

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Populace modrásků druhu *Phengaris teleius* v okolí
Sosnové u České Lípy**

Diplomová práce

Bc. Barbora Svobodová

Zájmové chovy, AMPSKS

Mgr. Vladimír Vrabec, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Populace modrásků druhu *Phengaris teleius* v okolí Sosnové u České Lípy" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto formou poděkovala svému vedoucímu práce Mgr. Vladimíru Vrabcovi, Ph. D., který se mnou měl trpělivost a poskytl mi odborné vedení. Dále bych ráda poděkovala svému společníkovi s entomologickou sítí, Martinovi Kolářovi, s nímž jsem v rámci výzkumu strávila mnohé nezapomenutelné chvíle a zážitky. Dále nesmím opomenout poděkovat Mgr. Ireně Waldhauserové z krajského úřadu Libereckého kraje a RNDr. Lubošovi Beranovi, Ph.D. z CHKO Kokořínsko, za udělenou výjimku pro práci se zvláště chráněným druhem.

Populace modrásků druhu *Phengaris teleius* v okolí Sosnové u České Lípy

Souhrn

Cílem této diplomové práce bylo stanovit odhad početnosti tří sousedních kolonií modrásků zvláště chráněného druhu *Phengaris teleius* na loukách u obce Sosnová u České Lípy a vyhodnotit jejich případné přelety v širším okolí, zejména možnou vzájemnou komunikaci s územím PP Okřešické louky; dále pak ověřit dvě hypotézy, z čehož první hypotéza předpokládala, že početnost populace druhu *Phengaris teleius* u Sosnové dosahuje hodnot vyšších než 500 jedinců za sezónu; druhá předpokládala, že mezi loukami u Sosnové a PP Okřešické louky probíhá výměna genů díky přeletům jedinců motýla.

Jako metoda způsobu sběru dat byla zvolena metoda zpětného odchyty značených jedinců motýla. Tato metoda se řadí mezi absolutní metody odhadů početnosti. Metoda spočívá v odchytení jedince do entomologické sítky, označení jedince voděodolným popisovačem (lihovým fixem), následném opětovném vypuštění a zaznamenání dat do záznamového archu. Sběr dat probíhal od 01. 07. 2019 do 02. 08. 2019.

Data byla z terénních záznamových archů přepsána do tabulek v programu Microsoft Excel a následně zpracována MRR analýzou ve spolupráci s KZR FAPPZ ČZU prostřednictvím volně dostupného programu MARK 8.1. Dále byla data vyhodnocena ještě Lincoln – Petersonovou metodou a výstupy porovnány.

Celkem bylo za celou sezónu označeno 40 jedinců druhu *P. teleius* na loukách u Sosnové a 10 jedinců v PP Okřešické louky. Opakovaně zachyceno bylo celkem 16 jedinců u Sosnové a jeden z Okřešic. Migrací bylo zaznamenáno velmi málo, celkem byly pouze tři přelety mezi plochami. Disperze stanovená na základě poměru opětovně chycených jedinců, kteří imigrovali na další plochu, činila 0,14 %. Disperze mezi plochami založená na základě předpokládaného celkového počtu imigrantů činila 0,12 %. Celkový počet motýlů u Sosnové byl výpočtem v daném modelu odhadnut na pouhých 98 jedinců za celou sezónu.

První hypotéza nebyla potvrzena, protože odhadovaný počet dle MMR analýzy činil jen 98 jedinců za letovou sezónu, což ani z daleka nedosahuje počtu 500 jedinců, které hypotéza předpokládala. To je velmi nízký odhad z hlediska perspektivy dlouhodobého přežívání populace. Druhá hypotéza potvrzena byla, navzdory skutečnosti, že se jednalo o jediného migrujícího jedince, jenž migroval z PP Okřešické louky na louky v Sosnové u České Lípy. Výsledky upozorňují na kritický stav populace druhu *Phengaris teleius* na sledovaných stanovištích v roce 2019.

Klíčová slova: Lepidoptera, modrásek očkovaný, početnost, populace, přelety

The population of Large Blues *Phengaris teleius* in the vicinity of Sosnová near Česká Lípa

Summary

The goal of this thesis was to determine a population number estimation of three adjacent colonies of Large Blues – belonging to particularly endangered species known as *Phengaris teleius* – located on the meadows in vicinity of the village Sosnová near Česká Lípa, and assess the possibility of their crossings into wider areas, especially a possible mutual communication with the area PP Okřešické louky; then also to verify two hypotheses, of which the first one assumed that the population number of *Phengaris teleius* species near the village Sosnová reaches more than 500 individuals per season. The second hypothesis assumed that an exchange of genes caused by crossings of butterflies is undergoing between the meadows of Sosnová and those of PP Okřešické louky.

The mark-release-recapture method has been chosen as a means of data collection. This method is classified as an absolute method of population estimation. The method consists of capturing an individual inside of an entomological net, marking of the individual with a waterproof marker (alcohol marker) and a subsequent release of the butterfly, as well as of recording the data into a record sheet. The data collection has been undergoing since July 1st 2019 until August 2nd 2019.

The collected data have been transcribed out of the record sheets into charts through the use of Microsoft Excel software and subsequently processed by MRR analysis through the use of MARK 8.1 freeware in cooperation with KZR FAPPZ ČZU. Additionally, the data have also been processed by the Lincoln – Peterson method and the results have been compared.

In total, 40 individuals of the *P. teleius* species have been marked on the meadows in vicinity of Sosnová and 10 individuals have been marked in PP Okřešické louky. 16 individuals were captured repeatedly in vicinity of Sosnová and only one in PP Okřešické louky. Very small number of migrations has been recorded; in total, only 3 crossings have been confirmed to occur between the areas. Dispersion – based on the rate of recaptured individuals that have moved to another area – amounted to 0,14 %. Dispersion between the areas based on the presupposed number of immigrants amounted to 0,12 %. Through calculation within the given pattern, total number of butterflies near Sosnová has been estimated to count mere 98 individuals per this whole season.

The first hypothesis has not been confirmed, since the number estimated by MRR analysis amounted merely to 98 individuals per flight season, which doesn't even come close to the number of 500 individuals presupposed by the hypothesis. From the

standpoint of a continual survival of the population, this makes for a very low estimation. The second hypothesis has been confirmed – despite the fact that merely one individual has been recorded migrating from PP Okřešické louky to the meadows in Sosnová near Česká Lípa. The results alert to the critical condition of *Phengaris teleius* population in the observed areas during 2019.

Keywords: Lepidoptera, scarce large blue, size, population, crossings

Obsah

1 Úvod	1 -
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	2 -
3 Literární rešerše	3 -
3.1 Taxonomické zařazení a fylogeneze druhu <i>Phengaris teleius</i>	3 -
3.2 Výskyt druhu <i>Phengaris teleius</i>	3 -
3.2.1 Výskyt druhu <i>Phengaris teleius</i> v mezinárodním měřítku	3 -
3.2.2 Výskyt druhu <i>Phengaris teleius</i> v České republice	5 -
3.3 Biologie a ochrana druhu <i>Phengaris teleius</i>	6 -
3.3.1 Charakteristika druhu a jeho vývojových stádií	6 -
3.3.1.1 Vejce	6 -
3.3.1.2 Larva a kukla	6 -
3.3.1.3 Dospělec	7 -
3.3.2 Vývoj	8 -
3.3.2.1 Podrobný popis vývoje a myrmekofilie	9 -
3.3.3 Nároky na stanoviště	10 -
3.3.3.1 Doporučený management stanovišť	11 -
3.3.4 Ochrana druhu <i>Phengaris teleius</i>	12 -
3.4 Mravenci rodu <i>Myrmica</i>	12 -
3.4.1 Taxonomie	12 -
3.4.2 Biologie	12 -
3.4.3 Hostitelská specificita	13 -
3.5 Živná rostlina krvavec toten	14 -
3.5.1 Taxonomie	14 -
3.5.2 Biologie	14 -
3.6 Populační ekologie a teorie metapopulace	15 -
3.6.1 Metapopulace rodu <i>Phengaris</i>	16 -
3.7 Známé metody biomonitoringu lepidoptera	17 -
3.7.1 Metody odhadů podle vývojových stádií	17 -
3.7.2 Metody odhadů podle dospělců	17 -
3.7.2.1 Relativní metody	17 -
3.7.2.2 Absolutní metody	18 -
4 Metodika	20 -

4.1	Popis jednotlivých ploch	20 -
4.1.1	Okřešické louky – stenoviště č. 0	21 -
4.1.2	Louky v Sosnové u České Lípy	23 -
4.1.2.1	Louka č. 1	23 -
4.1.2.2	Louka č. 2	24 -
4.1.2.3	Louka č. 3	25 -
4.1.2.4	Louka č. 4	26 -
4.2	Vlastní metodika práce	28 -
4.2.1	Legislativní opatření	28 -
4.2.2	Způsob sběru dat.....	28 -
4.2.2.1	Časová osa a důležité události během sběru dat	29 -
4.2.3	Způsob zpracování dat	30 -
5	Výsledky	32 -
5.1	Louky v Sosnové u České Lípy	32 -
5.1.1	Absolutní počet odchycených jedinců v jednotlivých dnech.....	32 -
5.1.2	Lincoln-Petersonův index.....	32 -
5.1.2.1	Pro všechny plochy v Sosnové u České Lípy	32 -
5.1.2.2	Pro louku č. 1	33 -
5.1.3	Stanovení celkové početnosti výpočtem MARK	33 -
5.1.4	Poměr pohlaví	34 -
5.1.5	Disperze	34 -
5.1.6	Průměrná délka života	35 -
5.2	Okřešice u České Lípy	35 -
5.2.1	Stanovení celkové početnosti	35 -
5.2.2	Poměr pohlaví	35 -
5.2.3	Průměrná délka života	36 -
6	Diskuze	37 -
6.1	Stanovení celkové početnosti	37 -
6.1.1	Louky v Sosnové u České Lípy	37 -
6.1.1.1	Lincoln-Petersonův index	37 -
6.1.1.2	Analýza MRR	37 -
6.1.2	PP Okřešické louky	38 -
6.1.3	Hypotéza č. 1.....	39 -
6.2	Poměr pohlaví	39 -
6.3	Průměrná délka života	40 -

6.4	Přelety	- 40 -
6.4.1	Hypotéza č. 2.....	- 41 -
6.5	Doporučení pro praxi a další výzkum	- 42 -
6.5.1	Doporučení pro praxi – management stanovišť	- 42 -
6.5.1.1	Louky v Sosnové u České Lípy	- 42 -
6.5.1.2	Okřešické Louky	- 42 -
6.5.2	Doporučení pro další výzkum	- 43 -
7	Závěr	- 44 -
8	Literatura	- 45 -

Seznam obrázků

- Obrázek č. 1: Rozšíření modráška očkovaného. Online: (https://en.wikipedia.org/wiki/Scarce_large_blue#/media/File:Telejus_kutera_rozmieszczenie.png) - 4 -
- Obrázek č. 2: Rozšíření modráška očkovaného na území Evropy (Wynhoff, 1998b) - 4 -
- Obrázek č. 3: Rozšíření modráška očkovaného na území České republiky (ND OP, 2012) - 5 -
- Obrázek č. 4: Snímek larvy modráška očkovaného v časném čtvrtém instaru. Bílou šipkou je označen nektarodárný orgán (Śliwińska et al., 2006). - 7 -
- Obrázek č. 5 (vlevo): Samec modráška očkovaného (Dvořák, J. Online: <http://www.lepidoptera.cz/motyli/modrasek-ockovany-maculinea-telejus-bergstraesser-1779>) - 7 -
- Obrázek č. 6 (vpravo): Samice modráška očkovaného (Dvořák, J. Online: <http://www.lepidoptera.cz/motyli/modrasek-ockovany-maculinea-telejus-bergstraesser-1779>) - 7 -
- Obrázek č. 7: Životní cyklus modráška očkovaného (Timuș, 2014) - 8 -
- Obrázek č. 8: Ohroženost dle IUCN (1996) (Online: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T12664A3372399.en>) - 12 -
- Obrázek č. 9: *Myrmica scabrinodis* (Autor: Michal Kukla, 2016, Online: https://antwiki.org/wiki/File:Myrmica_scabrinodis,_Micha%C5%82_Kukla.jpg) - 13 -
- Obrázek č. 10: Krvavec toten *Sanguisorba officinalis* (Online: <https://www.byliny.cz/koren-radix/136-krvavec-toten-koren.html>) - 14 -
- Obrázek č. 11: Očíslování luk v Sosnové u České Lípy. (Zdroj: LPIS, Upravila: autorka práce) - 20 -
- Obrázek č. 12: Mapa zásahů (Zdroj: Plán péče, 2018) - 23 -
- Obrázek č. 13: Louka č. 1 (zdroj: LPIS) - 24 -
- Obrázek č. 14: Louka č. 2 (zdroj: LPIS) - 25 -
- Obrázek č. 15: Louka č. 3 (Zdroj: LPIS) - 26 -
- Obrázek č. 16: Louka č. 4 (Zdroj: LPIS) - 27 -
- Obrázek č. 17: Označený jedinec modráška bahenního, chycen autorkou práce (Autor: Michael Polák) - 29 -
- Obrázek č. 18: Graf počtu odchytů *Phengaris teleius* u Sosnové na Českolipsku v jednotlivých dnech pro rok 2019. - 32 -

Obrázek č. 19: Graf vypočteného Lincoln-Petersonova indexu mezi jednotlivými odchyty Phengaris teleius pro louky v Sosnové u České Lípy v roce 2019. Zaokrouhлено na „celé“ jedince.....	- 32 -
Obrázek č. 20: Graf vypočteného Lincoln-Petersonova indexu mezi jednotlivými odchyty Phengaris teleius pro louku č.1 v Sosnové u České Lípy v roce 2019. Zaokrouhлено na „celé“ jedince.....	- 33 -
Obrázek č. 21: Graf poměru samic a samců Phengaris teleius na loukách v Sosnové u České Lípy v roce 2019 (Zdroj: Autor práce).	- 34 -
Obrázek č. 22: Počty odchyťů v jednotlivých dnech na PP Okřešické louky.	- 35 -
Obrázek č. 23: Graf poměru samic a samců na PP Okřešické louky.	- 36 -
Obrázek č. 24: Stav krvavce totenu na loukách v Sosnové u České Lípy (zdroj: autorka práce).	- 38 -
Obrázek č. 25: Lokality s dotací na ochranu Phengaris dle LPIS. Na obrázku pod číslem 1 jsou označeny louky v Sosnové u České Lípy. Pod číslem 2 je označena poloha PP Okřešické louky (Zdroj: http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/ , Úprava: Autorka práce).	- 41 -

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Výměra PP Okřešické Louky (Zdroj: Plán péče o přírodní památku Okřešické louky na rok 2018–2027)	- 22 -
Tabulka č. 2: Rozptyl Lincoln-Petersonova indexu pro všechny lokality v Sosnové u České Lípy.....	- 33 -
Tabulka č. 3: Rozptyl Lincoln-Petersonova indexu pro louku č. 1.	- 33 -
Tabulka č. 4: Výsledky analýzy MRR dat pro Phengaris teleius u Sosnové za rok 2019.....	- 34 -

1 Úvod

Modrásek očkovaný (*Phengaris teleius*) je denní motýl s jedním z nejzajímavějších životních cyklů a s velice specifickými požadavky na životní podmínky. Dříve se jednalo o běžně vyskytujícího se motýla vlhkých lučních stanovišť, ovšem v současnosti tomu tak již není. S nástupem intenzivního zemědělství začalo souběžně ubývat lokalit s životními podmínkami specifickými pro tento druh, což zapříčinilo jeho rapidní úbytek nejen na území České republiky, kde je aktuálně řazen mezi silně ohrožené druhy. Modrásek očkovaný byl zařazen rovněž do červeného seznamu, v jehož rámci je označen jako téměř ohrožený.

Tato diplomová práce se zaměřuje na vybrané lokality v okolí České Lípy. Cílem práce je stanovit odhad početnosti zkoumaného druhu na těchto lokalitách a zjistit, zda mezi jednotlivými lokalitami dochází k výměně genů podmíněné přelety jedinců.

Českolipsko je lokalitou, v níž se vlhké louky vyskytují v hojné míře, ačkoliv ne na všech existují vhodné podmínky pro život modrásků rodu *Phengaris*. Pro účely této práce byla cíleně vybrána stanoviště, na nichž byl výskyt modráska očkovaného *Phengaris teleius* potvrzen již v minulých letech.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem studie je stanovit odhad početnosti tří sousedních kolonií modrásků druhu *Phengaris teleius* na loukách u obce Sosnová u České Lípy a vyhodnotit jejich případné přelety v širším okolí, zejména pak možnou vzájemnou komunikaci s územím PP Okřešické louky.

Testovány budou následující hypotézy:

1. Početnost populace druhu *Phengaris teleius* u Sosnové dosahuje hodnot vyšších než 500 jedinců za sezónu;
2. Mezi loukami u Sosnové a PP Okřešické louky probíhá výměna genů díky přeletům jedinců motýla.

