

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Mgr. Vladimír Vrabc, Ph.D.
Diplomant: Bc. Kristýna Baráková

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA ZOOLOGIE A RYBÁŘSTVÍ



REPRODUKČNÍ BIOLOGIE MODRÁSKŮ RODU
PHENGARIS

REPRODUCTIVE BIOLOGY OF LARGE BLUES
PHENGARIS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

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

Diplomant: Bc. Kristýna Baráková

Konzultant: Ing. Terezie Bubová, Ph.D.

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Kristyna Baráková

Inženýrská ekologie
Ochrana přírody

Název práce

Reprodukční biologie modrásků rodu Phengaris

Název anglicky

Reproductive biology of Large Blues Phengaris

Cíle práce

Cílem práce je vyhodnocení dat z terénních pozorování získaných zpětným odchycem značených jedinců za poslední roky z hlediska frekvence a opakování pozorování kopulujících jedinců, časového rozložení pozorování kopulací a eventuálně dalších dat, která půjdou analyzovat včetně doby jejich trvání. Práce představuje zásadní příspěvek k poznání biologie a ekologie zvláště chráněných druhů Phengaris nausithous a P. teleius.

Metodika

V záznamech o záchytech jedinců budou dohledány záchyty kopulujících jedinců, tyto vypsány dle individuálních identifikací a zapsán čas, dále opakované pozorování týchž jedinců, apod. Bude-li dat dostatečné množství, budou analyzována statistickými postupy, pokud ne bude podán bionomický popis pozorovaných skutečností.

Doporučený rozsah práce

45 str.

Klíčová slova

Rozmnožovací chování, kopulace, biologie, Phengaris

Doporučené zdroje informací

- BENEŠ J., KONVIČKA M., DVOŘÁK J., FRIC Z., HAVELDA Z., PAVLÍČKO A., VRABEC V. & WEIDENHOFFER Z. (eds.) 2002: Motýli České republiky: Rozšíření a ochrana I., II. (Butterflies of the Czech Republic: Distribution and conservation I., II.). SOM, Praha, 857 pp.
- BUBOVÁ T., KULMA M., VRABEC V., NOWICKI P. 2016: Adult longevity and its relationship with conservation status in European butterflies. *Journal of Insect Conservation*. 20(6): 1021-1032.
- HUGHES L., SIEW-WOON CHANG B., WAGNER D., PIERCE N. E. 2000. Effects of mating history on ejaculate size, fecundity, longevity and copulation duration in the ant-tended lycaenid butterfly *Jalmenus evagoras*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 47: 119-128.
- RUTOWSKI, R. L. 1984. Sexual Selection and the Evolution of Butterfly Mating Behavior. *Journal of Research on the Lepidoptera*. 23 (2). 125-142. . *Journal of Research on the Lepidoptera*. 23 (2). 125-142.
- WIKLUND CH., KARLSSON B., LEIMAR O. 2001: Sexual conflict and cooperation in butterfly reproduction: a komparative study of polyedry and female fitness. *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 268: 1661-1667.
-

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

Mgr. Vladimír Vrabec, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zoologie a rybářství

Konzultant

Ing. Terezie Bubová, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 18. 3. 2021

prof. Ing. Iva Langrová, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2021

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2021

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Reprodukční biologie modrásků rodu *Phengaris*“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR

V Praze dne 29. 03. 2021

(podpis autora práce)

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala Mgr. Vladimíru Vrabcovi, Ph.D, za umožnění zasáhnout do výzkumu modrásků rodu *Phengaris*. Dále za poskytnutí odborného materiálu a za cenné rady a připomínky i vedení práce. Dále chci poděkovat konzultantce Ing. Terezii Bubové, Ph.D., za odborné konzultace, trpělivost a cenné připomínky. Další poděkování patří mým kolegyním, které se podílely na sběru dat v terénu. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat především celé své rodině a přátelům, kteří mi byli po celou dobu studia oporou a neustále mne podporovali a poháněli vpřed.

Reprodukční biologie modrásků rodu *Phengaris*

Abstrakt

Byla analyzována data o rozmnožovacím chování motýlů *Phengaris teleius* a *Phengaris nausithous* s cílem doložení jejich promiskuity, respektive polyandrie. Dále měl být stanoven časový rámec aktivit spojených s rozmnožováním – tj. kopulace a kladení. Testována byla hypotéza: „U modrásků druhů *Phengaris nausithous* a *P. teleius* může v přírodních podmínkách docházet k opakované kopulaci.“ A v případě jejího potvrzení hypotéza následná: „Častěji opakovaně kopulují samci než samice.“

Data potřebná k hodnocení byla získána z okolí Přelouče ve středních Čechách metodou zpětného odchyty značených jedinců, při které byly pořizovány záznamy o aktuálním chování motýlů v letech 2018 – 2020. Z velkého množství dat jsem ručně vyhledala záznamy o kopulaci a ovipozici včetně časových údajů a tyto jsem utřídila s cílem vyhledat případné opakovaně kopulující jedince. Výsledky jsem porovnála statistickým testem.

Z hlediska časového rozvrhu chování motýlů představují kopulace a kladení vzácně pozorované kategorie. Na základě výsledků je možno konstatovat, že maximum kopulací u obou druhů nastupuje poměrně rychle a probíhá v pozdním dopoledni mezi 11:00 až 12:00. K večeru se množství pozorovaných kopulací postupně a pozvolna snižuje. Kladení pak bylo u obou druhů pozorováno mezi 10:00 až 16:00.

V případě druhu *Phengaris nausithous* jsem potvrdila hypotézu, že určité malé procento jedinců může kopulovat opakovaně. Pro druh *P. teleius* toto ze zpracovaných dat za tři roky potvrdit nelze. Zároveň lze pro druh *P. nausithous* potvrdit i hypotézu, že častěji opakovaně kopulují samci, protože ti mezi opakovaně kopulujícími jedinci převládli (poměr samci : samicím = 5 : 1).

Potvrzení možnosti opakování kopulace pro modrásky rodu *Phengaris* (opakované u více jednotlivců) je závažné zjištění. Pokud je tento jev v populaci běžný, může ovlivňovat rizika inbreedingu a mít při určité denzitě populací význam pro udržení potřebné genetické diverzity kolonií motýlů obdobně jako jejich přelety mezi stanovišti. Tento jev je nutné uvážit při plánování managementu stanovišť zvláště chráněných modrásků.

Klíčová slova: Rozmnožovací chování, kopulace, biologie, *Phengaris*

Reproductive biology of Large Blues *Phengaris*

Abstract

Data on the reproductive behavior of butterflies *Phengaris teleius* and *Phengaris nausithous* were analyzed in order to prove their promiscuity and polyandry, respectively. Furthermore, the time frame of activities related to reproduction - ie copulation and laying - was to be set. This hypothesis was tested: "Repeated copulation may occur in natural conditions in the case of *Phengaris nausithous* and *P. teleius*". If the assumption was confirmed, the following hypothesis is further tested: "Males are likely to copulate more often than females."

Data were collected in the surroundings of Přebouč in central Bohemian region using a method of recapture marked individuals during which the records of butterfly behavior were collected in 2018–2020. The records of copulation and oviposition was find by manually search in database with aim to check repeatedly copulated individuals including time data. Results were statistically tested.

Copulation and laying are rarely observed categories from the aspect of time schedule of butterfly behaviour. Our results suggest that maximum of copulations in both species start quickly and happens in the late morning between 11:00 and 12:00. Number of observed copulations decreases gradually in the evening. Laying was observed between 10:00 and 16:00 in both species.

In case *Phengaris nausithous*, the hypothesis that certain small percentage of individuals can copulate repeatedly is verified. But the data-set for three years period do not support this hypothesis in *P. teleius*. In addition, the results support the hypothesis that males copulate repeatedly often than females (ratio of males to females: 5:1) in *Phengaris nausithous*.

Confirmation of repeated copulation in *Phengaris* is an important finding. If this phenomenon is common in population, it can affect risks of inbreeding and play a role in maintaining genetic diversity of butterfly colonies similarly as overflights between habitats. This fact should be considered when preparing management of habitat, especially in plan for protection for large blue butterflies.

Keywords: Reproductive behavior, copulation, biology, Large Blue Butterflies

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	2
3 Rešerše.....	3
3.1 Postavení zkoumaných motýlů v zoologickém systému.....	3
3.2 Vývojový cyklus modrásků	4
3.2.1 Vajíčka a ovipozice.....	4
3.2.1.1 Modrásek hořcový – Phengaris alcon.....	4
3.2.1.2 Modrásek černoskvřnný – Phengaris arion	5
3.2.1.3 Modrásek bahenní – Phengaris nausithous.....	5
3.2.1.4 Modrásek očkovaný – Phengaris teleius	5
3.2.2 Stadium housenky a kukly	5
3.2.2.1 Modrásek hořcový – Phengaris alcon.....	7
3.2.2.2 Modrásek černoskvřnný – Phengaris arion	8
3.2.2.3 Modrásek bahenní – Phengaris nausithous.....	9
3.2.2.4 Modrásek očkovaný – Phengaris teleius	10
3.2.3 Imaga	11
3.2.3.1 Modrásek hořcový (Phengaris alcon).....	11
3.2.3.2 Modrásek černoskvřnný (Phengaris arion).....	11
3.2.3.3 Modrásek bahenní (Phengaris nausithous).....	12
3.2.3.4 Modrásek očkovaný (Phengaris teleius).....	12
3.3 Pářící strategie, námluvy a páření.....	12
3.3.1 Vyhledávací a párovací strategie	13
3.3.2 Námluvy.....	14
3.3.3 Kopulace	16
3.3.3.1 Délka kopulace u motýlů.....	17
3.4 Sexuální konflikty.....	17
3.4.1 Kryptický (skrytý) samičí výběr	18
3.4.2 Specifické odmítací chování	19
3.4.3 Energetické výstupy a vklady	19
3.4.4 Příbuzenské páření	20
3.4.5 Interakce jedinců stejného pohlaví	20
3.4.6 Mezidruhové páření a hybridizace.....	20
4 Metodika	22
4.1 Charakteristika zkoumaného území	22

4.2	Metodika sběru a třídění dat.....	31
4.3	Statistické vyhodnocení	32
5	Výsledky práce	33
5.1	Sezóna 2018	33
5.2	Sezóna 2019	35
5.3	Sezóna 2020	36
5.4	Shrnutí za tři sezóny dohromady	38
5.5	Časové preference kopulace a kladení	38
5.6	Výsledky statistických analýz.....	41
6	Diskuze	45
6.1	Konkrétní znalosti o možnostech opakované kopulace	45
6.2	Kopulace a kladení v časovém schématu aktivity motýlů	47
7	Závěr a přínos práce.....	49
8	Přehled literatury a použitých zdrojů	50
9	Přílohy	I

1 Úvod

Motýli rodu *Phengaris* (dříve *Maculinea*), patří do čeledi modráskovitých (*Lycaenidae*). Tento rod má specifický vývojový cyklus, který zahrnuje specializaci na živnou rostlinu a dále nutnou přítomnost mravenců rodu *Myrmica*, u kterých motýli parazitují. Živná rostlina je zásadní pro vývoj, z hlediska potravy, tak kladení a vývoji vajíček. Mravenci hrají hlavní roli v závěrečné fázi vývoje, kdy se housenky nechají odnést do mraveniště, zde jsou živeny a chráněny mravenci, přičemž některé jim užívají plod. Modrásci nejsou schopni dokončit svůj vývoj bez těchto mravenců. Právě tyto úzké ekologické nároky mají za následek omezené rozšíření tohoto rodu pouze na vhodných lokalitách. Úbytek lokalit, je důsledkem špatného managementu, zejména zániku vlhkých luk a jejich zarůstání či kosení v nevhodnou dobu. V Evropě do rodu *Phengaris* zahrnujeme čtyři druhy, *Phengaris alcon* (Denis & Schiffermüller, 1775), *Phengaris arion* (Linnaeus, 1758), *Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779) a *Phengaris teleius* (Bergsträsser, 1779).

Protože tyto modrásci jsou bráni jako deštníkové druhy, je o jejich ekologii k dispozici poměrně hodně poznatků. Nicméně jejich konkrétní chování a jeho vliv na možné přežívání kolonií a genetickou diverzifikaci populace je prozkoumáno jen málo. V předložené práci proto shrnuji dostupné poznatky o reprodukční biologii. U samců je známa existující tendence líhnutí dříve před samicemi označovaná jako protandrie. Tato strategie samců vyplývá ze soutěže o samice. Všechny druhy *Phengaris* jsou monovoltinní, čili je možno vyloučit rozdílná chování v rámci generací. Způsob života pro populaci rodu *Phengaris* je sedentární (spíše uzavřené populace) a vše se odehrává v okolí živné rostliny. V případě druhů, na které jsem svoji práci zaměřila je známa stručná informace o délce páření okolo 35 min, a ještě strategie omezující mezidruhovou konkurenci výběrem různě nakvetlých hlávek živné rostliny pro kladení.

Kromě ojedinělé zmínky není potvrzeno, že by modrásci *Phengaris* byli schopni opakované kopulace se všemi výhodami i nevýhodami, které z toho vyplývají, rovněž nejsou zkompletovány vzorce chování, které souvisí s kopulací a ovipozicí. Tyto otázky se pokouší alespoň částečně objasnit předkládaná práce, protože mohou mít význam pro praktickou ochranu druhů a jejich stanovišť.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce je vyhodnocení dat z terénních pozorování získaných zpětným odchycem značených jedinců za poslední roky z hlediska frekvence a opakování pozorování kopulujících jedinců, časového rozložení pozorování kopulací a eventuálně dalších dat, která půjdou analyzovat včetně doby jejich trvání. Práce představuje zásadní příspěvek k poznání biologie a ekologie zvláště chráněných druhů *Phengaris nausithous* a *P. teleius*.

Pokud bude datový set dostatečný pro takové vyhodnocení, budou ověřovány hypotézy:

1. U modrásků druhů *Phengaris nausithous* a *P. teleius* může v přírodních podmínkách docházet k opakované kopulaci.

Pokud bude první hypotéza potvrzena, bude dále ověřován předpoklad:

2. Častěji opakovaně kopulují samci než samice.

3 Rešerše

3.1 Postavení zkoumaných motýlů v zoologickém systému

Řád motýli (Lepidoptera) náleží do říše živočichů (Animalia), kmene členovců (Arthropoda) a třídy hmyzu (Insecta) (Čechmánek et Hrabák, 2006). Motýli (Lepidoptera) patří v rámci třídy hmyz, k vývojově nejpokročilejším a druhově nejbohatším. Předpokládá se, že motýlů žije na světě asi 200 000 druhů, z nichž více než 150 000 bylo poznáno, popsáno a pojmenováno (Kovařík et al., 2000; Novák et Pokorný, 2003).

Systematika:

Říše: Animalia (živočichové)

Oddělení: Avertebrata (bezobratlí)

Kmen: Arthropoda (členovci)

Podkmen: Tracheata (vzdušnicovci)

Nadtřída: Hexapoda (šestinožci)

Třída: Insecta (hmyz)

Podtřída: Pterygota (křídlatí)

Řád: Lepidoptera (motýli)

(Laštůvka et Liška, 2011)

Na území České republiky žije v současné době známo kolem 160 druhů denních motýlů (Beneš et al., 2002), 101 druhů je vedeno v červeném seznamu ohrožených druhů ČR (Hejda et al., 2017).

Motýli rodu *Phengaris* přísluší do čeledi modráskovitých (Lycaenidae). Z uvedeného rodu můžeme v České republice najít čtyři zástupce: modráška hořcového *Phengaris alcon* (Denis et Schiffemüller, 1775), modráška černoskvrnného *Phengaris arion* (Linnaeus, 1758), modráška bahenního *Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779), modráška očkovaného *Pherangis teleius* (Bergsträsser, 1779).

3.2 Vývojový cyklus modrásků

Všeobecně patří motýli do kategorie hmyzu s proměnou dokonalou, prochází tedy celkem čtyřmi vývojovými stádii: vajíčko, housenka, kukla, dospělec.

Modrásci rodu *Phengaris* jsou výjimeční svým parazitickým vývojem a způsobem života. Dospělci žijí pouze několik dnů. Celková doba výskytu dospělých motýlů jsou dva až tři týdny (Bubová et al., 2016), letové období však je mnohem delší a s imagy se lze setkat v období od konce června do začátku srpna.

3.2.1 Vajíčka a ovipozice

Oplozená samička klade vajíčka na květy hostitelských rostlin. U jednotlivých druhů můžeme pozorovat vazbu na konkrétní druhy rostlin. Živnou rostlinou pro *Phengaris alcon* jsou hořce (*Gentiana*) z čeledi hořcovité (*Gentianaceae*). U druhu *Phengaris arion* je živnou rostlinou mateřídouška (*Thymus* spp.) z čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae*). Pro druh *Phengarius teleius* je zásadní přítomnost rostliny krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*) z čeledi růžovité (*Rosaceae*). Poslední druhem, žijícím v ČR, je *Phengarius nausithous*, patřící k nejrozšířenějším z rodu *Phengaris*, stejně jako u *Phengaris teleius* je živnou rostlinu krvavec toten.

3.2.1.1 Modrásek hořcový – *Phengaris alcon*

Samice kladou relativně velká bílá vajíčka, něco kolem 60 kusů. Vajíčka kladou na poupata a květy hořců nebo na svrchní stranu horních listů (www.lepidoptera.cz). Samice preferují při kladení vyšší rostliny vyčnívající z okolního porostu (Arnaldo et al., 2014). Bylo zjištěno, že samice preferuje, nejen vyčnívající rostliny, ale dává při výběru přednost rostlinám v doletové vzdálenosti. Samice zároveň, nebere ohled na „obsazenost“ rostliny, jinými vajíčky a klade i na rostliny, kde vajíčka již jsou (Van Dyck et al., 2010). Zajímavostí u tohoto druhu je, že samotné líhnutí housenek probíhá na spodní straně listu, odkud housenky pronikají přímo do pletiva rostliny (Thomas et al., 1991). Tato adaptace vznikla patrně jako ochrana před vaječnými parazitoidy, neboť vajíčka jsou kladena nápadně na exponovaná místa rostlin ve vysokých hustotách a hrozí jim tedy větší nebezpečí (Thomas et al., 1991).

3.2.1.2 Modrásek černoskvřnný – *Phengaris arion*

Vajíčka jsou kladena obvykle jednotlivě do nerozvinutých částí květenství živných rostlin (mateřídoušky). Pokud samice naklade větší počet vajíček do jednoho květenství dochází mezi housenkami ke kanibalismu, obvykle přežívá jen jedna (Beneš et al., 2002).

3.2.1.3 Modrásek bahenní – *Phengaris nausithous*

Samice naklade několik vajíček do květních hlávek živné rostliny (krkavec toten). Housenky se živí v semenících hostitelské rostliny 2-3 týdny, možná je vnitrodruhová (kanibalismus) i mezidruhová konkurence s housenkami *P. teleius*, nicméně je potvrzeno, že pro kladení si samice tohoto druhu vybírají strbouly ve vyšším stádiu nakvetlosti než sympatrický druh (Figurny et Woyciechowski, 1998).

3.2.1.4 Modrásek očkovaný – *Phengaris teleius*

Samice klade vajíčka jednotlivě na nerozvinuté, fenologicky časnější (zcela zelené) květní hlávky živné rostliny (krkavec toten). Vzhledem ke kladení pouze jednoho vajíčka do květní hlávky je vnitrodruhová konkurence v prvních třech instarech eliminována (Figurny et Woyciechowski, 1998). Příležitostně dochází k mezidruhové konkurenci s housenkami modráška bahenního (*Phengaris nausithous*), který klade vajíčka o několik dnů až týdnů později na stejné živné rostliny.

3.2.2 Stadium housenky a kukly

Housenky se živí v semenících hostitelské rostliny 2-3 týdny. Ve čtvrtém instaru stále malé housenky vypadávají pod živnou rostlinu na zem. Na zemi začínají vylučovat směs cukru a aminokyselin z dorzální Newcomerovy žlázy, vyčkávají a lákají mravence. Po objevení mravencem, probíhá „adopční“ proces a přenesení do mraveniště. V mraveništi, lze pozorovat další vývoj a druhově specifickou komunikaci s mravenci (Beneš et al., 2002).

Vazbu na mravence označujeme termínem myrmekofilie. Tato vazba určitých živočichů k mravencům, resp. vzájemný vztah obou skupin, je u čeledi Lycaenidae velmi rozšířená (Van Dyck et al., 2000). Může jít o pouhou koexistenci, více či méně specifickou symbiózu či dokonce parazitismus (Fiedler et al., 1996). Interakce mezi

housenkou modráška a mravenci zajišťují sekrety housenek, uplatňují se též pachové signály a patrně i další systémy komunikace (Devries et al., 1993).

Vztah může mít různou podobu, rozlišujeme nejčastěji na dva typy. První typ nazýváme fakultativní myrmekofilie, zde není přítomnost mravenců nutnou podmínkou pro úspěšný vývoj. V dalším případě je tomu naopak, při obligátní myrmekofilii se housenky bez mravenců neobejdou a jejich další vývoj bez hostitelských mravenců není možný.

Rod *Phengaris* se vyznačuje vysoce specifickou a obligátní vazbou, komunikuje vysoce specializovanými způsoby a interakce s mravenci je nezbytná pro úspěšné dokončení vývoje (Fiedler et al., 1996).

Housenky po vypadnutí z živné rostliny mají jen omezený čas na to, aby přežily. Čím delší čas je housenka mimo živnou rostlinu, vyčkávající na mravence, tím se snižuje její „atraktivnost“. Housenka vysychá a stává se pro samotné mravence nezajímavá. Housenka na zemi je v ohrožení a vystavena predátorům. Dle provedených studií se ukázalo, že hostitelští mravenci rodu *Myrmica*, mají akční rádius přibližně dva metry (Elmes & Thomas, 1992). Pro housenku je to zásadní, pokud nebude v této vzdálenosti mraveniště s vhodným hostitelským druhem, zahyne. Konkrétní druhy rodu *Phengaris* mají odlišné druhy hostitelských mravenců, nicméně hlavní hostitelské druhy mravenců pro daný druh modráška se mohou lokálně lišit (Witek et al., 2008).

Zajímavostí byla úvaha, zdali samice modrášků již při kladení dokážou lokalizovat přítomnost mravenců. Dle stávajících názorů samice spíše nepřikládají váhu přítomnosti mravenců při výběru živné rostliny. (Van Dyck et al., 2000; Thomas & Elmes, 2001).

Hostitelskými mravenci modrášků *Phengaris* mohou být pouze mravenci rodu *Myrmica*. Tito mravenci nejčastěji staví svá mraveniště přímo na zemi, hnízdo můžeme nalézt pod mrtvým dřevem či kamenem. Při hledání mraveniště ve vlhkých nebo chladných biotopech, bývá velmi snadné jejich hnízda najít – mravenci jej staví v chomáčcích trávy a jejich zastřešení je vyhotoveno ze zbytků rostlin a kousků půdy (= solarium). Toto solarium vede ke zvýšení teploty uvnitř. Oproti tomu v horkých a suchých biotopech se mraveniště hledají mnohem hůře, není třeba stavět solarium a tím pádem na jejich povrchu nejsou patrně žádné změny a mraveniště jsou vybavena pouze malými vchody (www.ochranaprirody.cz). Při objevení housenky dělnicí jiného rodu mravence, se z housenky většinou stává kořist (Macek et al., 2010).

Druhy mravenců rodu *Myrmica* mají velmi široké spektrum potravy. Loví drobný hmyz, konzumují různé části rostlin a živí se také pozůstatky mrtvých rostlin i živočichů. Vyhledávají také kolonie mšic a živí se medovicí. Kolonie většiny druhů čítají 300-800 dělnic, *Myrmica rubra* jich má průměrně 1200. Činností housenek se omezuje velikost kolonie, což opačně ovlivňuje počet housenek, které zde naleznou dostatek potravy (Elmes et Thomas, 1992 nebo Elmes et al., 1991).

Výsledky získané ze studie Witek et al. (2008, 2010) ukazují, že *P. teleius* není úzce specifický k hostitelským druhům, jak se původně myslelo. Známa je vyšší specifita druhu *P. nausithous*, který jako svého hostitele využívá hlavně mravence druhu *M. rubra*. Při pozorování *P. alcon* se rovněž ukázala vyšší specifita, hostitelem tohoto druhu jsou především mravenci *M. scabrinodis* (Witek et al., 2008).

3.2.2.1 Modrásek hořcový – *Phengaris alcon*

Malé housenky zůstávají v květech a v semenících hořců zhruba 2-3 týdny. Při větším počtu housenek na jednom květu, byl pozorován kanibalismus. Za ideální počet housenek v jednom květu se uvádí maximálně 4-6 housenek. Na začátku čtvrtého instaru se housenka prokouše ze semeníku a padá na zem. Na zemi čeká na nalezení dělnic rodu *Myrmica* (www.ochranaprirody.cz). Jako u ostatních druhů platí nutnost mít mraveniště v rádiu do 2 metrů, jinak housenka uhynie. Úspěšnost adopce housenky mravenci klesá s dobou, za kterou je mravenci nalezena (Wardlaw et al., 1991). V průběhu adopčního obřadu, a později v mraveništi, komunikují housenky s mravenci prostřednictvím chemických atraktantů. Způsob života v mraveništi je u druhu *Phengaris alcon* tzv. kukaččího typu. Housenky nepožírají larvy mravenců, ale jsou krmeny dělnicemi mravenců. Housenky napodobují vůni a vzhled mravenčích larev, právě proto dostávají od dělnic takovou péči v podobě krmení a ošetřování. Dokonce bylo pozorováno, že housenky pro získání lepší péče, a hlavně ochrany v případě ohrožení dokážou napodobit zvuk mravenčí královny. Dělnice v případě ohrožení zachraňují přednostně královnu (Sala et al., 2014). V mraveništi se pak může vyvíjet až 20 housenek, většinou jich je ale kolem 5-10. Další vývoj můžeme rozdělit na dvě varianty (Thomas et al., 1998). První část housenek po prvním přezimování začne rychle růst, zakuklí se do konce dubna a další vývoj dokončuje v červenci. Druhá část housenek po prvním přezimování se naopak vyvíjí a roste pomalu. Přezimují v mraveništi i další rok, mravenci se o housenky starají někdy až dva roky. Mortalita housenek v mraveništích dosahuje až 80-90 % (Beneš et al., 2002). Po vylíhnutí ztrácí

schopnost ochrany a pro mravence začínají být nežádoucí. Dospělí motýli unikají jen díky peříčkovitým šupinkám na těle, které zůstávají v kusadlech mravenců. Bylo zjištěno, že na housenkách parazituje lumek *Ichneumon eumerus* (Thomas et Elmes, 1993). Při napadení těmito parazitoidy, může být ovlivněna celá populace.

3.2.2.2 Modrásek černoskrvný – *Phengaris arion*

U tohoto druhu bylo zjištěno, že housenky obvykle opouštějí živnou rostlinu v podvečer a nechají se adoptovat nejčastěji mravenci *Myrmica sabuleti* (méně *M. scabrinodis* a dalšími druhy) do části mraveniště určené k odchovu mravenčích larev. *Phengaris arion*, patří k obligátně myrmekofilním druhům motýlů. Při setkání housenky a mravenčí dělnice, housenka reaguje na dotek dělnice tykadly Housenka začne vypouštět tekutinu ze zvláštní žlázy, která se nazývá nektarovou a je umístěna na hřbetě (Sielezniew, 2007). V hnízdě pak housenky požírají larvy mravenců, chovají se tedy jako predátoři. Oproti jiným druhům zde nebylo pozorováno přímé krmení mravenčími dělnicemi. Housenky pro ideální začlenění do mraveniště zdokonalily cyklus a produkují jakousi medovici (obdobně jako mšice). Mraveniště slouží housenkám nejen jako „výkrmna“, ale zároveň je mravenci chrání před predátory a parazity. Největší mortalita u housenek bývá v prvních deseti dnech po adopci. V polovině listopadu začíná u housenek hibernace, dochází ke ztrátě hmotnosti zhruba o polovinu z jejich původní váhy. Po přezimování housenka zrychluje růst a zkonsumuje přes 200 larev mravenců, takže při jejich větším počtu mohou housenky mraveniště úplně zlikvidovat, a následně vyhladovět (www.lepidoptera.cz). Dostane-li se do mraveniště více housenek modráška, mohou hostitelskou kolonii a potažmo i sebe, motýli zcela zlikvidovat (Spitzer et. al, 2011). Pokud housenka doroste potřebné velikosti, tak se v mraveništi zakuklí.

Bod zlomu nastává po opuštění kukly, v tuto chvíli ztrácí motýl svůj „kladný“ vztah s mravenci. Čerstvě vykuklený motýl má pár pouze několik minut na to se dostat z mraveniště. K tomu slouží dlouhé chloupky na křídlech, které útočícím dělnicím zanášejí kusadla. Dělnice si kusadla ihned instinktivně čistí, a motýl tak získává čas k úniku. Toto uzpůsobení umožňuje motýlům bezpečný přesun. Po vylétnutí z mraveniště příslušné chlupy odpadají.

3.2.2.3 *Modrásek bahenní – Phengaris nausithous*

Podobně jako u předchozích druhů se housenky živípo vylíhnutí živí na hostitelské rostlině. Možná je vnitrodruhová (údajně včetně kanibalismu) i mezidruhová vzájemná konkurence mezi housenkami. Přežívá pouze málo housenek v jedné květní hlávce. Po zhruba čtyřech týdnech vypadávají pod živnou rostlinu. Zde čekají na příchod dělnic mravenčího hostitele, v tomto případě jde o druh *Myrmica rubra*, příležitostně *M. scabrinodis* (www.lepidoptera.cz). Nález dělnicemi je u tohoto druhu rychlejší (v porovnání s *P. teleius*), a to z důvodu rozdílného chování housenky po opuštění živné rostliny. Housenky *Phengaris teleius* se po vypadnutí lehce zahrabávají do okolního materiálu, naproti tomu housenka *Phengaris naustithous* čeká volně na zemi a je nalezena průměrně po 5 minutách. Samozřejmě i u tohoto druhu závisí na vzdálenosti mraveniště od živné rostliny.

Zkoumáním adopčního procesu se zabýval Fiedler (1990), dle něj jsou larvy *Phengaris teleius* nejprve mravenci prozkoumány. Housenka reaguje vypuštěním kapky z Newcomerovy žlázy, mravenci opakovaně odcházejí a zase se vrací k housence. Tento celý proces trval cca 44 minut. V porovnání s housenkou *Phengaris nausithous*, která byla sebrána dělnicí hned při prvním kontaktu v časovém úseku 5-6 minut (Wynhoff, 2001). Tento rozdíl vysvětluje Fiedler (1990) tak, že u *Phengaris nausithous* je proces rychlejší, díky dokonalejšímu napodobení feromonu, který napodobuje produkující mravenčí larvy. Může to být tím, že se jedná o mravence rodu *M. rubra*, který je primárním hostitelským mravencem právě pro *Phengaris nauisthous*. Oproti tomu pro *Phengaris teleius* je primární hostitelský druh *Myrmica scabrinodis*, lze se tedy domnívat, že to je důvod, proč je adopční rituál o tolik delší.

Housenky se primárně nechávají krmit dělnicemi, ovšem při nedostatku potravy se chovají jako predátoři a požírají larvy i kukly mravenců. Tento způsob života nazýváme obligátní myrmekofilie (lepidoptera.cz).

Při zkoumání mortality housenek jsou výsledky horší pro housenky uvnitř mraveniště. Jejich úmrtnost je 80-90 % (Thomas et al., 1998). Překvapivý výsledek, vysvětluje Thomas et al., 1989 tím že, housenky sbírají všechny druhy mravenců, ale jen u některých druhů může housenka dokončit vývoj (Thomas et al., 1989).

Housenky dále přežívají v mraveništi až 10 měsíců, na jaře se zakuklí. Stejně jako u druhů *P. arion* a *P. alcon*, dospělci vylétávají z mraveniště brzy ráno, kdy jsou mravenci ještě v klidu a zvyšují tak šanci bezpečného úniku (Thomas, 1984).

3.2.2.4 Modrásek očkovaný – *Phengaris teleius*

Housenky *Phengaris teleius* se vyvíjejí v květech 3-4 týdny, v porovnání s *Phengaris nausithous* jde o delší dobu, a při jejich opuštění bývají jedinci i větší (Wynhoff, 2001). Po vyvinutí do čtvrtého instaru přichází, stejně tak jako u ostatních druhů, opuštění živné rostliny. Housenky padají pod rostlinu a vyčkávají na dělnici a dochází k přechodu do mravenišť mravenců *Myrmica scabrinodis*, méně *M. ruginodis*. Oproti jiným druhům, se zde liší adopční obřad, který trvá delší dobu, 30-90 minut. Dlouhý adopční proces doprovází vytváření směsi cukrů a aminokyselin z dorzální Newcomerovy žlázy a svým zkroucením napodobují tvar mravenčí larvy. Mimo vyměšování sladkých výměšků housenky druhů rodu *Phengaris* pravděpodobně napodobují mravenčí feromon a přizpůsobily se chemickému složení kutikuly svých hostitelů (Elmes et al., 2002). *Phengaris teleius* se vyznačuje obligátní myrmekofilií.

Dlouho se naznačovalo v mnohých výzkumech, že pro každý druh *Phengaris* existuje jiný druh hostitele *Myrmica*, ale novější studie ukázaly, že to tak není (Witek et al., 2010).

Bylo zjištěno, že larvy *Phengaris teleius* přežily v koloniích čtyř druhů *Myrmica*: *M. scabrinodis*, *M. rubra*, *M. ruginodis* a *M. rugulosa*. *Myrmica scabrinodis* byl nejhojnějším druhem pod hostitelskou rostlinou, ale procento obsazených hnízd bylo podobné jako u jiných druhů mravenců a nižší ve srovnání s hnízdami *M. rubra* a *M. ruginodis* (Witek et al., 2010).

Výsledky naznačují, že *Phengaris teleius* ve studovaných populacích je méně specializovaný, než se dříve myslelo. Výsledky odpovídají hypotéze, že se očekává, že *Phengaris teleius* bude nejméně specifický evropský druh *Phengaris*, protože má největší housenky a nejlépe vyvinutou obranu ve čtvrtém instaru. Výzkumem bylo zjištěno, že dospělci motýlů, kteří bylo chováni v hnízdech *M. ruginodis* měli širší zadní křídla a více skvrn na křídlech. Bylo to vysvětleno tím, že *Phengaris teleius* má lepší přístup k potravě a je o něj lépe postaráno v mraveništích *M. ruginodis* než u *M. scabrinodis* (Witek et al., 2010).

Housenky žijí 10 měsíců a v mraveništích také přezimují, po přezimování se zde nakonec kuklí. V jednom mraveništi dokončí svůj vývoj jen několik housenek. Druh se chová výhradně predátorsky. Zpravidla bývá v mraveništi jen jedna nebo dvě

housenky (Thomas et al., 1998), V porovnání na počet housenek u druhu *Phengaris teleius* bývá výrazně nižší než u druhu *Phengaris nausithous* v jednom mraveništi, což může souviset s obvyklou velikostí kolonií hostitelských druhů mravenců. Za rekordní nález lze považovat 28 housenek *Phengaris nausithous* a 8 housenek *Phengaris teleius* v jediném mraveništi *Myrmica rubra* (Tartally & Varga, 2005a). Pro početnost *Phengaris teleius* se zdá být rozhodující hustota mravenišť, nikoli početnost hostitelské rostliny (Anton et al., 2005).

V laboratorních experimentech s adopcí housenek, adoptuje *M. rubra* housenky *Phengaris teleius* rychleji než *M. scabrinodis* (Witek et al., 2005). Vazba *Phengaris nausithous* na *Myrmica rubra* je pevnější (Tartally & Varga, 2005b).

3.2.3 Imaga

Všechny druhy modrásků rodu *Phengaris* patří mezi monovoltinní, jsou to tedy druhy, které mají potomstvo jen jednou do roka. Jedná se o tzv. sedentární druhy motýlů se spíše uzavřenými populacemi, pro které jsou typické kratší přelety na stanovišti, sání nektaru a vyčkávání na živné rostlině. Vše se odehrává v blízkosti živné rostliny a migrace do nepříznivého okolí stanovišť jsou omezené.

Dále jsou všechny druhy rodu *Phengaris* protandrické. Protandrií se rozumí, stav, kdy se líhnou dříve samci než samice. To může komplikovat rozmnožování, protože při nízkých populačních hodnotách se obě pohlaví nemusejí setkat v optimálním počtu pro zajištění potomstva (Beneš et al., 2002; Thomas et al., 1998).

3.2.3.1 Modrásek hořcový (*Phengaris alcon*)

Dospělci se objevují koncem června až srpna, hlavní dobou letu je červenec. Populace jsou uzavřené. Dospělci sají především na rostlinách z čeledi bobovitých (*Fabaceae*). V porovnání s druhem *Phengaris teleius* a zvláště *Phengaris nausithous* je tento druh výrazněji sedentární s uzavřenými populacemi, mírně protandrický (Thomas et al., 1998). Populace se vyznačují minimálními přelety jedinců mezi koloniemi a mají omezené území. Dospělci mají schopnost letové vzdálenosti na 1-2 km (Maes, 2004). Jsou jednogenerační, s částečně dvouletým vývojem.

3.2.3.2 Modrásek černoskvřinný (*Phengaris arion*)

Dospělci se objevují koncem června až do srpna. Dospělí motýli jsou rovněž sedentární s omezenou schopností kolonizovat přilehlá stanoviště. Tvoří menší

populace o méně než 400 dospělců na hektar. Malé populace, mají tendenci periodicky vymírat. Pro obnovu populace musí být stanoviště znovu osídleno z blízkých kolonií. Pro přežití druhu v daném území je nezbytná existence funkční metapopulace (Beneš et al., 2002).

3.2.3.3 Modrásek bahenní (*Pherangis nausithous*)

Dospělci se objevují na konci června a druh má letové období do srpna. Jedná se o krátkověká imága, která žijí v této vývojové fázi průměrně 2-3 dny (Nowicki et al., 2005). V porovnání s *Phengaris teleius* jsou pohyblivější a přeletují na delší vzdálenost než *Phengaris teleius*. Wynhoff (2001) uvádí, že doletové vzdálenosti jsou okolo 3 km. Velikost populace, závisí vždy na konkrétním charakteru stanoviště, Nowicki et al. (2005) uvádějí okolo 1000 jedinců při normálních podmínkách stanoviště. Jednotlivé kolonie bývají navzájem propojené do systémů metapopulací.

3.2.3.4 Modrásek očkovaný (*Phengaris teleius*)

Dospělci mají jednogenerační vývoj, objevují se v období od června do srpna. Oproti *Phengaris nausithous* přeletují méně a na kratší vzdálenosti. V ideálním případě jsou kolonie propojené do metapopulací. Dospělci sají na květenství krvavce totenu a na bylinách z čeledi *Fabaceae* (Beneš et al., 2002).

Hustota populace je závislá na stavu stanoviště, bylo zjištěno 400-1000 jedinců na ha. Nowicki et al. (2005) píše dokonce o metapopulacích skládajících se z 50 a více plošek o více než 50000 jedincích. V případě sympatrického výskytu *Phengaris teleius* i *P. nauithous* na jedné lokalitě, patří ke vzácnějším *P. teleius* (Wynhoff, 2001). Délka života je ovlivněna počasím, pokud prší žijí dospělci kratší čas. Průměrná délka života je 2-3 dny. Velikost a hustotu populace může v sezoně tedy významně ovlivnit špatné počasí (Nowicki et al, 2005).

3.3 Pářící strategie, námluvy a páření

Dle Fagerström & Wiklund (1982), lze cíl reprodukční strategie motýlů definovat jako maximalizaci počtu spářených samic. Protandrie samců je známa, jako reprodukční strategie, vyplývající ze soutěže o samice. Dříve narozený samec má vyšší pravděpodobnost oplodnit samice, které se líhnou za čas po něm. Protandrie by se měla vyskytovat primárně u druhů se samičí monogamií. Samice však také

mohou mít svoji reprodukční strategii „kdy se objevit“. Dle studie se předpokládá, že samice si vybírají čas líhnutí tak, aby minimalizovaly čas strávený bez páření (tj. aby se minimalizovala předproduktivní smrt). (Fagerström & Wiklund, 1982). Samice jsou obvykle vybíravější než samci, protože ve srovnání s miliony spermií, které mohou samci potenciálně produkovat, produkují méně vajíček, a do každého investují více energie.

Námluvami před pářením ukazují samci samicím parametry, díky kterým mohou odhadnout a vybrat vysoce kvalitního partnera na základě předvedených atributů. Atributy, které samci předvádějí zahrnují chemické (feromony), fyzikální (barva, tvar a velikost) a behaviorální (námluvy) signály a vlastnosti, kterými ukazují své zdraví a vitalitu a snaží se u samic vzbudit opravdový zájem.

Dostupnost samic je obvykle klíčovou složkou při určování systému páření motýlů.

3.3.1 Vyhledávací a párovací strategie

Vzorci chování sloužící k nalezení vhodného partnera k páření zpravidla rozdělujeme do několika strategií.

- Patrolování (patrolling)

Patrolování je strategie, kdy samci aktivně létají nad krajinou a tzv. prohledávají terén. Jedná se o typickou strategii například bělásků, jasoňů, modrásků a okáčů rodu *Erebia* (Beneš et al., 2002). Vzhledem k tomu, že tato strategie je obvyklá u modrásků, můžeme ji s jistotou předpokládat i u rodu *Phengaris*.

- Vyčkávací strategie (perching)

Vyčkávací strategie je typická u hnědásků, otakárků a řady okáčů. Samec zabere místo s výborným rozhledem do okolí, usadí se na tzv. posed a vyčkává na kolem letící samici. V okamžiku, kdy samice proletí v blízkosti vyčkávajícího samce, samec náhle startuje za samici. Pokud je samec bez úspěchu u samice, zpravidla se vrací na své původní „vyčkávací“ místo. Například u hnědásky kostkovaného můžeme pozorovat u samce kombinaci perching s intenzivním sluněním. Pro rychlý start potřebuje udržovat letové svaly v optimální teplotě. Při perching strategii je často pozorováno teritoriální chování a samci vzájemně soupeří o nejlepší místa (Painter, 2014). Perching není z literatury pro modrásky *Phengaris* udáván.

- Hilltopping (vrcholové shromažďování)

Tato strategie je pozorována hlavně u velkých motýlů, zejména u otakárků a velkých okáčů. Jedná se o velmi dobré letce, jelikož urazí velké vzdálenosti. Tato strategie se týká samců, ale i nespářených samic, kdy vyhledávají vyvýšená místa v krajině, kde se koncentrují (www.motyli.kolas.cz). Dle Painter (2014), „hilltopující“ motýli řídí svůj pohyb v závislosti na topografii, což jim díky kumulaci na vrcholcích usnadňuje vyhledání partnera i páření, které zde také probíhá. Hilltopping je charakteristický spíše pro druhy s otevřenějšími populacemi, modrásci rodu *Phengaris* jej neprovozují.

- Kombinace více strategií

U některých druhů se můžeme setkat s kombinací výše zmiňovaných strategií či jejich střídáním. Například u ohniváčka modrolehého – *Lycaena hippothoe* či okáče pohánkového – *Coenonympha pamphilus*, střídají samci strategie v závislosti na počasí. Při chladnějším počasí bylo pozorováno více tzv. vyčkávající strategie. Samec se tak zároveň vyhřívá, naopak při teplejším počasí volí samec aktivnější strategii – patrolování (Settele et al., 2009). Dalším příkladem je okáč pýrový – *Pararge aegeria* (Linnaeus, 1758), tento druh může zvolit strategii podle generace. V jedné generaci může převládat patrolling a v jiné perching. Výběr strategie rozhoduje věk jedinců, roční období, denní doba. Perching strategii zvolí samci v jarních chladnějších měsících, kdy jsou osluněná teritoria žádanější (Beneš et al., 2002).

- „Hromadný tok“ - („lek“)

Samci vyčkávají často hromadně na samice na malých keřících či vysokých trsech bylin. Nově vylíhlé, nespářené samice se k takovým místům přilétají pářit, seskupení samců jim nenabízejí žádné jiné „zdroje“ než vlastní páření. Známo například u modráska nejmenšího – *Cupido minimus* nebo okáče pohánkového – *Coenonympha pamphilus* (Beneš et al., 2002). Tato strategie není u modrásků *Phengaris* známa.

3.3.2 Námluvy

Námluvy mají tři hlavní funkce. První funkce námluv slouží jako prostředek, díky kterému může každé pohlaví rozpoznat to druhé, stejně tak i rozpoznat příslušníka stejného druhu. Za druhé se jedná o způsob rozhodování, zda si jednotlivec přeje přistoupit ke kopulaci. Poslední funkcí je zjištění, zda je jednotlivec připraven ke kopulaci v daném čase a prostoru.

U modráskovitých bylo namlouvací chování popsáno jen u malého počtu druhů a popisy nejsou vyčerpávající a úplné. Například Knüttel et Fiedler (2001) popsali namlouvací chování *Polyommatus icarus* na základě terénních pozorování v severním Bavorsku v Německu. Zjistili, že samci se často přibližují k samicím a pokoušejí se o páření, ale sekvence námluv nemusí být vždy dokončena. Samec se obvykle vzdá v určitém okamžiku, kdy pravděpodobně zjistí, že samice je nedostupná a odletí. Samotné samčí namlouvací chování spočívá v letu samce nad samicí, následném postavení vedle ní, někdy se samec pokusí o páření v těsném letu. Samice může odmítnout páření, když se s ní samec pokusí o spojení. Samec není schopen si páření vynutit, protože samice musí pro páření aktivně nastavit genitální otvor (gonoporus). Nejdelší sekvence námluv byla zjištěna u druhu *Plebejus argyrognomon* (Lundgren et Bergström, 1975). Vzorec chování vychází z počátečního odmítnutí samce samicí pomocí postavení těla. Pozice odmítnutí vypadá tak, že samice má napůl kmitající otevřená křídla se zvednutým zadečkem. Celý tento proces je vyvolán feromony, které samec uvolňuje z křídel, když kolem samice létá. Pokud je samice připravená a velmi vnímavá, nedochází k žádnému odmítavému postoji a námluvy se jednoduše skládají ze samčího „kmitání kolem“ a následného páření. Předpokládá se, že feromony produkují také samice, což stimuluje závěrečné fáze sekvence samčích námluv. Po prvotním odmítnutí často následuje pronásledování v letu, které končí sestupováním samice a specifickým receptivním držením těla. Pak může (ale nemusí) dojít k páření, přičemž samec přistane rovnoběžně k samicí, ohne zadeček a přichytí se k ní. Dále se spojení jedinci přesunou do typické kopulační polohy, hlavami od sebe.

Namlouvací chování u druhu *Lycaena arota* popsal Scott (1973). Samci *L. arota* jsou teritoriální a obvykle obsazují keře a stromy 1–2 m nad zemí. Když samice prolétá kolem, tak samec vylétne za samicí a začne jí pronásledovat. Pronásledování probíhá v těsné blízkosti (cca 14 cm). Když samice přistane na zem, samec přistane těsně za samicí a třepotá křídly v polootevřené poloze, ve tvaru písmene V. Frekvence třepotu samčích křídel je 2-10 krát za sekundu. Někteří samci, vůbec netřepotali křídly, ale rovnou přistoupili ke kopulaci. Ve všech případech bylo patrné, že pokud samice zůstává v klidu, rovná se to znamení svolnosti samice ke kopulaci. Následují samčí pohyby okolo samice, kdy samec kroutí zadeček (abdomen) k samicí a pokouší se o kopulaci. Samice, které mají odmítavý postoj a nestojí o kopulaci velmi rychle mávají křídly 10 krát až vícekrát za sekundu. Z pozorování vyplynulo že, samice *L. arota*

zřídka kdy kopuluje více než jednou, takže byly často pozorovány „odmítavé tance“ a byla pozorována pouze dvě opakovaná páření (Scott, 1974).

