

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Stanovení populačních parametrů druhu *Phengaris nausithous* na vybraných stanovištích Českolipska
Diplomová práce**

Autor práce: Hana Červinková

Obor studia: Zájmové chovy zvířat

Vedoucí práce: Mgr. Vladimír Vrabc, PhD.

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "**Stanovení populačních parametrů druhu *Phengaris nausithous* na vybraných stanovištích Českolipska**" 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne

Bc. Hana Červinková

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Mgr. Vladimíru Vrabčovi, Ph.D., za vedení mé diplomové práce, poskytnutí materiálů a dat a za možnost podílet se na výzkumu v terénu. Dále bych ráda poděkovala Báře Kramosilové, se kterou jsme strávily měsíc na loukách se síťkami a přežily. Velký dík patří mým rodičům, díky kterým jsem to nevzdala. V neposlední řadě děkuji mým kolegům a přátelům, kteří mě podporovali, vycházeli mi vstříc a věřili ve mně.

Stanovení populačních parametrů druhu *Phengaris nausithous* na vybraných stanovištích Českolipska

Souhrn

Tato diplomová práce pojednává o ohroženém druhu modráska *Phengaris nausithous* a o výzkumu početnosti jeho populace na vybraných stanovištích u České Lípy. Výzkum probíhal léte roku 2016 a na této lokalitě se prováděl vůbec poprvé, cílem bylo získat základní informace o jejich výskytu na 13 sledovaných plochách na Českolipsku. Data byla získána metodou zpětného odchyty značených jedinců a statisticky vyhodnocena programem MARK 8.1 za použití metody Cormack-Jolly-Seber.

Na všech 13 plochách bylo označeno 264 jedinců *Phengaris nausithous* a dle toho byla stanovena předpokládaná velikost populace na 972 jedinců. Zjištěný poměr pohlaví byl 1,8 : 1 ve prospěch samců (169 samců a 95 samic). Zaznamenaná migrace vztahující se ke všem označeným motýlům odpovídá 16 % a vypočtený odhad předpokládané celkové sezónní migrace je 56 %. Zaznamenáno bylo 60 přeletů mezi jednotlivými plochami, což dokazuje, že jsou navzájem migračně propojeny.

Hypotéza zní: Všechny studované kolonie motýla v daném území tvoří jediný metapopulační systém. Ze získaných údajů byla hypotéza potvrzena. Nicméně bylo by vhodné, aby výzkum pokračoval i v následujících letech a byly nalezeny všechny kolonie motýlů.

Klíčová slova: Lepidoptera, Lycaenidae, *Phengaris nausithous*, Českolipsko, populační parametry, metapopulační struktura

Determining the population parameters of *Phengaris nausithous* at selected sites in region Českolipsko

Summary

This thesis deals with endangered species of large blue butterfly *Phengaris nausithous* and research on the abundance of populations at selected sites in Česká Lípa. The research took place the summer of 2016 and this area was conducted for the first time, the goal was to obtain basic information on their occurrence in 13 areas monitored in Česká Lípa. Data were obtained by re-capture of labeled specimens and evaluated statistically with MARK 8.1 program using Cormack-Jolly-Seber method.

In all 13 areas were identified 264 individuals *Phengaris nausithous* and according to the determined predicted population size for 972 individuals. The sex ratio was 1,8 : 1 in favor of males (169 males and 95 females). Recorded migration related to all designated butterflies corresponds to 16 % and a calculated estimate of the expected total seasonal migration is 56 %. 60 flyovers were recorded between areas which demonstrate that areas are mutually interconnected by migrations.

Hypothesis: All studied butterfly colonies in the area form a single metapopulation system. The hypothesis was confirmed from the obtained data. It is necessary to continue research in the coming years in order to identify all the colonies of butterflies.

Keywords: Lepidoptera, Lycaenidae, *Phengaris nausithous*, Českolipsko, population parameters, metapopulation structure

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Charakteristika modráška bahenního (Phengaris nausithous)	3
3.1.1	Taxonomické zařazení Phengaris nausithous	3
3.1.2	Vývojový cyklus	4
3.1.2.1	Vajíčko	5
3.1.2.2	Housenka.....	6
3.1.2.3	Kukla	7
3.1.2.4	Dospělec – imago	8
3.2	Živná rostlina – krvavec toten	9
3.3	Myrmekofilie	11
3.3.1	Myrmica rubra – mravenec žahavý	12
3.4	Výskyt a rozšíření Phengaris nausithous	13
3.4.1	Rozšíření ve světě	13
3.4.2	Rozšíření v České republice	14
3.5	Biotop Phengaris nausithous	15
3.6	Metapopulace	16
3.7	Ohrožení a ochrana	17
3.8	Management stanovišť pro Phengaris nausithous	18
3.9	Monitorovací metody	19
3.9.1	Relativní metody	19
3.9.2	Absolutní metody.....	20
4	Metodika práce	22
4.1	Charakteristika zkoumaných lokalit	22
4.2	Postup v terénu	26
4.2.1	Pomůcky.....	27
4.2.2	Odchyt a značení.....	27
4.2.3	Zpracování a vyhodnocení dat.....	29
5	Výsledky	30
5.1	Celkový stav populace Phengaris nausithous na sledovaných lokalitách	30
5.1.1	Zjištěný stav označených jedinců Phengaris nausithous	30
5.1.2	Odhad velikosti populace	40
5.2	Migrace	42

6	Diskuse.....	44
7	Závěr	48
7.1	Doporučení pro praxi.....	48
8	Literatura.....	50
9	Přílohy.....	55

1 Úvod

Tato práce se zabývá ohroženým, celoevropsky chráněným druhem modráška *Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779), neboli modráskem bahenním.

Tento modrásek patřící do čeledi Lycaenidae (modráskovití) má větší nároky na své životní prostředí, kvůli složitějšímu životnímu cyklu. Jeho vývoj je vázán na výskyt rostliny krvavce totenu *Sanguisorba officinalis* (Linnaeus, 1753), který je jedinou rostlinou, na kterou jsou kladena vajíčka a housenky modráška bahenního jsou schopny se jí živit. Další podmínkou pro výskyt a rozmnožování tohoto ohroženého motýla je přítomnost mravenců rodu *Myrmica* (Latreille, 1804), v jejichž mravenišťích stráví housenka většinu života a dochází zde k proměně na dospělého motýla.

Kvůli svým specifickým nárokům na prostředí, které vlivem lidské činnosti neustále ubývá, je modrásek bahenní ohroženým druhem nejen v České republice, ale v celé Evropě. Z tohoto důvodu je důležité sledovat již známé populace druhu *Phengaris nausithous* a snažit se podporovat jejich udržení cíleným managementem a zároveň se snažit objevovat nové lokality s výskytem kolonií tohoto ohroženého motýla. A právě tím se zabývá tato práce, sledováním druhu *Phenagaris nausithous* na území, kde doposud žádný výzkum neprobíhal. Bylo by dobré, kdyby se lokality na Českolipsku, kde se tento modrásek vyskytuje, zařadily k ostatním pravidelně monitorovaným územím a byla by zde snaha o ochranu jak motýlů, tak jejich životního prostředí.

2 Cíl práce

Cílem je odhad početnosti populace modráška druhu *Phengaris nausithous* v území, které z tohoto hlediska dosud nebylo zkoumáno, stanovení poměru pohlaví a posouzení zapojení jeho jednotlivých kolonií do metapopulačního systému.

Testována bude následující hypotéza: Všechny studované kolonie motýla v daném území tvoří jediný metapopulační systém.

3 Literární rešerše

3.1 Charakteristika modráška bahenního (*Phengaris nausithous*)

3.1.1 Taxonomické zařazení *Phengaris nausithous*

Taxonomické zařazení modráška *Phengaris nausithous* (Novák et Severa, 2002):

Říše: Animalia (živočichové)

Kmen: Arthropoda (členovci)

Třída: Insecta (hmyz)

Řád: Lepidoptera (motýli)

Čeleď: Lycaenidae (modráskovití)

Rod: *Phengaris* (modrásek)

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

Z čeledi modráskovitých (Lycaenidae) je na celém světě známo přes 6000 druhů, v Evropě se vyskytuje kolem 120 druhů a v České republice necelých 50 druhů (Laštůvka et Liška, 2010). Modrásek bahenní (*Phengaris nausithous* – Bergsträsser, 1779) náleží do rodu *Phengaris*. Podle dřívějšího taxonomického názoru byl rod označován jako *Maculinea*. Avšak na základě nejnovějších morfologických a genetických studií, které se týkaly příbuzenských vztahů modrásků (Pech et al., 2004), je modrásek bahenní řazen od roku 2007 k rodu *Phengaris* (Pech et al., 2007). V České republice pak žijí čtyři druhy rodu *Phengaris*, a to *P. arion* (Linnaeus, 1758), *P. nausithous* (Bergsträsser, 1775), *P. teleius* (Bergsträsser, 1779) a *P. alcon* (Denis & Schiffermüller, 1775). *Phengaris alcon* býval rozdělován na dva samostatné druhy *P. alcon* a *P. rebeli*, avšak podle posledních taxonomických závěrů jsou tyto taxony sloučeny pod jediný druh (Fric et al., 2007).

Phengaris nausithous je typickým zástupcem čeledi modráskovití (*Lycaenidae*) (Novák et Pokorný, 2003). Modrásek bahenní má spodní stranu křídel zbarvenou světle hnědě s jednou řadou černých skvrn, které jsou bíle orámované. Pohlaví je dobře rozlišitelné na základě zastoupení modré barvy na křídlech (Beneš et al., 2002). Samci jsou zbarveni na lící straně křídel nápadněji než samice. Křídla samců jsou modrá s výrazně tmavými okraji a řadou tmavých skvrn. Samice má křídla z lícové strany převážně hnědá až hnědošedá jen s málo zřejmou modrou kresbou (Novák et Pokorný, 2003) a nevýraznými tmavými skvrnami

pouze na předních křídlech. Tento modrásek je drobnější motýl s délkou předního křídla 17 - 18 mm a celkovým rozpětím křídel 35 - 37 mm (Beneš et al., 2002).

Obrázek 1: Modrásek bahenní (*Phengaris nausithous*), vlevo samec, vpravo samice (zdroj: www.jasius.hu)



3.1.2 Vývojový cyklus

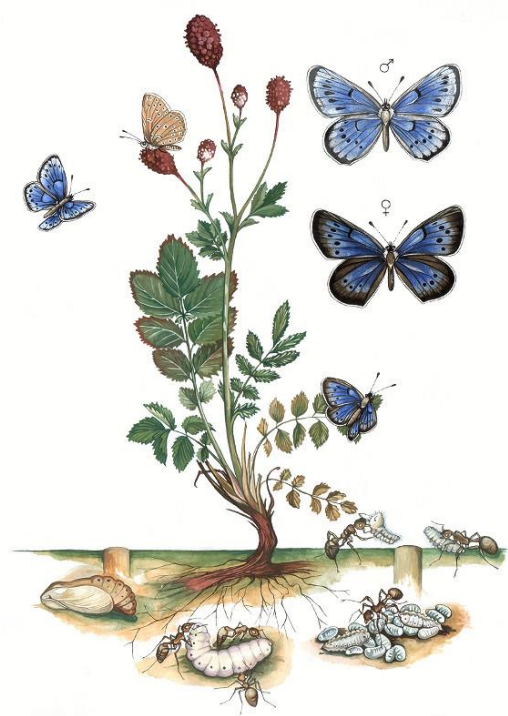
Motýli představují řád hmyzu s proměnou dokonalou (holometabolie) a jejich vývoj zahrnuje čtyři jednotlivá, vzájemně nepodobná stadia: vajíčko, larva, kukla a imago. Jelikož vývoj probíhá přes stadium larvy, je označován jako nepřímý (Kovařík et al., 2000).

Phengaris nausithous se rozmnožuje pouze jednou do roka a páření probíhá od začátku července do začátku září během letového období dospělých jedinců (Thomas et al., 1998). Imaga jsou krátkověká a samci pohlavně dozrávají dříve než samice (Beneš et al., 2002).

Životní cyklus začíná ve chvíli, kdy samička modráska naklade vajíčka (ovipozice) na květ živné rostliny krvavce totenu. Z vajíček se následně líhnou býložravé, dospělci nepodobné larvy (Jelínek et Zicháček, 2003), které se živí na rostlině, rostou a postupně se s růstem svlékají. Procházejí instary, při nichž mění svou velikost i vzhled (Novák et Pokorný, 2003). Jakmile housenka dokončí svůj růst, tak se zakuklí, dostane se do klidového stadia, ve kterém nepřijímá žádnou potravu. V nepohyblivé kukle proběhne metamorfóza a po dokončení vývoje se líhne imago – dospělý motýl a celý vývojový cyklus může pokračovat další generací (Jelínek et Zicháček, 2003). Vajíčko a kukla jsou klidová stadia, nepohybují se

a nepřijímají potravu. Housenka je stadiem růstu a žíru. Dospělý jedinec dál neroste, po vylíhnutí je jeho velikost konečná (Novák et Severa, 2002).

Obrázek 2: Schéma vývoje modrásků *Phengaris* (zdroj: sr.wikipedia.org)



3.1.2.1 Vajíčko

Ovipozice je počátkem vývojového cyklu, kdy samice naklade vajíčka na květ živné rostliny. Samice modráska bahenního naklade až pět nazelenale bílých vajíček na jednu květní hlávku (Figurny et Woyciechowski, 1998), vajíčka jsou umístěna hluboko do ještě zelených, nerozvinutých květních hlávek (Thomas et al., 1991).

Vajíčko je umístěné v chorionu, což je tenký, pevný a pružný obal, který zajišťuje zásobní látky potřebné k vývoji. Povrch vajíčka je většinou brázditý (Novák et Severa, 1990).

Vajíčka modrásků se líhnou asi za týden a jsou vystavena nízké mortalitě, těsně před dokončením vývoje je možné vidět pohybující se housenku (Thomas et al., 1991; Carter, 1998).

Obrázek 3: Vajíčka v květní hlávce krvavce totenu (*Sanguisorba officinalis*) (autor: Marek Vojtíšek, 2013)



3.1.2.2 Housenka

Housenky jsou stádiem růstu, jehož úlohou je přijímat potravu, růst a nakonec umožnit přeměnu v další vývojové stadium – kuklu (Kovařík et al., 2000).

Housenky se v květu živné rostliny vylíhnou zhruba za týden (Thomas et al., 1998a). Larvy žijí na rostlině 2 až 3 týdny a živí se jejími pletivy (Pech et al., 2007). V tomto období procházejí rychlým vývojem, kdy růst housenek není plynulý, ale stupňovitý po jednotlivých instarech. Housenky v tomto období nabydou pouze 1% z konečné hmotnosti (Hochberg et al., 1992; Wynhoff, 2001). Po dosažení posledního, čtvrtého, instaru, spadnou housenky na zem, kde čekají, zda je objeví mravenci rodu *Myrmica* (Thomas et al., 1998). Housenky jsou schopné popolézt jen několik centimetrů od místa, kam spadly, proto by pro úspěšnou adopci mravenci mělo být mraveniště vzdáleno maximálně 2 metry od housenky. Pokud se housenka nachází ve správné vzdálenosti od vhodného mraveniště, je adopce velmi rychlá a to 4 až 6 minut. Pokud je housenka vzdálena více než 2 metry, je šance na její přežití velmi malá (Elmes et al., 1991). Před přenesením probíhá tzv. adopční obřad, kdy housenky vylučují směs cukrů a aminokyselin z dorzální Newcomerovy žlázy a svým zkroucením napodobují mravenčí larvy (Beneš et al., 2002). Za ty jsou mravenci mylně pokládány a odneseny do mraveniště (Thomas et al., 1998).

V období od vajíčka po neúspěšnou adopci housenek je mortalita modráška bahenního v rozmezí 20 – 40 %. Mnohem vyšší míra úmrtnosti je uvnitř mraveniště, kde 80 – 90 % housenek nepřežije (Thomas et al., 1998).

Housenky žijí v mraveništi 10 až 22 měsíců (Thomas et al., 1989). Na podzim je růst housenek přerušen a pokračuje až na jaře, kdy k největšímu nárůstu hmotnosti dochází těsně před zakuklením. Larva navýší svou hmotnost o 400 – 1500 % (Elmes et Thomas, 1991).

Housenky modrášků jsou široké a krátké, jsou řídké ochlupené se zatažitelnou hlavou a mají tmavou, načervenalou barvu (Sliwinska et al., 2006). Tělo je složené z hlavy, hrudi a

zadečku, stejně jako u dospělců (Novák et Pokorný, 2003). Housenky mají orgán zvaný snovací trubice, který je připojený ke snovací žláze uvnitř jejich hlavy. Tato žláza produkuje tekutinu, která na vzduch tuhne a vytváří tak jemné vlákno, které housenky používají ke kuklení (Novák et Pokorný, 2003).

Obrázek 4: Housenka a kukla *P. nausithous* (autor: Frits Bink, zdroj: www.phegea.org)



3.1.2.3 Kukla

Kukla je stádium klidové, během kterého probíhá metamorfóza housenky v motýla, jedinec není schopný se pohybovat a nepřijímá žádnou potravu (Hofmannová et Marktanner, 1996).

Kukly jsou krátké a oblé, tlusté, se silnou matnou kutikulou (Sliwinska et al., 2005). Průměrný počet kukel v jednom mraveništi je 2,5 (Thomas et al., 1998). Při tomto stádiu vývoje dochází k výrazné anatomické a fyziologické přeměně, kdy se zakuklená housenka rozplývá do beztvare živoucí hmoty, ze které se kolem zárodečného terčíku začíná vyvíjet nový jedinec, dospělý motýl (Novák et Pokorný, 2003).