3 Literární rešerše

3.1 Taxonomické zařazení a fylogeneze druhu *Phengaris teleius*

Modrásek očkovaný *Phengaris teleius* (Bergsträsser, 1779) je denní motýl, který přísluší do čeledi Lycaenidae a rodu *Phengaris*, ale často se můžeme setkat i s jiným rodovým pojmenováním *Maculinea teleius* (Bergsträsser, 1779) (Pech et al., 2004; Fric et al., 2007) nebo dokonce *Glaucopsyche teleius* (Bergsträsser, 1779) (Stettmer, 2001). Rod *Phengaris* je jedním z nejintenzivněji studovaných rodů ve světě, navzdory tomu ale existují stále nejasnosti s ohledem na jeho fylogenezi (Hayes, 2015), což je také jednou z příčin rozdílností v názvech, pod kterými se můžeme s tímto druhem setkat.

Některé z fylogenetických výzkumů došly k závěru, že by mělo dojít ke sloučení tří rodů: konkrétně rodu *Maculinea*, rodu *Phengaris* a rodu *Glaucopsyche* (Pech et al., 2004). Novější výzkumy však došly k závěru, že sloučené by měly být pouze rody *Maculinea* a *Phengaris* (Fric et al., 2007). To, že se i nyní objevuje rozdílné rodové označení, může být následkem aplikace různých pravidel názvosloví. Prvním z těchto pravidel je priorita, tj. že pokud se sloučí dva rody, má přednost starší název (Laštůvka et Uříčář, 2013), zatímco druhé je pravidlo konzervačně zvykové, které v tomto případě navrhli Balleto et al. (2010) s odůvodněním, že je název *Maculinea* zažitější. Rozhodnout musí mezinárodní komise pro zoologickou nomenklaturu.

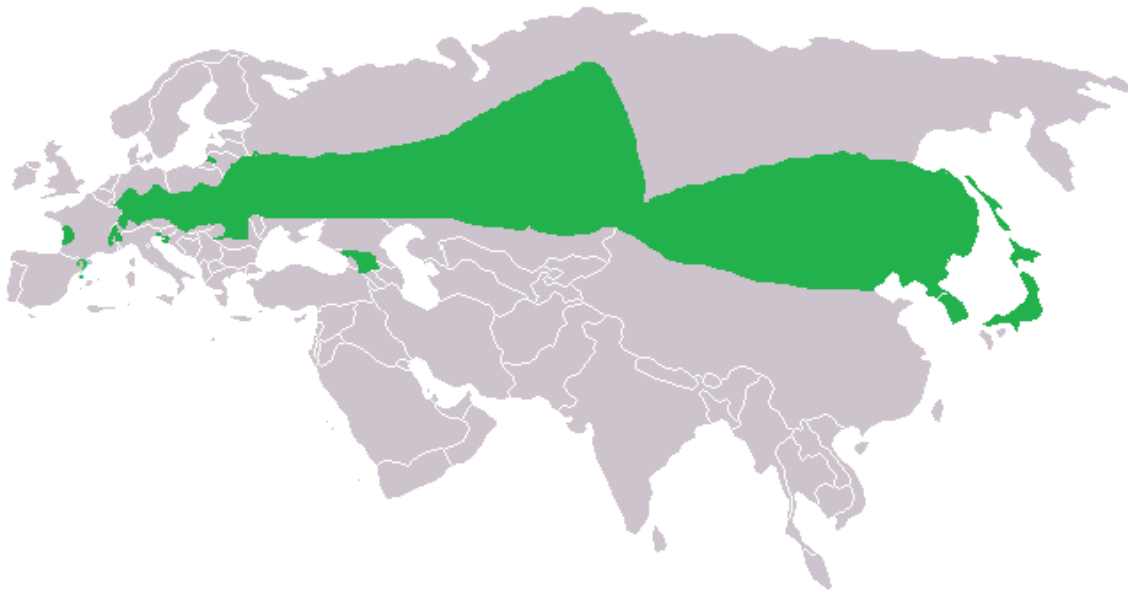
Pro účely této práce bylo využíváno názvosloví podle pravidla, které zmínili Laštůvka et Uříčář (2013), tudíž přednost byla dána názvu *Phengaris*.

3.2 Výskyt druhu *Phengaris teleius*

3.2.1 Výskyt druhu *Phengaris teleius* v mezinárodním měřítku

Většina motýlů z čeledi Lycaenidae je vázána na vlhká tropická stanoviště, proto může být zarážející, že parazitické druhy ze stejné čeledi jsou svým výskytem nejčastěji lokalizovány v oblastech, které v průběhu roku procházejí obdobími nepříznivých podmínek (Hayes, 2015). Fiedler (1998) poukazuje na to, že by mohlo jít o stěžejní podmínku k evolování parazitického způsobu života.

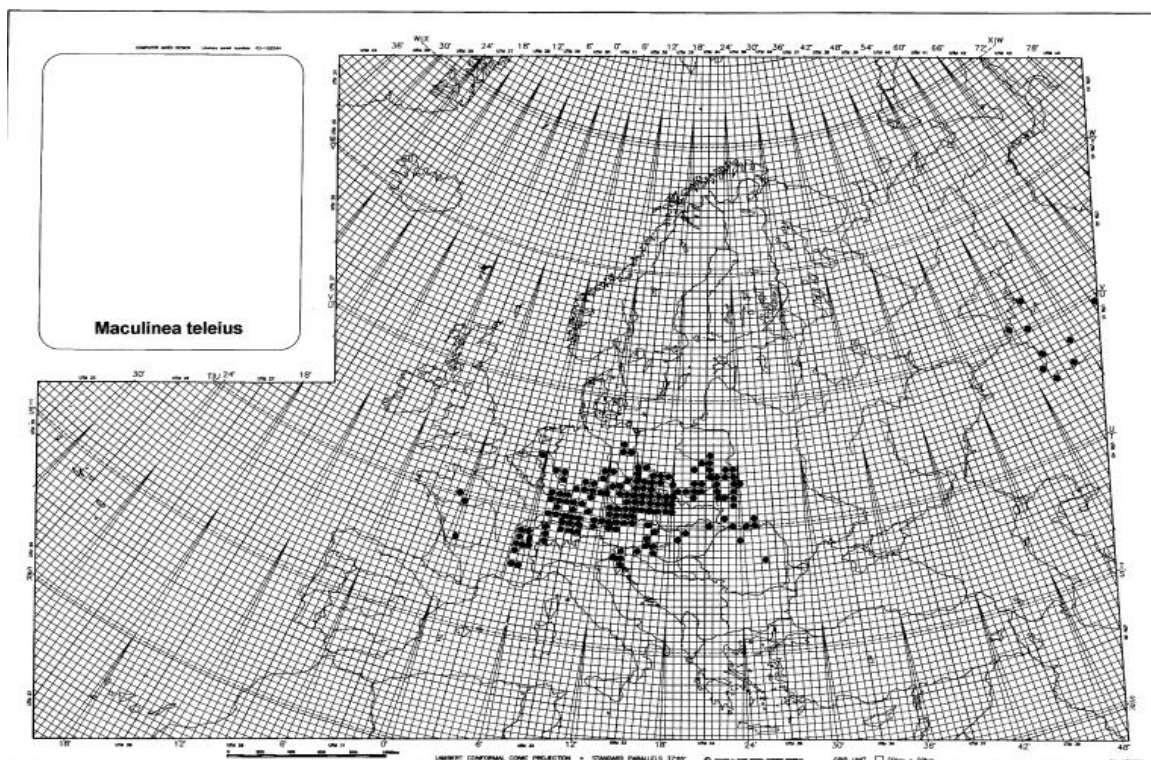
Modrásci očkovaní (*P. teleius*) se vyskytují v palearktickém areálu v izolovaných populacích, a to na území táhnoucím se od západní Francie přes Německo, podhůří Alp, Českou republiku, jižní Polsko, Slovensko, Maďarsko, Rumunsko, Ukrajinu, Kavkaz, Ural, Kazachstán, Sibiř, Altaj, severní Čínu a Mongolsko až po dálný východ, kde byl pozorován například v Japonsku či Koreji. Dříve se vyskytovali i v Belgii a Nizozemí, v těchto lokalitách však vyhynuli. V Nizozemí se ho později podařilo reintrodukovat (Wynhoff, 1998a; Beneš et al., 2002). Podle IUCN (1996) se modrásek očkovaný vyskytuje navíc ještě ve Španělsku, Černé Hoře, Gruzii, Švýcarsku a Rakousku. Podle Wynhoff (1998b) se vyskytuje i v Řecku, Itálii, Litvě, Lotyšsku a Slovinsku, což je zřetelné i na obrázku č. 2.



Obrázek č. 1: Rozšíření modráška očkovaného.

Online:

(https://en.wikipedia.org/wiki/Scarce_large_blue#/media/File:Telejus_kutera_rozmieszczenie.png)

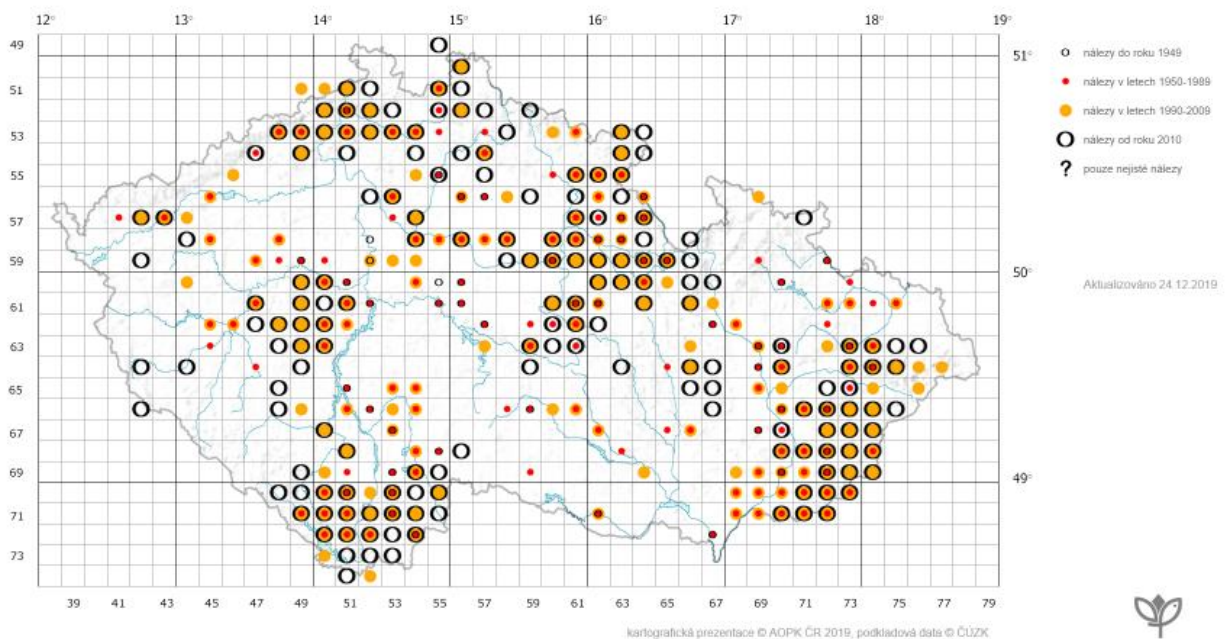


Obrázek č. 2: Rozšíření modráška očkovaného na území Evropy (Wynhoff, 1998b)

3.2.2 Výskyt druhu *Phengaris teleius* v České republice

Modrásek očkovaný byl na území České republiky v minulosti hojně rozšířený, historicky dokonce hojněji, než blízce příbuzný druh modrásek bahenní *Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779). V případě obou druhů došlo ke značnému úbytku, nicméně u modráska očkovaného došlo k úbytkům podstatně rapidnějším (Beneš et al., 2002). Laštůvka et Uříčář (2013) zmiňují, že trend úbytku je 47 %, což má jistě významnou zásluhu na tom, že byl zařazen do „Červených seznamů“ (Farkač et al., 2005, Hejda et al., 2017).

Dle Beneše et al. (2002) jsou modrásci očkovaní stále relativně hojní v jižních Čechách, Bílých Karpatech a Podorličí.



Obrázek č. 3: Rozšíření modráska očkovaného na území České republiky (ND OP, 2012)

3.3 Biologie a ochrana druhu *Phengaris teleius*

3.3.1 Charakteristika druhu a jeho vývojových stádií

3.3.1.1 Vejce

U vajec motýlů rodu *Phengaris* se vyvinuly dva typy obalů – *Phengaris alcon* (Denis et Schiffermüller, 1775) a *Phengaris rebeli* (Hirschke, 1904) mají silné obaly vajec, zatímco *Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779), *Phengaris teleius* (Bergsträsser, 1779) a *Phengaris arion* (Linnaeus, 1758) mají obaly vajec spíše tenčí a pružnější. Oba tyto typy byly vyvinuty v zájmu ochrany proti parazitům a vnějším vlivům. Rozdíl v obalu vajec je zapříčiněn způsobem kladení a umístění vejce na živné rostlině (Thomas et al., 1991). *Phengaris alcon* a *Phengaris rebeli* kladou na poupata a do paždí listenů rostliny hořec hořepník *Gentiana pneumonanthe* a hořec křížatý *Gentiana cruciata* (Beneš et al., 2002), kde jsou vejce odhalena více, než v případech druhů *Phengaris nausithous*, *Phengaris teleius* a *Phengaris arion*, jejichž zástupci kladou svá vejce hlouběji do květů živné rostliny (Thomas et al., 1991), jíž je pro *Phengaris nausithous* a *Phengaris teleius* krvavec toten *Sanguisorba officinalis* a pro *Phengaris arion* mateřídoušky *Thymus spp.*; nejčastěji mateřídouška časná *Thymus praecox* a vzácně i dobromysl obecná *Origanum vulgare* (Beneš et al., 2002). Z důvodu nutnosti kladu do hlubiny květenství živné rostliny je proto důležité, aby byl obal spíše tenký a pružný, naopak jsou-li vajíčka umístěna volně na povrchu, měl by být co nejpevnější, aby vejce lépe chránil (Thomas et al., 1991).

3.3.1.2 Larva a kukla

Podrobný popis larválních stádií/instarů uvádí Śliwińska et al. (2006). Larva modráška očkovaného má tmavé červené zbarvení a v prvním larválním instaru je celý její povrch rovnoměrně pokryt štětinkami, které jsou všechny přibližně stejně dlouhé (50–100 μm). Štětinky jsou tmavé a mírně zkroucené. Vzhled larvy se ve třetím instaru nijak významně nemění oproti prvnímu a druhému, jedinou změnu nalezneme u spojky mezi hlavou a prvním článkem, která je překryta kutikulárním záhybem. Ve čtvrtém instaru jsou štětinky průsvitné, jsou mohutnější a delší, než u třetího instaru (300–700 μm), pokryv štětinkami je řidší, nicméně pravidelný. Štětinky lze spatřit na obrázku č. 4, kde je dobře viditelné i jejich postranní rozmístění.

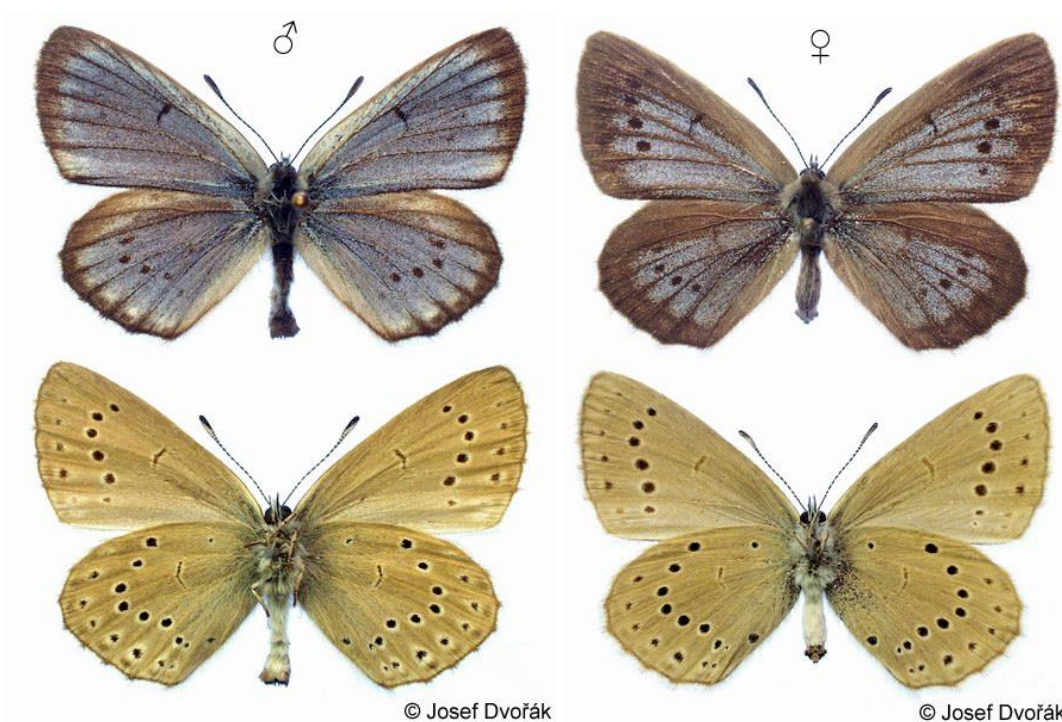
Larvy modrásků očkovaných oplývají i speciálně vyvinutými orgány sloužícími k usnadnění myrmekofilie a navázání kontaktu s hostitelskými mravenci. Prvním z orgánů je dorsální nektarodárný orgán, který je umístěný na sedmém abdominálním segmentu (na obrázku č. 4 je označen bílou šipkou). Druhý orgán je vlastně skupinou orgánů rozmístěných po celé hřbetní straně těla, které nesou název „pore cupola organs“ a jejich funkcí je utišovat příliš agresivní jedince mravenců z rodu *Myrmica*.



