

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Porovnání populačních parametrů modrásků rodu
Phengaris ve víceletém časovém horizontu**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Nikola Bártů

Obor studia: AMPS

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

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Porovnání populačních parametrů modrásků rodu *Phengaris* ve víceletém časovém horizontu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10. 4. 2017

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Mgr. Vladimíru Vrabčovi, Ph.D, za umožnění zasáhnout do výzkumu modrásků rodu *Phengaris* v Přelouči a Děčíně. Dále za poskytnutí odborného materiálu a za cenné rady a připomínky. Další poděkování patří mým kolegyním, které se podílely na sběru dat v terénu. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat především celé své rodině a přátelům, kteří mi stáli po celou dobu studia oporou a neustále mě podporovali a poháněli vpřed.

Porovnání populačních parametrů modrásků rodu *Phengaris* ve víceletém časovém horizontu

Souhrn

Byly hodnoceny změny v početnosti celkové metapopulace a početností motýlů jednotlivých zkoumaných ploch obsazených druhem *Phengaris nausithous* (Lepidoptera: Lycaenidae) na dvou dlouhodobě sledovaných lokacích v ČR: Slavíkovy ostrovy u Přelouče a Dolní Labe u Děčína. Data pro toto srovnání byla získána dlouhodobým monitoringem početnosti motýlů na lokalitách. Užita byla metoda zpětného odchyty značených jedinců a následné statistické zpracování výsledku značení v prostředí programu MARK.

Po vyhodnocení bylo zjištěno významné kolísání v početnosti celkové metapopulace cílového druhu. Početnost celkové metapopulace v Přelouči v jednotlivých letech od 2004 do 2016 varíruje od 148 do 1369 jedinců, početnost v Děčíně v jednotlivých letech 2008 až 2016 kolísala od 273 do 1952 jedinců. Proložením křivek trendu vývoje početnosti metapopulace obou lokalit v jednotlivých letech přes sebe, lze pozorovat zhruba čtyř až pětiletou periodicitu gradací druhu (v letech 2006, 2010-2011 a 2014-2015). Ačkoliv časová řada sledování není příliš dlouhá, toto je velmi silný argument pro podporu formulované hypotézy: „Z mnohaleté časové řady sledování je patrna gradační periodicitu“.

Dále byl srovnáván trend vývoje početností populací jednotlivých ploch vůči celkové metapopulaci na obou lokalitách a bylo zjištěno, že toto sledování velmi dobře odráží aktuální meziletý vývoj. Většina ploch kopíruje trend metapopulace. Pokud jsou však zjištěny rozdíly, například celková metapopulace roste a populace jednotlivé plochy klesá, lze je vždy vysvětlit změnou prostředí dané plochy související s managementem, v daném případě špatným. Naopak poměrný nárůst početnosti jednotlivé kolonie vůči trendu metapopulace většinou odráží pozitivní změnu v údržbě stanoviště. Dlouhodobé sledování tak lze jednoznačně doporučit pro hodnocení dopadů managementu.

Klíčová slova: Lycaenidae, *Phengaris*, populační parametry, periodicitu, gradace

Compared population parameters of Large Blue from Genus *Phengaris* multi annual basis

Summary

There were evaluated the changes in abundance of overall metapopulations and abundance of butterflies on surveyed areas occupied by *Phengaris nausithous* (Lepidoptera: Lycaenidae). It ran on two long-term monitored locations in the Czech Republic : Slavíkovy ostrovy u Přelouče a Dolní Labe u Děčína. Data for this comparison was obtained by long-term monitoring of the abundance of butterflies on these locations. The method of reverse capture of labeled specimens was used and then statistical processing of marking results in program MARK.

In final number of the target species has been found significant fluctuation, after our evaluation. Abundance of total metapopulation in Přelouč in years from 2004 till 2016 is variable from 148 up to 1 369 butterflies, numbers in Děčín between 2008 and 2016 has vacillated from 273 to 1952 individuals. Growth of abundance of metapopulation on these two locations are obvious from crossing both diagrams (in years 2006, 2010-11 and 2014-2015). However, observing time-lime is not so long, this is very strong argument to support this hypothesis: „From aged time sequence there is noticeable graduation periodicity.

Then has been compared progression of population of individual locations compare to metapopulation of both locations together and it has discovered this observation is a real picture of aged progress. Most of places of research copying trend of metapopulation. If there are any differences, for example total metapopulation grows, but population of individual location declines, it could be explain as a change of familiar location related on management, in this case on the wrong one. Contrariwise, rising of individual colony against the trend of metapopulation, mostly shows a positive changes in maintenance of site. Long term researching is highly recommended for rating of impact of management.

Keywords: Lycaenidae, *Phengaris*, population parameters, periodicity, graduation

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce	2
3 Literární rešerše.....	3
3.1 Modrásci rodu <i>Phengaris</i>	3
3.1.1 Zařazení modrásků do taxonomického systému	3
3.1.2 Charakteristika modráska	4
3.1.3 Areál výskytu a stručný popis biotopu.....	5
3.1.4 Živná rostlina	8
3.1.5 Management luk.....	9
3.2 Vývojová stadia modrásků rodu <i>Phengaris</i>.....	11
3.2.1 Páření a kladení.....	12
3.2.2 Vajíčko	14
3.2.3 Housenka	14
3.2.4 Kukla	17
3.2.5 Imágo.....	18
3.3 Hostitelští mravenci rodu <i>Myrmica</i>	19
3.3.1 Myrmekofilie	22
3.4 Ochrana a ohrožení modrásků	23
4 Metodika	25
4.1 Charakteristika zkoumaných lokalit	25
4.1.1 Přelouč - Slavíkovy ostrovy	25
4.1.2 Děčín - CHKO Labské pískovce.....	28
4.2 Vlastní metodika práce	31
4.2.1 Způsob sběru dat	31
4.2.2 Způsob zpracování dat.....	33
4.3 Statistické vyhodnocení.....	33
5 Výsledky	35
5.1 Vývoj početnosti celkové metapopulace <i>Phengaris nausithous</i> na základě výpočtů z programu MARK.....	35
5.2 Změny početnosti <i>Phengaris nausithous</i> na jednotlivých plochách na Slavíkových ostrovech u Přelouče	38
5.3 Změny početnosti <i>Phengaris nausithous</i> na jednotlivých plochách v okolí Děčína	

6	Diskuze	56
6.1	Hodnocení vývoje celkové metapopulace <i>Phengaris nausithous</i> na základě výpočtů z programu MARK.....	56
6.2	Hodnocení změn početnosti <i>Phengaris nausithous</i> na jednotlivých plochách na Slavíkových ostrovech u Přelouče	57
6.3	Hodnocení změn početnosti <i>Phengaris nausithous</i> na jednotlivých plochách v okolí Děčína	58
7	Závěr	59
8	Doporučení pro praxi	59
9	Použitá literatura	60
10	Přílohy	69
10.1	Seznam příloh.....	69
10.2	Vlastní přílohy	70

1 Úvod

Modráška bahenního (*Phengaris nausithous*) (Bergsträsser, 1779) řadíme do čeledi modráskovitých (Lycaenidae). Tento druh se vyznačuje denní aktivitou, výrazným pohlavním dimorfismem a především svými vysokými biologickými nároky, neboť je to druh s velice složitým vývojovým cyklem. Ke svému životu potřebuje jedinou živnou rostlinu a to krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*) (Linnaeus, 1753), která je významná jako zdroj nektaru pro dospělce, ale především jako živná rostlina housenek. Květní hlávky (strbouly) krvavce jsou modrásky využívány k naklazení vajíček a následně slouží jako potrava pro první stádia již vylíhlých housenek. Ke svému vývoji dále potřebují mravence z rodu *Myrmica* (Latreille, 1804), kteří umožňují životní cyklus modrásků ukončit, neboť se v jejich mraveništích kuklí housenky a později se uvnitř mraveniště líhnou v dospělce. Takovému úzkému soužití říkáme myrmekofilie.

Jmenovaný druh patří mezi ohrožené druhy motýlů. Podle červeného seznamu bezobratlých České republiky je modrásek bahenní řazen do kategorie NT - nižší riziko. Celosvětově je řazen do kategorie NT.

Při ochraně tohoto druhu, musíme hledět jak na samotné motýly, tak i na živnou rostlinu a hostitelské mravence. Ochrana modrásků včetně druhů, kteří se podílejí na jejich vývoji je přímo závislá na správném managementu luk, jako je kosení ve vhodnou dobu či vhodná úprava okolní krajiny (průletové koridory).

2 Cíl práce

Cílem je srovnání hlavních charakteristik populace modrásků během více let po sobě na základě vlastních dat.

Testována bude hypotéza: *Z mnohaleté časové řady sledování je patrna gradační periodičita.*

3 Literární rešerše

3.1 Modrásci rodu *Phengaris*

Modrásek bahenní (*Phengaris nausithous*), kterým se budu ve své práci zabývat, patří do čeledi modráskovití (*Lycaenidae*) (Beneš et al., 2002). Taxonomické nižší dělení modráskovitých (*Lycaenidae*) tvoří tři podčeledi modrásci (Polyommataini), dále ohnivácci (*Lycaenini*) a ostruhácci (Eumeini a Theclini) (Macek et al., 2015). Podle Beneše et al. (2002) jsou modráskovití rozšířeni po celém světě. V České republice je zjištěných 49 druhů (Macek et al., 2015).

Macek et al. (2015) ve své knize uvádějí, že oba druhy potřebují ke svému vývoji hostitelské mravence rodu *Myrmica*. Modrásek bahenní využívá především mravence *Myrmica rubra*, příležitostně může využívat též mravence *Myrmica scabrinodis*.

Dalším důležitým prvkem, kteří tito modrásci ke svému vývoji potřebují je živná rostlina krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*) (Beneš et al., 2002).

3.1.1 Zařazení modrásků do taxonomického systému

Motýli (*Lepidoptera*) patří k druhově nejbohatším a vývojově nejpokročilejším řádům hmyzu. Je jich známo více než 150 000 druhů a ve střední Evropě jich žije více než 4 000 druhů (Kovařík et al., 2000). Landman, (1999) rozlišuje motýli na denní (Rhopalocera) a noční (Heterocera). Denní motýli se dělí na dvě nadčeledě. První z nadčeledí je Hesperioidea, pod kterou řadíme jedinou čeleď soumračníkovití (*Hesperiidae*). Druhá z nadčeledí je Papilionoidea, ta je složena ze čtyř čeledí: otakárkovití (*Papilionidae*), běláskovití (*Pieridae*), babočkovití (*Nymphalidae*) a modráskovití (*Lycaenidae*) (Beneš et al., 2002). Beneš et al. (2002) řadí motýly k holometabolnímu hmyzu, tudíž k hmyzu s proměnou dokonalou, které zahrnuje stadium vajíčka, housenky, kukly a dospěléce.

Druhově bohatá čeleď modráskovití (*Lycaenidae*) zahrnuje malé nebo nejvýše středně velké a pestré motýly, vyskytující se téměř po celém světě, především v tropických a subtropických oblastech (Carter, 2006). Novák et Pokorný (2003) rozdělují čeleď modráskovití do třech podčeledí - ohnivácci, ostruhácci a modrásci. V ČR je známo méně než 50 druhů, v Evropě jich žije okolo 120 druhů a na světě přibližně 6000 druhů.