Příklady složitějších námluv u modráskovitých popsal Cordero (1993) pro druh *Callophrys xami* a rozdělil je do několika fází:

1. Zachycení. Samice letí blízko (<1 m) letícího nebo sedícího samce.
2. Námluvný let. Samec letí asi 30 s těsně za samicí rovnoběžně se zemí.
3. Přistání. Dvojice usedla na vegetaci blízko sebe.
4. Mávání/třepotání. Samec se postaví před samicí, zároveň energicky mává křídly, předpokládá se, že rychlým máváním křídly vylučuje feromony.
5. Zrcadlení. Samec zaujímá pozici vedle samice, stále mává křídly.
6. Kopulace. Samec nasměruje špičku zadečku, aby navázal kopulaci se samicí, přestává třepetat křídly. Dvojice zahájila kopulaci a přijala pozici „zadeček pod zadeček“ a jsou v tzv. kopulační poloze.
7. Dokončení. Samice se začne pohybovat a pár se nakonec oddělí a oba odletí.

U dalšího druhu (*Satyrium pruni*) je typický krátký točivý let stoupající nahoru až 50 cm, poté pár přistává na křoví, znovu zopakuje námluvný tanec. Pak ustoupí do středu trnkového keře, kde stojí bok po boku, před kopulací jsou v typické poloze zády k sobě. Dvojice zůstává ve spojení 25 minut, po oddělení, jeden z páru odletí, ale druhý zůstane na místě po dobu 5 minut, kdy se zabývá čištěním tykadel (Vince, 2006).

Pozorování námluv modrásků rodu *Phengaris* nebyla dosud publikována.

3.3.3 Kopulace

Proces páření je mimo jiné závislý na podmínkách prostředí jako jsou dostatek světla, dostatečné teploty pro let i páření, které je druhově specifické (Cannon, 2020).

Samotné páření může mít různou podobu, opět je to druhově specifické. Kopulace může být stacionární – nepohyblivá, kryptická – skrytá nebo naopak relativně mobilní – v letu. Jedná se o tzv. svatební let, to znamená společné spojení samce a samice v letu, kdy dochází ke kopulaci. U svatebního letu obvykle nese jeden jedinec druhého. Obvykle, ale ne vždy to bývá větší jedinec, který je nositelem. Nošený jedinec často zůstává ochablý, nehybný a zmrzlý, čímž umožňuje společnou přepravu aktivním partnerem (Cannon, 2020).

3.3.3.1 Délka kopulace u motýlů

Celková doba páření u motýlů se druhově liší. Motýli zůstávají ve spojení od relativně krátké doby (asi 15–20 minut) až po výrazně delší dobu, a to v jednom páru, konkrétně u druhu žluťáska řešetlákového *Gonepteryx rhamni* bylo páření pozorováno údajně až téměř týden (Scott, 1973).

Dlouhé páření je vysvětlováno jako způsob samců zvýšit svoje šance na paternitu tím, že samici zabrání v další kopulaci. I přesto, že motýli jsou ve spojení kopulace nejzranitelnější vůči predátorům. U motýlů ve spojení je pozorované „prchlivé“ chování: přistávání, opakované vzlety. Pokud jsou vyrušeni vzlétnou spolu ve spojení až se nakonec znovu usadí na bezpečnějším místě. Dalším důvodem pohybu dvou kopulujících motýlů je umožnění jedinci, který je tzv. nosičem nakrmit se nebo se dokonce vyhřívat.

Délky kopulace u vybraných druhů motýlů shrnul Scott (1973), bohužel ale data o modráskovitých prakticky chybí. Nicméně u malých motýlů, jako jsou modráskovití, se doba páření jeví jako relativně krátká. Pro druhy *Phengaris nausithous*, a *Phengaris teleius* je udáván čas okolo 35 minut (Cannon, 2020).

3.4 Sexuální konflikty

Sexuální konflikty vznikají, protože to, co může nejlepší pro jedno pohlaví, není vždy nejlepší pro druhé. U motýlů je známá polyandrie. jedná se o jev, kdy se jedinci páří s více jedinci jiného pohlaví. U polyandrických druhů dochází ke střetu zájmů mezi samci, kteří se poprvé páří s panenskou samicí a samci pářící samicí již oplozenou. Některé spermie poskytované prvním samcem lze recyklovat a použít ve vejcích oplodněných druhým samcem. Samice ovšem profituje z vícenásobného páření, zejména proto, že při předávání spermií samec samici předává i živiny. Živiny obsažené v samčím spermatoforu (takzvané “svatební dary”) vedou k prodloužení života samic i ke zvýšení produkce vajíček (Beneš et al., 2002).

Polyandrie má tedy výhody i rizika. U samců je snadné pochopit, proč se chtějí pářit více než jednou. Zanechávají tím více potomků. Oproti tomu pro samice může být lepší pářit se jen jednou a pak se soustředit na snášení vajec, kterému předchází výběr nejlepších míst pro přežití a rozvoj jejích potomků. Zdá se tedy, že existuje střet zájmů, mezi pohlavími, pokud jde o to, kolikrát se musí spojit, aby maximalizovali

reprodukční úspěch. Odhad frekvence páření, lze určit spočítáním počtu spermatoforů nebo reziduí u samičky v reprodukčním orgánu. Takové počty se považují za přiměřeně dobrý odhad frekvence páření, ale některé druhy samců příležitostně předávají při páření více než jeden spermatofor. Samice získávají z vícenásobného páření několik výhod, a to: příjem živin, zvyšování genetické rozmanitosti jejich potomků a doplnění zásob spermií. Celkovým účinkem vícenásobného páření je obecně zvýšení produkce potomků během života samice, jakož i vliv na její vlastní dlouhověkost, pomocí příjmu živin (Wiklund et al., 2001). Informací o druzích motýlů, kteří se páří opakovaně není k dispozici mnoho a většinou se týkají hojných a obecných druhů. Některé výsledky naznačují, že opakovaně mohou kopulovat i modrásci rodu *Phengaris* (Hájková et Vrabc, 2014).

3.4.1 Kryptický (skrytý) samičí výběr

Samičí výběr probíhá již před kopulací, v rámci předkopulačního pohlavního výběru (Cannon, 2020). Ne vždy je ale tato volba jen na samici, v některých případech bývá ke kopulaci donucena (Rutowski, 1984). V takových případech může být samičí kryptický výběr další možností, jak upřednostnit vhodného samce pro své potomky a vytěžit z rozmnožování maximum. Výběr probíhá v reprodukčním traktu samice a využívá systémy, které nejsou plně popsány, nicméně zahrnují hodnocení kvality po kopulaci. Patrně fungují různé mechanismy oddálení, odstranění nebo výběru spermií podle aktuální potřeby samice. U některých druhů se zdá, že samice dokážou upravit svou reprodukční investici ve vztahu k množství živin přijatých od samce (Cannon, 2020).

Popsané možnosti skrytého výběru:

1. Oddálení oplození, odstranění nebo výběr spermií
2. Ovlivnění rychlosti přenosu spermatu ze spermatoforu do spermatheky
3. Předčasné přerušování páření; spermie nejsou uloženy
4. Nedostatek vajíček pro oplodnění přijatými spermii
5. Selektivní potrat oplodněných vajíček

Kryptická volba samice pravděpodobně hraje důležitou roli zejména u vysoce polyandrických druhů (Cannon, 2020).

3.4.2 Specifické odmítací chování

Samice mnoha druhů mohou mít speciální odmítavé chování, které zapříčiní, že samec odletí či přestane samici namlouvat. Níže jsou uvedeny jednotlivé typy odmítavého chování samic. Body 1 a 2 mohou být nazývány jako „odmítací tance“, a body 3 až 5 jako „odmítací postoje“ (Cannon, 2020).

1. Samice létají vertikálně, dokud se samec nevrátí na zem.
2. Samice prudce mává křídly.
3. Odmítavý postoj. Nespárené samice rozprostřou svá křídla.
4. Čerstvě vylíhlé samice – ještě nespárené zavřou (stáhnou) křídla přes thorax, když se samec snaží o přízeň (křídla jsou rozložena během úspěšných námluv), pokud se samec pokouší kopulovat, odletí samice pryč anebo letí k zemi.
5. Nespárené samice nemají žádné speciální odmítací chování a pouze odletí pryč.
6. Samice mohou mít odpuzující feromon.

U samců není mnoho důvodů odmítat samici, ale i přesto to může být nutné.

3.4.3 Energetické výstupy a vklady

Náklady spojené s pářením mají vliv na samice i samce (Cannon, 2020). Škodlivý účinek páření u samic plyne ze zkrácené dlouhověkosti, ve srovnání se samicemi, které zůstávají nespárené po celý svůj život. Dokonce i samice, které se pářily jen jednou za život mají kratší délku života než nespárené, panenské samice. Uvádí se, že to může souviset s toxickými účinky některých složek samčího ejakulátu. Samci motýlů, kteří sedlouhodobě velmi aktivně věnovali dvoření a páření vynakládají velké množství energie a „darují“ samici značné množství bílkovin ve formě spermií. Zdroje potřebné k výrobě spermatoforu pocházejí z dusíkatého materiálu získaného v době, kdy byl motýl larvou a kdy byl ovlivněn krmením na živné rostlině. Zásoby dusíku nelze doplnit jednoduše sáním nektaru, jelikož nektar obsahuje převážně cukry. Proto musí samec využívat své spermie strategicky a darovat velké spermatofory pouze za okolností, kdy budou s vysokou pravděpodobností využity k reprodukci (Cannon, 2020).

3.4.4 Příbuzenské páření

Minimum studií se zabývalo otázkou, zda k příbuzenskému páření vůbec dochází, tedy zda jsou schopni motýli rozlišit příbuzné jedince a tím vyloučit páření s nimi. Většina autorů předpokládá, že nikoliv. Existují však důkazy o „postkopulační prevenci inbreedingu“. Samice po kopulaci s příbuzným samcem snesly méně vajíček než ty, které se spojily s nepříbuzným. Jedna generace příbuzenského páření může snížit míru líhnutí vajec až o 46 % (Cannon, 2020). Příbuzenské páření zvyšuje riziko vyhynutí u malých izolovaných populací.

3.4.5 Interakce jedinců stejného pohlaví

Sexuální interakce mezi stejným pohlavím jsou u motýlů relativně běžné. Mezi tyto interakce jedinců stejného pohlaví patří například chování, kdy samci hlídají kukly stejného pohlaví, dále přímé dvoření jedincům stejného pohlaví, pokusy o kopulaci a méně často homosexuální páření. Hypotéza intersexuálního konfliktu předpokládá, že interakce samců stejného pohlaví se někdy používají k poškození sexuálních konkurentů. Další z hypotéz nazývaná vedlejším produktem sexuálního výběru“ předpokládá, že samci se silnou sexuální touhou často dělají chyby a nerozlišují mezi vhodnými a nevhodnými partnery, mezi ně patří výběr stejného pohlaví, květiny a neživé předměty (Cannon, 2020).

3.4.6 Mezidruhové páření a hybridizace

Příklady páření mezi samci a samicemi různých druhů nejsou u motýlů neobvyklé, zejména u párování mezi druhy stejného rodu. Vliv na toto páření má i člověk spolu se změnami krajiny, které dříve držely některé druhy odděleně a vyskytovaly se v daném zeměpisném rozmezí. V rámci změn krajiny se mohou spojit dva příbuzné druhy. Hybridní potomci, pokud vzniknou, mohou být v určité nevýhodě, protože hybridní frekvence zřídka stoupají nad 10 % a oba druhy si tak zachovávají svou samostatnou identitu. Námluvy mezi různými, ale blízce příbuznými druhy se někdy mohou objevit, aniž by pokročily v páření. Je to pravděpodobně proto, že stále mají společné některé rysy spojené s přitažlivostí (barvy, vzory, pachy) nebo výběrem partnera.

Jelikož se populace *P. teleius* a *P. nausithous* mohou vyskytovat na stanovištích společně a využívají stejnou živnou rostlinu, bylo možno mezidruhovou kopulaci očekávat a takové pozorování potvrdil vedoucí práce, nicméně zatím nebylo zveřejněno (Vrabec pers. comm.).

4 Metodika

4.1 Charakteristika zkoumaného území

Data, které jsem obdržela ke zpracování pocházejí z okolí Přelouče, která se nachází ve východním Polabí v Pardubickém kraji v České republice. Leží na řece Labi v nadmořské výšce 220 m. Jedná se o území rozkládající se v Polabské nížině. Pod správu Přelouče spadají části: Klenovka, Lhotka, Lohenice, Měllice, Škudly, Štěpánov a Tupesy. Plochy studované z hlediska modrásků tvoří tři hlavní celky: Slavíkovy ostrovy, dále tzv. Labišťata a okolí Semína a třetím okruhem je okolí Lohenic. Uvádím stručné popisy luk osídlených modrásky.

Vymezení standardně zkoumaných Ploch 1–13 na Slavíkových ostrovech ukazuje obrázek 1:

S1 – Přelouč (5959c): VKP Slavíkovy ostrovy, louka nad bývalým městským koupalištěm cca 850 m SSZ od Masarykova náměstí v Přelouči (208 m n.m., 50° 02' 49.58"N, 15° 33' 35.08"E), rozloha plochy 15 600 m²;

S2 – Přelouč (5959a-c): VKP Slavíkovy ostrovy, loučka J od lávky přes rameno po levé straně lipové aleje ve směru od Přelouče (208 m n. m., 50°03'01.58''N, 15°33'33.37''E), rozloha 2 899 m²;

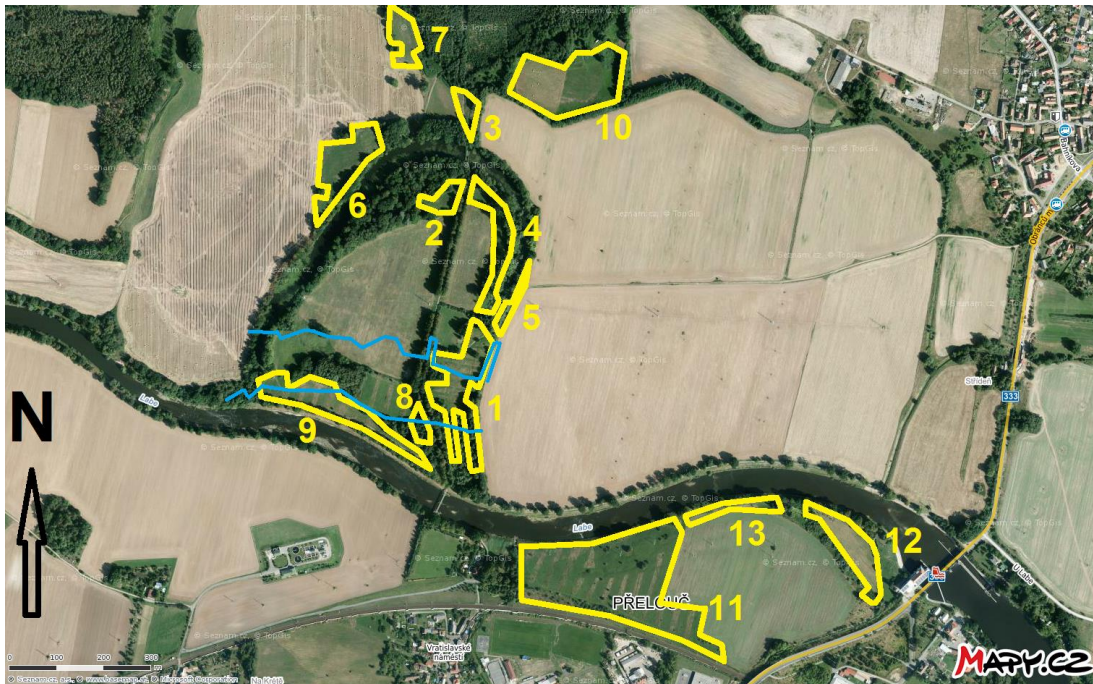
S3 – Břehy (5959a): trojúhelníkovitá loučka a přilehlá mez S od ramene Slavíkových ostrovů ohraničená z jedné strany potokem ústícím do ramene a z druhé pěšinou vedoucí na lávku přes rameno (208 m n. m., 50°0'06.50''N, 15°33'35.33''E), rozloha 2 760 m²;

S4 – Přelouč (5959c): VKP Slavíkovy ostrovy, louka ve vnitřním oblouku ramene od kynologického areálu až k chatce poblíž mostku přes rameno, asi 1100 m severně od Masarykova náměstí v Přelouči, tzv. vnitřní ministerská plocha navržená jako náhradní stanoviště motýlů (209 m, 50°02'59.91"N, 15°33'39.09"E), rozloha: 8 200 m²;

S5 – Přelouč (5959c): VKP Slavíkovy ostrovy, louka ve vnějším oblouku ramene směrem k obci Břehy, asi 1040 m severně od Masarykova náměstí v Přelouči, tzv. vnější ministerská plocha navržená jako náhradní stanoviště motýlů (209 m, 50°02'57.84"N, 15°33'42.25"E), rozloha: 3 700 m²;

- S6 – Břehy (5959a): louka na břehu slepého labského ramene Slavíkových ostrovů, cca 1350 m SSV od Masarykova náměstí v Přelouči a asi 350 m J od silnice Semín – Břehy (208 m n.m., 50° 03' 05.12"N, 15° 33' 24.47"E), rozloha 12 397 m²;
- S7 – Břehy (5959a): k SV se svažující luční porost na okraji polní cenózy a vlhké pcháčové louky ohraničené vysazeným porostem borovice, keřovým porostem a polem, cca 840 m SSZ od bývalého městského koupaliště a cca 150 m J od silnice Semín – Břehy (208 m n.m., 50° 03' 11.59"N, 15° 33' 31.48"E), rozloha 5 179 m²;
- S8 – Přelouč (5959c): Slavíkovy ostrovy VKP, louka zarůstající náletem mezi areálem zaniklého koupaliště a rugbyovým hřištěm, západně od bývalého bazénu, asi 750 m severně až severozápadně od Masarykova náměstí v Přelouči (209 m, 50°02'49.69"N, 15°33'28.75"E), rozloha: 1 400 m²;
- S9 – Přelouč (5959c): VKP Slavíkovy ostrovy, k JZ se svažující luční porost mezi pravým břehem řeky Labe a lesíkem navazujícím na ragbyové hřiště cca 390 m SZZ od bývalého městského koupaliště (209 m n.m., 50° 02' 48.60"N, 15° 33' 59.71"E), rozloha plochy 11 330 m²;
- S10 – Břehy (5959a): nekosená a zarůstající vlhká louka na okraji labské nivy a písčité terasy cca 1600 m SV od Masarykova náměstí v Přelouči (centra), na louce bývá umístěn pojízdný včelín (210 m n.m., 50°03' 15.47"N, 15°33' 52.08"E), rozloha 15 084 m²;
- S11 – Přelouč (5959): Největší prostranství o rozloze 40 137 m² (50°02'36.856"N, 15°33'50.321"E). Rozprostírá se na druhé břehu Labe jihovýchodně od starého bazénu na Slavíkových ostrovech. Na severní straně je ukončeno korytem Labe, z jižní železniční tratí, na východ polem a korytem potoka, která ústí do Labe;
- S12 – Přelouč (5959): Luční porost o rozloze 8 989 m² (50°2'38.428"N, 15°34'16.534"E), směrem na východ od silničního mostu vedoucí přes Labe. Přímo vedle se nachází elektrárna;
- S13 – Přelouč (5959): Louka mezi 12 a 11, vede mezi okrajem pole a na břehu Labe, velikostně má 3 124 m² (50°2'41.362"N, 15°34'5.759"E).

Obrázek 1.: Zkoumané plochy Slavíkových ostrovů u Přelouče, odkud pocházejí analyzovaná data o modráscích *Phengaris*. Zdroj: zákres do podkladů www.mapy.cz.



Jednotlivé plochy Labišťat podrobně ukazují obrázky 2 a 3. Uvádím stručně charakteristiky ploch Labišťat a Semína s číslováním ploch. Labišťata pravý břeh:

L10 – Semín: 50°03.211'N, 15°32.208'E, 1,11 ha. Zatravněný pás podél Sopřečského potoka, východně, jihovýchodně až jižně od Semína. Zčásti v minulosti patrně příležitostně sečeno, ale seč je čím dál více zanedbávána a travní porost ruderalizuje a zarůstá kopřivou, v letech 2018 a 2019 nesečeno vůbec. Krvavec jednotlivě. Stanoviště v minulosti zcela jistě fungovalo jako jedna ze stabilně kolonizovaných plošek, nyní zde o přítomnosti stabilní kolonie motýlů lze pouze teoreticky uvažovat, ale jde o místo, kde bylo v roce 2019 nejvíce imag zjištěných na pravém břehu. Místo má potenciál stát se jednou významnou plochou na pravém břehu Labe v rámci ochrany obou modráscích druhů. V roce 2020 absolutně bez zásahu, žádná seč nebyla provedena. Přilehlé pole i část louky byly před letovým obdobím modrásků silně zamokřeny po vydatných deštích.

L11 – Semín: 50°03'5.092"N, 15°31'58.845"E, 1,4 ha. Zatravněný porost jižně od rybníka Tomášek a východně od ramene Polábek s místy velmi hojným výskytem krvavce v minulosti, v roce 2019 posečeno krátce před letovým obdobím motýlů a krvavec v důsledku sucha rašil a kvetl výrazně hůře a později. V roce 2020 situace

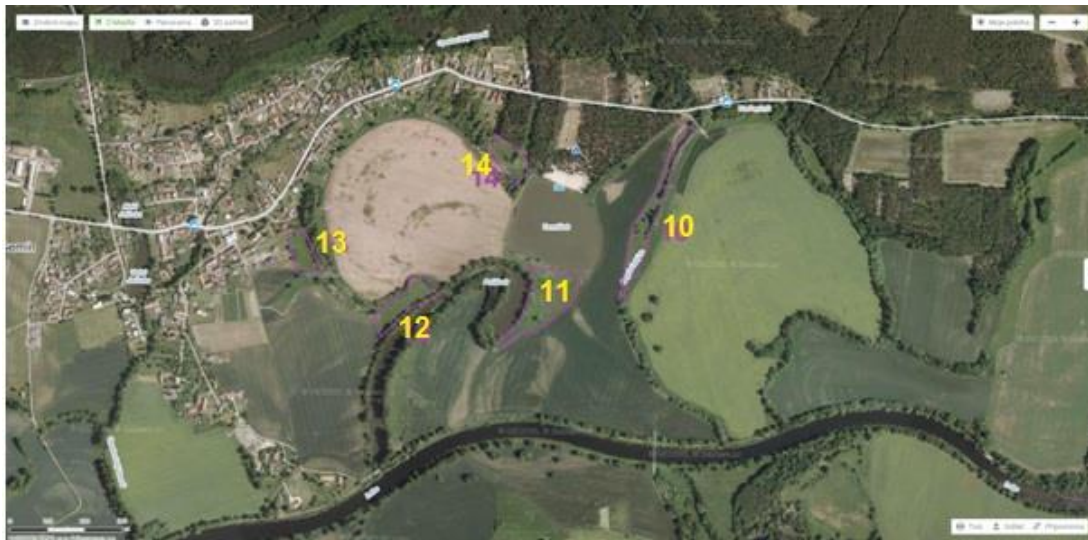
obdobná. Pravidelně a dobře udržováno sečí, ale motýli zde prakticky chybí, otázkou je proč.

L12 – Semín: 50°3'9.103"N, 15°31'25.519"E, 0,99 ha. Intenzivně sečená louka se nachází jihovýchodně od Semína, mezi bezejmenným tokem a slepým ramenem Labe. Dřeviny obklopují lokalitu ze všech světových stran kromě západní. Louka je pravidelně udržována sečením. Luční vegetace má homogenní charakter, mezi dominantní druhy ve vegetaci patří kakost luční, srha laločnatá, ovsík vyvýšený. Na louce se nachází mírné terénní deprese. V severovýchodním (a nejvlhčím) cípu lokality jsou vysazeny smrky. Krvavec toten byl v počtu jednotlivých rostlin na lokalitě zaznamenán, místy je výskyt hojný (pokryvnost cca 5 – 30 % plochy).