M. teleius

Obrázek č. 4: Snímek larvy modráška očkovaného v časném čtvrtém instaru. Bílou šipkou je označen nektarodárný orgán (Śliwińska et al., 2006).

3.3.1.3 Dospělec



Obrázek č. 5 (vlevo): Samec modráška očkovaného (Dvořák, J. Online: <http://www.lepidoptera.cz/motyli/modrasek-ockovany-maculinea-telejus-bergstraesser-1779>)

Obrázek č. 6 (vpravo): Samice modráška očkovaného (Dvořák, J. Online: <http://www.lepidoptera.cz/motyli/modrasek-ockovany-maculinea-telejus-bergstraesser-1779>)

Délka předního křídla činí v případě dospělé modrásky očkovaného 16–18 mm. Svrchní strana křídel má v závislosti na pohlaví modrou až téměř černou barvu kreseb. Na spodní straně křídel, která nese béžové až béžovošedé zbarvení, splývají podél hrany dvě řady černých teček bez výrazného posunutí ke kořeni či vně. Tělíčko je šedomodré až bílé se složenými černými očima a tmavými tykadly se světlým páskováním, které jsou zakončené paličkovitým útvarem.

Modrásek očkovaný projevuje výrazný pohlavní dimorfismus, který je patrný především na svrchní straně křídel. Samcova svrchní strana křídel nese mnohem výraznější modrý odstín než samice, která má podél přední hrany křídla viditelný tmavohnědý až černý lem a rovněž má celkově výraznější tmavé kresby.

3.3.2 Vývoj

Modrásek očkovaný má takzvaný univoltinní životní cyklus (Beneš et al., 2002, Wynhoff, 1998a), což znamená, že má pouze jednu generaci ročně (Janzen, 1976). Jak již bylo zmíněno v kapitole o fylogenezi, jedná se o parazitický druh, který je závislý nejen na svých hostitelích, jimiž jsou mravenci z rodu *Myrmica*, ale i na živné rostlině krvavec toten *Sanguisorba officinalis* (Wynhoff, 1998a; Beneš et al., 2002; Tartally et Varga, 2008).



Obrázek č. 7: Životní cyklus modrásky očkovaného (Timuş, 2014)

Jak je patrné z obrázku č. 7, životní cyklus modrásky očkovaného není nikterak jednoduchý. Číslo 1 na obrázku vyznačuje stav, kdy samice klade vejce do mladé květní

hlávky živné rostliny, z níž se posléze vylíhne larva, která se zde následně živí semeny a částmi živné rostliny (2) a setrvává tak do počátku čtvrtého instaru, kdy živnou rostlinu opouští, jak lze postřehnout pod číslem 3. Číslo 4 ukazuje první styk larvy s hostitelským mravencem rodu *Myrmica*, který ji po proběhnutí adopčního obřadu zanesl do mraveniště (5), kde se larva vyživuje a roste (6) dokud není připravena k zakuklení (7) a následnému opuštění mraveniště v podobě dospělého motýla (Timuş, 2014).

3.3.2.1 Podrobný popis vývoje a myrmekofilie

Dospělci, vejce a první tři larvální instary byly pozorováni pouze během letních měsíců a neprokázal se v jejich případě žádný styk s mravenci (obrázek č. 7 – čísla v obrázku 1,2,9) (Thomas et al., 1989). Vejce jsou samicemi kladena do nerozvinutých, fenologicky časnějších hlávek živné rostliny jednotlivě (obrázek č. 7 – číslo v obrázku 1). Vnitrodruhová konkurence v prvních třech instarech je zásluhou obvyklé snůšky pouze jednoho vejce do jedné květní hlávky eliminována. Příležitostně může docházet k mezidruhové konkurenci s housenkami modráška bahenního *Phengaris nausithous*, který svá vajíčka klade o několik dnů až týdnů později (Beneš et al., 2002). Na rozdíl od samic *Phengaris teleius*, které preferují výšku porostu do 30 cm, samice *Phengaris nausithous* si vybírají i květní hlávky vzrostlejší (Thomas et Elmes, 2001). V jedné květní hlávce obvykle přežívá jedna housenka (Beneš et al., 2002). Larvy prvních tří instarů se vyživují semeny i samotnou květní hlávkou, během této doby ovšem nedosáhnou příliš značné váhy (Thomas et al., 1989).

Čtvrtý a finální instar trvá přibližně devět měsíců včetně hibernace. Během této doby žije larva v podzemí mraveniště svých hostitelů z rodu *Myrmica* (Thomas et al., 1989), kam se dostane poté, co vypadne z květní hlávky živné rostliny. Z povrchu půdy ji posléze odnese jedinec mravence rodu *Myrmica* (obrázek č. 7 – číslo v obrázku 3, 4).

Larva ve čtvrtém instaru, která právě vypadla z živné rostliny, má k dispozici několik strategií, jak zaujmout mravence z rodu *Myrmica* a přesvědčit ho o své příslušnosti mezi mravence a následné přepravě do mraveniště (obrázek č. 7 – číslo v obrázku 4,5) během adopčního obřadu, který může trvat od půl hodiny až do 90 minut. Jedna ze strategií spočívá v tom, že housenky během tohoto obřadu vylučují směs cukrů a aminokyselin z dorzální Newcomerovy žlázy (Beneš et al., 2002), což pro mravence znamená zdroj energie. Mezi chemické způsoby komunikace s mravenci se řadí také vylučování látky z epidermálních žláz nazývaných se „pore cupola organs“, které mohou sloužit k utišování příliš agresivních mravenců (Fiedler, 1990). Další strategií je zkroucení, kterým napodobují tvar mravenčí larvy (Beneš et al., 2002). Mimo chemické a polohové strategie používají housenky také akustické projevy, jimiž se snaží mravence ošálit, dokonce se u nich tato vlastnost vyvinula natolik, že zvuk, který vydávají, je zvukům vyluzovaným mravenčí královnou podobnější, než v případě mravenčích dělnic, díky čemuž larvy získávají lepší postavení v mraveništi (Barbero et al., 2009; Sala et al., 2014).

Modrásek hořcový *Phengaris alcon* a modrásek označovaný jako Rebelův *Phengaris rebeli* jsou takzvané kukaččí druhy a v mraveništi se nechávají živit dělnicemi, stejně jako mravenčí larvy. Modrásek černoskvřnný *Phengaris arion* a modrásek očkovaný *Phengaris teleius* jsou označováni za druhy dravé a živí se převážně mravenčími larvami (viz obrázek č. 7 – číslo v obrázku 6). Modrásek bahenní *Phengaris nausithous* patrně úspěšně kombinuje obě z výše zmíněných strategií (Thomas et Elmes, 1998; Pech et al., 2004).

Po uplynutí potřebné doby a překonání nepříznivého období se larva modráška zakuklí a během příznivého období teplých letních měsíců se posléze i vylíhne dospělec (viz obrázek č. 7 – číslo v obrázku 7) (Thomas et al., 1989). Modrásci očkovaní jsou charakterističtí svojí protandrií, což znamená, že samci se líhnou o něco dříve, než samice. Protandrie je charakteristickým znakem pro téměř všechny motýly rodu *Phengaris* (Bonelli et al., 2013). Nowicki et al. (2005a) uvádějí průměrnou délku života imág 2,0-3,1 dne.

První výzkumy ukázaly, že každý z pěti evropských parazitických druhů *Phengaris* má svůj vlastní hostitelský druh mravence z rodu *Myrmica* (Thomas et al., 1989), ale později se došlo k závěru, že prvotní výzkumy byly příliš jednoduše pojaté (Witek et al., 2010). Larvy modráška očkovaného byly nalezeny v mraveništích čtyř různých druhů mravenců z rodu *Myrmica*. Jednalo se o druhy *Myrmica scabrinodis* (Nylander, 1846), *Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758), *Myrmica ruginodis* (Nylander, 1846) a *Myrmica rugulosa* (Nylander, 1849), z čehož *Myrmica scarabrinodis* byl druh, který byl nejčastěji nalezen v okolí živné rostliny, nicméně procentuálně se v obsazenosti mraveništěm larvou modráška očkovaného rovná ostatním druhům (Witek et al., 2010).

3.3.3 Nároky na stanoviště

Modrásek očkovaný žije na extenzivně využívaných vlhkých loukách se zachovalým vodním režimem, s výskytem živné rostliny krvavec toten a hostitelských mravenců z rodu *Myrmica*. Upřednostňuje podhorské oblasti se slunnými stanovišti chráněnými před povětrnostními podmínkami (Beneš et al., 2002).

Toto ovšem nejsou jediné podmínky, které druh *Phengaris teleius* vyhledává. Jeden z faktorů, který ovlivňuje četnost nebo i samotnou přítomnost druhu, je management a způsob obhospodařování louky. Často se na loukách vyskytuje současně s dalším z rodu *Phengaris*, modráškem bahenním *Phengaris nausithous*, a na rozdíl od něj je více náchylný na narušenost a heterogenitu stanoviště (Laštůvka et Uřičář, 2013). Dalším rozdílem mezi těmito dvěma druhy spočívajícím v nárocích na stanoviště je ten, že modrásek očkovaný nedokáže přežít na osamocené lokalitě a potřebuje k životu průletové koridory a propojenou soustavu luk, zatímco modrásek bahenní může žít v uzavřené populaci na jediné louce. Obecně se proto doporučuje primárně chránit modráška očkovaného a management stanoviště uzpůsobit především jemu (Johst et al., 2006; Laštůvka et Uřičář, 2013).

Přítomnost preferovaného druhu mravence *Myrmica scabrinodis* taktéž zvyšuje šanci na přítomnost modráska očkovaného (Batáry et al., 2007), ačkoliv podle Witek et al. (2010) jsou jedinci, kteří přebývají v mraveništi *Myrmica ruginodis*, lépe živení.

Důležitá je i hustota mravenišť, která na osídlených loukách činí přibližně jedno mraveniště na jeden metr čtvereční (Laštůvka et Uříčář, 2013).

Batáry et al. (2007) prováděli výzkum na výběr mikrostanoviště modráskem očkovaným podle dominantní vegetace. Mikrostanoviště rozdělili na čtyři skupiny, v nichž dominovala pokaždé jedna z uvedených rostlin: *Typha angustifolia*, *Lythrum salicaria*, *Stachys palustris* a *Molinia coerulea*. Nejvyšší počet květů živné rostliny měly stanoviště *Lythrum* a *Stachys*, což rovněž následně ovlivnilo výskyt dospělých jedinců motýla.

3.3.3.1 Doporučený management stanovišť

Laštůvka et Uříčář (2013) zpracovali plán managementu druhu, v němž mimo jiné doporučili i management stanovišť. V doporučení pro management stanoviště vycházejí z poznatků o způsobu života druhu a kladou zde důraz na to, že před jakoukoliv změnou managementu je nutné posoudit současný stav populace, protože je možné, že management, který právě probíhá, může být pro danou populaci tím nejvhodnějším.

Pro stanoviště, na němž se nachází zároveň modrásek očkovaný i modrásek bahenní, se doporučuje mozaikovitá nebo pásová seč a to vždy na jaře a na podzim. K seči může docházet i ob jeden či dva roky. Pro modráska očkovaného je však důležité, aby měl možnost přelétat do jiných lokalit, a proto je vhodné udržovat (či vytvářet) letové koridory vedoucí k dostupným lokalitám v okolí. Vyloučeno je odvodnění, zalesnění, seč po polovině června a celoplošná seč, při které dochází k homogenizaci stanoviště a která může narušit existenci hostitelských mravenců rodu *Myrmica*. Kosené pásy by měly být nepravidelné, neměly by být širší než 4 až 6 m a neměly by zahrnovat stejný typ porostu.

Konvička et al. (2005) se vesměs shodují s plánem managementu druhu (Laštůvka et Uříčář, 2013). Jako nejvhodnější způsob managementu stanoviště doporučují seč jednou ročně nejpozději do 15. června. Vždy se musí jednat o seč mozaikovitou, a to z důvodu ochrany ostatních druhů, které jsou vázány na vysoké mokřadní byliny, mezi něž se řadí tesařík *Oberea moravica* (Kratochvíl, 1989), nesytka *Chamaesphecia palustris* (Kautz, 1927) či *Chamaesphecia hungarica* (Tomala, 1901), které jsou vázány na vysoké bahenní pryšce *Euphorbia palustris* a *Euphorbia lucida*, dále vzácná píďalka *Perizoma sagittatum* (Fabricius, 1787) vyvíjející se v květenstvích žluťuchy lesklé *Thalictrum lucidum*, zavíječ *Ostrinia palustralis* (Hübner, 1796) vázaný na široolisté šťovíky *Rumex hydrolapathum*, *Rumex aquaticus*, saranče tlustá *Stethophyma grossum* (Linnaeus, 1758), která indikuje zejména zachovalost přirozeného záplavového režimu v údolních nivách, a ohniváček černočárny *Lycaena dispar* (Haworth, 1803).

3.3.4 Ochrana druhu *Phengaris teleius*

Ochrana modráška očkovaného je v rámci České republiky ošetřena zařazením do seznamu zvláště chráněných druhů se statusem silně ohrožený (Vyhláška č. 395/1992 Sb. ve znění vyhl. 175/2006 Sb.). Je zařazen do soustavy NATURA 2000, která vznikla na základě čtvrté části zákona o ochraně přírody a krajiny 114/1992 Sb. a má za úkol přispět k udržení a obnově přírodní rovnováhy v krajině, k ochraně rozmanitostí forem života, přírodních hodnot a krás, k šetrnému hospodaření s přírodními zdroji a současně zohlednit hospodářské, sociální a kulturní potřeby obyvatel a regionální a místní poměry (směrnice 92/43/EHS, přílohy II. a IV.). Dále je také zařazen do červeného seznamu ČR se statusem zranitelný (Farkač et al., 2005, Hejda et al. 2017).

Mezinárodní ochrana modráška očkovaného je založena především na zařazení do druhé přílohy Bernské úmluvy, kterou je příloha o ochraně evropské fauny, flóry a přírodních stanovišť. Dále je pak uveden na červeném seznamu IUCN coby téměř ohrožený druh.



Obrázek č. 8: Ohroženost dle IUCN (1996) (Online: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T12664A3372399.en>)

3.4 Mravenci rodu *Myrmica*

3.4.1 Taxonomie

Mravenci rodu *Myrmica* se řadí mezi blanokřídlý hmyz. Druhů mravenců rodu *Myrmica* bylo popsáno 166 (Tree of Life Web Project, 2004). Z pohledu vztahu modráška očkovaného k rodu *Myrmica* jsou zajímavé pouze druhy, v jejichž koloniích byla dokázána přežitelnost larvy tohoto motýla. Podle Witek et al. (2010) se jedná o druhy *Myrmica scabrinodis*, *Myrmica rubra*, *Myrmica ruginodis* a *Myrmica rugulosa*.

3.4.2 Biologie

Všechny druhy mravenců rodu *Myrmica* mají podobný způsob života. Většina tvoří malé kolonie čítající 200–500 dělnic (Elmes et Petal, 1990). Druh *Myrmica rubra* může tvořit i větší kolonie, které čítají až 1000 dělnic; v některých případech pak i ostatní druhy osidlují rozsáhlé kolonie, jež obývají až 2000 dělnic (Wardlaw et Elmes, 1996). Czechowski et al. (2002) ovšem uvádějí, že v rámci jednoho mraveniště se může nacházet až deset tisíc jedinců. Nejedná se pouze o dělnice, ale rovněž i o královny, jichž se může v jednom mraveništi nacházet více. Mravenci rodu *Myrmica* jsou polygynní, což je úzce provázáno i s tzv. polydomií. Polydomií nazýváme v tomto případě jev utváření

rozsáhlých sítí mravenišť. Tzv. monodomií nazýváme jev opačný, tj. když je osídleno pouze jedno malé prostorově oddělené mraveniště (Robinson, 2014).

Mraveniště těchto mravenců jsou často situována na loukách, polích či na okrajích lesů. Bývají podzemní, v případě umístění na louce však nezřídka zasahují i do trsů trav (Skórka et al., 2006).

Mravenci rodu *Myrmica* se mohou stávat hostiteli nejen pro motýly z rodu *Phengaris*, ale například i pro jednu ze čtyř podčeledí pestřenek (Syrphidae), která nese název Microdontinae (Thomas et al., 1989).