Ve své diplomové práci se zabývám Modráskem bahenním - *Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779) patřícím společně s modráskem očkovaným - *Phengaris teleius*

(Bergsträsser, 1779), modráskem hořcovým - *Phengaris alcon* (Denis a Schiffermüller) a modráskem černoskvřinným - *Phengaris arion* (Linnaeus, 1758) do rodu *Phengaris* Doherty, 1891. V minulosti byly všechny jmenované druhy řazeny do rodu *Maculinea* Van Eecke, 1915. Fylogenetické analýzy, které byly založené na studiu morfologie i DNA, naznačovaly spojení tří rodů - *Glaucopsyche*, *Phengaris* a *Maculinea* (Pech et al., 2004). Fric et al. (2007) uvedl, že výsledkem výzkumu bylo spojení rodů *Phengaris* a *Maculinea* a v takovém případě pak platí starší z obou jmen. Pellissier et al. (2012) ve své práci uvádí, že pokud vezmeme v úvahu fylogenetickou souvislost mezi druhy, tak druhy s větší závislostí na mravencích vykazují více vnitrodruhových jednonukleotidových polymorfismů než druhy s nízkou nebo žádnou myrmekofilií. *Phengaris alcon* - modrásek hořcový byl dříve rozdělován na dva samostatné druhy: *Phengaris alcon* a *Phengaris rebeli* (Hirschke, 1904) - modrásek hořcový Rebelův, nicméně podle posledních taxonomických závěrů jsou sloučeni pod jediný druh (Fric et al., 2007, Pecsénye et al., 2005).

Zařazení modrásků do taxonomického systému (Novák et Severa, 2002).:

Říše: Animalia (živočichové)

Kmen: Arthropoda (členovci)

Třída: Insecta (hmyz)

Řád: Lepidoptera (motýli)

Podřád: Ditrysia

Nadčeleď: Papilionoidea

Čeleď: Lycaenidae (modráskovití)

Rod: *Phengaris*

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

3.1.2 Charakteristika modráska

Na malé hlavě modrásků jsou složené oválné oči a tykadla, která jsou uložena daleko od sebe, přesně na okraji očí. Samci mají na prvním páru končetin zredukovaná chodidla, která vytvářejí srpkovitý tvar. Samice mají zcela normální tvar předních končetin (Novák at Pokorný, 2003, Obenberg, 1964).

Křídla patří k nejvýraznější části těla. Vznikly vychlípěním pokožky na stranách hrudi a jsou tedy dvouvrstvá (Hofmannová et Marktanner, 1995). Zástupci z čeledi modráskovití mají velmi výrazný sexuální dichroismus, tzn. odlišné zbarvení samic a samečů. Samci *Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779) mají na lícu křídel výraznou modrou kresbu s hnědým lemováním, zatímco samice je spíše hnědá nebo s nepatrnou modrou kresbou. Na rubu křídel

mají oba hnědou barvu s jednou řadou černých teček (Novák et Pokorný, 2003). Novák et Pokorný (2003) dále uvádějí, že modrásek bahenní patří do skupiny *Ditrysia* - motýli, kteří mají dva pohlavní otvory. První otvor se nachází na osmém zadečkovém článku a slouží pouze ke kopulaci. Druhý pohlavní otvor je na devátém článku a slouží výhradně ke kladení vajíček (Kovařík et al., 2000).

Velmi podobný a sympatricky žijící druh *Phengaris teleius* (Bergsträsser, 1779) se od již jmenovaného druhu liší tím, že má na rubu křídel dvě řady černých teček, spíše na šedém než na hnědém podkladu (Hofmannová et Marktanner, 1995). Délka těla tohoto motýla je v rozmezí 27 - 35 mm (Novák et Severa, 2002). Velikost délky těla u modráška bahenního je 28 - 33 mm (Němcová et John, 1999 - 2017). Housenky modrášků jsou obecně málo ochlupené, široké a vcelku krátké se zatažitelnou hlavou (Novák et Pokorný, 2003). Śliwińska et al., 2006 ve své práci uvedla, že zajímavým znakem housenek rodu *Phengaris* je dorzální nektarodárný orgán, který je v sedmém zadečkovém segmentu. Z něj se vylučuje sekret bohatý na cukr, ten tak přitahuje mravence k housenkám.

Obrázek č.1: Dospělí jedinci podobných druhů *Phengaris teleius* a *Phengaris nausithous* (Zdroj: Arkive.org)

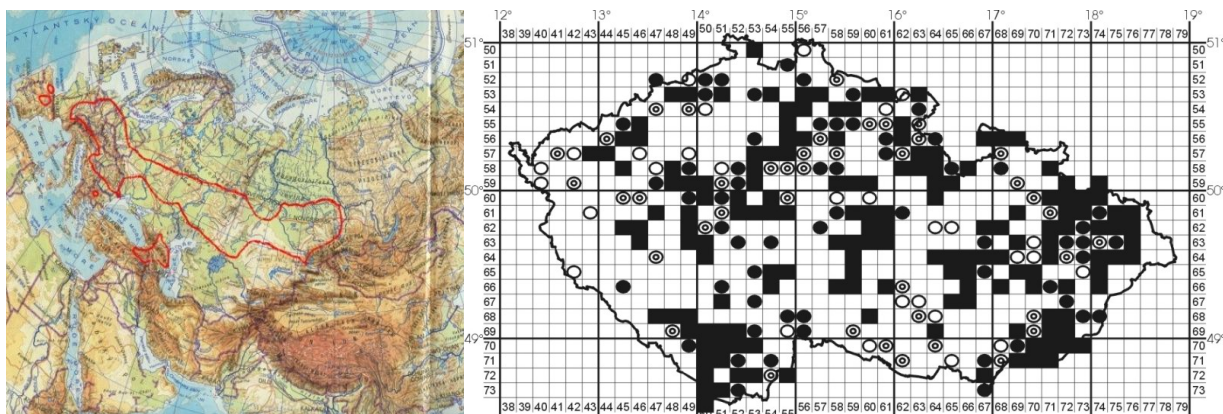


3.1.3 Areál výskytu a stručný popis biotopu

Modrásek bahenní osidluje západopalearktický areál. Zasahuje až na sever Pyrenejského poloostrova (Beneš et al., 2002). Dále ho můžeme najít v severovýchodní Francii a Turecku, na severu Balkánského poloostrova, jižním a středním Německu, jižním Polsku, Rumunsku, Švýcarsku, Rakousku, Maďarsku, Slovensku, též v České republice, Kavkazu a na východ přes evropské Rusko po střední Sibiř a Altaj (Beneš et al., 2002). Podle Němcové et John (1999 - 2017) je nejsilnější existující populace modráška v České republice,

Německu a jižním Polsku. Wynhoff (1998) ve své studii uvádí, že v Nizozemí tento druh vymřel, ale byl opětovně a úspěšně navrácen do přírodní rezervace. Modrásek bahenní se v České republice vyskytuje na většině území, i když v některých oblastech zcela chybí, neprodělal významný úbytek (Němcová et John, 1999 - 2017). Beneš et al. (2002) ve své knize uvádí, že modrásek bahenní je v České republice nejrozšířenějším druhem z rodu *Phengaris*, ale v minulosti byl více rozšířený jeho blízce příbuzný modrásek očkovaný. Modrásek bahenní na rozdíl od modráška očkovaného dokáže využívat a také nově osidlovat vlhké příkopy podél silnic a železnic, okraje vodních nádrží a vodních kanálů a také poddolovaná území (Beneš et al., 2002; Anon.1, 2007). Modrásek bahenní je rozšířen především v nivách a při dolních a středních tocích řek. Do horských oblastí nezasahuje vůbec. Těžištěm rozšíření je sever Moravy, Českomoravská vrchovina, Bílé Karpaty a jižní a východní Čechy (Beneš et al., 2002).

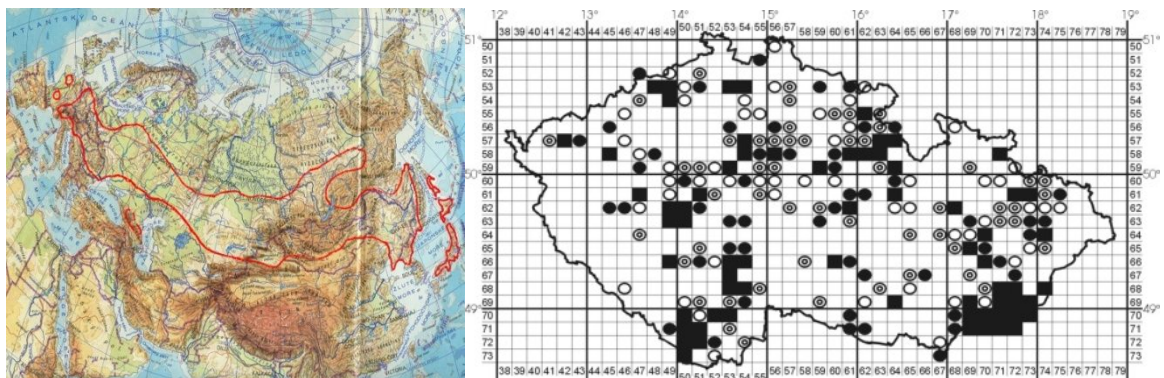
Obrázek č.2: Rozšíření modráška bahenního ve světě a v ČR. Legendy: Prázdné kolečko = výskyt do roku 1950, dvojité kolečko = výskyt mezi rokem 1951 - 1980, plné kolečko = výskyt od 1981 - 1994, plný čtvereček = výskyt od roku 1995 do současnosti (Zdroj: Vladimír Vrabc, lepidoptera.cz)



Phengaris nausithous (Bergsträsser, 1779) upřednostňuje nehnojené, vlhké, extenzivně kosené krvavcové louky, ale dokáže žít i na podmáčených rudérálních stanovištích. Není schopný přežít na loukách, které jsou kosené od začátku července do září, protože je to období letu dospělců, kladení vajíček a časného vývoje housenek (Anon.1, 2007). Je to monofágní druh, proto je úzce vázán na svou živnou rostlinu *Sanguisorba officinalis* - krvavec toten, který využívá taktéž i housenka studovaného druhu. Dále se jeho výskyt pojí s mravenci rodu *Myrmica*, v jejichž hnízdě probíhá část vývojového cyklu modrášků (Anon.1, 2007).

Příbuzný a podobný modrásek očkovaný je druh, který rovněž obývá palearktický areál. Je ostrůvkovitě rozšířený v Evropě a Asii (Anon.1, 2007). Izolované populace se vyskytují také v západní Francii, Rumunsku, Japonsku a na jihu Ruska (Beneš et al., 2002). Ve druhé polovině 20. století výrazně klesla jeho hustota v celé Evropě (Anon.1, 2007). Vymřel v Belgii (Beneš et al., 2002) a v Nizozemí, kam byl jako jeho příbuzný modrásek bahenní znovu navrácen (Wynhoff, 1998). Další známé země výskytu modráška očkovaného jsou Švýcarsko, jižní a střední Německo, podhůří Alp, jih Polska, Pobaltí, Česká republika, Maďarsko, Slovensko, Rumunsko, Ukrajina, Kavkaz, Ural, Sibiř, Altaj, sever Číny, Mongolsko, Korea a Japonsko (Beneš et al., 2002).

