabilita prostorového uspořádání biotopu vliv na početnost a stálost interagujících druhů. Zjistili, že čím je lokalita rozrůznělejší, tím klesá počet hostitelských mravenců. Na značně rozrůznělejších lokalitách se populace modrásků

vůbec neudržela (Clarke et al. 1997). I když má motýl schopnost přeletu, udržení jeho populace závisí na uspořádání biotopu a jeho kvalitě na jemnější prostorové úrovni, a to díky svým interakcím s druhy s užší nikou a lokálnější disperzí. Heterogenita prostředí působí i na rychlost obnovy populace hostitelských mravenců (Clarke et al. 1997). Komplexnější modely pro druhy *P. teleius* a *P. nausithous* nejsou zatím zpracovány, ale probíhá intenzivní výzkum (např. Anton et al. 2005b, Glinka et Settele 2005, Thomas et al. 2005, Hovestadt et al. 2005, Nowicki et al. 2005 – 3, Skórka et al. 2005a, Sliwinska et al. 2005b a další).

### 3.12 Ochranařský status a managementové zásady

Z poznatků uvedených výše vyplývá, že zmiňované druhy modrásků jsou vysoce citlivé na zásahy do jejich stanovišť. Oba taxony jsou proto modelovými pro praktickou ochranu přírody (Settele et al. 2005b), jsou tzv. „deštníkové“ druhy (umbrella species). Tím, že chráníme je a staráme se o jejich stanoviště, vytváříme podmínky pro život dalších ne tak nápadných druhů.

Elmas et Thomas (1992) před jakýmkoli managementovými zásahy doporučují zjistit denzitu a distribuci živné rostliny běžnými botanickými metodami a popsat kolonie mravenců metodou podle „appendixu“ (Elmes et Thomas 1991) – tj. dle známé publikace „Tagfalter und ihre Lebensraume“. Parametry, které zjistíme, následně dosadíme do modelu Hochberga et al. (1992) než začneme do stanovišť jakkoliv zasahovat.

Podle Elmes et Thomas (1992) účelem většinou není produkce co největší modrásčí populace, ale udržení populace jako takové a hlavně vyhnutí se její extinkci. Jak již bylo zmíněno v kapitolách výše, důležitý je hlavně výskyt mravenců *Myrmica*. Denzita živné rostliny je až druhotná, ale bez ní by to samozřejmě nešlo. Velikost motýlí populace určuje hlavně ta mravenčí. Pokud je management ochrany mravenců v rozporu s ochranou živné rostliny, je nezbytné vyřešit dynamický systém s optimálním stavem sukcese pro oba organismy. Proto je potřeba aplikovat management mozaikovitě.

Oba druhy, *P. teleius* i *P. nausithous* mají podobnou biologii a žijí v sympatrii (Figurny-Puchalska et al. 2000), proto je dobré zaměřit se na genetickou diverzitu rodu *Phengaris*. Podle Figurny-Puchalska et al. (2000) mají větší šanci na přežití kukly *P. nausithous* z důvodu vyšší efektivity mravenišť hostitelských mravenců v odchovu kukel. Mají tedy podle nich vyšší průměrnou heterozygotnost a genetickou diferenciaci na úrovni populací. Nižší nosná kapacita mravenišť hostitelských mravenců *P. teleius* vyžaduje vyšší hustotu rozšíření mravenišť. Když ta není dostatečná, jsou populace *P. teleius* více ohrožené a náchylné ke ztrátě genetické variability díky jejímu driftu.

Další otázkou je, jak velkou populaci modrásků má smysl chránit. Populace *P. teleius* byly studovány např. v Polsku (Sliwiska et al. 2005b). Efektivní velikost jednotlivé subpopulace byla odhadnuta na 200 až 7000 jedinců.

Teorii ochrany a managementu ovlivňují i poznatky o hostitelských mravencích, jak již bylo zmíněno výše. Pokusy bylo zjištěno, že mravenci *Myrmica* reagují velmi rychle na změny vegetace, a to již během 2 – 3 let (Thomas et al. 1998a). Housenky se po vypadnutí z květní hlávky krvavce rozptýlí pouze na vzdálenost pár cm a pokud není mraveniště v dosahu maximálně 2 m, zahynou (Elmas et al. 1991). Nejdůležitější je denzita mravenišť až poté závisí na denzitě živné rostliny (Anton et al. 2005b).

Živná rostlina vymezuje niky obou druhů. Každý druh preferuje jiné stáří a výšku rostlin nad okolní vegetací. *P. teleius* v době kladení vajíček vyhledává 0 – 30 cm vysoká stébla krvavce, druhý druh ty vyšší (Thomas et Elmes 2001). Z toho vyplývají managementová opatření. Výšce nižší odpovídá jednosečná louka sečená na jaře, naopak následkem seče podzimní by byly rostliny vzrůstu většího a prospívala by *P. nausithous*. Toto se shoduje i pro jednotlivé druhy mravenců *Myrmica* (Thomas et Elmes 2001).

Problematikou kosení se zabývali i Johst et al. (2006), ti shrnují, že režim kosení má na modrásky vliv na lokální (jednotlivé populace) i regionální (metapopulace) úrovni. Uvažované bylo kosení jednou za rok, každý druhý či třetí rok a mělo by být přiměřené. *P. teleius* přežije pouze na regionální úrovni, a to za předpokladu disperze mezi loukami. *P. nausithous* na obou úrovních. Proto je důležité aplikovat doporučené režimy kosení v rámci několika zapojených (souvisejících) luk, tak, aby byli jedinci schopni přelétat. Pro přežití modrásků *Phengaris* je důležitá i fragmentace plošek, na kterých žijí.

### 3.13 Ohrožení a ochrana

#### *Phengaris teleius*

Je ohroženým druhem. V rámci Evropy klesly jeho populace ve druhé polovině 20. let o 20-50 %. Hlavní příčinou jeho ústupu jsou změny ve způsobu obhospodařování luk, a to odvodňování, přehnojování či zornění stanovišť, rozrůstání měst (Vrabec et al. 2014), dále sukcesní změny či rychle rostoucí dřeviny na lučních pozemcích. Tento druh vyžaduje členitější mikrostanoviště, typické pro jednosečné, ručně kosené louky. Jeho hostitelský druh mravence nedokáže žít na trvale zamokřených depresích ani na rovném povrchu luk, které jsou koseny stroji. Ideální je kosení mozaikovitě, ruční a mimo letové období modráska (ideálně červen, podzim). Pokud toto není možné, lze kosit po částech obrok, či ponechat

nepokosené pásy. Ideálně nezalesňovat, neodvodňovat a rušit bývalé meliorace (Beneš et al. 2002).

### *Phengaris nausithous*

Česká republika disponuje celkem hojným zastoupením tohoto druhu. Jeho ochrana je však povinností státu při ochraně přírodního dědictví celé Evropy. Jeho ochranou pak chráníme ohroženější *P. teleius* či *P. alcon*. Důvody jeho úbytku v Evropě jsou stejné jako u *P. teleius*. K zachování jeho populací je třeba zachovat vhodný vodní režim. U silně zamokřených lokalit lze povrchově odvodnit do hloubky 15 - 30 cm podle výšky hladiny podzemní vody. Nutné je lokality pravidelně kosit, a to mozaikovitě, ideálně ručně před letovým obdobím. Dokáže osidlovat i menší plochy či lokality podél komunikací nebo vodních kanálů. I tyto plošky je potřeba obhospodařovat (Beneš et al. 2002).

#### 3.14 Legislativní ochrana

Dílo Beneš et al. z roku 2002 shrnuje podrobnější údaje o výskytu obou druhů na území České republiky. Pro ČR byl v minulosti *P. teleius* dříve druhem hojnějším a rozšířenějším. Například z roku 1950 je udáváno 118 lokalit výskytu, v období 1981 - 1994 ze 103 lokalit a po roce 1994 pouze z 67 (celkem je známo 227 lokalit), trend úbytku činí – 47 % obsazených stanovišť. Druh je tedy oprávněně zařazen do „Červeného seznamu“ jako druh zranitelný, jelikož podle získaných dat ubýval a stále ubývá (Farkač et al. 2006). Nepatří zatím mezi druhy kriticky ohrožené ani úplně prioritních 30 vymírajících druhů ČR. Byl však zařazen mezi chráněné druhy v rámci soustavy NATURA 2000.



< 1950	1951-1980	1981-1994	> 1994	Všechny	Pozn.	Trend %
118	127	103	67	227	-	- 47,14

Obr. 9: populace *P. teleius* (Beneš et al. 2002)

*P. nausithous* je dle Beneše et al. (2002) hlášen v letech 1951 – 1980 ze 132 lokalit, 1981 – 1994 ze 176 lokalit a po roce 1994 ze 162, (celkem z 294 lokalit). Trend jeho úbytku se pohybuje okolo 24 %, proto byl taktéž zařazen do „Červeného seznamu“ (AOPK ©2005). Přestože druh není akutně ohrožen, byl zařazen mezi chráněné druhy. Jeho populace se řadí podle Beneše et al. (2002) mezi nejsilnější v celé Evropě.