3.4.3 Hostitelská specificita

Pech et al. (2007) pracovali se dvěma převládajícími hypotézami ohledně hostitelské specificity motýlů rodu *Phengaris*. První hypotézou je druhová specificita, podle níž každý z druhů motýlů rodu *Phengaris* využívá jediného primárního hostitele. Podle druhé hypotézy pak specificita existuje na základě jemné populační hladiny. Dle Witek et al. (2010) se dříve předpokládalo, že každý z motýlů rodu *Phengaris* má svého specifického hostitele, později však bylo prokázáno, že je tento předpoklad založen na příliš zjednodušených informacích. Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.4.1. Taxonomie, larvy druhu *Phengaris teleius* byly nalezeny v mraveništích pěti různých druhů mravenců rodu *Myrmica*. Dle výsledků uvedených Witek et al. (2010) byl *Phengaris teleius* v problematice výběru hostitele nejméně specifický z evropských druhů rodu *Phengaris*.

Podle nejnovější dostupné studie – která se zabývá mimo jiné vztahem mezi modrásky rodu *Phengaris* a mravenci rodu *Myrmica* – je prokázáno, že modrásci sice využívají jako hostitele různé druhy mravenců rodu *Myrmica*, nicméně málokdy v rámci jedné lokality, a to i v případě, že se v dané lokalitě druhů hostitelských mravenců vyskytuje více (Hovestadt et al., 2019).



Obrázek č. 9: *Myrmica scabrinodis* (Autor: Michal Kukla, 2016, Online: https://antwiki.org/wiki/File:Myrmica_scabrinodis,_Micha%C5%82_Kukla.jpg)

3.5 Živná rostlina krvavec toten

3.5.1 Taxonomie

Krvavec toten nebo také latinským názvem *Sanguisorba officinalis* (Linnaeus) je krytosemenná vyšší dvouděložná rostlina, která se řadí do řádu růžovité (*Rosales*) a čeledi růžovité (*Rosaceae*) (Biolib, 2020).

3.5.2 Biologie

Krvavec toten *Sanguisorba officinalis* je trvalá, až 120 cm vysoká rostlina s nahoře větvenou rýhovanou lodyhou vyskytující se na okrajích lesů, na vlhkých loukách a pastvinách, podél vodních toků a řek, na náspech a v příkopech. Obdobím květu prochází od května do října. Květy jsou drobné, červenohnědé, uspořádané v hustý, až 3 cm dlouhý klas (Knauerová et Drnková 2017).



Obrázek č. 10: Krvavec toten *Sanguisorba officinalis* (Online: <https://www.byliny.cz/koren-radix/136-krvavec-toten-koren.html>)

3.6 Populační ekologie a teorie metapopulace

Tak jako všechny organismy se i motýli vyskytují v přírodě nikoliv jako jednotlivci, nýbrž v rámci populace. Populace je skupina jedinců jednoho druhu, která je do jisté míry nějakým způsobem oddělena od ostatních skupin jedinců téhož druhu. Každá populace je charakterizována počtem jedinců a čtyřmi parametry – natalitou, mortalitou, imigrací a emigrací. Populace motýlů byly rozděleny na tři základní typy – populace uzavřené, populace otevřené a populace migrujících druhů (Beneš et al., 2002).

Populace jako takové však z hlediska odborníků představují stále příliš malou jednotku; na problematiku je zapotřebí nahlížet z větší perspektivy. Významnější jednotkou jsou proto takzvané metapopulace – soubory navzájem komunikujících populací. Základními jednotkami v rámci teorie metapopulací jsou biotopové plošky vhodné pro život daného druhu. Jednotlivé biotopové plošky jsou obývány lokálními populacemi. Mezi jednotlivými biotopovými ploškami probíhá disperze jedinců, což může mít za následek i osídlení (kolonizaci) dříve neosídlených lokalit (Beneš et al., 2002). Van Nouhuys (2009) definuje metapopulaci jako prostorově strukturovanou populaci, která v průběhu času přetrvává jako soubor místních populací s omezeným rozptylem mezi nimi.

Z metapopulační teorie vyplývá rovněž skutečnost, že druh může vyhynout i v případě, že nezaniknou všechny jeho biotopy – stačí, že se biotopy ocitnou příliš daleko od sebe, popř. že se zmenší (Beneš et al., 2002).

Existuje několik typů metapopulací. Prvním a nejjednodušším typem je Levinsovska metapopulace, v jejímž případě jsou faktory kolonizace a extinkce na víceméně rovnocenných ploškách v rovnováze, díky čemuž druh přežívá (Levins, 1969; Beneš et al., 2002; Van Nouhuys, 2009). Levinsův model se snaží vyjádřit, jak se bude měnit proporce obsazených plošek (p) v čase (t). Počet obsazených plošek stoupá s pravděpodobností kolonizace (c) a klesá s pravděpodobností extinkce (e) (Levins, 1969; Beneš et al., 2002).

$$dp/dt = cp(1 - p)ep$$

Dalším typem, který byl popsán, je tzv. kontinent – ostrovy typ (Harrison et al., 1988). Jedná se o obdobu ostrovní teorie v biogeografii. Tato teorie spočívá v myšlence, že pravděpodobnost osídlení plošek (ostrovů) je závislá na vzdálenosti hlavní plochy (kontinentu). Čím vzdálenější je ploška od hlavní plošky, tím nižší je pravděpodobnost jejího osídlení (Harrison et al., 1988; Beneš et al., 2002).

Obdobný typ nazýváme typem zdroje – propady, jehož hlavní myšlenka spočívá v úvaze, že o přežívání druhů v krajině rozhoduje kvalita plošky, nikoliv její velikost. Zdrojové plošky jsou tedy takové, které nabízejí nejlepší podmínky k životu daného druhu, zatímco v mezích propadových plošek jsou životní podmínky horší. Lokální populace mohou být

na propadových ploškách mnohem početnější, ale také zde existuje větší riziko jejich vyhynutí (Beneš et al., 2002).

V případě, že jedinci obývající jednotlivé plošky nejsou schopni doletět na neobsazené plošky z důvodu zániku jiných biotopů, hovoříme o nerovnovážné metapopulaci. Pokud k tomuto stavu dojde, je daná metapopulace bez příslušného zásahu ze strany ochranářů odsouzena k vyhynutí. Opakem tohoto stavu jsou mozaikovitě populace – tehdy druh obývá veškeré plošky vhodných biotopů a jedinci mezi nimi volně migrují.

Populační dynamiku ovlivňují rovněž parazitoidi; v případě modrásků očkovaných je znám parazitoid *Neotypus melanocephalus* (Gmelin, 1790) (Tartally, 2005).

3.6.1 Metapopulace rodu *Phengaris*

Populace modrásků (*Phengaris*) čítají nejčastěji kolem několika set jedinců, nicméně ani větší populace nejsou neobvyklým jevem. Poměr pohlaví v rámci populace je buď vyvážený, nebo se mírně vychyluje k vyššímu počtu samic. Vzhledem k tomu, že délka života dospělců je ve srovnání s délkou doby letu velmi krátká, existuje pouze zlomek jednotlivců, kteří by se mohli párovat každý den. Podíl jednotlivců létajících v denní špičce se pohybuje mezi 11 a 46 % (Nowicki et al., 2005a). *Phengaris* mohou žít v malých izolovaných populacích, v systémech pevninských ostrovů (kontinent – ostrov), nebo v typických metapopulacích. I v rámci metapopulace se však vyznačují nízkou pohyblivostí. Výměna jednotlivců mezi místními populacemi samozřejmě závisí na jejich prostorovém uspořádání, ale jen ojediněle přesahuje 20 %. Maximální zaznamenané vzdálenosti přeletů se pohybují v rozmezí 2–6 km; tyto pohyby na dlouhé vzdálenosti jsou však ve skutečnosti velmi vzácné. V případě všech druhů rodu *Phengaris* je převažující většina rozptylu mezi lokalitami omezena na méně než 500 m (Nowicki et al., 2005a). Dle Skórka et al. (2013) uletí *Phengaris teleius* větší vzdálenost než *Phengaris nausithous*; překonaná vzdálenost se zvyšuje s pokročilejší dobou letové sezóny, přičemž samice uletí větší vzdálenost než samci. Dle Nowicki et Vrabec (2011) je emigrace při vysoké hustotě jedinců v populaci velice výhodná, neboť mají motýli možnost svá vajíčka naklást do lokalit s menší hustotou populace, čímž zvyšují přežitelnost potomků a snižují intraspecifickou konkurenci. Nowicki et Vrabec (2011) rovněž dokazují, že emigrační sklon je závislý na hustotě jedinců na stanovišti. Při hustotě, která byla vysoká, ale nepřekračovala nosnost stanoviště, byl rozdíl v emigračním sklonu nižší, nicméně patrný. Při překročení nosné kapacity stanoviště pak byly rozdíly v emigračním sklonu již jasně zřetelné.

Dle Bonelli et al. (2013) je mortalita v izolovaných populacích modrásků očkovaných *Phengaris teleius* až dvakrát větší, než v populacích neizolovaných. Izolace vedla rovněž ke sníženým rozptylovým vzdálenostem v rámci izolovaných metapopulací. Disperzní deprese s sebou přináší zároveň neblahý vliv na přežitelnost dané populace. V případě reintrodukce je tudíž záhodno vytvářet efektivně propojené sítě stanovišť.

3.7 Známé metody biomonitoringu lepidoptera

Metody, které se používají nebo používaly k monitoringu motýlů či odhadů jejich početnosti, popsali Beneš et al. (2002).

Beneš et al. (2002) rozdělují metody odhadů početnosti na relativní a absolutní. Pomocí relativních metod lze získat odhad stupně hojnosti či vzácnosti porovnatelný se situací v jiných lokalitách či letech. Metody absolutní poskytují přesný obraz o početnosti zájmových organismů, avšak i v tomto případě je nutno počítat s možností statistické chyby. Dále tyto metody rozdělují na odhady podle dospělců a odhady podle vývojových stádií; existují rovněž určité zmínky o smíšených metodách, ty však v knize nejsou podrobně popsány.

3.7.1 Metody odhadů podle vývojových stádií

Beneš et al. (2002) rozdělují metody odhadu podle vývojových stádií na dvě skupiny. Jednou z nich je sčítání vajíček nebo mladých larev. Tato metoda se využívá především v případě druhů, jejichž vajíčka (či mladé larvy) jsou dobře viditelná a nezaměnitelná. Tuto metodu zmiňují například Radchuk et al. (2012) v souvislosti s modráskem hořcovým *Phengaris Alcon*. Beneš et al. (2002) zmiňují, že se tato metoda využívá i v případě modráska očkovaného *Phengaris teleius* a modráska bahenního *Phengaris nausithous*, a to takovým způsobem, že se nejprve sesbírají hlávky krvavce a následně se pod lupou hledají vajíčka; případně se vyčká, než se housenky vylíhnou, načež se přemístí na předpřipravenou světlou podložku.

Druhou metodou odhadů podle vývojových stádií je sčítání hnízd housenek (Beneš et al., 2002). Tato metoda se využívá relativně často v případě vhodných druhů motýlů, jimiž jsou například hnědásci. V ČR takto mimo jiné probíhá například monitoring hnědáska osikového *Euphydryas maturna* (Linnaeus, 1758) (Bína, 2017; Vrabec et al., 2018; Vrabec et al., 2019).

3.7.2 Metody odhadů podle dospělců

3.7.2.1 Relativní metody

3.7.2.1.1 Transektová sčítání

Tato metoda se řadí k nejoblíbenějším metodám monitoringu. Spočívá v tom, že pozorovatel prochází třikrát za měsíc po celou dobu vegetačního období – od poloviny dubna do konce září – vymezený transekt s jasně určenou trasou a zaznamenává všechny druhy spatřené před sebou o vymezené hraně 5 m (Beneš et al., 2002; Konvička et al., 2010).

3.7.2.1.2 Pozorování za jednotku času

Beneš et al. (2002) tuto metodu považují za optimální v případě nutnosti rychlého zhodnocení stavu lokality. Metoda spočívá v tom, že je pozorovatel v dané lokalitě, na daném místě po předem určenou dobu, v jejímž průběhu buď zaznamenává veškeré jedince všech druhů, na jež spatří, nebo početnost odhadne na relativní stupnici (Beneš et al., 2002; Porter et Ellis, 2011).

3.7.2.1.3 Odchyty do pastí

Odchyty do pastí se rovněž řadí k hojně užívaným metodám, ačkoliv většina pastí je destruktivní a v závislosti na typu pasti může docházet k úmrtí odchycených jedinců. V případě denních motýlů se využívají závěsné korunní pasti, které jsou nepostradatelné při výzkumu motýlů stromového patra. Tyto korunní pasti se využívají především v tropických oblastech, nicméně dle Beneš et al. (2002) stojí za vyzkoušení i v oblastech mírného pásu, jelikož by mohly přinést nové zajímavé poznatky ohledně některých místních druhů.

Při monitoringu motýlů rodu *Phengaris* se pasti nepoužívají, pokud se současně neprovádí monitoring hostitelských mravenců z rodu *Myrmica*, pro něž se používají tzv. cukrové nebo návnadové pasti (Pech et al., 2007; Wynhoff et al., 2017).

3.7.2.2 Absolutní metody

Data pro absolutní metody odhadu lze získat ze zpětných odchytů. Mezi absolutní metody odhadu početnosti populace se řadí Lincoln-Petersonův index, který bude více rozveden v kapitole 4.2 Vlastní metodika práce, dále pak Bailyho korekce, Craigova metoda, Fisher-Fordův index, Bailyho metoda tří odchytů, metody pro uzavřené populace s nestejnými pravděpodobnostmi zpětných odchytů, Cormack-Jolly-Seberova metoda pro otevřené populace, robust design a metody kombinované, tj. kombinující metody předchozí (Beneš et al., 2002).

Bailyho korekce funguje na stejném principu jako Lincoln-Petersonův index, je však schopna pracovat se třemi následnými odchytů.

Craigova metoda dovede odhadnout velikost populace po jediném dni značení (Beneš et al., 2002). Tato metoda byla použita například při monitoringu modrásků černolemých *Plebejus argus* (Linnaeus, 1758) ve Velké Británii (Thomas, 1985).

Fisher-Fordův index je metoda, která vyžaduje opakovaná značení. Umožňuje populaci sledovat v čase a tak popsat růst či pokles její početnosti v průběhu sezóny. Nevýhoda této metody spočívá v tom, že předpokládá konstantní míru přežívání jedinců, což není biologicky realistické (Brakefield, 1982; Beneš et al., 2002).

Bailyho metoda tří odchytů se velice podobá Fisher-Fordově metodě, nicméně ke zjištění velikosti populace postačí pouhé tři dny odchytů (Beneš et al., 2002).

Metody pro uzavřené populace s odlišnými pravděpodobnostmi zpětných odchytů jsou skupinou metod, které prostřednictvím komplikovaných výpočtů zpracovávají modely situací, kdy je odhad počtu jedinců zkreslen nestejnými odchvy v čase, prostoru nebo mezi jedinci. K takovému výpočtu je zapotřebí použít výpočetní program – v tomto případě program CAPTURE (Beneš et al., 2002).

Cormack-Jolly-Seberovu metodu podrobně popsali Pledger et al. (2003); v současnosti se jedná o jednu z nejpoužívanějších metod. Tato metoda umožňuje pracovat s otevřenými populacemi, v nichž se jedinci rodí, umírají, emigrují a imigrují. Jedná se o stochastickou metodu. Nevýhoda této metody spočívá v tom, že jejím prostřednictvím není možné zjistit celkový počet jedinců v lokalitě, nýbrž pouze počty jedinců přítomných v průběhu jednotlivých dnů. K výpočtu touto metodou slouží program JOLLY (Beneš et al., 2002; Pledger et al., 2003).

Robust design je kombinací předchozích dvou metod. Vychází z předpokladu, že i otevřená populace se v krátkém časovém intervalu chová jako uzavřená; proto se získaná data rozdělí na několik kratších časových úseků a velikost populace se odhaduje pro každý úsek samostatně. Metoda je vhodnější pro delší časové série (Beneš et al., 2002).

Při odhadu početnosti populace se často využívají počítačové programy. Některé z nich již byly zmíněny výše; jednalo se o program JOLLY a CAPTURE. Dalšími takovými programy jsou MARK a POPAN, přičemž obecně užívaným a rozšířeným se spoustou modifikací je MARK (Beneš et al., 2002).

4 Metodika

4.1 Popis jednotlivých ploch

Zkoumané plochy se nacházejí v severních Čechách v okolí města Česká Lípa. Tato kapitola metodiky obsahuje detailní popis jednotlivých ploch, a to jak z pohledu historie dané lokality, tak z pohledu současných podmínek. Pro zjednodušení byla dílčí stanoviště označena vlastními kódy. PP Okřešické louky (CZ: Boh. sept. – Česká Lípa distr., OKŘEŠICE (5353), PP Okřešické louky nature reserve, 50°39'23"N, 14°34'40"E, 260 m a. s. l.) byly označeny číslem 0, louky v Sosnové u České Lípy (CZ: Boh. sept.–Česká Lípa distr., SOSNOVÁ vill. (5353), meadows S from Č. Lípa, near railway, 50°39'53"N, 14°32'22"E, 270 m a. s. l.) byly označeny čísly 1–4 (viz obrázek č. 11).