Obrázek č.3: Rozšíření modráška očkovaného ve světě a v České republice. Legendy: Prázdné kolečko = výskyt do roku 1950, dvojitě kolečko = výskyt mezi rokem 1951 - 1980, plné kolečko = výskyt od 1981 - 1994, plný čtvereček = výskyt od roku 1995 do současnosti. (Zdroj: Vladimír Vrabc, Lepidoptera.cz)



V minulosti byl modrásek očkovaný značně rozšířen a dokonce byl hojnější než jeho blízce příbuzný modrásek bahenní (Beneš et al. 2002). V současnosti je obvykle mnohem rozšířenější a hojnější *Phengaris nausithous* (modrásek bahenní) než *Phengaris teleius* (modrásek očkovaný) (Dierks & Fischer, 2009). Tento druh ustoupil mnohem zřetelněji a celoplošněji než je to u modráška bahenního. Vážný úbytek lokalit byl zaznamenán hlavně v západních a středních Čechách, na jižní a severní Moravě a také ve Slezsku. Poměrně hojný je už jen v jižních Čechách i na východní Moravě (např. Bílé Karpaty, Podbeskydí, Vsetínské vrchy, atd.)

Oba jmenované druhy žijí v sympatrii, tj. velmi často vyskytují na stejných stanovištích, na která mají stejné nároky a požadavky (Dierks et Fischer, 2009). Vhodné stanoviště pro modráška bahenního a očkovaného je charakterizováno přítomností dvou

důležitých faktorů, jako je dostupnost živné rostliny (*Sanguisorba officinalis*) a také mravenců rodu *Myrmica* (Elmes et Thomas, 1992, Wynhoff, 1998). Díky studiím Thomas et Elmes (2001) a Körösi et al. (2011) byly zjištěny určité rozdíly mezi tím, jak oba druhy modrásků využívají krajinu. Každý z nich klade vajíčka na rostlinu, která se nachází v jiné fenologické fázi. Dále modrásek bahenní spíše využívá zalesněné okraje luk, zatímco modrásek očkovaný k těmto okrajům neprojevuje žádnou preferenci.

Novák et Severa (2002) ve své knize uvádějí, že jde v České republice o ohrožené druhy. Veliký úbytek lokalit poukazuje na potřebu neodkladné ochrany druhů (Beneš et al., 2002).

3.1.4 Živná rostlina

Oba zástupci rodu *Phengaris* jsou monofágní (Beneš et al., 2002). Což znamená, že jedinou živnou rostlinou ve střední a západní Evropě, která též jako jediná umožňuje vývoj housenek je krvavec toten - *Sanguisorba officinalis* (Linnaeus, 1753) (Thomas, 1984). Randuška et al. (1983) uvádí, že se jedná o evropsko - západoamerický druh, pocházející ze severu Euroasie a je dále rozptýlen do Asie a pacifické části Ameriky. Zařazujeme ho do čeledi růžovitých (Rosaceae) (Pech et al, 2004) a patří také mezi trvalky (Randuška et al. 1983).

U nás se ve volné přírodě vyskytují pouze dva zástupci z 30 známých a popsáných druhů rodu *Sanguisorba* (Skalický, 1995): *Sanguisorba officinalis* a *Sanguisorba minor* (krvavec menší) (Scopoli, 1772), který není v žádném pramenu uváděn jako krmná rostlina pro modrásky. Randuška et al. (1983) píše, že krvavec toten je bylina se silným, krátkým oddenkem, který se bohatě větví. Dorůstá výšky v rozmezí od 30 - 120 cm. Lodyha je v horní části rozvětvená se 3 - 4 lodyžními lístky, je brázditá, oblá a slabě hranatá (na průřezu 5 - 8 hranná) (Skalický, 1995). Lísty přízemní růžice jsou přibližně 20 - 40 cm dlouhé, jsou lichospeřené s 5 - 9 oválně kopinatými úkrojky s pilovitými okraji, na rubu silně žilkované (Randuška et al. 1983). Lícni strana listů má tmavě zelenou barvu a rub listů je světlejší (Skalický, 1995). Stonkové listy jsou stejně tvarované a směrem ke květenství se postupně zmenšují. Květy jsou vejčitého tvaru, vytváří 1- 3 cm dlouhé hlávky, sedící na konci stonků. Barva květenství je zabarvena do červené, červeno-hnědé nebo tmavě purpurové barvy. Tyčinky jednotlivých hlávek mají červené nitky a výrazně žluté prašníky. Plodem je hranatá nažka. Kvete od června do září (Della Beffa, 2000, Randuška et al., 1983).

V České republice se vyskytuje roztroušeně až hojně téměř po celém území od nížin do podhůří. Obývá svěží, vlhké louky a pastviny. Ve vyšších polohách ho můžeme najít podél

komunikací v travinátých porostech. Nejvíce mu svědčí hluboké, střídavě vlhké, vlhké až mírně rašelinné půdy. Nejčastěji roste na hlinité až jílovité půdě, slabě alkalické nebo mírně kyselé půdě, která je chudá na dusík. Randuška et al., (1983) dále uvádí, že se může objevit také na kyselejších ostřicových loukách a v olšinách. V minulých letech byl hojný, v dnešní době je však v důsledku meliorací luk místně silně potlačen, přestože je považován za kvalitní pícninu. Jedná se o světlomilnou rostlinu (Skalický, 1995).

Figurny et al. (1998) ve své studii provedli výzkum na loukách v údolí Wisly u Krakowa v období mezi 13. červencem a 5. srpnem roku 1992. Odhalili, že samice jednotlivých druhů z rodu *Phengaris* upřednostňují jinou růstovou fázi květů. Samice *Phengaris nausithous* preferovaly starší květní hlávky, které byly vyšší, větší a s více již nakladenými vajíčky obou druhů uvnitř květu. Zatímco samice *Phengaris teleius* dávaly přednost spíše mladým květním hlávkám, které byly blíže k zemi s menším počtem jednotlivých kvítků a s žádným či maximálně jedním vajíčkem téhož druhu.

V rámci výzkumu modrásků byla prověřována i genetická struktura populací rostliny. Veliké outcrossingové hodnoty mezi dvěma populacemi signalizují, že rozptyl genů je vyvoláván rozmnožováním. Zkráceně lze říci, že množství semen a klíčivost byly sníženy se zmenšením populace krvavce a snížením její hustoty (Musche et al., 2008).

3.1.5 Management luk

Příčinou ústupu obou druhů modrásků rodu *Phengaris* jsou změny ve způsobu obhospodařování vlhkých luk, především vlivem odvodňování a následného přehnojování nebo zorání stanovišť, dále pak ukončení obhospodařování s následnou sukcesí (Beneš et al., 2002). Körösi et al. (2011) ve své studii uvádí, že negativní vliv na modrásky a jejich hostitelé má také zalesňování stanovišť. Beneš et al. (2002) dále uvádí, že na silně zamokřených loukách stačí provést povrchové odvodnění do maximální hloubky 15 - 30 cm, aby nedocházelo k vývoji vlhkomilné vegetace a tím pádem je výsledkem zánik modrásků.

Před zahájením jakéhokoliv managementu luk, je velice nutné určit druhy mravenců a hojnost rostlin na daném stanovišti a následně velmi důležité použít mozaikovitý systém kosení. Zaměřit se tedy nejen na ochranu živné rostliny, ale hlavně na populaci mravenců, vyskytujících se na dané lokalitě (Elmes et Thomas, 1992). Johst et al., 2006 ve své práci uvádí, že zvláště velký vliv má kosení luk, a to přímý skrze ničení vajíček a larvální mortalitu na pokosených rostlinách a nepřímý přes změny hojnosti zdrojů na loukách (krvavec toten - krmná rostlina, kladení, larvální vývoj a hnízda mravenců rodu *Myrmica* pro pozdější vývoj

housenek a kuklení). Dle Johst et al. (2006) stačí, když jsou louky kosené jen jednou ročně a v krajních případech není nutné ani to. Kosení se má provádět ručně a to do mozaikovitého vzoru či po částech během roku, před letovou sezónou modrásků (nejvhodnější je první polovina června nebo září) (Beneš et al., 2002).

Tradiční režim kosení (dvakrát v sezóně, s druhou sečí během letové periody modrásků) je rozhodující pro oba druhy modrásků na lokální (jednotlivé populace) a regionální (metapopulace) úrovni. Dostačující kosení pro oba druhy je jednou za rok, nebo každý druhý či třetí rok před nebo po letové periodě. *Phengaris nausithous* může přežívat na lokální i regionální úrovni, zatímco *Phengaris teleius* pouze na úrovni regionální, za předpokladu, že se bude moct rozptýlit mezi louky. Proto je velice důležité aplikovat režimy kosení přes několik souvisejících luk v dosahu dispergujících dospělců (Johst et al., 2006). Tam kde není možné zajistit optimální způsob obhospodařování pro celou lokalitu, je možné si danou lokalitu rozdělit na několik částí a ty obhospodařovat přes rok. Při nevhodně načasovaném kosení je možné na lokalitě ponechat nepokosené několika metrové příčné pásy či širší okraje, které slouží jako refugia populace pro následující roky (Beneš et al., 2002). Pro správný a vhodný management je potřeba zapojit do obhospodařování více luk, není možné se omezit pouze na jedinou plochu (Johst et al., 2006). Tyto louky musí být především v doletu migrujících jedinců, ale zemědělský systém zapřičiňuje, že vzdálenosti mezi loukami neustále roste, populace motýlů jsou stále izolovanější a motýli tudíž logicky vymírají (Vrabec et al., 2008a). Autoři, zabývající se doletovou vzdáleností motýlů uvádějí ve svých pracích různé doletové vzdálenosti. Například Skórka et al. (2005) uvádí doletovou vzdálenost jen 600 m, práce Wynhoff (2001) uvádí až 3 km a Vrabec et al., (2008a) uvádí nejdelší přelet modráška bahenního přes 5 kilometrů a u modráška očkovaného okolo 2,5 kilometru. Hustota populace závisí především na charakteru stanoviště a za optimálních podmínek se pohybuje kolem 1000 jedinců na ha (Nowicki et al. 2005a). Hustota populace je též pozitivně korelována s emigrací jedinců. Tento účinek je silný tehdy, pokud hustota populace se zvýší nad nosnost prostředí. U samic byla emigrace zvýšena na trojnásobek u samic a u samců na dvojnásobek ve srovnání s normální hladinou. Emigrace při vysokých hustotách je výhodná především pro samice, protože jim dává možnost vyklást část vajíček na méně vytížená místa, kde je pravděpodobnost přežití potomků vyšší, vzhledem k nižší vnitrodruhové konkurenci (Nowicki et Vrabec, 2011). Co se týká osídlení konkrétních stanovišť a ploch, bylo zjištěno, že malé a izolované plochy motýli rodu *Phengaris* téměř nevyhledávají. Záleží především na velikosti a tvaru určité plochy (Nowicki et al., 2007).