Líhnutí probíhá většinou v ranních hodinách, kdy mravenci nejsou příliš aktivní, obvykle mezi 7 a 9 hodinou (Čechmánek et Hrabák, 2006). V této době dojde k prasknutí kukly. Mravenci v blízkosti kukly začnou být rozrušeni a tahají za již uvolněný obal kukly. O několik vteřin později je motýl v mraveništi zcela volný. Během minuty se v rychlosti dostává ven z mraveniště (Elmes et Thomas, 1991). Křídla tedy vypíná až po bezpečném opuštění mraveniště, aby motýl uschnul a křídla se narovnal a ztvrdla, tráví ještě nějaký čas zavěšen na vegetaci (Čechmánek et Hrabák, 2006).

3.1.2.4 Dospělec – imago

Posledním stádiem vývoje motýlů je imago neboli dospělý motýl. Když se nový motýl vyklube z kukly, je vlhký a měkký. Při styku měkké schránky se vzduchem dojde ke ztuhnutí těla a křídel. Motýl po vylíhnutí má křídla zmačkaná na zádech a musí je nejprve vypnout tak, že do nich napumpuje lymfu. Po oschnutí křídel, kdy je motýl schopen letu, je jeho vývoj ukončený (Beneš et al., 2002).

Dospělý motýl již dál neroste a krmí se pouze kvůli doplnění energie pro let (Witek et al., 2008). Imaga *Phengaris nausithous* jsou krátkověká, literatura uvádí, že průměrná délka života dospělého je 2 - 3 dny (Beneš et al., 2002; Nowicki et Vrabc, 2011), ovšem z odchytů v červenci 2016 je známo mnoho případů motýlů starých i týden. Délka letové periody se pohybuje od 23 do 40 dní (Nowicki et al., 2005). Jedinou úlohou dospělého motýla je rozmnožit se (Novák et Pokorný, 2003).

Dospělci modráška bahenního jsou protandriční, což znamená, že samci se průměrně líhnou o několik dní dříve než samice. Je to z toho důvodu, že samčí pohlavní buňky dozrávají déle než samičí, samice jsou schopny páření již krátce po vylíhnutí. Ke kopulaci tedy dochází většinou okamžitě po vylíhnutí samic (Beneš et al., 2002). Páření předchází párovací chování, kdy samec aktivně vyhledává a nahání samici nebo na vyvýšeném bodu čeká, až samice poletí okolo a poté za ní vyrazí. Samice vylučují feromony k nalákání samců. Samotné páření je krátké, probíhá v klidu na rostlině a dochází při něm k přenosu spermatoforu a následnému oplození (Landman, 1999).

Jedinci *Phengaris nausithous* vytvářejí uzavřené populace a jednotlivé mikrokolonie bývají navzájem propojené do systému metapopulací prostřednictvím přeletů jednotlivců (Beneš et al., 2002).

Obrázek 5: Páření *P. nausithous*
(autor: František Neuschl, zdroj: www.nahuby.sk)



Obrázek 6: Samice *P. nausithous* kladoucí vajíčka
(zdroj: www.bohemiaorientalis.cz)

3.2 Živná rostlina – krvavec toten

Taxonomické zařazení krvavce totenu (*Sanguisorba officinalis*)

Říše: Plantae (rostliny)
Oddělení: Magnoliophyta (krytosemenné rostliny)
Třída: Rosopsida (vyšší dvouděložné rostliny)
Řád: Rosales (růžotvaré)
Čeleď: Rosaceae (růžovité)
Rod: *Sanguisorba* (krvavec)

Modrásek *Phengaris nausithous* a se řadí k monofágům (Beneš et al., 2002). Jedinou živnou rostlinou v západní a střední Evropě, která umožňuje vývoj jejich housenek je krvavec toten - *Sanguisorba officinalis* (Linnaeus, 1753) (Dostál, 1950, Thomas, 1984). Dospělci motýla krom krvavce sají nektar ještě na dalších rostlinách, což jsou rozrazil dlouholistý - *Pseudolysimachion maritimum* (Linnaeus, 1753), bukvice lékařská - *Betonica officinalis* (Linnaeus, 1753), vikev ptačí – *Vicia cracca* (Linnaeus, 1753) a pcháč rolní – *Cirsium arvense* (Scopoli, 1772). Ovšem kladení vajíček je možné pouze na krvavec toten, vzhledem k potravní specializaci housenek (Nowicki et al., 2014). Tato hostitelská rostlina svými stanovištními nároky ovlivňuje rozšíření a výskyt modráška bahenního (Nowicki et al., 2007).

Obrázek 7: Krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*) (zroj: www.nabla.cz)



Krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*) je v knize Květena České republiky (Skalický, 1995) popsán jako vytrvalá, 30 – 120 cm vysoká, lysá bylina s často velmi dlouhými horizontálními oddenky. Kořeny jsou svislé, několik mm silné, tmavě hnědé barvy. Lodyha je přímá, dutá a jemně rýhovaná, v horní části se zpravidla větví. Listy jsou lichozpeřené, na rubu šedozelené a na lici zbarvené tmavozeleně s výraznou síťovitou žilnatinou. 10 – 60 mm dlouhé listy jsou kopinaté až vejčité, na bázi srdčité, na vrcholu většinou tupé. Květenství je strboul tvořený drobnými květy, podepřenými blanitým a chlupatým listenem s dvěma listenci. Plodem této byliny jsou hnědé a hladké nažky. Tmavě karmínové květy jsou oboupohlavné.

Krvavec kvete od konce června do konce září (Randuška, 1983), toto období odpovídá době létání a kladení u modráška bahenního. Jedná se především o měsíc červenec (Thomas et al., 1998). Každá květní hlávka živných rostlin je vhodná k ovipozici 2 – 5 dnů. Většina jednotlivých rostlin obsahuje několik vhodných květních hlávek 5 – 15 dnů (Thomas et Elmes, 2001).

Sanguisorba officinalis je evropsko – západoamerický druh (Randuška, 1983; Skalický, 1995), rostoucí v celé severní Eurasii, zasahující až na Kamčatku a do Japonska. Vyskytuje se také v pacifické části Severní Ameriky (www.botany.cz).

Nejčastěji roste na svěžích a vlhkých loukách nebo pastvinách, na březích vodních toků, v příkopech, v pásmu od nížin až do hor. Krvavci se nejlépe daří na v hlubokých půdách, střídavě vlhkých nebo vlhkých až rašelinných, ale i na hlinité a jílovité půdě, která je chudá na dusík (Randuška, 1983; Skalický, 1995). V České republice je krvavec toten rozšířen po celém území a jeho výskyt se dá zhodnotit jako častý. Od nížin do podhůří roste častěji na vlhčích stanovištích do 900 m a v 1000 m se vyskytuje jen velmi vzácně (Skalický, 1995).

3.3 Myrmekofilie

Myrmekofilie je soužití různých živočichů v úzké vazbě s mravenci, které může mít různou podobu, může se jednat o koexistenci, specifický mutualismus až parazitismus. Více než polovina druhů modráskovitých (*Lycaenidae*) je myrmekofilní (van Dyck et al., 2000). Housenky modrásků, poté co spadnou z květu živné rostliny, vylučují sekrety speciálními epidermálními žlázami, které zprostředkovávají interakci mezi nimi a mravenci (Fiedler et al., 1996); komunikují i pachovými signály a pravděpodobně i jinými komunikačními kanály (Elmes et Tomas, 1991). Díky těmto sekretům jsou housenky modrásků chráněny proti napadení mravenci rodu *Myrmica*, objevují se i případy, kdy jsou housenky chráněny mravenčími vojáky nebo požívají výhod od mravenců v mraveništi. Na oplátku jsou za to mravenci zvýhodněni přísunem malého až značného množství potravy obsahující cukry a aminokyseliny (Fiedler et al., 1996).

Vztah k mravencům může být různý, od fakultativní myrmekofilie, kdy mravenci od larvy nebo kukly odeženou predátora nebo parazitoida (Beneš et al., 2002), pro *Phengaris nausithous* jsou to například parazitoidi *Neotypus pusillus* a *Neotypus melanocephalus* (Anton et al., 2005), až po obligátní myrmekofilii, kdy modrásek mravence potřebuje pro ukončení svého vývoje. Obligátní myrmekofilie sahá od vztahu jednoho druhu motýla k celé řadě druhů mravenců, až ke specifické vazbě daného druhu modráška na jediný druh mravence, jako je tomu u modrásků rodu *Phengaris* a mravenci *Myrmica* (Beneš et al. 2002).

U modráskovitých existují tři typy parazitismu na mravencích (Fiedler, 1997). Typ *Miletinae*, kdy samičky kladou vajíčka v přítomnosti hostitelských mravenců, housenky jsou myrmekofilní již od vylíhnutí a živí se mravenčími larvami nebo jsou krmeny dělnicemi. Typ *Aphnaeini*, kdy housenka zůstává herbivorní a příležitostně požívá mravenčí larvy nebo je krmena dělnicemi, v některých případech herbivorie zcela ustupuje do pozadí. Samičky kladou vajíčka v přítomnosti hostitelských mravenců, housenky jsou myrmekofilní od vylíhnutí (Pierce et al. 2002). Typ *Maculinea*, resp. *Phengaris*, kdy mladá housenka žije uvnitř květu a požívá jeho tkáň, později se dostává do mravenčího hnízda a živí se mravenčími larvami nebo je krmena dělnicemi (Pech, 2009).

Druhy rodu *Phengaris* jsou oproti ostatním druhům modrásků skutečnými parazity a neprobíhá výměna služeb s mravenci. Housenky v mraveništi buď požívají mravenčí larvy nebo se nechávají krmit dělnicemi bez jakékoli kompenzace (Pech et al., 2004). První ze strategií je chování predátora, kde se živí kuklami a larvami mravenců. Tato strategie je pro housenky méně efektivní, protože je pro její uživení potřeba mnoha dělnic, a proto se může v

mraveništi vyvinout pouze malý počet motýlů. Druhá skupina je nazývána jako tzv. kukaččí druhy, housenky těchto druhů jsou krmeny dělnicemi mravenců, stejně jako jejich larvy. Tato strategická skupina je efektivnější v rámci dokončení vývoje více housenek, a to díky výrazně menšímu počtu potřebných dělnic v mraveništi. Přechod mezi výše zmíněnými strategiemi je možný a velmi pravděpodobný (Thomas et al., 1998).

Modrásky rodu *Phengaris* mohou hostit pouze mravenci rodu *Myrmica* (Latreille, 1804). Hlavní hostitelské druhy jsou *Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758) a příležitostně také *Myrmica scabrinodis* (Nylander, 1846) (Beneš et al., 2002). Na základě laboratorních experimentů s adopcí housenek je vazba na *Myrmica rubra* o něco pevnější (Tartally et Varga, 2005).

3.3.1 *Myrmica rubra* – mravenec žahavý

M. rubra je agresivní Euroasijský druh, který se šíří mírným pásmem i do Severní Ameriky (Wetterer a Radchenko, 2011).

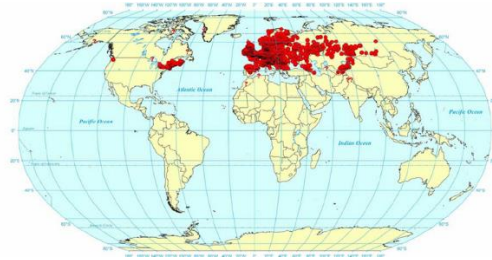
Tito mravenci budují svá hnízda v zemi, ta mohou být zastřešena solariem z trávy, půdy a zbytků rostlin. Mraveniště mohou být také pod trouchnivějícím dřevem nebo pod kameny. Nejčastěji žijí na vlhkých loukách, na březích řek, u okraje lesů a na zatravněných plochách v chladnějších stanovištích (Elmes et Thomas, 1991). V místech výskytu druhu *Phengaris nausithous* žijí ve vyšší, poněkud sušší vegetaci, u okraje příkopů anebo podél okrajů křoví a lesů. Dělnice těchto mravenišť vyhledávají potravu přes velké vzdálenosti ve vlhkých oblastech. Tento druh mravence je velmi agresivní a dělnice při vyrušení okamžitě bodají (Elmes et Thomas, 1991).

Kolonie jsou z druhů *Myrmica* nejpočetnější s největším množstvím královen a disponují průměrně 1500 dělnicemi. Pro všechny druhy *Myrmica* je příznačná polygynie, kdy v mraveništích přebývá více královen, *M. rubra* mají běžně i 10 královen. Královny mají, spolu s kladením vajíček jako své hlavní činnosti, i velký vliv na dělnice což způsobuje „efekt mravenčí královny“ (Thomas et Wardlaw, 1990). Je-li královna přítomna, dělnice zanedbávají velké larvy, ze kterých se mohou vylíhnout samičky, které tímto odumřou. Naproti tomu se dělnice více starají o larvy malé, ze kterých se líhnou dělnice. Zpočátku jsou larvy *Phengaris* s larvami dělnic rozměrově srovnatelné, v průběhu několika týdnů však svou velikostí předčí i larvy samiček. Toto je pravděpodobně nejnebezpečnější stadium růstu v mraveništi, neboť jsou dostatečně velké, aby byly zaměněny za larvy samiček, ale ne velké natolik, aby byly schopny odvrátit útok dělnic. Proto bývá množství přeživších housenek *Phengaris* přímo

úměrné početnímu stavu královen. Je již známo, že s přítomností královny jsou ztráty housenek *Phengaris* třinásobné (Elmes et Thomas 1991, Thomas et Wardlaw 1990).

Všechny druhy rodu *Myrmica* mají široké potravní spektrum. Loví malý živý hmyz a živí se i pozůstatky hmyzu nebo mršinami větších zvířat. Živí se také jedlými tkáněmi semen, nektarem z květů a medovicí listových mšic (Elmes et Thomas, 1991).

Obrázek 8: dělnice *Myrmica rubra*
(foto: Tom Murray, zdroj: <http://www.antwiki.org>)



Obrázek 9: Výskyt *Myrmica rubra* ve světě
(zdroj: www.researchgate.net)

3.4 Výskyt a rozšíření *Phengaris nausithous*

3.4.1 Rozšíření ve světě

Areálem rozšíření modráška bahenního je západopalearktická oblast, druh se vyskytuje v Evropě a v Asii. Jeho populace se vyskytují od východní Francie přes střední a východní Evropu a zasahuje až k jižní a centrální Sibiři (Kudrna et al., 2015). Mapa výskytu konkrétněji zahrnuje tyto oblasti: sever Pyrenejského poloostrova, severovýchod Francie, Švýcarsko, střední a jižní Německo, jih Polska, Rakousko, Maďarsko, Českou republiku, Slovensko, Rumunsko, severní část Balkánského poloostrova, severovýchodní Turecko, Kavkaz, Altaj a dále východně až po střed Sibiře (Beneš et al., 2002).

Nejpočetněji se *Phengaris nausithous* vyskytuje ve střední Evropě a nejvíce stálých populací se nachází v Německu, Polsku a České republice. Na Slovensku je modrášek bahenní mnohem ohroženější než v České republice (Němcová et John, 1999 - 2011). Tento druh motýla byl vyhuben a opět úspěšně reintrodukovan v přírodní rezervaci v Nizozemí odkud se dokonce rozšířil i mimo ni (Wynhoff, 1998). V Evropě není znám z Britských ostrovů, Belgie, Skandinávie, Pobaltských států, Itálie a balkánských zemí kromě Bulharska (Vliegthart et al., 2012, viz též Hesselbarth et al., 1995, Van Swaay & Warren, 1999, Wynhoff, 2001, Tschikolovets, 2003, Kudrna et al., 2011).

Obrázek 10: Výskyt *Phengaris nausithous* (zdroj: commons.wikimedia.org)

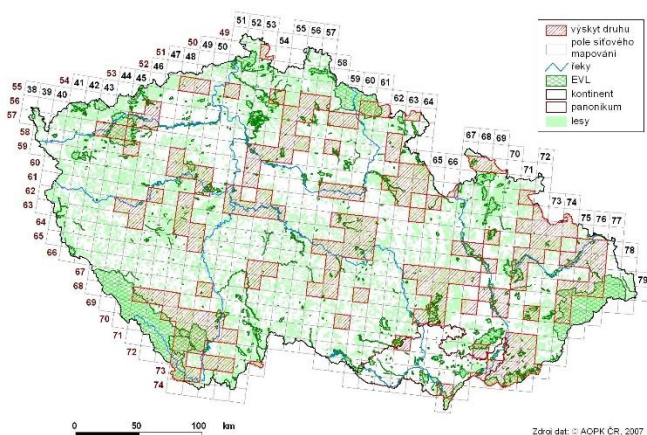


3.4.2 Rozšíření v České republice

Phengaris nausithous je v České republice nejrozšířenějším ze všech modrásků rodu *Phengaris* a vyskytuje se téměř na celém našem území. Nejčastěji se v České republice vyskytuje na severní Moravě, v Bílých Karpatech, Českomoravské vrchovině a jižních a východních Čechách. Rozšíření však nezasahuje do vysokých poloh (Beneš et al., 2002).

Výskyt *Phengaris nausithous* v České republice do roku 2000 shrnují a analyzují Beneš et al. (2002), později nálezová databáze ochrany přírody (2012). Druh byl do roku 1950 hlášen ze 108 (dle faunistických čtverců), v období 1951-1980 ze 132, 1981-1994 ze 176 a po roce 1994 ze 162 lokalit. Celkem je uveden z 294 lokalit a trend jeho úbytku je asi 24 %. Přes jeho úbytek se zdá, že na našem území není akutně ohrožen a jeho populace v rámci ČR řadí k nejsilnějším v Evropě (Uříčář, 2012).