V počátcích výzkumu bylo nutno stanovit, na kterých loukách budou odchyty probíhat. K tomuto účelu posloužila jednak znalost místních lokalit, jednak mapy LPIS (Land Parcel Identification System – je realizován prostřednictvím geografického informačního systému (GIS); jeho hlavním účelem je jednoznačná identifikace zemědělských pozemků a primárně slouží jako referenční databáze sloužící k ověřování údajů uvedených v žádostech o dotace poskytovaných ve vazbě na zemědělskou půdu), na nichž jsou louky s výskytem modrásků vyznačeny. Před samotným výzkumem proběhla kontrola toho, zda na lokalitách nedošlo k větším změnám, které by výskyt druhu vylučovaly.



Obrázek č. 11: Očíslování luk v Sosnové u České Lípy. (Zdroj: LPIS, Upravila: autorka práce)

4.1.1 Okřešické louky – stenoviště č. 0

Přírodní památka Okřešické louky byla přírodní památkou ustanovena v roce 2008. Náleží pod správu CHKO Kokořínsko – Máchův Kraj. Hlavním předmětem ochrany těchto luk je ekosystém, který se zde nachází – střídavě vlhké bezkolencové louky (T1.9). Cílem ochrany je zachovat daný ekosystém v nezměněném rozsahu a kvalitě. Na loukách převládá bezkolenec modrý *Molinia caerulea* a existuje zde vysoká diverzita dalších druhů rostlin, jako je např. prstnatec plamatý *Dactylorhiza maculata*, kruštík bahenní *Epipactis palustris*, vrba plazivá *Salix repens*, ostřice Davallova *Carex davalliana*, kosatec sibiřský *Iris sibirica*, česnek hranatý *Allium angulosum* či hadilka obecná *Ophioglossum vulgatum* (AOPK ČR, 2018).

Druh pozemku	ZCHÚ plocha v ha	OP plocha v ha	Způsob využití pozemku	ZCHÚ plocha v ha
lesní pozemky	0,0823	3,0193		
vodní plochy	0,1741	0	zamokřená plocha	0
			rybník nebo nádrž	0,1741
			vodní tok	0
trvalé travní porosty	2,1801	3,4769		
orná půda	0	0,4632		
ostatní zemědělské pozemky	0	0		
ostatní plochy	0,0485	0,0862	neplodná půda	0,0211
			ostatní způsoby využití	0,0274
zastavěné plochy a nádvoří	0	0		

plocha celkem	2,4852	7,0456	
---------------	--------	--------	--

Tabulka č. 1: Výměra PP Okřešické Louky (Zdroj: Plán péče o přírodní památku Okřešické louky na rok 2018–2027)

V roce 2018 zde byl proveden inventarizační výzkum denních motýlů (Skyva, 2018). Během dvou návštěv této přírodní památky bylo odchyceno 8 jedinců motýlů *Phengaris teleius* a populace byla prohlášena za stabilní; k tomuto závěru došli i Honců (2009) a Heřman et Korynta (2017) in AOPK (2018). Při posledním inventarizačním výzkumu (Skyva, 2018) však nebyl odchycen žádný motýl *Phengaris nausithous*, autor ale předpokládá, že se tento příbuzný druh k *P. teleius* mohl vyskytnout mezi neodchycenými motýly. Dle Skyva (2018) zde bylo odchyceno 33 druhů denních motýlů, zatímco v předchozích inventarizačních výzkumech (Honců, 2009; Heřman et Korynta, 2017 in AOPK, 2018) zde bylo nalezeno pouze 24 druhů. Tento nárůst je přikládán významně teplému a suchému roku, protože nárůst počtu druhů byl zaznamenán i v jiných lokalitách.

Louka se nachází přibližně tři kilometry od českolipských luk. Jak je patrné z obrázku č. 12, na louce je seč rozdělena do několika pásem. Vyznačen je výskyt česneku hranatého *Allium angulosum* v severozápadní části louky; území, na kterém česnek hranatý roste, je vykolíkováno. Mimo česnek hranatý se zde v několika trsech nachází i významná ostřice Davalova *Carex davalliana*. Jedním z důležitých poznatků je skutečnost, že v minulosti byla louka značně podmáčená a podél severní hranice tekla nepříliš velký potok; v době odchytů tomu tak nebylo, ačkoliv se zde nachází velké množství mokřadních rostlin a v některých místech i značné množství rákosu. Krvavec toten byl na této louce zastoupen řídce; celková početnost dosahovala několika desítek rostlin.

Kromě modrásků očkovaných se zde vyskytovaly také jiné druhy motýlů, například otakárek fenyklový *Papilio machaon* (Linnaeus, 1758), otakárek ovocný *Iphiclides podalirius* (Linnaeus, 1758), batolec červený *Apatura ilia* (Denis et Schiffermüller, 1775), modrásek bahenní *Phengaris nausithous*, ale i běžnější druhy, jakými jsou modrásek jehlicový *Polyommatus icarus* (Rottemburg, 1775), okáč bojínkový *Melanargia galathea* (Linnaeus, 1758) nebo žluťásek řešetlákový *Gonepteryx rhamni* (Linnaeus, 1758).

Přírodní památka a její hranice jsou důsledně označeny. Na jižní straně ochranného pásma se nachází železnice a cyklostezka, která směrem na západ vede do vesnice Okřešice a směrem na východ až do Hradčan – části obce Ralsko. Západní hranice je taktéž oddělena železnicí, za níž se nachází pastviny, na nichž se rovněž občas vyskytuje krvavec toten. Ze severní strany hranice stojí za zmínku remízky a již výše zmíněná strouha, v níž se v minulosti držela voda.



Obrázek č. 12: Mapa zásahů (Zdroj: Plán péče, 2018)

Na obrázku č. 12 je červenou čarou označena samotná přírodní památka, růžovou ochranné pásmo. Modře je vyznačeno základní členění pro seč. Tmavě modré body na mapě značí hraniční kůly a tmavě modré šipky značí hraniční tabule. Zelený bod na mapě představuje informační tabuli. Žlutý blesk označuje ohniště.

4.1.2 Louky v Sosnové u České Lípy

Loukami v Sosnové u České Lípy označujeme čtyři louky, které jsou zaznamenány v mapě na obrázku č. 11. Šrafovaní na obrázku značí potvrzený výskyt modrásků (*Phengaris*) dle portálu farmáře – LPIS. Tyto louky se nacházejí mezi Českou Lípou a Sosnovou u České Lípy. Na třech loukách na východní straně mapy je označení pro modráskové louky; je zde omezena seč do 10. června a dále pak od 1. do 30. září. Na loukách na západní straně silnice toto označení chybí a seč je zde povolena volně (LPIS, 2020).

4.1.2.1 Louka č. 1

Louka, již označujeme jako louku č. 1, se vyznačuje největší hustotou výskytu krvavce totenu. Louka v roce výzkumu (2019) nebyla posečena a porost tudíž dosahoval až jednoho metru výšky. Rozloha této louky podle údajů z LPIS je 0,73 ha. LPIS však zachycuje menší plochu louky, než je ta, na níž byl prováděn odchyt (viz obrázek č. 14). Dle historických záznamů z portálu LPIS má celková plocha louky velikost 0,89 ha. Odchyt byl prováděn po celé ploše louky ze severu ohraničené plotem a železnicí, jež částečně ohraničovala zároveň i východní část společně se zahrádkářskou kolonií. Železnice na východní straně je toutéž železnicí, která ohraničuje jižní stranu Okřešických luk. Západní strana je ohraničena silnicí a jižní cestou směřující k zahrádkářské kolonii. Dle výpovědí místních byla louka v minulosti taktéž značně podmáčena, nicméně v době výzkumu tomu tak nebylo. Vprostřed louky se nacházel pruh vyšší vegetace, taktéž se v těchto místech nacházely betonové prvky – pravděpodobně části kanalizačního systému.

Louka náleží pod správu města České Lípy, v době odchyту byl uživatelem louky pan Milan Lopušan.



Obrázek č. 13: Louka č. 1 (zdroj: LPIS)

4.1.2.2 Louka č. 2

Louka, již označujeme číslem 2, se nachází jižně od louky č. 1. Její rozloha dle informací z LPIS čítá 0,96 ha. Byla zde značná diverzita rostlin. Na jižní polovině louky se nacházely především vlhkomilné druhy; mezi nejvíce zastoupené rostliny můžeme zařadit tužebník jilmový *filipendula ulmaria*. Krvavec toten se zde vyskytoval taktéž v hojně míře, především v severovýchodní části louky. Příležitostně se vyskytoval i po okrajích louky. Při jižním okraji louky se nachází vodní koryto, ovšem i toto bylo v době trvání sběru dat vyschlé.

Tato louka byla během posečena během období letu motýlů – konkrétně 15. července 2019. Krvavce tedy zůstaly pouze na okrajích louky.

Louka patří pod správu města České Lípy, v době odchyty byl uživatelem louky pan Milan Lopusan.



Obrázek č. 14: Louka č. 2 (zdroj: LPIS)

4.1.2.3 Louka č. 3

Louka, která měla ze všech lokalit nejmenší rozlohu – pouhých 0,20 ha. Tato louka byla ovšem také nejméně přístupná. Výška porostu zde dosahovala i více než 1,50 m. Nachází se jižně od louky č. 2. Tyto louky jsou od sebe odděleny pásem dřevin a nevelkým vodním korytem, které bylo v období výzkumu vyschlé.

Tato louka byla posečena společně s loukou č. 2 – tj. 15. července 2019. Po okrajích louky zbylo pouze několik rostlin krvavce totenu.

Louka patří pod správu města České Lípy, v době odchyty byl uživatelem louky rovněž pan Milan Lopusan.



Obrázek č. 15: Louka č. 3 (Zdroj: LPIS)

4.1.2.4 Louka č. 4

Jako louka č. 4 byly označeny dvě plochy západně od louky č. 1. Mezi těmito dvěma plochami vede polní cesta k zahrádkářské kolonii. Tato louka není v LPIS vedena jako modrásková, avšak z důvodu výskytu krvavce totenu a blízkosti k ostatním modráskovým loukám byla taktéž zařazena mezi plochy, na nichž byl prováděn výzkum. Na louce číslo 4 nebyl odchyten žádný jedinec modráska očkovaného.

Tato lokalita má dle LPIS rozlohu 0,22 ha.

Louka patří pod správu města České Lípy, v době odchyty byl uživatelem louky rovněž pan Milan Lopusan.



Obrázek č. 16: Louka č. 4 (Zdroj: LPIS)

4.2 Vlastní metodika práce

4.2.1 Legislativní opatření

Před manipulací s jedinci zvláště chráněných druhů bylo nutné získat výjimku ze základních ochranných podmínek zvláště chráněných druhů živočichů v kategorii silně ohrožených dle přílohy č. III vyhlášky pro modráška očkovaného *Phengaris teleius* a modráška bahenního *Phengaris nausithous*, uvedených v ustanovení § 50 odst. 2 zákona; a to výjimku ze zákazu škodlivě zasahovat do přirozeného vývoje těchto druhů, chytat je, rušit nebo usmrcovat. Dále pak výjimku ze základních ochranných podmínek zvláště chráněných druhů živočichů v kategorii ohrožených dle přílohy č. III vyhlášky, a to pro mravence rodu *Formica*, uvedených v ustanovení § 50 odst. 2 zákona; a to výjimku ze zákazu škodlivě zasahovat do přirozeného vývoje těchto druhů, chytat je, rušit nebo usmrcovat.

O tyto výjimky jsme společně s Mgr. Vladimírem Vrabcem, PhD. žádali koncem června roku 2018 s navrhovanou dobou platnosti pěti let.

Tyto výjimky nám byly uděleny od obou správních celků, pod které lokality spadají, tj. od krajského úřadu pro Liberecký kraj (číslo jednací: KULK 59608/2018 OŽPZ 492/2018 OZOP) a od CHKO Kokořínsko – Máchův kraj. Platnost výjimek spadá do období od 8. srpna 2018 do konce roku 2022.

4.2.2 Způsob sběru dat

Jako metoda sběru dat byla zvolena metoda zpětného odchyty značených jedinců (mark-recapture; mark-release-recapture), kterou popsal Beneš et al. (2002). Tato metoda se řadí mezi absolutní metody odhadů početnosti. Metoda spočívá v průběžném odchycení jedince do entomologické sítě, označení jedince voděodolným popisovačem (lihovým fixem), jeho následném opětovném vypuštění a v zaznamenání zachycených čísel.

V počátcích výzkumu byl časový harmonogram odchytů na loukách rozvržen tak, aby se louky v Sosnové u České Lípy a PP Okřešické louky procházely stejnoměrně. Po zjištění stavu na základě odchytů byl původní plán přehodnocen a čas strávený na jednotlivých lokalitách byl rozvržen podle počtu odchycených jedinců. Louky byly procházeny jednou za dva dny. V případě nepříznivého počasí odchyt neprobíhal, v takovém případě došlo k jeho nahrazení v jiný den. Sběr dat probíhal od 1. července do 2. srpna.

K samotnému odchytu byla zapotřebí entomologická síť pro lov létajícího hmyzu – skládá se ze samotné sítě, která musí být velice jemná, dále z obruče a tyče. Pro účely výzkumu byla zvolena teleskopická tyč. Jako další pomůcky k odchytu posloužily lékařská pinzeta, černá či modrá lihová fixa a záznamový arch.

Výzkum samotný probíhal následovně. Při procházení louky bylo nutné sledovat poletující motýly, ale i květenství krvavce totenu, na nichž motýli často sedávají,

odpočívají, sluní se či kopulují. Významnou roli hrála při odchytu schopnost rozlišit modrásky od jiných druhů motýlů i v letu, popř. na větší vzdálenost. Ve chvíli, kdy chytající motýla zpozoroval, bylo zapotřebí jej zachytit do sítky. Posléze jej bylo nutné v síti lokalizovat a znemožnit mu únik velice opatrným uzavřením sítě. Poté, co se motýl uklidnil a složil křídla, následovalo jeho uchopení pinzetou (podél těla, přes všechna křídla – taktéž velmi opatrně, aby nedošlo k jeho poranění). Jakmile je motýl v pinzetě, ustrne – je tudíž možné jej ze sítky bezpečně vyjmout, načež je mu na levé spodní křídlo lihovou fixou zaznamenán specifický kód. Následně se motýl vypustí a daný odchyt se zaznamená do záznamového archu. Mimo unikátní kód motýla se do záznamového archu zapisuje také čas odchytu, pohlaví, olétanost na stupnici od jedné do tří, chování před odchytem (nektarink, slunění, létání, kopulace, odpočinek), počasí (oslunění a větrnost na stupnici od jedné do tří) a lokalita odchytu. V případě, že se odchytí stejný jedinec, stačí přečíst unikátní kód, motýla vypustit a opět vše zapsat do záznamového archu. Pokud činnost provozuje více než jeden chytající, je nutné domluvit a odlišit příslušné kódy. V našem případě k tomu posloužil znak X (viz obrázek č. 17), který se zapisoval před číselnou řadou v případě jednoho z chytajících, zatímco druhý chytající znak nezapisoval.



Obrázek č. 17: Označený jedinec modráška bahenního, chycen autorkou práce (Autor: Michael Polák)

4.2.2.1 Časová osa a důležité události během sběru dat

Jednou z podstatných součástí metodiky je zmínění okolností, za nichž výzkum probíhal a které výzkum tudíž mohly ovlivnit. Z tohoto důvodu byla pro účely práce vyčleněna vlastní podkapitola, která mapuje průběh samotného výzkumu.

Na všechny čtyři louky spadali dva monitorovatelé – Bc. Barbora Svobodová a Martin Kolář. První procházení louky proběhlo 01. 07. 2019, žádný odchyt nebyl uskutečněn.

K prvnímu odchytu došlo 03. 07. 2019 na louce č. 1. Dne 15. 07. 2019 byly v brzkých ranních hodinách posečeny louky č. 2 a 3.

V první třetině času vymezeného na výzkum byly odchyty nepočtené; za celý den se zpravidla podařilo odchytit pouze několik jedinců. V druhé třetině stanoveného času, tj. od 10. 07. 2019 do 20. 07. 2019, nastalo nepříznivé počasí – v průběhu většiny těchto dnů bylo tudíž nemožné odchyty provádět. Od 20. 07. 2019 bylo počasí příznivé a přibylo i zaznamenaných jedinců. Dne 02. 08. 2019 bylo nutné výzkum ukončit z důvodu časových možností obou monitorovatelů.

4.2.3 Způsob zpracování dat

Data byla ze záznamových archů přepsána do tabulek v programu Microsoft Excel a následně zpracována MRR analýzou ve spolupráci s katedrou zoologie a rybářství FAPPZ ČZU (výpočty a komentáře T. Bubová, V. Vrabec – vedoucí práce). Výpočet statistických parametrů byl proveden dle metody Cormack-Jolly-Seber (viz. Schwarz et Arnason 1996; Schwarz et Seber 1999) s využitím programu MARK 8.1 (White et Burnham, 1999) a modifikace dle Nowicki et al. (2005b). Podrobný popis výpočtů a zpracování dat je uveden například v Nowicki et Vrabec (2011), proto zde není opakován.