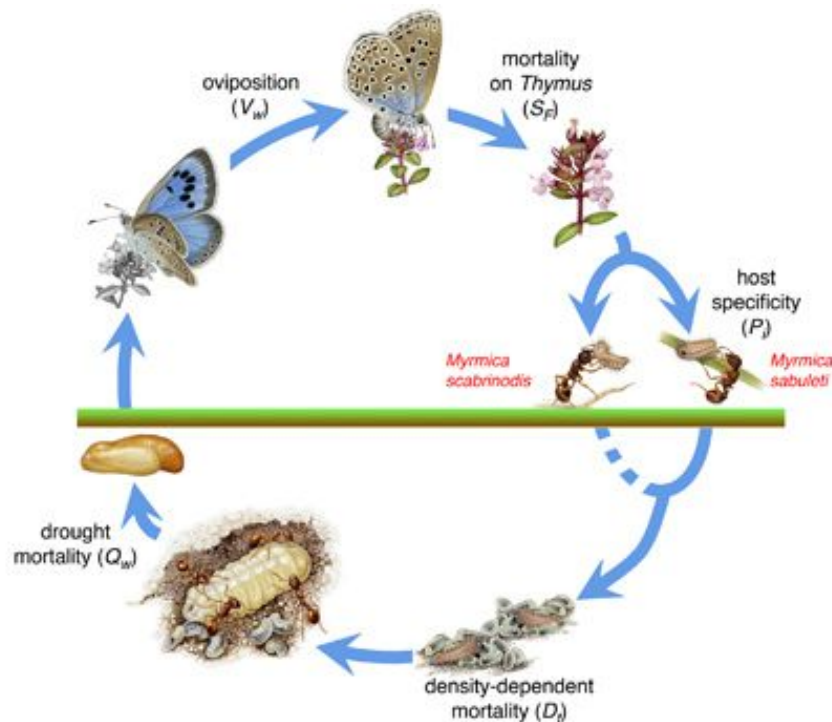
Vhodný management pro hostitelské druhy mravenců *Myrmica rubra* a *Myrmica scabrinodis* se od sebe liší. Ve studii, která proběhla v Nizozemsku se jako vhodné pro druh *Myrmica scabrinodis*, který nejčastěji hostí modráška očkovaného jeví časté kosení vegetace podél cest nebo pozdní kosení, zatímco kolonie *Myrmica rubra* by měly být v průběhu léta neporušené a louky je doporučeno kosit až pozdě na podzim (Wynhoff et al., 2010).

3.2 Vývojová stadia modrásků rodu *Phengaris*

Modrásci patří ke hmyzu s proměnou dokonalou, která zahrnuje stadia vajíčka, housenky, kukly a dospělce (imágo) (Kovařík et al., 2000). Ve vývojovém cyklu se tedy střídají jednotlivá vzájemně si nepodobná stadia vývoje. Samička zahájí cyklus nakladením vajíčka, které představuje stádium klidu, tudíž nedochází k příjmu potravy (Novák et Pokorný, 2003). Ve vajíčku probíhá vývoj housenky (Carter, 2006). Z vajíčka se po určité době vylíhne housenka, která prochází tzv. instary, při nichž postupně mění svou velikost a vzhled (Novák et Pokorný, 2003).

Housenky jsou stádiem růstu, vybaveným tak, aby byly schopny v krátkém čase zkonsumovat velké množství potravy. Převážná většina housenek se během svého vývoje svlékne čtyřikrát až pětkrát a při posledním svlékání se už objeví kukla (Landman, 1999). Kukla taktéž jako vajíčko je stádiem klidu a tak ani ona nepřijímá potravu (Novák et Pokorný, 2003). Landman (1999) dále ve své knize uvádí, že v kukle probíhá metamorfóza housenky na dospělce. Po vykuklení dospělce je celý cyklus dokončen. Imágo přijímá potravu stejně jako housenka, ale s tím rozdílem, že už neroste. Dospělci jsou stádiem rozmnožování a zakládání nové generace modrásků (Novák et Pokorný, 2003).

Obrázek č.4: Vývojový cyklus modrásků rodu *Phengaris* (Zdroj: <http://bohemiaorientalis.cz/o-modrascich-rodu-maculinea-2/>)



3.2.1 Páření a kladení

Před samotným pářícím aktem jedinců, dochází k tzv. párovacímu chování, při kterém dochází k vzájemnému vyhledávání samců a samic. Jelikož se samci zabývají pouze vyhledáváním budoucích partnerek, je to jejich nejdůležitější aktivita. Rozlišujeme dva hlavní a odlišné typy. Pokud samci své partnerky vyhledávají aktivním letem, mluvíme o patrolování. Druhým typem je vyčkávací strategie. Samci usednou na přehledné místo, na kterém vyčkávají na okolo letící samice, za kterými prudce vylétávají (Beneš et al., 2002).

Kovařík et al., (2000) uvádí, že samice vylučují feromony ve formě výměšků z posledních článků zadečku, které samec registruje díky čichovým orgánům na tykadlech. Kopulující pár vyčkává v klidu či v různých polohách, příkladem je páření za letu. Denní motýly k páření často stimuluje sluneční svit nebo také přítomnost živné rostliny. Při páření sameček pevně svírá partnerku svými vnějšími pohlavními orgány (valvy) a nechává zasunutý penis ve zvláštním otvoru samice. Pomalu dochází k přenosu spermatoforu a vlastnímu oplození (Kovařík et al., 2000). Sameček během kopulace samici předává nejen samčí buňky, ale i bílkoviny, které samice použije na výrobu svých vajíček a většinou na samičku vypustí svůj pach. Pachem označená samice se tak stává méně přitažlivou pro ostatní případné partnery (Landman, 1999). Pokud proběhlo oplození samice, odmítá další páření. V případě neúspěchu, samice dále pokračuje ve vábení samců (Kovařík et al., 2000).

Kladení vajíček probíhá po celou letovou sezónu modrásků (Thomas et al., 1998a). Nejčastější způsob kladení vajíček je soliterní (jednotlivě) nebo v menších skupinách, utříděných do formací a hromádek (Kovařík et al., 2000). Beneš et al. (2002) uvádí, že je při kladení nutné, aby samice rozeznala vhodný ovipoziční substrát (správné klimatické podmínky, přítomnost živné rostliny a její okolí). Zpravidla se řídí zrakem, později co usedne na případně vhodný substrát, používá hmat a chuť. Všechny smyslové receptory se nacházejí na chodidlech. Počet nakladených vajíček se liší jak v rámci druhu, tak i uvnitř populace. Není objasněné, zda-li je průměrný počet vajíček založený geneticky nebo jestli závisí na odlišnosti stanovišť v závislosti na dostupnosti nektaru a klimatických podmínkách (Thomas et al., 1998a). Ve studii Figurny et Woyciechowski (1998) byla zkoumána selekce květních hlávek kladoucích samic a ukázalo se, že samice obou druhů, preferují jinou růstovou fázi květu. Samice *Phengaris teleius* dávají přednost spíše mladým květním hlávkám, jejichž optimální výška je 0 až 30 cm (Thomas et Elmes, 2001), dále preferují menší počet jednotlivých kvítků na živné rostlině, které jsou prázdné nebo obsahují maximálně jedno další vajíčko. Samice modráška očkovaného klade na vybranou okvětní hlávkou jen jedno vajíčko, zatímco samice modráška bahenního jich může naklást až pět do jedné okvětní hlávky. Samička druhého jmenovaného druhu klade vajíčka i do hlávek, které již obsahují jedno či více vajíček obou druhů. Samice *Phengaris nausithous* mají radši starší květní hlávky, které jsou vyšší (Śliwińska et al., 2006). Dyck et al. (2000) uvádí, že samičky modráška očkovaného se vyznačují určitou nechutí klást vajíčka na květní hlávkou, která již obsahuje dříve nakladená vajíčka.

Hlávky krvavce si na svých typických stanovištích zachovávají vhodnost ke kladení vajíček po dobu 2 - 5 dnů a většina jednotlivých živných rostlin obsahuje alespoň několik vhodných květních hlávek 5 - 15 dnů. Délka ovipozice je oproti tomu u typické populace modrásků rodu *Phengaris* 30 - 40 dnů (Thomas et Elmes, 2001). Další studie se zabývaly výběrem živné rostliny pro kladení vajíček z hlediska závislosti na přítomnosti hostitelských *Myrmica* mravenců. Ve studii Wynhoff et al. (2008) zkoumali, zdali samice kladou svá vajíčka na živné rostliny v těsné blízkosti hostitelských mravenců nebo zda je kladení zcela náhodné. Zjistilo se, že samice obou druhů častěji kladou vajíčka na živné rostliny, vyskytujících se nedaleko mravenčího hnízda než na rostliny bez přítomnosti mravenců. Kladení na živné rostliny bez přítomnosti mravenců docházelo pouze v letech s vysokou motýlí denzitou. Hustota motýlů velmi často také koreluje s množstvím krmné rostliny na stanovišti (Batáry et al., 2009).

3.2.2 Vajíčko

Naklazením vajíčka do okvětní hlávky začíná nový životní cyklus. Motýlí vajíčko je malý útvar rozmanitého tvaru (Novák et Severa, 2002). Tvary vajíček můžeme rozdělit na dvě skupiny. Pokud micropyle leží v ose rovnoběžně s podložkou a míří na stranu, jde o vajíčka ležatá, ale pokud micropyle leží nahoře, takže je v kolmé ose k podložce, jde o vajíčka stojatá (Obenberger, 1964). Vajíčko má pevnou, ale pružnou schránku, které se říká chorion. Chorion obsahuje obrovské množství zásobních látek v podobě žloutku, nezbytných pro vývoj a výživu zárodečné buňky a embrya (Novák et Severa, 2002). Na určitém místě vajíčka najdeme už zmíněné micropyle, což je otvor nebo otvory, kudy vniká spermie do vajíčka a dochází tak k vytvoření zygoty. Dále se podílejí na výměně plynů mezi vnitřním a vnějším prostředím. Tento proces nejčastěji probíhá na pólu vajíčka (Novák et Pokorný, 2003).

Obaly vajíček se u jednotlivých druhů rodu *Phengaris* výrazně liší. Zástupci *Phengaris alcon* (Denis & Sciffermüller, 1775) a *Phengaris rebeli* (Hirsche, 1904) jsou výjimeční svým líhnutím z bazálního konce vajíčka, děje se to hlavně proto, že exponovaný svrchní povrch vajíčka má neobvykle silný obal. Ostatní tři druhy *Phengaris teleius*, *Phengaris nausithous* a *Phengaris arion* mají normální nebo nezvykle tenký obal. Oba typy vaječných obalů, se těchto motýlů, vyvinuly za účelem snížení úmrtnosti následkem napadení parazitoidy či predátory. *Phengaris alcon* a *Phengaris rebeli* jsou díky složení svých živných rostlin nuceni klást na exponovaná místa a proto jsou jejich vajíčka chráněna tak silným vaječným obalem. Ostatní druhy, především *Phengaris teleius* a *Phengaris nausithous* kladou svá vajíčka hluboko do květenství živné rostliny. Za tímto účelem bylo nutné, aby jejich vajíčka měla pružný a tenký obal (Thomas et al. 1991). Barva vajíčka je různorodá. Čerstvě nakladená vajíčka mají bílou barvu, postupně se barva může lišit od žluté, světle červené, zelenavé až černé. Někdy může dojít k zbarvení vajíčka až těsně před vylíhnutím housenky (Zahradník, 1997).

3.2.3 Housenka

Z vajíčka se líhne housenka, která představuje růstové stádium životního vývoje motýlů. Jejím úkolem je co nejintenzivněji přijímat potravu, růst a nakonec umožnit proměnu v kuklu. Důležité orgány jako jsou křídla a pohlavní žlázy dospělců se vyvíjejí právě u housenek, především v posledních instarech (Hrabák, 1985, Kovařík et al., 2000). Housenky se z vajíčka začínají líhnout přibližně za jeden týden (Thomas et al., 1998a). Ihned po narození housenka sežere obal vajíčka a poté pokračuje v požívání květní hlávky krvavce totenu (Landman, 1999). Tělo housenek může být válcovité, červovité nebo článkované a je

složeno u všech druhů motýlů ze 13 článků, z toho tři články za hlavou tvoří hrud' a zbytek tvoří zadeček (Novák et Severa, 2002). Novák et Pokorný (2003), uvádějí, že housenky modrásků jsou krátké a široké se zatažitelnou hlavou a s řídko ochlupeným tělem.