Obrázek 11: Výskyt *Phengaris nausithous* v ČR (zdroj: www.nature.cz)



3.5 Biotop *Phengaris nausithous*

Modrásek bahenní preferuje hlavně vlhké, nehnojené, extenzivně kosené louky s výskytem krvavce, ale dokáže osídlit i malé lokality na druhotných biotopech, jako jsou vlhké příkopy podél silnic a na podmáčených ruderálních stanovištích, tedy stanovištích pozměněných lidskou společností. Relativně příznivé lokality jsou tedy pro tohoto modráška i poddolovaná území nebo okraje vodních nádrží. Tento druh modráška nezaznamenal tak masivní ústup a v některých oblastech (např. Ostravsko a Opavsko) je schopen osídlit i podmáčené ruderály (Beneš et al., 2002).

Phengaris nausithous upřednostňuje okrajové oblasti luk s porostem dřevin, před otevřenými prostory uprostřed louky. Není ovšem schopen přežít na loukách, na kterých probíhá druhá seč v době od začátku července do začátku září, tj. v období letu dospělců, kladení vajíček a časného vývoje housenek (Batáry et al., 2009). Malá a více členěná stanoviště podporují vyšší hustotu výskytu modráška bahenního (Nowicky et al., 2007).

3.6 Metapopulace

Jako metapopulace se označují soubory subpopulací, tedy populace skládající se z více kolonií jednoho druhu. Tyto subpopulace jsou navzájem propojené a jedinci zde mohou mezi nimi migrovat a zároveň všichni žijí na jednom území. Základními jednotkami v ekologii metapopulací jsou biotopové plošky vhodné pro život daného druhu. Jednotlivé plošky obývají lokální populace (Beneš et al., 2002). Lokální populace na jednotlivých ploškách mohou vymírat a plošky mohou být opět rekolonizovány imigranty. Existuje několik druhů metapopulací:

Pevnina a satelitní ostrov (Mainland and Island) – jako pevnina je označována velká jádrová populace, která je odolná vůči extinkci, kdežto populace na ostrovech kolem opakovaně vymírají a jsou opět obnoveny kolonizacemi z hlavní populace.

Zdrojové a propadové populace (Source and Sink populations) – Ve zdrojové populaci dochází k přemnožení a nadprodukci jedinců, kteří pak migrují do svého okolí. Propadové populace bývají osidlovány migranty ze zdrojové populace, a pokud dojde k zastavení migrací do těchto plošek, dojde k zánikům lokálních populací. Pokud dojde k likvidaci zdrojové populace, dojde k vymření celé metapopulace.

Ploškovité populace (Patchy populations) – Jednotlivé lokální populace jsou velmi propojené migrujícími jedinci a fungují tak jako jediná populace. Pokud dojde k lokálnímu vymírání, plocha je okamžitě opět kolonizována. Jednotlivé organismy mohou během svého života žít na několika ploškách.

Nerovnovážné metapopulace (Nonequilibrium populations) – Je taková metapopulace, kde lokální vymírání je projevem úpadku celé metapopulace a většinou po vymírání nenásleduje žádná rekolonizace, protože vzdálenosti mezi lokálními populacemi jsou tak velké, že migrace již nejsou dále možné (Václavík, 2013).

3.7 Ohrožení a ochrana

Modrásek *Phengaris nausithous* je řazen do Červeného seznamu ohrožených druhů České republiky, obdobný seznam se světovým dopadem vydává též Mezinárodní unie pro ochranu přírody a přírodních zdrojů neboli IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*).

Dle IUCN se rozlišují následující kategorie:

druh vyhynulý nebo vyhubený (EX),
vyhynulý nebo vyhubený ve volné přírodě (EW)
kriticky ohrožený (CR)
ohrožený (EN)
zranitelný (VU)
téměř ohrožený (NT)
málo dotčený (LC)
taxon, o němž jsou nedostatečné informace (DD)
nevyhodnocený (NE) (Farkač et al., 2005).

Modrásek bahenní je řazen do kategorie druhů téměř ohrožených (NT) a je zapsán do příloh II a IV Směrnice o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin, tzv. Natura 2000 (Beneš et al., 2002). Vyhláškou č. 395/1992 Sb. ve znění vyhl. 175/2006 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny se stanovují druhy kriticky ohrožené, silně ohrožené a ohrožené. *Phengaris nausithous* se dle této vyhlášky řadí k druhům silně ohroženým (Beneš et al., 2002; www.biomonitoring.cz).

Phengaris nausithous není v České republice přímo fatálně ohrožen vyhynutím a jeho populace je jednou z nejsilnějších v Evropě, přesto je ochrana tohoto druhu velmi důležitá a je povinností země při ochraně přírodního dědictví celého kontinentu (Farkač et al., 2005). Ve druhé polovině 20. století se populace modrásky bahenního v západní Evropě snížila od 20 – 50 %. Hlavním důvodem úbytku motýlích populací byla změna ve způsobu obhospodařování krajiny a managementu luk, odvodňování vlhkých luk, přehnojování a zorávání vhodných stanovišť tohoto druhu (Beneš et al., 2002).

Phengaris nausithous je spolu s ostatními modrásky druhem, který je přizpůsobený životu v tradiční, kulturní krajině (Elmes et Thomas, 1992). Příčinami ohrožení jsou intenzivní zemědělství, meliorace, rekultivace, zalesňování a spontánní sukcese. Důležitým

faktorem způsobujícím úbytek modrásků rodu *Phengaris* je kosení luk v nevhodnou dobu, tedy v letové době motýlů, kdy kladou vajíčka. Seč v tomto období ničí housenky a vajíčka a ovlivňuje množství výskytu živné rostliny.

Ochrana by měla spočívat v ekologicky šetrném využívání krajiny a podpora vzniku nových biotopů (Beneš et al., 2002). Jelikož *Phengaris nausithous* nevyhnutelně potřebuje ke svému rozmnožování mravence rodu *Myrmica*, je třeba při ochraně myslet i na ně. Pro přežití a zachování modráška bahenního je mnohem důležitější dostatečná denzita mravenců nežli hustota krvavce totenu (Thomas, 1984). Účinná ochrana motýlů musí vycházet z ochrany jejich biotopů a z péče o jejich stanoviště (Beneš et al., 2002).

3.8 Management stanovišť pro *Phengaris nausithous*

Pro zachování životaschopných populací modrásků je dle Beneš et al. (2002) nutné udržení správného a pro modrásky vhodného režimu na lokalitách, které byly dříve nevhodně meliorovány.

Jeden z nejdůležitějších vlivů má kosení (Johst et al., 2006). Nejvhodnější je sekat louky jednou ročně, nebo jednou za dva až tři roky (Johst et al., 2006; Vrabc et al., 2008). Kosení dvakrát za rok má na modráška bahenního negativní vliv, a naprosto nevhodná je seč uprostřed letového období, kdy jsou zničena již nakladená vajíčka, způsobena úmrtí housenek v květech, dospělí motýli ztrácejí zdroj potravy a možnost kladení vajíček na živné rostliny (Johst et al., 2006). Kosení by tedy mělo probíhat dostatečně včas tak, aby před začátkem letové sezóny modráška došlo k obnovení živné rostliny, nejlépe do 10. června. Druhou variantou je pozdní kosení v druhé polovině září (Vrabc et al., 2007).

Pro modrásky je vhodný management mozaikové seče luk, nejlépe v pásích, kde se střádají krátké pokosené porosty a vysoké nesečené porosty (Vávrová et al., 2006). Louka se kosí dvakrát do roka, z části se kosí na jaře a z části na podzim, kdy se střídají kosené a nekosené plochy. Tento management zajišťuje dostatečný čas pro růst a kvetení živné rostliny (Beneš et al., 2002). Dle Johst et al. (2006) je nejvhodnější kosení jednou ročně, nebo každý druhý rok, po skončení letového období modrásků. Kosení v druhé polovině září a později dle Grill et al. (2008) zvyšuje hojnost mravenců *Myrmica* na loukách. Pastva je také jedním

z vhodných způsobů managementu luk vyhovujícím modráskům rodu *Phengaris* (Beneš et al., 2007).

Management by se měl podle Beneš et al., (2002) lišit podle typu stanoviště obývaného modráskem bahenním. Pro eutrofní mokřady je seč vhodná jednou ročně během května nebo června, nebo na podzim, po odkvětu živné rostliny. Je důležité bránit rozšíření rákosin, ale v žádném případě by nemělo docházet k umělému odvodňování louky. Dalším typem stanoviště jsou hygrofilní rudeály, kde je třeba zabránit zarůstání rákosem a křovinami a zavést do praxe mozaikovitou seč. U mezofilních květnatých luk by se nikdy neměla kosit celá louka naráz, ale seč by měla probíhat v pásech či mozaice a okraje louky by se neměly kosit vůbec nebo později. Louky se nemají nikdy hnojit ani odvodňovat a je možné provést obohacení podmínek stanoviště drobným mechanickým narušením půdy.

Ponechání luk bez managementu úplně, také nemá na modráška bahenního dobrý vliv. Dochází tak k zarůstání stanoviště náletovými dřevinami, chřasticí, kopřivami a dalšími rostlinami, které způsobují vytlačení krvavce totenu (Vrabec et. al, 2007).

3.9 Monitorovací metody

Pro zjištění aktuálního stavu motýlí populace jsou využívány metody biomonitoringu, nejdříve monitorovací a poté vyhodnocovací. Studium motýlích populací se provádí v jejich letovém období, kdy se provádí odhad početnosti podle dospělců. Lze také sledovat početnost motýlích vajíček či housenek. Monitoring populací je velmi důležitý pro ochranu přírody, populační genetiku nebo evoluční biologii. Monitorovací metody se dělí na relativní a absolutní (Beneš et al., 2002).

3.9.1 Relativní metody

Těmito metodami lze získat odhad množství nebo vzácnosti srovnatelný s jinými lokalitami nebo situací v předchozích letech. Jedná se o metody jednoduché, rychlé a snadné, jsou vhodné ke sledování stavu populací při dlouhodobém používání, ovšem nedávají přesný obraz o početnosti dané populace (Beneš et al., 2002).

Mezi relativní metody patří metoda pozorování za jednotku času, odchvy do pastí a transektové sčítání.

Metoda pozorování za jednotku času se používá k odhadu relativní četnosti různých druhů na lokalitě a slouží k rychlému zhodnocení lokalit a ke studiu společenstev. Pozorovatel

je na určitém stanovišti v předem stanovenou dobu a zaznamenává všechny jedince všech druhů, nebo početnost odhadne na logaritmické stupnici (1 kus, 5 kusů, do 100 kusů).

Odchyty do pastí dávají údaje o relativním počtu různých druhů na různých lokalitách. Používají se Mörickeho misky, to jsou žluté misky naplněné nektar nahrazující tekutinou, do kterých se hmyz chytí. Tato metoda je destruktivní a pro chráněné a ohrožené druhy nevhodná. Používají se pro monitoring motýlů vysokohorských oblastí nebo rašelinišť. Jinými pastmi jsou závěsné korunové pasti s hničícím ovocem, ty se používají hlavně u výzkumů v tropických oblastech (Beneš et al. 2002).

Metoda transektového sčítání je používána k pravidelnému monitoringu početnosti motýlí populace. Transektová sčítání probíhají jednou týdně za příznivého počasí po celou sezónu, tedy od půlky dubna do konce září. Badatel prochází předem vytipovanou lokalitu vytyčenou trasou a do protokolu zaznamenává všechny druhy, které spatří před sebou a kolem sebe do vzdálenosti 5 metrů. Ze získaných dat se počítají měsíční a roční indexy druhů, lokalit, oblastí a typů biotopů (Beneš et al., 2002).

3.9.2 Absolutní metody

Absolutními metodami se dá přesně zjistit početnost určité populace, získané hodnoty udávají počet jedinců na jednotku plochy nebo objemu (Novák et al., 1969). Na rozdíl od relativních metod jsou tyto složitější, pracnější a vyžadují znalosti výpočetní techniky. Nedají se použít pro migrující, nebo velmi pohyblivé druhy (Beneš et al., 2002).

Absolutní metody spočívají v technice zpětného odchyty značených jedinců (mark-release-recapture), kdy je motýl náhodně odchycen, označen a vypuštěn a může, ale nemusí být odchycen znovu. Motýli musejí být označeni tak, aby značky byly dobře rozpoznatelné i při druhém nebo třetím odchyty (Horáček, 1984). Absolutních metod je několik a patří mezi ně Lincoln-Petersonův index, Bailyho korekce, Craigova metoda, Fisher-Fordův index, Cormack-Jolly-Sberova metoda a další.

Lincoln-Petersonův index spočívá v odchyty části populace, označení a zpětném vypuštění, kde se v populaci mísí s neoznačenými jedinci. Následně je opět část populace, kde jsou značení i neoznačení jedinci, náhodně odchycena a odhadne se početnost populace z poměru značených a neoznačených jedinců ve vzorku (<http://frouz.wz.cz/lecture2.pdf>).

Bailyho korekce spočívá ve třech po sobě jdoucích odchytech a díky této korekci je možné zpracovat i malé zpětné odchyty. Výsledky jsou podobné Lincoln-Petersonovu indexu (Beneš et al., 2002).

Craigova metoda dovoluje odhad početnosti populace už po jednom dni značení. Při této metodě se porovnávají počty všech odchycených jedinců s počty všech označených jedinců. Metoda je to méně přesná, ale je rychlá a lehce zvládnutelná.

Fisher-Fordův index umožňuje sledování populace v čase a popisovat její pokles nebo nárůst během sezóny. Předpokladem je stálá míra přežívání jedinců, což není biologicky reálné.

Cormack-Jolly-Seberova metoda se používá pro práci s otevřenými populacemi, v nich jedinci migrují, rodí se a umírají. Z tohoto důvodu patří mezi jedny z nejpoužívanějších. Její nevýhodou je, že neudává celkový počet jedinců na lokalitě, ale jejich počty v jednotlivých dnech.

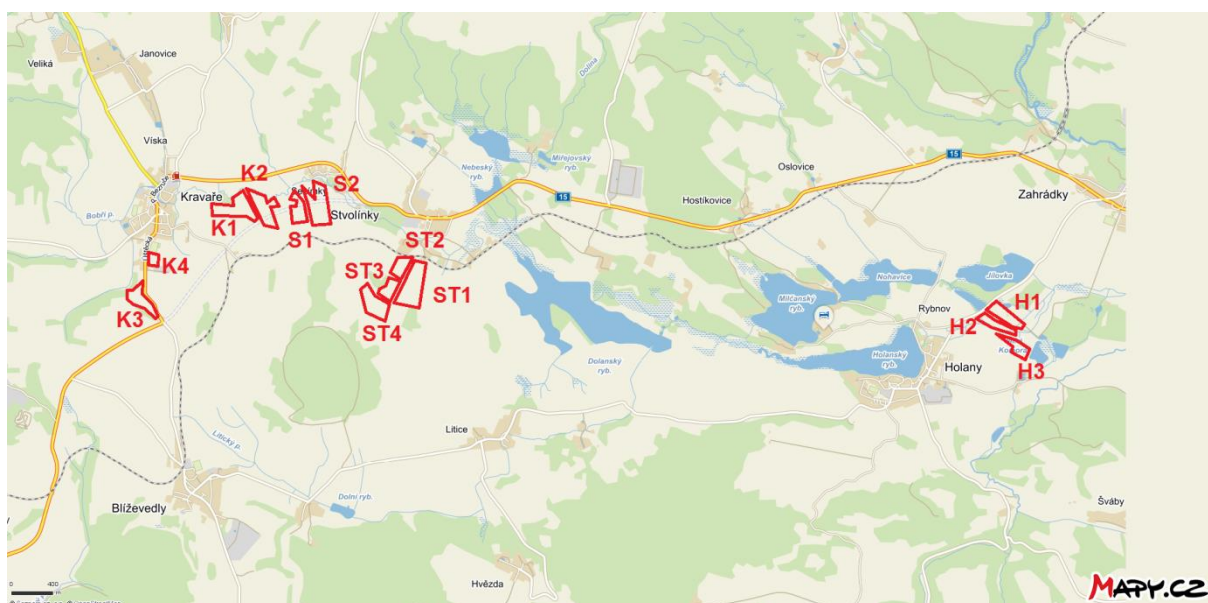
Data získaná metodami zpětných odchytů je nutné statisticky vyhodnotit a jsou k tomu používány různé počítačové programy dle použité metody. Je možno použít programy MARK, Jolly, Popan nebo Capture (Beneš et al., 2002).

4 Metodika práce

4.1 Charakteristika zkoumaných lokalit

Výzkum probíhal na předem vytipovaných územích v České republice, která se nacházejí při severním okraji chráněné krajinné oblasti (CHKO) Kokořínsko na Českolipsku. Jedná se o 13 lokalit, na kterých bylo prováděno značení motýlů *Phengaris nausithous*.

Obrázek 12: Poloha ploch na Českolipsku (zákres do podkladů www.mapy.cz poskytl Vladimír Vrabec)



Kravaře

Čtyři lokality nacházející se v okolí obce Kravaře, označované K1-K4, patří buď soukromým vlastníkům, nebo je vlastníkem obec Kravaře. Všechny čtyři lokality jsou v doletové vzdálenosti, kterou jsou modrásci schopni přeletět. Níže jsou uvedeny stručné popisy jednotlivých lokalit.

Kravaře 1: Velká kosená louka s rozlohou 19113 m² ve svahu jižně od Bobřího potoka. Lokalita je oddělená od plochy Kravaře 2 mezi s vyšším porostem keřů a stromů. Krvavec se zde vyskytuje velmi hojně, obzvláště ve spodní části u potoka. Louka se udržuje pravidelným kosením, které proběhlo i v době značení modrásků. Nejspíše zde hrozí zábor jižní části území plánovaným silničním obchvatem Kravař a Sezímek.