Použit byl model s odpovídající pravděpodobností a nejlépe vysvětlující situaci dle struktury nasbíraných dat. Jako nejvhodnější byl stanoven následující model:

$$\varphi(\cdot)p(g)$$

Jedná se o model se stejnou denní přežitelností a variující pravděpodobností zachycení, kdy pravděpodobnost odchycení je shodná v průběhu času, ale různá z hlediska pohlaví motýla.

Dále jsem samostatně vypočítala Lincoln-Petersonův index, který popsali Beneš et al. (2002) a Horáček (1984). Lincoln-Petersonův index je metoda, jež předpokládá, že zkoumaná situace má několik podmínek, které jsou však značně omezující. Jedná se o následující podmínky:

- 1) Populace musí být uzavřená, bez imigrace či emigrace,
- 2) v intervalu mezi značeními žádní jedinci nepřibývají ani se z ní neztrácejí, tedy se nelíhnou ani neumírají,
- 3) populace je značena náhodně, označení jedinci se volně mísí s neoznačenými,
- 4) všichni jedinci mají stejnou pravděpodobnost na druhý odchyt, což znamená, že odchyt a značení nikterak neovlivní jejich chování.

Těmto podmínkám vyhoví málokterá populace; podmínkou jejího užití je to, aby tyto předpoklady splňovala alespoň přibližně.

Lincoln-Petersonův index se počítá následovně. Pokud máme populaci o neznámém počtu jedinců (N), při prvním odchytu označíme v této populaci známý počet jedinců (m), tedy označené jedince, které posléze opět vypouštíme zpět do přírody. Následně se po určeném čase provede opakovaný odchyt. Opětovně odchycené jedince zaznamenáváme pod písmenem (r). Celkový počet jedinců chycených při druhém odchytu označíme písmenem (s). Za předpokladu, že víme, že poměr odchycených a neodchycených jedinců byl v případě obou značení stejný, platí, že:

$$r/m = s/N$$

Prostřednictvím trojčlenky poté můžeme zjistit odhad celkového počtu jedinců:

$$N = (m \times s)/r$$

Výpočet byl proveden pomocí 1/0 tabulky, v níž byly zaznamenány všechny dny, během nichž byl prováděn odchyt, a rovněž všichni odchycení jedinci. V případě odchytu se vyznačil čas a jedinec pomocí čísla 1, pokud odchyt v daném čase neproběhl, v tabulce byla zaznamenána nula. Za pomoci této tabulky se v programu Microsoft Excel zadala výše zmíněná rovnice, do níž se dosadily známé počty, díky čemuž bylo umožněno výsledek vypočítat. Výsledek nebylo možno vypočítat pro Okřešické louky z důvodu nedostatku zpětných odchytů. Taktéž nebylo možné vypočítat výsledek pro jednotlivé lokality kromě louky č. 1, nebo pro některé intervaly – je to z důvodu nulového zpětného odchycení mezi dvěma dny, tím pádem (r) = 0 a výsledek nelze vypočítat, jednalo by se o dělení nulou.

Posléze byl proveden kontrolní výpočet podle Horáčka (1984), z něhož lze vypočítat interval, v jehož rámci se počty jedinců pohybují; kde γ je statistický modul korigující vypočtenou hodnotu na hodnotu odpovídající zvolené hladině pravděpodobnosti. Pro jednoduchost výpočtu byla zvolena $\gamma = 1,5$ odpovídající hladině pravděpodobnosti $P = 0,966$.

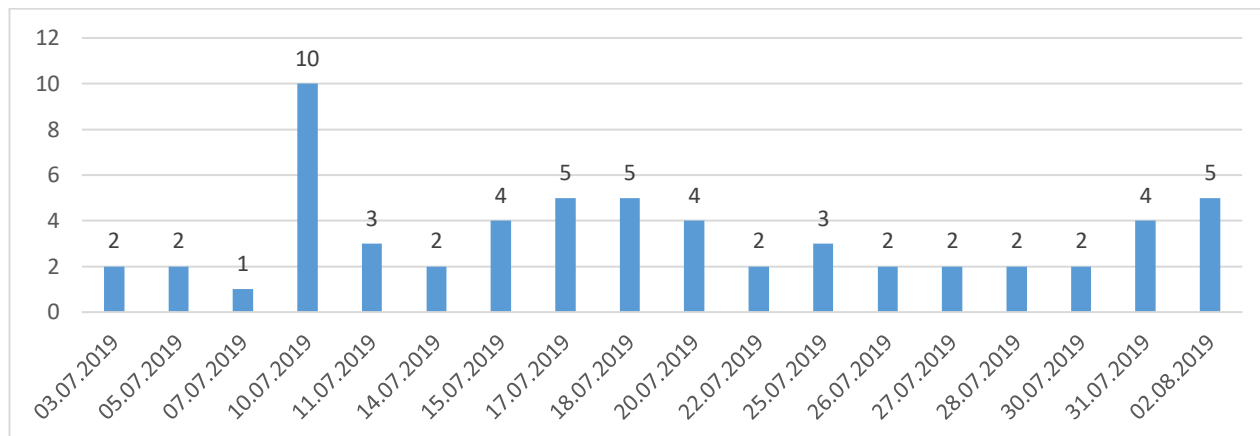
$$\delta = \gamma \times \sqrt{\frac{2 \times (s - r) \times (m - r)}{r \times (s \times m - r)}}$$

5 Výsledky

5.1 Louky v Sosnové u České Lípy

5.1.1 Absolutní počet odchytených jedinců v jednotlivých dnech

Na obrázku č. 18 je v grafu přehledně zaznamenáno, jaký počet jedinců se podařilo odchytil v daném dni pro všechny studované plochy u Sosnové dohromady; v počtech jsou zahrnuty i zpětné odchyty.

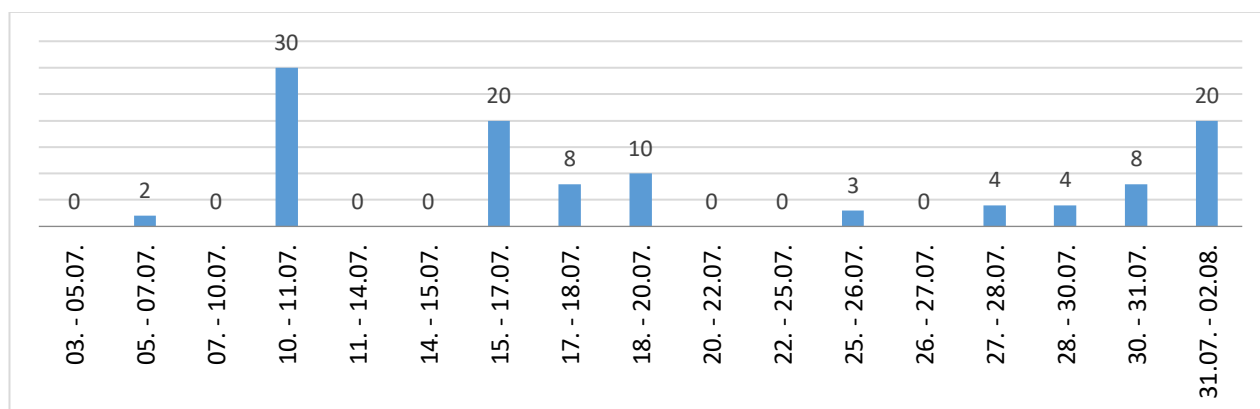


Obrázek č. 18: Graf počtu odchyťů *Phengaris teleius* u Sosnové na Českolipsku v jednotlivých dnech pro rok 2019.

5.1.2 Lincoln-Petersonův index

5.1.2.1 Pro všechny plochy v Sosnové u České Lípy

Na obrázku č. 19 je v grafu znázorněn odhad početnosti jedinců v daném intervalu dvou po sobě jdoucích odchyťových dnů, kdy bylo možné výpočet provést. Intervaly, ve kterých nebylo možné výpočet provést, mají hodnotu 0.



Obrázek č. 19: Graf vypočteného Lincoln-Petersonova indexu mezi jednotlivými odchyty *Phengaris teleius* pro louky v Sosnové u České Lípy v roce 2019. Zaokrouhлено na „celé“ jedince.

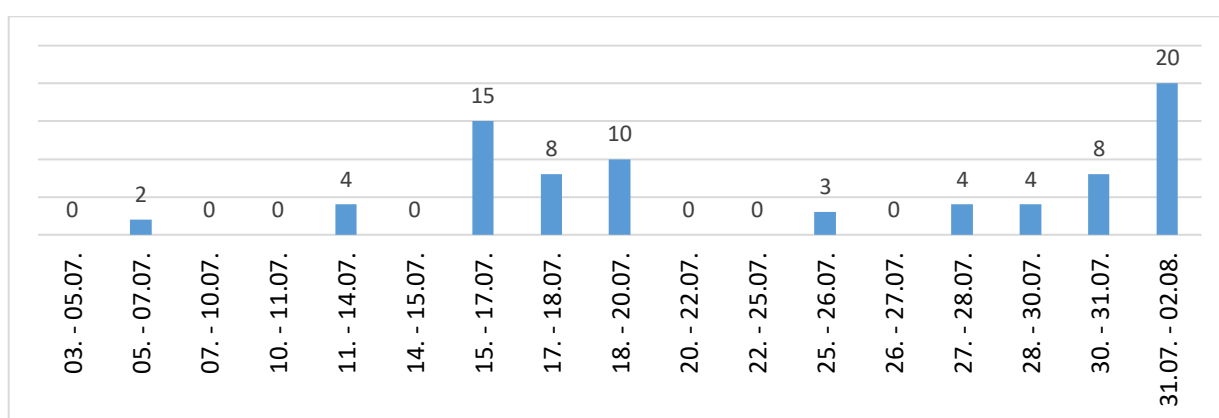
Rozptyl daných výsledků je uveden v tabulce č. 2.

LP index	2	30	20	8,3	10	3	4	4	8	20
rozptyl	-	± 50,1377	± 33,7171	± 4,35194	± 8,66025	-	± 4,8989	± 4,8989	± 11,1098	± 33,7171

Tabulka č. 2: Rozptyl Lincoln-Petersonova indexu pro všechny lokality v Sosnové u České Lípy.

5.1.2.2 Pro louku č. 1

Pro samostatnou plochu byl pokus o výpočet Lincoln – Petersonova indexu možný pouze v případě louky č. 1. Intervaly, ve kterých nebylo možné výpočet provést, mají hodnotu 0; je to z důvodu neexistujících zpětných odchytů mezi dvěma dny.



Obrázek č. 20: Graf vypočteného Lincoln-Petersonova indexu mezi jednotlivými odchty Phengaris teleius pro louku č.1 v Sosnové u České Lípy v roce 2019. Zaokrouhleno na „celé“ jedince.

Rozptyl daných výsledků je uveden v tabulce č. 3.

LP index	2	4	15	4,5	10	3	4	4	8	20
rozptyl	-	± 4,8989	± 24,0535	± 4,3519	± 8,6602	-	± 4,8989	± 4,8989	± 11,1098	± 33,7171

Tabulka č. 3: Rozptyl Lincoln-Petersonova indexu pro louku č. 1.

5.1.3 Stanovení celkové početnosti výpočtem MARK

Výpočtem bylo celkové množství jedinců *Phengaris teleius* na všech plochách u Sosnové odhadnuto na 98 jedinců za celou sezónu 2019, přičemž celkový počet záznamů motýlů činil 40 jedinců. Samostatně počítatelná byla pouze plocha louky č. 1, která má sama o sobě odhad celkového počtu jedinců čítající 97 při 36 záznamech ve skutečnosti. Zbývající 2 plochy nebylo pro velmi nízký počet odchytů možno vypočítat; proto je kvalifikovaný odhad stanoven násobkem příslušného počtu skutečně zachycených jedinců. Celkově jde o poměrně nízké hodnoty a populace druhu je nízká.

Plocha	Počet zachycených jedinců n	Parametry pro výpočet		Odhad sezónní velikosti populace				Sezónní pravděpodobnost odchycení \hat{P}_{total}	Odhadovaný počet jedinců	
		denní přežívání $\varphi(.)^a$	průměrná pravděpodobnost odchycení $p(.)^a$	\hat{N}_{total}	SE	95%CI-	95%CI+	Vylíhli jedinci v průběhu sezóny	Imigranti	
1	36	0,82	0,26	97	5	80	133	0,37	90	7
2 ^b	4	-	-	10	-	-	-	<u>0,40</u>	4	6
3 ^b	2	-	-	5	-	-	-	<u>0,40</u>	5	0
Suma	42	0,78	0,27	112	-	-	-	0,37	98	14
Všechny plochy	40	-	-	98	5	77	141	-	-	-

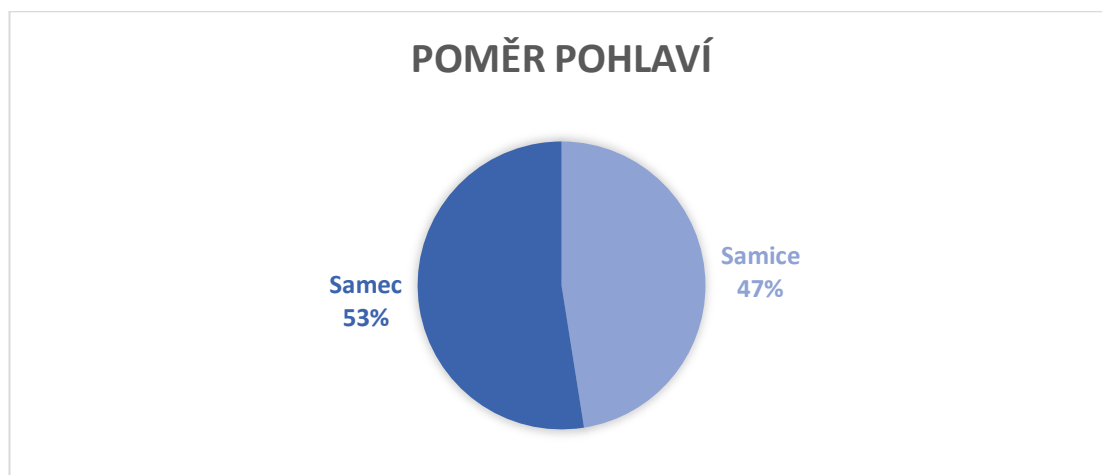
Tabulka č. 4: Výsledky analýzy MRR dat pro *Phengaris teleius* u *Sosnové* za rok 2019.

^a Uváděno pouze pro účely porovnání, zdali použitý model nebral v úvahu konstantní denní přežívání ani konstantní pravděpodobnost odchycení

^b \hat{P}_{total} bylo dopočteno bez odhadů MRR pomocí průměru 0,40

5.1.4 Poměr pohlaví

Poměr pohlaví motýlů *Phengaris teleius* činil 21:19 ve prospěch samců.



Obrázek č. 21: Graf poměru samic a samců *Phengaris teleius* na loukách v *Sosnové* u České Lípy v roce 2019 (Zdroj: Autor práce).

5.1.5 Disperze

Během letové sezóny bylo zaznamenáno pouze několik přeletů mezi plochami. Celkově se jednalo o tři jedince. Jedinec se značkou X7 přelétl z louky č. 1 na louku č. 2. Jedinec

se značkou 6 přelétl z louky č. 2 na louku č. 1. Nejvýznamnější z přeletů uskutečnil jedinec se značkou X31; ten přelétl z Okřešických luk na louku č. 1. Jednalo se o samce.

Celková disperze druhu *Phengaris teleius* byla velice nízká. Disperze mezi plochami založená na poměru opětovně chycených jedinců, kteří imigrovali na další plochu, činila 0,14 %. Disperze mezi plochami založená na základě předpokládaného celkového počtu imigrantů činila 0,12 %.

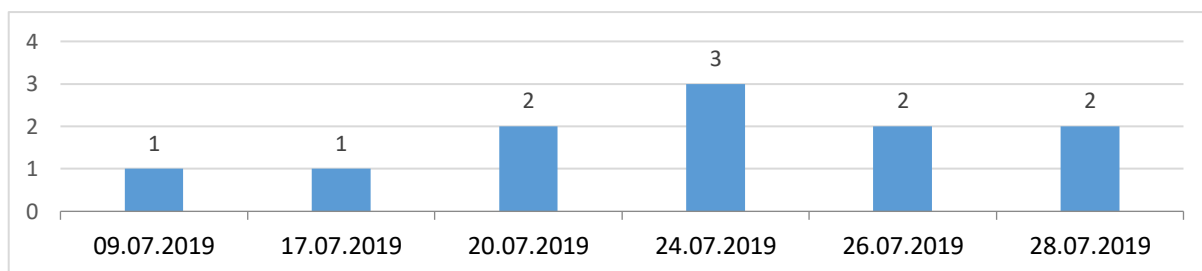
5.1.6 Průměrná délka života

Průměrná délka života jedinců na lokalitě v Sosnové u České Lípy, vypočítána na základě zpětných odchyťů, činila 1,6 dní. Celkem bylo více než jedenkrát zachyceno 16 jedinců *P. teleius*.

5.2 Okřešice u České Lípy

5.2.1 Stanovení celkové početnosti

Na lokalitě PP Okřešické louky bylo za celou letovou sezónu označeno pouze 10 jedinců *Phengaris teleius*. Jeden jedinec byl odchyten zpětně. První byl označen dne 09. 07. 2019 a poslední dne 28. 07. 2019. Na obrázku č. 22 jsou prostřednictvím grafu vyobrazeny odchyty v jednotlivých dnech. Alespoň k jednomu odchytu došlo celkem v šesti dnech.