L13 – Semín: 50°3'9.103"N, 15°31'25.519"E, 0,44 ha. Intenzivně sečená louka se nachází jihovýchodně od obce Semín. Východní hranici tvoří břehový porost bezejmenného vodního toku, ze severozápadu navazuje zástavba rodinných domků a pole, jižní hranici tvoří travní porost. Luční porost je pravidelně sečen. Okraje lokality mají heterogenní charakter, samotný střed, který je udržovaný je spíše homogenního rázu. Při okrajích dominuje třtina křovištní. Na jižním okraji lokality byl zaznamenán porost invazního druhu křídlatky. Dřevinný porost při východním okraji podél toku tvoří vrby, olše a jasany. Bylinný porost podél potoka vytváří zejména rákos, kopřivy a ostřice. Krvavec toten je v počtu jednotlivých rostlin na lokalitě zaznamenáván, místy byl jeho výskyt relativně hojný (celková pokryvnost je ale nyní malá cca 2 % plochy max.).

L14 – Semín: 50°3'17.915"N, 15°31'52.922"E, 0,42 ha. Extenzivně udržována louka se nachází jihovýchodně od obce Semín, v blízkosti rybníka a vodního toku. Lokalita je obklopena menším lesním celkem borovic ze severovýchodu a jednotlivými stromy z jihozápadu. Uprostřed lokality se vyskytují ovocné stromy, zřejmě jako pozůstatek dřívější zahrady či sadu. Z jihozápadní strany je lokalita podmáčená s porostem ostřic a rákosu. Vegetace má homogenní charakter, mezi dominantní druhy patří srha říznačka, ovsík vyvýšený, ostřice a šťovík. Lokalita je udržována extenzivně, vyskytuje se vrstva stařiny. Krvavec toten zde byl v počtu jednotlivých rostlin zaznamenán (2 kvetoucí jedinci v roce 2016).

Obrázek 2: Zkoumané plochy Labišťata pravý břeh, Semín nedaleko Přelouče, odkud pocházejí analyzovaná data o modráscích *Phengaris*. Zdroj: zákres do podkladů www.mapy.cz.



Labišťata levý břeh:

L1 až L6 – Přelouč: 50°2'39.206"N, 15°32'40.222"E, 2,33 ha. Systém několika drobných luk se nachází severozápadně od města Přelouč. Ze severozápadu navazuje lužní porost, z jihovýchodu polní kultury. Vegetace je heterogenní, s dominancí druhů srha říznačka, ovsík vyvýšený a kakost luční. Louky jsou extenzivně udržované, kosené po částech (nesečené meze a plošky mezi stromy). Krvavec toten zde roste v počtu jednotlivých rostlin, místy hojně, a to výhradně v severovýchodní části lokality, která je snížena a vlhčí (pozůstatek původního ramene Labe). Pokryvnost je nízká.

L7 – Přelouč: 50°2'47.140"N, 15°32'38.238"E, 3,96 ha. Rozlehlá louka se nachází severozápadně od města Přelouč v dosahu Labe. Ze severu, západu a jihu je louka obklopena stromy a lužními porosty. Na východní straně se nachází polní kultury. Vegetace na lokalitě má heterogenní charakter, místy je dominantní ovsík vyvýšený, jinde kopřivy. V severovýchodní části jsou suché vyvýšeniny, jihovýchodně a jižně je vlhčeji. V louce jsou deprese, které jsou hluboké a plošně rozsáhlé (pozůstatek původního ramene Labe). Louka není udržována, nachází se zde vysoký podíl stařiny i nálet křovin. Krvavec toten byl zaznamenán jen na jihu a východě lokality, která je snížena a vlhčí. Lokální pokryvnost krvavce dosahovala cca 5 % pokryvnosti (jednotlivé rostliny).

L8 a L9 – Přelouč: 50°2'47.603"N, 15°32'22.404"E, 2,06 ha. Rozlehlá a značně ruderalizovaná louka se nachází severozápadně od města Přelouč v dosahu řeky Labe.

Louka je ze všech stran ohraničena stromy a nachází se v komplexu lučních a lužních porostů, které dříve tvořily slepé rameno Labe a jeho porosty. Rozlehlá nivní louka je dlouhodobě neudržována, zarostlá travinobylinnou vegetací s vysokou vrstvou stařiny, kopřivami částečně i keři. V travobylinné vegetaci dominuje srha říznačka, kopřivy a kakost luční. Krvavec toten zde byl zaznamenán v počtu jednotlivých rostlin (pokryvnost do cca 2 % plochy).

Obrázek 3: Zkoumané plochy Labišťata levý břeh nedaleko Přelouče, odkud pocházejí analyzovaná data o modráscích *Phengaris*. Zdroj: zakres do podkladů www.mapy.cz.



Jednotlivé plochy Lohenic podrobně ukazují obrázky 4 a 5. Uvádím stručně charakteristiky ploch s číslováním. Lohenice před ramenem Labe:

E1 – Malá loučka ihned u kraje silnice Přelouč – Lohenice s velmi vysokou denzitou živné rostliny motýlů – krvavce. Zřejmě zde probíhá rozmnožování motýlů rodu *Phengaris*, ale rozloha je příliš malá pro dlouhodobou existenci stabilní populace. Plocha se zřejmě uplatňuje i jako tranzitní stepping stone při migracích. Louka nebyla kosena.

E2 – Rozsáhlejší ruderalizovaná louka po pravé straně silnice Přelouč – Lohenice (směrem k Labi), která následuje po E1. Na louce je značná populace krvavce, která je ovšem potlačována konkurenčně úspěšnějšími rostlinami, pcháčem apod. Rozloze louky i množství živné rostliny odpovídá i počet motýlů, kteří se zde patrně též rozmnožují. Občas byla její část destruována rozježděním zemědělskou technikou, která zde měla otáčecí stanoviště.

E3 – 50°2'34.338"N, 15°34'52.087"E, 0,54 ha. Příkopy a okraje silnice Přelouč – Lohenice v místě křížení se struhou před Lohenickým ramenem. Občasný a jednotlivý výskyt krvavce, Plocha je patrně vhodná jako stepping stone.

E4 – Okrajová loučka v depresi Lohenického ramene, částečně narušována zajižděním osobních aut rybářů a sešlapem. Krvavec v několika shlucích a jednotlivé rostliny. Motýli se zde pravděpodobně mohou též rozmnožovat, ale rozloha Plochy je sama o sobě malá pro stabilní populaci.

E5 – 50°2'51.056"N, 15°34'35.285"E, 0,13 ha. Plocha vedle silnice Přelouč – Břehy hned vedle propustku potoka (resp. vpravo ve směru od Přelouče před ním). Velmi diverzifikovaná s přechodem od xerothermního okraje k velmi vlhkým depresím u náspu silnice, početný výskyt krvavce. Nejsilnější populace motýlů byla zjištěna zde, pravděpodobně se zde rozmnožují. Plocha je bez hospodaření, lze ale předpokládat, že v minulosti byla nepravidelně kosena. V současné době je devastována díky opravě mostu.

E6 – 50°2'51.056"N, 15°34'35.285"E, 0,33 ha. Plocha vedle silnice Přelouč – Břehy vedle potoka (vpravo za ním ve směru od Přelouče, blíž k Břehům). Udržovaná a na golfový trávník kosena větší sušší květnatá louka s porostem krvavce pouze v nedosečených okrajích a u potoka. Motýlů málo, ale jsou zde přítomni. Místa s výskytem motýlů narušena v důsledku opravy přemostění, stavby chodníku a kanálu.

E7 – 50°2'43.565"N, 15°34'33.316"E, 0,34 ha. Plocha vedle silnice Přelouč – Břehy, první travnatá vpravo od náspu ve směru od Přelouče. Poměrně xerothermní, ale na vlhčích úsecích s krvavcem. Není zde závětrí. Motýlů málo. Pravděpodobně význam jako stepping stone. Příležitostně kosena, ohrožena neustálým prioráváním. Zvažována výstavba stezky pro pěší či cyklostezky zde.

E8 – 50°2'50.957"N, 15°34'43.165"E, 0,07 ha. Malý travnatý úsek (cca 40 x 5 m) u lávky přes potok mezi Plochami PLH 5 a PLH 6 s asi 3 trsy krvavce. Pravděpodobně se uplatňuje jako stepping stone. V roce 2008 zde byli zastíženi 2 motýli *Phengaris*. Seč dosud zanedbávána.

E9 – 50°2'45.190"N, 15°35'19.741"E, 0,68 ha. Potenciálně vhodná louka ve vlhké depresi vlevo od silnice Přelouč – Lohenice u Lohenického ramene, částečně zarůstající rákosem. Jednotlivý výskyt krvavce, občasné kosení travnaté plochy mimo rákos. V roce 2017 posečena vhodně a krvavec četnější v části u silnice. V souvislosti s tím pozorováno i více motýlů. Výskyt česneku hranatého.

E10 – 50°2'46.715"N, 15°34'29.646"E, 0,06 ha. Velmi malý zatravněný úsek vedle stavení po levé straně náspu silnice Přelouč – Břehey. Jednotlivý ale hojný výskyt krvavce, přítomno poměrně hodně motýlů. Možná zde dochází k rozmnožování, ale rozlohou je plocha malá pro udržení stabilnější populace.

Obrázek 4: Zkoumané plochy Lohenic část blíže Přelouči před ramenem Labe, odkud pocházejí analyzovaná data o modráscích *Phengaris*. Zdroj: zákres do podkladů www.mapy.cz.



Obrázek 5: Zkoumané plochy Lohenic část dále od Přelouče za ramenem Labe, odkud pocházejí analyzovaná data o modráscích *Phengaris*. Zdroj: zákres do podkladů www.mapy.cz.



E11 – 50°2'36.955"N, 15°35'22.213"E, 0,55 ha. Lem silnice Přelouč – Lohenice, hlavně levá strana s betonovými studnami při pohledu k Lohenicím, která je dostatečně

široká a díky studnám nemůže být priorána. Četný výskyt krvavce zde a příležitostné pozorování motýlů v uplynulých letech.

E12 – 50°2'24.701"N, 15°35'24.840"E, 0,55 ha. Luční pás východně od Zajícova rybníka s poměrně bohatým výskytem krvavce. Než bylo spojeno staré rameno zde se Zajícovým rybníkem, jeho lemové porosty zajišťovaly závětrí a modrásci zde byli výrazně početnější (jenže plocha v té době nebyla studována zpětným odchytem). Nyní modrásci vzácní, patrně kvůli průvanu.

E13 - 50°02.404'N, 15°35.201'E, 1,62 ha. SV od Přelouče a JZ od Lohenic mezi Labem a Zajícovým rybníkem. Velká louka udržovaná sečí v různém termínu a disturbovaná projížděním automobilů rybářů. Krvavec místy velmi početně. Modrásci od rekonstrukce Zajícova rybníka vzácní (vyfoukávání).

E14 – 50°2'29.888"N, 15°35'38.710"E, 1,64 ha. Typická nivní louka u slepého ramene Labe jihozápadně od obce Lohenic. Ze severovýchodu je v přímém kontaktu se slepým ramenem, z jihozápadu navazuje polní kultura. Stromy se zde nachází při okraji lokality, avšak nevytváří potřebné závětrí. Terénní deprese jsou podmáčené a nachází se v části louky hraničící se slepým ramenem. Louka je intenzivně sečena a také intenzivně hnojena močůvkou. Krvavce se vyskytují velmi hojně ve vysoké pokryvnosti na většině plochy (pokryvnost více než 30 % plochy). Místy lze krvavec označit za dominantní druh, společně s kakostem lučním. V době průzkumu byla lokalita posečena a toto je pravidlem – i v roce 2018 louka komplet sklizena v období letu motýlů.

E15 – 50°2'26.778"N, 15°35'57.889"E, 0,54 ha. Nivní louka v dosahu slepého ramene Labe, jehož břehový porost vytváří hranici plochy ze severozápadu. Z jihovýchodu jsou pole, ze severovýchodu další louka. Část louky je extenzivně sečena po částech, avšak ve výsledku posečena zřejmě celá v témže roce, zbylá část ruderalizuje a zde se udržuje kolonie motýlů. Vegetace má heterogenní charakter, dominují pcháče, psárka a další druhy trav. Na louce se vyskytuje krvavec toten v počtu jednotlivých rostlin (pokryvnost do cca 5 % plochy). Pro účely výzkumu odlišujeme severní část od rozcestí k Lohenicím 15b a jižní od krmelce u křižovatky polních cest asi 60 m jižně (15a). V roce 2019 byla severní polovina části 15b posečena nevhodně krátce před letem motýlů, jižní část byla po dlouhé době částečně sečena v pásech i ve vhodném termínu. Část 15a byla během sezóny částečně vysečena pouze v okolí krmelce.

E16 – 50°2'10.693"N, 15°36'9.063"E, 2,63 ha. Typická nivní louka leží u Labe, která vytváří její jižní hranici, při severní hranici protéká bezejmenný tok, z ostatních

světových stran je lokalita obklopena polní kulturou. Louka má protáhlý tvar kopírující tok a je poměrně rozlehlá. Nachází se zde terénní deprese po silných deštích naplněné vodou. Louka je udržována intenzivním kosením většinou v nevhodnou dobu. Krvavec se zde vyskytuje roztroušeně na celé ploše v počtu jednotlivých rostlin. Zaznamenané dominantními druhy byly kakost luční, jitrocel kopinatý a řebříček obecný. V roce 2019 byla provedena pásová seč ve vhodném gradientu (kolmo na řeku Labe) ve vhodném termínu.

4.2 Metodika sběru a třídění dat

Modrásci *P. teleius* a *P. nausithous* byli na základě podmínek udělené výjimky studování pomocí zpětného odchyty značených jedinců stejným způsobem ve všech zpracovávaných letech 2018–2020 (MMR metodika viz. Beneš et. al. 2002), mírně byl s ohledem na personální zabezpečení modifikován systém pochůzek. Na sběru dat se podílelo více osob v různém složení týmu (podle sezóny). Tým vedl vedoucí práce. Výzkum na výše popsanych lokalitách probíhal denně. Snahou bylo pokrýt plochy co nejúplněji každodenně, případně pak alespoň v intervalu obden.

Značení motýlů bylo prováděno unikátním číselným kódem umožňujícím identifikaci jednotlivce lihovou fixou na křídlo motýla. V odchytovéch záznamech byly sledovány obvyklé parametry: čas záznamu jedince, pohlaví, číslo jedince, stupeň olétanosti, kategorie chování, stupeň oslunění stanoviště, větrnost, číslo monitorované lokality, eventuálně poznámky. Shromážděná data umožnila vyhodnocení všech potřebných parametrů.

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

K dispozici pro zpracování byly všechny terénní záznamové protokoly z uvedených let nascanované do pdf souborů. Ty bylo třeba ručně projít a do excell tabulky vypsát všechna čísla motýlů, kteří kopulovali nebo kladli spolu s daty a časy jejich záchytů a lokalizací na plochy (viz. Přílohy 1 – 12). Teprve po zpracování tohoto výpisu bylo možno provést podrobnější analýzu dat, která byla vyjádřena slovním popisem i

graficky. Analýza spočívala ve stanovení počtu pozorování kopulace a kladení pro jednotlivé populační okruhy a kontrolu čísel jedinců, zda se neopakují, aby bylo možno odhalit opakované kopulace.

Časy kopulací a kladení pak byly tabulkově zpracovány a vyneseny do souhrnných grafů.

4.3 Statistické vyhodnocení

Pro výpočet statistických analýz byl použit program Statistica 12. Pro zjištění statisticky významných rozdílů v počtu pozorovaných kopulací, pozorovaných kladení a v počtu opakovaných kopulací mezi druhy *P. nausithous* a *P. teleius* v letových sezónách 2018–2020 v okolí Přelouče, byl aplikován dvouvýběrový t-test. Pro ověření významného rozdílu opakované kopulace mezi samci a samicemi u druhů *P. nausithous* a *P. teleius* v letových sezónách 2018–2020 v okolí Přelouče, byl rovněž použit dvouvýběrový t-test. Pro zhodnocení rozdílů v počtu pozorovaných kopulací, pozorovaných kladení a v počtu opakovaných kopulací u druhů *P. nausithous* a *P. teleius* mezi letovými sezónami 2018–2020 v okolí Přelouče, byla použita jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA). Hypotézy byly ověřovány na hladině významnosti $\alpha = 0,005$.

5 Výsledky práce

Níže shrnuji výsledky, které jsem získala utříděním dostupných dat

5.1 Sezóna 2018

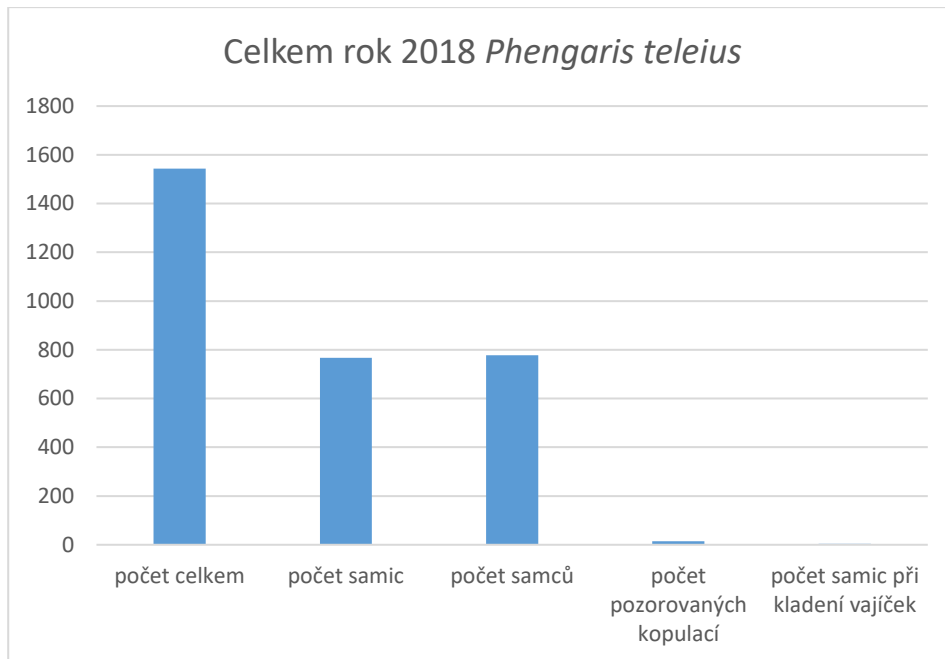
Na Slavíkových ostrovech u Přelouče bylo pro druh *Phengaris teleius* 730 záchytů samců a 707 záchytů samic, celkem bylo pozorováno 15 kopulací a 4 samice při kladení vajíček. Žádný jedinec nebyl zachycen při opakované kopulaci. V případě druhu *Phengaris nausithous* bylo 324 záchytů samců a 258 záchytů samic, kopulace byla pozorována 9 x, jednou bylo zaznamenáno kladení. Opakované kopulace zjištěny nebyly.

Na Labišťatech u Přelouče bylo 47 záchytů samců a 60 záchytů samic druhu *P. teleius*. Nebyly zaznamenány žádné rozmnožovací aktivity. Tamtéž proběhlo celkem 447 záchytů samců druhu *Phengaris nausithous* a 275 záchytů samic. Byly pozorovány 3 kopulace, žádný jedinec nekopuloval opakovaně.

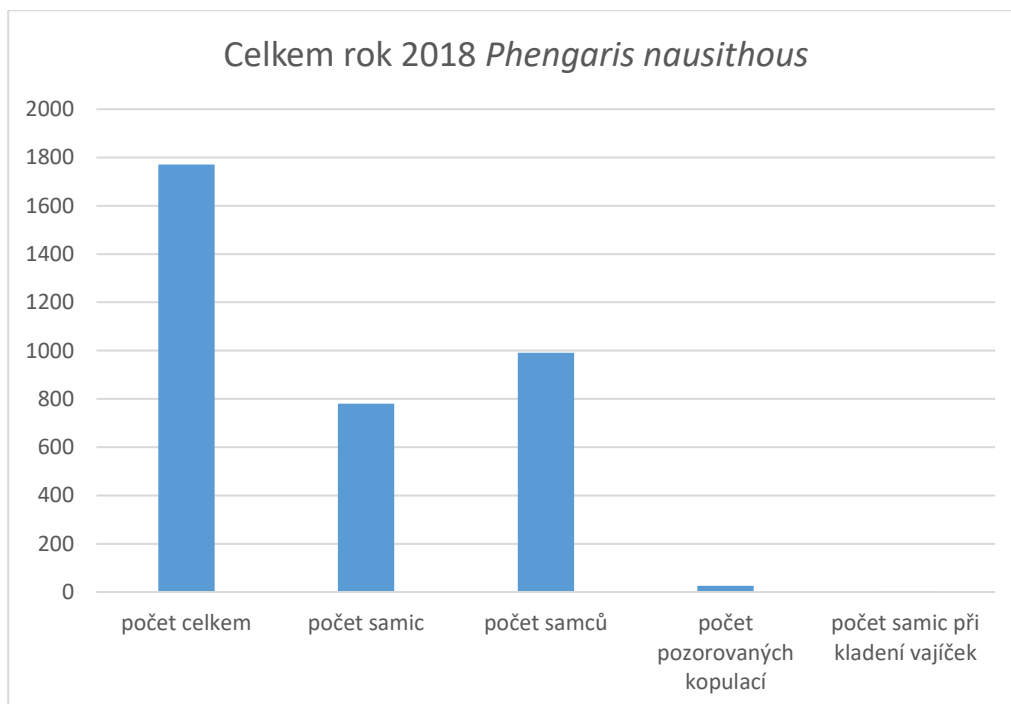
Na Lohenicích u Přelouče proběhlo celkem 220 záchytů samců druhu *Phengaris nausithous* a 247 záchytů samic. Bylo pozorováno 14 kopulací, žádný jedinec nekopuloval opakovaně, 1 samice zastižena při kladení.

Celkově bylo pro studované území za rok 2018 vyhodnoceno 1544 záchytů jedinců druhů *Phengaris teleius* (obrázek 6) a 1771 záchytů druhu *Phengaris nausithous* (obrázek 7), přičemž bylo pozorováno pouze 15 kopulací *P. teleius* a 26 kopulací *P. nausithous*. Při kladení byly zastiženy 4 samice *P. teleius* a 2 samice *P. nausithous*. V tomto roce se nepodařilo doložit žádnou opakovanou kopulaci.

Obrázek 6: Grafické znázornění výsledku pozorování druhu *Phengaris teleius* v roce 2018 v okolí Přelouče.



Obrázek 7: Grafické znázornění výsledku pozorování druhu *Phengaris nausithous* v roce 2018 v okolí Přelouče.



5.2 Sezóna 2019

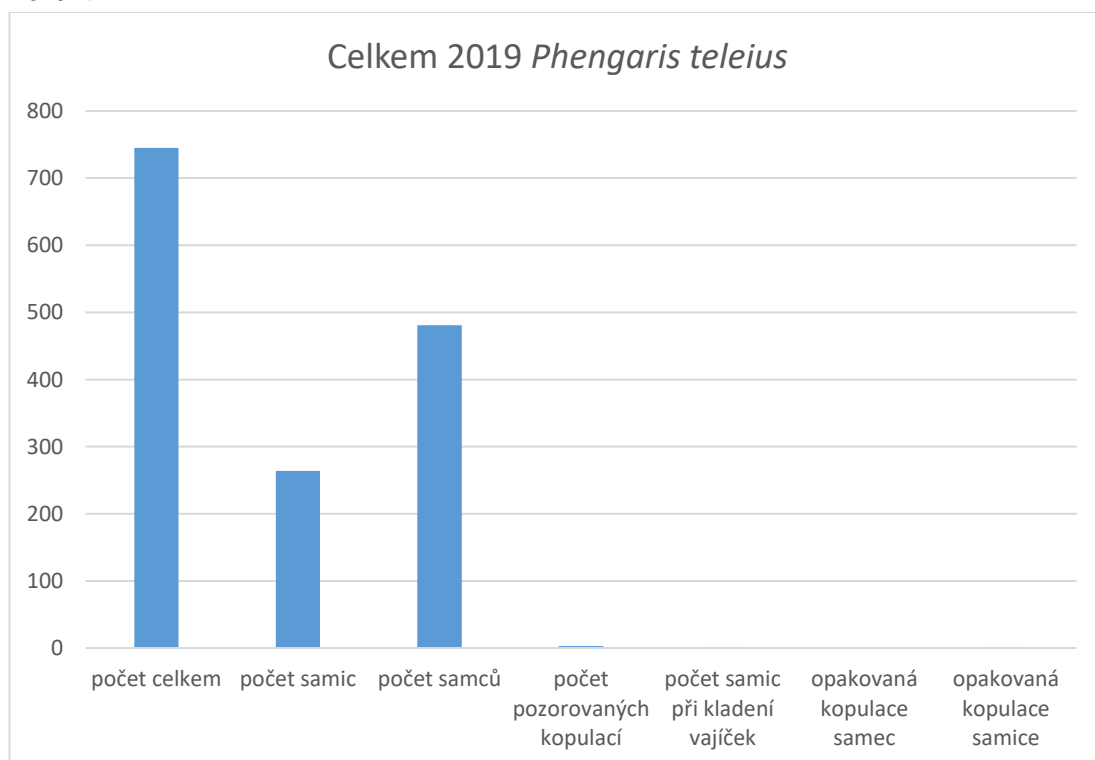
V roce 2019 bylo na Slavíkových ostrovech zachyceno 109 samců a 85 samic druhu *Phengaris teleius*, pozorovány byly 3 kopulace a jedna samice při kladení. Opakovaně nekopuloval žádný jedinec. U druhu *P. nausithous* bylo zachyceno 128 samců a 103 samic, bylo pozorováno 7 kopulací, jedna samice při kladení a 2 jedinci byli zaznamenáni při kopulaci opakované s jiným partnerem.

Na Labišťatech bylo v roce 2019 zachyceno 372 samců a 179 samic *P. teleius* bez pozorování rozmnožovacích aktivit. Tamtéž bylo dále zachyceno 65 samců a 53 samic *P. nausithous* a pozorovány 2 kopulace tohoto druhu.

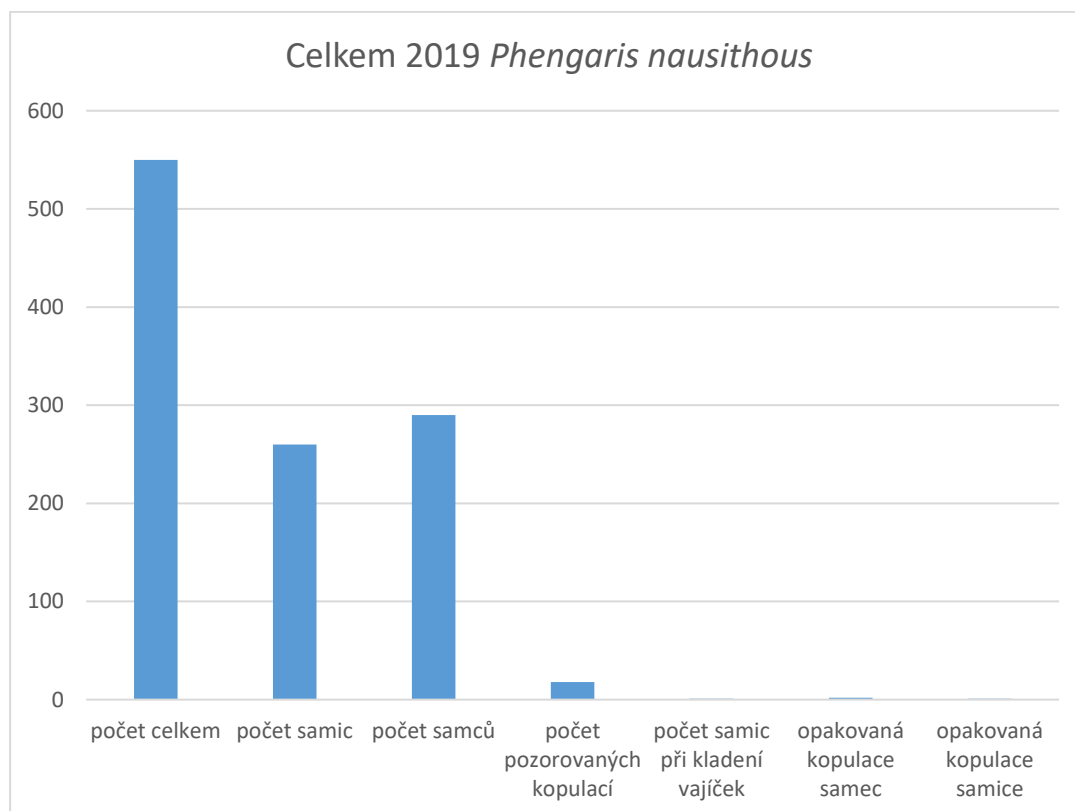
V Lohenicích bylo 97 záchytů samců a 104 samic druhu *P. nausithous*, pozorováno bylo 9 kopulací a jeden samec byl přistižen při kopulaci opakovaně.

Celkově bylo pro studované území za rok 2019 vyhodnoceno 745 záchytů jedinců druhů *Phengaris teleius* (obrázek 8) a 550 záchytů druhu *Phengaris nausithous* (obrázek 9), přičemž byly pozorovány pouze 3 kopulace *P. teleius* a 18 kopulací *P. nausithous*. Při kladení byla zastížena 1 samice *P. teleius* a 1 samice *P. nausithous*. Byly zachyceny 1 samice a dva samci *P. nausithous* při opakované kopulaci.

Obrázek 8: Grafické znázornění výsledku pozorování druhu *Phengaris teleius* v roce 2019 v okolí Přelouče.



Obrázek 9: Grafické znázornění výsledku pozorování druhu *Phengaris nausithous* v roce 2019 v okolí Přelouče.



5.3 Sezóna 2020

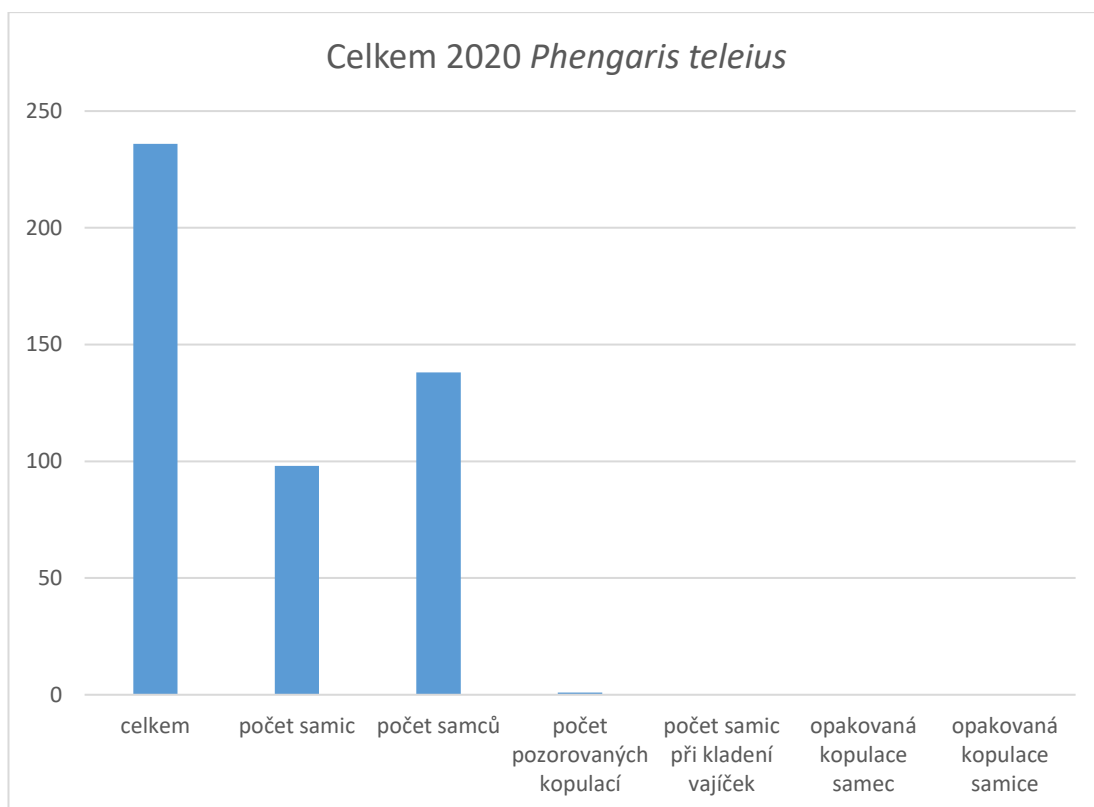
V roce 2020 bylo na Slavíkových ostrovech u Přelouče zachyceno 138 samců a 98 samic *P. teleius* a pozorována jedna kopulace tohoto druhu, od druhu *P. nausithous* zde bylo zachyceno 243 samců a 213 samic, pozorováno bylo 10 kopulací a jedna samice při kladení. Nebyly pozorovány opakované kopulace.

Na Labišťatech bylo v roce 2020 zachyceno pouze 7 jedinců *P. teleius*, rozmnožovací aktivity tohoto druhu zde nebyly pozorovány. V případě *P. nausithous* zde bylo zachyceno 80 samců a 67 samic, pozorováno 5 kopulací a 3 kladoucí samice.

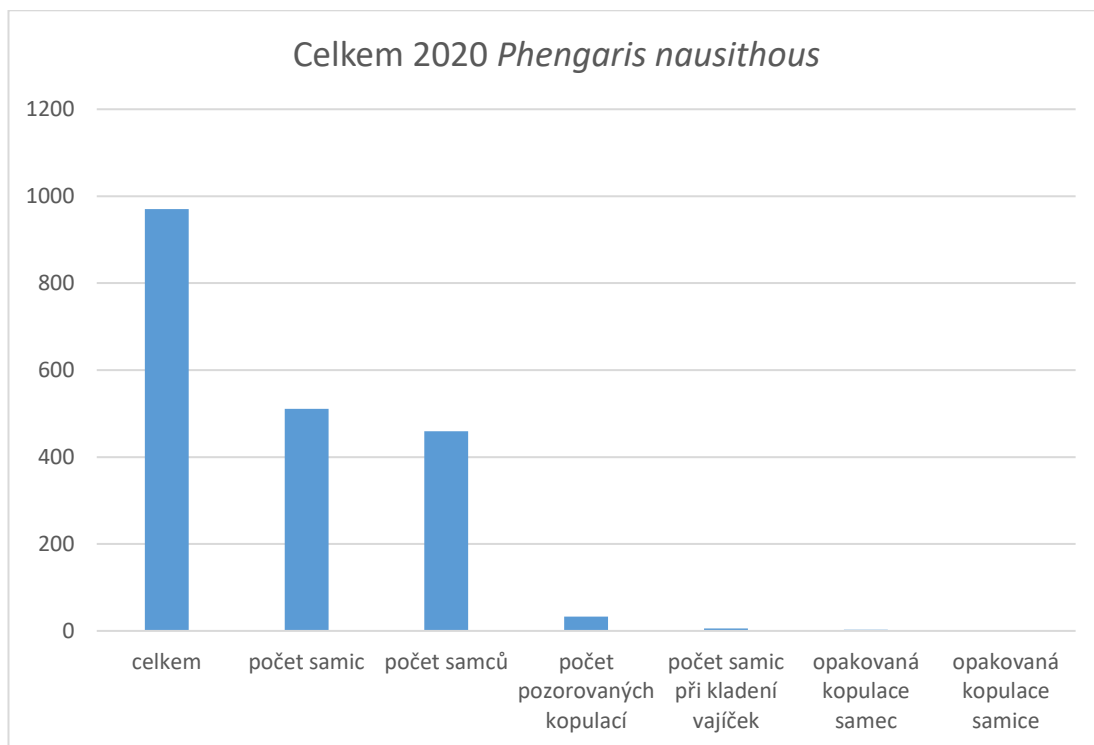
V Lohenicích bylo 2020 zachyceno 136 samců a 231 samic *P. nausithous*, pozorováno bylo 19 kopulací a 2 kladení. Celkem tři jedinci kopulovali opakovaně.

Celkově bylo pro studované území za rok 2020 vyhodnoceno 236 záchytů jedinců druhu *Phengaris teleius* (obrázek 10) a 970 záchytů druhu *Phengaris nausithous* (obrázek 11), přičemž byla pozorována pouze 1 kopulace *P. teleius* a 34 kopulací *P. nausithous*. Při kladení bylo zastiženo 6 samic *P. nausithous*. Tři samci druhu *P. nausithous* kopulovali opakovaně.

Obrázek 10: Grafické znázornění výsledku pozorování druhu *Phengaris teleius* v roce 2020 v okolí Přelouče.



Obrázek 11: Grafické znázornění výsledku pozorování druhu *Phengaris nausithous* v roce 2020 v okolí Přelouče.



5.4 Shrnutí za tři sezóny dohromady

Tabulka 1: Celkové shrnutí vyhodnocených záznamů o rozmnožovacím chování druhů *Phengaris teleius* a *P. nausithous* za roky 2018 – 2020 z okolí Přelouče.

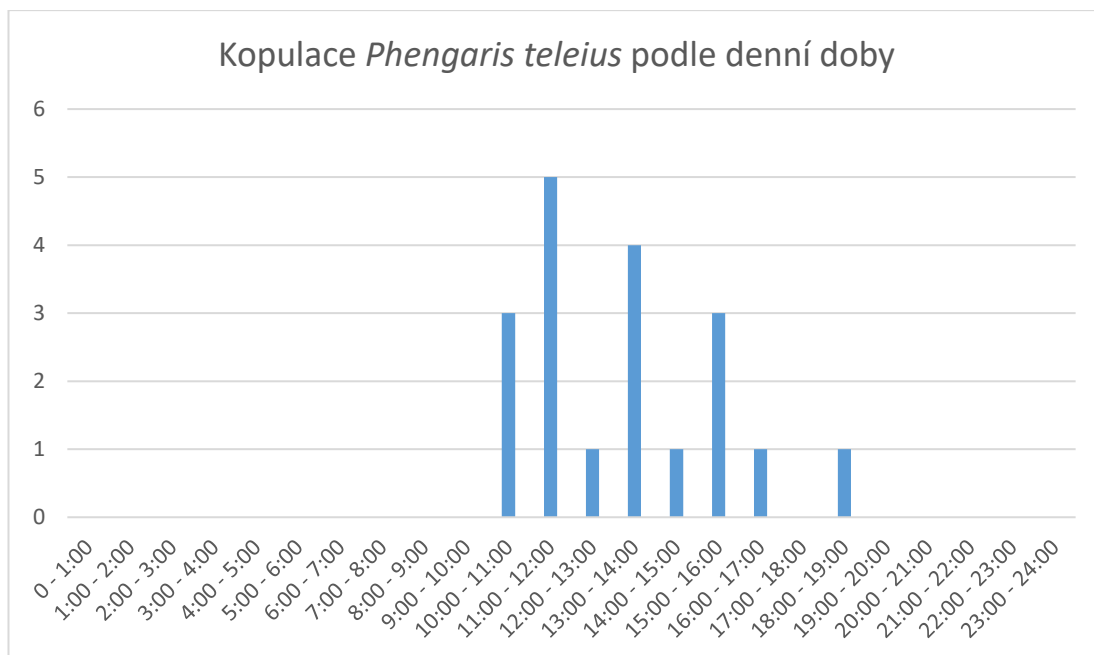
Druh	Záchyty celkem	Samci	Samice	Pozorování kopulací	Pozorování kladení	Počet jedinců zaznamenaných při opakované kopulaci
<i>Phengaris teleius</i>	2525	1399	1126	19	5	0
<i>Phengaris nausithous</i>	3291	1740	1551	78	9	6

Uvedená pozorování potvrzují, že byť je to velmi vzácné, dochází minimálně u druhu *Phengaris nausithous* v přírodě k opakované kopulaci. Kopulace tohoto druhu byla během 3 vyhodnocovaných let pozorována celkem 78 x, to znamená, že při kopulaci bylo zachyceno celkem 150 jedinců z nichž 6 (tj. asi 4 % pozorovaných) kopulovalo opakovaně, přičemž v 5 případech to byli samci a v jediném samice.

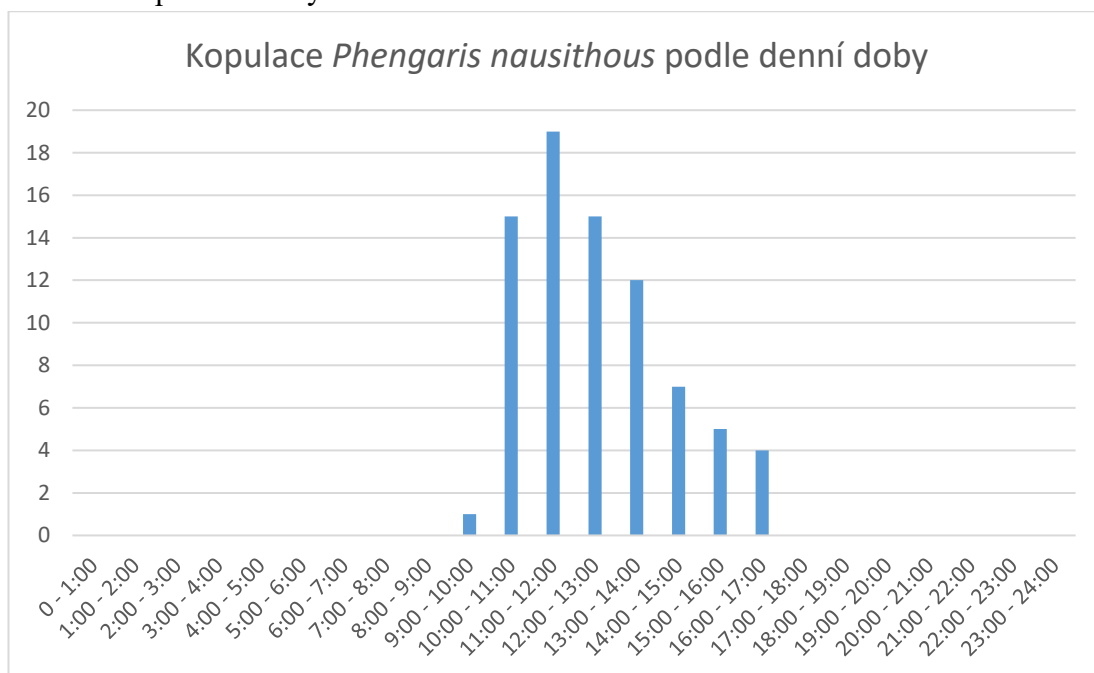
5.5 Časové preference kopulace a kladení

Preferované doby kopulace a kladení ukazují obrázky 12 – 15. Preferovaný časový interval pro kopulaci je u obou druhů mezi 11:00 a 12:00. Obecně lze říci, že maximum pozorovaných kopulací bylo kolem poledne a počet jejich pozorování se s přibývajícím počtem k večeru snižoval. Pokud je možno usuzovat z relativně malého počtu pozorovaných kladení, pak toto rovněž probíhá okolo poledne, tedy v období největšího tepla přes den, konkrétně od 10:00 do 16:00.

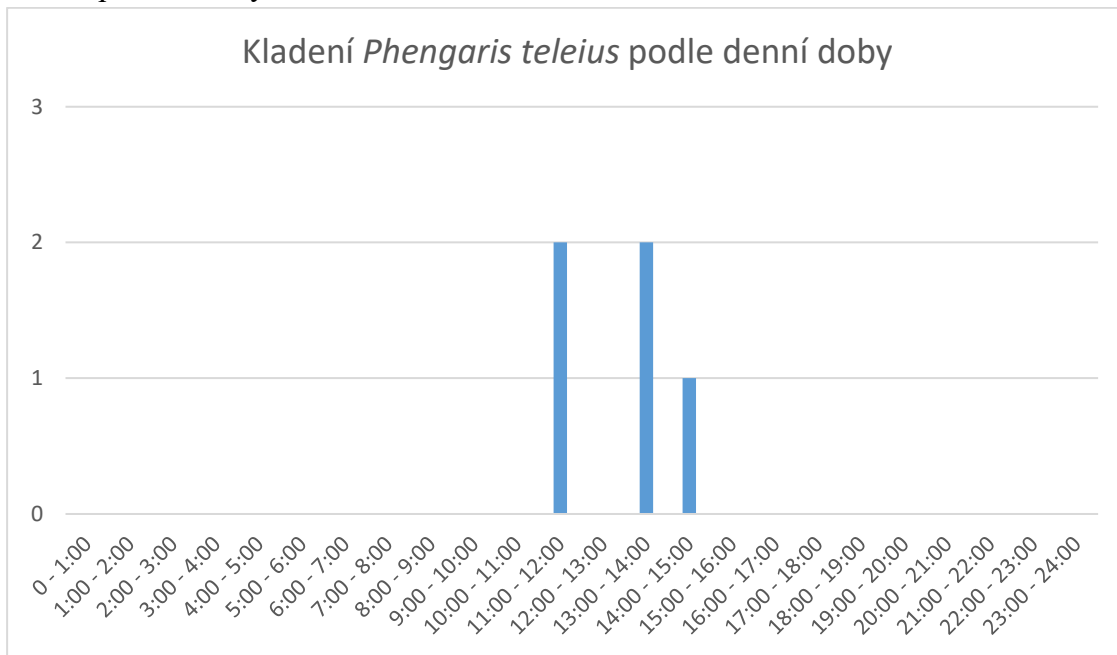
Obrázek 12: Grafické znázornění rozložení pozorování kopulací druhu *Phengaris teleius* podle časových intervalů.



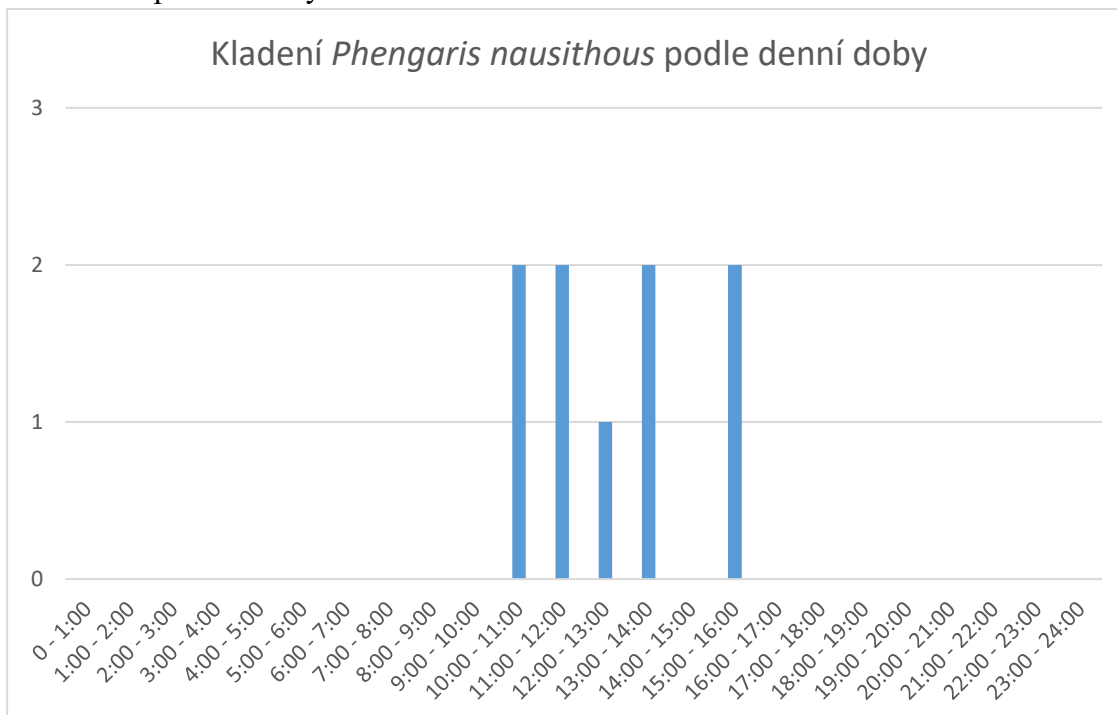
Obrázek 13: Grafické znázornění rozložení pozorování kopulací druhu *Phengaris nausithous* podle časových intervalů.



Obrázek 14: Grafické znázornění rozložení pozorování kladení druhu *Phengaris teleius* podle časových intervalů.



Obrázek 15: Grafické znázornění rozložení pozorování kladení druhu *Phengaris nausithous* podle časových intervalů.



5.6 Výsledky statistických analýz

Mezi druhy *P. nausithous* a *P. teleius* byl zjištěn statisticky významný rozdíl v počtu pozorovaných kopulací v letových sezónách 2018–2020 v okolí Přelouče ($P < 0,05$).

Tabulka 2: Statistické vyhodnocení rozdílu v počtu pozorovaných kopulací mezi druhy *P. nausithous* a *P. teleius* v letových sezónách 2018–2020 v okolí Přelouče.

		T-test (počet pozorovaných kopulací)					
Sk. 1 vs. Sk.2	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč.plat. skup. 1	
<i>P.nausithous</i> vs. <i>P.teleius</i>	26,00000	6,333333	3,092440	4	0,036488	3	
		T-test (počet pozorovaných kopulací)					
Sk. 1 vs. Sk.2	Poč.plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly		
<i>P.nausithous</i> vs. <i>P.teleius</i>	3	8,000000	7,571878	1,116279	0,945055		

Při porovnání významných rozdílu mezi počty pozorovaných kladení nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi druhy *P. nausithous* a *P. teleius* v letových sezónách 2018–2020 v okolí Přelouče ($P > 0,05$).

Tabulka 3: Statistické vyhodnocení rozdílu v počtu pozorovaných kladení mezi druhy *P. nausithous* a *P. teleius* v letových sezónách 2018–2020 v okolí Přelouče

		T-test (počet pozorovaných kladení)					
Sk. 1 vs. Sk.2	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč.plat. skup. 1	
<i>P.nausithous</i> vs. <i>P.teleius</i>	3	1,6666667	0,685994341	4	0,530411676	3	
		T-test (počet pozorovaných kladení)					
Sk. 1 vs. Sk.2	Poč.plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly		
<i>P.nausithous</i> vs. <i>P.teleius</i>	3	2,645751	2,081666	1,615385	0,764706		

V počtech opakovaných kopulací mezi druhy *P. nausithous* a *P. teleius* v letových sezónách 2018–2020 v okolí Přelouče nebyl rovněž nalezen statisticky významný rozdíl ($P > 0,05$).

Tabulka 4: Statistické vyhodnocení rozdílů v počtu opakovaných kopulací mezi druhy *P. nausithous* a *P. teleius* v letových sezónách 2018–2020 v okolí Přelouče

T-test (počet opakovaných kopulací)						
Sk. 1 vs. Sk.2	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč.plat. skup. 1
<i>P.nausithous</i> vs. <i>P.teleius</i>	2,000000	0,00	2,000000	4	0,116117	3
T-test (počet opakovaných kopulací)						
Sk. 1 vs. Sk.2	Poč.plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly	
<i>P.nausithous</i> vs. <i>P.teleius</i>	3	1,732051	0,00	0,00	1,000000	

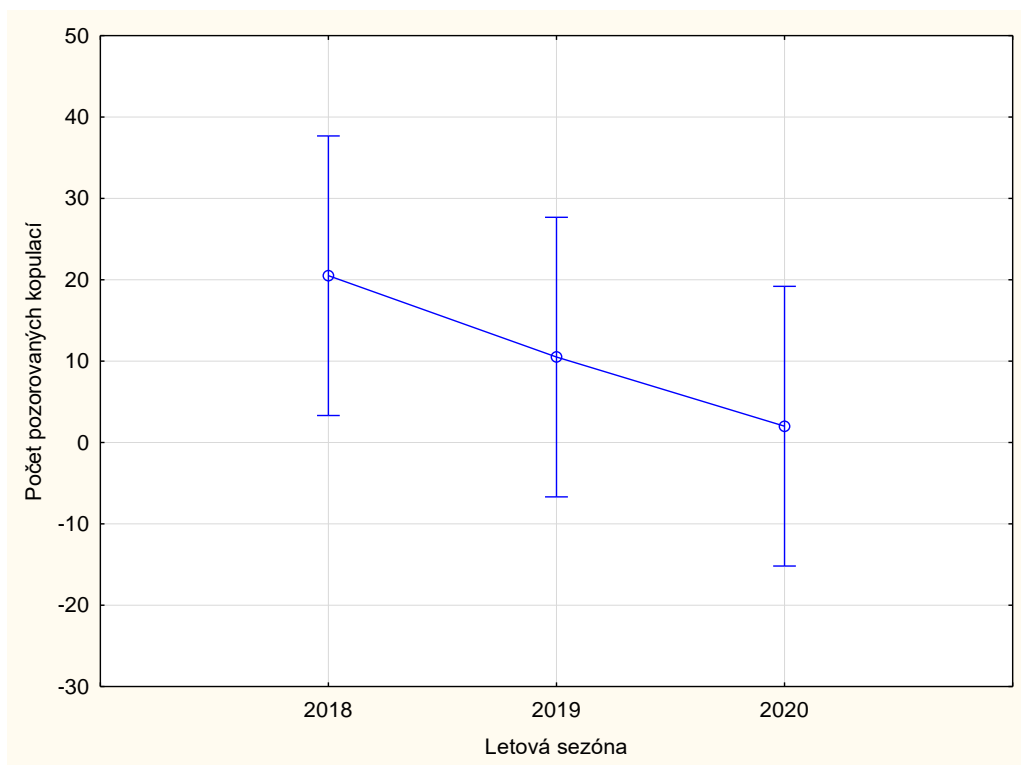
Rozdíl v opakovaných kopulacích mezi samci a samicemi u druhů *P. nausithous* a *P. teleius* v letových sezónách 2018–2020 v okolí Přelouče nebyl prokázán ($P > 0,05$).

Tabulka 5: Statistické vyhodnocení rozdílu v opakovaných kopulacích mezi samci a samicemi u druhů *P. nausithous* a *P. teleius* v letových sezónách 2018–2020 v okolí Přelouče

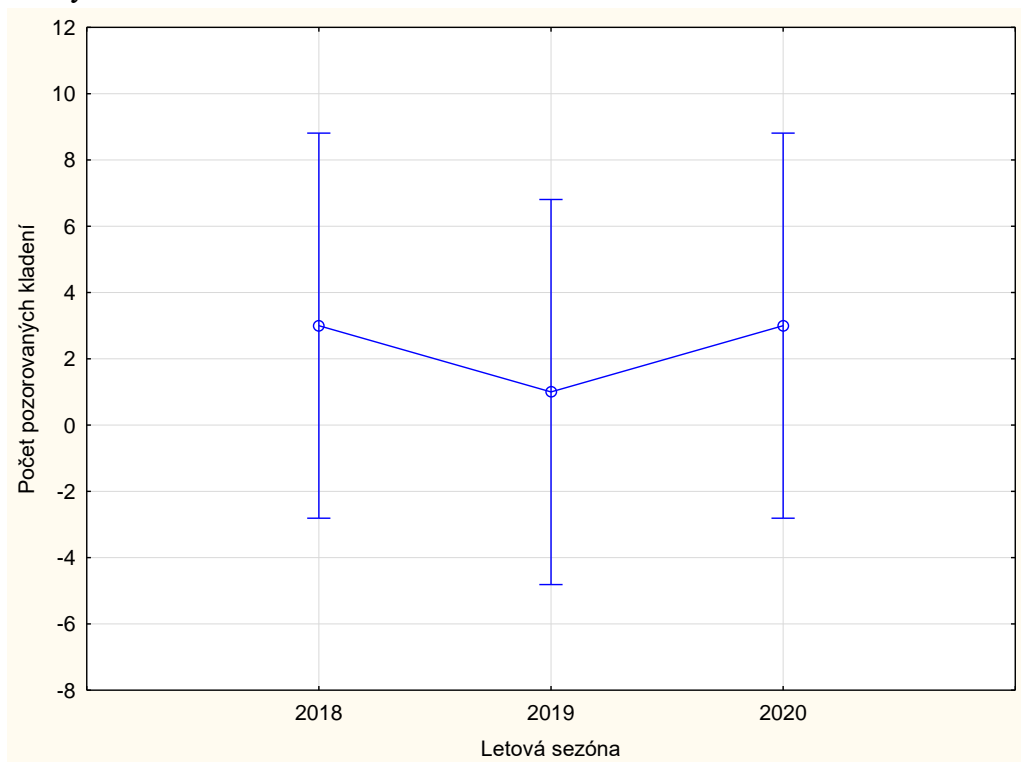
T-test (počet opakovaných kopulací, rozdíl mezi samci a samicemi)						
Sk. 1 vs. Sk.2	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč.plat. skup. 1
samci vs. samice	1,333333	0,666667	0,603023	4	0,579015	3
T-test (počet opakovaných kopulací, rozdíl mezi samci a samicemi)						
Sk. 1 vs. Sk.2	Poč.plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly	
samci vs. samice	3	1,527525	1,154701	1,750000	0,727273	

Výpočty analýzy rozptylu (ANOVA) neprokázaly statisticky významné rozdíly v počtu pozorovaných kopulací, pozorovaných kladení a v počtu opakovaných kopulací u druhů *P. nausithous* a *P. teleius* mezi letovými sezónami 2018–2020 v okolí Přelouče. Ve všech případech byly hodnota $P > 0,05$.

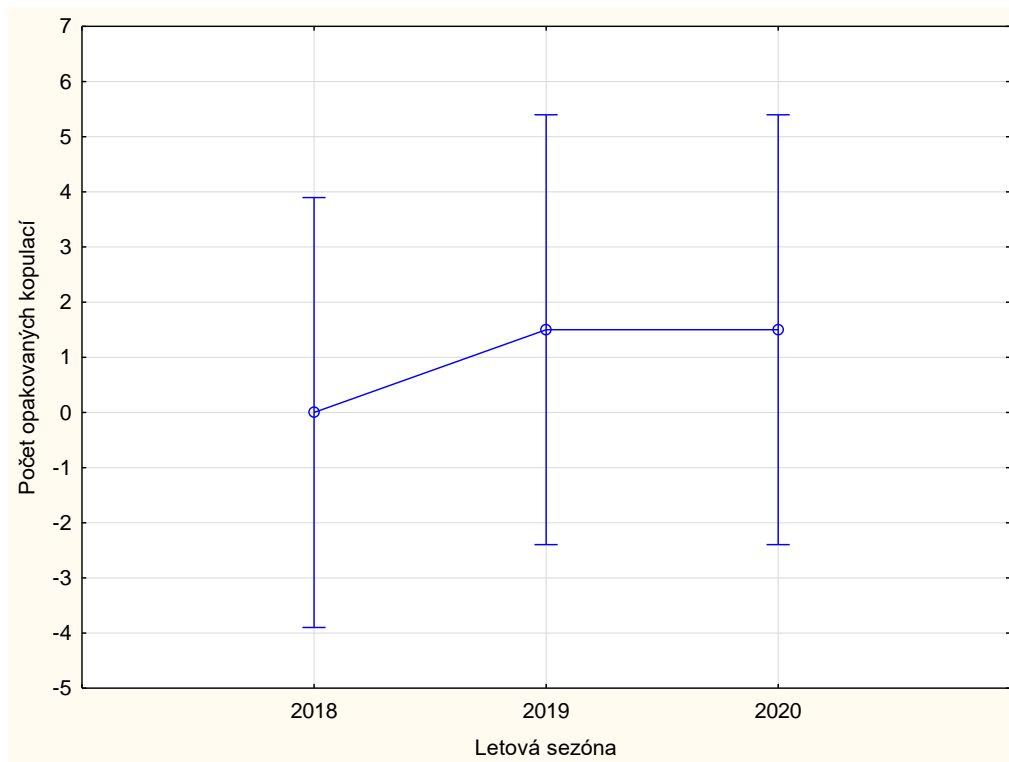
Obrázek 16: Statistické vyhodnocení rozdílu v počtu pozorovaných kopulací mezi letovými sezónami 2018–2020 v okolí Přelouče u druhů *P. nausithous* a *P. teleius*.



Obrázek 17: Statistické vyhodnocení rozdílu v počtu pozorovaných kladení mezi letovými sezónami 2018–2020 v okolí Přelouče u druhů *P. nausithous* a *P. teleius*.



Obrázek 18: Statistické vyhodnocení rozdílu v počtu opakovaných kopulací mezi letovými sezónami 2018–2020 v okolí Přelouče u druhů *P. nausithous* a *P. teleius*.



6 Diskuze

Informace o možnosti opakované kopulace jsou u denních motýlů poměrně vzácné a kusé především z důvodů obtížnosti této problematiky ke studiu. V podstatě jsou tři cesty, jak potřebnou informaci o opakované kopulaci získat. První z nich spočívá v pitvě samic a stanovení počtu spermatoforů (Cannon, 2020). To však s sebou nese několik problémů: a) nutnost zabít motýla kvůli pitvě; b) doložení opakované kopulace jen pro jedno pohlaví (samice); c) možnou chybu, protože nelze vyloučit, že jediný samec zanechal více spermatoforů. Druhou možností je experimentální práce a) buď v přírodě, která je velmi obtížná, protože je náročná časově a přináší jen skromný výsledek (není znám případ, kdy by opakované páření bylo potvrzeno prostým experimentálním sledováním z přírody) nebo b) v laboratoři, kde ovšem jsou motýli vždy chováni v omezeném prostoru (Wiklund et al., 2001) a pozorování opakovaných kopulací toho může být důsledkem (zkreslené chování, vyšší počet interakcí, nemožnost úniku, uzavření motýli kopulují „z nudy“). I v případě klecových studií pak bývá počet kopulací ověřován pitvou a počítáním spermatoforů. Třetí možností je právě analýza dat o chování z populačních studií individuálně označených motýlů kde, pokud je možná identifikace jedince mohou být opakované kopulace zachyceny (Vlašánek et Konvička, 2009; Vrabec et al., 2007). Takové zjišťování je neinvazní, ale v případě početnějších populací je i toto poměrně pracné, a proto většina provedených studií, kde byl zpětný odchyt značených jedinců užít, nebyla v tomto směru dosud vyhodnocena.

6.1 Konkrétní znalosti o možnostech opakované kopulace

Níže sestavená tabulka 6 s příslušnými odkazy informuje o znalostech o možnosti opakované kopulace u těch evropských druhů, kde se podařilo nějakou takovou informaci najít. Existují samozřejmě i zlomková pozorování či experimenty s neevropskými druhy (např. Dinesh et al. 2013; Hughes et al. 2000; MacLean et MacLean, 1990; Martin et al. 2011; Sáfián, 2015; Scott 1973, 1974, 1986; Shapiro 1977 a další). Krom této tabulky by však bylo vhodné sestavit ještě jinou, která by zahrнула druhy, u kterých se předpokládá spíše monogamie než polyandrie, bohužel v tomto směru je nejistota ohledně skutečné situace ještě větší než v případě dokládání opakovaných kopulací. Je však možné, že takových druhů bude ve skutečnosti minimum, protože i studie těch druhů, které si monogamii pojišťují pářicí zátkou (sphragis) dokládají, že tyto samčí pojistky nebývají spolehlivé (Vlašánek et

Konvička, 2009). Dostupná data však zatím neumožňují podrobnější analýzu významu jevu opakovaných kopulací například z hlediska statutu ohrožení daných druhů, protože i takových informací je dosud málo.

Velmi pravděpodobně lze předpokládat, že opakovaná kopulace krom očekávaných evolučních efektů jako je zvýšení počtu potomků (samci), energetické zvýhodnění (samice) bude významná i kvůli sdílení genů a omezení příbuzenské plemenitby. Jde tedy o jeden z mechanismů, které mohou spolu s dostatečnou populační hustotou a schopnostmi přeletů (např. Nowicki et Vrabec, 2011; Bonelli et al., 2013; Nowicki et al., 2014; Plazio et al., 2020) hrát roli při dlouhodobém udržení daného taxonu v krajině.

Zajímavé je, že ojedinělé pozorování učiněné v minulosti u *Phengaris nausithous* (Hájková et Vrabec, 2014), bylo touto studií doloženo právě jen u tohoto druhu. Stejnou situaci ale lze předpokládat i u ostatních zástupců rodu *Phengaris*, včetně *P. teleius*, otázkou zůstává, kdy bude na větším souboru dat ze zpětných odchytů doložena.

Tabulka 6: Přehled evropských druhů denních motýlů, u kterých je známa schopnost opakované kopulace (tedy nemonogamní druhy).

Druh motýla	Počet kopulací	Způsob zjištění	Zdroj (citace pramene)
Babočka bílé c (<i>Polygonia c-album</i>)	3	nezjištěno	Cannon, 2020
Bělásek řepový (<i>Pieris rapae</i>)	5	Experimentálně - laboratoř	Scott, 1973; Bissoondath et Wiklund, 1996
Bělásek řepkový (<i>Pieris napi</i>)	5	Experimentálně - laboratoř	Scott, 1973; Bissoondath et Wiklund, 1996
Bělásek ovocný (<i>Aporia crataegi</i>)	3	Laboratorní studie, pitva	Wiklund et al., 2001
Bělásek zelný (<i>Pieris brassicae</i>)	4	Laboratorní studie, pitva	Scott, 1973; Wiklund et al., 2001
Bělásek rezedkový (<i>Pontia daplidice</i>)	3	Laboratorní studie, pitva	Wiklund et al., 2001
Bělásek řeřichový (<i>Anthocharis cardamines</i>)	2	Laboratorní studie, pitva	Wiklund et al., 2001
Bělopásek dvouřadý (<i>Limnitis camilla</i>)	4	neuvedeno	Scott, 1973
Jasoň dymnivkový (<i>Parnassius mnemosyne</i>)	2	Pozorováním - značkovací studie	Vlašánek et Konvička, 2009
Modrásek bahenní (<i>Phengaris nausithous</i>)	2	Pozorováním - značkovací studie	Hájková et Vrabec, 2014, vlastní studie
Okáč ovsový (<i>Minois dryas</i>)	3	Pozorováním - značkovací studie	Vrabec et al., 2007
Okáč stříbrooký (<i>Coenonympha tullia</i>)	2	neuvedeno	Scott, 1973
Otakárek fenyklový (<i>Papilio machaon</i>)	3	neuvedeno	Scott, 1973
Žluťásek řešetlákový (<i>Gonepteryx rhamni</i>)	2	Laboratorní studie, pitva	Scott, 1973; Wiklund et al., 2001

6.2 Kopulace a kladení v časovém schématu aktivity motýlů

Ohledně načasování těchto aktivit u jiných motýlů pro možnost srovnání se nepodařilo v literatuře dohledat konkrétní data, spíše jsou zaznamenávány délky trvání pozorovaných kopulací (shrnuje např. Scott, 1973). Obecně lze předpokládat, že namlouvací aktivity motýlů mohou probíhat po celý aktivní den, stejně tak jako kopulace a kladení (Cannon, 2020). Výsledky časových rozvrhů těchto aktivit, které byly sestaveny však minimálně v případě páření ukazují, že bývá v rámci dne pozorováno později s nejvyšší četností po 11:00. To znamená, že pravděpodobně probíhá až po důkladném prohřátí motýlů slunečním světlem, eventuálně po příjmu potravy kvůli zajištění energie pro takové aktivity. To dobře vědí chovatelé motýlů,

kteří je v laboratorních podmínkách před kopulací krmí a nasvěcují horským sluncem, aby jejich aktivity povzbudili (Vrabec, pers comm.). Kladení pak může probíhat v podstatě průběžně následující podle toho, jak samice zvládají doplňovat své energetické rezervy. Pozorování kladení bylo v analyzovaných záznamech poměrně málo, přesto i zde se zdá, že tato aktivita se realizuje až po ranním prohřátí a nakrmení jedinců. V rámci časového rozvrhu chování ohledně kladení a kopulací tak nebylo zjištěno nic, co by nebylo možno očekávat.

7 Závěr a přínos práce

- Analyzovala jsem data o rozmnožovacím chování motýlů *Phengaris teleius* a *Phengaris nausithous* získaná během zpětného odchytu značených jedinců, zaměřila jsem se na vyhledávání opakovaných kopulací jedinců těchto druhů a doložení jejich promiskuity, respektive polyandrie. Dále jsem se pokusila stanovit časový rámec aktivit spojených s rozmnožováním – tj. kopulace a kladení.
- Z hlediska časového rozvrhu chování motýlů je možno konstatovat, že maximum kopulací u obou druhů nastupuje poměrně rychle a probíhá v pozdním dopoledni mezi 11:00 až 12:00. K večeru se množství pozorovaných kopulací postupně a pozvolna snižuje. Kladení pak bylo u obou druhů pozorováno mezi 10:00 až 16:00.
- V případě druhu *Phengaris nausithous* jsem potvrdila hypotézu, protože alespoň určité malé procento jedinců může kopulovat opakovaně. Pro druh *P. teleius* toto ze zpracovaných dat za tři roky potvrdit nelze. Zároveň jsem v případě *P. nausithous* potvrdila i návaznou hypotézu, protože při opakované kopulaci byli častěji zaznamenáni samci.
- Potvrzení možnosti opakování kopulace pro modrásky rodu *Phengaris* (opakované u více jednotlivců) je závažné zjištění. Pokud je tento jev v populaci běžný, může ovlivňovat rizika inbreedingu a mít při určité denzitě populací význam pro udržení potřebné genetické diverzity kolonií motýlů obdobně jako jejich přelety mezi stanovišti.

8 Přehled literatury a použitých zdrojů

- 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., Kühne, Thomas J. A. (eds Studies on the ecology and conservation of butterflies in Europe. Vol. 2: Species ecology along a European gradient: *Maculinea* butterflies as a model. Pensoft Publishers, Sofia – Moscow, 289 pp.
- Arnaldo, P. S., Gonzalez, D., Oliveira, I. et al. 2014: Influence of host plant phenology and oviposition date on the oviposition pattern and offspring performance of the butterfly *Phengaris alcon*. *Journal of Insect Conserv* 18: 1115–1122.
- 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. 857 s. ISBN: 8090321208.
- Bissoondath C. J., Wiklund C. 1996: Effect of male mating history and body size on ejaculate size and quality in two polyandrous butterflies, *pieis napi* and *pieis rapae* (Lepidoptera: *pieidae*). *Functional Ecology*, 10: 457–464.
- Bonelli S., Vrabec V., Witek M., Barbero F., Patricelli D., Nowicki P. 2013: Selection on dispersal in isolated butterfly metapopulations. *Popul. Ecol.*, 55: 469–478.
- Bubová T., Kulma M., Vrabec V., Nowicki P. 2016: Adult longevity and its relationship with conservation status in European butterflies. *Journal of Insect Conservation*, 20(6): 1021-1032.
- Cannon R. J. C. 2020: *Courtship and Mating of Butterflies*. CAB International, Boston, 392 pp. ISBN 9781789242638.
- Cordero C. 1993: The courtship behavior of *Callophrys xami* (*Lycaenidae*). *Journal of Research on the Lepidoptera*, 32: 99-106.
- Devries P. J., Cocroft R. B., Thomas J. 1993: Comparison of acoustical signals in *Maculinea* butterfly caterpillars and their obligate host *Myrmica* ants. *Biol. J. Linn. Soc.*, 49: 229-238.
- Dinesh A. S., Venkatesha M. G. 2013: Analysis of the Territorial, Courtship and Coupling Behavior of the Hemipterophagous Butterfly, *Spalgis epius* (Westwood) (Lepidoptera: *Lycaenidae*). *Journal of Insect Behavior*. 26(2): 149-164.
- Elmes G. W., Thomas J. A. 1992: Complexity of species conservation in managed habitats: interaction between *Maculinea* butterflies and their and hosts. *Biodiversity and Conservation*, 1: 155–169.

- Elmes G. W., Akino T., Thomas J. A., Clarke R. T., Knapp J. J. 2002: Interspecific differences in cuticular hydrocarbon profiles of *Myrmica* ants are sufficiently consistent to explain host specificity by *Maculinea* (large blue) butterflies. *Oecologia*, 130: 525–535.
- Fagerström, T., Wiklund, C. 1982: Why do males emerge before females? protandry as a mating strategy in male and female butterflies. *Oecologia*, 52: 164–166.
- Fiedler K. 1990: New information on the biology of *Maculinea nausithous* and *M. teleius* (Lepidoptera: *Lycaenidae*). *Nota lepidopterologica* 12: 246–256.
- Fiedler K., Holldobler B., Seufert P. 1996: Butterflies and ants: the communicative domain. *Experientia*, 52: 14–24.
- Figurny E., Woyciechowski M. 1998: Flowerhead selection for oviposition by females of the sympatric butterfly specie *Maculinea teleius* and *M. nausithous*. (Lepidoptera: *Lycaenidae*). *Entomologia Generalis*, 23: 215–222.
- Hájková Š., Vrabec V. 2014: Přehled rozmnožovacího chování u modrásků *Phengaris teleius* a *Phengaris nausithous* (Lepidoptera: *Lycaenidae*) na lokalitě Lohenice u Přelouče v letech 2008 – 2012. P. 11-12. In: Vrabec V., Kadlec T., Hájková Š., Bubová T. & Jakubíková L. (eds.) 2014: VIII. Lepidopterologické kolokvium. Sborník abstraktů z konference. FAPPZ a FŽP, Česká zemědělská univerzita v Praze, 28. února 2014, Praha, 36 p.
- Hejda R., Farkač J., Chobot K. (eds.) 2017: Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Red List of Threatened Species of the Czech Republic. Invertebrates. Nature Conservation Agency of the Czech Republic. Příroda, Praha, 36: 1-612., ISBN: 978-80-88076-53-7
- Hughes L., Siew-Woon Chang B., Wagner D., Piece N. E. 2000. Effects of mating history on ejaculate size, fecundity, longevity and copulation duration in the ant-tended *lycaenid* butterfly *Jalmenus evagoras*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 47: 119–128.
- Knüttel H., Fiedler K. 2001: Host-plant-derived variation in ultraviolet wing patterns influences mate selection by male butterflies. *Journal of Experimental Biology*, 204: 2447–2459.
- Lundgren L., Bergström G. 1975: Wing scents and scent-released phases in the courtship behavior of *Lycaeides argyrognomon* (Lepidoptera: *Lycaenidae*). *Journal of Chemical Ecology*, 1: 399–412.

- Macek J, Straka J, Bogusch P, Dvořák L, Bezděčka P, Tyrner P. 2010: Blanokřídli České republiky. Praha. Academia. 520 pp.
- MacLean, D. B., MacLean, B. K. 1990: *Lycaena hyllus* (Cramer) (Lycaenidae): new host and mating behavior in a drought-induced population explosion. Journal of the Lepidopterists' Society, 44(1): 33–34.
- Maes, D., Vanreusel, W., Talloen, W., Van Dyck, H. 2004: Functional conservation units for the endangered Alcon Blue butterfly *Maculinea alcon* in Belgium (Lepidoptera: Lycaenidae). Biological Conservation, 2: 229–241.
- Nowicki P., Vrabec V. 2011: Evidence for positive density-dependent emigration in butterfly metapopulations. Oecologia, 167:657–665.
- 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 Ecol., 29: 401–412.
- Nowicki P., Witek M., Skorka P., Settele J., Woyciechowski M. 2005: Population ecology of the endangered butterflies *Maculinea teleius* and *M. nausithous*, and its implications for conservation. Popul. Ecol., 47: 193–202.
- Painter K. J. 2014: Multiscale models for movement in oriented environments and their application to hilltopping in butterflies. Theoretical ecology. 7(1): 53–75.
- Plazio E., Bubová T., Vrabec V., Nowicki P. 2020: Sex-biased topography effects on butterfly dispersal. Movement Ecology, 8: 50. <http://doi.org/10.1186/s40462-020-00234-6>
- Rutowski R. L. 1984. Sexual Selection and the Evolution of Butterfly Mating Behavior. Journal of Research on the Lepidoptera, 23(2): 125–142.
- Sala M., Casacci L. P., Balletto E., Bonelli S., Barbero F. 2014: Variation in Butterfly Larval Acoustics as a Strategy to Infiltrate and Exploit Host Ant Colony Resources. PLoS ONE 9(4), e94341, doi:10.1371/journal.pone.0094341.
- Sáfián, S. 2015: Behaviour and development of *Pseudopontia gola* Sáfián et Mitter, 2011 (Lepidoptera: Pieridae). Shilap Revista Lepid., 43: 85–89. ISSN: 0300-5267.
- Scott J. A. 1973: Population biology and adult behavior of *Lycaena arota* (Lycaenidae). Journal of the Lepidopterological Society, 28: 64–72.
- Scott J. A. 1973: Convergence of Population Biology and Adult Behaviour in Two Sympatric Butterflies, *Neominois ridingsii* (Papilionoidea: Nymphalidae) and

- Amblyscirtes simius* (*Hesperioidea: HesperIIDae*). *Journal of Animal Ecology*, 42(3): 663–672.
- Scott J. A. 1974: The Interaction of Behavior, Population Biology, and Environment in *Hypaurotis crysalus* (*Lepidoptera*). *The American Midland Naturalist*, 91(2): 383–394.
- Scott J. A. 1986: Courtship of *Phyciodes*, and the relationship between *Phyciodes tharos tharos* and *Phyciodes tharos morpheus* (= *pascoensis*) in Colorado. *Papilio* (New Series), 5: 1–8.
- Settele, J., Shreeve, T., Konvička, M., Dyck, V. H. 2009: *Ecology of Butterflies in Europe*. Cambridge University Press. 526 pp. ISBN: 9780521766975.
- Shapiro I. D. 1977: Interaction of Population Biology and Mating Behavior of the Fiery Skipper, *Hylephila phylaeus* (*HesperIIDae*). *The American Midland Naturalist*, 98(1): 85-94.
- Sielezniew M. 2007: *Modraszek arion*. *Matecznik* 0/2007: 5-6.
- Spitzer L., Beneš J., Konvička M. 2011: Valašská krajina a modrásek černoskvřnný. Wallachian Landscape and the Large Blue Owing to persisting traditional land use, the Moravian. *Živa* 4/2011, s. 176, ziva.avcr.cz.
- Tartally A., Varga Z. 2005a: *Myrmica rubra* (Hymenoptera: *Formicidae*): the first data on host ant specificity of *Maculinea nausithous* (*Lepidoptera: Lycaenidae*) in Hungary. *Myrmecol. Nachr.*, 7: 55–59.
- Tartally A., Varga Z. 2005b: Host-ant specificity of *Maculinea* species in Hungary, connections with parasitoids and host plants. p. 94–98. In: Settele J., Kühne, Thomas J. A. (eds *Studies on the ecology and conservation of butterflies in Europe*. Vol. 2: *Species ecology along a European gradient: Maculinea butterflies as a model*. Pensoft Publishers, Sofia – Moscow, 289 pp.
- Thomas J. A. 1984: The conservation of butterflies in temperate countries: past efforts and lessons for the future. In: Vane-Wright R.I, Ackery P, editors. *Biology of butterflies*. Symposium of the Royal Entomological Society. Academic Press; New York, 11: 333–353.
- Thomas J. A., Elmes G. W., Wardlaw J. C., Woyciechowski M., 1989: Host specificity among *Maculinea* butterflies in *Myrmica* ant nests. *Oecologia*, 79: 452–457.
- Thomas J. A., Munguira M. L., Martin J., Elmes G. W. 1991: Basal hatching by *Maculinea* butterfly eggs: a consequence of advanced myrmecophily? *Biol. J. Linn. Soc.*, 44: 175–184.

- Thomas, J. A., G. W. Elmes 1993: Specialized searching and the hostile use of allomones by a parasitoid whose host, the butterfly *Maculinea rebeli*, inhabits ant nests. *Animal Behaviour*, 45: 593–602.
- Thomas J. A., Elmes G. W. 1998: Higher productivity at the cost of increased host – specificity when *Maculinea* butterfly larvae exploit ant colonies through trophallaxis rather than by predation. *Ecol. Entomol.*, 23: 457–464.
- 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*. *Proc. Biol. Sci.* 268(1466): 471–477. ISSN:1471-2954.
- Van Dyck H., Oostermeijer J. G. B., Talloen W., Feenstra V., Hidde Van Dera., Wynhoff I., 2000: Does the presence of ant nests matter for oviposition to a specialized myrmecophilous *Maculinea* butterfly? *Proc. R Soc. Lond. B*, 267: 861.
- Van Dyck H., Regniers, S. 2010: Egg spreading in the ant-parasitic butterfly, *Maculinea alcon*: from individual behaviour to egg distribution pattern. *Animal Behaviour*, 4: 621–627.
- Vince L., 2006: Black Hairstreak *Satyrrium pruni*, L., (Lep.: *Lycaenidae*) courtship behaviour. *The entomologist's record and journal of variation*, 118: 209.
- Vlašánek P., Konvička M. 2009: Sphragis in *Parnassius mnemosyne* (Lepidoptera: Papilionidae): male-derived insemination plugs loose efficiency with progress of female flight. *Biologia*, 64(6): 1206–1211.
- Vrabec V., Rychlíková H., Balejová E. 2007: Status populace *Minois dryas* (Lepidoptera: *Nymphalidae*: *Satyrinae*) u Žehuňské obory ve středních Čechách aneb co víme o tomto okáči. p. 26–27. In: Laštůvka Z. & Šefrová H. (eds.): II. Lepidopterologické kolokvium. Program a sborník abstraktů. AF MZLU v Brně, 25. ledna 2007, 36 pp.
- Wardlaw J. C. 1991: Techniques for rearing *Myrmica* ants (Hym.) and *Maculinea rebeli* Hir. Caterpillars (Lep., *Lycaenidae*). *Entomol. Month. Mag.*, 127: 233–241.
- Wiklund C., Karlsson B., Leimar O. 2001: Sexual conflict and cooperation in butterfly reproduction: a comparative study of polyandry and female fitness. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 268: 1661–1667.

- Witek M., Nowicki P., Skorka P., Sliwinska E., Woyciechowski M., 2005: Host ant specificity and integration rate with *Myrmica* ants in larvae of *Maculinea teleius* butterflies. pp. 105–106. In Settele J., Kuehn E. & Thomas J.A. (eds): Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2: Species Ecology Along a European Gradient: *Maculinea* Butterflies as a Model. Pensoft Publishers, Sofia – Moscow, 289 pp.
- Witek M. et al. 2008: Host ant specificity of large blue butterflies *Phengaris (Maculinea) (Lepidoptera: Lycaenidae)* inhabiting humid grasslands in East-central Europe. *Eur. J. Entomol.* 105 (5): 871–877.
- Witek M., Nowicki P., Sliwinska E. B., Skórka P., Settele J., Schönrogge K., Woyciechowski M. 2010: Local host ant specificity of *Phengaris (Maculinea) teleius* butterfly, an obligatory social parasite of *Myrmica* ants. *Ecological Entomology*, 35: 557–564
- Wynhoff I., 2001: A home on foreign meadows: the reintroduction of two *Maculinea* butterfly species. Wageningen Agricultural University, 236 pp.

Internetové zdroje

- Beneš, J., Dvořák, J. Mapování a ochrana motýlů České [online]. *Lepidoptera*, 2013, [cit.2020-10-18]. Dostupné z <<http://www.lepidoptera.cz/>>.
- Správa CHKO Labské pískovce. Charakteristika oblasti. [cit. 22. 1. 2021]. Dostupné z <<https://labskepiskovce.ochranaprirody.cz/>>.
- Uřičář J., Laštůvka Z., 2013: Plán managementu druhu Modrásek bahenní (*Phengaris nausithous*), [cit.2021-01-12]. Dostupné z < <https://www.ochranaprirody.cz>>
- Uřičář J., Laštůvka Z., 2013: Plán managementu druhu Modrásek očkováný (*Phengaris teleius*), [cit.2021-01-12]. Dostupné z < <https://www.ochranaprirody.cz>>
- Uřičář J., Laštůvka Z.,, 2013: Plán managementu druhu Modrásek hořcový (*Phengaris alcon*), [cit.2021-01-12]. Dostupné z < <https://www.ochranaprirody.cz>>
- Spitzer L., Uřičář J., 2013: Plán managementu druhu Modrásek černoskvřinný (*Phengaris arion*), [cit.2021-01-12]. Dostupné z < <https://www.ochranaprirody.cz>>

9 Přílohy

Příloha 1: Přehled pozorování rozmnožovacího chování u *Phengaris teleius* v roce 2018 na Slavíkových ostrovech u Přelouče:

pohlaví	číslo	chování	čas	lokalita	poz.
♀	X03	K s X04	30.6.(15:50)	12	
♂	X04	K s X03	30.6.(15:50)	12	
♂	N19	K s N20	5.7.(10:20)	11	
♀	N20	K s N19	5.7.(10:20)	11	
♀	T94	O	7.7.(13:00)	11	
♂	X.09	K s T...66	15.7.(13:07)	1	
♀	T...66	K s X.09	15.7.(13:07)	1	
♂	X128	K s X128	15.7.(15:53)	11	
♀	X129	K s X129	15.7.(15:53)	11	
♀	T....75	K s T....76	19.7.(10:37)	9	
♂	T....76	K s T....75	19.7.(10:37)	9	
♂	T....67	K s T....87	19.7.(11:46)	9	
♀	T....87	K s T....67	19.7.(11:46)	9	
♀	A31	O	20.7.(11:45)	11	
♂	△51	K s △52	20.7.(13:08)	11	
♀	△52	K s △51	20.7.(13:08)	11	
♂	△.46	K s △.47	22.7.(14:13)	9	
♀	△.47	K s △.46	22.7.(14:15)	9	
♀	△.91	K s △.91	23.7.(11:03)	11	
♂	△.92	K s △.92	23.7.(11:06)	11	
♀	△.:1	O	24.7.(13:19)	9	
♀	H49	O	28.7.(11:32)	11	
♂	H.24	K s H142	30.7.(12:34)	1	
♀	H142	K s H.24	30.7.(12:34)	1	
♂	H.3	K s △.:13	31.7.(11:20)	11	
♀	△.:13	K s H.3	31.7.(11:20)	11	
♂	H165	K s H166	1.8.(13:03)	11	
♀	H166	K s 165	1.8.(13:03)	22	
♂	H183	K s 184	3.8.(11:20)	1	
♀	H184	K s 183	3.8.(11:20)	1	
♂	H190	K s H119	6.8.(18:55)	11	
♀	H119	K s H190	6.8.(18:55)	11	
♀	H204	K s H.44	7.8.(13:14)	1	
♂	H.44	K s H204	7.8.(13:14)	1	

Příloha 2: Přehled pozorování rozmnožovacího chování u *Phengaris nausithous* v roce 2018 na Slavíkových ostrovech u Přelouče

pohlaví	číslo	chování	čas	lokalita
♀	X15	K s T22	15.7 (14:32)	1
♂	T22	K s X15	15.7 (14:32)	1
♀	T53	K s T54	16.7.(11:54)	3
♂	T54	K s T53	16.7.(11:55)	3
♀	T79	K s T65	19.7.(11:51)	9
♂	T65	K s T79	19.7.(11:51)	9
♀	T86	O	19.7.(15:22)	2
♀	T.89	K s T.90	23.7.(16:50)	4
♂	T.90	K s T.89	23.7.(16:50)	4
♂	T:39	K s T:40	25.7.(9:43)	12
♀	T:40	K s T:39	25.7.(9:43)	12
♂	T.97	K s T:48	25.7.(11:39)	11
♀	T:48	K s T.97	25.7.(11:39)	11
♀	H77	K s H78	28.7.(15:47)	3
♂	H78	K s H77	28.7.(15:47)	3
♂	H.8	K s H.9	29.7.(12:30)	9
♀	H.9	K s H.8	29.7.(12:30)	9
♂	H150	K s H151	2.8.(10:30)	3
♀	H151	K s H150	2.8.(10:31)	3

Příloha 3: Přehled pozorování rozmnožovacího chování u *Phengaris nausithous* v roce 2018 na Labišťatech u Přelouče

pohlaví	číslo	chování	čas	lokalita	poz.
♂	L100	K s L101	21.7 (9:56)	6	
♀	L101	K s L100	21.7 (9:56)	6	
♀	L186	K s L118	23.7 (11:30)	4	
♂	L118	K s L186	23.7 (11:33)	4	
♀	L282	K s L283	26.7.(10:51)	6	
♂	L283	K s L282	26.7.(10:56)	6	

Příloha 4: Přehled pozorování rozmnožovacího chování u *Phengaris nausithous* v roce 2018 na Lohenicích u Přelouče

pohlaví	číslo	chování	čas	lokalita	poz.
♂	E42	K s E43	13.7 (14:10)	15/2	
♀	E43	K s E42	13.7 (14:10)	15/2	
♂	E46	K s E47	13.7 (15:40)	2	
♀	E47	K s E46	13.7 (15:40)	2	
♂	E19	K s E56	14.7.(12:13)	15/1	
♀	E56	K s E19	14.7.(12:13)	15/1	
♂	E29	K s E59	14.7.(14:00)	2	
♀	E59	K s E29	14.7.(14:00)	2	

♀	E.20	K s E.21	19.7.(10:42)	3	
♂	E.21	K s E.20	19.7.(10:42)	3	
♂	E.23	K s E.24	19.7.(10:51)	1	
♀	E.24	K s E.23	19.7.(10:51)	1	
♀	E125	O	19.7.(10:54)	1	
♂	E.72	K s E:35	22.7.(11:34)	15/1	
♀	E:35	K s E.72	22.7.(11:34)	15/1	
♀	E:38	K s E:28	22.7.(11:47)	15/1	
♂	E:28	K s E:38	22.7.(11:47)	15/1	
♂	E.:09	K s E.:17	25.7.(9:27)	2	
♀	E.:17	K s E.:09	25.7.(9:27)	2	
♀	E.:46	K s E.:19	26.7.(13:27)	2	
♂	E.:19	K s E.:46	26.7.(13:27)	2	
♀	E.:55	K s E.:23	26.7.(14:20)	2	
♂	E.:23	K s E.:55	26.7.(14:20)	2	
♂	E400	K s E.:10	29.7.(10:11)	2	
♀	E.:10	K s E400	29.7.(10:11)	2	
♂	E443	K s ?	7.8.(10:03)	2	
♀	?	K s E443	7.8. (10:03)	2	
♂	E440	K s E447	7.8.(11:39)	15/1	
♀	E447	K s E440	7.8.(11:39)	15/1	

Příloha 5: Přehled pozorování rozmnožovacího chování u *Phengaris teleius* v roce 2019 na Slavíkových ostrovech u Přelouče

pohlaví	číslo	chování	čas	lokality	poz.
♀	M7	K s V13	14.7 (11:48)	11	
♂	V13	K s M7	14.7 (11:48)	11	
♀	V27	O	4.7.(14:53)	1	
♂	H48	K s H1	18.7.(16:38)	11	
♀	H1	K s H48	18.7.(16:38)	11	
♀	X20	K s X15?	24.7.(10:16)	1	
♂	X15?	K s X20	24.7.(10:16)	1	číslo špatně čitelné

Příloha 6: Přehled pozorování rozmnožovacího chování u *Phengaris nausithous* v roce 2019 na Slavíkových ostrovech u Přelouče

pohlaví	číslo	chování	čas	lokality	poz.
♀	H19	K	20.7.(11:10)	4	
♂	?	K s H19	20.7.(11:10)	4	
♂	X2	K s X7	22.7 (13:29)	4	
♀	X7	K s X2	22.7 (13:29)	4	
♂	X41	K s Δ67	4.8. (13:16)	3	
♀	Δ67	K s X41	4.8. (13:16)	3	
♂	N2	K s Δ73	5.8 (12:04)	12	
♀	Δ73	K s N2	5.8 (12:04)	12	

♂	△68	K s A9	6.8.(12:15)	3	
♂	△25	K s A7	6.8.(12:30)	3	
♀	A7	K s △25	6.8.(12:30)	3	
♀	A9	K s △68	6.8.(12:40)	3	
♂	△25	K s A9	7.8.(10:45)	3	
♀	A9	K s △25	7.8.(10:45)	3	
♀	△3	O	30.7.(12:28)	4	

Příloha 7: Přehled pozorování rozmnožovacího chování u *Phengaris nausithous* v roce 2019 na Labišťatech u Přelouče

pohlaví	číslo	chování	čas	lokality	poz.
♀	L16	K s L16	24.7 (10:50)	7	
♂	L18	K s L18	24.7 (10:50)	7	
♂	L15	K s L22	25.7 (11:13)	6	
♀	L22	K s L15	25.7 (11:13)	6	

Příloha 8: Přehled pozorování rozmnožovacího chování u *Phengaris nausithous* v roce 2019 na Lohenicích u Přelouče

pohlaví	číslo	chování	čas	lokality	poz.
♀	H3	K s H4	15.7 (12:41)	2	
♂	H4	K s H3	15.7 (12:41)	2	
♀	E8	K s H4	16.7 (14:02)	1	
♂	H4	K s E8	16.7 (14:02)	1	
♀	E17	K s E18	16.7. (16:01)	15	
♂	E18	K s E17	16.7. (16:01)	15	
♂	E39	K s E41	21.7 (13:17)	2	
♀	E41	K s E39	21.7 (13:19)	2	
♂	E48	K s E59	23.7.(10:50)	2	
♀	E59	K s E48	23.7.(10:50)	2	
♂	E43	K	23.7.(14:05)	15/1	
♀	?	K s E43	23.7.(14:05)	15/1	
♀	E103	K	27.7.(10:19)	2	
♂	?	K s E103	27.7.(10:19)	2	
♂	E78	K s E113	27.7.(12:40)	3	
♀	E113	K s E78	27.7.(12:40)	15/1	chyba v lokaci
♀	E162	K s E163	1.8.(11:40)	2	
♂	E163	K s 162	1.8.(11:40)	2	

Příloha 9: Přehled pozorování rozmnožovacího chování u *Phengaris teleius* v roce 2020 na Slavíkových ostrovech u Přelouče

pohlaví	číslo	chování	čas	lokality	poz.
♀	C46	K	15:46	9	
♂	?	K	15:46	9	

Příloha 10: Přehled pozorování rozmnožovacího chování u *Phengaris nausithous* v roce 2020 na Slavíkových ostrovech u Přelouče

pohlaví	číslo	chování	čas	lokalita	poz.
♂	L1	K s Δ21	12:10	1	
♀	Δ21	K s L1	12:10	1	
♂	Δ22	K s J 18	11:41	1	
♀	J18	K s Δ22	11:42	1	
♀	Δ78	K	11:59	1	
♂	?	K	11:59	1	
♂	Z98	K s Z99	15:10	2	
♀	Z99	K s Z98	15:10	2	
♀	H85	K s H53	13:32	3	
♂	H53	K s H85	13:32	3	
♀	H86	K s H87	13:32	3	
♂	H87	K s H86	13:32	3	
♀	H89	K s H90	13:32	3	
♂	H90	K s H89	13:32	3	
♀	A22	O	11:15	3	
♂	H18	K s A24	11:15	3	
♀	A24	K s H18	11:15	3	
♀	H82	K s H83	12:45	4	
♂	H83	K s H82	12:45	4	
♂	?	K	11:06	3	
♀	C47	K	11:06	3	

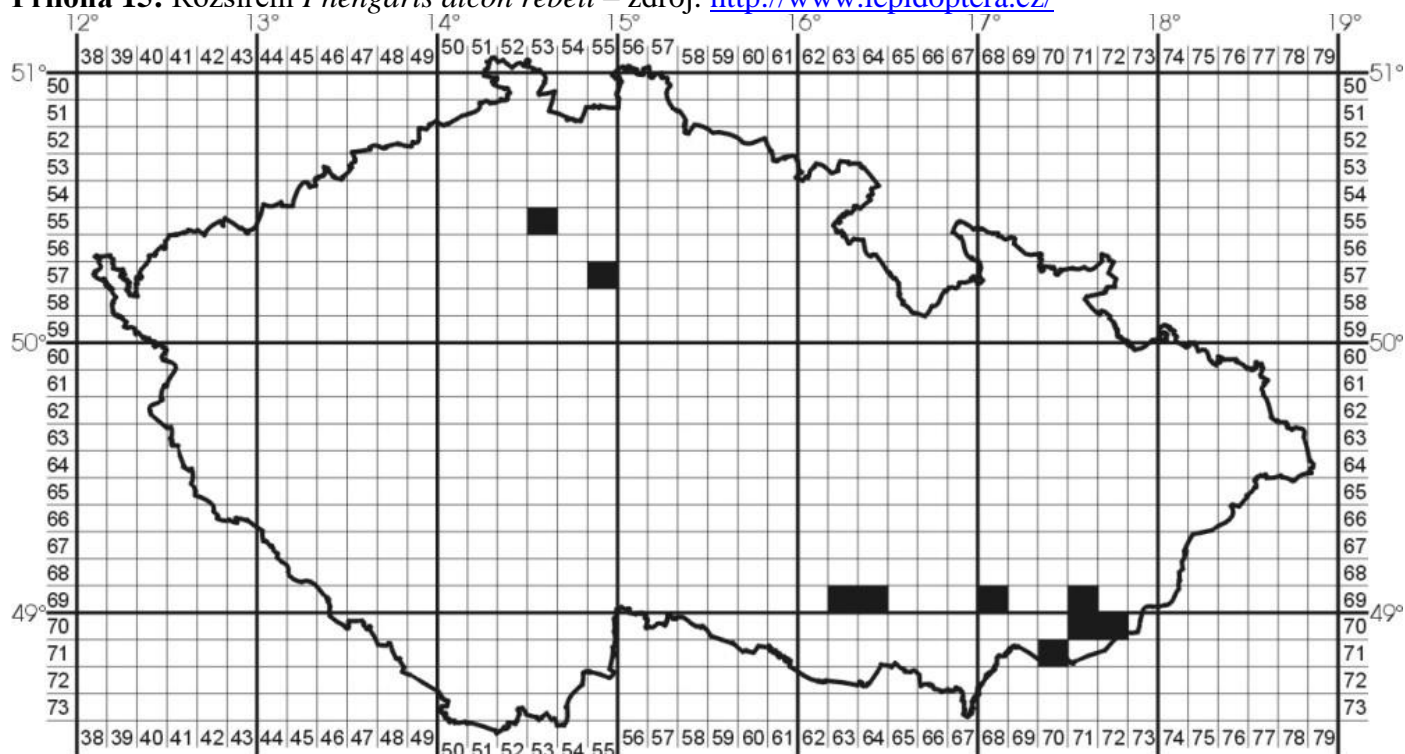
Příloha 11: Přehled pozorování rozmnožovacího chování u *Phengaris nausithous* v roce 2020 na Labišťatech u Přelouče

pohlaví	číslo	chování	čas	lokalita	poz.
♀	L23	K s L9	11:41	2	
♂	L9	K s L23	11:41	2	
♀	L29	O	15:39	6	
♀	L19	K	11:58	6	
♂	?	K s L19	11:58	6	
♀	L65	O	13:30	7	Δo
♀	L66	O	13:30	7	o
♀	L74	K s L55	10:00	10	
♂	L55	K s L74	10:00	10	
♀	L75	K	10:00	10	
♂	?	K s L75	10:00	10	
♀	L87	K	12:55	6	K
♂	?	K s L87	12:55	6	

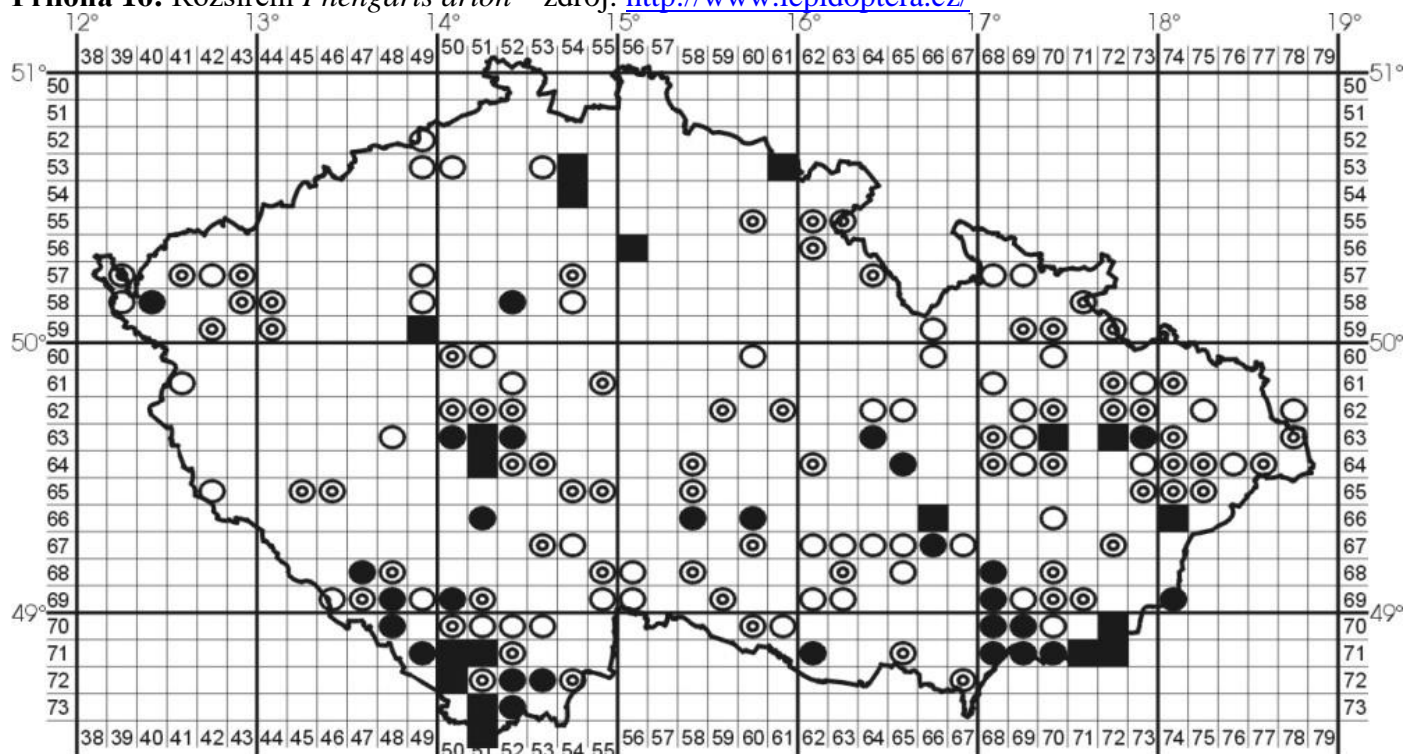
Příloha 12: Přehled pozorování rozmnožovacího chování u *Phengaris nausithous* v roce 2020 na Lohenicích u Přelouče

pohlaví	číslo	chování	čas	lokality	poz.
♀	E9	K s E2	13:48	1	
♂	E2	K s E9	13:48	1	
♀	E20	K s E2	12:02	1	
♂	E2	K s E20	12:05	1	
♀	E20	K s E2	13:15	1	opakovaně nebo stále s E20 ?
♂	E2	K s E20	13:15	1	
♀	E20	K s E2	15:20	1	
♂	E2	K s E20	15:20	1	
♀	E25	K s E3	11:30	15/2	
♂	E3	K s E25	11:25	15/2	
♂	E13	K s E1	15:05	2	
♀	E1	K s E13	15:05	2	
♂	E6	K	15:08	2	
♀	?	K s E6	15:08	2	
♂	E70	K s E71	12:26	2	
♀	E71	K s E70	12:26	2	
♀	E80	K s E81	13:06	1	
♂	E81	K s E80	13:06	1	
♀	E65	O	10:31	15/2	
♂	E.82	K	12:28	2	K - ♀ uletěla
♀	E:1	K s E:2	10:00	15.1	
♂	E:2	K s E:1	10:00	15.1	
♂	E102	K s 252	10:25	2	
♀	E252	K s E102	10:25	2	
♂	E172	K	11:10	2	
♀	?	K s E172	11:10	2	
♂	E262	K s E263	14:00	1	
♀	E263	K s E262	14:00	1	
♂	E102	K s E266	14:25	2	
♀	E266	K s E102	14:25	2	
♀	E309	K s E262	11:31	1	
♂	E262	K s E309	11:31	1	
♀	E311	K s E234	12:42	2	
♂	E234	K s E311	12:42	2	
♂	E230	K s 306	10:40	2	
♀	E306	K s E230	10:40	2	
♂	E327	K s E333	16:15	2	
♀	E333	K s E327	16:15	2	
♀	E342	O	11:25	2	

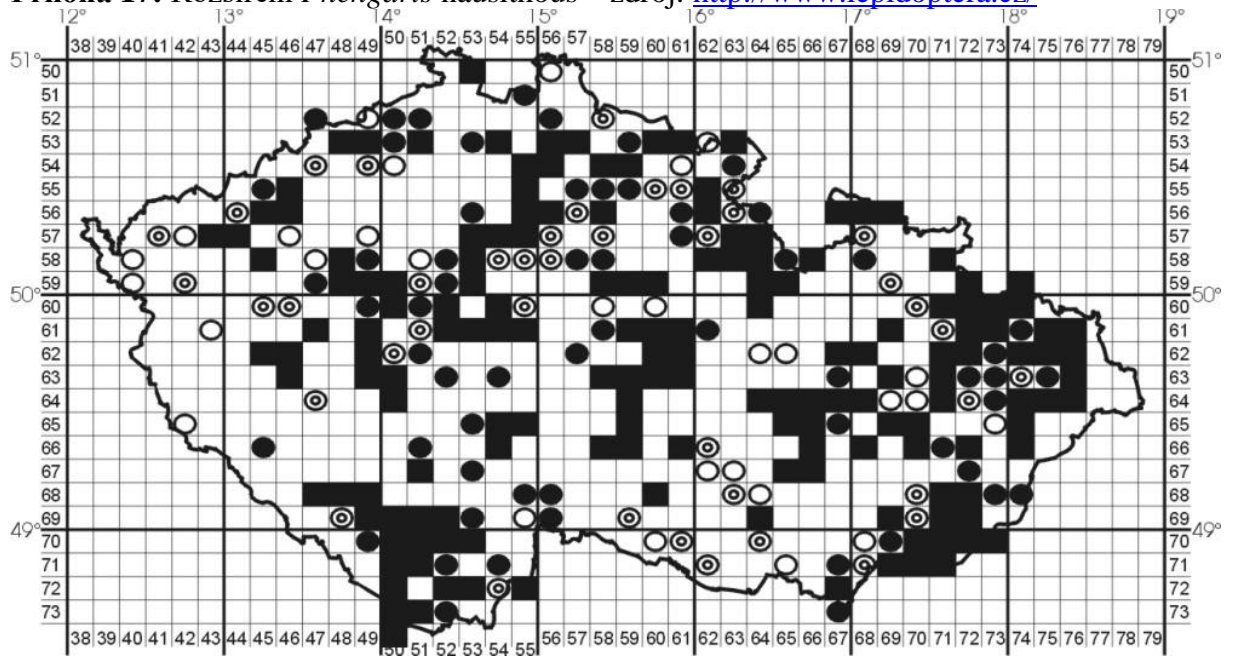
Příloha 15: Rozšíření *Phengaris alcon rebeli* – zdroj: <http://www.lepidoptera.cz/>



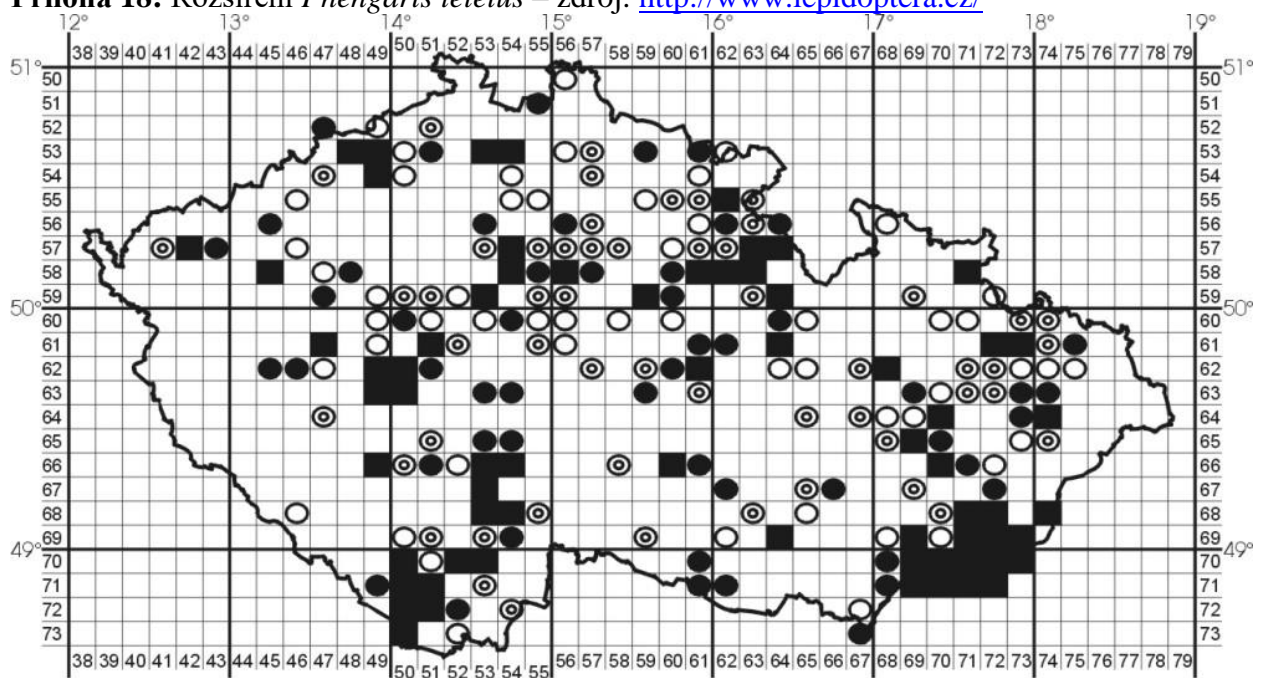
Příloha 16: Rozšíření *Phengaris arion* – zdroj: <http://www.lepidoptera.cz/>



Příloha 17: Rozšíření *Phengaris nausithous* – zdroj: <http://www.lepidoptera.cz/>



Příloha 18: Rozšíření *Phengaris teleius* – zdroj: <http://www.lepidoptera.cz/>



Příloha 19: Vajíčka *Phengaris alcon* na hořci hořepníku, Foto J. Horák – zdroj: <http://www.lepidoptera.cz/>.



Příloha 20: Samec *Phengaris alcon*, Foto Z. Hanč – zdroj: <http://www.lepidoptera.cz/>.



Příloha 21: Kopulace *Phengaris alcon*, samice nahoře. Foto J. Dvořák – zdroj: <http://www.lepidoptera.cz/>.



Příloha 22: Larva a vajíčko *Phengaris arion* – zdroj: <http://www.pyrgus.de/>



Příloha 23: Samice *Phengaris arion*, Foto M. Vojtíšek 2009 – zdroj: <http://www.lepidoptera.cz/>.



Příloha 24: Kopulace *Phengaris arion*, 2006. Foto L. Spitzer – zdroj: <http://www.lepidoptera.cz/>.



Příloha 25: Samice *Phengaris arion* při kladení – zdroj: <http://www.pyrgus.de>



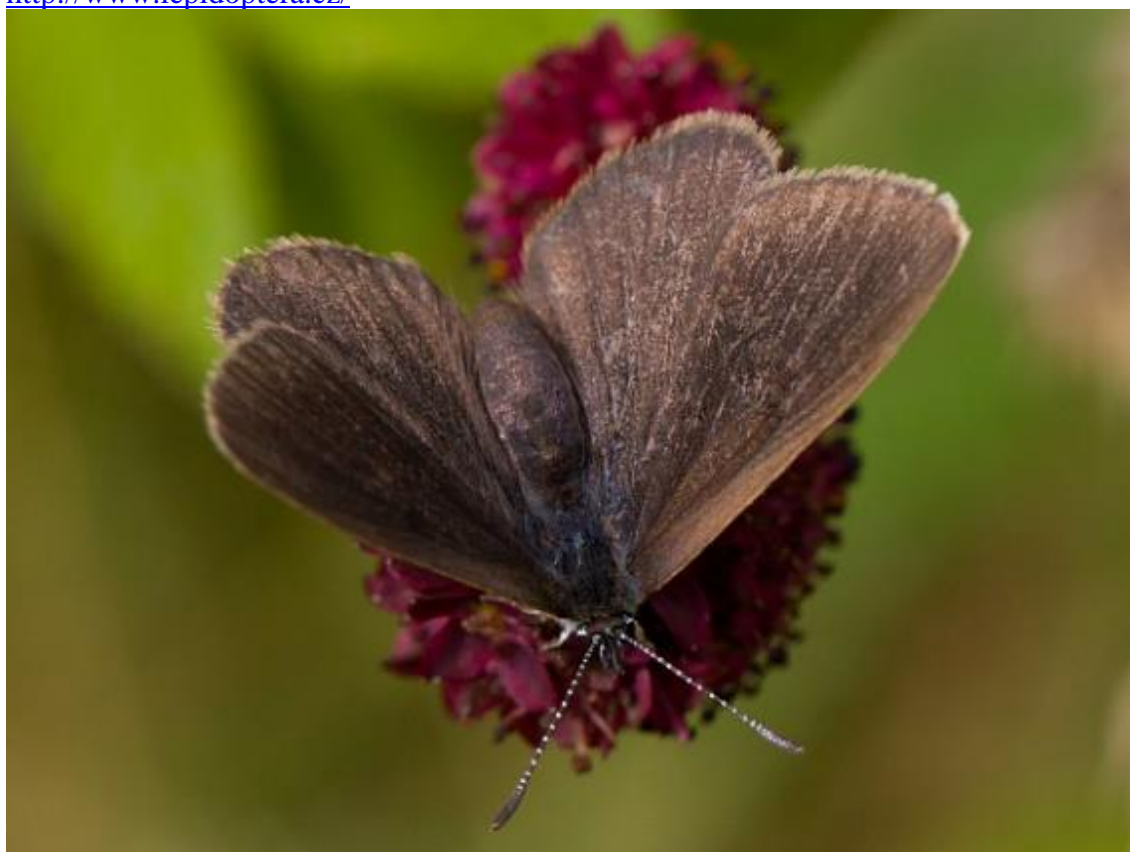
Příloha 26: Kopulace *Phengaris nausithous*. Foto V. Vrabec – zdroj: <http://www.lepidoptera.cz/>



Příloha 27: Samice *Phengaris nausithous* při kladení vajíček – zdroj: <https://phys.org/>



Příloha 28: Samice *Phengaris nausithous*, Foto V. Hotárek – zdroj: <http://www.lepidoptera.cz/>



Příloha 29: Larva *Phengaris nausithous* – zdroj: <http://www.pyrgus.de>



Příloha 30: Vajíčka *Phengaris teleius* – zdroj: <http://www.pyrgus.de/>



Příloha 31: Kopulace *Phengaris teleius*. Foto V. Vrabec – zdroj: <http://www.lepidoptera.cz/>.



Příloha 32: Kladoucí samice *Phengaris teleius*, Foto P. Bílek – zdroj: <http://www.lepidoptera.cz/>.



Příloha 33: Samice *Phengaris teleius*. Foto V. Vrabec – zdroj: <http://www.lepidoptera.cz/>.



Příloha 34: *Phengaris alcon* – vajíčka larva, *Myrmica sabuleti*, foto: Anton Koschuh – zdroj: <https://zookeys.pensoft.net/articles.php?id=3787>



Příloha 35: Živné rostliny a hostitelské vztahy modrásků *Phengaris* ve střední Evropě. Podle Witek et al. (2008).

Modrásek <i>Phengaris</i>	Živná rostlina	Mravenčí hostitel <i>Myrmica</i>	Potravní strategie	Průměrný počet kukel v mraveništi
<i>P. arion</i>	<i>Thymus</i> spp., <i>Origanum vulgare</i>	<i>M. sabuleti</i>	Predátor	1,2
<i>P. telejus</i>	<i>Sanguisorba officinale</i>	<i>M. scabrinodis</i>	Predátor	1,2
<i>P. nausithous</i>	<i>Sanguisorba officinale</i>	<i>M. rubra</i>	Predátor	2,5
<i>P.alcon rebeli</i>	<i>Gentiana cruciata</i>	<i>M. schencki</i>	Kukačka	5,3
<i>P.alcon alcon</i>	<i>Gentiana pneumonanthe</i>	<i>M. rubra</i> <i>M. ruginodis</i> <i>M. scabrinodis</i>	Kukačka	5,9

Příloha 36: Stav biologie a ochrany evropských druhů *Phengaris*.

Vysvětlivky: * Van Swaay & Warren (1999); ** Thomas (1995); *** IUCN (2000)

SPEC 1: Druhy globálního ochrannářského zájmu; nejvyšší ochrannářský význam v EU; SPEC 3: Druhy ohrožené v Evropě, ústředí uvnitř i vně Evropy; EN: Ohrožený; VU: Zranitelný; LR (nt): Nižší riziko (téměř ohroženo); taxony, které se blíží kvalifikaci pro Vulnerable (EN, VU & LR: nové kategorie IUCN)

Zdroj: <http://macmy-link.blogspot.com/2014/02/httplepidoptera.html>

Druh <i>Maculinea</i>	Směrnice o stanovištích (Příloha)	Evropská konzerv. Stav *	Globální / evropská hrozba *, ***
<i>M. arion</i>	+ (IV)	SPEC 3	LR (nt) / EN
<i>M. rebeli</i>	-	SPEC 1	VU / -
<i>M.alcon</i>	-	SPEC 3	LR (nt) / VU
<i>M. nausithous</i>	+ (II&IV)	SPEC 3	LR (nt) / VU
<i>M. telejus</i>	+ (II&IV)	SPEC 3	LR (nt) / VU

Příloha 37: Ukázka záznamového terénního archu.

P. asithous Poz. Poslední o. z.: Δ60

Rok:	2019	Zapisovatel:	KLEPÁČKOVÁ	Lokalita:	Slavkovy ostrovy	List číslo:	10.		
ČAS	POHLAVÍ	ČÍSLO IMAGA	OLÉTANOST	CHOVÁNÍ	OSLUNĚNÍ	VĚTRNOST	LOKALITA	POZNÁMKY	CHOVÁNÍ
	M/F	1, 2, 3, ...	I. - neolétaný II. - mírně olétaný III. - olétaný	N - nektarink F - létání B - slunění K - kopulace R - odpočinek	1 - jasno 2 - polojasno 3 - zataženo	1 - bezvětrí 2 - mírný vítr 3 - silný vítr	1, 2, 3, 4, ...		O - kladení P - hledání samice samce T - ostatní, popsat K - kopulace nebel; šuk
12:43	F	Δ61	I.	N	1	2	14		
12:47	M	Δ484	II.	F	1	2	14		
13:14	M	N2	II.	R	1	1	12		
13:17	F	Δ62	I.	N	1	2	12		
13:02	F	Δ55	I.	N	1	1	3		
13:03	F	Δ48	II.	F	1	1	3		
13:04	M	Δ63	II.	N	1	1	3		
13:05	F	Δ57	II.	F	1	1	3	ŠPATNĚ OZNAČENÝ NEBEL	
13:08	F	Δ26	II.	N	1	1	3		
13:09	M	Δ64	II.	N	1	1	3		
13:11	F	Δ58	II.	N	1	1	3		
13:13	F	Δ65	II.	N	1	1	3		
13:14	M	Δ66	I.	N	1	1	3		
13:16	M	X41	I.	K	1	1	3		K
13:16	F	Δ67	I.	K	1	1	3		K
13:18	F	Δ37	II.	N	1	1	3		
13:19	M	Δ17	II.	R	1	1	3		
13:21	M	Δ56	II.	N	1	1	3		
13:22	M	Δ68	II.	N	1	1	3		

4.8.

† - smrt v pauciině