< 1950	1951-1980	1981-1994	> 1994	Všechny	Pozn.	Trend %
108	132	176	162	294	-	- 24,15

Obr. 10: Populace *P. nausithous* (Beneš et al. 2002)

Neustále jsou objevována nová stanoviště, a to hlavně kvůli povinnosti státu vůči EU.

## 4. Metodika

### 4.1 Charakteristika zkoumané lokality a jednotlivých ploch

Monitoring v okolí Přelouče byl zahájen před více než 20 lety v souvislosti se záměrem stavby vodní cesty, která by vedla do Pardubic. Byly hledány nové lokality, kde by se v okolí modrásci mohli nacházet (Vrabec et Rychlíková 2006). Výzkum začal v lokalitě Slavíkovy ostrovy na pravém (severním) břehu Labe (Vrabec et al. 2005). V roce 2005 byly k původním 2 přidány další plochy k monitoringu, až v roce 2010 bylo sledováno už 10 plošek (Nowicki et Vrabec 2011). V roce 2011 bylo potvrzeno rozšíření *P. teleius* i na pravý břeh řeky Labe. Dlouhodobě jsou tedy populace *P. teleius* a *P. nausithous* sledovány na Slavíkových ostrovech metodou zpětných odchytů. Výsledky týkající se metapopulační dynamiky poprvé obsáhleji vyhodnotili Nowicki et Vrabec (2011).

V této práci studovaná stanoviště označená jako Labišťata, se nacházejí v okolí města Přelouč v okrese Pardubice (Česká republika, východní Čechy), a to západně od nejdéle monitorovaných Slavíkových ostrovů. GPS souřadnice zhruba na střed území jsou 50.0447649N, 15.5424843E. Území leží v Polabí, nadmořská výška je cca 200 m n. m., mapovací čtverec zoologického mapování 5959. Jedná se o soustavu luk na levém břehu Labe v okolí bývalých ramen a na pravém břehu v blízkosti přírodního koupaliště Tomášek a obce Semín. Půdním typem oblasti je fluvizem modální. Území se nachází na nivním nezpevněném sedimentu z období kvartéru.

Jednotlivé plochy lokality Labišťata jsou z hlediska výzkumu modrásků a mravenců pro rok 2022 očíslovány. Číslování jednotně zpracoval doc. Mgr. Vladimír Vrabec, Ph.D. Plochy jednotlivých populačních okruhů jsou číslovány se zkratkou názvu populačního okruhu od 1 do x, tak aby další případně odlišené či objevené patche mohly být dále přiřazovány do číselné řady. Použito je dělení na nejmenší odlišitelné celky. Další údaje jako zaměření GPS zhruba na centroid, rozloha ploch a jejich charakteristiky jsou uvedeny pouze orientačně s cílem upřesnění identifikace a představy o daném stanovišti. Číslování je následující:

**LAB1** – Lokalizace (GPS): 50°2'35.906"N, 15°32'37.139"E, rozloha 1535 m<sup>2</sup>.

Vlastnické právo: soukromý vlastník

Menší, květnatá, udržovaná louka se nachází po levé straně polní cesty směrem od Přelouče. V jejím cípu je pietní místo psího šampiona. Plocha je obklopena polem, lesem a křovinami. Kosená drobným hospodářem.

**LAB2** – Lokalizace (GPS): 50°02'37.10"N, 15°32'41.99"E, rozloha 5601 m<sup>2</sup>.

Vlastnické právo: soukromý vlastník

Louka udržovaná kosením, větší výskyt krvavce totenu pouze při jejím okraji, ale celkově je vzácný. Z vnější strany obklopena polem s křovinným lemem, z vnitřní strany oddělena polní cestou a křovinnými porosty. V posledních letech se projevuje unifikace sečí, vlastníci zřejmě ponechali seč na jediném, který seče plošky najednou.

**LAB3** – Lokalizace (GPS): 50°2'38.588"N, 15°32'38.346"E, rozloha 2895 m<sup>2</sup>.

Vlastnické právo: soukromý vlastník

Louka méně sečená než ostatní, proto obvykle více nakvetlá, v určitém místě větší výskyt krvavce totenu. Od plochy LAB1 oddělena křovinami a vodojemem, od plochy LAB6 oddělena mezí a hranice mezi ní a LAB4 respektuje vlastnickou hranici a rozdíl v kosení porostu. V posledních letech se projevuje unifikace sečí, vlastníci zřejmě ponechali seč na jediném, který seče plošky najednou.

**LAB4** – Lokalizace (GPS): 50°2'39.571"N, 15°32'41.903"E, rozloha 3240 m<sup>2</sup>.

Vlastnické právo: soukromý vlastník

Sečený porost s keři. Území se nachází v bezprostředním kontaktu s plochami LAB3 a LAB6. V některých letech, pokud je kosena včas, je zde krvavec četnější, většinou v důsledku seče ale nestačí nakvést. V posledních letech se projevuje unifikace sečí, vlastníci zřejmě ponechali seč na jediném, který seče plošky najednou.

**LAB5** – Lokalizace (GPS): 50°02'40.26"N, 15°32'45.97"E, rozloha 1955 m<sup>2</sup>.

Vlastnické právo: soukromý vlastník

Udržovaný travní porost sečený v jiných termínech než ostatní v okolí (využito mysliveckým svazem?). Z vnější strany na louku navazuje pole, vnitřní strana je při cestě lemovaná stromy a keři.

**LAB6** – Lokalizace (GPS): 50°02'40.11"N, 15°32'41.04"E, rozloha 1590 m<sup>2</sup>.

Vlastnické právo: soukromý vlastník

Nejnižší položené stanoviště v této části území (nachází se v depresi) a proto nejlepší z hlediska přítomnosti modrásků z LAB1 až LAB6, od ostatních odděleno mezí, která nebývá sečena a roste na ní živná rostlina. Vlastní plocha deprese sečena v posledních letech je, projevuje se unifikace sečí. Vlastníci zřejmě ponechali seč na jediném z nich, který seče plošky najednou.

**LAB7** – Lokalizace (GPS): 50°2'47.140"N, 15°32'38.238"E, rozloha: 39600 m<sup>2</sup> (část s krvavcem je ale plošně výrazně menší).

Vlastnické právo: soukromý vlastník

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 plošně 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 snižená a vlhčí. Lokální pokryvnost krvavce ve východní části dosahovala cca 5 % pokryvnosti (jednotlivé rostliny). V roce 2018 na přelomu července a srpna okraj plochy s krvavcem posečen zřejmě ke krmení v období letu motýlů, je otázkou, zda seč bude pokračovat. V roce 2019 byla v jihovýchodní části louky ve vhodném termínu realizována pásová seč, bohužel okraj území byl v období letu motýlů opakovaně posečen ke zkrmení mimo nastavený management. V roce 2020 plocha bez cíleného managementu, okraj louky s výskytem krvavce ve velmi malém rozsahu pokosen v období letu motýlů (náhodná seč na krmení). V roce 2021 louka bez údržby, pokračuje úbytek živné rostliny.

**LAB8** – Lokalizace (GPS): 50°02'48.57"N, 15°32'21.82"E, rozloha 16942 m<sup>2</sup>.

Vlastnické právo. soukromý vlastník

Značně ruderalizovaná louka se nachází severozápadně od města Přelouč v dosahu řeky Labe. Vysoký luční porost je doplněn o náletovou vegetaci. Prostor se nachází v komplexu lučních a lužních porostů, které dříve tvořily okolí slepého ramene Labe. Louka je dlouhodobě neudržována, zarostlá travinobylinnou vegetací s vysokou vrstvou stařiny, částečně i keří. V travinobylinné vegetaci dominuje srha říznačka, kakost luční, kopřiva a bodláky. Krvavec toten zde byl zaznamenán vzácně v počtu jednotlivých rostlin (pokryvnost do cca 1 % plochy), v roce 2021 byl místně hojnější.

**LAB9** – Lokalizace (GPS): 50°2'48.479"N, 15°32'17.310"E, rozloha 7847 m<sup>2</sup>.

Vlastnické právo: ?

Stručný popis lokality: Neudržovaná, zpustošená louka plná náletové vegetace, krytá ze všech stran stromy. Část byla 2019 ve vhodnou dobu před letovým obdobím modrásků posečena, ovšem z hlediska výskytu živné rostliny je plocha málo vhodná. V roce 2020 byla seč provedena rovněž, nicméně po časně letních deštích plocha opět intenzivně zarostla. V roce 2021 louky beze stop seče, avšak loňská seč patrně podpořila krvavec.