Housenky *Phengaris nausithous* a *P. teleius* jsou si velice podobné a jejich identifikace je obtížná, ale zároveň je velmi důležitá pro přesné studium ekologie. Studie Śliwińska et al. (2006) se zabývá přesným popisem znaků, jednotlivých stádií larválního vývoje housenek. Modrásek bahenní je ve všech třech instarech pokryt relativně dlouhými a rovnoměrněji rozmístěnými štětínami. Zatímco u modráska očkovaného je první a druhý instar rozpoznat tak, že jejich štětiny jsou rozmístěné rovnoměrně po celém těle, ale jsou umístěny nepravidelně. Štětiny jsou i mnohem tmavší a jsou mírně prohnuté. Třetí instar je velice podobný předchozím s tím rozdílem, že u hlavy housenky nalezneme malé kutikulární záhyby.

Líhnutí housenek modrásků *Phengaris nausithous*, *Phengaris teleius* a *Phengaris arion* probíhá směrem vzhůru a ven z květů. U *Phengarisalcon* a *Phengarisrebeli* se líhnou z bazálního konce a tím se klubou přímo do tkáně rostliny (Thomas et al., 1991). Růst housenek probíhá stupňovitě v tzv. instarech. Jsou to růstová stadia, která jsou oddělená svlékáním housenky (Novák et Pokorný, 2003). Beneš et al. (2002) uvádí, že housenky modráska bahenního i očkovaného se v semenících živné rostliny krmí po dobu 2 - 3 týdnů. V této době jsou larvy ohroženy mortalitou vyvolanou predací, hladověním či kanibalismem (Hochberg et al., 1992). Beneš et al. (2002) dále uvádí, že v jedné květní hlávce může přežít 3 - 6 housenek. Během krmení na živné rostlině dochází u jiných druhů k velmi rychlému vývoji, ale i u modrásků *Phengaris* v tomto stádiu housenka nabude pouze o 1% z její konečné hmotnosti (Hochberg et al., 1992). Housenka se na rostlině živí od prvního do třetího instaru (L1 - L3) (Wynhoff, 2001). Dle studií Schroth et Machwitz (1984) bylo dokázáno, že housenky po třetím instaru přecházejí z endofytického způsobu života na myrmekofilně - parazitický.

Po dosažení posledního stadia (L4) dochází k vypadávání housenek z květů a přechodu do mravenišť mravenců rodu *Myrmica*. Konkrétně k *Myrmica scabrinodis*, *Myrmica rubra*, *Myrmica ruginodis* a *Myrmica rugulosa* (Witek et al., 2010). Pokud není mravenčí hnízdo v dosahu okolo dvou metrů od živné rostliny, šance na přežití housenky je minimální. Po vyhledání housenky mravenci, je okamžitě v průběhu 4 - 6 minut adoptována a je odnesena mravenčími dělnicemi do hnízda (Elmes et al., 1991, Wynhoff, 2001). Adopce housenek by měla proběhnout v nejkratším čase, protože jsou v tomto období nejvíce ohroženy predátory (Elmes et Thomas, 1992). Během adopčního obřadu housenky vylučují

směs cukrů a aminokyselin z dorzální Newcomerovy žlázy a svým pokrouceným vzhledem napodobují mravenčí larvy (Beneš et al., 2002). Fiedler (1990) zkoumal adopci housenek konkrétně mravencem *Myrmica rubra* a zjistil, že larvy *P. teleius* byly nejprve mravencem prozkoumány, poté larva vypustila sladký sekret. Mravenec se od housenky opakovaně odcházel a zase se k ní vracel, celý tento proces trval přibližně 44 minut. Larvy *P. nausithous* nevypouštěly medovici, ale byly zkoumány mnohem intenzivněji. Tyto larvy byly sebrány a odneseny hned při prvním kontaktu s mravencem a proces trval 5,4 minut. Výsledný rozdíl byl vysvětlen tak, že larvy modráška bahenního umí lépe napodobit feromon vylučovaný mravenčími larvami. Housenky, které jsou na konci léta přineseny do mraveniště, přerušují na počátku zimy svůj růst. Další růst začíná začátkem jara, kdy larvy zvětší svou tělesnou hmotnost až o 400 - 1500%. V mraveništi housenky zůstávají 10 - 22 měsíců (Thomas et al., 1998b).

Poslední, čili čtvrtý instar housenek, je charakteristický delšími a silnějšími štětinami než u předchozích stádií. Štětiny jsou řídké, ale pravidelně rozmístěné na dorzální straně hrudníku a břicha. Hustota štětín se snižuje během růstu v mraveništi, kdy dochází k rozpínání pokožky. Štětiny se často během růstu oddělí. Tvar těla housenky je nejprve protáhlý, ale před kuklením se zakulacuje. U *Phengaris nausithous* jsou štětiny opět delší, housenka je menší a tvar těla má kulatější (Śliwińska et al., 2006).

Thomas et al., (1998a) uvádí, že se mortalita u raných stádií (tj. od vajíčka až po neúspěšnou adopci housenky) pohybuje v rozmezí od 20 - 40%. Mnohem vyšší úmrtnost je až v mraveništi, kde umírá až 80 - 90% motýlích housenek, které byly do mraveniště přineseny. Převážná část je způsobena špatnou kompatibilitou. To znamená, že vypadlé housenky nejspíše sbírají všichni mravenci rodu *Myrmica*, ale jen u některých druhů jsou housenky schopné dokončit svůj vývoj s vyšší pravděpodobností (Thomas et al. 1989, Elmes et Thomas, 1992). Elmes et al. (1990) uvádí, že přibližně 40% housenek zahyne během prvního období integrace uvnitř mraveniště, před zimním obdobím zahyne cca 11% a až 44% uhyne během jarního růstu, ještě před zakuklením.

V neposlední řadě jsou housenky ohroženy mortalitou díky specifickým parazitoidům. Tito parazitoidi, lumci z rodu *Ichneumon* (Linnaeus, 1758), napadají housenky v hostitelských hnízdech mravenců. V květní hlávce krvavce totenu jsou pak ohrožovány rodem *Neotypus* (Foerster, 1868), kteří do svého hostitele nakladou vajíčka a ty usmrtí až o 10 měsíců později během stádia kukly (Thomas et Elmes, 1993). Na modráskovi bahenním parazitují *Neotypus pusillus* (Gregor, 1940) a *Neotypus melanocephalus* (Gmelin, 1790) (Stankiewicz et al.,

2004). Tartally (2005) dokázal, že u modráška očkovaného parazituje stejný druh jako u *P.nausithous* a to *Neotypus melanocephalus*.

Housenky všech druhů modrášků mají svou určitou potravní strategii. Existují dvě potravní strategie, a to strategie „kukačka“ a „predátor“ (Pech et al., 2004). Kukaččí strategii využívají housenky dvou taxonů modrášků a to *Phengaris rebeli* a *Phengaris alcon*. Je charakteristická tím, že dané druhy napodobují chování mravenčího plodu a proto jsou krmeny vývržky, trofickými vajíčky, mravenčí kořistí a samotnými dělnicemi. Druhou strategií je predátor a vyznačují se tím modrásci *Phengaris nausithous*, *Phengaris teleius*, a *Phengaris arion* (Thomas et al., 1998a). Tyto druhy modrášků v mraveništi požírají larvy i kukly mravenců. Nakonec se v hníždě zakuklí (Beneš et al., 2002).

Obrázek č. 5: Vajíčko a housenka v květní hlávce krvavce totenu (Zdroj: Vladimír Vrabec)



3.2.4 Kukla

Kukla je klidovým stádiem ve vývoji motýlů, které se vyznačuje nízkým stupněm látkové výměny (Novák et Pokorný, 2003). Toto stádium je ve vývoji motýlů nejzranitelnější, protože kukla postrádá nohy a křídla (Landman, 1999). Motýl ve stádiu kukly vůbec nepřijímá potravu a její pohyb je také velice omezen. Kukla je tuhá schránka, ve které dochází k anatomickým změnám (Novák et Pokorný, 2003). Povrch kukel může být hladký, matný nebo lesklý s různou strukturou ve formě drobných teček, čárkovitých rýh nebo hrbolků (Novák et Pokorný, 2003). Kovařík et al., (2000) uvádí, že hlavová část kukly je pevně připojena k hrudi a omezený pohyb mají pouze zadečkové články. Nejdůležitějším útvarem na

kukle je tzv. kremaster, který vznikl přeměnou posledního zadečkového článku. Tento útvar slouží k zaklesnutí a připevnění kukly k podkladu (Novák et Pokorný, 2003).

Při posledním svlékání housenky se objeví tenká, měkká kutikula kukly, která na vzduchu tvrdne a tím vytvoří chitinový krunýř (Hofmannová et Marktanner, 1996). Po dokončení vývoje, housenka přestane přijímat potravu a současně mění zbarvení a tvar těla (Kovařík et al., 2000). Samotné kuklení probíhá na jaře (Elmes et Thomas, 1991). Podle Beneše et al. (2002) se housenky kuklí přímo v hnízdech hostitelských mravenců. Kukly obou druhů motýlů jsou si velmi podobné, obě jsou krátké, tlusté se silnou a matnou kutikulou (Śliwińska et al., 2006). Stádium kukly může trvat několik dnů až mnoho let. Zato samotné líhnutí je otázkou několika minut (Hofmannová et Marktanner, 1996).

Líhnutí probíhá především v ranních hodinách (Hofmannová et Marktanner, 1996). Většinou mezi 7 - 9 hodinou, kdy mravenci nejsou tolik aktivní. Po pár vteřinách či minutách je motýl v mraveništi zcela volný a během chvilky se dostává na povrch (Elmes et Thomas, 1991). Ve studii Elfferich (1998) byla studována vibrace u housenek, kukel i dospělců, která má vliv na zklidnění agresivity u mravenců ve chvíli, kdy se motýl vylíhne z kukly. Díky vibraci, kterou kukly produkují jsou mravenci klidnější a motýla tolik nenapadají, když postupuje ven z mraveniště. Vzhledem k tomu, že se tato vibrace objevuje pouze u modrásků, mohla by sloužit i jako komunikační prostředek mezi oběma druhy. Motýl brzy po vykuklení vhání do křídelních žilek hemolymfu, při čemž dochází k narovnávání záhybů, prodlužování a následně k zatvrdnutí křídel (Kovařík et al., 2000). Po úplném uschnutí a zatvrdnutí křídel je hemolymfa opět vypumpována zpět do těla (Landman, 1999).

3.2.5 Imágo

Imágem označujeme pohlavně dospělého jedince, který je schopný rozmnožování (Kovařík et al., 2000). Je zároveň nejaktivnější fází vývojového cyklu motýlů. Dospělý jedinec létá od konce června do poloviny srpna (Beneš et al., 2002). Za rok vzniká pouze jedna generace motýlů (Landman, 1999). Novák et Severa (2002) uvádějí, že dospělá imága mají mimo jiné za úkol také vyhledávat nová teritoria k obývání. Dospělci *Phengaris nausithous* a *Phengaris teleius* jsou krátkověcí. Průměrná délka jejich života je okolo 2 - 3 dní (Beneš et al., 2002). V laboratorních podmínkách se průměrná délka života prodlužuje až na 6 dní (Nowicki et al., 2005a). Charakteristickou vlastností dospělců je protandrie. Jedná se o posun letového vrcholu, kdy let samců nastává o několik dní až týdnů dříve než u samic. Populace modrásků je spíše usedlejší s minimální disperzní schopností imág (Beneš et al., 2002). Beneš et al., (2002) se domnívá, že migrační schopnosti *Phengaris nausithous* jsou

vyšší než u *Phengaris teleius*. Vrabec et al. (2008) dokazuje, že u modráška bahenního je vždy vyšší poměr přelétuvších jedinců k celkové velikosti populace než u modráška očkovaného. U modráška očkovaného je disperze v krajině ovlivňována především průletovými koridory, zatímco u modráška bahenního nejsou tyto koridory zapotřebí (Johst et al., 2006). Práce Bonelli et al. (2013) též zdůrazňuje, že tam, kde je plánovaná reintrodukce druhu, je velice důležité dobře ustanovit propojenou síť vhodných stanovišť.