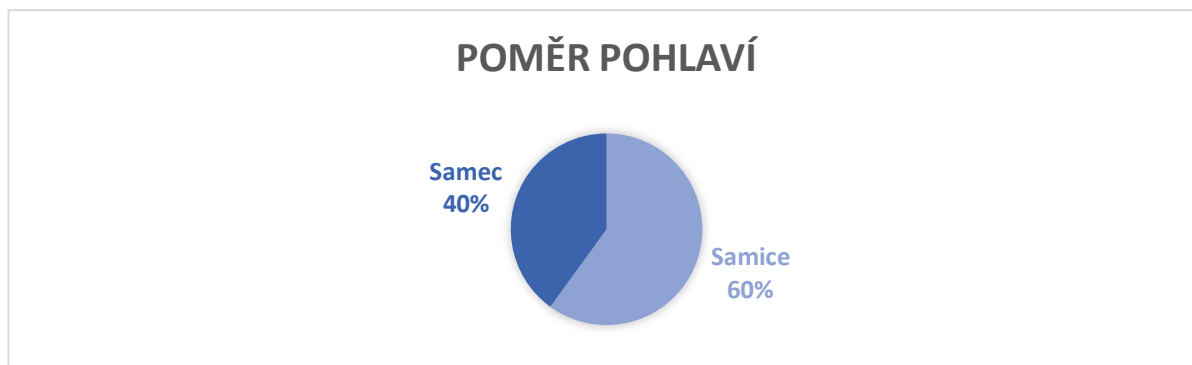
Obrázek č. 22: Počty odchyťů v jednotlivých dnech na PP Okřešické louky.

Byla zaznamenána jedna emigrace – na Sosnovou u České Lípy. Tento motýl byl poprvé označen dne 28. 07. 2019 na Okřešických loukách a dne 31. 07. 2019 emigroval na louku č. 1 v Sosnové u České Lípy. Jednalo se o jedince samčího pohlaví se značkou X31.

Analýzu MRR v programu MARK ani výpočet Lincoln-Petersonova indexu nebylo možné provést z důvodu nedostatečného množství dat, nicméně tento náhodný přelet potvrzuje komunikaci obou systémů.

5.2.2 Poměr pohlaví

Poměr pohlaví na této louce vycházel ve prospěch samic (4:6), což je vyobrazeno na obrázku č. 23. U jednoho motýla nebylo zaznamenáno pohlaví, byl však zachycen v druhé půli letového období, proto byl označen jako samice.



Obrázek č. 23: Graf poměru samic a samců na PP Okřešické louky.

5.2.3 Průměrná délka života

Průměrnou délku života jedinců na lokalitě PP Okřešické louky nebylo možné vypočítat z důvodu nedostatečného množství zpětných odchytů.

6 Diskuze

6.1 Stanovení celkové početnosti

6.1.1 Louky v Sosnové u České Lípy

6.1.1.1 Lincoln-Petersonův index

Výsledky Lincoln-Petersonova indexu jsou zaznamenány v grafu (viz obrázek č. 20). V tabulce č. 2 je uveden rozptyl, v němž se mohou nacházet odhadované počty jedinců. Rozptyl je natolik velký, že počet jedinců leckdy až dvojnásobně přesahuje počet odhadovaný dle Lincoln-Petersonova indexu; důvodem je nízký počet odchycených jedinců. Žádná z hodnot intervalového odhadu početnosti však nepřekračuje celkový odhad početnosti populace provedený programem MARK, což potvrzuje reálnost provedeného odhadu.

6.1.1.2 Analýza MRR

Celkový počet odchycených jedinců činil 40. Výsledek výpočtu odhadu početnosti za celou letovou sezónu pomocí programu MARK činil 98 jedinců. Pokud se podíváme na obrázek č. 19, kde lze po jednotlivých odchyťových dnech nahlédnout počet jedinců odchycených v daných dnech, je možné si povšimnout, že počet těchto jedinců kolísá – s výjimkou jednoho dne, kdy bylo odchyceno 10 jedinců, se křivka postupně zvedá a prvního vrcholu dosahuje 18. – 20. 07. 2019, kdy bylo odchyceno pět jedinců za den; poté opět dochází k ústupu a znovu křivka roste až na přelomu července a srpna. To by mohlo být způsobeno jednak klimatickými výkyvy (za zhoršeného počasí se chytá méně motýlů, protože je snížena jejich aktivita), jednak skutečností, že s pokročilejší dobou letové sezóny dochází častěji k přeletům ze vzdálenějších lokalit – mohlo tudíž docházet k imigraci z okolních lokalit, na něž jsme se nezaměřili, pokud tyto existují. Naneštěstí nevíme, jak by křivka nadále pokračovala, jelikož nedošlo k celkovému dochytání motýlů v rámci dané sezóny; celkový počet jedinců tedy může být ještě o něco vyšší, protože lze předpokládat, že letové období trvalo ještě několik dalších dnů v srpnu po ukončení monitoringu.

Pokud se zaměříme na den 10. 07. 2019 a na výkyv v odchytech, který zde nastal, je možné jej vysvětlit jako důsledek vlivu počasí, jež v dotyčný den panovalo. Od počátku odchyťů se jednalo o první den, během něhož teplota překročila 20°C; zároveň nebylo příliš větrno, nepršelo a louka byla dobře osluněná. Pokud z hlediska počasí nahlédneme na celou odchyťovou křivku, počet odchyťů je spíše úměrný podmínkám vyplývajícím z počasí.

Za zmínku jistě stojí i skutečnost, že byl krvavec toten na těchto loukách napaden plísní, kterou jsme bohužel neměli možnost přesněji specifikovat (viz obrázek č. 24). Stejně tak

výška krvavce totenu přesahovala preferovaných 30 cm, protože může být tato lokalita vhodnější pro druh *Phengaris nausithous*, který se zde vyskytoval hojněji.

Posečení luk č. 2 a 3 pravděpodobně mělo rovněž vliv na početnost. Vyvolalo odlet motýlů líhnoucích se na daných loukách do okolí, kde nemuseli být zachyceni. Dále mohla mít vliv skutečnost, že louky nebyly zakladeny (chyběla živná rostlina), ale pravděpodobně se tento vliv projeví především v nadcházejících letech.

Z vlastních poznatků autorky práce, která tuto lokalitu zná, byl rozdíl patrný i v míře podmáčenosti louky (ve srovnání s předcházejícími roky). Louka byla suchá a potok, který dříve protékal mezi loukou č. 2 a 3, byl vyschlý.

Veškeré tyto faktory mohly negativně ovlivnit počty jedinců na lokalitách.



Obrázek č. 24: Stav krvavce totenu na loukách v Sosnové u České Lípy (zdroj: autorka práce).

6.1.2 PP Okřešické louky

Na PP Okřešické louky nebylo možné provést odhad celkové početnosti jedinců modráška očkovaného z důvodu příliš nízkého počtu odchycených jedinců. Celkově bylo odchyceno deset jedinců; během jednoho dne byli zachyceni nejvíce tři jedinci. V rámci inventarizačního průzkumu v roce 2018 (Skyva, 2018) bylo během dvou dnů odchyceno osm jedinců modráška očkovaného. Dle Honců (2009) je populace stabilní. Slabé odchyty

v roce 2019 můžeme přisuzovat významně suchému roku, který byl z počátku letové sezóny i relativně chladný, případně nedostatečnému managementu stanoviště, který se zaměřuje spíše na ochranu významných rostlin, díky nimž je tato lokalita v okolí naprosto jedinečná.

Krvavce totenu bylo na této lokalitě poskrovnu, jednalo se pouze o několik desítek rostlin. Lokalita byla oproti předcházejícím rokům rovněž značně vysušená a místa, v nichž se dříve držela voda (včetně nevelkého vodního koryta), byla vyschlá. Zdá se, že zde dochází ke změně přírodních podmínek v neprospěch výskytu živné rostliny – krvavce totenu.

6.1.3 Hypotéza č. 1

První hypotéza, která byla pro tuto práci stanovena, předpokládala, že celkový počet jedinců na loukách v Sosnové u České Lípy přesáhne počet 500 jedinců modráška očkovaného. Tuto hypotézu se nepodařilo potvrdit, protože odhadovaný počet dle MMR analýzy činil 98 jedinců, toto množství jedinců lze považovat za kritické z hlediska dalšího přežívání populace druhu *Phengaris teleius* v dané lokalitě.

6.2 Poměr pohlaví

Poměr pohlaví jedinců na obou lokalitách se blíží zastoupení 50 % pro obě pohlaví. Na lokalitě v Sosnové u České Lípy to bylo 21:19 ve prospěch samců a na Okřešických loukách se jednalo o 4:6 ve prospěch samic. Dle Nowicki et al. (2005a) je poměr pohlaví na loukách buď vyvážený, nebo se mírně vychyluje ve prospěch samic. Dle Bonelli et al. (2013) jsou motýli rodu *Phengaris* protandriční, takže v první půli letového období převažují samci, ve druhé samice. Při poměrně malém počtu zaznamenaných jedinců nelze příliš spekulovat o celkové délce letového období, které vzhledem k ukončení z časových důvodů nebylo dočtyáno. Výsledek odhadu počtu motýlů však bude ovlivněn minimálně vzhledem k jejich celkovému zjištěnému počtu (v konci letového období by přibyli pouze jednotlivci).

Ačkoliv je počet odchycených jedinců nízký a tím pádem méně přesný, než by tomu bylo v případě vyšších počtů odchycených jedinců, mohli bychom na základě výsledného poměru pohlaví velmi opatrně předpokládat, že nebyla dočtyána celá letová sezóna na loukách v Sosnové u České Lípy (převaha samců). Na PP Okřešické louky byl počet jedinců ještě nižší, jeden jedinec navíc neměl zaznamenáno pohlaví; byl zpětně označen za samici. V případě, že by byl počet motýlů při stejném poměru vyšší, dalo by se předpokládat, že letová sezóna začíná v této lokalitě dříve, než na loukách v Sosnové u České Lípy.

6.3 Průměrná délka života

Průměrnou délku života bylo možné stanovit pouze pro louky v Sosnové u České Lípy, kde její výpočet činil 1,6 dne, což je pod průměrem 2,0 – 3,1 dne, který uvádí Nowicki et al. (2005a). Tento propad může být způsoben izolací lokality, nezachycenou emigrací i imigrací. Jak zmiňují Laštůvka et Uříčář (2013) a Johst et al. (2006), modrásek očkovaný, na rozdíl od modráška bahenního, není schopen přežít na izolované lokalitě a dle Bonelli et al. (2013) existuje až třikrát vyšší úmrtnost jedinců na izolovaných lokalitách.

6.4 Přelety

Disperze byla velice nízká, za celou letovou sezónu došlo pouze ke třem přeletům mezi jednotlivými plochami. Dva přelety se uskutečnily mezi loukou č. 1 a loukou č. 2, každý z těchto dvou přeletů proběhl opačným směrem. Jeden z přeletů byl uskutečněn z PP Okřešické louky na louku č. 1 v Sosnové u České Lípy.

Přelet z PP Okřešické louky je pozoruhodný nejen přeletovou vzdáleností (cca 3 km), kterou musel jedinec překonat, ale i skutečností, že jedinec emigroval z lokality s nižší hustotou osídlení na lokalitu s hustotou vyšší, tedy opačným směrem, než je předpokládaný pravděpodobnější směr migrace (Nowicki et Vrabec, 2011). Další zvláštností je to, že častěji dochází k migraci samic; samice jsou rovněž schopné uletět větší vzdálenost (Skórka et al., 2013). V případě migrujícího jedince X31 se jednalo o samce.

Na obrázku č. 25 jsou vyobrazeny lokality, které jsou chráněny z důvodu výskytů *Phengaris teleius* a *Phengaris nausithous*, čemuž je uzpůsoben i management příslušných stanovišť. Je ovšem pravděpodobné, že stanovišť s výskytem modrásků existuje více; případně zde existují takzvané nášlapné kameny mezi jednotlivými lokalitami, které usnadňují přelety. V případě nášlapných kamenů se jedná o malé plošky, na nichž se vyskytuje krvavec toten. Tomuto tvrzení by odpovídalo zjištění, že mezi lokalitou v Sosnové u České Lípy a PP Okřešickými loukami se na loukách a pastvinách krvavec toten nachází. Mezi těmito lokalitami vede železniční trať, v jejímž náspu se rostliny krvavce rovněž nachází; může se jednat o koridor, kterým se jedinci dostávají ke vzdálenější lokalitě. Nowicki et al. (2005a) zmiňují, že jedinci *Phengaris teleius* mohou ulétnout až 6 km, jedná se však o výjimečné případy; nejčastěji uletěná vzdálenost nepřekračuje 500 m. Skórka et al. (2013) taktéž zmiňují, že s pokročilejší letovou sezónou se zvyšuje průměrný dolet jedinců na vzdálenější lokality.

Případ emigrace jedince se značkou X31 evokuje otázku, zda nebyl na PP Okřešické louky natolik nízký počet samic vhodných pro rozmnožení, že byl dotyčný samec nucen vyhledat samici na jiné lokalitě, šlo by tedy o migrační chování spojené spíše s vyhledáváním partnera než s nedostatkem zdrojů. Tento závěr je však nepodložený

fakty a pro jeho ověření by bylo zapotřebí provést detailnější výzkum většího množství lokalit v okolí; k emigraci motýla pravděpodobně došlo v důsledku kumulace více vlivů.



Obrázek č. 25: Lokality s dotací na ochranu *Phengaris* dle LPIS. Na obrázku pod číslem 1 jsou označeny louky v Sosnové u České Lípy. Pod číslem 2 je označena poloha PP Okřešické louky (Zdroj: <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>, Úprava: Autorka práce).

6.4.1 Hypotéza č. 2

Druhá hypotéza, která byla pro tuto práci stanovena, předpokládala, že mezi loukami u Sosnové u České Lípy a PP Okřešickými loukami probíhá výměna genů díky přeletům jedinců motýla. Tuto hypotézu se podařilo potvrdit díky jednomu zaznamenanému migrujícímu jedinci se značkou X31, který migroval z PP Okřešické louky na louky v Sosnové u České Lípy. Avšak jak již bylo zmíněno výše, bylo by vhodné provést další výzkum, který by toto tvrzení dále verifikoval, protože se jednalo pouze o jednoho jedince, který se na louku u Sosnové mohl dostat náhodou (přivanutím větrem apod). Nicméně z hlediska genetického stačí jediný jedinec z cizí kolonie, aby zabránil příbuzenské plemenitbě a inbreedingu (Beneš a kol., 2002). Jinou možností, než je postupný přelet, můžeme řadit například náhodný přenos jedince vozidly či vlakovou dopravou. V sousedství lokalit u Okřešic a Sosnové prochází kolejiště, kterým projíždí vlaky přibližně jednou až dvakrát za hodinu a spojují obě lokality. Šíření hmyzu a motýlů prostřednictvím tzv. hitch-hiking (doslova „autostop, stopování“) bylo v poslední době diskutováno častěji (Janšta et al., 2008; Vrabec et Marek, 2017). Jednotlivé rostliny krvavce v náspu trati mohou navíc představovat ideální nášlapné kameny, které modrásci *Phengaris* mohou využívat. Trať by tak mohla představovat významný koridor šíření.

6.5 Doporučení pro praxi a další výzkum

6.5.1 Doporučení pro praxi – management stanovišť

Laštůvka et Uříčář (2013) doporučují před jakýmkoliv zásahem do současného managementu posoudit stav populace, protože je možné, že management, který právě probíhá, může být pro danou populaci tím nejvhodnějším. Na základě velmi nízkého počtu jedinců *Phengaris teleius*, který jsem prostřednictvím výše uvedených výsledků potvrdila v případě Sosnové i na Okřešických loukách, se domnívám, že správné nastavení managementu je nyní zcela nezbytné. Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.3.3.1 Doporučený management stanovišť, modrásek očkovaný často sdílí své stanoviště s modráskem bahenním, nicméně modrásek očkovaný je na životní podmínky náročnější, pročež je vhodnější přizpůsobit stanoviště primárně jeho potřebám. Dle Konvička et al. (2005) je nejvhodnější provádět seč jednou do roka, a to vždy před 15. červnem; zároveň by se mělo vždy jednat o seč mozaikovitou nebo pásovou z důvodu ochrany ostatních druhů.

6.5.1.1 Louky v Sosnové u České Lípy

Louky v Sosnové u České Lípy byly v roce 2018 všechny – až na louku č. 4 – označeny jako louky s výskytem modrásků (LPIS) a seč by tomu měla být uzpůsobena; naneštěstí tomu tak nebylo. Louka č. 1 nebyla v roce 2019 sečena vůbec. Louky č. 2 a 3 byly posečeny 15. 07. 2019, tj. v termín naprosto nevhodný z hlediska ochrany populace modrásků. Na základě této seče byly kontaktovány příslušné úřady. V roce 2020 jsou louky č. 1–3 opět chráněné, seč byla povolena do 10. 06. a od 01. 09. do 30. 09. Seč byla provedena na všech loukách během prvního červnového týdne r. 2020; jednalo se o celoplošnou seč.