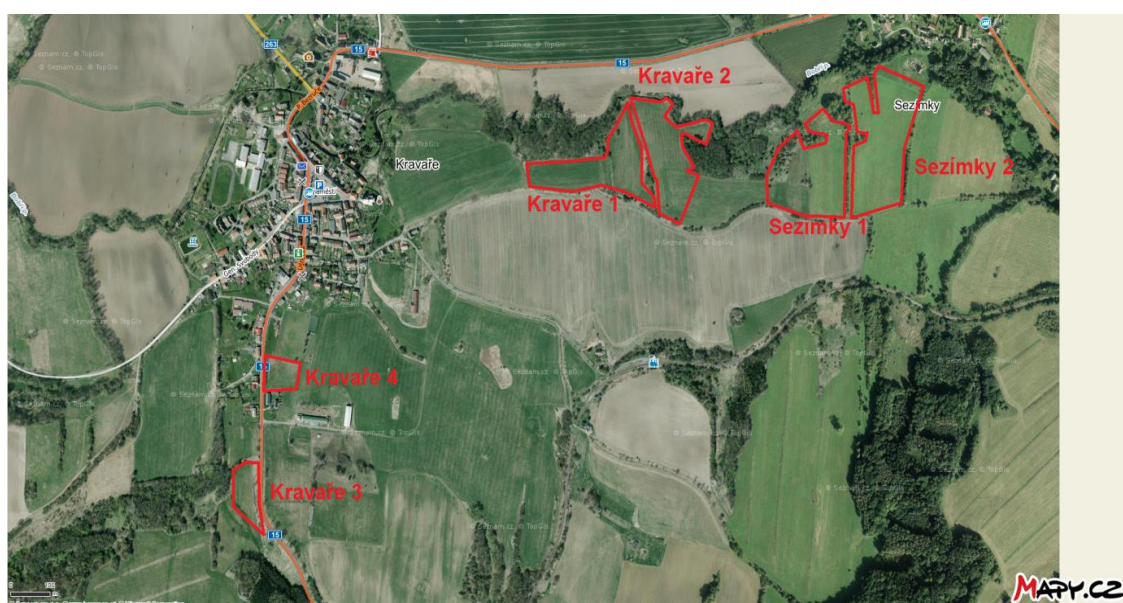
Kravaře 2: Rozlehlá louka o rozloze 28196 m² ve svahu jižně od Bobřího potoka, sousedící s plochou Kravaře 1. Výskyt krvavce je i na této louce velmi hojný, stejně jako u plochy Kravaře 1, hlavně u Bobřího potoka. Louka je udržována pravidelným velkoplošným

kosením s výjimkou zamokřeného výběžku ve východní části, ten je zjevně kosen jen někdy. Patrně zde hrozí zábor jižní části lokality, stejně jako u vedlejší plochy.

Kravaře 3: Louka s výměrou 8150 m² nacházející se jižně od Kravař s horším přístupem přes zamokřenou část mezi ní a silnicí. Živná rostlina se zde vyskytuje v menší míře až vzácně. Louka je pravidelně kosená.

Kravaře 4: Malá louka o výměře 8150 m² jižně od Kravař mezi fotbalovým hřištěm a hospodářským stavením. Loučka je udržována pravidelným kosením a krvavec zde roste jednotlivě.

Obrázek 13: Poloha sledovaných ploch Kravaře 1-4 a Sezímky 1-2 (zákres do podkladů www.mapy.cz poskytl Vladimír Vrabec)



Sezímky

Lokality označované jako S1 a S2 leží severně od obce Sezímky. Obě území jsou rozparcelovaná a jednotlivé parcely patří různým vlastníkům, což jsou soukromí vlastníci, obec Kravaře, Ředitelství silnic a dálnic ČR, společnost s ručením omezeným a pozemkový úřad ČR. Obě louky leží hned vedle sebe, proto jsou pro motýly možné přelety mezi nimi. Stejně jako u ploch K1 a K2 i zde hrozí konflikt s plánovaným silničním obchvatem.

Sezímky 1: Velká louka o rozloze 32616 m² je taktéž ve svahu u Bobřího potoka, od sousedních ploch je oddělená mezi s dřevinným porostem. Krvavec zde roste v hojném množství, převážně v dolní části louky. Plocha je pravidelně kosená, ovšem je zde i nekosená část, která zarůstá náletovými dřevinami. Tato plocha má pro modrásky velký význam.

Sezímky 2: Plocha o výměře 44707 m² nacházející se vedle lokality S1. Louka je pravidelně kosena, kromě malé plošky v severozápadním cípu, kde ovšem roste rákos a krvavec se tu příliš nevyskytuje.

Stvolínky

Čtyři lokality, označované St1-St4, nacházející se ve svahu mezi obcí Stvolínky a vrchem Ronov. Všechny lokality se nacházejí v přeletové vzdálenosti, kterou jsou modrásci schopni uletět. Vlastnické právo na jednotlivé pozemky patří soukromým vlastníkům a Biskupství Litoměřice.

Stvolínky 1: Velká louka o rozloze 70248 m² nacházející severovýchodně od vrchu Ronov. Od ostatním zkoumaných lokalit je izolována pásem dřevin. Krvavec se zde nevyskytuje příliš hojně, spíše jednotlivě a na různých místech plochy. Louka se pravidelně udržuje kosením.

Stvolínky 2: Nejseverněji položená louka o rozloze 24153 m² se nachází nejbližší trati o obci Stvolínky. Tato lokalita je oddělena od plochy Stvolínky 3 pásem stromů a keřů, od plochy Stvolínky 1 je izolována stromořadím s hustým, neprostupným, křovinným podrostem. Stvolínky 2 jsou lokalitou s nejčtenějším výskytem živné rostliny. Louka je pravidelně kosena.

Stvolínky 3: S výměrou 23261 m² je nejmenší ze všech čtyř luk v lokalitě Stvolínky. Nachází se mezi loukami St2 a St4 a je od nich oddělena úseky dřevinné vegetace. Od plochy St1 je izolována koridorem dřevin. Živná rostlina zde roste pouze jednotlivě ve větších odstupech. Louka je pravidelně kosena.

Stvolínky 4: Louka o rozloze 33011 m² je nejvýše položená ze zkoumaných lokalit a od ostatních luk oddělená pásem stromů s křovinným podrostem. Krvavec se zde vyskytuje spíše vzácně. Plocha se udržuje pravidelnou velkoplošnou sečí.

Obrázek 14: Poloha sledovaných ploch Stvolínky 1-4 (zákres do podkladů www.mapy.cz poskytl Vladimír Vrabec)



Holany

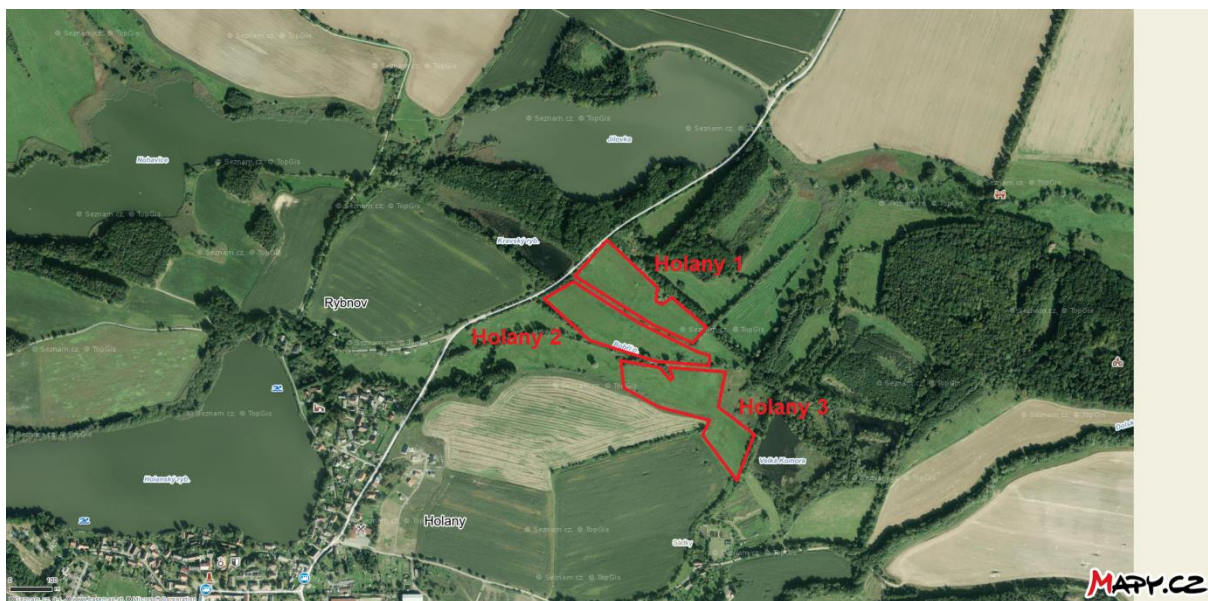
Nedaleko obce Holany se nacházejí tři louky s hojnějším výskytem živné rostliny pro modrásky bahenní. Pozemky spadají do vlastnictví pozemkového úřadu ČR, soukromé společnosti a soukromých vlastníků. Všechny louky jsou situované blízko sebe a jsou tak možné přelety.

Holany 1: Louka se nachází na východ od Kravského rybníka, jižně od rybníka Jílovka a severovýchodně od obce Holany. Od plochy Holany 2 je oddělena strouhou s vysokým porostem rákosu, spojena je jen asi 3 m širokým betonovým můstkem. Na ploše je patrná vyježděná cesta od automobilů nebo zemědělských strojů a nachází se zde menší oplocená stavba, zřejmě vodojem. Krvavec zde roste ve velké míře. Louka je udržována příležitostným kosením.

Holany 2: Největší z holanských lokalit má rozlohu 39376 m² a leží jihovýchodně od Kravského rybníka. Od plochy Holany 3 je louka oddělena křovinami a opět strouhou s rákosem. Krvavec se zde vyskytuje velmi hojně. Louka je příležitostně kosena, stejně jako Holany 1.

Holany 3: Louka s rozlohou 24375 m² je situována nejjižněji od rybníka Jílovka a západně od rybníka Velká Komora. Celá louka je ohraničená křovinami a vysokým rákosem. Živná rostlina se tu vyskytuje hojně, i když nejméně ze všech tří sledovaných lokalit.

Obrázek 15: Poloha sledovaných ploch Holany 1-3 (zákres do podkladů www.mapy.cz poskytl Vladimír Vrabc)



4.2 Postup v terénu

Výzkum na výše popsaných lokalitách na Českolipsku byl zahájen 6. 7. 2016 a probíhal denně, s tím, že pro území pod správou CHKO Kokořinsko byla udělena výjimka z podmínek ochrany dle zákona 114/1992 Sb. Do udělení výjimky probíhalo pouze mapování, zákres lokalit a posuzování denzity krvavce, což bylo prováděno z veřejně přístupných komunikací a turistických stezek.

Při vlastním značení motýlů byly vzhledem k omezenému personálnímu zabezpečení prioritně sledovány plochy s vyšší početností populací, což následně umožnilo provedení počítačového zpracování. Zpětný odchyt byl ukončen na začátku srpna dle personálních možností týmu. Poslední odchytový den na Českolipsku byl 7. 8. 2016, nicméně podle výsledku studie (viz. níže) v obou územích ještě letová sezóna trvala několik dnů poté. Na sběru dat a jejich zpracování se v roce 2016 podílely následující osoby: Vladimír Vrabc, Hana Červinková, Barbora Kramosilová, Šárka Valachová. Značeny byly simultánně dva druhy motýla rodu *Phengaris* a to *Phenraris nausithous* a *Phengaris teleius* (modrásek očkovaný). První druh je předmětem hodnocení této práce.

Jednotlivé lokality byly procházeny tak, aby byly kontrolovány nejméně jednou denně za příznivého počasí, v případě možnosti i 2 x denně s tím, že bylo náhodně měněno pořadí jejich procházení. Snahou bylo provádět kontrolu každé z lokalit po stejný časový úsek, ovšem více času strávil tým na lokalitách s větší rozlohou nebo vyšší denzitou motýla.

Metodou použitou pro monitoring motýlů druhu *Phengaris nausithous* byl zpětný odchyt značených jedinců, nebo-li MMR (mark-release-recapture) (Beneš et al., 2002).

4.2.1 Pomůcky

K vlastnímu odchytu a značení modrásků jsou zapotřebí vhodné pomůcky. Nezbytná je entomologická síťka pro odchyt motýla. Síťka použitá při tomto sběru dat měla drátěný, skládací rám, který se našrouboval na teleskopické držadlo a samotná látka síťky byla z nylonu. Většinou platí, že čím delší rukojeť síťky, tím hůře se s ní manipuluje. Před samotným odchytem je třeba se ujistit, že síťka je suchá a nepřišla do kontaktu s repelenty nebo jinými chemikáliemi, které by mohly způsobit poškození nebo smrt motýla. V síťce také nesmí být díry, kterými by motýl mohl uniknout.

Pro manipulaci s motýlem se používá entomologická nebo lékařská pinzeta. Pinzeta nesmí mít ostré zoubky, které by mohly poškodit křídla modrásků.

K samotnému označení motýla se používá permanentní fix s úzkým hrotem, který se příliš nerozpívá.

Pro zaznamenání údajů o každém odchyceném jedinci se využívá záznamový arch, kam se zapisuje řada informací:

čas odchytu - přesná hodina a minuta odchytu

pohlaví - F (samice), M (samec)

pořadové číslo - kód

olétanost - I. neolétaný, II. mírně olétaný, III. olétaný

chování - N - nektarink, F - létání, B - slunění, K - kopulace, R - odpočinek, O - kladení, P – hledání samice

oslunění - 1 - jasno, 2 - polojasno, 3 - zataženo

větrnost - 1 - bezvětří, 2 - mírný vítr, 3 - silný vítr

lokalita – název nebo číslo lokality

poznámky – deformace, chybějící končetiny, zvláštnosti, nalezení mrtvého jedince

4.2.2 Odchyt a značení

Po odchycení motýla do síťky, je nejlepší síťku chytit tak, aby měl motýl jen omezený prostor, ve kterém se může pohybovat. To usnadňuje práci při chytání motýla do pinzety. Osvědčil se způsob, kdy konec síťky s motýlem je držen levou rukou, zatímco pravá ruka s pinzetou je uvnitř sítě, přičemž rám síťky je opřen o loketní část pravé ruky. Pro leváky to platí samozřejmě obráceně.

Pokud je motýl neklidný, létá v síťce a mává křídly, je třeba chvíli počkat, než se uklidní a posadí se. Tomu napomáhá omezit prostor, ve kterém se motýl v síti může pohybovat a natočit se tak, aby byl motýl na slunci. Při odchytu měli motýli tendenci šplhat po síťce směrem vzhůru, takže při správné manipulaci s ním, bylo možné nechat motýla přijít přímo do pinzety. Motýla je třeba fixovat pinzetou u kořene křídel, tedy co nejbližší u těla, směrem od hlavy podél těla. Je třeba ho do pinzety chytit za všechna 4 křídla. Držení motýla v pinzetě tímto způsobem mu znemožní pohybovat křídly a tím si je případně potřhat. Při vytahování motýla ze sítě je třeba dávat pozor, abychom ho příliš neatírali o látku a tím z křídel nestírali šupiny nebo je nepotrhal.

V pinzetě zafixovaný motýl se označí permanentním lihovým fixem na levé spodní křídlo, pokud možno co nejbližší ke kořeni křídel. Okraje křídel se časem mohou poškodit, potřhat nebo setřít a značka by pak byla při retrapu (znovuodchycení) hůře čitelná nebo nečitelná úplně, pokud by značka byla příliš u kraje. Každý motýl se značí unikátním kódem. Motýli byli značeni kontinuálně na všech lokalitách, tedy pokud se na jedné lokalitě dosáhlo čísla 20, na jiné lokalitě se pokračovalo číslem 21.

Při chycení motýla se určí pohlaví jedince, zhodnotí jeho stav a s ostatními informacemi o lokalitě a počasí se údaje zapíše do záznamového archu. Po zapsání všech potřebných údajů se motýl vypustí na místě, na kterém byl chycen. Při znovuodchycení již označeného jedince se znovu určí pohlaví pro případ, že první nebo předchozí určení bylo chybné, a spolu s ostatními údaji se opět zapíše do záznamového archu. Motýl se již nijak neoznačuje.

Obrázek 16: Označený jedinec *Phengaris nausithous* (foto vlastní)



4.2.3 Zpracování a vyhodnocení dat

Data z odchyty motýlů byla přepsána do programu Microsoft Excell, který umožňuje jejich převod do prostředí počítačového programu. Poté byl proveden výpočet statistických parametrů podle metody Cormack–Jolly–Seber s použitím volně dostupného programu MARK 8.1. Použit byl model $\phi(.)p(.)$. Jedná se o model se stejnou denní přežitelností a stejnou pravděpodobností zachycení, kdy model je konstatní v čase a pro pohlaví. Výsledkem bylo zjištění celkového počtu označených jedinců *Phengaris nausithous* pro všechny mapované lokality v oblasti Českolipska i pro každou jednu lokalitu zvlášť a odhad celkového počtu motýlů pomocí programu MARK. Zpracování dat v uvedeném programu proběhlo na katedře zoologie a krom autorky této práce se na něm podíleli Hana Potočková, Martihn Kulma, Terezie Bubová a Vladimír Vrabec.

Odhad velikosti populace podle metody Cormack-Jolly-Seber s využitím programu MARK 8.1. byl proveden pro každou sledovanou plochu. Z důvodu příliš nízkého nebo nulového počtu označených motýlů bylo ovšem možné odhadnout celkovou populaci pouze u tří monitorovaných ploch a to K1, K2 a St1. U ostatních ploch se počítalo se sezónní pravděpodobností odchyty 40 % a dle toho byl dopočítám odhad populace.

5 Výsledky

Na všech 13 sledovaných plochách na Českolipsku bylo v roce 2016 označeno celkem 264 jedinců *Phengaris nausithous*, z toho 169 samců a 95 samic (tabulka 1), tedy 64 % odchytených motýlů byli samci a 36 % samice. Řádný výpočet pomocí programu MARK bylo ovšem možné na Českolipsku provést pouze pro 3 plochy, kvůli nízkému počtu jedinců na ostatních plochách.

5.1 Celkový stav populace *Phengaris nausithous* na sledovaných lokalitách

5.1.1 Zjištěný stav označených jedinců *Phengaris nausithous*

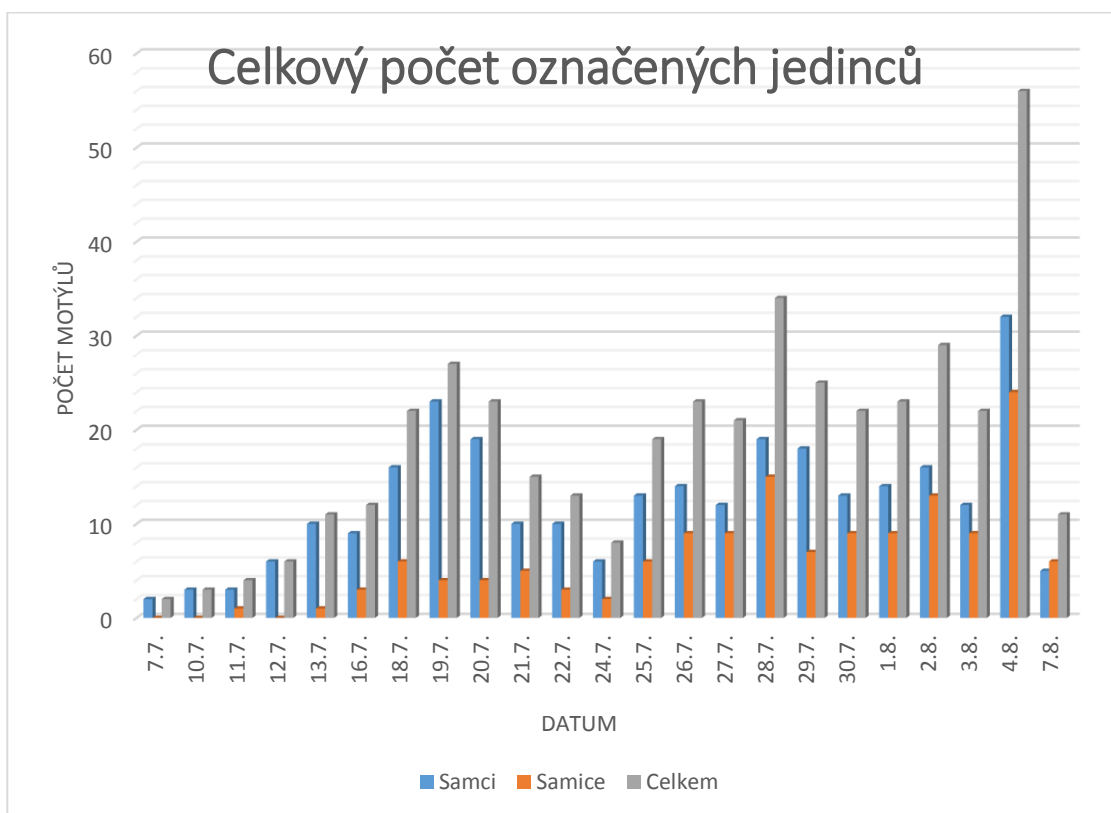
Nejvíce modrásků *P. nausithous* se vyskytovalo a bylo označeno na plochách označovaných jako Kravaře, ačkoli ze 4 sledovaných ploch byli pouze na dvou, a to na K1 a K2. Na těchto dvou plochách bylo označeno 155 jedinců, z toho 73 na K1 a 82 na K2. Třetí nejvýznamnější lokalitou byli Sezímky 1 se 47 označenými jedinci a poté Stvolínky 2, kde bylo chyceno 30 jedinců. Na ostatních plochách bylo odchyteno do 30-ti motýlů a na lokalitách K3 a K4 nebyl odchyten žádný modrásek *P. nausithous*. (tabulka č. 1, grafy č. 1 a 2)

Tabulka 1: Počet motýlů označených v jednotlivých dnech (dny, kdy nebyl označen žádný motýl v tabulce uvedeny nejsou)

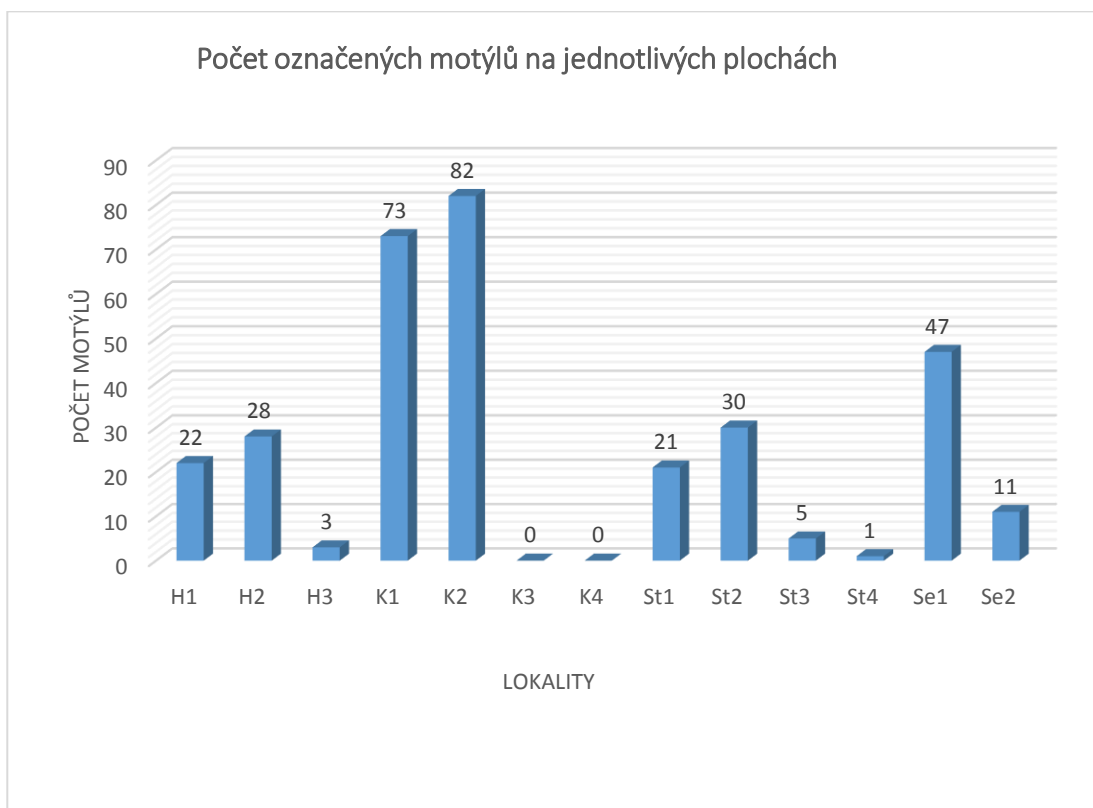
Datum	7.7.	10.7.	11.7.	12.7.	13.7.	16.7.	18.7.	19.7.	20.7.	21.7.	22.7.	24.7.
Samci	2	3	3	6	10	9	16	23	19	10	10	6
Samice	0	0	1	0	1	3	6	4	4	5	3	2
Celkem	2	3	4	6	11	12	22	27	23	15	13	8

25.7.	26.7.	27.7.	28.7.	29.7.	30.7.	1.8.	2.8.	3.8.	4.8.	7.8.	
13	14	12	19	18	13	14	16	12	32	5	169
6	9	9	15	7	9	9	13	9	24	6	95
19	23	21	64	25	22	23	29	22	56	11	264

Graf 1: Grafické znázornění počtu označených motýlů na časové ose, zvláště pro samce a samice (jsou zde vynechány dny, kdy nebyl označen žádný motýl)



Graf 2: Celkový počet označených motýlů na jednotlivých plochách



Následující tabulky a grafy ukazují počty chycených a zaznamenaných motýlů na jednotlivých plochách zkoumaných lokalit na Českolipsku, je zde zaznamenán každý chycený jedinec, takže jsou do čísel zahrnuty i retrapy motýlů, kteří byli označeni na jiné ploše. Údaje ukazují, jaký byl denní výskyt *Phenagris nausithous* na jednotlivých loukách. Data jsou zpracována pro plochy K1, K2, H1, H2, St1 a St 2, ostatní lokality zpracovány nebyly kvůli nedostatečnému počtu chycených jedinců. Jsou za sebou uvedeny sestupně dle množství zde označených jedinců.

Kravaře 1

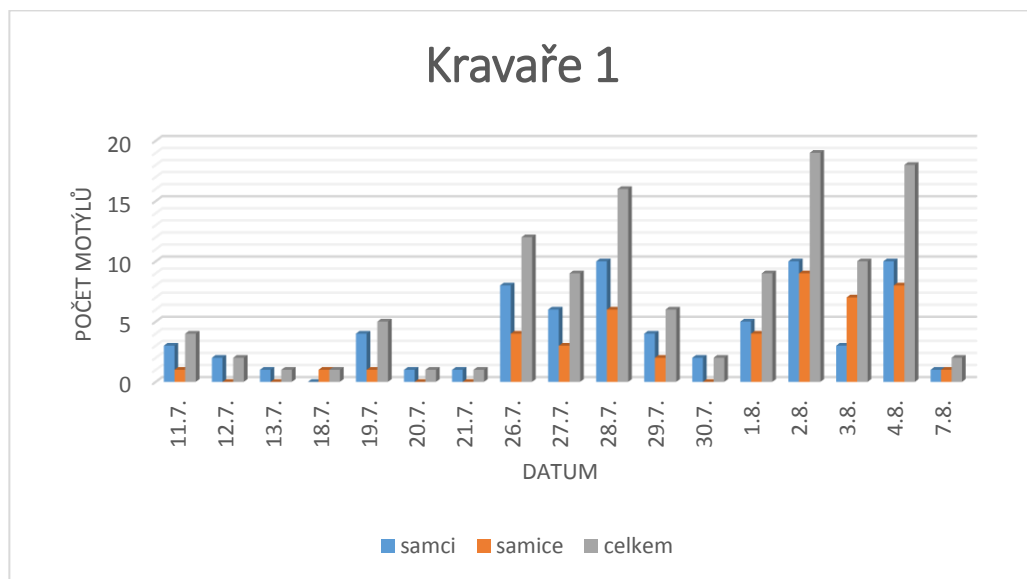
Louka, kde bylo odchyceno a označeno nejvíce jedinců *Phengaris nausithous* (tabulka 2). První samec i samice, zde byli zaznamenáni 11. 7. 2016, tedy pátý den od začátku výzkumu. V grafu 3 jde vidět, že od 26. 7. se počty zaznamenaných motýlů výrazně zvyšují.

Tabulka 2: Počty všech odchycených jedinců na ploše Kravaře 1 (dny, kdy nebyl odchycen žádný motýl, zde nejsou uvedeny)

Kravaře 1	11.7.	12.7.	13.7.	18.7.	19.7.	20.7.	21.7.	26.7.	27.7.
den č.	5	6	7	12	13	14	15	20	21
samci	3	2	1	0	4	1	1	8	6
samice	1	0	0	1	1	0	0	4	3
celkem	4	2	1	1	5	1	1	12	9

28.7.	29.7.	30.7.	1.8.	2.8.	3.8.	4.8.	7.8.	celkem
22	23	24	26	27	28	29	30	
10	4	2	5	10	3	10	1	71
6	2	0	4	9	7	8	1	47
16	6	2	9	19	10	18	2	118

Graf 3: Grafické znázornění počtu odchycených jedinců na ploše Kravaře 1 (dny, kdy nebyl odchycen žádný motýl, zde nejsou uvedeny)



Kravaře 2

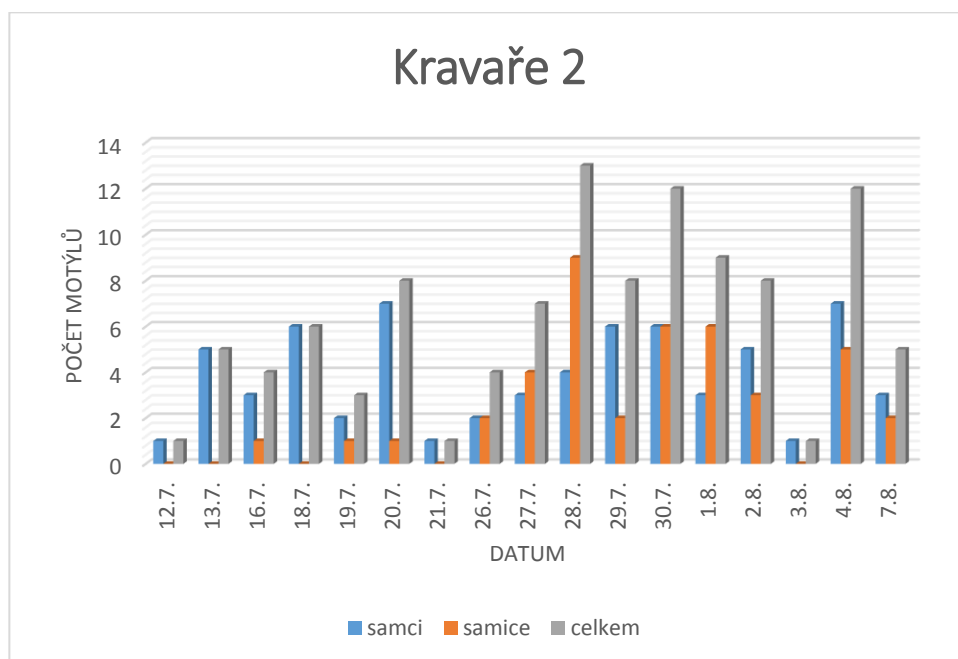
Plocha nacházející se v těsné blízkosti Kravařů 1 vykazuje velmi podobné výsledky odchytů *Phengaris nausithous*. Zde byl první samec odchycen o něco později, než na Kravařích 1 a to 12. 7. a první samice byla zaznamenána až desátý den výzkumu, tedy 16. 7.

Tabulka 3: Počty všech odchycených jedinců na ploše Kravaře 2 (dny, kdy nebyl odchycen žádný motýl, zde nejsou uvedeny)

Kravaře 2	12.7.	13.7.	16.7.	18.7.	19.7.	20.7.	21.7.	26.7.	27.7.	28.7.
den č.	6	7	10	12	13	14	15	20	21	22
samci	1	5	3	6	2	7	1	2	3	4
samice	0	0	1	0	1	1	0	2	4	9
celkem	1	5	4	6	3	8	1	4	7	13

29.7.	30.7.	1.8.	2.8.	3.8.	4.8.	7.8.	celkem
23	24	26	27	28	29	32	
6	6	3	5	1	7	3	65
2	6	6	3	0	5	2	42
8	12	9	8	1	12	5	107

Graf 4: Grafické znázornění počtu odchycených jedinců na ploše Kravaře 2 (dny, kdy nebyl odchycen žádný motýl, zde nejsou uvedeny)



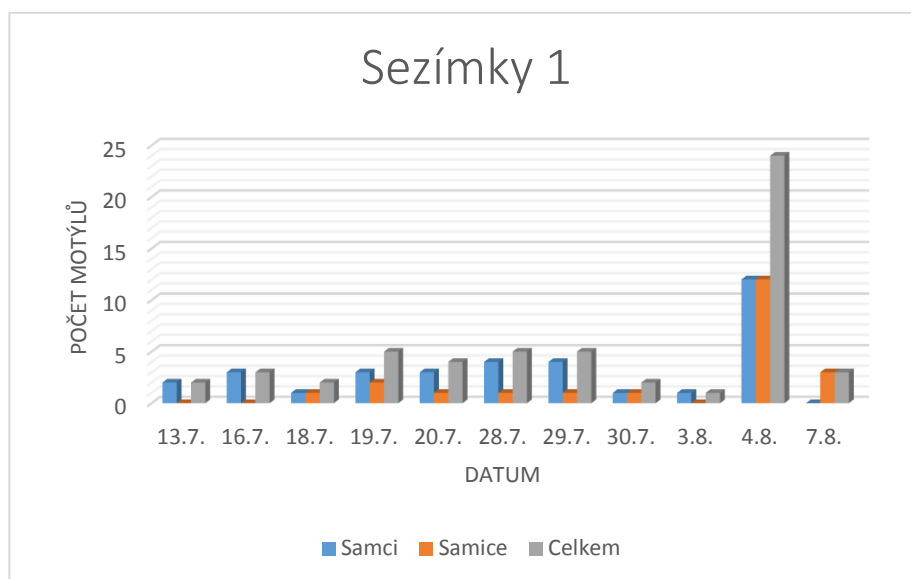
Sezímky 1

Tato plocha vykazuje oproti plochám K1 a K2 zhruba poloviční počty zaznamenaných jedinců, jak uvádí tabulka č. 4. První samci zde byli chyceni týden po začátku monitorování, 13. 7. 2016. První samice byla zaznamenána o dva dny později 18. 7. Nejvíce jedinců zde bylo odchyceno dne 4. 8. Graf č. 5 ukazuje množství motýlů zaznamenaných v čase.

Tabulka 4: Počty všech odchycených jedinců na ploše Sezímky 1 (dny, kdy nebyl odchycen žádný motýl, zde nejsou uvedeny)

Sezímky 1	13.7.	16.7.	18.7.	19.7.	20.7.	28.7.	29.7.	30.7.	3.8.	4.8.	7.8.	celkem
den č.	7	10	12	13	14	22	23	24	28	29	32	
Samci	2	3	1	3	3	4	4	1	1	12	0	34
Samice	0	0	1	2	1	1	1	1	0	12	3	22
Celkem	2	3	2	5	4	5	5	2	1	24	3	56

Graf 5: Grafické znázornění počtu odchycených jedinců na ploše Sezímky 1 (dny, kdy nebyl odchycen žádný motýl, zde nejsou uvedeny)



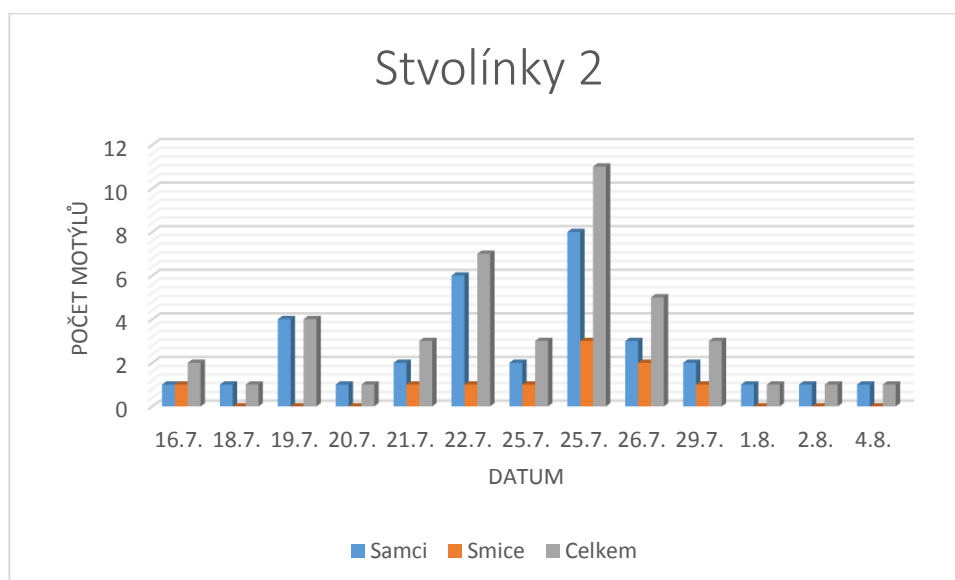
Stvolínky 2

Na této ploše byli první jedinci obou pohlaví zaznamenáni 16. 7., jak uvádí tabulka č. 5, tedy desátý den od začátku výzkumu. Nejvíce jedinců zde bylo označeno v období před koncem července což ukazuje graf č. 6.

Tabulka 5: Počty všech odchytených jedinců na ploše Stvolínky 2 (dny, kdy nebyl odchyten žádný motýl, zde nejsou uvedeny)

Stvolínky 2	16.7.	18.7.	19.7.	20.7.	21.7.	22.7.	25.7.	25.7.	26.7.	29.7.	1.8.	2.8.	4.8.	Celkem
den č.	10	12	13	14	15	16	18	19	20	23	26	27	29	
Samci	1	1	4	1	2	6	2	8	3	2	1	1	1	33
Samice	1	0	0	0	1	1	1	3	2	1	0	0	0	10
Celkem	2	1	4	1	3	7	3	11	5	3	1	1	1	43

Graf 6: Grafické znázornění počtu odchytených jedinců na ploše Stvolínky 2 (dny, kdy nebyl odchyten žádný motýl, zde nejsou uvedeny)



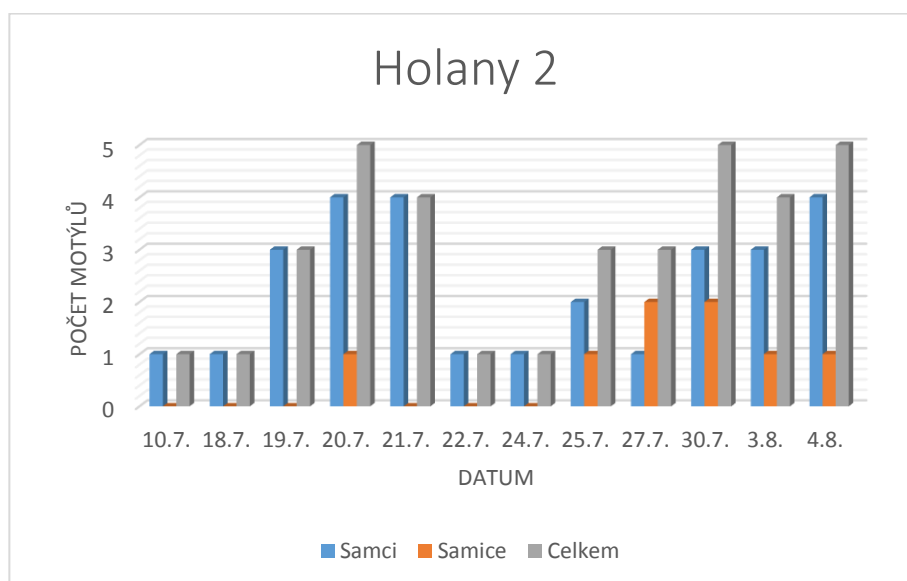
Holany 2

Plocha, která je od ostatních více vzdálená a vykazuje méně početnou populaci *Phenagris nausithous*. První samec zde bych označen čtvrtý den 10. 7. a první samice až 20. 7. což je čtrnáct dní od začátku výzkumu, jak uvádí tabulka č. 6. Nejvyšší počet chycených jedinců za den byl 5 (tabulka č. 6). V grafu č. 7 jde poznat, že zde byl zaznamenán mnohem vyšší počet samců než samic.

Tabulka 6: Počty všech odchycených jedinců na ploše Holany 2 (dny, kdy nebyl odchycen žádný motýl, zde nejsou uvedeny)

Holany 2	10.7.	18.7.	19.7.	20.7.	21.7.	22.7.	24.7.	25.7.	27.7.	30.7.	3.8.	4.8.	Celkem
den č.	4	12	13	14	15	16	18	19	21	24	28	29	
Samci	1	1	3	4	4	1	1	2	1	3	3	4	28
Samice	0	0	0	1	0	0	0	1	2	2	1	1	8
Celkem	1	1	3	5	4	1	1	3	3	5	4	5	36

Graf 7: Grafické znázornění počtu odchycených jedinců na ploše Holany 2 (dny, kdy nebyl odchycen žádný motýl, zde nejsou uvedeny)



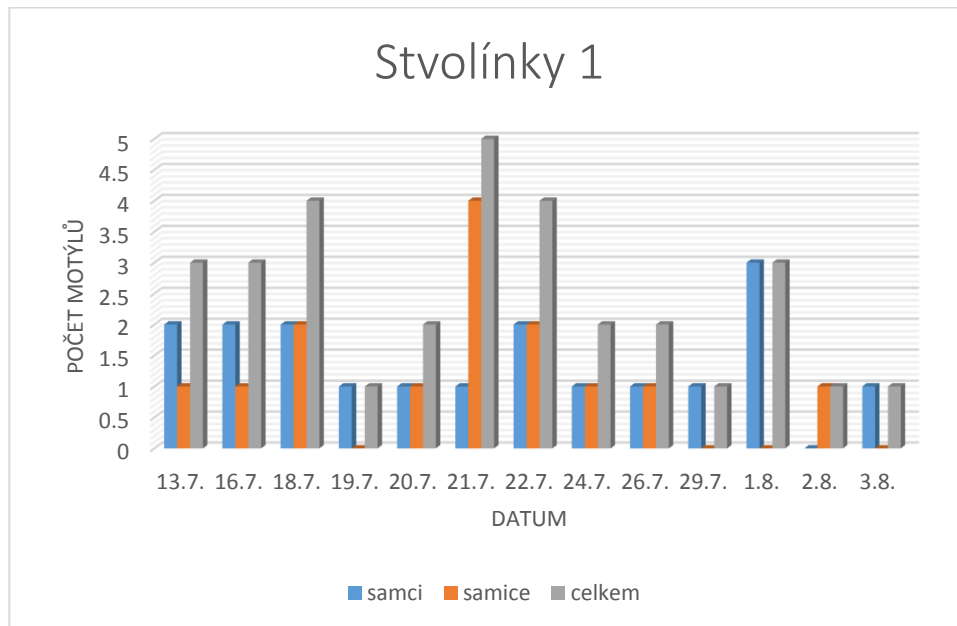
Stvolínky 1

Na této ploše byli první jedinci obou pohlaví zaznamenáni 13. 7., tedy sedmý den. Opět se zde vyskytovalo více samců, ovšem poměr pohlaví byl na této louce více vyrovnaný, jak ukazuje tabulka č. 7.

Tabulka 7: Počty všech odchytených jedinců na ploše Stvolínky 1 (dny, kdy nebyl odchyten žádný motýl, zde nejsou uvedeny)

Stvolínky 1	13.7.	16.7.	18.7.	19.7.	20.7.	21.7.	22.7.	24.7.	26.7.	29.7.	1.8.	2.8.	3.8.	celkem
den č.	7	10	12	13	14	15	16	18	20	23	26	27	28	
samci	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	3	0	1	18
samice	1	1	2	0	1	4	2	1	1	0	0	1	0	14
celkem	3	3	4	1	2	5	4	2	2	1	3	1	1	32

Graf 8: Grafické znázornění počtu odchytených jedinců na ploše Stvolínky 1 (dny, kdy nebyl odchyten žádný motýl, zde nejsou uvedeny)



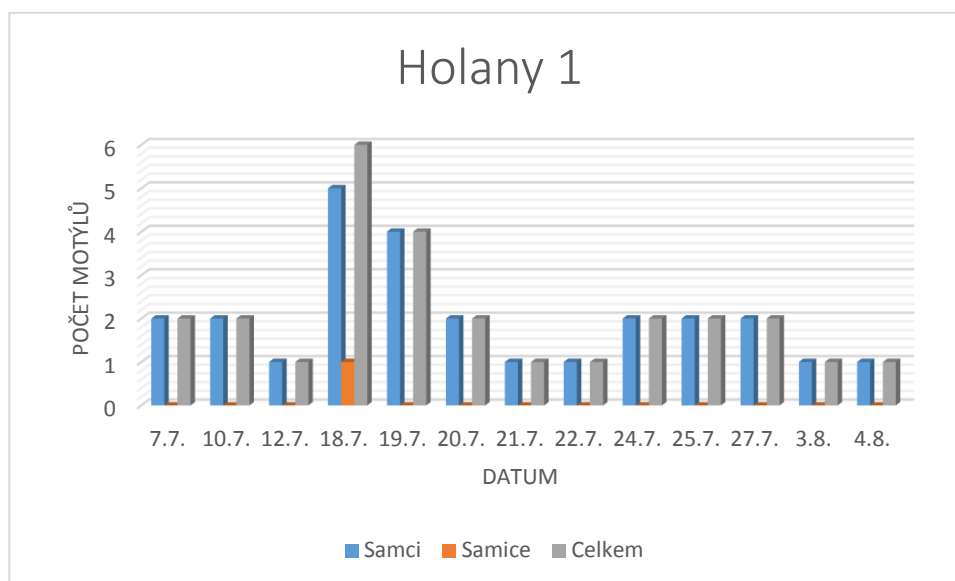
Holany 1

Stejně jako Holany 2 je tato plocha od ostatních vzdálena přibližně 7 km. Na této louce byli první jedinci označeni o něco dříve než na sousední ploše, první samec byl zaznamenán 7. 7. a první samice 18. 7., tedy samec hned první den monitorování, kdežto první a jediná samice až 12. den, jak je možno vidět v tabulce č. 8. Opět je zde jasná převaha samců. Graf č. 9 uvádí počty zaznamenaných motýlů v čase.

Tabulka 8: Počty všech odchytených jedinců na ploše Holany 1 (dny, kdy nebyl odchyten žádný motýl, zde nejsou uvedeny)

Holany 1	7.7.	10.7.	12.7.	18.7.	19.7.	20.7.	21.7.	22.7.	24.7.	25.7.	27.7.	3.8.	4.8.	Celkem
den č.	1	4	6	12	13	14	15	16	18	19	21	28	29	
Samci	2	2	1	5	4	2	1	1	2	2	2	1	1	26
Samice	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Celkem	2	2	1	6	4	2	1	1	2	2	2	1	1	27

Graf 9: Grafické znázornění počtu odchytených jedinců na ploše Holany 1 (dny, kdy nebyl odchyten žádný motýl, zde nejsou uvedeny)



5.1.2 Odhad velikosti populace

Odhad celkové sezónní početnosti metapopulace je 601 jedinců *P. nausithous*. Podrobné výsledky analýzy v prostředí MARK ukazuje tabulka 9 a graficky je výsledek znázorněn v grafu 10.

Tabulka 9: Výsledky analýzy MRR dat pro *P. nausithous* Českolipsko 2016.

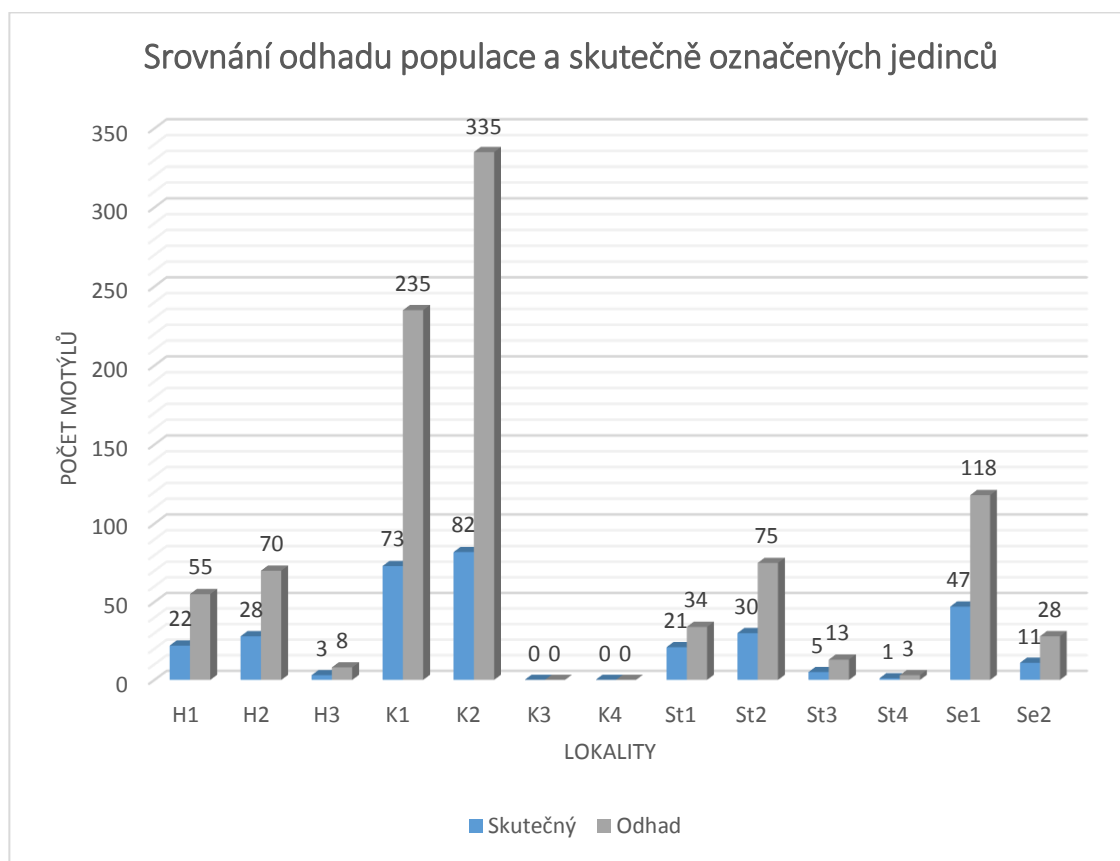
Plocha	Zachycení jedinci n	Parametry pro výpočet		Odhad sezónní velikosti populace			Sezónní pravděpodobnost odchyty	
		denní přežitelnost $\varphi(.)^a$	průměrná pravděpodobnost odchyty $p(.)^a$		SE	95% CI-		95% CI+
H1	22	-	-	<u>55</u>	-	-	-	0,40
H2	28	-	-	<u>70</u>	-	-	-	0,40
H3	3	-	-	<u>8</u>	-	-	-	0,40
K1	73	0,9	0,25	235	*	*	*	0,31
K2	82	0,68	0,15	335	7	31	63	0,24
K3	0	-	-	<u>0</u>	-	-	-	0,40
K4	0	-	-	<u>0</u>	-	-	-	0,40
St1	21	0,88	0,39	34	*	8	8	0,62
St2	30	-	-	<u>75</u>	-	-	-	0,40
St3	5	-	-	<u>13</u>	-	-	-	0,40
St4	1	-	-	<u>3</u>	-	-	-	0,40
Se1	47	-	-	<u>118</u>	-	-	-	0,40
Se2	11	-	-	<u>28</u>	-	-	-	0,40
<i>Suma</i>				972				0,39
Všechny plochy	264			<u>601</u>	*	*	*	

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

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

* Výpočet nebylo možné provést

Graf 10: Grafické znázornění poměru počtu mezi skutečně označenými jedinci a odhadem velikosti populace *Phengaris nausithous* na zkoumaných lokalitách Českolipska



5.2 Migrace

Celkem bylo zaznamenáno 60 přeletů, to udává vzhledem k počtu chycených jedinců migraci 16 % (viz. tabulka 10). Na základě skutečně zaznamenaných migrací byl proveden odhad předpokládaného celkového počtu migrantů, ten činí 56 % (viz. tabulka 11).

Nejvíce přeletů bylo zaznamenáno mezi plochami Kravaře 1 a 2, které se nacházejí v těsné blízkosti. Byly ovšem zaznamenány i migrace mezi vzdálenějšími plochami, například plochy Kravaře 2 a Stvolínky 3, mezi kterými je vzdálenost vzdušnou čarou zhruba 1,7 km. Dokonce byly zjištěny i migrace mezi plochami Kravaře a Holany, které jsou od sebe vzdálené vzdušnou čarou přibližně 7,3 km.

Tabulka 10: Skutečný počet zaznamenaných přeletů

odkud / kam	H1	H2	H3	K1	K2	K3	K4	St1	St2	St3	St4	Se1	Se2	Emigranti
H1		1		2	1									4
H2	2		2	1										5
H3														
K1	1				20							2	1	24
K2				10						1		2	1	14
K3														
K4														
St1									3					3
St2				1				3						4
St3								1						1
St4														
Se1				1	1									2
Se2				1								2		3
Imigranti	3	1	2	16	22			4	3	1		6	2	60

Tabulka 11: Odhadovaný počet migrací

Odkud / kam		H1	H2	H3	K1	K2	K3	K4	St1	St2	St3	St4	Se1	Se2	Emigranti
		0.40	0.40	0.40	0.31	0.24	0.40	0.40	0.62	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	
H1	0.40		6		16	10									33
H2	0.40	13		13	8										33
H3	0.40														
K1	0.31	8				263							16	8	295
K2	0.24				132						10		20	10	172
K3	0.40														
K4	0.40														
St1	0.62									12					12
St2	0.40				8				12						20
St3	0.40								4						4
St4	0.40														
Se1	0.40				8	10									18
Se2	0.40				8								13		21
Imigranti		21	6	13	180	283			16	12	10		49	18	608

Tabulka 12: Vzdálenosti mezi jednotlivými plochami v km, zeleně jsou označeny zaznamenané vzdálenosti přeletů

	K1	K2	K3	K4	S1	S2	ST1	ST2	ST3	ST4	H1	H2	H3
K1	0	0,2	1,3	1	0,6	0,7	1,9	1,7	1,7	1,6	7,5	7,4	7,6
K2	0,2	0	1,4	1,2	0,4	0,6	1,8	1,7	1,7	1,6	7,3	7,2	7,4
K3	1,3	1,4	0	0,3	1,7	1,9	2,6	2,6	2,5	2,3	8,3	8,2	8,4
K4	1	1,2	0,3	0	1,5	1,7	2,5	2,5	2,4	2,2	8,2	8,1	8,3
S1	0,6	0,4	1,7	1,5	0	0,1	1,4	1,3	1,3	1,3	6,9	6,8	7
S2	0,7	0,6	1,9	1,7	0,1	0	1,3	1,2	1,2	1,3	6,7	6,7	6,9
ST1	1,9	1,8	2,6	2,5	1,4	1,3	0	0,2	0,1	0,3	5,7	5,6	5,9
ST2	1,7	1,7	2,6	2,5	1,3	1,2	0,2	0	0,2	0,4	5,7	5,7	5,9
ST3	1,7	1,7	2,5	2,4	1,3	1,2	0,1	0,2	0	0,2	5,8	5,8	6
ST4	1,6	1,6	2,3	2,2	1,3	1,3	0,3	0,4	0,2	0	5,9	5,9	6,1
H1	7,5	7,3	8,3	8,2	6,9	6,7	5,7	5,7	5,8	5,9	0	0,1	0,4
H2	7,4	7,2	8,2	8,1	6,8	6,7	5,6	5,7	5,8	5,9	0,1	0	0,3
H3	7,6	7,4	8,4	8,3	7	6,9	5,9	5,9	6	6,1	0,4	0,3	0

6 Diskuse

Monitorování modráška *Phengaris nausithous*, včetně odhadu početnosti populací na lokalitách na Českolipsku proběhlo v roce 2016 poprvé, to je zásadní fakt, pokud budeme interpretovat výsledky. Nelze tak srovnávat současnou situaci se staršími daty z tohoto území. Na 13 - ti sledovaných plochách bylo označeno celkem 264 jedinců *Phenagaris nausithous* a vypočtený odhad celkové metapopulace je 601 jedinců (tabulka č. 9).

Čísla, která byla při výzkumu získána, ovšem rozhodně nejsou konečná a populace *Phengaris nausithous* v této oblasti bude pravděpodobně mnohem početnější. Je zde několik skutečností, které ovlivňují kvantitu a kvalitu nashromážděných dat:

1. Vzhledem k tomu, že výzkum zde probíhal poprvé, nejsou známy všechny plochy s výskytem modráška bahenního, které by bylo možné do výzkumu zapojit. Je velmi pravděpodobné, že v okolí sledovaných ploch se budou nacházet další lokality s výskytem modráška bahenního zapojené do výměny genů s plochami sledovanými. Výzkum by se měl v příštích letech zaměřit na hledání dalších vhodných lokalit a rozšířit tak mapovanou oblast pro získání ucelenějšího obrazu o výskytu a početnosti populace *Phengaris nausithous*.

2. Dalším faktorem ovlivňujícím množství získaných dat je naše schopnost údaje shromáždit (personální stránka). Výzkum probíhal 4 týdny a značení bylo prováděno 3 týdny pouze dvěma pracovníky a týden třemi pracovníky. Nebylo tedy možné pro každou ze sledovaných ploch zajistit, aby byla denně monitorována dostatečně dlouhou dobu, kvůli nutnosti přesunu na plochu další, aby bylo zajištěno, že značení proběhne na každé z nich. Delší doba byla vždy strávena na lokalitách s větším množstvím výskytu sledovaného druhu, i když ani ostatní plochy nebyly zanedbávány. Pro pokračování výzkumu v dalších letech by bylo vhodné zajistit více kolegů, kteří by byli schopni pokrýt více ploch v jednu dobu a strávit na nich více času.

3. Dále jsou získané výsledky výrazně ovlivněny též faktem, že výzkum byl vzhledem k časovým možnostem týmu ukončen dříve, než skončila letová sezóna *Phenagaris nausithous*. Pokud by výzkum mohl probíhat ještě o chvíli déle, měla by získaná data o něco blíže k utvoření obrazu o celkové početnosti populace na sledovaných lokalitách. O této skutečnosti vypovídá zjištěný poměr pohlaví, kdy bylo zaznamenáno 169 samců a 95 samic, počet označených samců byl tedy mnohem vyšší než počet samic. Protože *Phengaris nausithous* je protandrickým druhem, což znamená, že samci se líhnou o nějaký čas dříve než samice (Beneš et al., 2002) a dlouhodobě pozorovaný poměr pohlaví u modráška bahenního je 1 : 1, ukazuje v tomto výzkumu zaznamenaný poměr pohlaví 1,8 : 1 ve prospěch samců na

předčasné ukončení monitoringu. Může to znamenat, že část samic (až 4/9) se líhla ještě po ukončení monitorování a nebyla do výzkumu zahrnuta.

Z výzkumu vyplývá, že nejpočetnější kolonie sledovaného druhu jsou na plochách Kravaře 1 a 2, kde bylo označeno 73 a 82 jedinců, Sezímky 1 se 40 označenými a Holany 1 a 2, kde bylo označeno 22 a 28 jedinců. Pro tyto plochy by bylo vhodné zavést management podporující modrásky rodu *Phengaris*. Naopak plochy, kde bylo zaznamenáno jen malé nebo žádné množství modrásků byly Kravaře 3 a 4, kde nebyl označen jediný motýl, Stvolínky 3 a 4 s 5 a 1 jedincem a Holany 3, kde byli označeni pouze 3 jedinci (tabulka č. 9 a graf č. 2). Nicméně v případě ploch Stvolínky 3 a 4 a Holany 3 by bylo dobré i nadále pokračovat ve sledování vzhledem k jejich poloze blízko ostatních ploch, kde je výskyt modrásků bahenního mnohem vyšší.

Na plochách označovaných jako Kravaře 1 a 2 bylo označeno dohromady 155 jedinců, 73 na Kravařích 1 a 82 na Kravařích 2. Odhad celkové sezónní populace činí 235 modrásků na Kravařích 1 a 335 modrásků na Kravařích 2 (tabulka č. 9), dohromady tedy 570 jedinců. Celkový počet zde zaznamenaných jedinců, když počítáme i retrapy, je pro Kravaře 1: 118 jedinců, kdy 47 z nich jsou samice a 81 samci (tabulka č. 2, graf č. 3). Na ploše Kravaře 2 bylo zaznamenáno celkem 107 jedinců, z nichž 42 byly samice 65 samci (tabulka č. 3, graf č. 4). Na louce Sezímky 1 bylo označeno 47 jedinců s odhadem sezónní velikosti populace 118 jedinců. Celkem zde bylo i s retrapy zaznamenáno 56 motýlů, z toho 22 samic a 34 samců (tabulka č. 4, graf č. 5). I zde, ve výsledcích získaných z jednotlivých ploch je vidět posun v poměru pohlaví ve prospěch samců, daný protandričností modrásků.

Louky Kravaře 1 a 2 a Sezímky 1 a 2 byly bohužel dne 21. 7. celoplošně posečeny. Seč proběhla v naprosto nevhodnou dobu uprostřed letové sezóny a modrásci se tak museli soustředit v okrajových částech louky, kde ještě zůstala živná rostlina. Nevhodná seč způsobuje úmrtí larev a zničení zatím nevylíhnutých vajíček (Johst et al., 2006) a její opakování po několik sezón za sebou může vést k vyhynutí modrásků (Wynhoff, 2001), nám bohužel pravděpodobně ovlivnila výsledky studie, protože vyvolala odlet přítomných imag do okolí, to je třeba si uvědomit při hodnocení zaznamenaných počtů jedinců druhu.

Na všech třech loukách v Holanech bylo označeno celkem 53 jedinců. Na Holanech 1 to bylo 22, v Holanech 2 bylo označeno 28 jedinců a v Holanech 3 pouze 3 jedinci. Celkový vypočtený sezónní odhad populace je 133 jedinců, kdy pro Holany 1 to činí 55, pro Holany 2 je to 70 a pro Holany 3 jen 8 jedinců (tabulka č. 9). Pro Holany 1 byl celkový počet zde odchycených jedinců (i s retrapy) 27, kdy bylo zaznamenáno 26 samců a pouze 1 samice (tabulka č. 8, graf č. 9). Na Holanech 2 bylo odchyceno 28 samců a 8 samic, tedy celkem 36

jedinců (tabulka č. 6, graf č. 7). Na plochách v Holanech bylo celkově zaznamenáno mnohem více samců než samic, což svědčí o posunu letového období samic na rozdíl od samců, kteří se líhnou dříve. Na těchto plochách byla nejvyšší denzita živné rostliny krvavce totenu. Louky Holany 1 a 2 jsou velmi významné a bylo by vhodné zde zavést management zacílený na modrásky *Phengaris*.

Čtyři plochy na lokalitě označované jako Stvolínky, se nacházejí ve svahu pod vrchem Ronov. Na této lokalitě bylo celkem označeno 57 jedinců a odhad sezónní velikosti populace pro všechny 4 plochy dohromady je 125 jedinců. Nejvýznamnější z těchto 4 ploch jsou Stvolínky 1, kde bylo označeno 21 modrásků a Stvolínky 2, kde bylo označeno 30 modrásků s potenciální populací 34 a 75 jedinců (tabulka 9). Celkový počet odchycených motýlů (i s retrapy) byl na těchto dvou plochách pro St1 32, kdy bylo 14 samic a 18 samců (tabulka č. 7, graf č. 8) a pro St2 to bylo 43 jedinců, ze kterých bylo 10 samic a 33 samců (tabulka č. 5, graf č. 6). Lze zde opět vidět převaha samců nad samicemi způsobená protandrií modrásků *Phengaris*. Podstatné je, že z ploch v okolí Ronova – Stvolínek existují záznamy o denzitně motýlů z předchozích let od vedoucího práce (srov. Vrabec 2007c, 2009c). Srovnáním mého výsledku s nimi lze usuzovat na pokles početnosti motýlů na těchto stanovištích, což není žádoucí vzhledem ke snahám o jejich ochranu.

Vzájemné vzdálenosti jednotlivých ploch mezi sebou jsou uvedeny v tabulce č. 12. Zkoumané plochy nejsou izolované jedna od druhé, ale nacházejí se v doletových možnostech modrásků (i když některé na hranici doletových možností pravděpodobně však jsou postupnými přelety z jedné na druhou).

Celkem bylo zaznamenáno 60 přeletů mezi jednotlivými plochami, to udává vzhledem k počtu chycených jedinců migraci 16 %. Na základě skutečně zaznamenaných migrací byl proveden odhad předpokládaného celkového počtu migrantů, ten činí 56 %, tedy 608 migrantů. Tabulka č. 10 uvádí počty skutečně zaznamenaných migrací, tabulka č. 11 uvádí počty předpokládaných migrací.

Nejvíce přeletů bylo zaznamenáno mezi plochami Kravaře 1 a 2, které se nacházejí v těsné blízkosti. Z Kravařů 1 na Kravaře 2 bylo zjištěno 20 přeletů, opačně to bylo 10 přeletů. Byly ovšem zaznamenány i migrace mezi vzdálenějšími plochami, například byl zaznamenán jeden přelet z plochy Kravaře 2 na Stvolínky 3, mezi kterými je vzdálenost vzdušnou čarou zhruba 1,7 km a také jeden migrant z plochy Stvolínky 2 na plochu Kravaře 1, mezi kterými je také vzdálenost 1,7 km. Plochy v Holanech jsou od ostatních nejvzdálenější a jeví se izolovaně, ovšem byly zaznamenány přelety na tyto lokality i z nich.

Byly zjištěny 3 přelety z plochy Holany 1 na plochy v Kravařích 1 a 2 a jeden přelet z Kravařů 1 na Holany 1, přitom vzdálenost mezi plochami je větší než 7 km (přesné vzdálenosti uvádí tabulka č. 12).

Skutečnost, že byly zjištěny přelety mezi takto vzdálenými plochami ukazuje na to, že populační systém je propojen a s vysokou pravděpodobností tak můžeme potvrdit hypotézu o zapojení do metapopulačního systému. Jednotlivé plochy jsou přelety propojeny a s nejvyšší pravděpodobností zde dochází k toku a výměně genů. Přelety na jednotlivá území zřejmě neprobíhají přímo jednorázově, ale postupnou migrací jedinců z plochy na plochu s využitím nášlapných kamenů („stepping stone“) v krajině (Beneš et al., 2002).

7 Závěr

Mezi cíle této práce patřil odhad početnosti populace modráška druhu *Phengaris nausithous* na území Českolipska, které do této doby nebylo zkoumáno. Na lokalitě, na které probíhal monitoring daného druhu, bylo označeno 264 jedinců modráška bahenního a odhad celkové populace byl stanoven na 972 jedinců. Jelikož zde probíhal výzkum poprvé, nedá se určit, zda populace je na vzestupu, na ústupu nebo je stabilní. Pro konstatování jednoznačného závěru je třeba aby studie probíhala i dalších letech. Obecně se dá říci, že pro modrásky je tu vodné prostředí s dostatkem živné rostliny a mravenců rodu *Myrmica*. Lokality v Kravařích a Holanech by byly vhodné pro zavedení lučního managementu zaměřeného na podporu modrášků.

Z 264 jedinců bylo zaznamenáno 169 samců a 95 samic, což odpovídá poměru 1,8 : 1 ve prospěch samců. Na lokalitách na Českolipsku se tedy vyskytovalo mnohem více samců než samic, což je ale pravděpodobně zapříčiněno předčasným ukončením monitoringu. Jelikož tito motýli jsou protandričtí, tedy samci se líhnou o několik dní až týdnů dříve než samice a výzkum byl ukončen zhruba uprostřed letové sezóny, předpokládáme, že v důsledku tohoto posunu nebyly dochytnány samice.

Byla zjištěna 16 % migrace mezi jednotlivými zkoumanými plochami a odhad celkové migrace byl stanoven na 56 %. Během studie bylo zaznamenáno množství přeletů, konkrétně 60 a to i na lokace vzdálené přes 7 km. Bylo tedy dokázáno, že existuje propojení mezi jednotlivými koloniemi *Phengaris nausithous* a je tu velká pravděpodobnost, že jednotlivé kolonie jsou zapojeny do metapopulačního systému s výměnou genů. Testovaná hypotéza, že všechny studované kolonie motýla v daném území tvoří jediný metapopulační systém tak i po jedné sezóně výzkumu byla s vysokou pravděpodobností potvrzena. Nicméně je žádoucí, aby studie probíhala i v příštích letech pro dosažení více vypovídajících informací.

7.1 Doporučení pro praxi

Vhodný management podporující modrásky by pro louky označované jako Kravaře měl spočívat seči provedené před zahájením letové sezóny, a to nejpozději do 15. 6., aby stihl dorůst a vykvést krvavec před líhnutím motýlů. Pro louky Kravaře 1 a 2 by bylo nejlepší, kdyby se ve spodní části louky u Bobřího potoka používalo pásové kosení a jednou za 2 roky by se nechala neposečený pruh při okraji plochy. Pro plochu Sezimky 1 by bylo vhodné zavést management pásových sečí. V části, kde se vyskytují zatím nižší náletové dřeviny a

není nijak udržována by bylo dobré provádět občasné namátkové vysekání dřevin jednou ročně, před zahájením letové sezóny provést kosení ruční technikou, aby nedošlo k zarůstání a vytlačení živné rostliny. Tyto tři louky se zdají býtí nejnadějnější z hlediska výskytu *Phengaris nausithous*.

Zdá se, že na plochách v Holanech je sečení prováděno vhodně před začátkem letového období. Bylo by dobré pro každou louku použít trochu jiný způsob sečení v rámci diverzifikace systému kolonií modrásků. Plocha Holany 1 by měla být sečena jako doposud. Pro plochu Holany 2 by bylo vhodné zavést pásovou seč s rotačním systémem a na ploše Holany 3 provádět celkovou seč s částí louky ponechanou ladem, kdy celá louka by se kosila jednou za 3 roky

Vzhledem k nižší denzitě krvavce na loukách ve Stvolínkách by bylo vhodné ponechat je jeden rok bez seče a poté zavést kosení před začátkem letové sezóny. Pro louku Stvolínky 2 by se mohla zavést pásová seš směrem do svahu. Pro plochy Stvolínky 3 a 4 by byla dobrá celková seč s ponecháním okrajových částí před letovým obdobím.

8 Literatura

- Anton, Ch., Musche, M., Hula, V., Settele, J. 2005. Which factors determine the population density of the predatory butterfly *Maculinea nausithous*?. p. 57-59. In: Settele, J., Kühn, E., Thomas, J. A. (Eds.) 2005. Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2: Species Ecology along a European Gradient: *Maculinea Butterflies* as a Model, Pensoft Publishers, Sofia – Moscow. p.289.
- Batáry, P., Körösi, A., Örvössy, N., Kövér, S., Peregovits, L. 2009. Species - specific distribution of two sympatric *Maculinea* butterflies across different meadow edges. Journal of insect conservation. 13 (2). 223-230.
- Beneš, J., Konvička, M., Dvořák, J., Fric, Z., Havelda, Z., Pavlíčko A., Vrabec, V., Weidenhoffer, Z. 2002. Motýli České republiky: Rozšíření a ochrana I., II. SOM. Praha. p. 857.
- Beneš, J., Čížek, L., Čížek, O., Dolný, A., Farkač, J., Fric, Z., Hanč, Z., Hesoun, P., Hula, V., Chobot, K., Kopeček, F., Křivan, V., Konvička, M., Kubáň, V., Mikát, M., Mourek, J., Resl, K., Škorpík, M. 2007. Zásady managementu stanovišť druhů v evropsky významných lokalitách soustavy Natura 2000. Agentura ochrany přírody a krajiny České Republiky. Praha. p. 201.
- Carter D. 1998. Motýli. Vydavatelstvo Osveta. Martin. p. 304.
- Čechmánek, Z., Hrabák, R. 2006. Život motýlů střední Evropy. Granit. Praha. p. 136
- Elmes, G. W., Thomas, J. A. 1991. Die Biologie und Ökologie der Ameisen der Gattung *Myrmica*. pp. 404-409. In: Geiger W. (ed.) & Lepidopterologen-Arbeitsgruppe SBN 1991. Tagfalter und ihre Lebensräume. Schweizerischer Bund für Naturschutz. Basel. p. 516.
- Elmes, G. W., Thomas, J. A. 1992. Complexity of species conservation in managed habitats: interaction between *Maculinea* butterflies and their hosts. Biodiversity and Conservation. 1(3). 155-169.
- Elmes, G. W., Thomas, J. A., Wardlaw, J. C., 1991. Larvae of *Maculinea rebeli*, a largeblue butterfly, and their *Myrmica* host ants: wild adoption and behaviour in ant-nests. J. Zool. Lond. 223. 447-460.
- Farkač, J., Král, D., Škorpík, M. 2005. Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. List of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha. p. 760.
- Fiedler, K., Holldobler, B., Seufert, P. 1996. Butterflies and ants: the communicative domain. Experientia. 52 (1). 14-24.
- Figurny, E., Woyciechowski, M. 1998. Flowerhead Selection for Oviposition by Females of the Sympatric Butterfly Species *Maculinea teleius* and *M. nausithous* (Lepidoptera: Lycaenidae). Entomologia Generalis. 23 (3). 215-222.
- 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.

Grill, A., Cleary, D. F. R., Stettmer, C., Bräu, M., Settele, J. 2008. A mowing experiment to evaluate the influence of management on the activity of host ants of *Maculinea* butterflies. *Journal of Insect Conservation*. 12 (6). 617-627.

Hofmannová H., Marktanner T. 1996. Denní a noční motýli, kapesní atlas, Nakladatelství Slovart. Praha. p. 160.

Hochberg, M. E., Thomas, J. A. & Elmes, G. W. 1992. A modelling study of the population dynamics of a large blue butterfly, *Maculinea rebeli*, a parasite of red ant nests. *Journal of Animal Ecology*. 61 (2). 397-409.

Jelínek, J., Zicháček, V. 2003. *Biologie pro gymnázia*. Olomouc, s.r.o. Olomouc. p. 574.

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 (2). 333-342.

Kudrna, O., Pennerstorfer, J., Lux, K. 2015. *Distribution atlas of European butterflies and skippers*. PEKS, Schwanfeld. p. 650.

Landman, W. 1999. *Encyklopedie motýlů*. Rebo. Česlice. p. 272.

Laštůvka, Z. 1998. *Seznam motýlů České a Slovenské republiky (Insecta, Lepidoptera)*. Konvoj. Brno. p. 118.

Laštůvka, Z., J. Liška. 2010. *Seznam motýlů České republiky. Checklist of Lepidoptera of the Czech Republic (Insecta: Lepidoptera)*. p. 117.

Novák, I., Pokorný, V. 2003. *Atlas motýlů*. Paseka. Litomyšl. p. 268.

Novák, I., Severa, F. 2002. *Motýli*. Aventinum, Praha, p. 367.

Novák, J., Skalický, M. 2012. *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. PowerPrint. Praha. 3. Ed. p. 336.

Nowicki, P., Marczyk, J., Kajzer- Bonk, J. 2015. Metapopulations of endangered *Maculinea* butterflies are resilient to large- scale fire. *Ecohydrology*. 8 (3). 398-405.

Nowicki, P., Pepkowska, A., Kudlek, J., Skórka, P., Witek, M., Settele, J. & Woyciechowski, M. 2007. From metapopulation theory to conservation recommendations: Lessons from spatial occurrence and abundance patterns of *Maculinea* butterflies. *Biological Conservation*. 140 (1-2). 119-129.

Nowicki, P., Vrabec, V. 2011. Evidence for positive density-dependent emigration in butterfly metapopulations. *Oecologia*. 167 (3). 657–665.

Nowicki, P., Vrabec, V., Binzenhöfer, B., Feil, J., Zakšek, B., Hovestadt, T., Settele, J. 2014. Butterfly dispersal in inhospitable matrix: rare, risky, but long-distance. *Landscape Ecology*. 29 (3). 401–412.

- Nowicki, P., Witek, M., Skórka, P., Settele, J., Woyciechowski, M. 2005. Population ecology of the endangered butterflies *Maculinea teleius* and *M. nausithous* and the implications for conservation. *Population Ecology*. 47 (3). 193–202.
- 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.
- 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 (4). 362 - 375.
- Randuška, D. 1983. Barevný atlas rostlin. Obzor. Bratislava. p. 640.
- Skalický, V. 1995. 8. *Sanguisorba L.* – krvavec. In: Slavík, B. (ed.). Květena České republiky 4. 1995. Academia. Praha. p. 240 – 246.
- Śliwińska, E. B., Nowicki, P., Nash, D. R., Witek, M., Settele, J., Woyciechowski, M. 2006. Morphology of caterpillars and pupae of European *Maculinea* species (Lepidoptera: Lycaenidae) with an identification table. *Entomologica fennica*. 17 (4). 351 - 358.
- Sliwinska, E. B., Nowicki, P., Nash, R. D., Woyciechowski, M. 2005. The key to the caterpillars et pupae of *M. teleius*, *M. nausithous* et *M. alcon*. pp. 88-89. In: Settele, J., Kuhn, E., Thomas, J. A. (Eds.) 2005. *Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2. Species Ecology along a European Gradient: Maculinea Butterflies as a Model*. Pensoft Publisher. Sofia – Moscow. p. 289.
- Tartally, A., Varga Z. 2005: *Myrmica rubra* (Hymenoptera: Formicidae): the first data on host ant specificity of *Maculinea nausithous* (Lepidoptera: Lycaenidae) in Hungary. *Myrmecologische Nachrichten*. 7. 55-59.
- Thomas, J. A., Clarke, R. T., Elmes, G. W., Hochberg, M. E. 1998a. Population dynamics in the genus *Maculinea* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Insect Populations In theory and in practice*. pp 486 (261 - 290).
- Thomas, J. A. 1984. The Behaviour and Habitat Requirements of *Maculinea nausithous* (the Dusky Large Blue Butterfly) and *M. teleius* (the Scarce Large Blue) in France. *Biological Conservation*, 28 (4). 325-347.
- Thomas, J. A., Elmes, G. W. 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 B: Biological Sciences*. 268 (1466). 471-477.
- Thomas, J. A., Munguira, M. L., Martin, J., Elmes, G. W. 1991. Basal hatching by *Maculinea* butterfly eggs: a consequence of advanced myrmecophily? *Biological Journal of the Linnean Society*. London. 44 (2). 175-184.
- Thomas, J. A., Wardlaw, J. C. 1990. The effect of queen ants on the survival of *Maculinea arion* larvae in *Myrmica* ant nests. *Oecologia*. 85. 87-91.
- van Dyck, H., Oostermeijer, J. G. B., Talloen, W., Feenstra, V., Hidde van der, A., Wynhoff I. 2000. Does the presence of ant nests matter for oviposition to a specialized myrmecophilous

- Maculinea* butterfly? Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences. 267 (1446). 861-866.
- Vávrová, E., Žitňan, D., Kulfan J. 2005. Conservation of *Maculinea* Species in Slovakia. P. 247-248. In: Settele J., Kühn E. & Thomas J. A, (Eds.) 2005: Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2: Species Ecology along a European Gradient: *Maculinea* Butterflies as a Model, Pensoft Publishers. Sofia – Moscow. p. 289.
- Vliegthart, A., Verovnik, R., Wiemers, M., 2012. Lycaenidae. In: Karsholt O. & Nieuwerkerken E. J. van (eds): Fauna Europaea: Lepidoptera. Fauna Europaea. Version 2.5.
- Vrabec, V. 2007. Monitoring druhů *Maculinea nausithous* a *Maculinea telejus* na lokalitě Ronov – louky od Stvolínek v roce 2007. Msc. depon in Agentura ochrany přírody a krajiny, Praha, p. 9.
- Vrabec, V. 2009. Monitoring druhů *Maculinea nausithous* a *Maculinea telejus* na lokalitě Ronov – louky od Stvolínek v roce 2009. Msc. depon in Agentura ochrany přírody a krajiny, Praha, p. 10.
- Vrabec, V., Antošová, P., Rychlíková, H., Witek, M., Veselá, H., Boubertlová, J., Vávrová, Ž., Hanousková, H., Spalová, M., Lálová, H. 2007. Mravenci (Hymenoptera: Formicidae) na lokalitách mokřadních modrásků rodu *Maculinea* (Lepidoptera: Lycaenidae) ve středním Polabí. p. 101. In: Bryja, J., Zukal, J., Řehák, Z. (eds.): Zoologické dny Brno 2007. Sborník abstraktů z konference 8.-9. února 2007. Ústav biologie obratlovců AV ČR, Brno, p. 224.
- Witek, M., Sliwiska, B. E., Skorka, P., Nowicki, P., Wantuch, M., Vrabec, V., Settele, J., Woyciechowski, M. 2008. Host ant specificity of large blue butterflies *Phengaris (Maculinea)* (Lepidoptera: Lycaenidae) inhabiting humid grasslands in East-central Europe. European Journal of Entomology. 105 (5). 871–877.
- Wynhoff, I. 1998. Lessons from the reintroduction of *Maculinea telejus* and *M. nausithous* in the Netherlands. Journal of Insect Conservation. 2 (1). 47-57.
- Wynhoff, I. 2001. At home on Foreign Meadows: the Reintroduction of two *Maculinea* butterfly species. Wageningen Agricultural University. Netherlands. p. 236.

Internetové zdroje

- Anonym. Biomonitoring [online] – modrásek bahenní (*Maculinea nausithous*) [cit. 2017-3-22]. Dostupné z <http://www.biomonitoring.cz/druhy.php?druhID=10>
- Beneš, J., Dvořák, J. Mapování a ochrana motýlů České republiky [online] – *Maculinea nausithous* - modrásek bahenní [cit. 2017-3-21]. Dostupné z <http://www.lepidoptera.cz/motyli/modrasek-bahenni-maculinea-nausithous-bergstraesser-1779>
- Frouz, J. frouz.wz.cz [online] Metody zpětného odchytu značených jedinců (Mark and Recapture nebo Capture -Recapture Methods) [cit. 2017-3-23]. Dostupné z <http://frouz.wz.cz/lecture2.pdf>

Uříčář, J. 2013. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky [online] - Plán managementu druhu. Modrásek bahenní (*Phengaris nausithous*) [cit. 2017-3-21]. Dostupné z <http://www.ochranaprirody.cz/res/archive/210/026685.pdf?seek=1418652637>

Václavík, T., 2013. Tomáš Václavík. GIScience, Landscape Ecology & Biogeography [online] – Organismy v krajině [cit. 2017-3-25]. Dostupné z https://tomasvaclavik.files.wordpress.com/2013/04/07_keko_organismy.pdf

Obrázky

Wikipedia [online] *Phengaris nausithous* [2017-3-21]. Dostupné z <https://sr.wikipedia.org/wiki>

Marek, V. Články o motýlech, jejich fotografování a ochraně [online]. Kolářkova galerie motýlů [2017-3-21]. Dostupné z <http://motyli.kolas.cz/foto/modras/13728215.htm>

Bink, F. Butterflies in Benelux [online]. *Maculinea nausithous* (Bergsträsser, 1779) / Dusky large blue / Lycaenidae – Polyommatainae [2017-3-21]. Dostupné z http://www.phegea.org/Dagvlinders/BinkMONOLYC/Bink_Monograph_Mnausithous.htm

Krajinou a přírodou východních Čech [online]. O modráscích rodu *maculinea* [2017-3-21]. Dostupné z <http://bohemiaorientalis.cz/o-modrascich-rodu-maculinea-2/>

Nahuby.sk [online]. modráček bahniskový *Maculinea nausithous* Bergsträsser, 1779 [2017-3-21]. Dostupné z http://www.nahuby.sk/obrazok_detail.php?obrazok_id=282606

ResearchGate [online]. Worldwide spread of the ruby ant, *Myrmica rubra* (Hymenoptera: Formicidae) [2017-3-21]. Dostupné z https://www.researchgate.net/publication/228509755_Worldwide_spread_of_the_ruby_ant_Myrmica_rubra_Hymenoptera_Formicidae

Murray, T. AntWiki [online]. *Myrmica rubra* [2017-3-21]. Dostupné z http://www.antwiki.org/wiki/Myrmica_rubra

Wikimedia Common [online]. *Nausithous eurazja* distribution actually mkutera [2017-3-21]. Dostupné z https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nausithous_eurazja_distribution_actually_mkutera.png

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky [online]. Mapa *maculinea nausithous* distribution [2017-3-21]. Dostupné z http://www.nature.cz/publik_syst2/files08/Mapa-maculinea-nausithous-distribution.jpg

Nabla.cz [online]. krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*) [2017-3-21]. Dostupné z <http://www.nabla.cz/obsah/biologie/rostliny/byliny/krvavec-toten.php>

Butterfly Photography and exploration [online]. Magyarorszáki lepkék [2017-3-21]. Dostupné z <http://jasius.hu/lepidopterology/lycaeboglarka.html>

9 Přílohy

Příloha 1: Pohled na louky Kravaře 1 a za porostem Kravaře 2 bezprostředně po seči 21.7. uprostřed letové sezóny (foto vlastní)



Příloha 2: Nepokosený okraj louky Kravaře 1, kde se po nevhodné seči motýli soustředili na zbývajících krvavcích (foto Vladimír Vrabec)



Příloha 3: Plocha Kravaře 3 posečená v nevhodné době (foto Vladimír Vrabec)



Příloha 4: Plocha Kravaře 4, nevhodně posečená uprostřed letové sezóny motýlů (foto Vladimír Vrabec)



Příloha 5: Plocha Sezímky 1, pokosená v nevhodném termínu (foto Vladimír Vrabec)



Příloha 6: Plocha Sezímky 2, pokosená v nevhodném termínu (foto Vladimír Vrabec)



Příloha 7: Plocha Stvolínky 1 (foto Vladimír Vrabec)



Příloha 8: Stvolínky 2 (foto Vladimír Vrabec)



Příloha 9: Pohled na Stvolínky 4, 3 a 2 od vrchu Ronov (foto vlastní)



Příloha 10: Plocha Stvolínky 4 se vzácnějším výskytem krvavce (foto Vladimír Vrabc)



Příloha 11: Louka Holany 1 s hustým výskytem krvavce totenu (foto vlastní)



Příloha 12: Plochy Holany 1 a za porostem rákosin Holany 2 s hustým porostem krvavce (foto Vladimír Vrabec)



Příloha 13: Plocha Holany 3 se vzácnějším výskytem krvavce (foto Vladimír Vrabec)