Obr. 11: Labišťata plochy 1 – 9 (Mapy.cz)

**LAB10** – Lokalizace (GPS): 50°03.211'N, 15°32.208'E, rozloha: 11100 m<sup>2</sup>.

Vlastnické právo: Česká republika a soukromí vlastníci

Stručný popis lokality: Zatrávněný pás podél Sopřečského potoka, východně, jihovýchodně až jižně od Semína. Zčásti v minulosti patrně příležitostně sečeno, ale seč je čím dál více zanedbávána a travní porost ruderalizuje a zarůstá kopřivou, v letech 2018 a 2019 nesečeno vůbec. Krvavec jednotlivě, ale nadále výrazně častěji než v letech 2016 a 2017 a nakvetlý. Stanoviště v minulosti zcela jistě fungovalo jako jedna ze stabilně kolonizovaných plošek, nyní zde o přítomnosti stabilní kolonie motýlů lze pouze teoreticky uvažovat, ale jde o místo, kde bylo v roce 2019 nejvíce imag zjištěných na pravém břehu. Místo má potenciál stát se jednou významnou plochou na pravém břehu Labe v rámci ochrany obou modrásčích druhů. V roce 2020 absolutně bez zásahu, žádná seč nebyla provedena. Přilehlé pole i část louky byly před letovým obdobím modrásků silně zamokřeny po vydatných deštích. V roce 2021 plocha bez jakékoliv údržby, ale klimatické podmínky zřejmě byly příznivé pro rozvoj živné rostliny zde, která v poměrně hojném počtu jedinců rozkvetla ve druhé polovině letového období motýlů.

**LAB11** – Lokalizace (GPS): 50°03'5.092"N, 15°31'58.845"E, rozloha: 14000 m<sup>2</sup>.

Vlastnické právo: Agros Kojice a soukromí vlastníci

Stručný popis lokality: Zatrávněný porost jižně od rybníka Tomášek a východně od ramene Polábek s místy velmi hojným výskytem krvavce v minulosti, v roce 2019 posečeno krátce před letovým obdobím motýlů a krvavec v důsledku sucha rašil a kvetl výrazně hůře a později. V roce 2020 situace obdobná. Pravidelně a dobře udržováno sečí, ale motýli zde prakticky chybí, otázkou je proč. V roce 2021 posečena v relativně vhodném termínu, ve druhé polovině letové sezóny motýlu zde jednotlivě nakvetla živná rostlina.

**LAB 12** – Lokalizace (GPS): 50°3'9.103"N, 15°31'25.519"E, rozloha: 9900 m<sup>2</sup>.

Vlastnické právo: soukromý vlastník

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. 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 za plotem velmi dobře nakvetlý krvavec v roce 2018 i 2019. Plocha byla stejně jako v předchozím roce posečena krátce před letovým obdobím modrásků i v roce 2020. Situace na ploše byla v roce 2021 výrazně příznivější, protože seč proběhla relativně včas a kvetoucí krvavec byl ve druhé polovině letového období motýlů poměrně hojně zastoupen, byť rostliny nebyly příliš vitální.

**LAB 13** – Lokalizace (GPS): 50°3'9.103"N, 15°31'25.519"E, rozloha: 4400 m<sup>2</sup>

Vlastnické právo: soukromý vlastník

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. 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), tento trend pokračoval i v letech 2019 a 2020, louka byla posečena těsně před obdobím letu modrásků a krvavec nestačil narašit. V roce 2021 byla louka posečena v poměrně vhodné dobu před letem modrásků, krvavec však byl vzácný (jednotlivé rostliny) a nakvétal až koncem července.



Obr. 12: Labišťata plochy 10 – 13 (Mapy.cz)

#### 4.2 Způsob sběru dat

Data byla sbírána kolektivně. Podíleli se Terezie Bubová, Tereza Juračková, Kristýna Picurová, Anna Pilařová, Hana Potočková, Simona Tomšíková, Eva Bušinová, Eva Jančaříková, Daniela Slavíková a Vladimír Vrabec. Nejdříve jsme byly všechny řádně proškoleny, co a jak dělat a seznámeny se systémem ploch. Byly nám taky dány rady a tipy, např. kde se modrásci nacházejí nejvíc a kde naopak nejméně, jak nedostat úpal, apod. Konkrétně já osobně jsem data sbírala od 7. do 14. 7., 24. - 29. 7., 31. 7. a 5. - 13. 8. 2022.

Modrásky jsem chytala do sítě specifickým pohybem (příloha 8). Napřáhla jsem se a lapila jedince a následně udělala prudký protipohyb, tak, aby konec (cíp) sítě i s motýlem byl přehnutý přes obruč sítě a modrásek tak nemohl ulétnout. Když už jsem dostatečně nacvičila tento pohyb, chytala jsem i více motýlů najednou, ale pouze v krátkém časovém úseku tak, aby mi seděl čas a věděla jsem, co jedinec dělal. Zároveň musíme dávat pozor, abychom v horkých dnech motýly nadrželi příliš dlouho na slunci a oni tak nezahynuli. Pokud možno značení provádět ve stínu a co nejrychleji. K dispozici bylo více typů entomologických sítí. Vyhovovala mi síť větší, s teleskopickou rukojetí. Ale můžeme použít i menší, ta je lehčí a praktičtější na přenos.

Následně jsem motýla opatrně vyjmula ze sítě pomocí chirurgické pinzety (příloha 5), tak, aby měl sevřená křídla. Modrásek se opatrně ale pevně sevře pinzetou na horní straně křídel, křídla musí mít složená tak, aby se na ně mohl napsat kód. Motýl se nesmí pinzetou uchopit za tělo, aby nebyl rozdrcen a nedošlo k poškození nožek, tykadel či jiných orgánů. Unikátní kód (příloha 6) se píše na vnější levé křídlo v dolní polovině lihovým fixem (popisovačem) značky CENTROPEN 2846 permanent, dostupným ve většině papírnictví. Značka musí být pro každého jedince individuální a hlavně čitelná. Následně jsem motýla vypustila zpět. Pokud jsem toho stejného jedince zachytila cca do půl hodiny od dřívějšího odchyty znovu, nezaznamenávala jsem to. V ostatních případech se vše ihned zapíše do záznamového archu.

Do záznamového archu jsem vyplňovala datum, název lokality, číslo plochy, kde byl motýl odchyten, přesný čas odchyty, momentální počasí a vítr, stav motýla (olétanost). Ta byla na stupinci I.- III. I. Znamenala, že je motýl neolétaný a zcela vitální. III. Naopak značila stav horší, motýl byl olétaný a většinu života už měl za sebou. Důležité bylo zapsat, co dělal modrásek v bezprostřední době před odchytem. Mohl buď létat (F – flying), sát nektar z krvavce (N – nectaring), odpočívat (R – resting), slunit se (B – basking), kopulovat (K) (Beneš et al. 2002). Do poznámek jsem potom zapisovala jakékoli zvláštnosti jako např., že byl motýl v pavučině (příloha 2), sál nektar na jiné rostlině apod.

Značení jsem prováděla každý den zhruba od 9:00 do 16:00. Jednotlivá stanoviště jsem navštěvovala v různou denní dobu. Sběr bylo třeba provádět po celé letové období obou druhů každý den, a proto se jednalo o kolektivní práci, kdy jsme se střídali, aby území bylo pokryto.

Já jsem s sebou do terénu vždy potřebovala síť, chirurgickou pinzetu, popisovač značky CENTROPEN, propisovací tužku, mnoho archů (tabulek), v ideálním případě popisovačů, propisek i archů radši víc než míň, kdyby náhodou nějaký dopsal či došel.

#### 4.3 Způsob 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 et Arnason 1996; Schwarz et Seber 1999) s využitím programu MARK 9.0 (White et Burnham 1999) a modifikaci dle Nowicki (2005) svépomocí na Katedře zoologie a rybářství České zemědělské univerzity v Praze. Podrobný popis výpočtů a zpracování dat je uveden v

Nowicki et Vrabc (2011). Konkrétní výpočet pro účely mojí práce provedli Ing. Terezie Bubová, Ph. D. a vedoucí práce.

V případě *P. nausithous* na Labišťatech bylo výpočet možné realizovat na plochách 6 a 10. U ostatních ploch výpočet MARK nebylo možné provést z důvodu nízkého počtu motýlů. Byly tedy dopočteny kvalifikovaným odhadem za pomoci vzorců. Výběr modelu byl velmi náročný. Ty modely, které nejlépe vysvětlovaly stav plochy 6, nebyly nejlepší pro 7, Nakonec byl použit model  $\varphi(t)p(.)$ .

Jedná se o model, s různým denním přežíváním, kdy denní přežívání je měnící se v průběhu času. Avšak pravděpodobnost odchycení motýlů je konstatní v čase i pro skupiny. To znamená, že parametr  $\varphi$  = přežívání je různý v čase.

Pro *P. teleius* na Labišťatech nebylo pro sezónu 2022 vzhledem k malému množství zachycených motýlů možné žádný výpočet provést.

## 5. Výsledky

V letové sezóně 2022 byli modrásci rodu *Phengaris* na lokalitě Labišťata monitorováni na 13 ti plochách. U *P. nausithous* byl počet označených jedinců (a rovněž vypočtené množství N total) více než o polovinu nižší než v roce 2021. U *P. teleius* byl počet zachycených jedinců téměř stejný, jako v roce 2021 (viz tabulka x).

Tabulka 2: Počty označených jedinců a N total od roku 2017 na lokalitě Labišťata. Číselné údaje pro její sestavení poskytl vedoucí práce, data o počtu označených jedinců v roce 2022 jsou vlastní.

	2017		2018		2019		2020		2021		2022	
	PO	NT	PO	NT	PO	NT	PO	NT	PO	NT	PO	NT
<i>P. nausithous</i>	362	<b>875</b>	722	<b>1242</b>	118	<b>191</b>	147	<b>374</b>	<b>398</b>	<b>867</b>	<b>144</b>	<b>459</b>
<i>P. teleius</i>	17	/	107	<b>340</b>	4	/	7	/	26	/	43	/

PO – počet označených jedinců, NT – N total

### Výsledky pro druh *Phengaris nausithous*

Délka letové sezóny na Labišťatech byla 26 dní, první motýl byl chycen 9. 7. a poslední 3. 8. Lovících dnů bylo málo, pouze 13, což znamená, že odloveno bylo 50%. To je oproti předchozím létům málo, také počet motýlů není vysoký.

Poměr pohlaví u *P. nausithous* byl výrazně vychýlen ve prospěch samců (m:f) 97:47, to indikuje, že nebyla dolovena celá sezóna a motýli pravděpodobně létali o něco málo déle. Průměrná délka života byla 1, 2 dní – spočítáno pouze na základě průměrů v počtu zachycených jedinců. Více než jednou bylo tedy chyceno 26 motýlů, což je pouze 18 % z celkového počtu označených jedinců (to lze taky vidět na nízkých disperzích).

Nejvyšší počet jedinců *P. nausithous* hostila plocha č. 6 (57 jedinců) a hned poté plocha č. 10 (50 jedinců) (tabulka 3). V minulém roce byla nejpočetnější plocha č. 10. Další výrazná byla pak plocha č. 7 (40 jedinců), ale tam nebyl možný výpočet, jelikož těch 40 jedinců bylo zaznamenáno pouze ve 3 dnech, počty jedinců dalších ploch byly již pouze jednotkové, viz tabulka 3.

Disperze druhu *Phengaris nausithous* na Labišťatech (viz tabulka 5)

Disperzní parametry byly velice nízké, pod průměry udávané pro modrásky *Phengaris* literaturou. Jediné emigrace byly z plochy č. 7 na plochu č. 6 (podobně jako v minulých letových sezónách). V minulé sezóně byly okolo 20 %

Disperze mezi plochami, založená na poměru opětovně chycených jedinců, kteří imigrovali na jinou plochu činila:

- 11 %.

Disperze mezi plochami, založená na základě předpokládaného celkového počtu imigrantů činila:

- 12 %

Výsledky pro druh *Phengaris teleius*

Označeno bylo 43 motýlů, 27 samců a 16 samic, takže genderově moc nevyváženo, spíše více ve prospěch samců (viz tabulka 4). Program MARK ukázal minimum lovicích dnů, tzn. málo silných dnů pro výpočet, takže bohužel, pro Mark nebyla data vhodná.

Disperze druhu *Phengaris teleius* na Labišťatech (tabulka 6)

Zachycen byl pouze jediný přelet.

1 x: z 2 na

Tabulka 3: Výsledky analýzy MRR dat pro *P. nausithous* Labišťata 2022

Plocha	Počet zachycených jedinců $n$	Parametry pro výpočet		Odhad sezónní velikosti populace				Sezónní pravděpodobnost odchyení $\hat{P}_{total}$	Odhadovaný počet jedinců	
		denní přežívání $\varphi(.)^a$	průměrná pravděpodobnost odchyení $p(.)^a$	$\hat{N}_{total}$	SE	95%CI-	95%CI+	Vylíhlí jedinci v průběhu sezóny	Imigranti	
1 <sup>b</sup>	0			<u>0</u>	-	-	-	<u>0,35</u>	0	0
2 <sup>b</sup>	0			<u>0</u>	-	-	-	<u>0,35</u>	0	0
3 <sup>b</sup>	0			<u>0</u>	-	-	-	<u>0,35</u>	0	0
4 <sup>b</sup>	0			<u>0</u>	-	-	-	<u>0,35</u>	0	0
5 <sup>b</sup>	0			<u>0</u>	-	-	-	<u>0,35</u>	0	0
6	57	0,69	0,29	<b>270</b>	57	182	594	0,21	229	41
7 <sup>b</sup>	40			<u><b>114</b></u>	-	-	-	<u>0,35</u>	114	0



8 <sup>b</sup>	0			<u>0</u>	-	-	-	<u>0,35</u>	0	0
9 <sup>b</sup>	0			<u>0</u>	-	-	-	<u>0,35</u>	0	0
10	50	0,64	0,63	<b>95</b>	*	*	*	0,53	95	0
11 <sup>b</sup>	0			<u>0</u>	-	-	-	<u>0,35</u>	0	0
12 <sup>b</sup>	1			<u>3</u>	-	-	-	<u>0,35</u>	3	0
13 <sup>b</sup>	0			<u>0</u>	-	-	-	<u>0,35</u>	0	0
<i>Suma</i>	148			482				0,37	442	41
Všechny plochy	144	0,75	0,07	<b>459</b>	4	397	538			

<sup>a</sup> Uváděno pouze pro účely porovnání, zdali použitý model nebral v úvahu konstantní denní přežitelnost ani konstantní pravděpodobnost odchyty

<sup>b</sup>  $\hat{P}_{total}$  bylo dopočteno bez odhadů MRR pomocí průměru 0,35. \* Výpočet v Mark neproběhl.

Tabulka 4: Výsledky analýzy MRR dat pro *P. teleius* Labišťata 2022

Plocha	Počet zachycených jedinců $n$	Parametry pro výpočet		Odhad sezónní velikosti populace				Sezónní pravděpodobnost odchyení $\hat{P}_{total}$	Odhadovaný počet jedinců	
		denní přežívání $\varphi(.)^a$	průměrná pravděpodobnost odchyení $p(.)^a$	$\hat{N}_{total}$	SE	95%CI-	95%CI+	Vylíhlí jedinci v průběhu sezóny	Imigranti	
1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-

8	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Suma</i>	40							-	-	-
Všechny plochy	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>a</sup> Uváděno pouze pro účely porovnání, zdali použitý model nebral v úvahu konstantní denní přežitelnost ani konstantní pravděpodobnost odchyty

Tabulka 5: Zjištěné přelety mezi plochami u *P. nausithous*, Labišťata 2022

na plochu z plochy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7						3							
8													
9													
10													
11													
12													
13													

Tabulka 6: Zjištěné přelety mezi plochami u *P. teleius*, Labištata 2022

na plochu z plochy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1													
2						1							
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													

## 6. Diskuse

Provedeno bylo monitorování rodu *Phengaris* na 13 plochách na Labišťatech v letové sezóně 2022. Jedinců *P. nausithous* byl o více než polovinu nižší než v roce 2021. Za jednu z hlavních příčin považuji to, že bylo odchytáno pouze 50 % letového období, a tím pádem jsou výsledky výzkumu takové, jaké jsou. První jedinec byl chycen 9. 7. 2022 a poslední 3. 8. 2022, odchytná letová sezóna trvala tedy 26 dní, skutečně monitorováno však v území bylo pouze 13 dnů. Podle Nowicki et al. (2005a) trvá jejich letová sezóna 23 – 40 dní. To dokazuje i náš výzkum. Lovících dnů však bylo málo. Pro výpočet metodika připouští sběr dat ob den, ale v daném případě bylo území navštěvováno vždy několik dnů po sobě s delším přerušením což není ideální. Bylo to však dáno personálními možnostmi týmu. Zpětně bylo chyceno 26 motýlů, což je 18 % z celkového počtu označených jedinců (144). Nejpočetnější plochou byla plocha číslo 6 (57 jedinců), dále č. 10 (50 jedinců). Dle informací vedoucího práce byla roce 2021 byla nejpočetnější plocha č. 10, dále č. 7 (40 jedinců). Výpočet v programu MARK bylo v roce 2022 možné realizovat pouze u dvou zmíněných nejpočetnějších ploch, a to právě z důvodu nízkého počtu motýlů.

V případě *P. teleius* byl chycen a označen podobný počet jedinců jako v minulých letech, a to 27 samců a 16 samic. Opět z důvodu malého počtu lovících dnů se nedalo v programu MARK pracovat.

Početnost motýlů *Phengaris* na Labišťatech podle dosavadních znalostí mezi roky velmi kolísá, a to od jednotek jedinců až po tisíce (viz tabulka 2). To z hlediska dlouhodobého přežívání není ideální, protože to ukazuje na nižší míru stability systému, kde hrozí i vyhynutí a metapopulační model bude spíše odpovídat systému kontinent – ostrovy (Beneš et al. 2002), protože je možné, že v příznivých letech jsou populace modrásků na Labišťatech dotovány přiletem (což se ale zatím neprokázalo).

Nowicki et al. (2014) uvádí délku pohybové vzdálenosti v Přelouči v otevřené krajině pro *P. nausithous* 1007 m. Též uvádí, že *P. nausithous* se jevil jako pohyblivější a přelétal na větší vzdálenosti, tudíž má vyšší míru emigrace. V citované studii však spíše zkoumali rozdíl mezi přelety motýlů v otevřeném a v uzavřeném (zalesněném) prostředí. Došli k závěru, že na disperzi má vliv složení krajinné matrice. Hovestadt et al (2005) uvádí zjištění, že více než 50 % obou druhů přelétalo, a to průměrně pro *P. teleius* 500 m a *P. nausithous* 420 m. Podle výše popsaných výsledků přelety na Labišťatech v roce 2022 zdaleka nebyly časté, v našem případě bylo procento migrantů zanedbatelné.

Velmi pravděpodobně byla populace modrásků *Phengaris* na Labišťatech tak málo početná a rozptýlená, že se téměř nepodařilo zachytit disperzi. Druhou možností, kterou

považují za stejně pravděpodobnou je to, že se zde uplatnila i malá prochytnost (50% letového období, již komentováno i výše) a rozhodně proto doporučuji v dalším období zvýšit frekvenci kontrol na denní.

Podle Vrabec et al. (2017) by v území u Přelouče v případě výstavby vodní cesty došlo k poklesu populace *P. teleius* o 19,9 – 25,7 % a u *P. nausithous* o 8,5 – 20,0 %. To by velmi pravděpodobně znamenalo i oslabení populací na Labišťatech, protože by poklesl přílet imigrantů. Přežití druhu považují za pravděpodobné i v případě této výstavby, ale za předpokladu uplatnění správného managementu všude v okolí. Toto se ale týká nejen blízké lokality Slavíkovy ostrovy, ale právě i Labišťat, kde by bylo možno managementem vhodných plošek populace stabilizovat. Cílem však nesmí být krátkodobé navýšení počtu motýlů (výkyv), ale právě dlouhodobá stabilizace populací okolo určité průměrné početnosti, aby se vrcholy kolísání otupily.

Celkově na Labišťatech v roce 2022 (a všechny sezóny před tím také) je velká převaha druhu *P. nausithous*, jedinců *P. teleius* zde bylo v sezóně 2022 chyceno pouhých 43. To je pravděpodobně dáno podmínkami ideálními pro *P. nausithous*, které lokalita poskytuje, nebo lepší migrační schopností tohoto druhu (srov. Nowicki et Vrabec 2011).

Poměr pohlaví u *P. nausithous* byl v roce 2022 výrazně ve prospěch samců, a to 97:47 (m:f). Imaga průměrně žila 1,2 dne. Nowicki et al. (2005a) uvádí průměrnou délku života imag *P. nausithous* 2,2 – 3,3 dne a v rámci celého rodu *Phengaris* je to pak 1,9 – 6,5 dne. V našem případě je hodnota nižší zřejmě kvůli nedostatečným datům. U *P. teleius* byl poměr pohlaví rovněž ve prospěch samců (27:16). To vzhledem k časnějšímu líhnutí samců obou druhů (protandrie) a předpokladu vyrovnaných poměrů pohlaví v přírodě může naznačovat, že odchyt byl ukončen dříve, než bylo třeba, takže část samic zůstala v letové sezóně nedochytná. Opět z toho vyvozují doporučení, a to nutnost prodloužení doby odchytu na Labišťatech o cca 5 – 10 dní.

Když se podíváme na počty odchycených jedinců v minulých letech, zjistíme, že nejméně chycených bylo v roce 2019 (118) a nejvíce pak v roce 2018 (722) v případě *P. nausithous*. Co se *P. teleius* týče, nejvíce označených bylo taktéž v roce 2018, ostatní roky jsou zanedbatelné. Příčin může být hned několik. Na vině může být například nedostatek pracovních sil a tak málo lovicích dní, či špatné počasí v roce 2019, jako například častý déšť, silný vítr apod. Bohužel byl počet označených jedinců za tuto sezónu 2022 nízký. Hlavním důvodem bude pravděpodobně opravdu skutečnost, že odloveno bylo pouze zmiňovaných 50 % letové sezóny. Nowicki et al. (2014) tvrdí, že vliv na rozptyl populace má složení matrice a je rozdíl v disperzi v otevřeném vs. uzavřenějším prostředí jako jsou např. lesy. Podle jejich výzkumu byl sklon k vyšší emigraci a nižší úmrtnost v prostředí přirozeném

pro zmiňované druhy. V našem případě jedinci příliš nemigrovali na kratší ani delší vzdálenosti. Zároveň Nowicki et al. (2014) tvrdí, že v lesním prostředí migrují motýli na delší vzdálenosti. To v naší studii nebylo zjišťováno, takže to nelze vyvrátit, ale Labišťata jsou do jisté míry obklopena lesním porostem, čili se tento vliv pravděpodobně uplatňovat bude. Co považují za podstatné je to, že Nowicki et Vrabc (2011) píše, že míra emigrace je závislá na hustotě populace. A jelikož podle výsledků výzkumu 2022 na Labišťatech byla tato emigrace velmi nízká, může to potvrzovat právě nízkou hustotu populace. Což by vzhledem k nižšímu počtu jedinců zde v roce 2022 odpovídalo.

Bonelli et al. (2013) porovnávali disperzi v izolovaných a neizolovaných populacích. Zjistili, že úmrtnost během šíření je v případě *P. teleius* dvakrát vyšší v izolovaných metapopulacích. Tato izolovanost také vedla k významnému snížení vzdálenosti rozptylu. Tudíž je důležité udržovat prostupnost krajiny, aby mohli modrásci a nejen oni migrovat a osidlovat tak nové plochy. Bonelli et al. (2013) také píše, že s lepšími letovými výkony souvisí i to, jak motýl vypadá, např. jeho tělesná hmotnost, šířka hrudníku a velikost křídel. Podle nich mají lepší schopnost šíření jedinci z nových populací, protože zvířata z těchto populací jsou potomky více rozptýlených jedinců. To by mohlo značit i že modrásci na našich lokalitách z těchto „nových“ populací nejsou.

Co ale vyplývá ze všech zjištění pro Labišťata je to, že toto území je schopno hostit více či méně početné kolonie obou druhů modrásků, a to dlouhodobě. Mělo by tedy určitě být zahrnuto do managementu území v případě realizace záměru zplavnění Labe do Pardubic a tím ohrožení početnějších kolonií modrásků na Slavíkových ostrovech. V roce 2022 zde žádná údržba ploch se záměrem podpory modrásků neprobíhala. Možnou podporu spatřuji v nastavení vhodného systému sečí na všech plochách území s výskytem živné rostliny, přičemž ale by měla být zachována jejich jistá časová variabilita, aby plochy nebyly posečeny najednou v jednom termínu. A dále by mělo být pamatováno na uchování biokoridorů, které by kolonie v okolí s Labišťaty více propojily (např. údržba linie břehů Labe, kde se vyskytuje živná rostlina). Význam patrně v budoucnu bude mít také proluka v břehových porostech řeky, aby se více usnadnil průlet jedinců ve směru sever – jih tedy mezi „starými“ Labišťaty a stanovišti v okolí rybníka Tomášek a u Semína.



## 7. Závěr

Stanovené cíle práce byly splněny. Byla určena konkrétní početnost modrásku druhů *Phengaris teleius* a *P. nausithous* na lokalitě Labišťata u Přelouče v roce 2022. Výsledky jsou vyhodnoceny a komentovány. Monitorováno bylo 13 jednotlivých ploch. Velikost populace *P. teleius* byla téměř shodná jako v předchozích letech (tedy nepočítatelná v PC modelu), populace *P. nausithous* byla víc než o polovinu nižší než dříve. Příčin může být mnoho, ale důležitým faktorem je zcela jistě to, že odchytno bylo pouze 50 % období. Letové období *P. nausithous* trvalo 26 dní, a to od 9. 7. do 3. 8. 2022. U obou druhů převažovali samci nad samicemi. V případě *P. nausithous* byl poměr pohlaví 97:47, u *P. teleius* 27:16. Jedinci *P. nausithous* žili v průměru 1,2 dní. Příliš nemigrovali, méně než v předešlém roce.

Pro podporu výskytu na Labišťatech je důležitý správný management: kosení jednou za rok, každý druhý či třetí rok, ideálně mozaikovitě. Je třeba se zaměřit i na jejich hostitelské mravence. Měli bychom umožnit disperzi dospělců motýlů a zachovat prostupnost krajiny. Monitoring by měl pokračovat i následujících letech, protože nejdůležitějším parametrem je konzistence sledování s hodnocením změn.

Lokalita Louky u Přelouče byla vyhlášena jako Evropsky významná. MŽP již dříve stanovilo požadavek, aby před plánovanou vodní stavbou byl vytvořen funkční náhradní biotop pro modrásky. Ten od nuly vytvořit nelze a tak je nutno spoléhat na co nejvyšší udržení rozlohy stávajících stanovišť a jejich kvality. Navazující studie by se mohly zaměřit například na vztah chování a poměru pohlaví k charakteristikám prostředí či chování modrásků v průběhu dne.

## 8. Seznam zdrojů

### Odborné publikace

- Anton Ch, Musche M, Settele J. 2005a. Parasitism of the predatory *Maculinea nausithous* by the parasitoid *Neotypus melanocephalus*. P. 55-56. In: Settele J, Kühn E, Thomas JA, (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.
- Anton Ch, Musche M, Hula V, Settele J. 2005b. Which factors determine the population density of the predatory butterfly *Maculinea nausithous*? In Settele J, Kühn E, Thomas JA, (eds). Species Ecology along a European Gradient: *Maculinea* Butterflies as a Model. Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2. Pensoft, Sofia, pp. 57–59.
- Baguette M, Vansteewegen C, Convi I, Neve G. 1998. Sex-biased density-dependent migration in a metapopulation of the butterfly *Proclossiana eunomia*. *Acta Oecologica* 19: 17-24.
- Beneš J, Konvička M, Dvořák J, Fric Z, Havelda Z, Pavlíčko A, Vrabec V, Weidenhoffer Z. (eds.) 2002. Butterflies of the Czech Republic: Distribution and conservation I., II. SOM, Praha, 857 pp.
- Bonelli S, Crocetta A, Barbero F, Balletto E. 2005. Oviposition behaviour in the myrmecophilous butterfly *Maculinea alcon* (Lepidoptera: Lycaenidae). In Settele J, Kühn E & Thomas JA (eds): Species Ecology along a European Gradient: *Maculinea* Butterflies as a Model. Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2. Pensoft, Sofia, pp. 65–68.
- Clarke RT, Thomas JA, Elmes GW, Hochberg ME. 1997: The effects in habitat quality on community dynamics within a site. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 264: 347-354.
- Bonelli S, Vrabec V, Witek M, Barbero F, Patricelli D, Nowicki P. 2013. Selection on dispersal in isolated butterfly metapopulations. *Popul. Ecol.* 55: 469–478.
- Brown JH, Kodric-Brown A. 1977. A turnover rates in insular biogeography: effects of immigration and extinction. *Ecology* 85: 445-449.
- De Jong R, Vane-Wright RI, Ackery PR. 1996. The higher classification of butterflies (Lepidoptera): problems and prospects. *Entomologica Scandinavica* 27: 65-101.
- Deván P. 2004. Pozor na vzácné motýle lúk. *Chránené územia Slovenska*, 60: 38-40.
- Devries PJ, Cocroft RB, Thomas J. 1993. Comparison of acoustical signals in *Maculinea* butterfly caterpillars and their obligate host *Myrmica* ants. *Biological Journal of the Linnean Society*, 49: 229-238.

- Ebert G, Rennwald E. 1991. Diee Schmetterflinge Baden-Wüttembergs. Band 1: Tagfalter 2. Eugen Ulmer GMBH, Hohenheim.
- Ehrlich PR. 1961. Intrinsic barriers to dispersal in the checkerspot butterfly *Euphydryas editha*. *Science* 134: 108-109.
- Ehrlich PD. 1965. The population biology od the butterfly, *Euphydryas editha*. II. The structure of the Jasper Ridge Colony. *Evolution* 19: 327-336.
- Ehrlich PR, Raven PH. 1964. Butterflies and plants: A study in coevolution. *Evolution* 18: 586-608.
- Ehrlich PR, Brussard PF. 1970. Contrasting population biology of two species of butterfly. *Nature* 227: 91-92.
- Ehrlich PR, Ehrlich AH. 1978. Reproductive strategies in the butterflies: 1. Mating frequency, plugging, and egg number. *Journal of the Kansas Entomological Society* 51: 666 – 697.
- Ehrlich PR, Murphy DD. 1987. Conservation lessons from long-term studies of checkerspot butterflies. *Conservation Biology* 1: 122-131.
- Ehrlich PR, White RR, Singer MC, McKechnie SW, Gilbert LE. 1975. Checkerspot butterflies: a historical perspective. *Science* 188: 221-228.
- Ehrlich PR, Murphy DD, Singer MC, Sherwood CB, White RR, Brown IL. 1980. Extinction, reduction, stability and increase: the the responses of checkerspot butterfly (*Euphydryas*) populations to the California drought. *Oecologia* 46: 101 – 105.
- Elmes GW, Thomas JA. 1992. Complexity of species conservation i managed habitats: interaction between *Maculinea* butterflies and their ant hosts. *Biodivers Conserv* 1, 155-169.
- Elmes GW, Wardlaw JC, Thomas JA. 1990. Larvae of *Maculinea rebeli*, a large-blue butterfly and their *Myrmica* host ants: patterns of caterpillar growth and sruvival. *J. Zool. Lond.*, 224: 79-92.
- Elmes GW, Thomas JA, Munguira ML, 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.
- Elmes GW, Akino T, Thomas JA, Clarke RT, Knapp JJ. 2002. Interspecific differences in cuticular hydrocarbon profiles of *Myrmica* ants are sufficiently consistent to explain host specificity by *Maculinea* (large blue) butterflies. *Oecologia*, 130: 525-535.
- Farkač J, Král D, Škorpík M, (eds.). 2006. Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Red list of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha (2005), 760 pp.

- Feeny PP. 1976. Plant apparency and chemical defence. Recent Advances in Phytochemistry 10: 1-40. Boston, MA.
- Feeny PP. 1991. Theories of plant chemical defence: a brief historical survey. In: Jermy T, Szenti A (eds) Insect and plants. Pp. 163-175. S. P. Bakker Academic Publishing, The Hague.
- Fiedler K. 1991. Systematic, evolutionary, and ecological implications of myrmecophily within the Lycaenidae (Insecta: Lepidoptera: Papilionoidea). Bonner zoologische Monographien 31: 1-260.
- Fiedler K, Holldobler B, Seufert P. 1996. Butterflies and ants: the communicative domain. Experientia 52: 14-24.
- Figurny E, Woyciechowski M. 1998. Flowerhead selection for oviposition by females of the sympatric butterfly species *Maculinea teleius* and *M. nausithous* (Lepidoptera: Lycaenidae). Entomologie Generalis 32: 215-222.
- Figurny-Puchalska E, Gadeberg RME, Boomsma JJ. 2000. Comparison of genetic population structure of large blue butterflies *Maculinea nausithous* and *M. teleius*. Biodiversity and Conservation 9:419-432.
- Fisher RA, Ford EB. 1947. The spread of a gene in natural conditions in a colony of the moth *Panaxia dominula* L. Heredity 1: 143-174.
- Glinka U, Settele J. 2005. The effect of ant communities and spatial pattern for *Maculinea nausithous*. In Settele J, Kühn E, Thomas JA (eds): Species Ecology along a European Gradient: *Maculinea* Butterflies as a Model. Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2. Pensoft, Sofia, p. 72.
- Hanski I. 1999. Metapopulation ecology. Oxford University Press, Oxford.
- Hanski I, Gilpin ME. 1997. Metapopulation biology: Ecology, genetics, and evolution. Academic Press, San Diego.
- Harrison S, Murphy DD, Ehrlich PR. 1988. Distribution of the bay checkerspot butterfly, *Euphydryas editha bayensis* – evidence for a metapopulation model. American Naturalist 132: 360-382.
- Heath J. 1981. Threatened Rhopalocera (Butterflies) in Europe. Council of Europe, Nature and Environment Series 23, Strasbourg.
- Hochberg ME, Thomas JA, Elmes GW. 1992. A modelling study of the population dynamics of a large blue butterfly, *Maculinea rebeli*, a parasite of red ant nests. Journal of Animal Ecology 61:397-409.
- Hochberg ME, Elmes GW, Thomas JA, Clarke RT. 1996. Mechanism of local persistence in coupled host-parasitoid associations: The case model of *Maculinea*

rebeli and *Ichneumon eumerus*. *Philosophical Transactions of The Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 351: 17131724.

- Hochberg ME, Elmes GW, Thomas JA, Clarke RT. 1998. Effect of habitat reduction on the persistence of *Ichneumon eumerus* (Hymenoptera: ichneumonidae), the specialist parasitoid of *Maculinea rebeli*. *Journal of Insect Conservation*, 2: 59-66.
- Hovestadt T, Mitesser O, Elmes G, Thomas J, Hochberg M. 2005. An ESS model for evolution of growth polymorphism in the social parasite *Maculinea rebeli*. In: *Study in the ecology and conservation of butterflies in Europe*, vol 2. *Species ecology along a European Gradient: Maculinea butterflies as a model*. Pensoft, Sofia, pp 126–127.
- Johst K, Drechsler M, Thomas J, Settele J. 2005. Influence of mowing on the persistence of two endangered Large Blue butterfly *Maculinea* species. P. 218. In: Settele J, Kühn E, Thomas JA, (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.
- 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.
- Jutzeler D. 1988: Fund von *Maculinea rebeli* (Hirschke, 1904) im Glarnerland (Lepidoptera, Lycaenidae). *Mitteilungen der Entomologischen Gesellschaft Basel*, 384: 124-125.
- Kolev Z. 2002. The species of *Maculinea* van Eecke, 1915 in Bulgaria: distribution, state of knowledge and conservation status (Lycaenidae). *Nota Lepid.*, 25(2/3): 177-190.
- Kristensen NP. 1999. *Lepidoptera, Moth and Butterflies Vol 1: Evolution, Systematics and Biogeography*. *Handbuch der Zoologie Vol IV Arthropoda: Insecta*. Part 35. Walter de Gruyter, Berlin.
- Kuras T, Beneš J, Čelechovský A, Vrabec V, Konvička M. 2000. *Parnassius mnemosyne* (Lepidoptera: Papilionidae) in North Moravia: review of present and past distribution, proposal for conservation. *Klapalekiana* 36: 93-112.
- Langevelde, F, Wynhoff, I. 2009. What limits the spread of two congeneric butterfly species after their reintroduction: quality or spatial arrangement of habitat? *Animal Conservation*, Blackwell Publishing Vol. 12, Nu. 6, December 2009, pp. 540-548(9).
- Novák J, Skalický M, Hakl J, Dvořáková E. 2007. Habitat management for the protected *Maculinea* butterflies: The effect of mowing. *Cerebral Research Communications*, 35(2): 1-4.

- Nowicki P, Vrabec V. 2011. Evidence for positive density-dependent emigration in butterfly metapopulations. *Oecologia*. 167: 657–665.
- Nowicki P, Pčpowska A, Kudàek J, Skórka P, Witek M, Woyciechowski M. 2005a: Landscape scale research in butterfly population ecology – *Maculinea* case study. In Settele J., Kühn E. & Thomas JA. (eds): *Species Ecology along a European Gradient: Maculinea Butterflies as a Model. Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe*. Vol. 2. Pensoft, Sofia, pp. 140–143.
- Nowicki P, Witek M, Skórka P, Settele J, Woyciechowski M. 2005b. Population ecology of the endangered butterflies *Maculinea teleius* and *M. nausithous* and the implications for conservation. *Popul. Ecol.* 47: 193–202. Nowicki et al. 2005 – 3.
- Nowicki P, Richter A, Glinka U, Holzschuh A, Toelke U, Henle K, Woyciechowski M, Settele J. 2005. Less input same output: simplified approach for population size assessment in *Lepidoptera*. *Popul. Ecol.*, 47: 203–212.
- Nowicki P, Vrabec V, Binzenhöfer B, Feil J, Zakšek B, Hovestadt T, Settele J. 2014. Butterfly dispersal in inhospitable matrix: rare, risky, but long-distance. *Landscape Ecol.* 29: 401–412.
- 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): 1-21.
- Pollard E. 1979a. A national scheme for assessing changes in the abundance of butterflies. *Biological Conservation* 12: 115-134.
- Pollard E, Yates TJ. 1992. The extinction and foundation of local butterfly populations in relation to population variability and other factors. *Ecological Entomology* 17: 249-254.
- Pollard E. 1977. A method for assessing changes in the abundance of butterflies. *Biological Conservation* 12: 115-134.
- Pollard E. 1982. Monitoring the abundance of butterflies in relation to the management of a nature reserve. *Biological Conservation* 24: 317-328.
- Pollard E, Yates TJ. 1993. *Monitoring butterflies for Ecology and Conservation*. Chapman and Hall, London.
- Randuška D, Šomšák L, Háberová I. 1983. *Barevný atlas rostlin. Obzor a Profil*, Bratislava – Ostrava, 640 pp.
- Settele J, Margules C, Poschlod P, Henle K, (eds). 1996. *Species survival in fragmented landscapes*. Kluwer, Dordrecht.

- Settele J, Kühn E, Thomas JA. 2005. Species Ecology along a European Gradient: Maculinea Butterflies as a Model. Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2. Pensoft, Sofia, 289 pp. Skalický 1995.
- Schroth M, Maschwitz U. 1984. Zur Larvalbiologie und Wirtfindung von *Maculinea teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae), eines Parasiten von *Myrmica laevinodis* (Hymenoptera: Formicidae). Entomol. Gener., (9)4: 225-230.
- Schwarz CJ, Arnason AN. 1996. A general methodology for the analysis of capture-recapture experiments in open populations. Biometrics, 52: 860–873.
- Schwarz CJ, Seber GAF. 1999. Estimating animal abundance: Review III. Statistical Sci, 14: 427–456.
- Sielezniew, M, Stankiewicz A. 2004. Simultaneous exploitation of *Myrmica vandeli* and *M. scabrinodis* (Hymenoptera: Formicidae) colonies by the endangered myrmecophilous butterfly *Maculinea alcon* (Lepidoptera: Lycaenidae). European Journal of Entomology 101: 693–696.
- Skórka P, Nowicki P, Kudłek J, Pępkowska A, Sliwiska E, Witek M, Woyciechowski M. 2005a. Mobility patterns of *Maculinea teleius* and *M. nausithous*. P. 153. In: Settele J, Kühn E, Thomas JA, (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.
- Skórka P, Witek M, Woyciechowski M. 2005b. A simple method for estimating worker population size in *Myrmica* ant nests. Pp. 154-155. In: Settele J, Kühn E, Thomas JA, (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.
- 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: 97-100.
- Sliwiska E, Nowicki P, Boomsma JJ, Woyciechowski M. 2005b. Effective population size of *Maculinea teleius* in southern Poland. Pp. 196-198. In: Settele J, Kühn E, Thomas JA, (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.
- Sliwiska E, Nowicki P, Nash RD, Woyciechowski M. 2005a. The key to the caterpillars and pupae of *M. teleius*, *M. nausithous* and *M. alcon*. Pp. 88-89. In: Settele J, Kühn E, Thomas JA, (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.

- Stankiewicz A, Sielezniew M, Sawoniewicz J. 2004. *Neotypus pusillus* Gregor, 1940 (Hymenoptera, Ichneumonidae) endoparasite of *Maculinea nausithous* (Bergsträsser, 1779) (Lepidoptera, Lycaenidae): new data on distribution in Poland with remarks on its biology. *Fragmenta Faunistica*, 74: 115-120.
- Tartally A. 2005. *Neotypus melanocephalus* (Hymenoptera: Ichneumonidae): the first record of a parasitoid wasp attacking *Maculinea teleius* (Lycaenidae). *Nota Lepidopterologica* 28: 65-67.
- Tartally A, CSéSZ S. 2004: Data on the ant hosts of the *Maculinea* butterflies (Lepidoptera: Lycaenidae) of Hungary. *Termvéd. Közl.* 11: 309–317.
- Tartally 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.
- Tartally A, Varga Z. 2005. Host-ant specificity of *Maculinea* species in Hungary, connections with parasitoids and host plants. In: Settele J, Kühn E, Thomas JA (eds) *Studies on the ecology and conservation of butterflies in Europe. Vol 2. Species ecology along a European gradient: Maculinea butterflies as a model*. Pensoft, Sofia, pp 94–98.
- Thomas CD. 1991. Spatial and temporal variability in a butterfly metapopulation. *Oecologia* 87: 577 – 580.
- Thomas CD. 2000. Dispersal and extinction in fragmented landscapes. *Proceedings of the Royal Society of London (B)* 267: 139-145.
- Thomas CD, Jones TM. 1993. Partial recovery of a skipper butterfly (*Hesperia comma*) from population refuges – Lessons for conservation in a fragmented landscape. *Journal of Animal Ecology* 62: 478 – 446.
- Thomas CD, Hanski IA. 1997. Butterfly metapopulations. In Hanski IA, Gilpin ME (eds) *Metapopulation biology*. pp. 359-386. Academic Press, San Diego.
- Thomas JA. 1984. The conservation of butterflies in temperate countries: past efforts and lessons for the future. In: Vane-Wright RI, Ackery PR (eds) *The biology of Butterflies. Symposium of the Royal Entomological Society* 11. Pp. 333-353. Academic Press, London.
- Thomas JA. 1987. The return of the Large Blue. *News of British Butterfly Conservation Society* 38:22-26.



- Thomas JA. 1993. Holocene climate change and warm man-made refugia may explain why a sixth of British butterflies inhabit unnatural early-successional habitats. *Ecography* 16: 278-284.
- Thomas JA. 1995. The conservation of declining butterfly populations in Britain and Europe: priorities, problems and successes. *Biological Journal of the Linnean Society* 56 (Suppl.): 55-72.
- Thomas JA, Wardlaw JC. 1992. The capacity of a *Myrmica* ant nest to support a redacious species of *Maculinea* butterfly. *Oecologia* 91: 101-109.
- Thomas JA, Elmes GW. 1993. Specialized searching and the hostile use of allomones by a parasitoid whose host, the butterfly *Maculinea rebeli*, inhabits ant nests. *The Association for the Study of Animal Behaviour*, 45: 593-602.
- Thomas JA, Elmes GW. 1998. Higher productivity at the cost of increased host-specificity when *Maculinea* butterfly larvae exploit ant colonies through trophallaxis rather than by predation. *Ecological Entomology* 23: 457-464.
- Thomas JA, Elmes GW. 2001. Food-plant nicheselection rather than the presence of ant nests explains oviposition patterns in the myrmecophilous butterfly genus *Maculinea*. *Proceedings of the Royal Society of London (B)* 268: 471-477.
- Thomas JA, Elmes GW, Wardlaw JC, Woyciechowski M. 1989. Host specificity among *Maculinea* butterflies in *Myrmica* and nests. *Oecologia*, 79: 452-457.
- Thomas JA, Simcox DJ, Wardlaw JC, Elmes GW, Hochberg ME, Clarke RT. 1998. Effects of latitude, altitude and climate on the habitat and conservation of the endangered butterfly *Maculinea arion* and its *Myrmica* ant hosts. *Journal in Insects Conservation* 2: 39-46.
- Thomas JA, Bourn NAD, Clarke RT, Stewart KE, Simcox DJ, Pearman GS, Curtis R, Goodger B. 2001. The quality and isolation of habitat patches both determine where butterflies persist i fragmented landscapes. *Proceedings of the Royal Society of London (B)* 268: 1791-1796.
- Thomas JA, Clarke RT, Elmes GW, Hochberg ME. 1998a. Population dynamics in the genus *Maculinea* (Lepidoptera: Lycaenidae). In:Dempster JP, McLean IFG (eds) *Insect Population*. pp. 262-290. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Thomas JA, Moss D, Pollard E. 1994. Increased fluctuations of butterfly populations towards the Northern edges of species ranges. *Ecography* 17: 215-220.
- Thomas JA, Munguira ML, Martin J, Elmes GW. 1991. Basal hatching by *Maculinea* butterfly eggs: a consequence of advanced myrmecophily? *Biological Journal of the Linnean Society, London*, 44: 175-184.

- Tshikolovets V. 2003. Butterflies of Eastern Europe, Urals and Caucasus. Konvoj, Brno/Kyiv
- Van Dyck H, Oostermeijer JGB, Talloen W, Feenstra V, Hidde A, Wynhoff I. 2000. Does the presence of ant nests matter for oviposition to a specialized myrmecophilous *Maculinea* butterfly? Proceedings of the Royal Society of London (B) 267: 861-866.
- Varga-Sipos J, Varga Z. 2005. *Maculinea* habitats: diversity of vegetation, composition and cenological relegation. P. 45-50. In: Settele J, Kühn E, Thomas JA, (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.
- 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.
- Warren MS. 1992. The conservation of British butterflies. In: Dennis RLH (ed) The Ecology of Butterflies in Britain. pp. 246-274. Oxford University Press, Oxford.
- Werner P, Bezděčka P. 2001. Seznam mravenců České republiky. Sborník přírodovědného klubu v Uh. Hradišti, 6: 174-183.
- White GC, Burnham KP. 1999. Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. Bird Study, 46: 120–138.
- Wynhoff I. 1998. Lessons from the reintroduction of *Maculinea teleius* and *M. nausithous* in the Netherlands. Journ. Insect Conserv., 2: 47-57.
- Zakšek V, Malačič K, Rebeušek F, Verovnik R. 2005. Distribution and autecology of *Maculinea teleius* and *M. nausithous* (Lepidoptera: Lycaenidae) in Northeast Slovenia. In: Settele J., Kühn E. (eds.), Studies on the ecology and conservation of butterflies in Europe: *Maculinea* butterflies as a model, Vol. 2. Pensoft, Sofia, Bulgaria, pp. 253-25.

#### Legislativní zdroje

- IUCN. ©2006. IUCN Red List of Threatened Species. Available from <https://www.iucnredlist.org>. (accessed březem 2023).

## Intenetové zdroje

- AOPK. ©2005. Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Available from Červené seznamy - Portál AOPK ČR ([nature.cz](http://nature.cz)) (accessed březem 2023).
- Česká geologická služba. 2018. Geovědní mapy 1:50 000. CGSpublisher. Available from: Geovědní mapy 1 : 50 000 ([geology.cz](http://geology.cz)) (accessed březem 2023).
- Květena ČR. ©2003-2023. Petr Kocián. Available from Květena České republiky - plané rostliny ČR | [www.kvetenacr.cz](http://www.kvetenacr.cz) |(accessed březem 2023).
- Růžička M. 2019. Evropsky významná lokalita Louky u Přelouče. Available from Evropsky významná lokalita Louky u Přelouče ([ochranaprirody.cz](http://ochranaprirody.cz)) (accessed březem 2023).

## 9. Seznam použitých obrázků a tabulek

### Obrázky

- Obr. 1: Bodový kód pro individuální značení motýlů při zpětných odchycích (Beneš et al. 2002)
- Obr. 2: *Phengaris teleius* (www.lepidoptera.cz)
- Obr. 3: *Phengaris nausithous* (www.lepidoptera.cz)
- Obr. 4: Celosvětové rozšíření *P. teleius* (orig. zakres V. Vrabec)
- Obr. 5: Rozšíření *P. teleius* v ČR (Beneš et al. 2002)
- Obr. 6: Celosvětové rozšíření *P. nausithous* (orig. zakres V. Vrabec)
- Obr. 7: Rozšíření *P. nausithous* v ČR (Beneš et al. 2002)
- Obr. 8: Výskyt krvavce totenu v ČR (Available from *Sanguisorba officinalis* - AOPK ČR (nature.cz) accessed březem 2023)
- Obr. 9: populace *P. teleius* (Beneš et al. 2002)
- Obr. 10: Populace *P. nausithous* (Beneš et al. 2002)
- Obr. 11: Labišťata plochy 1 – 9 (Mapy.cz)
- Obr. 12: Labišťata plochy 10 – 13 (Mapy.cz)

### Tabulky

- Tabulka 1: Přehled základních informací o evropských zástupcích rodu *Phengaris* (Thomas et al. 1998)
- Tabulka 2: Počty označených jedinců a N total od roku 2017 na lokalitě Labišťata. Číselné údaje pro její sestavení poskytl vedoucí práce, data o počtu označených jedinců v roce 2022 jsou vlastní.
- Tabulka 3: Výsledky analýzy MRR dat pro *P. nausithous* Labišťata 2022
- Tabulka 4: Výsledky analýzy MRR dat pro *P. teleius* Labišťata 2022
- Tabulka 5: Zjištěné přelety mezi plochami u *P. nausithous*, Labišťata 2022
- Tabulka 6: Zjištěné přelety mezi plochami u *P. teleius*, Labišťata 2022

## 10. Přílohy

Fotografie použité v této práci byly pořízeny autorem v červenci a v srpnu roku 2022



Příloha 1: krvavcová louka



Příloha 2: modrásek chycen v pavučině



Příloha 3: krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*)



Příloha 4: květní hlávka krvavce totenu



Příloha 5: *Phengaris nausithous* držený chirurgickou pinzetou



Příloha 6: Individuální kód



Příloha 7: housenka modráška rodu *Phengaris* v květní hlávce krvavce totenu



Příloha 8: chytání modrášků na louce