Doporučení pro další kroky v rámci podpory výskytu *Phengaris* na těchto stanovištích spočívají primárně v zavedení pásové nebo mozaikovité seče s ohledem na výskyt krvavce totenu, a to především na louce č. 2, kde krvavec toten roste ve shlucích. Není podmínkou, aby pásové seči podléhaly v daném roce všechny louky, stačí pouze jedna nebo její část, ostatní mohou zůstat v režimu celoplošné seče, nicméně musí být dodrženy výše uvedené termíny vhodné z hlediska modrásků. Louka s provedenou pásovou sečí může být v každé následující sezóně jiná.

6.5.1.2 Okřešické Louky

Na rozdíl od luk v Sosnové u České Lípy spadají Okřešické louky pod správu CHKO Kokořínsko – Máchův kraj a jsou přírodní památkou, pročež je pro ně vypracován plán péče. V roce 2018 byla tato louka před letovou sezónou sečena pásovitě. V roce 2019 nebyla louka sečena před letovou sezónou ani během ní.

Na PP Okřešické louky se vyskytuje mnoho chráněných druhů, kterým je management třeba přizpůsobit; proto neexistuje příliš možností, jak management upravit. V plánu péče je brán zřetel na výskyt modráska očkovaného a modráska bahenního; seč není

doporučena v termínu od 15. 6. do 30. 8., což je z hlediska ochrany modráška očkovaného vhodný management, který však nepředpokládal vysychání louky a změnu ve složení rostlinných společenstev. Tento trend nebylo možné předpokládat a zdá se, že bude pokračovat. Doporučujeme management operativně měnit dle výsledků terénních šetření, které doporučujeme provádět celoročně před a v průběhu letového období modrásků *Phengaris*.

6.5.2 Doporučení pro další výzkum

Vzhledem k tomu, že tato diplomová práce otevřela řadu otázek, na něž nebylo možno odpovědět, bylo by vhodné provést další výzkum na těchto i okolních lokalitách. Mezi důležité nezodpovězené otázky můžeme zařadit tyto:

- 1) Jaký je stav populace modráška očkovaného na jiných okolních lokalitách v doletu, které by bylo možné vytipovat?
V případě této otázky může posloužit jako ukazatel databáze LPIS, v níž jsou vyznačeny lokality s předpokládaným výskytem modráška očkovaného, nicméně by bylo vhodné vytipovat i jiné lokality, které vyznačeny nejsou, a výskyt na vyznačených územích ověřovat.
- 2) Probíhá výměna genů i mezi ostatními lokalitami?
- 3) Jaký je stav populace mravenců rodu *Myrmica* v těchto i okolních lokalitách?
- 4) Nakolik ovlivňuje současný stav sucha populace modrásků očkovaných?
- 5) Jaká plíseň napadá krvavec toten na lokalitě v Sosnové u České Lípy a jaký má vliv na místní populaci modrásků očkovaných?

Dále by bylo vhodné zopakovat výzkum, který byl proveden v rámci této diplomové práce, v jiném roce – a to z důvodu mnoha faktorů, které mohly tento výzkum ovlivnit. Mezi tyto potenciálně ovlivňující faktory se řadí například posečení luk mimo vhodný termín. Dalším důvodem pro provedení opětovného výzkumu je také skutečnost, že přelet mezi lokalitami v Sosnové u České Lípy a Okřešickými loukami byl zaznamenán pouze v jediném případě a jedná se tudíž o statisticky neprůkazný vzorek, ačkoliv fakticky zaznamenaný.

7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo stanovit odhad početnosti tří sousedních kolonií modrásků druhu *Phengaris teleius* na loukách u obce Sosnová u České Lípy a vyhodnotit jejich případné přelety v širším okolí, zejména pak možnou vzájemnou komunikaci s územím PP Okřešické louky; dále pak ověřit dvě hypotézy, z nichž první předpokládala, že početnost populace druhu *Phengaris teleius* u Sosnové dosahuje hodnot vyšších než 500 jedinců za sezónu. Druhá z ověřovaných hypotéz pak předpokládala, že mezi loukami u Sosnové a PP Okřešické louky probíhá výměna genů díky přeletům jedinců motýla.

Ačkoliv v průběhu výzkumu došlo k několika nečekaným událostem (od častých dešťů až po posečení některých z luk v nevhodném termínu), byly cíle práce splněny a hypotézy otestovány.

První hypotéza potvrzena nebyla, protože odhadovaný počet dle MMR analýzy činil 98 jedinců za letovou sezónu, což ani z daleka nedosahuje počtu 500 jedinců, který hypotéza předpokládala. Druhá hypotéza pak potvrzena byla, navzdory skutečnosti, že se jednalo o jediného migrujícího jedince, jenž migroval z PP Okřešické louky na louky v Sosnové u České Lípy. Hlavním zjištěním studie je však varovné upozornění na velmi nízký stav populace modráska očkovaného na sledovaných lokalitách, který byl v roce 2019 zhoršen nevhodným managementem značné rozlohy luk u Sosnové.

Pokud by měl probíhat další výzkum v těchto lokalitách, bylo by vhodné nejen zopakovat kroky uskutečněné v rámci tohoto výzkumu, ale zároveň nalézt odpovědi i na další otázky, jejichž problematika byla detailněji popsána v kapitole 6.5.2 Doporučení pro další výzkum. První krok, který by bylo vhodné provést za účelem možnosti zahájení dalšího výzkumu, by měl spočívat ve zjištění aktuálního stavu všech potenciálních stanovišť v blízkém okolí a ve zmapování propojení těchto lokalit.

8 Literatura

AOPK ČR. 2018. Plán péče pro přírodní památku Okřešické louky na období 2018-2027. Praha, 23.

Balletto E, Bonelli S, Settle J, Thomas JA, Verovnik R, Wahlberg N. 2010. *Maculinea Van Eecke, 1915 (Lepidoptera: Lycaenidae): proposed precedence over Phengaris Doherty, 1981*. Bulletin of Zoological Nomenclature **67**(2):129-132.

Barbero F, Thomas JA, Bonelli S, Balletto E, Schönrogge K. 2009. Queen ants make distinctive sounds that are mimicked by a butterfly social parasite. *Science* **323**:782-785.

Batáry P, Örvössy N, Körösi Á, Vályinagy M, Peregovits L. 2007. Microhabitat preferences of *Maculinea teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae) in a mosaic landscape. *European Journal of Entomology* **104**:731-736.

Bína P. 2017. O monitoringu hnědáka osikového. *Fórum ochrany přírody* **4**:7-9

Bonelli S, Vrabec V, Witek M, Barbero F, Patricelli D, Nowicki P. 2013. Selection on dispersal in isolated butterfly metapopulations. *Population ecology* **55**(3):469-478.

Brakefield PM. 1982. Ecological studies on the butterfly *Maniola jurtina* in Britain. II. Population dynamics: the present position. *The Journal of Animal Ecology* 727-738.

Czechowski W, Radchenko A, Czechowska W. 2002. The ants (Hymenoptera, Formicidae) of Poland. depon in Warszawa: Museum and Institute of Zoology. 200.

Elmes GW, Petal J. 1990. Queen number as an adaptable trait: evidence from wild populations of two red ant species (genus *Myrmica*). *The Journal of Animal Ecology*. **59**:675-690.

Farkač J, Král D, Škorpík M. 2005. Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Příroda, Praha. 760 str.

Fiedler K. 1990. New information on the biology of *Maculinea nausithous* and *M. teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Nota Lepidopterologica* **12**(4):246-56.

Fiedler K. 1998. Lycaenid-ant interactions of the *Maculinea* type: tracing their historical roots in a comparative framework. *Journal of Insect Conservation* **2**(1):3-14.

Fric Z, Wahlberg N, Pech P, Zrzavý J. 2007. Phylogeny and classification of the Phengaris–*Maculinea* clade (Lepidoptera: Lycaenidae): total evidence and phylogenetic species concepts. *Systematic Entomology* **32**(3):558-567.

Harrison S, Murphy DD, Ehrlich PR. 1988. Distribution of the bay checkerspot butterfly, *Euphydryas editha bayensis*: evidence for a metapopulation model. *The American Naturalist* **132**(3):360-382.

Hayes MP. 2015. The biology and ecology of the large blue butterfly *Phengaris (Maculinea) arion*: a review. *Journal of Insect Conservation*. **19**:1037–1051.

Hejda R, Farkač J, Chobot K. 2017. Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. *Příroda, Praha* **36**: 1-612.

Honců M. 2009. Průzkum PP Okřešické louky. Bezděz, vlastivědný sborník Českolipska **18**:141-152.

Horáček I. 1984. K otázce použitelnosti Petersonova indexu: testování spolehlivosti získaných dat. *Lynx* **22**:79-82.

Hovestadt T, Thomas JA, Miteser O, Schönrogge K. 2019. Multiple host use and the dynamics of host switching in host–parasite systems. *Insect Conservation and Diversity* **12**(6):511-522.

Janšta P, Vrabec V, Stránský J, Mikát M, Mocek B. 2008. The occurrence of the praying mantis (*Mantis religiosa*) (Mantodea: Mantidae) in Central Bohemia and its distribution in the Czech Republic. *Klapalekiana* **44**(1-2): 21-25.

Janzen DH. 1976. Two patterns of pre-dispersal seed predation by insects on Central American deciduous forest trees. In *Tropical trees. Variation, breeding and conservation*. Linnean Society Symposium **2**:179-188.

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.

Knauerová M, Drnková J. 2017. *Atlas bylin*. Albatros Media as. Brno. 144.

Konvička M, Beneš J, Čížek L. 2005. Ohrožený hmyz nelesních stanovišť: ochrana a management. *Sagittaria*. Olomouc. 127.

Konvička M, Beneš J, Fric Z. 2010. Ochrana denních motýlů v České republice—Analýza stavu a dlouhodobá strategie. Online:
http://www.lepidoptera.cz/file_download/49/Konvicka_Ochrana+dennich+motylu+CR2_010_MZP_fin.pdf (25.12.2019)

Laštůvka Z, Uříčář J. 2013. Podklad pro plán managementu druhu modrásek očkovaný (*phengaris teleius*). Agentura ochrany přírody a krajiny. Praha. **26**. Online:
<http://www.ochranaprirody.cz/res/data/144/018986.pdf>.

Levins R. 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America* **15**:237–240.

ND OP. 2012. Nálezová databáze ochrany přírody. In: Portál informačního systému ochrany přírody. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. Online:
https://portal.nature.cz/publik_syst/nd_nalez-public.php?idTaxon=97896 (25.12.2019)

Nowicki P, Settele J, Thomas JA, Woyciechowski M. 2005a. A review of population structure of *Maculinea* butterflies. *Studies on the ecology and conservation of butterflies in Europe* **2**:144-149.

Nowicki P, Richter A, Glinka U, Holzschuh A, Toelke U, Henle K, Woyciechowski M, Settele J. 2005b. Less input same output: simplified approach for population size assessment in Lepidoptera. *Population Ecology* **47**:203–212

Nowicki P, Vrabec V. 2011. Evidence for positive density-dependent emigration in butterfly metapopulations. *Oecologia* **167**:657–665.

Pech P, Fric Z, Konvička M, Zrzavý J. 2004. Phylogeny of Maculinea blues (Lepidoptera: Lycaenidae) based on morphological and ecological characters: evolution of parasitic myrmecophily. *Cladistics* **20**:362-375.

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.

Pledger S, Pollock KH, Norris JL. 2003. Open capture-recapture models with heterogeneity: I. Cormack-Jolly-Seber model. *Biometrics* **59**(4):786-794.

Porter K, Ellis S. 2011. Securing viable metapopulations of the marsh fritillary butterfly, *Euphydryas aurinia* (Lepidoptera: Nymphalidae) in Northern England. *Journal of Insect Conservation* **15**(1-2):111-119.

Radchuk V, WallisDeVries MF, Schtickzelle N. 2012. Spatially and financially explicit population viability analysis of *Maculinea alcon* in The Netherlands. *PloS one* **7**(6).

Robinson EJ. (2014). Polydomy: the organisation and adaptive function of complex nest systems in ants. *Current Opinion in Insect Science* **5**:37-43.

Sala M, Casacci LP, Balletto E, Bonelli S, Barbero F. 2014. Variation in butterfly larval acoustics as a strategy to infiltrate and exploit host ant colony resources. *PLOS one* **9**(4).

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.

Skórka P, Nowicki P, Lenda M, Witek M, Śliwińska EB, Settele J, Woyciechowski M. 2013. Different flight behaviour of the endangered scarce large blue butterfly *Phengaris teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae) within and outside its habitat patches. *Landscape Ecology* **28**(3):533-546.

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**(1):97-100.

Skyva J. 2018. Inventarizační průzkum denních motýlů bezlesí: Závěrečná zpráva. AOPK. Praha. 12.

Śliwińska EB, Nowicki P, Nash DR, Witek M, Settele J, Woyciechowski M. 2006. Morphology of caterpillars and pupae of European *Maculinea* species (Lepidoptera: Lycaenidae). *Entomologica Fennica* **17**:351–358

Stettmer C. 2001. Habitatmanagement und Schutzmassnahmen fur die Ameisenblaulinge *Glaucopsyche teleius* und *Glaucopsyche nausithous*. Teil 1: Populationsdynamik, Ausbreitungsverhalten und Biotopverbund. *Nat Landsch* **76**:278-287.

Tartally A. 2005. *Neotypus melanocephalus* (Hymenoptera: Ichneumonidae): the first record of a parasitoid wasp attacking *Maculinea teleius* (Lycaenidae). *Nota lepidopterologica* **28**(1):65-57.

Tartally A, Varga Z. 2008. Host ant use of *Maculinea teleius* in the Carpathian-Basin (Lepidoptera: Lycaenidae). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **54**(3):257-268.

Timuş N. 2014. Taxonomy, biology and ecology of myrmecophilous butterfly *Maculinea teleius* (Lepidoptera, Lycaenidae) from Cluj and Dej Hills Area (Cluj County). [PhD. Thesis]. "Babeş-Bolyai" University, Rumunsko. 36.

Thomas C. D. 1985. The status and conservation of the butterfly *Plebejus argus* L. (Lepidoptera: Lycaenidae) in North West Britain. *Biological conservation* **33**(1):29-51.

Thomas JA, Elmes GW. 2001. Food-plant niche selection rather than the presence of ant nests explains oviposition patterns in the myrmecophilous butterfly genus *Maculinea*. *Proceedings of the Royal Society of London* **268**:471-477.

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**(4):457-464.

Thomas JA, Elmes GW, Wardlaw JC, Woyciechowski M. 1989. Host specificity among *Maculinea* butterflies in *Myrmica* ant nests. *Oecologia* **79**(4):452-457.

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* **44**(2):175-184.

Tree of Life Web Project. 2004. *Myrmica*. Version 04 October 2004 (temporary). <http://tolweb.org/Myrmica/22552/2004.10.04> in The Tree of Life Web Project, <http://tolweb.org/>

Van Nouhuys S. 2009. Metapopulation ecology. In: *Encyclopedia of Life Sciences (ELS)*. John Wiley & Sons. Chichester. 9. Online: <http://www.eeb.cornell.edu/sdv2/www/data/uploads/pdf/metapopulation-els-2009.pdf>.

Vrabec V, Marek S. 2017. Nález okáče voňavkového – *Brintesia circe* (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) v Přírodní památce Žehuňsko – Báň u Hradčan. *Práce muzea v Kolíně, řada přírodovědná* **12**: 85-92.

Vrabec V, Bubová T, Kulma M. 2018. Možná nás motýl přežije – k aktuálnímu stavu populace hnědáka osikového v Čechách. *Živa* **66**(4): 188-190.

Vrabec V, Bubová T, Kulma M, Krása A, Nowicki P. 2019. How *Euphydryas maturna* survived extinction in the Czech Republic: status of a relic population after intensive conservation management. *Journal of Insect Conservation* **23**(2):393-403.

Wardlaw JC, Elmes GW. 1996. Exceptional colony size in *Myrmica* species (Hymenoptera: Formicidae). *Entomologist* **115**:191-196.

White GC, Burnham KP. 1999. Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* **46**:120–138.

Witek M, Nowicki P, Śliwińska EB, Skorka P, Settele J, Schönrogge K, Woyciechowski M. 2010. Local host ant specificity of *Phengaris (Maculinea) teleius* butterfly, an obligatory social parasite of *Myrmica* ants. *Ecological Entomology* **35**(5):557-564.

World Conservation Monitoring Centre. 1996. *Phengaris teleius*. The IUCN Red List of Threatened Species 1996: e.T12664A3372399. Online:
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T12664A3372399.en>

Wynhoff I. 1998a. Lessons from the reintroduction of *Maculinea teleius* and *M. nausithous* in the Netherlands. *Journal of Insect Conservation* **2**:47-57.

Wynhoff I. 1998b. The recent distribution of the European *Maculinea* species. *Journal of Insect Conservation* **2**(1):15-27.

Wynhoff I, van Langevelde F. 2017. *Phengaris (Maculinea) teleius* butterflies select host plants close to *Myrmica* ants for oviposition, but *P. nausithous* do not. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **165**(1):9-18.

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny