Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Biologie a ochrana zájmových organizmů

Katedra: Katedra biologických disciplín

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Genetická rozmanitost českých populací kriticky ohrožených modrásků (Lepidoptera, Lycaenidae)

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Michal Berec, Ph.D.

Školitel diplomové práce: RNDr. Zdeněk Faltýnek Fric, Ph.D.

Autor: Bc. Jiří Beneš

České Budějovice 2018

Prohlašuji, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to – v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných zemědělskou fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum: Podpis studenta:

Souhrn

Čeleď modráskovití (Lepidoptera: Lycaenidae) je kosmopolitní. Některé druhy jsou hojné v České republice, ale některé jsou naopak na pokraji vyhynutí ať už z důvodu nedostatku přirozeného prostředí, nebo nedostatku živné rostliny. Mezi nejohroženější druhy na území České republiky patří modrásek ligrusový (*Polyommatus damon* (Denis a Schiffermüller, 1775)) a modrásek komonicový (*Polyommatus dorylas* (Denis a Schiffermüller, 1775)).

Cílem této práce je v literární rešerši popsat biologii obou druhů, zhodnotit důvody ohroženosti a možnosti praktické ochrany. Dále v praktické části popsat genetickou rozmanitost českých populací kriticky ohrožených modrásků, modráska ligrusového a modráska komonicového a srovnat je s evropskými populacemi pro případný import zahraničních jedinců do českých populací. Určení genetické příbuznosti je velmi důležité pro případnou reintrodukci či oživení českých populací importovanými jedinci ze zahraničních populací.

Touto prací bylo zjištěno, že modrásek ligrusový je geneticky různorodější než modrásek komonicový a jeho různorodost není dána čistě geograficky. Dá se usuzovat, že populace obou druhů prošly „bottleneck“ efektem, a proto dochází k silnému genetickému driftu. Dále bylo zjištěno, že středoevropští jedinci nejsou geneticky identičtí s jedinci z jihoevropských refugií a z Pobaltí a množství haplotypů u obou druhů je ve střední Evropě vysoké. Z těchto důvodů současný výskyt není následkem šíření po skončení glaciálu. Podle zjištění v této práci je vhodnější chránit všechny stávající populace zvlášť, než je posilovat doplňováním jedinců z jiných populací, protože mohou být od sebe vzájemně geneticky odlišné. Diskuse je zaměřena především na budoucí plány péče o stávající české lokality těch modrásků, což vtahuji ke svým výsledkům.

Klíčová slova: *Polyommatus damon*, *Polyommatus dorylas*, kriticky ohrožené druhy, populační genetika, Lycaenidae, Česká republika, Střední Evropa

Abstract

Butterfly family Lycaenidae is cosmopolitan. Some species of the family are common in the Czech Republic, but some are at the risk of extinction, which is caused either by lack of habitat or host plant deficiency. Among the most endangered species in the Czech Republic are the damon blue (*Polyommatus damon* (Denis a Schiffermüller, 1775)) and the turquoise blue (*Polyommatus dorylas* (Denis a Schiffermüller, 1775)).

This thesis aims to review the biology of both species, causes of threat and possibilities of their practical conservation, and to describe genetic variability of Czech populations of two critically endangered Lycenids, the damon blue and the turquoise blue, and to compare them with European populations for potential import of alien individuals to Czech populations. Genetic assignment is important for possible reintroduction or revitalization of Czech populations from foreign sources.

I detected in this thesis that the damon blue has more genetic variability than the turquoise blue and this pattern is not only geographical. I assume that Czech populations of both species experienced bottleneck and are under genetic drift. Furthermore, the Central European individuals genetically differ from Southern European and Baltic samples, and the number of haplotypes is high in Central Europe. The current distribution is not caused by colonization after the last glacial period. According to the results, it is appropriate to protect all current populations separately, rather than supplement them from other sources, because they can be genetically different. Finally, I discuss the management planned for the two species in the Czech Republic and connect it to my results.

Key words: *Polyommatus damon*, *Polyommatus dorylas*, critically endangered species, Lycaenidae, population genetics, Czech Republic, Central Europe

Poděkování:

Rád bych poděkoval mému vedoucímu práce Mgr. Michalu Berecovi, Ph.D. za vedení mé diplomové práce. Dále chci poděkovat mému školiteli RNDr. Zdeňku Faltýnkovi Fricovi, Ph.D. za velkou pomoc při získání genetického materiálu, dávání rad, za pomoc při práci ve vyhodnocovacích programech a usměrňování během psaní. Díky patří i Mgr. Michalu Rindošovi za pomoc v laboratoři a RNDr. Aleně Bartoňové za kontrolu textu a překlad souhrnu. Vzorky pro tuto studii věnovali Jiří Beneš, Tomáš Binter, Miloslav Kalabza, Tomáš Kadlec a Stanislav Korb. Zaměstnancům CHKO České Středohoří a ČSOP za poskytnutí informací ohledně ochrany území a péče o živné rostliny. A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat celé mé blízké rodině, která mě během celé doby podporovala.

Obsah

1 Úvod ..... - 8 -
2 Literární přehled ..... - 9 -
2.1 Charakteristika čeledi modráskovití (Lycaenidae) ..... - 9 -
2.2 Charakteristika studovaných druhů modrásků ..... - 10 -
2.2.1 Modrásek ligrusový ..... - 10 -
2.2.2 Modrásek komonicový ..... - 12 -
2.3 Ekologie a ochrana ..... - 13 -
2.3.1 Legislativa ochrany ..... - 15 -
2.4 Dynamika výskytu a populační hustoty na území ČR ..... - 16 -
2.4.1 Modrásek ligrusový ..... - 16 -
2.4.2 Modrásek komonicový ..... - 16 -
2.5 Ochrana úzce stanovištně vázaných motýlů ..... - 17 -
2.6 Management stanovišť pro modráska ligrusového a modráska komonicového ..... - 23 -
2.6.1 Modrásek ligrusový ..... - 23 -
2.6.2 Modrásek komonicový ..... - 24 -
2.7 Myrmekofilie ..... - 25 -
3 Metodika ..... - 27 -
3.1 Materiál ..... - 27 -
3.2 Izolace DNA ..... - 27 -
3.3 PCR ..... - 28 -
3.4 Gelová elektroforéza ..... - 28 -
3.5 Sekvenování a alignment ..... - 28 -
3.6 Analýzy ..... - 29 -
3.6.1 Substituční modely ..... - 29 -
3.6.2 Bayesovská analýza ..... - 29 -
3.6.3 Haplotypové sítě ..... - 29 -
3.6.4 Geografické a populačně genetické charakteristiky ..... - 29 -
4 Výsledky ..... - 30 -
4.1 Úspěšnost PCR a sekvence ..... - 30 -
4.2 Substituční modely ..... - 30 -
4.3 Bayesovská analýza ..... - 30 -
4.4 Haplotypové sítě ..... - 33 -

4.5 Populačně genetické charakteristiky ..... - 34 -
5 Diskuze ..... - 37 -
5.1 Fylogenetická zjištění ..... - 37 -
5.2 Populační a fylogeografická zjištění ..... - 37 -
5.3 Doporučení k případným posilováním populací či reintrodukcím ..... - 37 -
5.4 Ochrana a případné rozšíření stanovišť a přežívajících populací modráska ligrusového ..... - 38 -
5.4.1 Akční plán pro druh modrásek ligrusový *(Polyommatus damon)* na lokalitě Raná ..... - 40 -
5.5 Projekt mateřídouškové stepi ..... - 44 -
5.6 Pomoc ČSOP Morava při záchraně populací modráska ligrusového ..... - 44 -
5.7 Ochranářské práce skupiny JARO Jaroměř ..... - 45 -
5.8 Ochrana a případné rozšíření stanovišť a přežívajících populací modráska komonicového ..... - 46 -
6 Závěr ..... - 48 -
7 Zdroje ..... - 49 -
7.1 Seznam použité literatury ..... - 49 -
7.2 Internetové zdroje ..... - 53 -
7.3 Ústní sdělení ..... - 54 -
8 Příloha ..... - 55 -
8.1 Příloha 1 - fotodokumentace ..... - 55 -
8.2 Příloha 2 – seznam a původ vzorků ..... - 63 -

1 Úvod

Čeleď modráskovití zahrnuje asi 6000 druhů. Z toho bylo v České republice zaznamenáno 51 druhů a z nich 35 druhů je u nás ohrožených. Tito motýli mizí z důvodu úbytku vhodných stanovišť, která jsou degradována změnami, zejména zintenzivňováním zemědělské produkce, ústupem od extenzivního pastevního hospodářství a zarůstáním a zalesňováním vhodných stanovišť. V současné době je na našem území situace natolik vážná, že některé druhy z této čeledi u nás již vyhynuly a jiným reálné vyhynutí hrozí. Jistou nadějí pro tyto druhy (mimo jejich ochrany) je zajištění vhodného prostředí, které bude udržováno způsobem, který těmto motýlům zajistí vhodné podmínky k přežití a rozmnožení. K tomu je potřeba nejen dokonalé pochopení biologie druhů, ale v případě, že by došlo k reálnému vyhynutí některých populací, je důležitá i orientace v jejich fylogenetické příbuznosti mezi jednotlivými populacemi. Hlavním důvodem je případná zpětná reintrodukce na naše území z jiných populací.

Přestože se nejedná o diskutované téma, protože nejde o laicky významné živočichy nebo vlajkové druhy, jsou to živočichové, kteří mají schopnost odrážet vývoj biodiverzity v běžné krajině ať k horšímu, nebo k lepšímu při zavedení vhodné péče o různé plochy, a i proto je důležité jejich zachování na našem území. Navíc jde o významné bioindikátory krajiny a byl to člověk, který vyhubil velké kopytníky, kteří zajišťovali vhodné prostředí pro život těchto motýlů a změnil krajinu do dnešní podoby a je jen na něm, aby to nějakým způsobem vykompenzoval. Je zapotřebí co nejširší genofond, aby nedocházelo k nežádoucím mutacím, genetickému driftu nebo příbuzenskému křížení. A pokud už bude situace natolik vážná, že se bude uvažovat o importu jedinců z jiných populací v Evropě, bude na místě se zamyslet nad tím, která populace je té české nejpříbuznější a se kterou se nejvíce geneticky shoduje. Otázkou je, zda bude vhodné snažit se udržet českou populaci i za cenu možného vymření, anebo bude situace tak vážná, že bude lepší importovat jedince z geneticky shodných nebo podobných populací, pokud takové populace vůbec existují? Jednou z nejdůležitějších podmínek zachování daných druhů na našem území je management území a alternativní způsoby péče o krajinu a ochrana živné rostliny, na které se housenky kriticky ohrožených modrásků živí. Živné rostliny modráska ligrusového a modráska komonicového jsou spásány a ničeny intenzivní pastvou a nevhodným kosením zemědělskou technikou.

2 Literární přehled

2.1 Charakteristika čeledi modráskovití (Lycaenidae)

Říše: Animalia

Kmen: Arthropoda

Třída: Insecta

Řád: Lepidoptera (www.iucnredlist.org, 2017)

V České Republice, tak jako v celé Evropě, jsou rozšířeny tři hlavní skupiny (podčeledi): Ostruháčci (Theclinae), ohniváčci (Lycaeninae) a konečně vlastní modrásci (Polyommatinae) (Moucha, 1972a).

Jsou typickým hmyzem tradičních luk a pastvin (New, 2012).

Většina modrásků je vázána na suché až sušší travnaté plochy, zejména v teplých oblastech. Vhodné lokality mohou mít různé podoby: stepi, lesostepi, květnaté louky, železniční náspy, kamenolomy nebo pískovny, křovinaté stráně, ovocné sady a podobně (Martiško, 2013).

Jde převážně o menší druhy motýlů, dorůstají obvykle rozpětí křídel do 4 cm. Samečci mají zkrácené přední nohy a mají srostlé přední chodidlové články (Günther a kol., 1968, Moucha, 1972a). Svrchní strana křídel mívá často kovový lesk a jsou modrá či modrofialová, ale u řady tropických druhů i zelená, ohnivě rudá, nebo tmavohnědá až černá (Hanzák a kol., 1973). Lesk je dán mikroskopickými útvary na šupinkách křídel, které ohýbají paprsky světla (Imes, 1997). Samičky většiny druhů modrásků nejsou modré, ale hnědě zbarvené (Moucha, 1962). Největším z našich druhů je ostruháček březový *(Thecla betulae* (L., 1758)) Dmitrijev, 1987).

Dospělci mají kyjovitá tykadla a úzké lysé a černě zbarvené oči (Hrabák, 1985).

Typickým jevem pro celou čeleď Lycanidae je úzké soužití s mravenci, takzvaná myrmekofilie (Beneš a kol., 2002).

Motýli této podčeledi kladou vajíčka jednotlivě na živné rostliny. U modrásků jde převážně o čeleď bobovité (Fabaceae). Ale některé druhy mohou využívat i jiné skupiny, např. vřes obecný (*Calluna vulgaris* (L.)) Hull, chmel otáčivý (*Humulus lupulus* (L., 1753)), nebo břečťan (*Hedera helix* (L., 1753)). Mnoho druhů modrásků je známých tím, že jejich

housenky žijí v těsném vztahu s mravenci, protože vylučují sekret, který mravenci olizují a mravenci je na oplátku chrání. U většiny druhů jsou vztahy housenek s mravenci příležitostné, existují ale také druhy, které jsou na mravencích závislé (tzv. fakultativní myrmekofilie). Housenky takových druhů se živí larvami a kuklami svých hostitelů, nebo se od mravenců nechávají krmit (Hůrka, 1978, Pech a kol., 2007 a Tartally a kol., 2017) (viz. Kap. 2.7 Myrmekofilie).

Housenky jsou krátké a široké, řídce ochlupené a mají zatažitelnou hlavu. Kukla je krátká a oblá, leží většinou na zemi, pokud není uložena v mraveništi a u některých druhů při podráždění vydává slyšitelný chřestivý zvuk (Novák a Pokorný, 2003).

2.2 Charakteristika studovaných druhů modrásků

2.2.1 Modrásek ligrusový (*Polyommatus damon* (Dennis a Schiffermüller, 1775))

Má poměrně velký areál, dosahující od jihozápadní Evropy až po Mongolsko (Severa, 1990). V Evropě se vyskytuje od severního a středního Španělska přes jižní a střední Francii na jih Švédska a Litvy. Vyskytuje se i v Řecku a severní a střední Itálii a také v Turecku a Zakavkazsku (www.iucnredlist.org, 2017).

V Dánsku, Holandsku a severozápadním Německu chybí (Moucha, 1972b).

Setkáváme se s ním v pahorkatých a hornatých oblastech (Severa a Novák, 1990). Vyskytuje se od údolí do 2 100 m. (Higgins a Riley, 1970). V oblasti Alp žije světlejší forma spp. *ultramarina* (Reichholf-Riehm, 1996).

Modrásek ligrusový tvoří jednu větev diferenciovanou od ostatních druhů rodu *Agrodiaetus*. Tento druh nemá blízké příbuzné a jeho postavení jako dobře uznaného druhu je nesporné (Vila a kol., 2010).

Žije na slunných xerotermních svazích, okrajích lesů, mezích nebo extenzivně využívaných zemědělských plochách (Reichholf-Riehm, 1996), také na stepnatých úhorech, stepích, úvozech a podobných sešlapávaných místech s bohatým výskytem vičence. A ve vyšších polohách v chráněných roklích nebo pánvích na otevřených travnatých svazích (Macek a kol., 2015).

Jde o nenápadný druh. Rozpětí předního křídla je 3-3,4 cm. Samice dorůstají menší velikosti než samci (Reichholf-Riehm, 1996).

Samci mají svrchní stranu předních křídel šedomodrou se širokým lemovým hnědým pruhem. Žilky na vnějším okraji křídel mají hnědé zbarvení, jako polovina třásní a vnější polovina je bílá (Obr. 01, Příloha 1). Spodní strana křídel má šedou barvu s černou trojúhelníkovitou skvrnou. Ta je bíle lemovaná s obloukovitou řadou oček (Obr. 02, Příloha 1). Zadní křídla mají na svrchní straně také modrozelené zbarvení a mají široký hnědý lem a hnědé žilky u okraje křídel. Třásně jsou do poloviny hnědavě bílé a konec třásní je bílý. Spodní strana křídel má hnědošedou barvu, řadu 5-7 oček a trojúhelníkovitou šedou skvrnu, která je bíle lemovaná. Třásně jsou šedavě bílé, v polovině rozdělené tmavou čarou (Schwarz, 1942).

Samice mají svrchní stranu předních křídel tmavohnědou, u kořene s mírným modrým zbarvením jako samci a s málo viditelnou tmavší skvrnou na příčce (Obr. 03, Příloha 1). Spodní strana křídel je bělavě hnědá se stejnými kresbami jako mají samci (Obr. 04, Příloha 1). Zadní křídla na svrchní straně mají hnědé zbarvení, u kořene modře poprášená, které se někdy táhne až k lemu. Spodní strana zadních křídel samic je bělavě hnědá se stejnými kresbami jako samčí (Schwarz, 1942).

Motýli létají od konce června do září a žijí v jedné generaci (Moucha, 1972b). Housenky se vyskytují od dubna do června (Reichholf-Riehm, 1996). Zpočátku spásají svrchní epidermální vrstvu lístků, později se živí květními pupeny a květy (Macek a kol., 2015). Housenka je fakultativně myrmekofilní (Křížek, 2006). Kukla je žlutá s tmavším hřbetem a leží na zemi (Moucha, 1972b). Má tupý zadeček (Schwarz, 1949).

Jde o heliofilní druh, který se vyhřívá nejčastěji s roztaženými křídly na zemi, listech, kmenech stromů nebo na květech (Čechmánek a Hrabák, 2006).

Živnou rostlinou je vičenec setý – „ligrus“ (*Onobrychis viciifolia* (Scopoli, 1772)) a vičenec písečný (*Onobrychis arenaria* (Kit. ex Schult.) DC.) (Reichholf-Riehm, 1996).

V současnosti existují již pouze dvě lokality na jihovýchodní Moravě a jedna v Českém středohoří, kde přežívá v nepočetných, plošně velmi omezených koloniích. Na jiných lokalitách již vyhynul (www.lepidoptera.cz, 2017).

2.2.2 Modrásek komonicový (*Polyommatus dorylas* (Dennis a Schiffermüller, 1775))

Areál má od Pyrenejí přes jižní Francii, Itálii, střední Evropu, Balkán a Turecko. Na severu až do jižního Švédska a Litvy (vymřel v Lotyšsku). Zasahuje také přes jih Ruska až na blízký východ (Kudrna a kol., 2015).

Výskyt zasahuje až do Středomoří, ale chybí stejně jako ligrusový v Dánsku, Holandsku a severozápadním Německu. V jižních oblastech výskytu byla popsána řada odlišných zeměpisných ras (Moucha, 1972b).

Žije na suchých loukách a křovinatých lesostepích (Moucha, 1972b). Obývá vápencové skalní stepi a lesostepi (Křížek, 2006). Dále výslunné kamenité stráně a pastviny, písčiny, úhory, suché úvozy na bazickém podkladu (Macek a kol., 2015). Vzácně se vyskytuje i na spraších (Bělín, 1999).

Dorůstá, podobně jako modrásek ligrusový, rozpětí křídel 3,2 cm (Sterry a Mackay, 2004).

Sedá na vlhkou půdu, ze které saje vodu, zvláště na cestách. Motýl létá od května do září. Žije ve dvou generacích (Schwarz, 1949). Ve vyšších polohách mívá pouze jednu generaci (Moucha, 1972b).

Samci mají svrchní stranu křídel zelenomodrou s úzkým hnědým lemem (Obr. 05, Příloha 1). Na spodní straně předních křídel má bílý lem na šedohnědém podkladu, a proto ho není možné zaměnit s jiným druhem modráska (Obr. 06, Příloha 1). Samice je tmavě hnědá s oranžovými skvrnami v lemu (Obr. 07 a 08, Příloha 1) (Schwarz, 1949).

Samičky kladou vajíčka pouze na mladé, ještě nekvetoucí rostliny (Landman, 1999). Housenka přezimuje. Od května až června se živí na hostitelských rostlinách a je výrazně vyklenutá s jemnými chloupky. Je tmavozelená s tmavou páskou na hřbetě, která je po stranách doprovázena řadou žlutých skvrn a na boku má žlutý pruh. Hlavu má černou (Schwarz, 1949). Housenky jsou fakultativně myrmekofilní (Beneš a kol., 2002). Kuklí se po přezimování pod kameny, nebo přímo v mraveništích. (Moucha, 1972a). Krátká kukla je tupě zakončená (Moucha, 1972b).

Živnými rostlinami jsou úročník bolhoj *(Anthyllis vulneraria)* (Linnaeus, 1753) a komonice *(Melilotus)* (Schwarz, 1949 a Moucha, 1972a). Dalšími hostitelskými rostlinami jsou podle Higginse a Rileyho (1970) jetel *(Trifolium)* a mateřídouška *(Thymus)*. Housenky

zpočátku „minují“ v listech a později okusují květy i listy (Macek a kol., 2015). Často se vyskytují společně s housenkami modráska nejmenšího *(Cupido minimus)* (Fuessly, 1775). Vzájemně si nekonkurují, protože oba druhy využívají různé části rostlin (Macek a kol., 2015).

V roce 2016 byla u nás při intenzivním monitoringu donedávna známých populací potvrzena již pouze jediná kolonie modráska na jihu Bílých Karpat a vymírá také ve většině států severní a střední Evropy (www.lepidoptera.cz, 2017).

2.3 Ekologie a ochrana

Bylo prokázáno 11 nejdůležitějších příčin ohrožení motýlů v evropském měřítku (jsou řazeny od nejdůležitějších).

- intenzifikace zemědělství
- opouštění tradičních metod hospodaření
- klimatické vlivy
- změna lesnického hospodaření
- změny v krajině díky turismu a rekreaci
- změny v hospodaření na ostatních plochách
- výstavba a urbanizace
- požáry
- znečištění
- změny dynamik původních druhů
- invazní druhy (Van Swaay a kol., 2010)

Problémy s komplexní ochranou motýlů spočívají z velké části ve skutečnosti, že motýli jsou relativně mobilní organismy, jež současně mívají velmi specifické nároky na prostředí. S nároky na prostředí souvisí skutečnost, že mnoho motýlů je vázáno na úzce vymezená a sukcesní stádia biotopů. Proto bude jejich ochrana záviset na aktivních lidských zásazích do prostředí (Konvička a kol., 2010).

Doby ledové v Evropě přinutily mnoho druhů, včetně motýlů, aby ustoupily do útočišť, z nichž lze rozlišit tři hlavní biogeografické základní typy: středozemní, kontinentální a alpské druhy. Tato klasifikace ale nedokáže vysvětlit složitou fylogeografii evropských druhů se širokým rozsahem zeměpisného a výškového rozložení. Proto je možné, že všechny tři zmíněné faunální prvky jsou zastoupeny u některých druhů zároveň (Junker a kol., 2015).

Až do 2. poloviny minulého století převládal dojem, že výzkum denních motýlů je něco podřadného a měl by se ponechat amatérům (Beneš a kol., 2002). Ale dnes denní motýli představují jedny z nejvíce studovaných bezobratlých, hrajících podobnou roli jako ptáci při poskytování modelů pro biologii obratlovců (Dinca a kol., 2015).

Management a ochrana by měly vycházet ze znalostí místních podmínek a specifické historie biotopů. Známe-li specifické nároky jednotlivých druhů, může být ochrana motýlů velmi snadná a málo nákladná, dokud stav populace neklesne pod kritickou mez. Jakmile počty motýlů klesnou pod kritickou mez, může být ochrana velice náročná a její výsledky nejisté (Čížek a kol., 2006).

Ochrana motýlů však není možná bez detailních znalostí ekologie jednotlivých druhů. Mnozí denní motýli mají mnohem užší nároky na biotopy, než aby je bylo možné odvodit pouze z rozšíření jejich živných rostlin (Čížek a kol., 2006).

V umělých ekosystémech dříve byly druhově nejbohatší tradičně obhospodařované louky. Při málo intenzívním obhospodařování (sečení, občasné organické hnojení) dosáhly louky značné diverzity a tím i stability a staly se z nich biotopy, na kterých se trvale uchytil velmi různorodý komplex světlomilné fauny se značným zastoupením hmyzu (Novák a Spitzer, 1982).

Drtivá většina druhů denních motýlů nežije na dominantních druzích rostlinných společenstev, ale na rostlinách malým vzrůstem, často krátkověkých a zhusta vázaných na raně sukcesní plochy, tzv. neaparentních rostlinách (Čížek a kol., 2006).

Z vazby mnoha motýlů na neaparentní druhy rostlin a na raně sukcesní biotopy, spojené s relativně velkou pohyblivostí imág, vyplývá několik zvláštností. Ty je potřeba brát v potaz při úvahách o ochraně a ochranářském managementu motýlů. Většina druhů motýlů mírného pásu Evropy byla historicky přizpůsobená k tomu, že jejich populace v krajině sledovaly přechodně vznikající a opět zanikající biotopy vhodné pro jejich vývoj. Ochrana takovýchto druhů vyžaduje metody a přístupy, které se liší od tradiční středoevropské ochrany přírody. Ta byla, a často ještě je, soustředěna hlavně na lesní biotopy, kde prosazovala strategii minimálních zásahů. Tato strategie, v případě lesních stanovišť, je však pro ochranu motýlů a jejich biotopů velice nevhodná. Většina druhů denních motýlů je totiž vázána na nelesní biotopy, případně na raná sukcesní stádia v lesích, proto jejich praktická ochrana vyžaduje zcela odlišný přístup (Beneš a kol., 2002).

Izolovanost lokalit, na kterých se vyskytují populace motýlů, je dnes stále častější a souvisí s fragmentací krajiny. Na většině území jsou dnes uniformní plochy produkčních lesů, nebo intenzivně obhospodařovaných agrocenóz a zbytky původní tradiční krajiny zpravidla jen větší, nebo menší ostrůvky uprostřed nich (Martiško, 2013).

2.3.1 Legislativa ochrany

Ochranu motýlů můžeme vnímat na více úrovních a rovinách. První úrovní v jedné rovině je legislativní, kde určitá část živočichů je chráněna zákonem a sběratelé a lovci jsou postihováni trestně, nebo finančními sankcemi, ale reálně se pro tyto druhy nic jiného nedělá s výjimkou nadšenců a neziskových organizací. Druhou úrovní v první rovině je snaha a péče o zachování druhů v přírodě pomocí změn v hospodaření, nebo různých záchranných programů a projektů. Často ale zůstává pouze u legislativní ochrany (Konvička a kol., 2010).

Již dlouhou dobu je jasné, že nestačí pouze druhová ochrana, ale je nezbytné ji kombinovat s druhou rovinou, a to s ochranou území (Kudrna, 1986). Pro přežití druhů je důležitá péče o biotopy, ve kterých daný druh žije. Z toho důvodu jsou místa, kde se tyto chráněné či ohrožené druhy vyskytují, často vyhlašována jako rezervace nebo národní parky. Přežívání klimaxové teorie a víra v pozitivní samovolné přírodní procesy však vedla k tomu, že se mnohá tato území ponechala samovolnému vývoji bez jakéhokoli managementu a předměty ochrany z nich samovolně díky spontánní sukcesi zmizely (Konvička a kol., 2010).

Podle porovnání červených seznamů z různých států Evropy je pravidelně minimálně třetina motýlí fauny silně ohrožena s tím, že ohrožené druhy na seznamech se výrazně neliší (Gelbrecht a kol., 2001, Bolz a Dolek, 2003 nebo Bengtsson a kol., 2010). Mezi pravidelné kriticky ohrožené druhy patří i modrásek komonicový (Konvička a kol., 2010).

V Červeném seznamu ohrožených druhů ČR je modrásek ligrusový zařazen jako kriticky ohrožený (CR) a modrásek komonicový jako ohrožený (EN) (Farkač, 2005, Hejda a kol., 2017).

IUCN vede modráska ligrusového jako druh málo dotčený (LC) (www.iucn.it, 2017a) a modráska komonicového vede jako druh téměř ohrožený (NT) (www.iucnredlist.org, 2017b).

Ani jeden z druhů není zařazen v žádné z příloh organizace CITES (http://www.cizp.cz, 2017).

V zákoně 114/1992 Sb. ve vyhlášce č. 395 není veden ani jeden z výše uvedených druhů (www.mzp.cz, 2017).

2.4 Dynamika výskytu a populační hustoty na území ČR

Co se týká druhové bohatosti a pestrosti reliéfu, jsou nejzajímavější oblastí Čech okrsky termofytika severně, západně a východně od Prahy. Patří sem především vulkanická oblast Českého středohoří, jehož nejzápadnější část leží ve výrazném srážkovém stínu Krušných hor. Typickými motýly jsou např. soumračník podobný *(Pyrgus armoricanus)* (Oberthür, 1910) nebo modrásci ligrusový a vičencový *(Polyommatus tersites)* (Cantener, 1834) (Beneš a kol., 2002).

Nejjižnější část jihomoravského panonského termofytika je intenzivně zemědělsky obdělávaná, přesto jsou zde přírodovědně velice cenná území. Nachází se zde mimo jiné stepi a lesostepi. K charakteristickým druhům patří modrásek ligrusový (Beneš a kol., 2002).

Naopak nížinné oblasti střední a severní Moravy jsou jednou z druhově nejchudších oblastí ČR, což je dáno koncentrací hustého zalidnění, intenzivního zemědělství a těžkého průmyslu na relativně malé ploše (Beneš a kol., 2002).

2.4.1 Modrásek ligrusový (Obr. 09, Příloha 1)

Pozvolný úbytek tohoto druhu lze snadno pozorovat i dle toho, co postupně udávají různě staré literární prameny. U nás se vyskytuje sice místy, ale je hojný (Moucha, 1972b). Tento druh se vyskytuje ve východních a středních Čechách, na jižní Moravě a jižním Slovensku (Bělín, 1999).

Obývá pouze nejteplejší část Českého středohoří (Lounsko), okolí Hradce Králové, Drahanská vrchovina a jihovýchodní Morava. V ostatních oblastech vyhynul (Jižní, střední a západní Čechy, střední a severní Morava) (Beneš a kol., 2002).

Mezi vymírající a ohrožené druhy, vyskytující se na území střední Evropy, je nutné v současné době zařadit mimo jiné i modráska ligrusového (Čechmánek a Hrabák, 2006).

V současné době modrásek ligrusový přežívá v málo početných populacích pouze na 3 lokalitách v celé ČR (2 na JV Moravě a 1 v Českém Středohoří) (www.lepidoptera.cz, 2017).

2.4.2 Modrásek komonicový (Obr. 10, Příloha 1)

Nepřirozené vymírání tohoto druhu potvrzují během 20. a 21. století i různí autoři. Ještě v roce 1949 byl na našem území rozšířený (Schwarz, 1949). Mezi lety 1970–1981 se vzácně

vyskytuje na suchých loukách i v okolí Kaplic v Jižních Čechách (11-25 nalezených exemplářů) (Jaroš, 1984). V roce v ČR a SR ubývá a stává se vzácnějším (Bělín, 1999).

Za vyhynutím modráska komonicového v Pražských rezervacích, kde se při mapování v letech 1984-1988 vyskytoval, stojí pravděpodobně sukcesní zarůstání lokalit, které snižuje rozlohu a kvalitu potřebných vhodných biotopů (Kadlec a kol., 2008). Stejně tak vyhynul v údolí řeky Brtnice na Českomoravské vrchovině, přestože byl veden jako jeden z hlavních předmětů ochrany proto, že zde došlo k zarůstání náletovými dřevinami (Křivan, 2018).

Dříve byl rozšířený v teplých oblastech celého státu. Na většině lokalit vymizel a v současnosti se vyskytuje pouze na několika izolovaných lokalitách v okolí Prahy, Českém středohoří, jihozápadních Čechách, Českolipsku a v Polabí. Více lokalit obývá na jižní a jihovýchodní Moravě. Zcela vymřel na severní Moravě (Beneš a kol., 2002).

V Čechách po roce 2000 byl naposledy pozorován v bývalém vojenském újezdu Ralsko (Macek a kol., 2015).

V Krkonoších jde o prokazatelně vyhynulý druh. Doložen pouze na české straně Krkonoš do 30. let minulého století. Za jeho vymřením v Krkonoších stojí (stejně jako jinde) ústup extenzivní pastvy a následné zapojení řídkých suchých květnatých trávníků (Beneš a kol., 2015).

Po roce 2010 přežívalo již ne více než pět malých izolovaných populací na jižní a jihovýchodní Moravě (Pálava a Bílé Karpaty) (www.lepidoptera.cz, 2017).

Před dvěma lety (2016) byla na našem území potvrzena již pouze jedna populace na jihu Bílých Karpat na Moravě (www.lepidoptera.cz, 2017).

2.5 Ochrana úzce stanovištně vázaných motýlů

Úbytek motýlích druhů nepostihl pouze vzácné specialisty, ale i do nedávné doby hojné a rozšířené generalisty a běžné druhy (Gaston a Fuller, 2007 nebo Van Dyck a kol., 2009).

Velká část našich motýlů žije na xerotermních „stepních“ nebo „lesostepních“ stanovištích. Mezi nimi je největší procento ohrožených druhů. Většina xerotermních druhů je vázána na relativně raná sukcesní stádia, v minulosti udržovaná tradičním hospodařením člověka v krajině (extenzivní pastva, vyžínání mezí, vypalování stařiny, ale třeba i maloplošná těžba stavebních surovin za každou vesnicí). Tyto druhy ohrožuje spontánní zarůstání člověkem postupně opuštěné krajiny, záměrné zalesňování „neplodných“ půd, ale i různé

rekultivační a zkrášlovací projekty. Ochranářsky zajímavé druhy lesních motýlů jsou až na výjimky vázány na lesy světlé a řídké. Vyhovovaly jim staré hospodářské postupy, jako jsou pařeziny (nízké lesy) a pařeziny s výstavky (střední lesy), ale i lesní pastva a vyžínání steliva. Ve stejnověkých, hustě zakmeněných a vysokokmenných lesích takové druhy nejsou schopny žít (Konvička a kol., 2004). Hmyz luk a pastvin nebyl ohrožován tradiční zemědělskou technikou, právě naopak, představoval charakteristickou složku někdejší krajiny (Novák a Spitzer, 1982).

Vápencové lomy představují v intenzivní zemědělské krajině vhodné prostředí pro ochranu xerofilních motýlů. Často představují jediné ostrůvky xerofilní vegetace v silně pozměněné krajině, čímž narůstá jejich důležitost. V činných lomech by měl být provoz upraven tak, aby zachoval mozaiku celé sukcesní série na ploše lomu i jeho krajích. Po uzavření lomu by zde nemělo dojít k lesnickým ani zemědělským rekultivacím, aby mohla být zachována raná sukcesní stádia. V dlouho opuštěných lomech by primární ochranářský zájem měl být zaměřen na předcházení zapojení vegetace a obnovu plošek s raně sukcesními stadii (Beneš, 2003).

Mnohé druhy denních motýlů se vyskytují v málo početných populacích omezených na drobné nebo menší lokality. Žádná z nich nemusí být dostatečně velká na trvalé přežití, ale mohou sehrát důležitou roli v genetickém propojování vzdálenějších populací, které by se jinak ocitly v izolaci. Jejich perspektiva závisí na existenci dostatečného počtu migrujícími jedinci vzájemně propojených lokalit – populací (metapopulace). Proto je jedním z nejdůležitějších parametrů v souvislosti s ochranou denních motýlů míra migrací mezi jednotlivými populacemi. Migrující jedinci jsou pojistkou proti genetickému ochuzování a udržujícímu se genofondu. Klíčovou roli v těchto snahách hrají travnaté polní cesty přetínající zdánlivě nekonečné zemědělské plochy (Martiško, 2013).

Na velké stráni se určitý druh může vyskytovat pouze v okruhu několika čtverečních metrů a mimo tento vymezený okruh jej nikde jinde na celé stráni nenalezneme, což je dáno mikroklimatem dotyčné lokality, protože jen tam jsou příznivé podmínky pro určitý druh, i když se zdá celá stráň jednoho typu. Mikroklima je podmíněno geologickým podkladem, rozpadem hornin, půdou, výskytem balvanů a jejich vyzařováním tepla v noci po slunečném dnu, spodní vlhkostí, výškou druhů porostu, případně i jeho hustotou (Tykač a Komárek, 1952).

Od kolonizace podhorských oblastí středověku až do počátku 20. století byla převážná část území méně lesnatá než v současnosti. Velký vliv na strukturu krajiny měla téměř všudypřítomná pastva a krajina byla mnohem pestřejší biotopovou mozaikou díky maloplošnému zemědělství. Velmi častým hospodářským tvarem lesa v těchto polohách byly pařeziny a pastevní lesy (Beneš a kol., 2002).

Člověkem existenčně podmíněných ekosystémech našly náhradní domov druhy mizejících ekosystémů, především stepí, lesostepí a přirozených lesních formací, nebo se sem rozšířily druhy, které předtím žily jen v nepatrných enklávách přirozených ekosystémů, jakými byly například přirozené louky mezi lužními lesy (Novák a Spitzer, 1982).

Drastické zarůstání krajiny, spojené s plošným přechodem lesního hospodaření na pěstování rozsáhlých porostů vysokokmenného typu, ústupem pastvy a se scelováním zemědělských pozemků, je relativně mladým jevem (Beneš a kol., 2002). Všechny tyto aktivity patří mezi nepříznivé, společně se zalesňováním, otevřené krajiny a drenážními pracemi a to nejen pro motýly, ale i pro mnoho jiných druhů hmyzu, ptáků a rostlin. Tyto aktivity je nezbytné zastavit, aby byla zajištěna účinná ochrana ohrožených druhů (Bubová a kol., 2015).

Používání pesticidů v zemědělství a lesnictví je jedním z nejdrastičtějších a nejriskantnějších zásahů do současné přírody (Novák a Spitzer, 1982). Insekticidy přímo hubí motýly a vývojová stádia (Longley a Sotherton, 1997). I když se mnohá kritéria zpřísnila, stále se setkáváme s nevhodným výběrem přípravků, s použitím přípravků se širokým spektrem účinnosti a dlouhým reziduálním účinkem, s úlety při pozemním, a zvláště při leteckém ošetření a s prevencí i tam, kde nebezpečí výskytu plevelů a škůdců nehrozí (Novák a Spitzer, 1982).

Ke změnám v početnosti a rozšíření denních motýlů začalo docházet už během první poloviny 19. století. Vymírání je důsledkem proměny způsobu života lidí za posledních 100–150 let. Po celá staletí předtím byl způsob využívání krajiny víceméně stejný. V krajině byly různé nelesní travnaté, skalnaté či kamenité plochy a prosvětlené až rozvolněné listnaté lesy využívané jako pastviny, nebo k produkci palivového dříví. Nevyužívaných ploch, jak je známe dnes, bylo v krajině minimum. Každý metr krajiny byl nějak využíván, ať už vypásáním, kosením, nebo pěstováním polních kultur. Podíváme-li se na nároky vyhynulých, nebo v současnosti vymírajících druhů denních motýlů, je jasné, jak ideální podmínky k životu v tehdejší krajině nacházely jak druhy lesní, tak druhy vázané na nelesní stanoviště.

Vymírání souvisí především se změnami prostředí, izolací populací a intenzifikací zemědělství a lesnictví. V České republice došlo k nejvýraznějším změnám v době tzv. kolektivizace během 50 – 70. let. Využívání krajiny se rychle změnilo. Ubylo bezlesí ve prospěch zalesňování a spontánních porostů. V lesích skončila pastva a mizelo pěstování palivového dříví. Původní pařeziny se postupně převáděly do dnešních vysokokmenných stinných porostů. Stále více se rozšiřovalo vysušování luk a jejich rozorávání. Došlo k tzv. rozorávání mezí a scelování polí do velkých lánů. Opuštěných bezlesých ploch, zvláště pastvy, rychle ubývalo. Některé tyto lokality byly zalesněny, ale o většinu se postarala příroda sama samovolným rozvojem dřevinného patra (Martiško, 2013).

Stanovištěm (biotopem) motýla nebývá vždy konkrétní výsek krajiny popsaný z hlediska vegetace – např. bukový les nebo rašeliniště. Skutečným biotopem je krajinný výsek, poskytující druhu (populaci) všechny zdroje nutné k jeho přežití a rozmnožování se. Pro motýly jsou zdroji především živná rostlina housenek, místa k hibernaci vývojových stádií nebo jejich kuklení, nektar nebo další typy potravy pro dospělce, stanoviště vyhledávané při páření, úkryty dospělců apod. Tyto zdroje se mohou, ale nemusí vyskytovat společně. Jedinec je ale musí být schopen obsáhnout během běžného akčního rádiu, jež bývá u motýlů značně omezen (denně desítky, až stovky metrů). Mnohé nejohroženější druhy často vyžadují velice různorodé zdroje, nacházející se v těsné blízkosti – např. krátkostébelný řídký výhřevný trávník s křovinatým lesním lemem a rozptýlenými stromy. Proto bývají na motýly bohaté lokality vegetačně velmi heterogenní (Beneš a kol., 2015).

Početnost motýlů, ale i jejich druhové spektrum je velmi úzce ovlivněné hospodařením. V Krkonoších řada luk ležela dlouho ladem, v současnosti je část sečená, místy se zavádí pastva ovcí (Beneš a kol., 2015).

Celoroční extenzivní pasení je vhodnou prevencí proti rozšíření rostlinných druhů s vyšším vzrůstem, které neudržované trávníky často rychle osidlují. Je navíc výhodné i ekonomicky. Co se týče obav z nadměrné zátěže, způsobené intenzivním sešlapem či dobytčí močí a exkrementy. Tyto vlivy byly zaznamenány pouze v místech napájení a krmení dobytka a obecně tedy neznamenají překážku pro zavedení celoročního pasení v náročnějších klimatických podmínkách. Sněhová pokrývka a zmrzlá svrchní vrstva půdy pravděpodobně chrání trávník před destrukcí. Z tohoto hlediska se zdá, že celoroční pasení s využitím několikahlavých stád dobytka je přijatelným způsobem managementu v chráněných horských oblastech (Hejcman a kol., 2005).

Jak pastva, tak i sečení by měly být optimálně nízké intenzity a měly by se řídit mozaikovým provedením, přičemž různé úseky půdy se postupně používají v různých časových intervalech. Přirozené sešlapávání, které je spojeno buď s pastvinami, nebo s různými sportovními aktivitami (pěší turistika, cykloturistika, jízda na koni), nebo příležitostným spalováním malých oblastí, je pro mnoho motýlů prospěšné (Bubová a kol., 2015).

Dopady zásahů záleží na použitých technologiích a způsobu sečení. Seč by měla být vždy mozaikovitá a z biologického hlediska nepravidelná šachovnice. Z provozního hlediska jsou upřednostňovány spíše různě široké pásy. Lištové sekačky by měly být upřednostněny před bubnovými. Nasazení lištových sekaček může poněkud zmírnit pravidla na ponechání dočasně vyňatých ploch, pokud pracovník v příhodných intervalech zvedne lištu na 15-20 cm. Mulčování je nepřípustné, protože biomasa je rozmělněna na malé kousky, což bezezbytku zabíjí vývojová stádia hmyzu. Při klasické sklizni sena by mnoho jedinců odletělo nebo se ukrylo nízko při zemi. Posečenou hmotu je nutno odstranit z biotopů, aby se nestala zdrojem eutrofizace. Dvojí seč je pro hmyz obecně nevhodná (Konvička a kol., 2005).

Vhodné je snížení intenzity sečení, popř. částečné sečení okrajů silnic, které slouží jako refugia, nebo náhradní biotopy pro druhy polopřirozených trávníků, nebo posunutí seče do pozdního léta pozitivní vliv na motýly bez zvýšených nákladů a bez ohrožení bezpečnosti dopravy. Snížení intenzity seče navíc pomůže ušetřit významné finanční prostředky (Valtonen a kol., 2006).

Některé zásahy nemusí zajistit některé biotopové struktury: plošky narušeného drnu například vzniknou při pastvě spíše než při seči, takže pokud lokalitu udržujeme pouze sečí, musí být doplněna umělým narušováním (Konvička a kol., 2005). K tomu se nabízí celá řada prostředků, jako jsou pojezdy vozidel, naorání brázdy na strmém svahu nebo stržení drnu buldozerem (Konvička a kol., 2010).

Pastevní zátěž z důvodu přepásání má být mnohem mírnější než pastva k hospodářským účelům. Dokonce i takzvaná extenzívní pastva, jak ji definují podmínky zemědělských dotací, stále připouští jednu dobytčí jednotku na hektar a rok. To je pro luční chráněná území příliš mnoho. Území po ochranářsky vhodné pastvě je jen lehce přepaseno, s ostrůvky nespasené vegetace, nedopasků, pásů křovin a naopak dobytkem vydupaných míst. Většina pastvinových živočichů preferuje plochy těsně po skončení pastvy. Proto i pastva by měla být mozaikovitá. Chceme-li pastvou udržet drobnou luční enklávu o několika málo

hektarech, zvolíme krátkodobé přepásání spíše než trvalý pobyt dobytka, a to na podzim (srpen až říjen), případně brzy zjara (duben). Není vhodná pastva za plné vegetace, kdy tlak dobytka může narušit vývoj vzácnějších druhů hmyzu. Naopak, nestejnoměrně spasený porost s určitým podílem nepasených plošek je žádoucím stavem. Ostrůvky nespasené vegetace slouží hmyzu jako zdroj nektaru, což platí zejména pro lopuchy, bodláky a pcháče. Přítomnost takových nedopasků má význam i pro drobnou zvěř, například koroptve (Konvička a kol., 2005).

Antropogenní stanoviště byla ještě donedávna považována za zničenou přírodu. Postupně se ale ukazuje, že nezrekultivované lomy, výsypky, vojenské prostory i motokrosová cvičiště hrají v krajině významnou roli pro uchování druhové diverzity, protože řada druhů vyžaduje ke svému vývoji řídce zapojenou vegetaci. Rozvolněné trávníky s převažujícím volným substrátem už ale nelze v běžně obhospodařované krajině nalézt – sukcesí postupně dochází k jejich zapojování. Dříve byly vytvářeny a udržovány především pastvou, zejména v místech se zvýšeným pohybem dobytka (v okolí napajedel, nocovišť, na hlavních trasách při toulavé pastvě apod.). Kromě uvedených narušovaných míst existuje v horách celá řada dalších, podobně vhodných stanovišť, a to zejména na sjezdovkách. Především v okolí vleků, v zatáčkách či na terénních nerovnostech dochází k rychlejšímu odstranění sněhu a narušování vegetace. Řada druhů s vazbou na řídké výhřevné trávníky zde díky tomu nachází vhodné útočiště. Aktivity spojené s lyžováním tak mimoděk vytvářejí plošky velmi věrohodně napodobující místa rozdupaná dobytkem (Beneš a kol., 2015).

Podobnou funkci v krajině mají i některé aktivity spojené s pohybem turistů jako turismus, cyklistika nebo jezdectví. To všechno v chráněných územích brání zapojení drnu, a tak blokuje sukcesi. Bez těchto aktivit by mnohé ohrožené populace dávno zanikly. Navíc to mohou lidé provádět dobrovolně a zdarma. Návštěvnost proto nemusíme jen potlačovat. Jednou ze zbytečných chyb je vedení naučných a turistických stezek po hranici území, namísto v jeho středu. Potřebujeme-li razantnější disturbanci, můžeme se dohodnout s fanouškem terénních automobilů nebo motocyklů. Sešlap se někdy musí regulovat, kde je příliš intenzivní pohyb, musí se pohyb návštěvníků omezit (Konvička a kol., 2005).

Suché louky a pastviny či výhřevné stráně jsou stanoviště nejvíce bohatá na denní motýly. Díky opakovanému „přepásání“ zde prosperovaly spíše teplomilné druhy rostlin. Fragmenty výhřevných krátkostébelných trávníků jsou rovněž roztroušeny v řadě mezofilních luk v nižších, ale i ve středních polohách, v okolí skalních výchozů, lomů nebo v místech

s mělkým substrátem. Nezanedbatelný podíl teplých stanovišť se nachází i v okolí kamenných zídek nebo v zářezech cest. Nově lze výhřevné trávníky najít i na sjezdovkách, a to v místech, kde bývá nízká sněhová pokrývka (Beneš a kol., 2015).

2.6 Management stanovišť pro modráska ligrusového a modráska komonicového

Konvička a kol. (2010) navrhují záchranný program pro 11 druhů motýlů. Mezi nimi i pro modráska ligrusového. Těžištěm ochrany bude vhodná péče o všechny populace, rozšíření jejich lokalit, a dále péče o další potenciálně vhodná místa výskytu s případnými reintrodukcemi (Šlancarová a kol., 2012). Žádná reintrodukce samozřejmě nesmí ohrozit integritu zdrojové populace manipulovaného druhu (populace nesmí být „vychytána“ pro založení populace jiné). Materiál k reintrodukcím musí pocházet z fylogeograficky co nejbližší a ekologicky co nejpodobnější populace. Je naprosto nevhodné vytvářet směsné populace, pocházející z více populací zdrojových (riziko rozbití koadaptovaných genových komplexů). Konečně, reintrodukce nesmí být pohodlnou výmluvou, proč přežívající druh nechránit v jeho původním prostředí (Konvička a kol., 2005).

Podmínkou bohatosti výskytu je intenzita a způsob využívání – kosení či vypásání. Modrásci preferují zpravidla porosty nízké až mezernaté včetně nekosených ploch (Martiško, 2013).

Úbytek druhové pestrosti zapříčinila ztráta heterogenity krajiny. Proto byla zavedena opatření, z nichž jedním je vysévání pásů volně rostoucích rostlin na podporu hmyzu. Ukázalo se, že tyto pásy jsou vhodnější než extenzivně obdělávané louky, což je pravděpodobně způsobeno příliš intenzivním využitím luk (sekání, hnojení, …) (Haaland a Bersier, 2010).

2.6.1 Modrásek ligrusový

Jde o vymírající druh, proto je nutná jeho ochrana a zachování všech jeho stanovišť, která jsou potenciálně ohrožována zarůstáním (Dolek a Geyer, 2002).

Modrásek ligrusový mizí z rezervací, s příliš intenzivními zásahy řízené péče a přežívá těsně za jejich hranicemi kvůli absenci vhodného hospodaření, vhodně řízené péče a udržování raně sukcesních stádií (Beneš, 2006).

Druh vyžaduje velmi raná sukcesní stádia, ale s mozaikou vyšší vegetace. V rámci managementu je třeba odstraňovat nálet, zajistit sešlap, případně extenzivní cyklickou pastvu

(vhodné jsou kozy), pokud možno při okrajích stanovišť s výskytem vičence. Výpas ovcemi je možný pouze na podzim, protože ovce preferují právě vičenec a spolu s ním spasou i vývojová stádia modráska (Dolek a Geyer, 2002).

Z lokalit, kde se modrásek ligrusový vyskytuje, je nutno ovce úplně vyloučit, popř. oplotit plochy, kde vičenec roste a ovce k nim vůbec nepustit (Konvička a kol., 2005 a Šlancarová a kol., 2012).

Pro rozšiřování území, kde roste živná rostlina, je využívána standartní travní směs, která obsahuje několik druhů schopných podporovat druhy motýlů a dalších bezobratlých. Vesměs jde o konkurenčně zdatné druhy rostlin, výsevy brání v uchycení dalších rostlin. Měly by být zastoupeny nízké bobovité (vičenec ligrus, druhy jetelů a vikví, úročník bolhoj…) (Konvička a kol., 2005).

Modrásek ligrusový umisťuje vajíčka významně výše než obě generace modráska vičencového. Modrásek vičencový a modrásek ligrusový představují dvojici druhů, u nichž je posledně jmenovaný citlivější na výskyt živné rostliny, a tudíž je zranitelnější, co se týče managementu. Protože se živná rostlina vyskytuje ostrůvkovitě, měl by být management uplatňován mozaikovitě. Proto, pokud má být provedena na lokalitě pastva, musí to být mimo období negativně ovlivňující vývoj modráska ligrusového, tj. mimo červen až září (Šlancarová a kol., 2012).

Pokud je seč provedena v srpnu, může vést k likvidaci až celé generace motýlů a při delším trvání až k jejich vyhynutí (Marhoul, 2018).

2.6.2 Modrásek komonicový

Modrásek komonicový je ochranářsky významný, ale přehlížený a nestudovaný druh (Beneš a kol., 2002).

Vymírá ve většině států severní a střední Evropy. Vyžaduje raně sukcesní bezlesí s ploškami obnažené horniny. Na lokalitách je nutné zamezovat náletům křovin, extenzivně pást nebo jinak mechanicky narušovat rostlinný pokryv (Beneš a kol., 2002).

V CHKO Bílé Karpaty se objevují ojedinělé a velmi slabé populace, které žijí zejména v jižní části území Bílých Karpat, odkud jsou v posledních letech jednotlivá pozorování výskytu. Proto je zde modrásek komonicový kriticky ohrožený. Podmínky pro jeho záchranu jsou: Zredukovat zastiňující dřeviny a soustavně odstraňovat nálet. Zvyšovat členitost a rozšiřovat nezapojené okraje cest a jednou za 3–5 let cíleně dotvářet síť cest s vyjetými

kolejemi. Udržovat nezapojený a nízký rostlinný kryt a narušovat ho vytvářením drobných obnažených plošek a terénních nerovností. Vyloučit intenzivní pastvu, zejména ovcí, které přednostně konzumují úročník. Vhodná je občasná velmi extenzivní a krátkodobá pastva skotu (Uřičář a kol., 2016).

Bělokarpatské luční a lesostepní biotopy patří k druhově nejbohatším v celé zemi, což je dáno opožděným nástupem intenzifikace zemědělství (scelení pozemků zde proběhlo nejpozději v celém státě) (Beneš a kol., 2002).

Úspěch celkové strategie je možný pouze s ohledem na dobře upravenou souhru ovlivňujících faktorů (Dolek a Geyer, 2002).

V minulosti byla část současných luk využívána jako pole, což je doposud poznat podle terénních nerovností a hromad kamení. V 80. letech dvacátého století lokalita obhospodařována nebyla a postupně zarůstala dřevinami, především topolem osikou. Travní porosty se podařilo od náletu vyčistit a jsou nyní každoročně mozaikovitě sečeny. Prosvětlovány jsou i navazující hájky. Pole o výměře 13 ha na severním okraji území bylo v roce 2006 zatravněno regionální travinobylinnou směsí semen, která obsahovala i úročník bolhoj. Na bývalé pole se postupně šíří nejen další luční druhy bylin, ale i modrásek komonicový. Dá se předpokládat, že nového prostředí využijí i mnozí další bezobratlí (Uřičář a kol., 2016).

Vápencové louky, známé jako mimořádně bohaté a rozmanité typy přírody severní a střední Evropy, potřebují nějaký řízený management pro jejich dlouhodobou ochranu. Tradičně jsou využívány jako pastviny, zejména pro ovce, ale i kozy, protože ty jsou schopny se dobře pohybovat po skalnatém povrchu (Dolek a Geyer, 2002).

Chov ovcí na ochranných místech je nerentabilní, a proto potřebuje finanční podporu (Dolek a Geyer, 2002).

2.7 Myrmekofilie

Myrmekofilie je větší či menší závislost na soužití s mravenci. Tento název je zavádějící. Ve skutečnosti jde o „modráskofilii“ mravenců, kteří housenkám modrásků nejenže neublíží, ale dokonce je chrání, někdy si je přímo chovají, případně jim umožňují kuklení přímo v hnízdech. Housenky jim za to poskytují „odměnu“ ve formě sladkých a na bílkoviny bohatých šťáv (Beneš a kol., 2002).

Vztah motýlů k mravencům může být různě úzký, od situací, kdy mravenci od vývojových stádií občas odeženou parazitoida či predátora (fakultativní myrmekofilie), až po takzvanou obligátní myrmekofilii, kdy modrásek nemůže bez mravenců ukončit svůj vývoj. I ta může být různě úzká, počínaje volným vztahem motýla k celé řadě druhů mravenců, až po specializovanou vazbu daného druhu modráska na jediný druh mravence. Ochrana tohoto typu obligátní myrmekofilie bude zvlášť obtížná, protože kromě motýlů a jejich živných rostlin musíme zajistit i příhodné podmínky pro konkrétní druhy mravenců (Beneš a kol., 2002).

Charakteristickým znakem housenek, převážné většiny druhů modrásků, a to bez ohledu na to, zda se jedná o myrmekofilní nebo nemyrmekofilní druhy, jsou různé typy kožních žláz. Nejrozšířenější jsou tzv. kupolovité žlázy, které jsou po celém těle a slouží ke komunikaci s mravenci. Jedná se o atraktivní (pro mravence přitažlivé) a zároveň adopční sekrety, které u mravenčích dělnic vyvolávají pečovatelské reflexy. Další jsou tykadlovité žlázy, jejichž účel je dosud nejasný. Posledním typem jsou cukrové (Newcomerovy) žlázy na hřbetě, které produkují cukerný sekret chemickým složením podobný medovici mšic. Tento roztok je určen přímo pro mravenčí dělnice, které se dožadují jeho vyloučení v podobě kapiček mechanickou stimulací (oťukáváním tykadly nebo jemným kousáním pokožky housenek). Stejně tak kukly některých modrásků mají povrchové žlázy produkující adopční feromony. Mravenčí dělnice potom tyto kukly odnášejí, v domnění, že se jedná o jejich larvy, do bezpečí mraveniště (Macek a kol., 2015).

Housenky některých druhů s nevyvinutými žlázami musí samy aktivně proniknout do mravenčích hnízd. Jejich zploštělé a oválné tělo je kryto tuhou kutikulou. U právě z kukel vylíhnutých motýlů se vyvinula unikátní úniková strategie umožňující bezpečné opuštění mraveniště. Jejich tělo totiž pokrývají lepivé volné šupinky, které se snadno uvolňují a ulpívají na těle pronásledujících dělnic. To dělnice zaměstná natolik, že vylíhlý motýl získá dostatek času k opuštění mraveniště (Macek a kol., 2015).

3 Metodika

3.1 Materiál

Pro tuto práci bylo použito 18 jedinců modráska ligrusového z 6 zemí v Evropě a Asii a 18 jedinců modráska komonicového z 8 zemí v Evropě a Asii (Obr. 11 a 12, Příloha 1). Celý materiál byl shromážděný a poskytnutý mým školitelem (Z. F. Fricem). Dále byla využita data pro 52 jedinců modráska ligrusového (z 12 zemí) a 52 jedinců modráska komonicového (z 11 zemí) získaných z databáze Barcoding of Life Data System (BOLD, http://www.boldsystems.org/). K poslednímu druhu bylo přidáno i 15 vzorků od příbuzného španělského druhu *Polyommatus golgus* (Hübner, 1813), který je někdy řazen pouze jako poddruh modráska komonicového.

3.2 Izolace DNA

Tkáň pro izolaci DNA byla získána ze suchých jedinců modráska ligrusového a modráska komonicového. Pro analýzu byly u obou druhů využity končetiny, které byly homogenizovány. Pro extrakci DNA byl použitý kit Genomic DNA Mini Kit (Tissue) od firmy Geneaid, přičemž postup izolace probíhal podle instrukcí výrobce.

Do eppendorfky, kam byla vložena tkáň, bylo přidáno 200 µl GT pufru. Pomocí sterilní plastové mikropestle byly vzorky mechanicky homogenizovány. Do nově vzniklé směsi bylo napipetováno 25 µl proteinázy K. Směs byla smíchána pomocí vortexu a stočena a poté vložena do inkubátoru na dobu čtyř hodin při teplotě 60 °C. Po uplynutí dané doby bylo ke směsi přidáno 200 µl GBT pufru a po protřepání opět vloženo na 2 hodiny do inkubátoru při stejné teplotě. Po dvou hodinách bylo do směsi přidáno 200 µl ethanolu. Směs se zvortexovala, centrifugovala a napipetovala do filtračních kolonek (GD kolonka + Collection Tube) tak, aby na dně eppendorfky zůstala pouze usazenina. Obsah filtrační kolonky (620 µl) centrifugujeme při 14 tisících otáčkách po dobu 2 minut. Collection Tube s filtrátem byla vyměněna u všech vzorků za nové. Do filtrační kolonky bylo napipetováno 400 µl W1 pufru a znovu centrifugováno po 30 vteřin při stejných otáčkách. Z Tube byla vylita tekutina a kolonka, do které bylo přidáno 600 µl Wash pufru. Směs byla znovu centrifugována stejně jako v předchozím kroku. Poté byly Collection Tubes odstraněny a filtrační kolonky byly osazeny do nových a označených eppendorfek. 60 µl elučního pufru, předehřátého na 60 °C, bylo přidáno do filtrační kolonky a 30 vteřin centrifugováno. V eppendorfce pak zůstala izolovaná DNA.

3.3 PCR

Fragmenty DNA byly amplifikovány pomocí polymerázové řetězové reakce, tzv. PCR. Reakce PCR byla provedena pro mitochondriální gen pro cytochrom c oxidázu (COI). Pro práci byly použity standartní primery používané pro fylogenezi u motýlů (Wahlberg a Wheat, 2008), tedy Ron a HybHCO. Sekvence primerů, včetně promotorů (zobrazeny tučně), jsou následující. 5' **TAA TAC GAC TCA CTA TAG GG** GGA GCY CCW GAT ATA GCT TTC CC 3' HybHCO 5' **ATT AAC CCT CAC TAA AGG G**T AAA CTT CAG GGT GAC CAA AAA ATC A 3'. Primery obsahují promotory kvůli jednodušší sekvenaci.

PCR probíhala v objemu 25 µl, z čehož bylo 12,5 µl PPP mastermix od společnosti Top-Bio, 8,7 µl PCR-H_2O, 1 µl forward primeru a 1 µl reverse primeru. Následně byly přidány 2 µl vyizolované DNA.

PCR reakce probíhala v termocykleru v následujících teplotních cyklech:

- 95 °C po dobu 5 min
- 32 cyklů:
    - 94 °C po dobu 30 s
    - 50 °C po dobu 30 s
    - 72 °C po dobu 1 min a 30 s
- závěrečná extenze při teplotě 72 °C po dobu 10 min.

3.4 Gelová elektroforéza

Zda PCR reakce proběhla úspěšně, ověřila elektroforéza na 1,5 % agarózovém gelu. Ten byl připraven rozpuštěním 1,5 g agarózy v 98,5 ml TAE pufru a následným rozehřátím v mikrovlnné troubě. Roztok byl přelit do předem připravené formy osazené hřebínky s 2 x 16 jamkami. Poté tuhnul 30 minut. Po ztuhnutí byl do každé jamky nanesen 5 µl z PCR produktu smíseného s barvivem SYBR Green. Do první jamky byl nanesen marker (ladder). Elektroforéza probíhala za pokojové teploty při napětí 150 V a po dobu 25 minut.

3.5 Sekvenování a alignment

Vzorky, které se ukázaly po elektroforéze jako úspěšné, byly poslány na sekvenování do firmy Macrogen (http://www.macrogen.com) v Jižní Koreji. Získané sekvence byly zkontrolovány ručně a alignovány v programu Geneious v. 7.1.9. Nepotřebné začátky a konce sekvencí byly ořezány tak, aby sekvence začínaly a končily ve stejných pozicích.

3.6 Analýzy

3.6.1 Substituční modely

Připravené sekvence dat se zarovnanými homologickými úseky byly rozštěpeny na 3 možné úseky dle postavení nukleotidů. Program Partition Finder 1. 1. 1. otestoval vhodnost tohoto rozštěpení a vhodnost náležitého substitučního modelu, který byl volen podle nejnižší hodnoty tzv. Bayesiánského informačního kritéria (BIC).

3.6.2 Bayesovská analýza

Pro výpočet Bayesovské analýzy byl využit program MrBayes 3.2.64., pomocí kterého byl vytvořen fylogenetický strom. Analýza probíhala ve čtyřech souběžných krocích se čtyřmi řetězci a heating faktorem 0,2 pro 1000000 generací, burnin=30 %. Burnin jsou testovací data, který byla odstraněna po kontrole.

3.6.3 Haplotypové sítě

Fylogenetický strom nedokáže odhalit veškeré příbuzenské vztahy na úrovni jedinců a populací (dokáže se pouze štěpit, ale už ne spojovat). Proto existují přesnější metody, tzv. haplotypové sítě, které dokáží zachytit vztah mezi sledovanými jedinci. Podle Clementa a kol. (2000) byl k analýze haplotypových sítí využit program TCS 1.21. Ten využívá metodu tzv. statistické parsimonie (úspornosti). Výsledky z analýzy byly následně zobrazeny v TCS Beautifier.

3.6.4 Geografické a populačně genetické charakteristiky

Na základě zeměpisného původu byli jedinci modrásků rozděleni do osmi skupin („populací“) u modráska ligrusového (Obr. 13, Příloha 1) a do sedmi skupin u modráska komonicového (Obr. 14, Příloha 1). Genetická vzdálenost mezi jednotlivými vzorky byla srovnána se zeměpisnou vzdáleností pomocí Mantelova testu s 999 permutacemi. Dále byly spočítány i další populačně genetické charakteristiky, jako je nukleotidová diverzita (π), počet polymorfních míst (S), test na odchýlení od neutrality (Tajima D) a genetické divergence (FST). Všechny tyto analýzy byly spočítány v programu R v. 3.3.3 pomocí balíků *adegenet, pegas, strataG* a *vegan*.

4 Výsledky

4.1 Úspěšnost PCR a sekvence

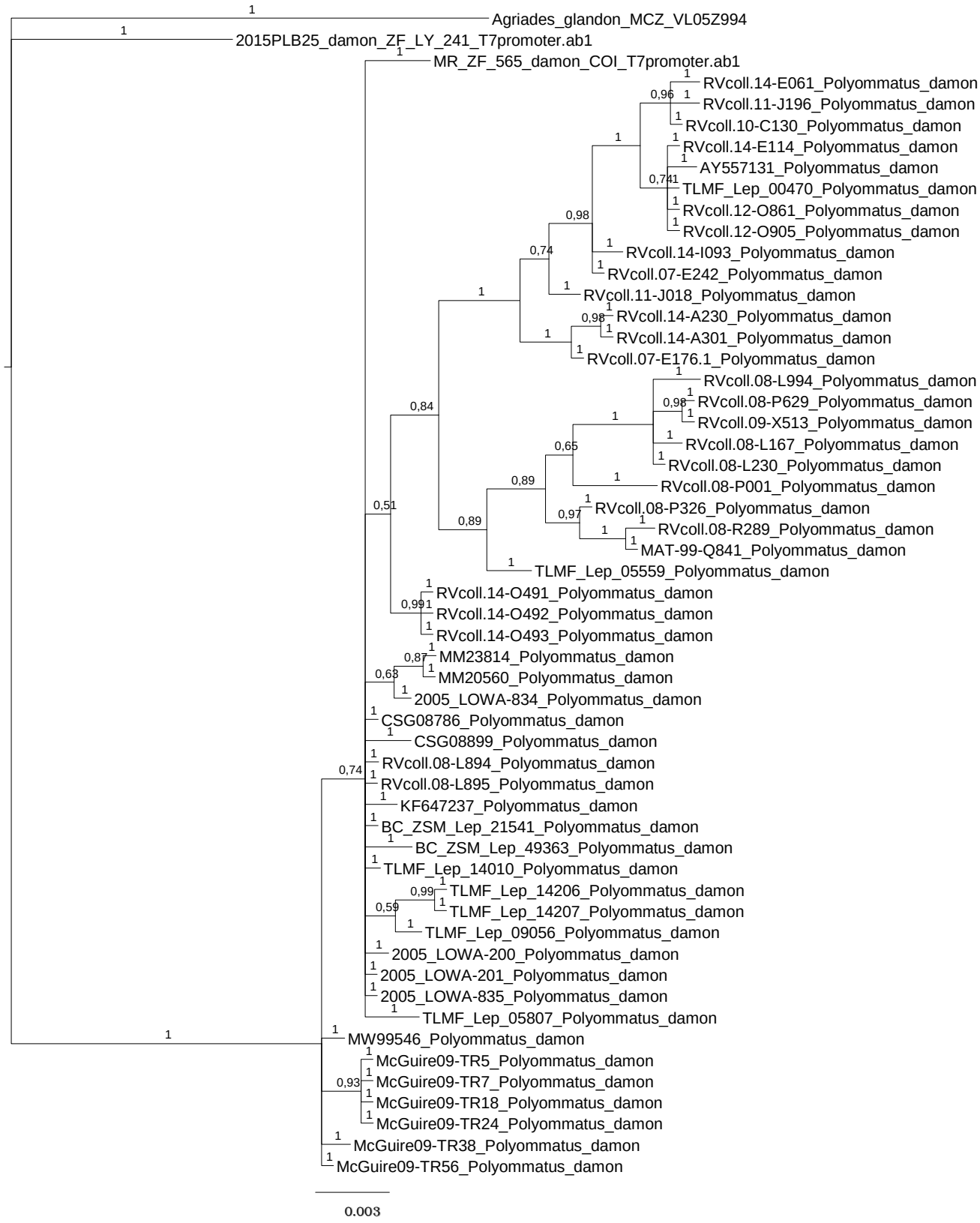
Z celkových 18 použitých jedinců modráska ligrusového (*Polyommatus damon*) byli úspěšně osekvenováni pouze dva jedinci, jeden ze SZ Ruska (MR_ZF_565) a druhý z Kazachstánu (2015PLB25). Úspěšnost byla ještě nižší u modráska komonicového (*Polyommatus dorylas*), kde se nepovedla sekvence žádného. Důvodem může být to, ale řada vzorků je staršího data, mezi 5 a 10 lety. Také je možné, že došlo k mutaci v místě nasedání primeru a ten se tak neuchytil a PCR neproběhla úspěšně. Proto jsem v dalších analýzách musel pokračovat bez českých vzorků.

4.2 Substituční modely

Nejlepší uspořádání datasetových částí bylo u obou zkoumaných druhů, tedy u modráska ligrusového i modráska komonicového, podle jednotlivých kodonů. Nejlepší substituční model pro první kodon o prvního druhu je TrN+Gamma, pro druhý kodon HKY a pro třetí kodon F81. Pro modráska komonicového se liší substituční model pro první kodon, nejlepší zde je model TVM.

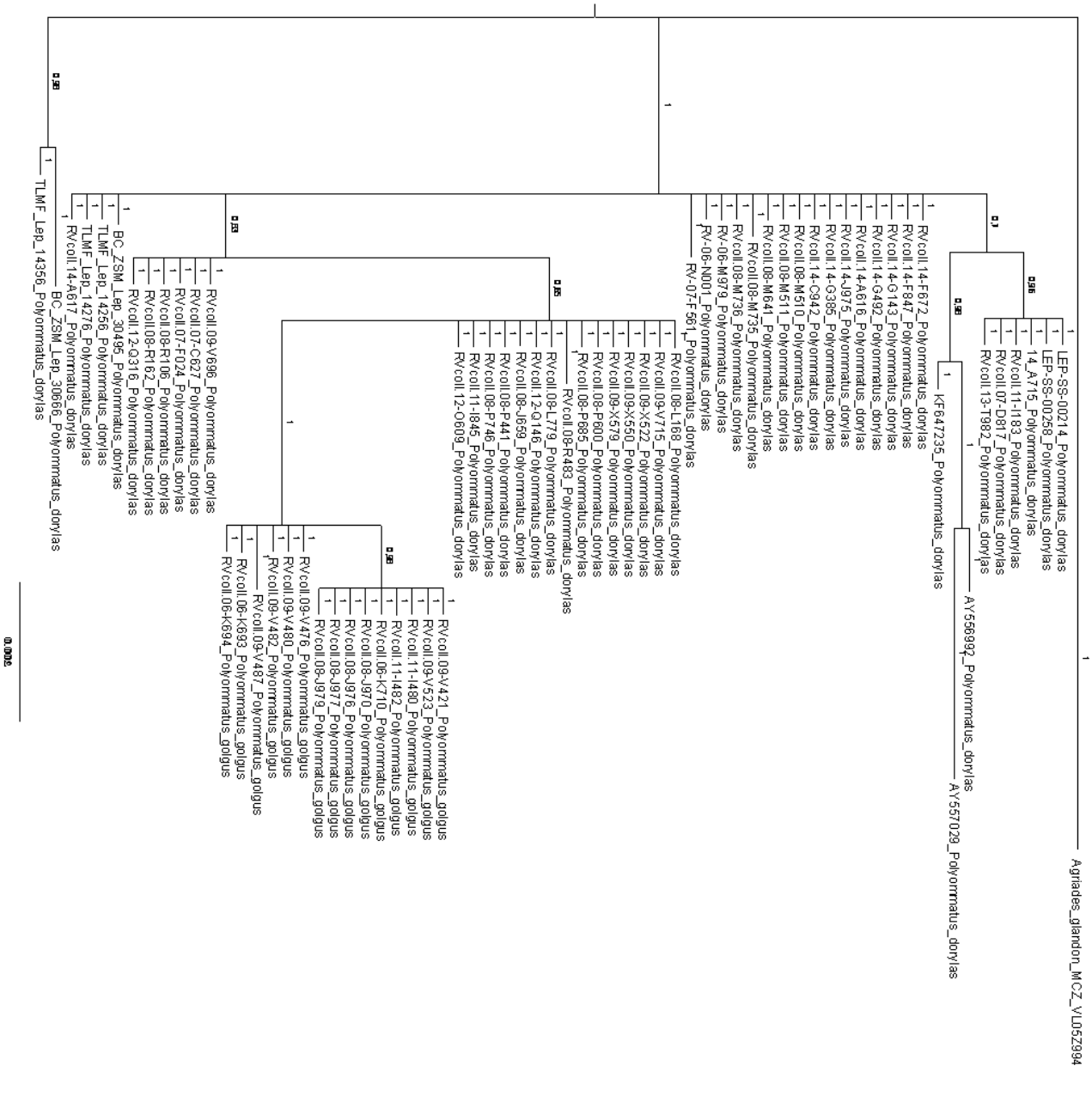
4.3 Bayesovská analýza

Kromě vzorku modráska ligrusového z jižního Kazachstánu tvořily všechny ostatní vzorky monofyletickou skupinu s poměrně nízkým rozlišením jednotlivých větví (Obr. 15).



Obr. 15. – Fylogeneze druhu modrásek ligrusový *(Polyommatus damon)* spočítaná pomocí Bayesovské interference. Čísla větví označují pravděpodobnost jejich výskytu (tzv. posterior probability), na škále od 0 do 1.

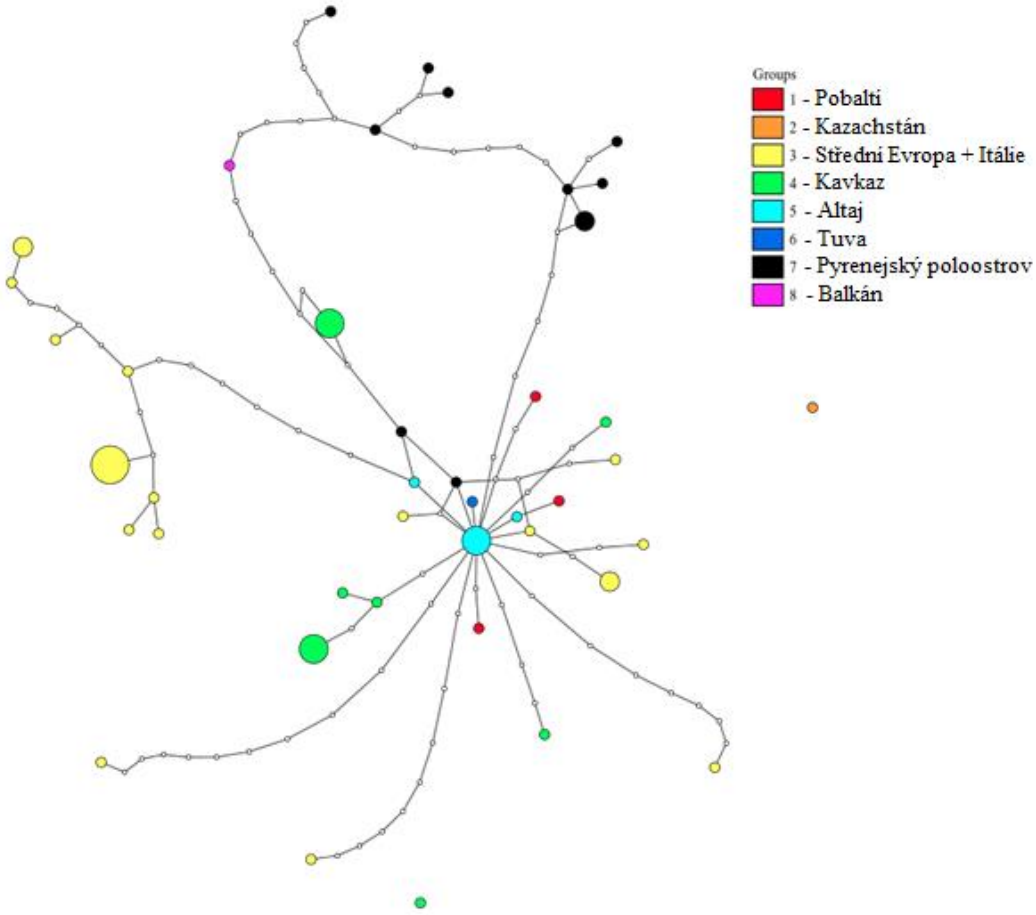
Naopak u modráska komonicového je vidět větší soudržnost jednotlivých vzorků (Obr. 16). Dva vzorky, jeden z Rakouska a druhý z Bavorska, neleží uvnitř skupiny druhu *P. dorylas*, která je jinak monofyletická. Podle fylogenetické analýzy je vidět, že taxon *Polyommatus golgus* nepředstavuje ve sledovaném markeru samostatný druh.



Obr. 16 – Fylogeneze modráska komonicového *(Polyommatus dorylas)* spočítaná pomocí Bayesovské interference. Čísla větví označují pravděpodobnost jejich výskytu

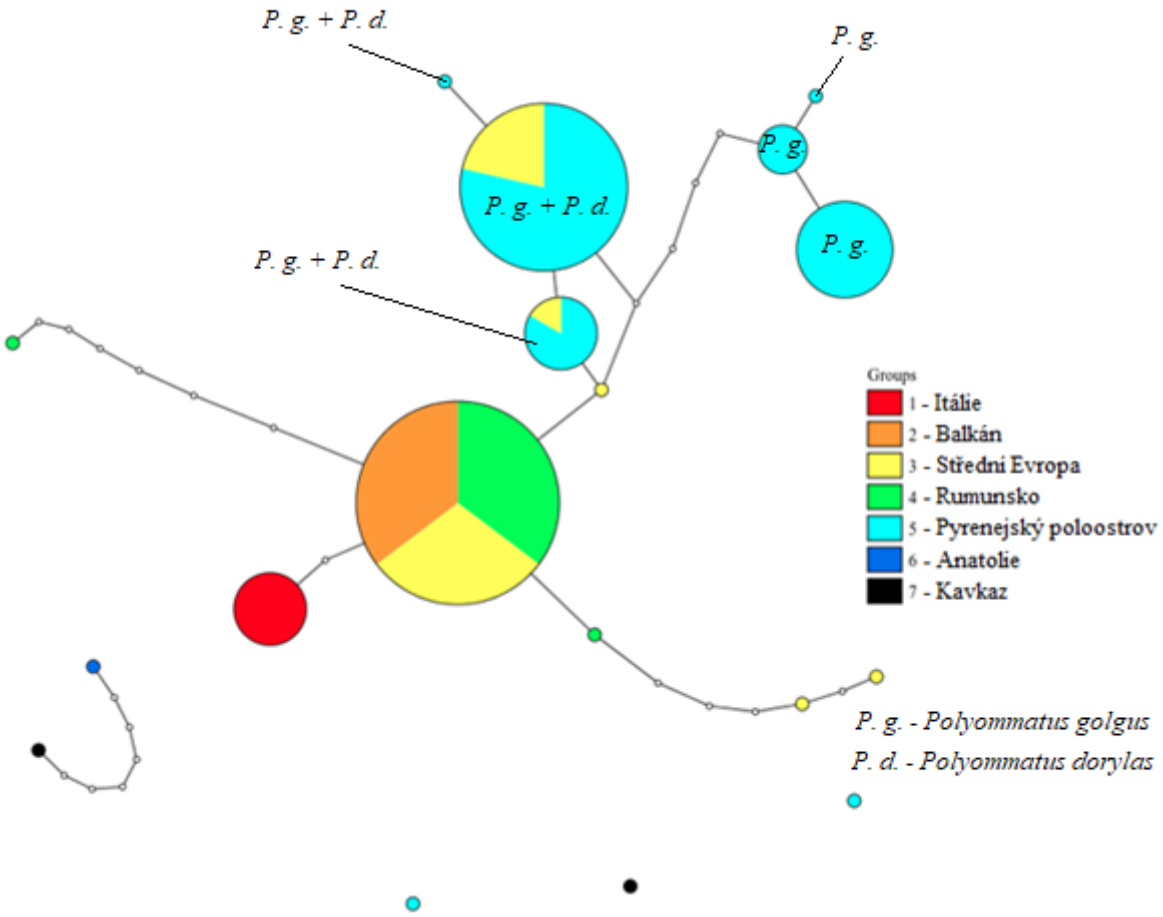
4.4 Haplotypové sítě

Genetická struktura modráska ligrusového sestávala ze 42 haplotypů, řada z nich byla unikátní pro jednotlivé vzorky (Obr. 17).



Obr. 17 – Haplotypová síť pro druh modrásek ligrusový *(Polyommatus damon)* zpracovaná v programu TCS.

Naopak u modráska komonicového bylo pozorováno pouze 18 haplotypů, které jsou z velké části společné pro řadu jedinců a vyskytují se i v různých geografických oblastech (Obr. 18).



Obr. 18 – Haplotypová síť pro druh modrásek komonicový *(Polyommatus dorylas)* zpracovaná v programu TCS.

4.5 Populačně genetické charakteristiky (Tab. 01 a 02)

Vztah mezi geografickou a genetickou diverzitou (Mantelův test) byl u modráska ligrusového pouze marginálně signifikantní (R=0.151, p=0.079), u modráska komonicového byla genetická i geografická diverzita pozitivně korelovaná (R=0.459, p <<0.001). U modráska ligrusového bylo nalezeno více polymorfních (různorodých) míst (61) než u modráska komonicového (30 míst), nukleotidová diverzita byla proto také vyšší u *P. damon* (0,011, p <<0,001) než u *P. dorylas* (0,006, p <<0,001).

Tajimovo D bylo u obou druhů záporné a vysoce signifikantní (*P. damon*: -3,456, p <<0,001; *P. dorylas*: -3,146, p <<0,001). Celkové hodnoty FST u obou druhů (*P. damon*: FST=0,348, p <0.001; *P. dorylas*: FST=0,210, p <0,001) naznačují poměrně nízkou genetickou diferenciaci.

Tab. 1. Přehled populačně genetických charakteristik u modráska ligrusového (*Polyommatus damon*)

Populace	**Počet jedinců**	**Heterozygozita**	**Počet haplotypů**
1 (Pobaltí)	3	0,022	3
2 (Kazachstán)	1	0,377	1
3 (Střední Evropa + Itálie)	21	0,124	16
4 (Kavkaz)	11	0,044	7
5 (Altaj)	5	0,010	3
6 (Tuva)	1	0,000	1
7 (Pyrenejský poloostrov)	11	0,106	10
8 (Balkán)	1	0,000	1

Tab. 2. Přehled populačně genetických charakteristik u modráska komonicového *(Polyommatus dorylas)*

Populace	**Počet jedinců**	**Heterozygozita**	**Počet haplotypů**
1 (Itálie)	6	0,000	1
2 (Balkán)	6	0,000	1
3 (Střední Evropa)	12	0,122	6
4 (Rumunsko)	8	0,015	3
5 (Pyrenejský poloostrov)	32	0,109	8
6 (Anatolie)	1	0,000	1
7 (Kavkaz)	2	0,133	2

5 Diskuze

5.1 Fylogenetická zjištění

V práci byly popsána genetická struktura populací modrásků *P. damon* a *P. dorylas* založená na mitochondriální DNA.

Jeden haplotyp modráska ligrusového z jižního Kazachstánu (viz. kapitola 4.3) se odlišoval od ostatních. Může se jednat o samostatný, možná nepopsaný druh, jiný než *P. damon*.

Výsledky fylogenetické analýzy potvrdily, že jedinci řazení k taxonu *P. golgus* jsou odvození od pyrenejských jedinců *P. dorylas,* což potvrzuje i Bálint a Johnson (1997). Studie dalších, především nukleárních markerů by ukázala, zda se skutečně jedná o neplatný taxon, či zde v minulosti došlo k introgresi mtDNA (hybridizaci mezi druhy).

To, že dva vzorky modráska komonicového leží mimo skupinu druhu *P. dorylas* by mohlo napovídat špatné determinaci vzorků či jejich kontaminaci jiným druhem motýla.

5.2 Populační a fylogeografická zjištění

Z výsledků vyplynulo, že modrásek ligrusový je geneticky různorodější než modrásek komonicový a jeho genetická různorodost není dána čistě geograficky. Hodnoty z populačně genetických testů potom napovídají, že populace obou druhů prošly „bottleneck“ efektem, tedy byly geneticky ochuzené a v současnosti mají vyšší zastoupení vzácných alel. Proto dochází k silnému genetickému driftu. Pro ochranu genetické diverzity obou druhů by tedy bylo vhodné zachránit všechny stávající populace. Jedinci obou druhů ze střední Evropy nejsou geneticky identičtí s jedinci z potenciálních jižnějších refugií (hlavně Balkán), u modráska ligrusového jsou dost odlišní a odlišná je i populace z Pobaltí. Také množství haplotypů u obou druhů je ve střední Evropě vysoké. Současné rozšíření tedy není následek disperze na sever po skončení doby ledové.

5.3 Doporučení k případným posilováním populací či reintrodukcím

Ke vhodné reintrodukci jedinců na lokality, kde jeden nebo druhý druh modráska vyhynul, je důležité genetické testování již vymřelých populací, kde se většinou jedinci z těchto populací nachází v soukromých nebo muzejních sbírkách. Nejvhodnější reintrodukce je taková, kdy jsou na lokalitu reintrodukováni jedinci z populace, která je geneticky nejpříbuznější a tím

nejpodobnější vymřelé populaci, která se vyskytovala na daném území. Nemusí vždy jít o geograficky nejbližší populaci, protože ta může být oddělena např. bariérou, kdy dvě populace mohou pocházet ze dvou linií a dělící zóna se nachází mezi nimi. Populace mohou mít různé lokální adaptace, které jim umožňují přežít v daném prostředí. Např. modrásek ligrusový spp. *ultramarina* z Alp by nebyl nejvhodnější pro reintrodukci na jižní Moravu, která leží mnohem níže než Alpy, protože tento taxon bude mít určité adaptace na vysokohorské prostředí. Dnešní genetické metody dokáží využít sbírkové preparáty např. z muzeí. Ke genetickým testům se využívají končetiny motýla, na kterých se převážně nevyskytují determinační znaky, a proto mohou být využity ke genetickým testům. Končetiny je možné buď rozdrtit a extrahovat z nich DNA, nebo je možné je pouze vylouhovat v lyzačním pufru s proteinázou a poté opláchnout a opět vrátit k jedinci.

5.4 Ochrana a případné rozšíření stanovišť a přežívajících populací modráska ligrusového

Vzhledem k tomu, že se ve střední Evropě nachází více haplotypů obou druhů a dosavadní poznatky nám neumožňují určit, jak jsou na tom geneticky právě české populace, nebylo by zatím vhodné doplňovat stávající populace z cizích zdrojů, ale zaměřit se spíše na ochranu zbývajících lokalit.

Jak modrásek ligrusový, tak modrásek komonicový jsou druhy, které jsou ohrožené nejen na našem území, ale i v jiných státech Evropy a jejich populační trend je stále klesající. Přesto nejsou státem vedeny jako cíle ochrany. Již v literární rešerši byly zmíněny teoretické předpoklady pro úspěšnou ochranu nejen těchto dvou zkoumaných druhů modrásků. Následující text ukazuje, jak se k jejich ochraně přistupuje v České republice ve skutečnosti.

Pracoviště CHKO České středohoří se v minulých letech věnovalo monitoringu tohoto druhu na Lounsku (každoroční sčítání) a zajišťovalo v rámci projektu LIFE+ "Stepi Lounského středohoří" podporu modráska ligrusového, který byl jedním z cílových druhů projektu. Jednalo se o výstavbu oplůtků (ochrana porostů vičence), výsevy vičence kultivaru „Višňovský“ (Obr. 19, 20 a 21, Příloha 1) a odstranění křovin z ploch s živnou rostlinou. Výřezy nežádoucích dřevin probíhaly především v období říjen/listopad. Vičenec byl vyséván v druhé polovině dubna do předem připravené půdy (orba na podzim, přebránování v březnu). Políčka byla dle možností zalévána a byl vytrháván plevel. Bylo nutné je oplotit z důvodu rozrývání divokými prasaty (Kopecký, 2018, ústní sdělení).

V rámci projektu bylo v letech 2011 až 2015 jednou či vícekrát zajištěno přepasení pozemků o výměře přesahující 211 ha. V roce 2014 bylo pro výpasy zajišťované projektem využito celkem téměř 1500 ovcí a koz, o rok později jich bylo na lounských kopcích ještě o cca 500 více. Podle požadovaného cílového stavu pastviny byl zvolen vhodný typ pastvy (volná za pomoci ovčáckých psů, nebo oplůtková), početnost stáda a délka výpasu (Korbelová a Kopecký, 2016).

Obnovní pastvu lze v některých případech částečně nahradit kosením travních porostů. Pokud je po posečení většina travní hmoty odstraněna, podpoří se růst konkurenčně méně zdatných druhů. Dlouhodobé sečení s následným odstraňováním pokosené hmoty ale způsobuje ochuzování půdy o živiny, proto je dobré kosení a pastvu kombinovat. Mulčování bylo využíváno především jako příprava více degradovaných ploch pro následnou pastvu a kosení. Minimálně jednou bylo celkem pokoseno cca 86 ha travních porostů (Korbelová a Kopecký, 2016).

V rámci projektu byl proveden dosev i nový výsev vičence ligrusu pro modráska ligrusového, který pro svůj vývoj potřebuje kompaktní porosty vičence ligrusu. Protože ovce a kozy velmi tuto rostlinu rády konzumují, bylo nezbytné vybrané porosty oplotit, aby při pastvě nedocházelo k její likvidaci. Výsevy a dosevy byly realizovány na několika plochách o celkové výměře více než 2 ha (Korbelová a Kopecký, 2016).

Je reálně možné, že zahraniční materiál v podobě nových jedinců bude opravdu v ČR potřeba, protože situace u nás se opravdu pro domácí populace nevyvíjí dobře (Skala, 2018, ústní sdělení).

P. Skalou, D. Čípem a M. Andresem byl sestaven prozatímní akční plán o populaci na Rané v CHKO České Středohoří. Tento managementový postup odráží současnou úroveň poznatků. Letos (2018) by měl být p. Skalou pro AOPK sepsán regionální akční plán pro tohoto motýla, který bude v závazným postupem pro jeho management. (Skala P, 2018, ústní sdělení).

5.4.1 Akční plán pro druh modrásek ligrusový *(Polyommatus damon)* na lokalitě Raná (Skala a Andres, 2018 - nepublikovaná data)

Základní bionomická data, relevantní pro sestavení plánu:

Modrásek ligrusový je vázán na nezapojené a pokud možno spíše krátkostébelné stepní porosty s hojným výskytem živné rostliny.

Letová perioda na Rané trvá zhruba od poloviny července do konce srpna.

Líhnutí dospělců nastává přibližně od půle července, přičemž druh je značně protandrický. Imaga jsou výrazně heliofilní a sedentární. Při oblačném počasí motýli odlétají pouze při vyrušení. Obě pohlaví aktivně vyhledávají porosty živné rostliny, od kterých se neradi vzdalují, byť jsou velmi zdatnými letci a přirozená disperzní schopnost samic ranské populace se pohybuje minimálně v řádu stovek metrů.

K ovipozici dochází převážně v měsíci srpnu, a to na horní části odkvétající lodyhy živné rostliny, přičemž byla pozorována výrazná preference starších rostlin vyššího vzrůstu. Preferenci vyšších částí rostliny potvrzuje i výzkum Šlancarové a kol. (2012). Obrážející rostliny po pozdně jarní či časně letní seči nejsou vyhledávány. Vajíčko bývá nejčastěji umisťováno na nezralý semeník nebo na paždí palistu, méně často pak přímo na lodyhu a zcela výjimečně na poupata či čerstvě se rozvíjející květy, a to vždy v horní části rostliny. Vajíčka jsou kladena zásadně jednotlivě, což je zřejmě přirozeným regulátorem vnitrodruhové predace. Všechna vajíčka Ranské populace se líhnou ještě téhož roku.

Housenky prvních 2 instarů se živí mladými listy, přičemž poměrně brzy slézají k bázi rostliny, kde také posléze hibernují a to buďto přímo na živné rostlině, nebo v opadance v její těsné blízkosti. Po skončení hibernace se housenky ještě ve třetím instaru vyvíjejí na listech u báze rostliny (zhruba do konce dubna). Žijí velmi skrytě a při sebemenším vyrušení padají na zem. Svou přítomnost prozrazují převážně jen charakteristickými okénkovitými požerky na listech. S oblibou také nakusují centrální žilky mladých lístků, které posléze zavadají a stáčí se, čímž vznikají úkryty pro mladé housenky. Teprve ve čtvrtém instaru (konec dubna až květen) se stěhují na květy, aby posléze opět sestoupily k bázi rostliny, případně do opadanky, kde se během června kuklí.

Podle Geyera a Dolka (ústní sdělení) je toto zdánlivě nelogické cestování housenek modráska ligrusového po živné rostlině zřejmě vedeno snahou o minimalizaci kontaktu s rychleji se vyvíjejícími, a tudíž vzrostlejšími housenkami první generace modráska

vičencového, které rovněž využívají v téže době tutéž živnou rostlinu, a snížilo se tak tím riziko predace z jejich strany, to potvrzuje i Šlancarová a kol. (2012).

Navrhovaná managementová opatření:

Biotopy obývané ranskou populací modráska ligrusového rozhodně nemohou fungovat v bezzásahovém režimu, protože klimaxovým stavem v těchto místech je zapojený porost dřevin s převahou hlohů, trnek a svíd, a i po případné blokaci sukcese dřevin zde dochází k nadměrnému zápoji konkurenčně zdatných trav a bylin, které vytěsňují živnou rostlinu a vytvářejí nevyhovující mikroklima.

Hlavním problémem úspěšného managementu pro modráska ligrusového je značná nepravidelnost ve vztahu jak k fenologii živné rostliny, tak i k vývoji larválních stádií, která značně ztěžuje správné načasování nezbytných managementových opatření.

Proto se i při dodržení všech hlavních zásad a při nejlepším možném načasování zákroků základním principem úspěšného managementu ukazuje být mozaikovitost. Proto jsou navrženy tyto hlavní typy opatření aplikované vždy mozaikovitě.

Opatření k blokaci zápoje dřevin:

Za nejúčinnější je považována kombinace postřiku herbicidu na listy (Roundup pro hlohy a trnky, Garlon pro svídy), prováděného nejlépe v září, kdy je již ukončena letová perioda motýla a lze s výhodou použít vhodný herbicid k zamezení výmladnosti. Ideální je kombinace postřiku na listy (hlavně menší keře v místech bez výskytu vičence) a výřezy s nátěrem pařízku vhodným herbicidem (větší keře nebo blízkost vičence). Toto lze alternativně provádět i v červnu, v době provádění zákroků ad 2, viz níže. Nátěr pařízku by měl být proveden opakovaně, a to alespoň 2x během prvních 2 hodin po řezu. U zvláště resilientních rostlin je doporučeno provést kombinaci postřiku na listy s pozdějším nátěrem pařízku.

Opatření k blokaci expanze dominantních trav a bylin:

Je navržena mozaikovitá seč (alternativně pastvu) prováděná tak, že lokalita bude rozdělena na 6 pruhů ve směru sever-jih a budou ošetřovány rotačním způsobem s využitím následujících režimů:

Hlavním managementovým nástrojem je časně letní seč (později alternativně pastva) v období června, kdy je modrásek ligrusový ve fázi kukly, která je umístěna na živné rostlině, nebo její blízkosti těsně nad povrchem a druh je tedy podstatně méně zranitelný než po

většinu roku. Toto období lze navíc relativně velmi přesně a spolehlivě rozpoznat podle přítomnosti, respektive vymizení, celkem nápadných housenek vřetenušky ligrusové (*Zygaena carniolica*) (Scopoli, 1763), které se vyvíjejí na týchž živných rostlinách synchronně s modráskem ligrusovým. Po zmizení housenek vřetenušky ligrusové z živné rostliny (zakuklení) doporučují počkat pro jistotu ještě cca týden až 10 dní a pak je možno plochu posekat (alternativně spást) s tím, že je vhodné při seči šetřit vzrostlejší trsy vičenců, mimo jiné i proto, že se zde tou dobou mohou nacházet vajíčka či mladé housenky doprovodného druhu modráska vičencového, které se vyskytují převážně na listech ve spodní části rostliny. Pastva v tomto období je alternativně rovněž možná, ale je poněkud rizikovější z důvodu jednak delšího trvání, kdy je ohroženo načasování zákroku a také méně výhodná z důvodu selektivního spásání vičence namísto jiných méně chutných ale zde méně žádoucích druhů, hlavně dominantní trávy.

Pastva negativně ovlivňuje vývoj modráska, pokud je provedena od června do září (Šlancarová a kol., 2012).

Doplňkovým opatřením je podzimní či zimní seč nebo pastva v časně jarním období (březen až duben), přičemž seč je považována opět za bezpečnější a vhodnější ze stejných důvodů jako výše. Při seči lze docílit přesně opačné selektivity, kterou je redukce trav při zachování většiny vičence a tím mnohem příznivějšího účinku než u pastvy.

Zbývající část plochy lokality (cca třetina) by měla v každém roce zůstat zcela bez zásahu s tím, že jednotlivé plochy se každoročně prostřídají tak, aby každá plocha prošla během tříletého cyklu všemi třemi fázemi managementu.

Aktivní podpora živné rostliny:

Za účinná opatření k podpoře populací živné rostliny je považován dosev vičence písečného ze semen autochtonní provenience, jakož i výsevy a kultivace porostů náhradní živné rostliny vičence ligrusu v doletové vzdálenosti motýla.

Obojí má již na lokalitě Raná dobrou tradici a mělo zřejmě i významný podíl na tom, že se zde motýl dosud udržel. Proto je velice žádoucí v tom nadále pokračovat, případně dosev autochtonního vičence ještě zintenzivnit, a to zejména na plochách, kde právě proběhlo odstranění dřevin nebo dominantních bylin.

V této souvislosti by také stálo za to zde umístit nějakou formu ochrany vičencových porostů proti zajícům, jejichž okus porosty a tím pádem také nakladená vajíčka aktuálně

ohrožuje. Možností jsou jednak pachové odpuzovače, a jednak instalace strašáků podobně jako se dříve používalo na polích k ochraně úrody.

Záchranný chov a zřizování nových populací:

K podpoře populace je doporučeno zřízení záchranného chovu, ze kterého může být jednak početně posilována zdrojová populace a jednak může být v dohledné době použit i k posílení satelitní populace na ploše H či zřízení dalších satelitních populací na dalších potenciálně vhodných, ale zatím neosídlených plochách v okolí.

Skutečně stabilizovaný reprodukční chov schopný produkce dostatečného množství materiálu k těmto účelům lze očekávat v horizontu několika následujících let. Nicméně jde o velmi účinný nástroj podpory druhu, bez něhož bude početní expanze modráska ligrusového na lokalitě dosti pomalá i v případě správného provedení managementu a celkového zlepšení podmínek.

To totiž souvisí s relativně nízkou populační dynamikou druhu. Samice modráska ligrusového kladou poměrně málo vajíček oproti jiným druhům motýlů (maximálně několik desítek) a housenky se mohou vzájemně požírat. Dalším limitujícím faktorem rychlé početní expanze tohoto modráska. Za příznivých podmínek je značné riziko vnitrodruhové predace, stejně jako možná predace ze strany modráska vičencového. Lze tedy říci, že po každém početním propadu způsobeném dočasným zhoršením životních podmínek v jednom konkrétním roce je třeba několik dobrých let, než se jeho početnost opět vrátí na původní úroveň.

Z tohoto důvodu tedy bude zřejmě záchranný chov modráska ligrusového sehrávat v podpoře tohoto druhu mnohem zásadnější roli, než jakou má u jiných druhů s reprodukční strategií umožňující rychleji spontánně reagovat na zlepšení životních podmínek v důsledku kvalitního managementu.

Ideálně by měl být chov každoročně oživován přísunem několika nových jedinců z lokality Raná (ideálně 2 až 3 páry či 2 až 3 oplozené samice), nebo ještě lépe z jiné lokality k zamezení rizika vzniku inbrední deprese nebo disproporcionální distribuce genů v rámci populace (výrazná multiplikace několika náhodně zvolených kopií genetické výbavy od náhodně chycených zdrojových kusů k založení chovu). Tyto opakované odběry by však byly vždy hyperkompenzovány každoročním vypuštěním několikanásobně vyššího počtu jedinců

ze záchranného chovu, takže celkově nedojde k oslabení zdrojové populace, ale naopak k jejímu posílení.

Záchranný chov vzniklý z jedinců ranské populace a případně geneticky oživený i jedinci z bavorských nebo moravských populací může být později využit i pro zřizování dalších populací na místech, kde motýl již vyhynul, nicméně bylo by jej zde možné repatriovat. Naprosto ideální by bylo, kdyby se tímto způsobem podařilo časem vytvořit fungující metapopulaci s centrem výskytu (zdrojovou populací) na Rané.

5.5 Projekt mateřídouškové stepi

Plánování a provádění managementu pro modráska ligrusového mohou využít i jiné druhy ze stejného prostředí a tím „nevědomky“ tento management prospěje i jim. Podobný projekt k záchraně mnoha druhů motýlů i jiných živočichů probíhá na Příbramsku mezi obcemi Brod a Jerusalem, kde se nachází Mateřídoušková step, Principem péče o tuto lokalitu je zamezení pokračujících sukcesních procesů a podpora řídké, krátkostébelné, druhově bohaté vegetace. To by mělo být dosaženo dvěma doplňujícími se typy managementu mozaikovitým kosením a disturbancemi působenými motokrosovými aktivitami. Velmi vhodný je přesun a uzavírání částí drah, což přispěje k vytváření různých stádií sukcesních ploch a celkově velmi pestré mozaiky vegetace různého charakteru. Management by proto měl směřovat k vytvoření mozaiky krátkostébelných stepí, druhově bohatých lučních společenstev a obnažených ploch. Díky vhodnému managementu se daří brzdit přirozenou sukcesi a vegetace zůstává ve stavu krátkostébelných stepí. Tento stav vyhovuje mnoha cílovým druhům bezobratlých, ale i ptáků, jako např. koroptve polní nebo ťuhýka obecného. Jejich početnost je stabilní, mnohé druhy motýlů dokonce zvýšily svoji početnost (Sedláček, 2018).

5.6 Pomoc ČSOP Morava při záchraně populací modráska ligrusového

Modrásek ligrusový je vázaný na jednu rostlinu – vičenec. Proto ochránci přírody z ČSOP Morava věnují mnoho sil, aby tomuto vymírajícímu druhu motýla, v přírodní památce Kamenný vrch u Kurdějova, pomohli. Na lokalitě jeho výskytu dosévají vičenec a několikrát do roka ji speciálním způsobem sekají tak, aby měl motýl ideální podmínky pro rozmnožování (www.csop.cz, 2017).

5.7 Ochranářské práce skupiny JARO Jaroměř

Akční ochranářská skupina JARO Jaroměř, kterou dnes tvoří několik základních organizací Českého svazu ochránců přírody, se do ochrany přírody zapojuje celou řadou různých aktivit. Mezi nimi i záchrana a péče o modráska ligrusového a modráska komonicového a stanoviště, kde se jejich poslední populace vyskytují nejen v České Republice, ale i na Slovensku, v Rakousku nebo v Německu. V roce 2014 a 2015 extrémní sucha způsobila, že populace vičenců kompletně zkolabovaly a ani v roce 2016 se zatím ani přes maximální snahu nedokázaly pořádně zotavit.

Vše se snaží zvrátit založením menších vičencových políček (Obr. 22, Příloha 1), ale situaci komplikovalo pro změnu suché jaro 2016, kdy hodně vysetých vičenců zaschlo a to, co nezaschlo, tak alespoň nevykvetlo (www.jarojaromer.cz, 2018b).

V roce 2014 se pustili do záchrany národní přírodní rezervace Na Adamcích nedaleko Kyjova na jihovýchodní Moravě, kde se modrásek ligrusový vyskytuje. Pouhých několik let absence vhodné údržby způsobilo, že se zdejší unikátní druhy rostlin a živočichů dostaly na samou hranici své existence. Dnes je situace taková, že všechny 3 populace v České Republice jsou zároveň jedny z posledních populací v celé střední Evropě (www.jarojaromer.cz, 2018b).

Proto se skupina JARO Jaroměř snažila zajistit co nejvhodnější podmínky pro vývoj modráska ligrusového. Zalarmovali odbornou ochranářskou veřejnost a patřičné úředníky státní ochrany přírody a spojily se s vlastníky a uživateli dotčených ploch. Pustili se do ekologického výzkumu tohoto druhu a nakonec přímo na místě realizovali, případně koordinovali, opatření, která by mu pomohla přežít. Nebýt aktivit skupiny JARO Jaroměř, tak by na této lokalitě tento druh již vyhynul (www.jarojaromer.cz, 2018b).

V roce 2016 byla snaha o získání několika samic do záchranného chovu, která ale nebyla úspěšná. Tento motýl vymřel už i na Slovensku, Maďarsku a jedna až dvě populace snad přežívají v Rakousku. Proto se pustili do mapování a výzkumu tohoto motýla v Rakousku, ve snaze zabránit jeho vyhynutí i zde. Z časových důvodů se nepodařilo získat do pojistného a hlavně výzkumného chovu, protože o biologii tohoto motýla spousta údajů zatím chybí, ani modrásky ligrusové z jejich poslední populace v Čechách – tedy z Českého středohoří. Zde se zatím jejich poslední populace drží, ale obávají se, že je možná už geneticky degenerovaná. To, zda tomu tak je doopravdy, by mohl odhalit právě jejich záchranný chov, případně molekulárně-genetický výzkum. Jediným pozitivem je, že došli ke

zjištění, že druh zatím stále ještě přežívá na posledních pár lokalitách v Německu, byť i zde rapidně mizí (www.jarojaromer.cz, 2018b).

Snad už není daleko doba, kdy dokážeme v přírodě „chovat“ modráska ligrusového, coby další „náročný“ druh denního motýla a kdy budeme schopni tento vymírající druh vrátit zpět i na další potenciálně vhodné lokality tak, aby se obnovil co největší díl dřívější metapopulace a modrásek se pak začal už šířit a udržovat samovolně, protože až tak rozhodující není celková velikost jednotlivých biotopů i rozloha klasických managementových zásahů jako je pastva, kosení či vyřezávky náletů, ale celková a velmi pečlivě naplánovaná a vypilovaná kvalita jednotlivých managementových zásahů. Další možností je celoroční přítomnost velkých herbivorů jako např. polodivoký kůň, zubr a zpětně vyšlechtěný pratur, kteří tyto „přesné zásahy“ činí bez námahy, zcela přirozeně a dokonce podstatně lépe, snadněji a levněji než dokáže ochranář s křovinořezem, bagrem, buldozerem, traktorem, stádem koz a ovcí, ohněm nebo tankem (www.jarojaromer.cz, 2018c).

5.8 Ochrana a případné rozšíření stanovišť a přežívajících populací modráska komonicového

Modrásek komonicový byl donedávna považován v ČR za vyhynulého. V roce 2016 J. Uřičář v rámci mapování Bílých Karpat našel jednu populaci poblíž Radějova, kde P. Skala loni (2017) odebral několik samic 2. generace pro záchranný chov. Ten teď probíhá na dvou místech a to jednak u něho doma, a jednak u M. Andrese, který je aktuálně bezkonkurenčně nejschopnější chovatel denních motýlů v ČR. Tento materiál by časem měl být využit pro reintrodukci motýla v Čechách (Skala, 2018, ústní sdělení).

Radějovská louka je udržována mozaikovitou sečí. Na cílové lokalitě je dolaďován ideální managementový režim. Komplikací je, že pastva je v tomto případě trochu problematická, a to hlavně proto, že ovce spásají přednostně úročník, živnou rostlinu motýla (Skala, 2018, ústní sdělení), což potvrzuje mj. i Konvička a kol. (2005).

Podmínky pro záchranu modráska komonicového jsou následující: Zredukovat zastiňující dřeviny a soustavně odstraňovat nálet. Zvyšovat členitost a rozšiřovat nezapojené okraje cest a jednou za 3–5 let cíleně dotvářet síť cest s vyjetými kolejemi. Udržovat

nezapojený a nízký rostlinný kryt a narušovat ho vytvářením drobných obnažených plošek a terénních nerovností. Vyloučit intenzivní pastvu, zejména ovcí, které úročník přednostně konzumují. Vhodná je občasná velmi extenzivní a krátkodobá pastva skotu (Uřičář, 2016).

Je doporučena mozaikovitá seč (Beneš, 2003, Bubová a kol., 2015, Uřičář a kol., 2016 a Skala, ústní sdělení, 2018).

V minulosti byla část současných luk využívána jako pole, což je doposud poznat podle terénních nerovností a hromad kamení. V 80. letech dvacátého století lokalita obhospodařována nebyla a postupně zarůstala dřevinami, především topolem osikou. Travní porosty se podařilo od náletu vyčistit a jsou nyní každoročně mozaikovitě sečeny. Prosvětlovány jsou i navazující hájky. Pole o výměře 13 ha na severním okraji území bylo v roce 2006 zatravněno regionální travinobylinnou směsí semen, která obsahovala i úročník bolhoj. Na bývalé pole se postupně šíří nejen další luční druhy bylin, ale i modrásek komonicový. Dá se předpokládat, že nového prostředí využijí i mnozí další bezobratlí (Uřičář, 2016).

Skupina JARO Jaroměř spolupracuje s CHKO České středohoří na záchraně modráska komonicového, ochraně stanovišť a na umělém chovu. Sama skupina mapuje výskyt modráska ligrusového. Začíná mapování i na Slovensku, protože tam jsou jak modrásek ligrusový, tak modrásek komonicový nezvěstní, protože odtud informace z mapování stále chybí. Stejná situace je v Maďarsku. V Rakousku zkoumali 2 lokality, z nichž na jedné byl nalezen modrásek ligrusový, ale na druhé byla pouze vajíčka (Čížp, 2018, ústní sdělení).

6 Závěr

Hlavním cílem práce bylo zjistit, ke které populaci v Evropě je geneticky nejpříbuznější česká populace modráska ligrusového *(Polyommatus damon* (Denis a Schiffermüller, 1775)) a modráska komonicového *(Polyommatus dorylas* (Denis a Schiffermüller, 1775)) a ověřit fakt, zda pochází z populací okolí mediteránu, které se odtud rozšířily do střední Evropy v postglaciálním období. Bohužel se podařilo osekvenovat pouze 2 vzorky modráska ligrusového (SZ Rusko a Kazachstán) a žádný vzorek z České republiky. Proto bylo pracováno pouze s ostatními vzorky.

Oba druhy modrásků jsou poměrně geneticky různorodé v rámci svého areálu rozšíření, i když různorodost u modráska ligrusového je zhruba dvojnásobná. Oba druhy, až na několik výjimek způsobených buď kontaminací, či špatnou determinací, jsou monofyletické. Druh *Polyommatus golgus* (Hübner, 1813) se v mitochondriální DNA neliší od druhu modrásek komonicový.

Středoevropské populace obou druhů nejsou přímo odvozené z jihoevropských. Populačně genetické testy ukázaly, že populace obou druhů prošly „bottleneck“ efektem a nyní podléhají genetickému driftu. Z toho tedy vyplývá, že pokud chceme u obou druhů zachovat jejich genetickou diverzitu, tak se při aktivní ochraně obou druhů musíme snažit zachránit všechny stávající populace zvlášť. Dle současných znalostí by nebylo vhodné posilovat stávající populace jedinci z jiných zdrojů. Pro případné reintrodukce na území, kde druhy vyhynuly, by bylo třeba provést detailní genetickou studii obou druhů v celém areálu rozšíření.

Je tedy nutné důkladně zmapovat a geneticky prověřit současné středoevropské lokality (ve všech státech) a poté začít s vhodným managementem, případně umělým chovem. A i u nás, navzdory prováděným kladným ochranářským opatřením, vede ještě dlouhá cesta ke stavu, kdy by se modrásek ligrusový nebo modrásek komonicový začal běžně vyskytovat na připravovaných lokalitách.

7 Zdroje

7.1 Seznam použité literatury

1. Bálin Z., a Johnson K., 1997: Reformation of the Polyommatus Section with a Taxonomie and Biogeographic OverView (Lepidoptera, Lycaenidae, Polyommatini). Neue Entomologische nachrichten 40: 1-68.
2. Beneš J., Konvička M., Fric Z., Dvořák J., Havelda Z., Pavlíčko A., Vrabec V. a Weidenhoffer Z., 2002: Motýli České Republiky: Rozšíření a ochrana I. Praha: Společnost pro ochranu motýlů, 25, 26, 28, 31, 33, 34, 39, 42, 43, 57, 333-337 s.
3. Beneš J., Kepka P. a Konvička M., 2003: Limestone Quarries as Refuges for European Xerophilous Butterflies. Conservation Biology 4: 1058-1069.
4. Beneš J. a Konvička M., 2006: Denní motýli v národních maloploškách: první poznatky z celostátní inventarizace. Ochrana přírody 61: 145-150.
5. Beneš J., Čížek O., Malkiewicz A. a Tarnavski D. 2015: Denní motýli v Krkonoších, atlas rozšíření. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 30, 34-37, 268 s.
6. Bengtsson B-A., Björklund J-O., Cederberg B., Eliasson C., Franzén M., Hydén N., Lindeborg M., Palmqvist G., Ryrholm A. a Söderström B., 2010: Fjärilar – Butterflies and moths, Lepidoptera. Rödlistade Arter i Sverige. ArtDatenbanken, SLU, Uppsala
7. Bělín V., 1999: Motýli České a Slovenské republiky aktivní ve dne. Zlín: Kabourek, 30 s.
8. Bolz R. a Dolek M., 2003: Rote Liste gefährdeter Tagfalter (Lepidoptera: Rhopalocera) Bayerns. Landesamtes für Umweltschutz 166: 217-222.
9. Bubová T., Vrabec V., Kulma, M. a Novicki P., 2015: Land management impacts on European butterflies of conservation concern: a review. Journal of Insect Conservation 19: 805-821.
10. Clement M., Posada D a Crandall K. A., 2000: TCS: a computer program to estimate gene genealogies. Molecular Ecology 9: 1657-1659.
11. Čechmánek Z. a Hrabák R., 2006: Život motýlů střední Evropy. Praha: Granit, 11 a 94 s.
12. Čížek L., Fric Z. a Konvička M., 2006: Host plant defences and voltinism in European butterflies. Ecological entomology 31: 337-344.
13. Dinca V., Montagud S., Talavera G., Hernández-Roldán J., Munguira M. L., García-Barros E., Hebert P. D. N. a Vila R., 2015: DNA barcode reference library for Iberian

butterflies enables a continental-scale preview of potential cryptic diversity. Scientific Reports 5: 12395.

14. Dmitrijev J., 1987: Hmyz známý i neznámý, pronásledovaný, chráněný. Praha: Lidové nakladatelství, 164 s.
15. Dolek M. a Geyer A., 2002: Conserving biodiversity on calcareous grasslands in the Franconian Jura by grazing: a comprehensive approach. Biological conservation 104: 351-360.
16. Farkač J., Král D. a Škorpík M., 2005: Červený seznam ohrožených druhů České Republiky-Bezobratlí. Praha: AOPK ČR, 221 s.
17. Gaston K. J. a Fuller R.A., 2007: Biodiversity and extinction: losing the common and the widespread. Progress in Physical Geography 31: 213-225.
18. Gelbrecht J., Eichstädt D., Göritz U., Kallies A., Kühne L., Richert A., Rödel I., Sobczyk T. a Weidlich M., 2001: Gesamtartenliste und Rote Liste der Schmetterlinge (Macrolepidoptera) des Landes Brandeburg. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 10: 3-62.
19. Günther K., Hannemann H.-J., Heike F., Königsman E. a Schumann H., 1968: Urania Tierreich Insekten. Berlin: Urania – Verlag Leipzig/Jena, 592, 593 s.
20. Haaland Ch., Bersier L.F., 2010: What can sown wildflower strips contribute to butterfly conservation?: an example from a Swiss lowland agricultural landscape. Journal of Insect Conservation 15: 301-309 s.
21. Hanzák J, Halík L, Mikulová M., Moucha J. a Zahradník J., 1973: Světem zvířat V. Bezobratlí 2. Praha: Albatros, 358 s.
22. Hejcman M., Auf D., Gaisler J. 2005: Year-round cattle grazing as an alternative management of hay meadows in the Giant Mts (Krkonoše, Karkonosze), the Czech Republic. Bratislava: Ekológia 24: 419-429.
23. Hejda R., Farkač J. a Chobot K., 2017: Červený seznam ohrožených druhů České Republiky-Bezobratlí. Praha: AOPK ČR, 211 s.
24. Higgins L. G. a Riley N. D., 1970: A field guide to the Butterfiles of Britain and Europe. London: Collins Grafton Street, 81, 87 s.
25. Hrabák R., 1985: Kapesní atlas našich motýlů. Státní zemědělské nakladatelství ve spolupráci se Státním pedagogickým nakladatelstvím Praha, 63 s.
26. Hůrka K., 1978: Rozmnožování a vývoj hmyzu. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 168 s.
27. Imes R., 1997: Svět hmyzu. Praha: Svojtka a Vašut, 115-116 s.

28. Jaroš J., 1984: Motýlí fauna (Lepidoptera) okolí Kaplice a Slepičích hor. České Budějovice: Jihočeské muzeum, 8, 9, 15 s.
29. Junker M., Zimmermann M., Ramos A., Gros P., Konvička M., Néve G., Rákosy L., Tammaru T., Castilho R. a Schmitt T., 2015: Three in One-Multiple Faunal Elements within an Endangered European Butterfly Species.
30. Kadlec T., Beneš J., Jarošík V., Konvička M. 2008: Revisiting urban refuges: Changes of butterfly and burnet fauna in Prague reserves over three decades. Landscape and Urban Planning 85: 1-11 s.
31. Konvička M., Beneš J., Fric Z. a Čížek O., 2004: Natura 2000 a denní motýli: lekce ze síťového atlasu. Ochrana přírody, 59: 178-183.
32. Konvička M., Beneš J. a Čížek L., 2005: Ohrožený hmyz nelesních stanovišť: ochrana a management. Olomouc: Sagittaria, 17, 58-64, 80 s.
33. Konvička M., Beneš J. a Fric Z., 2010: Ochrana denních motýlů v České Republice Analýza stavu a dlouhodobá strategie. Přírodovědecká fakulta Jihočeské university (katedra zoologie) a Entomologický ústav BC AV ČR (oddělení ekologie a ochrany přírody), 13, 16, 19, 63, 86 s.
34. Korbelová J. a Kopecký V., 2016: Stepi Lounského středohoří: projekt LIFE+: prezentace výsledků projektu pro veřejnost. Litoměřice: AOPK ČR, 16, 18 s.
35. Křížek G. O., Havel L. a Garcia M. O., 2006: Motýli ve fotografii. Tišnov: Sursum, 66, 68 s.
36. Kudrna O., 1986: Butterflies of Europe. Volume 8. Aspects of the Conservation of Butterflies in Europe. Wiesbaden: AULA Verlag.
37. Kudrna O., Pennerstorfer J. a Lux Kristian, 2015: Distribution atlas of European Butterflies and Skippers. Schwanfeld: Wissen schaftlicher Verlag PEKS, 285 s.
38. Landman W., 1999: Encyklopedie motýlů. Praha: Rebo Productions, 147 s.
39. Longley M. a Southerton N. W., 1997: Factors determining the effects of pesticides upon butterflies inhabiting arable farmland. Agriculture Ecosystem a Environment 61: 1-12.
40. Macek J., Laštůvka Z., Beneš J., Traxler L., 2015: Motýli a housenky střední Evropy IV: Denní motýli. Praha: Academia, 244, 323-327 s.
41. Martiško J., Martišková K. a Martiško V., 2013: Pestrý svět denních motýlů Jihomoravského kraje. Jihomoravský kraj, 44, 67-69, s.
42. Moucha J., 1962: Motýli. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 108 s.
43. Moucha J., 1972a: Naši denní motýli. Praha: Albatros, 204 s.

44. Moucha J., 1972b: Sbíráme motýly. Praha: Práce, 149-150 s.
45. New T. R., 2012: Insect Conservation: Past, Present and Prospects. Dordrecht: Springer, 308 s.
46. Novák I. a Spitzer K., 1982: Ohrožený svět hmyzu. Praha: Academia, 29, 55 s.
47. Novák I. a Pokorný V., 2003: Atlas motýlů. Praha: Paseka, 63, 64 s.
48. Pech P, Konvička M a Fric Z., 2007 Species-Specificity of the Phengaris (Maculinea) – Myrmica Host System: Fact or myth? (Lepidoptera: Lycaenidae; Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology 50: 983-1003.
49. Reichholf-Riehm H., 1996: Motýli. Praha: Knižní klub, 66 s.
50. Severa F. a Novák I., 1990: Motýli. Praha: Aventinum s. r. o., 228 s.
51. Schwarz R., 1949: Motýli 2. Praha: Vesmír, 43, 44, 46 a 47 s.
52. Sterry P. a Mackay A., 2004: Butterflies and moths. Dorling Kindersley, 29 a 35 s.
53. Šlancarová J., Bednářová J., Beneš J., Konvička M. 2012: How life history affects threat status: Requirements of two Onobrychis-feeding lycaenid butterflies, *Polyommatus damon* and *Polyommatus thersites*, in the Czech Republic. Biologia 67: 1175-1185.
54. Tartally A., Váradi A., Tóth J. P. a Bereczki J., 2017: First Data on the Host Ant Usage of Large Blue from the Carpathian Basin. Sociobiology 64: 122-124.
55. Tykač J. a Komárek J., 1952: Atlas motýlů: Praha: Melantrich, 13 s.
56. Uřičář J., Jongepierová I. a Vondřejc T. E., 2016: Zásady péče o významné druhy motýlů Bílých Karpat. ZO ČSOP Bílé Karpaty Veselí nad Moravou ve spolupráci s AOPK ČR, 32-35 s.
57. Valtonen A., Saarinen K., Jantunen J. 2006: Effect of different mowing regimes on butterflies and diurnal moths on road verges. Animal Biodiversity and Conservation 29: 133-148.
58. Van Dyck H., Van Strien A. J., Maes D. a Van Swaay C., 2009: Declines in common, widespread butterflies in a landscape under intense human use. Conservation Biology 23: 957-965.
59. Van Swaay C., Cuttelod A., Collins S., Maes D., López M. M., Šašić M., Settele J., Verovnik R., Verstrael T., Warren M., Wiemers M. a Wynhof I., 2010: European Red List of Butterflies. Luxembourg: Publications Office of the European Union
60. Vila R., Lukhtanov V. A., Talavera G., Gil-T. F. a Pierce N. E., 2010: How common are dot-like distributions? Taxonomical oversplitting in western

European Agrodiaetus (Lepidoptera: Lycaenidae) revealed by chromosomal and molecular markers. Biological Journal of the Linnean Society 101: 130-154.

61. Wahlberg N. a Wheat C. W., 2008. Genomic outposts serve the phylogenomic pioneers: designing novel nuclear markers for genomic DNA extractions of Lepidoptera. Systematic Biology 57: 231-242.

7.2 Internetové zdroje

1. BOLD 2018. [online], [citace 2018-01-15]. Dostupné z http://www.boldsystems.org/
2. CITES 2018. [online], [citace 2017-11-12]. Dostupné z http://www.cizp.cz/file/eX3/CITES-prilohy-COP16-20130612.pdf
3. CSOP 2017. [online], [citace 2017-11-12]. Dostupné z http://www.csop.cz/index.php?m_id_old=1000&m_id_akt=9454
4. IUCN 2017a. IUCN Red List of Threatened Species. [online], [citace 2017-11-12]. Dostupné z http://www.iucn.it/scheda.php?id=-388458071
5. IUCN 2017b. IUCN Red List of Threatened Species. [online], [citace 2017-11-12]. Dostupné z http://www.iucnredlist.org/details/174262/1
6. JARO Jaroměř 2018a. [online], [citace 2018-01-12]. Dostupné z http://www.jarojaromer.cz/predstaveni-organizace-2/
7. JARO Jaroměř 2018b. [online], [citace 2018-01-12]. Dostupné z http://www.jarojaromer.cz/motyli
8. JARO Jaroměř 2018c. [online], [citace 2018-01-12]. Dostupné z www.jarojaromer.cz/chranime-prirodu-i-v-nemecku
9. Křivan V., 2018: Realizace projektů na podporu biodiverzity z OPŽP na Vysočině řešených krajem Vysočina – obnova suchých trávníků v PR Údolí Brtnice. Fórum ochrany přírody. [online], [citace 2018-02-15]. Dostupné z: http://www.forumochranyprirody.cz/realizace-projektu-na-podporu-biodiverzity-z-opzpna-vysocine-resenych-krajem-vysocina-obnova-suchyc
10. Lepidoptera 2017a [online], [citace 2017-11-20]. Dostupné z http://lepidoptera.cz/modrasek-komonicovy-polyommatus-dorylas-denis-schiffermueller-1775
11. Lepidoptera 2017b [online], [citace 2017-11-20]. Dostupné z http://lepidoptera.cz/modrasek-ligrusovy-polyommatus-damon-denis-schiffermueller-1775

12. Marhoul P., 2018: Vliv seče luk na populaci modráska bahenního. Fórum ochrany přírody. [online], [citace 2018-02-15]. Dostupné z http://www.forumochranyprirody.cz/vliv-sece-luk-na-populaci-modraska-bahenniho
13. MZP zákon 114/92 Sb. [online], [citace 2017-11-20]. Dostupné z https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/7698185C778DA46FC125654B0044DDBC/%24file/V%20395_1992.pdf
14. Sedláček O., 2018: Vyhlášení významného krajinného prvku Mateřídoušková step Brod. Fórum ochrany přírody. [online], [citace 2018-02-15]. Dostupné z http://www.forumochranyprirody.cz/vyhlaseni-vyznamneho-krajinneho-prvku-materidouskova-step-brod

7.3 Ústní sdělení

1. Andres M., 2018, ústní sdělení (přední specialista v ČR na denní motýly a jeden z nejlepších chovatelů denních motýlů ve střední Evropě)
2. Číp D., 2018, ústní sdělení (předseda základní organizace Českého svazu ochránců přírody JARO Jaroměř)
3. Kopecký V., 2018, ústní sdělení (referent Správy CHKO České Středohoří)
4. Skala P., 2018, ústní sdělení (předseda ochranářského spolku Třesina v Berouně)

8 Příloha

8.1 Příloha 1 - fotodokumentace

Obr. 01 - Samec modráska ligrusového (*Polyommatus damon*) - se svolením autora M. Vojtíška

Obr. 02 – Samec modráska ligrusového (*Polyommatus damon*) – se svolením autora M. Ryšavého

Obr. 03 – Samice modráska ligrusového (*Polyommatus damon*) – se svolením autora M. Vojtíška

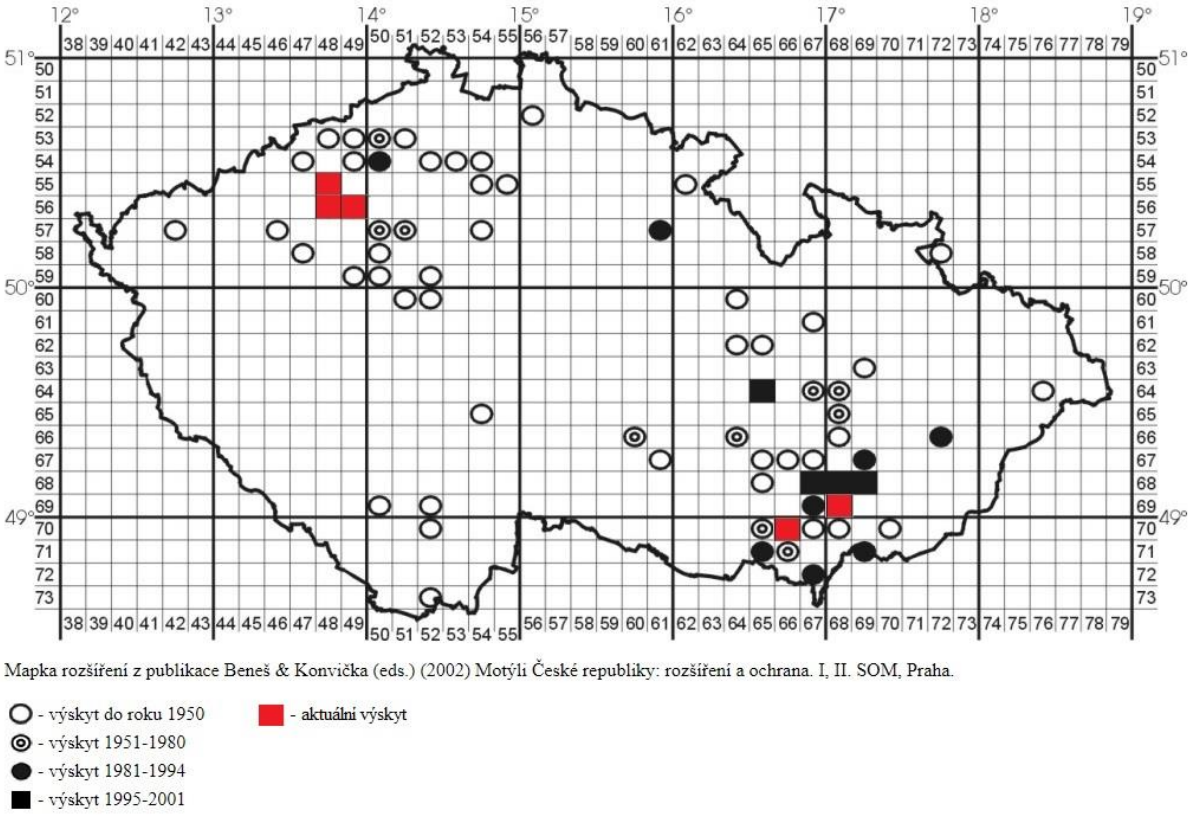
Obr. 04 – Samice modráska ligrusového (*Polyommatus damon*) - se svolením autora M. Vojtíška

Obr. 05 – Samec modráska komonicového (*Polyommatus dorylas*) – se svolením autora P. Kalivody

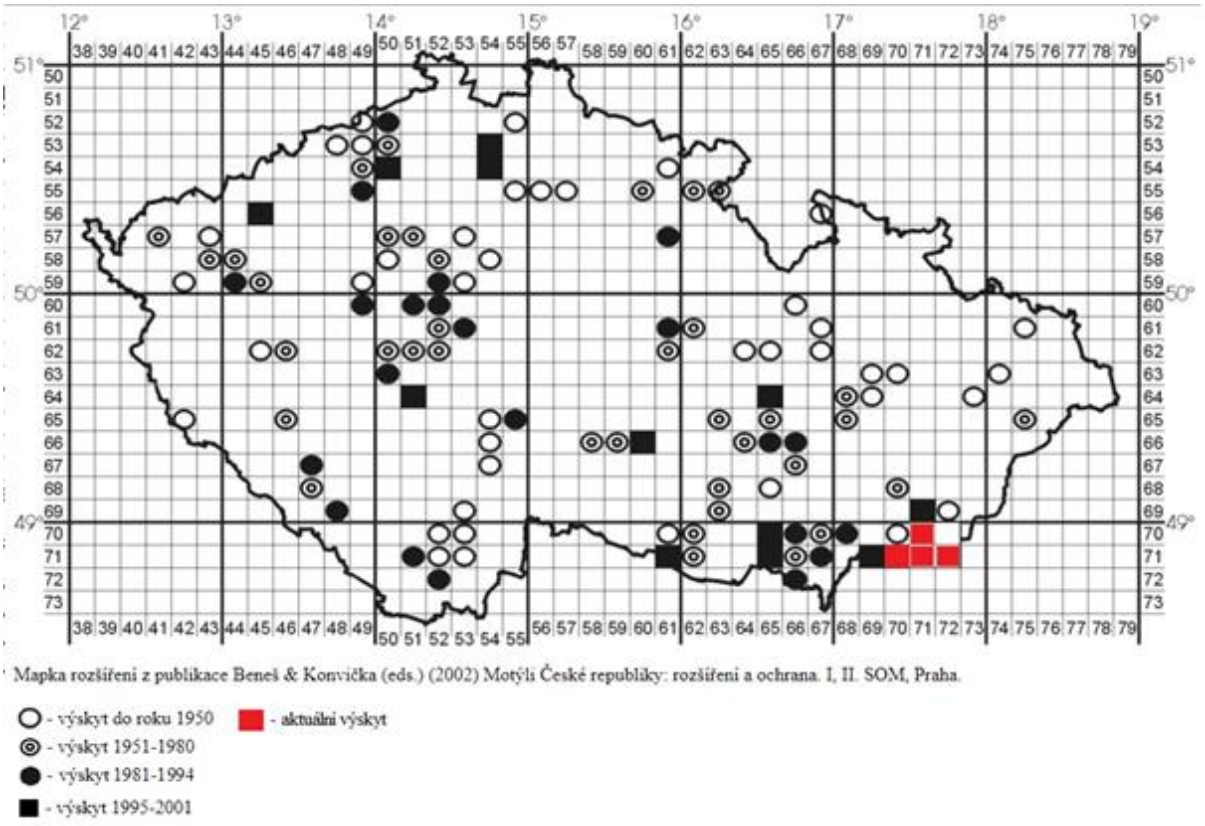
Obr. 06 – Samec modráska komonicového (*Polyommatus dorylas*) – se svolením autora M. Vojtíška

Obr. 07 – Samice modráska komonicového (*Polyommatus dorylas*) – se svolením autora V. Hotárka

Obr. 08 – Samice modráska komonicového (*Polyommatus dorylas*) – se svolením autora M. Hrouzka

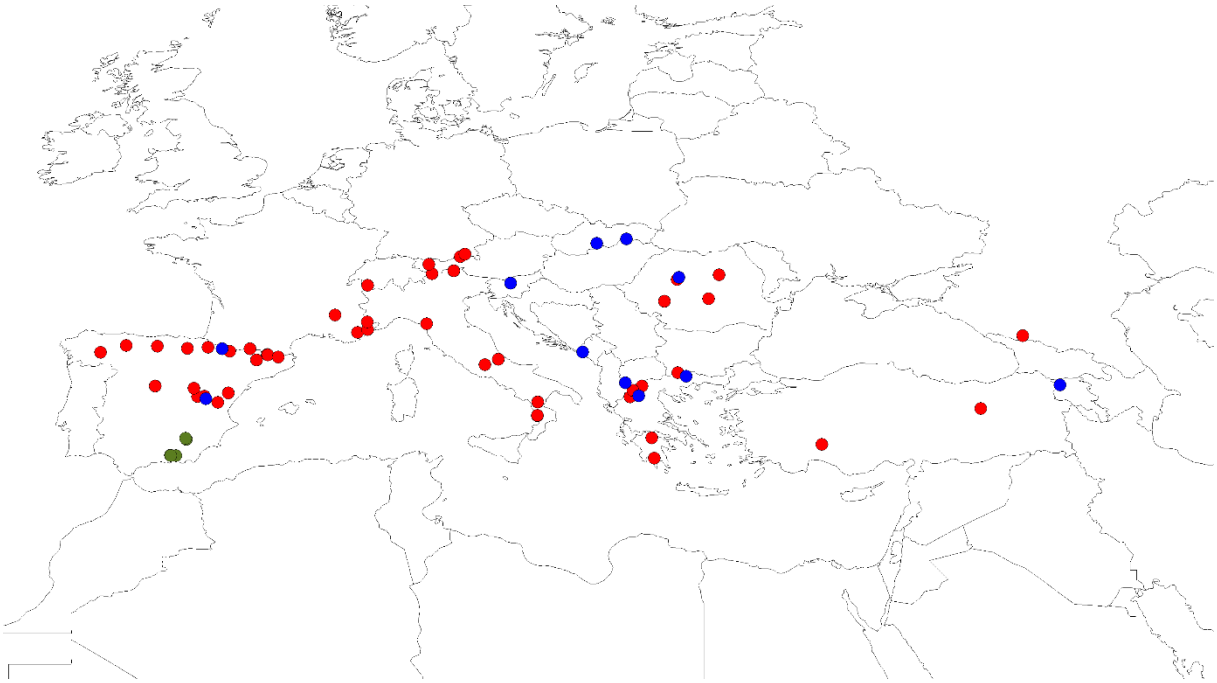


Obr. 09 – Mapka výskytu modráska ligrusového – podle Beneše a Konvičky (2002), převzato z www.lepidoptera.cz (2018a), (upraveno)

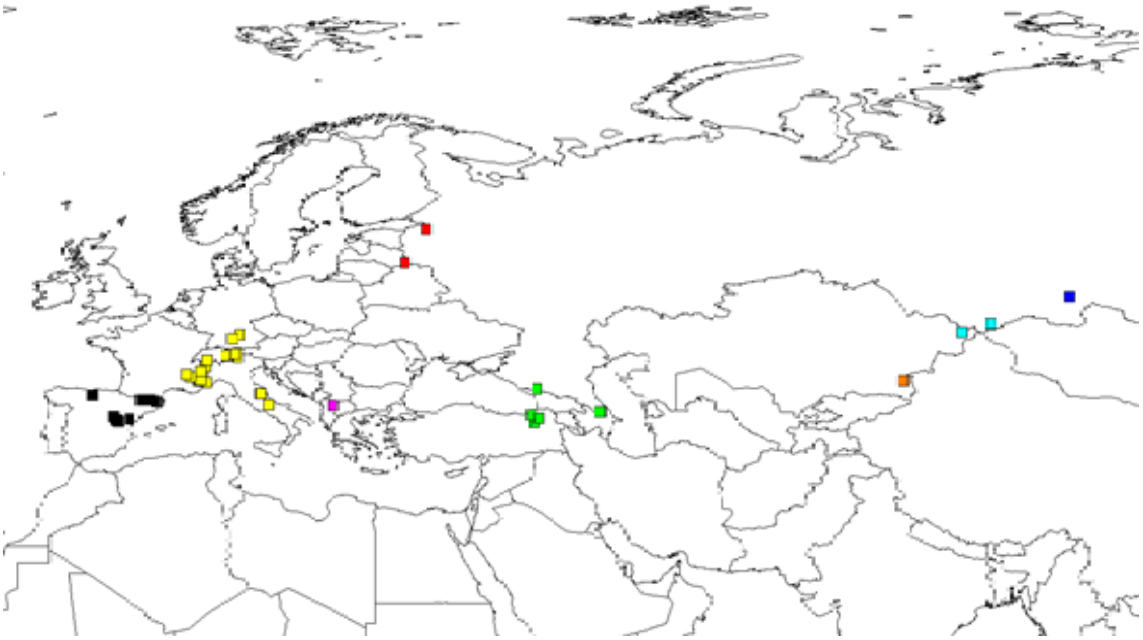


Obr. 10 – Mapka výskytu modráska komonicového – podle Beneše a Konvičky (2002), převzato z www.lepidoptera.cz (2018b), (upraveno)

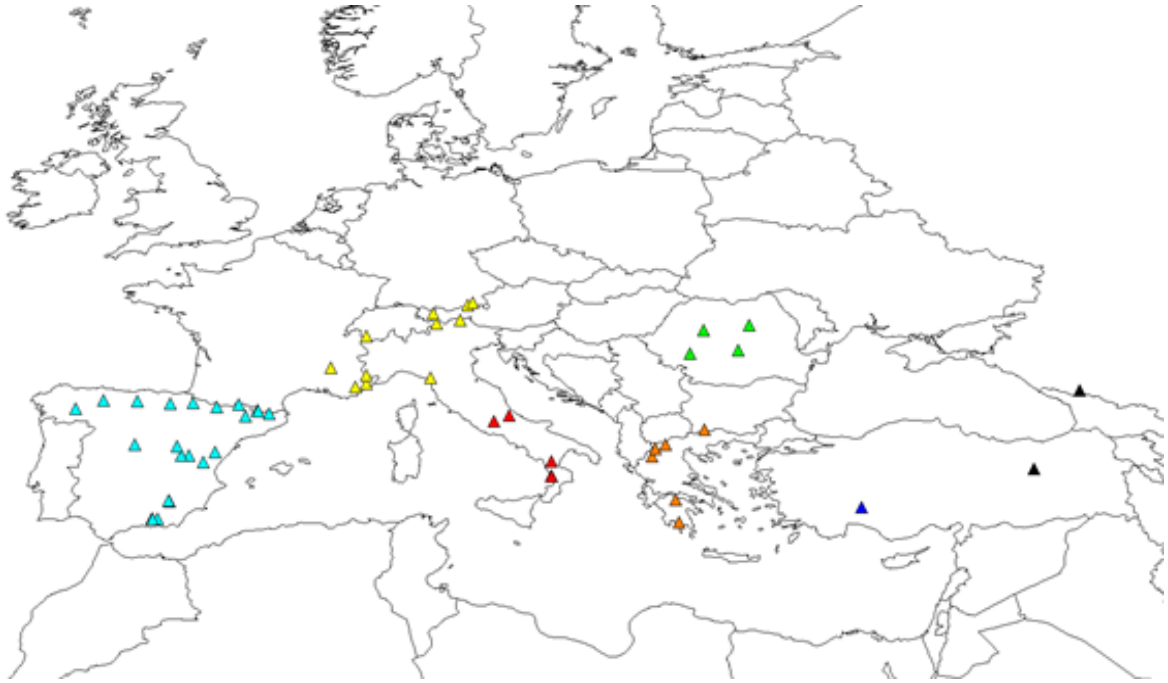
Obr. 11 – Místa původu vzorků modráska ligrusového *Polyommatus damon)* (modře-zkoumané vzorky, červeně-vzorky z databáze BOLD)



Obr. 12 – Místa původu vzorků modráska komonicového *(Polyommatus dorylas)* (modře-zkoumané vzorky, červeně-vzorky z databáze BOLD, zeleně-sesterská skupina *(Polyommatus golgus)*



Obr. 13 – Rozdělení jedinců modráska ligrusového *(Polyommatus damon)* podle zeměpisného původu do osmi populací.



Obr. 14 - Rozdělení jedinců modráska komonicového *(Polyommatus dorylas)* podle zeměpisného původu do sedmi populací.

Obr. 19 – Výsev vičence na lokalitě Raná – se svolením autora V. Kopeckého

Obr. 20 – Políčko s vysetým vičencem na lokalitě Raná – se svolením autora V. Kopeckého

Obr. 21 – Oplocené políčko s vysetým vičencem na lokalitě Raná – se svolením autora P. Staňkové

Obr. 22 – Vičencové políčko „Na Adamcích“ – se svolením autora archiv ČSOP JARO Jaroměř

8.2 Příloha 2 – seznam a původ vzorků

Číslo vzorku	Druh	Země původu	Územní celek	Haplotyp
MR_ZF_565_damon_COI_T7 promoter.ab1	Polyommatus damon	Rusko	Pobaltí	1
2015PLB25_damon_ZF_LY_ 241_T7promoter.ab1	Polyommatus damon	Kazachstán	Kazachstán	2
RVcoll.14-E061_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Itálie	Střední Evropa + Itálie	3
RVcoll.14-E114_Polyommatus_damonf	Polyommatus damon	Itálie	Střední Evropa + Itálie	4
RVcoll.14-I093_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Itálie	Střední Evropa + Itálie	5
RVcoll.14-O491_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Ázerbajdžán	Kavkaz+Anatolie	6
RVcoll.14-O492_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Ázerbajdžán	Kavkaz+Anatolie	6
RVcoll.14-O493_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Ázerbajdžán	Kavkaz+Anatolie	6
RVcoll.14-A230_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Itálie	Střední Evropa + Itálie	7
MM23814_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Lotyšsko	Pobaltí	8
RVcoll.11-J018_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Švýcarsko	Střední Evropa + Itálie	9
CSG08786_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Rusko	Altaj	10
CSG08899_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Rusko	Tuva	11
RVcoll.08-L994_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	12

RVcoll.08-P326_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	13
RVcoll.08-P629_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	14
RVcoll.09-X513_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	14
RVcoll.08-P001_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	15
RVcoll.08-R289_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	16
RVcoll.08-L167_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	17
RVcoll.08-L230_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	18
RVcoll.08-L894_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	19
RVcoll.08-L895_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	20
MAT-99-Q841_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	21
MW99546_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Turecko	Kavkaz+Anatolie	22
AY557131_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Francie	Střední Evropa + Itálie	23
KF647237_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Rusko	Kavkaz+Anatolie	24
BC_ZSM_Lep_21541_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Německo	Střední Evropa + Itálie	25
BC_ZSM_Lep_49363_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Německo	Střední Evropa + Itálie	26
TLMF_Lep_14010_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Rakousko	Střední Evropa + Itálie	27

TLMF_Lep_14206_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Itálie	Střední Evropa + Itálie	28
TLMF_Lep_14207_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Itálie	Střední Evropa + Itálie	28
MM20560_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Lotyšsko	Pobaltí	29
2005-LOWA-200_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Kazachstán	Altaj	30
2005-LOWA-201_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Kazachstán	Altaj	10
2005-LOWA-834_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Kazachstán	Altaj	31
2005-LOWA-835_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Kazachstán	Altaj	10
McGuire09-TR5_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Turecko	Kavkaz+Anatolie	32
McGuire09-TR7_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Turecko	Kavkaz+Anatolie	32
McGuire09-TR18_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Turecko	Kavkaz+Anatolie	33
McGuire09-TR24_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Turecko	Kavkaz+Anatolie	32
McGuire09-TR38_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Turecko	Kavkaz+Anatolie	34
McGuire09-TR56_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Turecko	Kavkaz+Anatolie	35
TLMF_Lep_00470_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Francie	Střední Evropa + Itálie	4
TLMF_Lep_05559_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Makedonie	Balkán	36
TLMF_Lep_05807_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Švýcarsko	Střední Evropa + Itálie	37

TLMF_Lep_09056_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Rakousko	Střední Evropa + Itálie	38
RVcoll.12-O861_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Francie	Střední Evropa + Itálie	4
RVcoll.12-O905_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Itálie	Střední Evropa + Itálie	4
RVcoll.11-J196_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Francie	Střední Evropa + Itálie	39
RVcoll.07-E242_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Itálie	Střední Evropa + Itálie	40
RVcoll.10-C130_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Francie	Střední Evropa + Itálie	41
RVcoll.07-E176.1_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Itálie	Střední Evropa + Itálie	42
RVcoll.14-A301_Polyommatus_damon	Polyommatus damon	Itálie	Střední Evropa + Itálie	7
LEP-SS-00214_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Itálie	Itálie	1
LEP-SS-00258_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Itálie	Itálie	1
RVcoll.14-F672_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Řecko	Balkán	2
RVcoll.14-F847_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Řecko	Balkán	2
RVcoll.14-G143_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Řecko	Balkán	2
RVcoll.14-G492_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Řecko	Balkán	2
RVcoll.14-A616_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Itálie	Střední Evropa	2
RVcoll.14-J975_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Švýcarsko	Střední Evropa	2

RVcoll.14-G385_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Řecko	Balkán	2
RVcoll.14-C942_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Bulharsko	Balkán	2
RVcoll.08-M510_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Rumunsko	Rumunsko	2
RVcoll.08-M511_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Rumunsko	Rumunsko	2
RVcoll.08-M641_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Rumunsko	Rumunsko	2
RVcoll.08-M735_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Rumunsko	Rumunsko	3
RVcoll.08-M736_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Rumunsko	Rumunsko	2
RV-06-M979_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Rumunsko	Rumunsko	2
RV-06-N001_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Rumunsko	Rumunsko	2
RV-07-F561_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Rumunsko	Rumunsko	4
RVcoll.08-L168_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	5
RVcoll.09-V696_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	6
RVcoll.09-V715_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	5
RVcoll.09-X522_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	5
RVcoll.09-X550_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	5
RVcoll.09-X579_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	5

RVcoll.07-C627_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	6
RVcoll.07-F024_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	6
RVcoll.08-R106_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	6
RVcoll.08-R162_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	6
RVcoll.08-P600_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	5
RVcoll.08-P685_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	5
RVcoll.08-R483_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	7
RVcoll.08-L779_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	5
AY556992_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Turecko	Anatolie	8
AY557029_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Turecko	Kavkaz	9
KF647235_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Rusko	Kavkaz	10
BC_ZSM_Lep_30666_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Německo	Střední Evropa	11
BC_ZSM_Lep_30495_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Německo	Střední Evropa	12
TLMF_Lep_14256_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Itálie	Střední Evropa	2
TLMF_Lep_14276_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Itálie	Střední Evropa	2
TLMF_Lep_14356_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Rakousko	Střední Evropa	13

14-A715_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Itálie	Itálie	1
RVcoll.12-Q146_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Francie	Střední Evropa	5
RVcoll.12-Q316_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Francie	Střední Evropa	6
RVcoll.08-J659_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	5
RVcoll.08-P441_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	5
RVcoll.08-P746_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	5
RVcoll.11-I845_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Francie	Střední Evropa	5
RVcoll.12-O609_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Francie	Střední Evropa	5
RVcoll.14-A617_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Itálie	Střední Evropa	2
RVcoll.11-I183_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Itálie	Itálie	1
RVcoll.07-D817_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Itálie	Itálie	1
RVcoll.09-V421_Polyommatus_golgus	Polyommatus golgus	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	14
RVcoll.09-V476_Polyommatus_golgus	Polyommatus golgus	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	15
RVcoll.09-V480_Polyommatus_golgus	Polyommatus golgus	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	15
RVcoll.09-V482_Polyommatus_golgus	Polyommatus golgus	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	15
RVcoll.09-V487_Polyommatus_golgus	Polyommatus golgus	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	16

RVcoll.09-V523_Polyommatus_golgus	Polyommatus golgus	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	14
RVcoll.11-I480_Polyommatus_golgus	Polyommatus golgus	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	14
RVcoll.11-I482_Polyommatus_golgus	Polyommatus golgus	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	14
RVcoll.06-K693_Polyommatus_golgus	Polyommatus golgus	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	17
RVcoll.06-K694_Polyommatus_golgus	Polyommatus golgus	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	15
RVcoll.06-K710_Polyommatus_golgus	Polyommatus golgus	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	18
RVcoll.08-J970_Polyommatus_golgus	Polyommatus golgus	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	14
RVcoll.08-J976_Polyommatus_golgus	Polyommatus golgus	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	14
RVcoll.08-J977_Polyommatus_golgus	Polyommatus golgus	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	14
RVcoll.08-J979_Polyommatus_golgus	Polyommatus golgus	Španělsko	Pyrenejský poloostrov	14
RVcoll.13-T982_Polyommatus_dorylas	Polyommatus dorylas	Itálie	Itálie	1