Obrázek č. 6: Kopulace dospělců *Phengaris teleius* (Zdroj: autorka práce)



3.3 Hostitelští mravenci rodu *Myrmica*

Studie Witek et al. (2008) uvádí, že jediným mravenčím rodem, který umožňuje modráškům ukončit svůj vývojový cyklus je rod *Myrmica* (Latreille, 1804). Mravenci rodu *Myrmica* se od jiných rodů liší zejména zbarvením. Můžeme u nich najít odstíny od bledě oranžové, po tmavě hnědou i červeno-žlutou. Jejich výskyt je hojný, vyskytuje se přes 200 druhů a poddruhů. Ty vytváří čtyři zoogeografické oddělené skupiny (Elmes et Thomas, 1991). Zástupci z rodu *Myrmica* si ve vlhkých nebo chladných biotopech staví relativně velká a nápadná hnízda. Jsou postavena v chomáčcích trávy a jejich zastřešení je vyrobeno ze zbytků rostlin a kousky půdy. Takovéto typy mravenčích hnízd označujeme jako solária neboť způsobují zvýšení teploty uvnitř mraveniště. Zato v horkých a suchých oblastech jsou

hnízda velice špatně viditelné, protože na povrchu nejsou patrné žádné změny, jsou vybaveny pouze dvěma vchody. Mravenci toho rodu mají široké spektrum potravy, loví živý malý hmyz, nepohrdnou ani pozůstatkům hmyzu nebo dokonce mršinami zvířat. Rostlinou složku potravy přijímají v podobě jedlé tkáně semene, nektaru květů nebo nektarových žláz (pesíky) a medovice listových mšic. Hölldobler et Wilson (1997) ve své knize uvedli, že mšice poskytují mravencům potravu ve formě cukrových výkalů. Mravenci je na oplátku chrání proti predátorům. Šťáva, kterou mšice získávají z lýka rostlin, jim poskytuje všechny výživné látky, které však plně nevyužijí. Určité složky, jako volné aminokyseliny, vitamíny, bílkoviny, minerální látky a hlavně cukerné složky, trávicím traktem procházejí a společně s přebytečnou vodou jsou vyloučeny z těla ve formě sladké medovice, která obsahuje z devadesáti až pětadevadesáti procent cukerné složky.

Velikost kolonie mravenců není vždy stejná a její velikost kolísá. Především závisí na určitém druhu mravenců rodu *Myrmica* a na podmínkách oblasti, kde je hnízdo umístěno. U většiny druhů je v mraveništi kolem 300 - 800 dělnic. Veškeré druhy *Myrmica* mravenců jsou polygynní, to znamená, že v mraveništi přebývá najednou více královen. Konkrétní počty královen v hnízdech mravenců se liší od druhu. Například *Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758) hostí až 10 královen, ale *Myrmica scabuleti* (Meinert, 1860) má ve svém mraveništi obvykle 2 - 3 královny (Elmes et Thomas, 1991). Královny kladou velké množství vajíček během července a srpna. Z vajíček se v průběhu léta, ale i v září vyvinou larvy, které se později vyvinou v dospělého jedince. Pohlaví je dáno oplozením či neoplozením vajíčka, pokud je vajíčko oplozené, vyvine se samička, pokud je vajíčko neoplozené vyvine se sameček (Hölldobler et Wilson, 1997). Během srpna dochází k vývoji největší části plodu v nové dělnice. Na počátku zimy se v mraveništi nachází mnoho larev, které do následujícího jara nerostou. Větší z těchto larev mají větší hmotnost a nacházejí se v diapauze. Z těchto větších larev se později mohou vyvinout okřídlené a rozmnožování schopné samičky. Menší larvy se pravděpodobně vyvinou v dělnice nebo samečky. Rozmnožování schopní jedinci zůstávají prozatím v hnízdě, ale v období mezi polovinou srpna až polovinou září se vyrojí na svůj svatební let (Elmes et Thomas, 1991).

Podle Thomase et al.(1989) má každý druh z rodu *Phengaris* svého primárního mravenčího hostitele z rodu *Myrmica*. Mravenci *Myrmica rubra* hostí modráška bahenního. V Rumunsku je pro modráška bahenního hostitelským druhem mravence opět *M. rubra* (Tartally et Varga, 2005). V Polsku byl objeven v mraveništích mravenců *M. ruginodis* (Witek et al., 2008). V případě modráška očkovaného je hostitelem nejčastěji druh *Myrmica scabrinodis* (Thomas et al., 1989, Elmes et Thomas, 1992). Pech et al. (2007) ve své studii

testoval specializaci modrásků na jednotlivé druhy mravenců. Byly stanoveny dvě hypotézy. První z hypotéz se přiklání ke studii Thomase et al.(1989), že každý druh rodu *Phengaris* využívá jediného primárního hostitele. Druhá z hypotéz byla založena na existenci jemné populační hladiny, kterou lze vysvětlit tak, že počet mravenčích hostitelů na určitý motýlí druh má tendenci se zvyšovat s množstvím zkoumaných druhů mravenců. Potvrzena byla varianta lokálního využití různých hostitelů.

Dle Witek et al. (2008) *Phengaris teleius* nevykazuje závislost na primárním hostiteli. Studie Tartally et Varga (2005) uvádí, že larvy modráška očkovaného využívají ke svému vývoji také mravence *Myrmica rubra*. Výzkum dokazuje, že v jediném mraveništi *M. rubra* bylo společně s larvami *P. nausithous* také osm larev *P. teleius*. Witek et al. (2010) uvádí, že housenky *Phengaris teleius* mohou přežívat v koloniích čtyř druhů *Myrmica* a to: *M. scabrinodis*, *M. rubra*, *M.ruginodis* a *M.rugulosa*. Morfometrické měření dospělců chovaných ve volně žijící kolonii *M. scabrinodis* a *M. ruginodis* ukázalo, že velikost křídel, velikost a počet skvrn na křídlech byly vyšší u dospělých motýlů z hnízda *M. ruginodis* (Nylander, 1846). Výsledkem je, že ve studovaných populacích je *Phengaris teleius* méně specializovaný než se původně zdálo.

Myrmica rubra žije na vlhkých loukách a v chladnějších stanovištích. Kolonie *M. rubra* jsou početnější. V mraveništi se může vyskytovat 1 královna s 25 dělnicemi až po 600 královen s 8000 dělnicemi. Jedná se o velice agresivní druh, kdy dělnice po vyrušení okamžitě bodají. Přirozené místo výskytu je především eurosibiřský areál (Sadil, 1955). Biotop těchto mravenců je velmi rozmanitý a rozpíná se od močálů přes bažiny a lesní mýtiny až po jakékoliv zatrávněné plochy (Elmes et Thomas, 1991). Velikost kolonie je proměnlivá, ale nejobvyklejší počet královen v hnízdě je v rozmezí 1 – 60 královen a několik set až 2500 dělnic (Sadil, 1955). *Myrmica ruginodis* řadíme mezi lesní druhy, ale najdeme ho také v močálech, mokřinách a severních svazích hor. Jejich mraveniště se nacházejí v trsech trávy a rákosí. *Myrmica rugulosa* (Nylander, 1849) je široce rozšířen v suchém, písčovitém, teplém zatrávněném prostředí (Elmes et Thomas, 1991).

Pro odhad počtu dělnic v mraveništi mravenců r. *Myrmica* je vyvinuta metoda založená na základě odstraňování dělnic z hnízda. Metoda je nedestruktivní, jelikož není pozorován pokles přežití zkoumaných mravenišť ve srovnání s kontrolními hnízdy. Při pokusu byly použity špejle zapíchnuté v hnízdě, po kterých dělnice samovolně vylézaly vzhůru a bylo možno je počítat (Skórka et al., 2006).

3.3.1 Myrmekofilie

Myrmekofilie je široce rozšířená u motýlů čeledi Lycaenidae a vyjadřuje vazbu motýla na mravence (Fiedler et al., 1996). Van Dyck et al. (2000) ve své studii uvádí, že takto žije více než 50% zástupců modráskovitých. Pellissier et al. (2012) ve své práci zkoumal vztahy mravenců a motýlů v chladnějších oblastech a zjistil, že druhy obydlující chladnější biotop vykazují menší nebo žádné vztahy s hostitelskými mravenci.

Vazba na mravence může být různě úzká. Může se jednat o pouhou koexistenci, více či méně specifický mutualismus nebo dokonce parazitismus (Fiedler et al., 1996). Podle Beneše et al. (2002) je zavedený pojem myrmekofilie zavádějící. Ve skutečnosti jde o „modráskofilii“ mravenců, kteří housenkám neubližují, ba dokonce je chrání před predátory či parazitoidy, někdy si je chovají a případně jich umožňují kuklení přímo v mravenčím hnízdě. Dále jsou modrásci díky myrmekofilii chráněni proti napadení mravenci a u některých druhů jsou známé i případy ochrany mravenčími vojáky či výhod při vývoji pod mravenčí péčí. Většina modráskovitých udržuje s celou řadou různých mravenčích rodů pouze fakultativní vztah, ale u několika motýlích linií se vyvinula vysoce specifická a obligátní vazba (Fiedler et al., 1996). Na oplátku jim housenky za tuto laskavost poskytují sladký a na aminokyseliny bohatý sekret (Wardlaw et al., 2000, Beneš et al., 2002). Pokud jde tedy o situaci, kdy mravenci od vývojových stádií odhánějí predátora nebo parazitoidea, jedná se o fakultativní myrmekofilii. V případě, kdy je motýl na mravence fixován tak, že nemůže bez mravenců dokončit svůj vývoj, jedná je o obligátní myrmekofilii. Tento typ může být dále ještě užší. Jsou motýli, kteří mají volnější vztah k řadě mravenčích druhů nebo jsou motýli se specializovanou vazbou pouze na konkrétní druh mravence. A právě tato velice úzká vazba se vyvinula u motýlů rodu *Phengaris* a mravenců rodu *Myrmica* (Beneš et al., 2002).

U modráška bahenního i modráška očkovaného se vyvinula obligátní myrmekofilie (Beneš et al., 2002). Aby mohl tento vztah probíhat, je nezbytné, aby housenky vylučovaly sekrety ze speciálních epidermálních žláz. Přenos živin z housenky na mravence je velice důležitý, nicméně nepostradatelnou roli hraje manipulativní komunikace prostřednictvím pachových signálů (Fiedler et al., 1996). Devries et al. (1993) studoval další systémy komunikace. Sledoval zvuky vydávané housenkami, které se podobají zvukům mravence. Vydávané signály si byly velice podobné, ale jejich způsob produkce byl odlišný. Způsob komunikace mezi obligátními myrmekofily a jejich hostiteli je úzce spojena s evolučním vznikem specializovaných životních cyklů (Fiedler et al., 1996).

Mravenci se dorozumívají pomocí chemických signálů, které určují příslušnost mravence k dané kolonii a jeho postavení. Tyto signály byly housenkami díky evoluci prolomeny. Čerstvě svléknuté housenky již čtvrtého instaru jsou považovány za mravenčí larvy a tak jsou „navráceny“ zpátky do mraveniště. Pro objasnění byly testovány tři různé hypotézy týkající se mechanismu, který ovládá takovéto chování. Za prvé housenky vylučují povrchem těla chemické látky, které jim zajišťují, aby byly pokládány za mravenčí larvy. Za druhé mimetické sloučeniny zahrnují uhlohydráty podobné těm, které jsou v přirozených podmínkách produkovány mravenci rodu *Myrmica* k rozpoznávání příslušníků své kolonie a za třetí pomocí výměšků housenky v přírodě napodobují svého hlavního hostitele (Akino et al., 1999). Výsledky behaviorálních biotestů a chemických analýz potvrdily všechny zmíněné hypotézy a vysvětlily tak vysoký stupeň hostitelské specifity. Dále, i když housenky samy syntetizovaly velké množství stopovacích feromonů vlastních svým hostitelů, později si uvnitř mraveniště dodatečně osvojily přítomné uhlohydráty, následkem čehož dokonale napodobily pach své vlastní hostitelské kolonie (Akino et al., 1999).

3.4 Ochrana a ohrožení modrásků

Díky výsledkům ze síťového mapování motýlích druhů z roku 2002 se ukázalo, že z našich 161 druhů denních motýlů, už 18 druhů motýlů vyhynulo a dalším šestnácti druhům se natolik zmenšují areály rozšíření, že prakticky vymírají. V různém stupni ohrožení je dalších 73 druhů, to je polovina z dosud přežívajících. Hlavní příčinou takového úbytku motýlů je zánik jejich stanovišť, který souvisel s intenzifikací zemědělství a lesnictví. Kvůli zcelování pozemků zanikly meze, úhory, květnaté louky, občasné pasené stráně a okraje lesních cest. Zemědělské, ale i lesnické meliorace vyhladily řadu mokřadních stanovišť a přílišné využívání insekticidů a chemických hnojiv vytlačilo citlivější druhy motýlů ze zemědělské krajiny (Beneš et al., 2002). Modrásek bahenní je proto v České republice a Evropě legislativně chráněný. Ve druhé polovině 20. století druh v rámci Evropy ustoupil o 20 - 50% (Beneš et al., 2002).

Phengaris nausithous i *Phengaris teleius* jsou též zařazeny do Červeného seznamu ohrožených druhů České republiky. Seznam druhů, kteří jsou v ČR ohrožení vydává Mezinárodní unie pro ochranu přírody a přírodních zdrojů neboli IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) (Anon.2, 2017). Podle IUCN rozlišujeme následné kategorie: (EX) - druh vyhynulý nebo vyhubený, (EW) - vyhynulý nebo vyhubený ve volné přírodě, (CR) - kriticky ohrožený, (EN) - ohrožený, (VU) - zranitelný, (NT) - téměř ohrožený, (LC) - málo dotčený, (DD) - taxon, o němž jsou nedostatečné informace, (NE) -

nevyhodnocený (Anon.2, 2017). Celosvětově se modrásek bahenní i očkovaný podle výše uvedeného rozdělení řadí do kategorie NT - téměř ohrožený. Podle červeného seznamu ohrožených druhů bezobratlých České republiky je modrásek očkovaný řazen výše k druhům zranitelným (VU) (Farkáč et al., 2005).

Zmiňované druhy jsou také zapsány do přílohy II a IV Směrnice o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin (tzv. Natura 2000) (Beneš et al., 2002). Natura 2000 je soustava chráněných území, které vytvářejí na svém území všechny státy Evropské unie. Cílem Natury 2000 je ochránit druhy živočichů, rostlin a typů přírodních stanovišť, které jsou z evropského pohledu nejcennější, nejvíce ohrožené, vzácné nebo omezené svým výskytem jen na konkrétní oblast (endemické). Tvoří jí dvě směrnice - směrnice 2009/147/ES - O ochraně volně žijících ptáků a směrnice 92/43/EHS - O ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin. Obě směrnice jsou zakomponovány do národní legislativy zejména prostřednictvím zákona č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny ve znění zákona č. 218/2004 Sb. (Anon.3, 2006). Ochranu motýlů lze provádět pomocí komplexních systémových opatření, které zahrnují ochranu biotopů, tak i větších krajinných celků a především důsledná péče o stanoviště (Beneš et al., 2002). Dále Beneš et al. (2002) navrhuje 5 zásadních priorit v přístupu k ochraně jak motýlů, tak i přírody. První prioritou jsou cílená opatření k záchraně a navýšení počtu nejohroženějších druhů - motýli vymírající a kriticky ohrožení. Druhou prioritou by měly být změny v legislativě, přesněji ve výčtu zvláště chráněných druhů a v pojetí jejich ochrany. Třetí prioritou by měl být vznik propojeného systému lepidopterologů - ochranářů. Čtvrtá priorita navazuje na třetí ve smyslu soustavného monitoringu. A nakonec pátou prioritou by měl být návrat motýlů do volné přírody.

4 Metodika

Velmi stručně lze metodický postup užitý v této práci charakterizovat takto: Byla seříděna data o početnosti populací modrásků *Phengaris nausithous* z lokalit v ČR studovaných za pomoci zpětného odchyty značených jedinců. Počty byly vyneseny do časové řady a je porovnán vývoj studovaných metapopulací, a to navzájem a potom s jednotlivými koloniemi zvlášť. Je hledána cyklická výchylka v dynamice vývoje početnosti, která by mohla znamenat gradační periodu obou druhů. Původním záměrem bylo takto zhodnotit oba druhy motýlů, ale z časových důvodů po dohodě s vedoucím práce byl úkol omezen pouze na druh *Phengaris nausithous*.

4.1 Charakteristika zkoumaných lokalit

4.1.1 Přelouč - Slavíkovy ostrovy

Jedno z míst kde jsem se osobně podílela na sběru dat je Přelouč - Slavíkovy ostrovy a nachází se v Pardubickém kraji. Město Přelouč leží ve východním Polabí na řece Labi (200 m. n. m.). Populace motýlů rodu *Phengaris* je v okolí Přelouče ohrožena připravovanou výstavbou plavebního kanálu na Labi. Kanál, který se má v Přelouči stavět je nyní již potřetí bez územního rozhodnutí. Krajský úřad v Pardubicích 28. listopadu 2013 zrušil územní rozhodnutí pro plavební kanál, které vydal Městský úřad Přelouč dne 17. prosince 2012 na základě odvolání. Toto odvolání podala sdružení Přátelé Slavíkových ostrovů a Děti Země. Plavební kanál u Přelouče o délce téměř 3, 2 km by zbytečně zničil biotopy více než 70 zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů, mimo jiné evropsky chráněných modrásků bahenních a očkovaných. O výstavbu plavebního kanálu za více jak 3,1 mld. korun se ŘVC ČR snaží už 14 let. Doposud bylo za odborníky, projektanty a advokáty utraceno necelých 700 milionů korun. Plavební kanál měla v letech 2015 - 2018 stavět firma SKANSKA (Anon. 4, 2013). V únoru 2015 se řešilo, proč plánovaný kanál nemůže vést korytem řeky a hlavní z důvodů je mimo jiné i zachování chráněné technické památky - přeloučský jez z roku 1928 a také zachování Labských hrčáků, což je jediný úsek řeky na středním toku s bystřinným prouděním (tyto hrčáky vytvářejí peřeje, které ale nejsou přírodním jevem, nýbrž výsledkem těžby šterkopísku) (Pulpán, 2015). Téhož roku Agentura ochrany přírody navrhla zařadit Slavíkovy ostrovy na seznam evropsky významných lokalit (EVL) v rámci Natura 2000, právě kvůli výskytu modrásků. Lokalita zaujímá 37,7 ha a modrásek bahenní zde tvoří druhou nejpočetnější populaci ve východním Polabí (Anon. 6, 2015). V červenci opět roku 2015 navrhlo ministerstvo životního prostředí 6 nových lokalit EVL včetně luk na Slavíkových

ostrovech (Hubený, 2015). Pro výzkum v okolí Přelouče bylo nutno získat výjimku z podmínek ochrany podle zákona 114/1992 Sb.

Charakteristiky jednotlivých studovaných ploch pro oblast Přelouč - Slavíkovy ostrovy:

Plocha 1 - VKP Slavíkovy ostrovy, louka nad bývalým městským koupalištěm, v blízkosti kynologického areálu, cca 850 m SSZ od Masarykova náměstí v Přelouči, rozloha plochy činí 15 600 m². (208 m n. m., 50° 02' 49.58" N, 15° 33' 35.08" E) (Foto - příloha 4)

Plocha 2 - VKP Slavíkovy ostrovy, malá louka jižně od lávky přes rameno řeky, po levé straně lipové aleje ve směru od Přelouče, rozloha 2899 m² (208 m n. m., 50° 03' 01.58" N, 15° 33' 33.37" E)

Plocha 3 - Břehey, nejmenší trojúhelníková louka ohraničená z jedné strany pěšinou vedoucí k lávce a z druhé strany potokem ústícím do ramene, S od Slavíkových ostrovů, rozloha 2760 m² (208 m n. m., 50° 0' 06.50" N, 15° 33' 35.33" E)

Plocha 4 - VKP Slavíkovy ostrovy, louka ve vnitřním oblouku ramene, od kynologického cvičiště až k chatce poblíž mostku přes rameno řeky, asi 1100 m S od Masarykova náměstí v Přelouči, tzv. vnitřní ministerská plocha navržená jako náhradní stanoviště motýlů, rozloha 3700 m² (209 m n. m., 50° 02' 59.91" N, 15° 33' 39.09" E)

Plocha 5 - VKP Slavíkovy ostrovy, louka na vnější straně oblouku ramene směrem k obci Břehey, asi 1040 m od Masarykova náměstí v Přelouči, tzv. vnější ministerská plocha navržená jako náhradní stanoviště motýlů, rozloha 3700 m² (209 m n. m., 50° 02' 57.84" N, 15° 33' 42.25" E)

Plocha 6 - Břehey, rozlehlá louka u slepého labského ramene Slavíkových ostrovů, z jedné strany krytá stromy, jinak nekrytá, cca 1350 m SSV od Masarykova náměstí v Přelouči a asi 350 m jižně od silnice Semín - Břehey, rozloha 12 397 m² (208 m n. m., 50° 03' 05.12" N, 15° 33' 24.47" E)

Plocha 7 - Břehey, k severovýchodně se svažující luční porost na okraji polní cenózy a vlhké pcháčové louky ohraničené vysazeným porostem borovice, polem a keřovým porostem, cca 840 m SSZ od bývalého koupaliště a přibližně 150 m jižně od silnice Semín - Břehey, rozloha 5179 m² (208 m n. m., 50° 03' 11.59" N, 15° 33' 31.48" E)

Plocha 8 - Slavíkovy ostrovy VKP, louka zarůstající náletem mezi rugbyovým hřištěm a zaniklým koupalištěm, západně od bývalého bazénu, cca 750 m S až SZ od Masarykova náměstí v Přelouči, rozloha 1400 m² (209 m n. m., 50° 02' 49.69" N, 15° 33' 28.75" E)

Plocha 9 - VKP Slavíkovy ostrovy, protáhlá louka k JZ se svažující luční porost mezi pravým břehem Labe a lesíkem navazujícím na rugbyové hřiště cca 390 m SSZ od zaniklého

městského koupaliště, rozloha 11330 m² (209 m n. m., 50° 02' 48.60" N, 15° 33' 59.71" E)
(Foto - příloha 5)

Plocha 10 - Břehy, zarůstající vlhká, nekosená louka na okraji labské nivy a písčité terasy, asi 1600 m SV od Masarykova náměstí v centru Přelouče, na louce bývá pravidelně umístěn pojízdný včelín, rozloha 15 084 m² (210 m n. m., 50° 03' 15.47" N, 15° 03' 52.08" E)

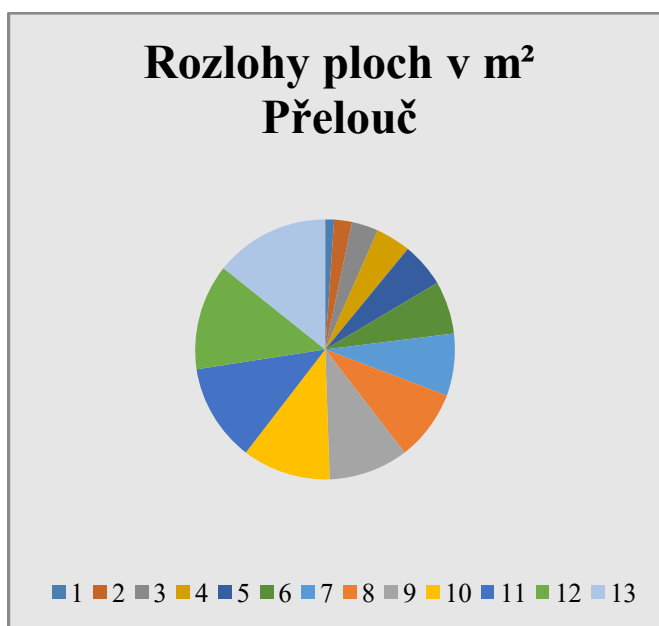
Plocha 11 - nejrozlehlejší louka z jižní strany obklopena železniční tratí, ležící JV od starého bazénu na Slavíkových ostrovech, rozlohou několikanásobně převažující než dosud nejvýznamnější Plocha 1, které je ze severní strany vymezeno korytem řeky, východně oraným polem a západně depresí - korytem potoka, který zde do Labe ústí. Rovná a plochá Z část o rozloze minimálně srovnatelné s Plochou 1 byla udržována kosením ve vhodnou dobu (počátkem srpna zde byly jednotlivé rostliny krvavce totenu), východní část, ve které je množství depresí a vyvýšenin, též náletová vegetace, byla zcela bez managementu, rozloha 64 725 m² (50° 04' 35.40" N, 15° 56' 27.33" E) (Foto - příloha 6)

Plocha 12 - louka východně od mostu přes řeku Labe, podél řeky lemována stromy, vedle elektrárny, včetně k ní přiléhající deprese. Louka udržována kosením ve vhodném termínu (roku 2010 zjištěna velmi vysoká denzita krvavce), vlhčí deprese okolo svodnice kosena není. Před rokem 2004 byli v blízkosti této plochy viděni modrásci *P. nausithous*, avšak vzhledem k tomu, že šlo pouze o jednotlivé jedince nebyla plocha entomologickým týmem až dosud podrobně sledována, rozloha 23 174 m² (50° 04' 42.70" N, 15° 57' 11.00" E)

Plocha 13 - poměrně malá louka ležící mezi plochou 11 a 12, zatravněná deprese mezi okrajem pole a cestou na břehu Labe, z obou stran lemována stromy, není udržována, tudíž zarůstá náletem, rozloha 5180 m² (50° 04' 46.63" N, 15° 56' 72.50" E)

Tabulka č.1: Rozlohy studovaných ploch v m² - Slavíkovy ostrovy:

Plocha číslo:	Rozloha plochy v [m ²]
1	15 600
2	2 899
3	2 760
4	8 200
5	3 700
6	12 397
7	5 179
8	1 400
9	11 330
10	15 084
11	64 725
12	23 174
13	5 180
Celkem	171 628



4.1.2 Děčín - CHKO Labské pískovce

Další výzkumné práce probíhaly na území CHKO Labské pískovce, které se nachází severně od Děčína (poloha GPS: 50°51' 2.32''N/14° 12' 50.99''E). Pro výzkum byla rovněž udělena výjimka z druhové ochrany podle zákona 114/1992 Sb. CHKO Labské pískovce se vyznačuje erozní krajinou, která vznikla po ústupu křídového moře. Je tak součástí rozsáhlé české křídové pánve rozprostírající se v severní části Čech a částečně v Německu a Polsku. Charakteristický pro tuto oblast je velkoplošně vyvinutý pískovcový fenomén, tj. charakteristický pískovcový reliéf a na něj vázaná specifická biota. Tato velmi úzká vazba mezi geodiverzitou a na ni vázanou biodiverzitou, představuje hlavní přírodovědecký význam této oblasti. To, co činí tuto lokalitu pozoruhodnou není celková bohatost, ale specifické ekologické poměry, podmiňující výskyt pozoruhodných druhů (Anon. 5, 2006).

Monitoring modrásků *Phengaris nausithous* na této lokalitě probíhá od roku 2008. V roce 2008 bylo studováno 6 ploch. V letech 2009 a 2010 byly do monitorování zahrnuty další plochy. Dohromady bylo sledováno celkem 16 ploch. V roce 2011 byla do výzkumu zahrnuta další plocha s pořadovým číslem 17. Většina těchto ploch se táhne podél Labe a komunikace spojující Děčín s Dolním Žlebem v úseku přibližně 6 kilometrů. Plocha číslo 17 se jako jediná nachází na protějším břehu řeky nedaleko Podskalí.

Charakteristiky studovaných lokalit oblasti Děčín - Labské pískovce:

Plocha 1: Horní Žleb - malé ploška naproti přístavním jeřábům a část zpustlého sadu na druhé straně cyklostezky, říční kilometr přibližně 97,6. Krvavec se zde vyskytuje řídko a izolovaně ve shlucích. Plocha ruderalizuje (zarůstá kopřivami a jinými pro modrásky nevhodnými rostlinami).

Plocha 2: Prostřední Žleb - velmi malá ploška na říčním kilometru 98,5. Krvavec zde roste ve dvou shlucích. Plocha zarůstá malinikem.

Plocha 3: Prostřední Žleb - říční kilometr 99. Zde krvavec jednotlivě ale poměrně početně, cca 1 rostlina na 10 m². Začátkem roku 2008 devastována úpravou terénu po výstavbě cyklostezky (povrch shrnutý a rozhrnutá zemina). Od roku 2009 plocha znovu zarůstá.

Plocha 4: Prostřední Žleb - území navazující na plochu č. 3, ale vymezené cestou a tratí - vlevo od cesty a dál po proudu až asi k říčnímu kilometru 99,4. Krvavec zastoupen přibližně stejně jako na ploše č. 3. Plocha spíše sušší, její část byla devastována výstavbou vodovodu v roce 2007 a cyklostezky v roce 2008.

Plocha 5: Dolní Žleb - louka pod osadou od říčního kilometru 102,7 po asi 103,3 k silničce odbočující pod trať. Krvavec hojný, cca 1 rostlina na 2 - 3 m². Patří soukromému majiteli, který zakazuje vstup. Louka je sečena v nevhodném termínu a nevhodným způsobem. V roce 2010 vypálena.

Plocha 6: Dolní Žleb - pokračování plochy č. 5 za silničkou, louka pod osadou od říčního kilometru 103,3 po asi 103,5 tj. po hřiště a kousek za něj směrem k přívozu. Krvavec obdobně jako na ploše 5. Tato plocha také nevhodně obhospodařována stejně jako plocha č. 5.

Plocha 7: Čertova voda - jde o k severovýchodu otevřené zahrádky ve stráni v údolí potoka západně od železniční zastávky. Jedná se o soukromé pozemky, které jsou oploceny, proto je možné provádět monitoring pouze před a v těsném okolí plotu.

Plocha 8: Mez u silnice nad tratí a zahrádky domů a chat. Výskyt krvavce ohniskový, v některých místech hojný. Udržováno kosením, v často nevhodnou dobu.

Plocha 9: Okraj cesty pod ulicí v Dolině, částečně znehodnocený zárustem netýkavkou, částečně s bohatým porostem krvavce. Stanoviště zarůstá náletovými dřevinami.

Plocha 10: Louky výše ve stráni v bývalém sadu či zahradě mezi ovocnými dřevinami nad plochou č. 9. Od plochy 9 odděleny pásem břízy a vysazeným mladým smrkovým porostem. Rostliny krvavce v malém množství, zato přítomny jiné rostliny využívané modrásky (*Vicia* sp.)

Plocha 11: Nejvýše položená louka nad plochami č. 9 a 10, od těchto ploch oddělena pásem

vzrostlého lesního porostu. Minimální výskyt krvavce. Žádný management (louka nebyla několik posledních let kosena).

Plocha 12: Jde o stanoviště nacházející se vedle hřiště nad tratí pod ulicí V Dolině. Význam místa pro celkovou populaci modrásků Phengaris je malý, spíše se uplatňuje jako tzv. stepping stone.

Plocha 13: Louka položená vysoká nad ulicí V Dolině, na kterou se lze dostat vozem odbočením po vrstevnici doleva před dům se žlutou fasádou při sjezdu ulicí V Dolině směrem dolů k Labi. Plocha hraničí s plochou č. 11, od které je oddělena pásem křovin podél spádnice. Louka byla v minulosti používána jako pastvina, nyní je bez údržby zarůstá náletem. Krvavec především v nejvyšší části plochy.

Plocha 14: Oplocené i neoplocené okolí domů a zahrádky v okolí ulice v Dolině, níže pod odbočkou doleva k ploše č. 13 při sjezdu směrem dolů. Porosty udržovány kosením, v pravděpodobně ne zcela vhodné dobu, pozemky však patří více majitelům je zde proto určitá diverzita v termínech kosení, takže alespoň část porostů živné rostliny se může uplatňovat při rozmnožování motýlů.

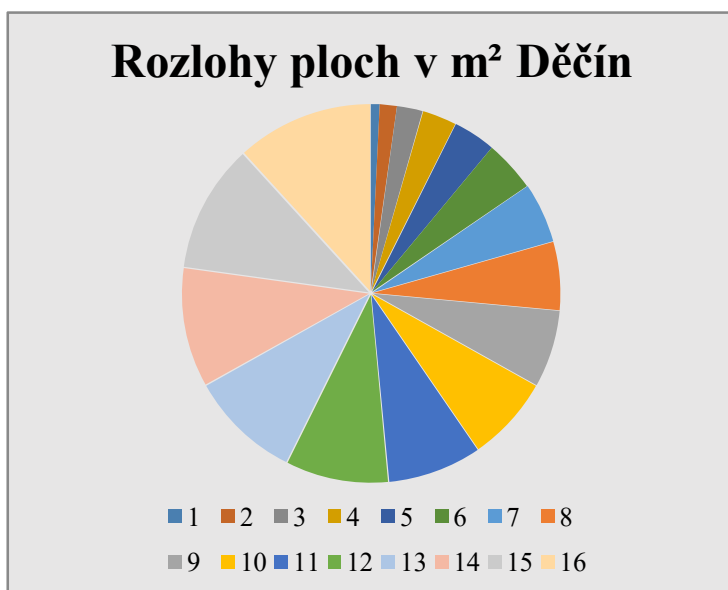
Plocha 15: Neoplocený pozemek trojúhelníkového tvaru nad odbočkou k ploše č. 13 vlevo v ulici V Dolině a přilehlé travnaté porosty okolo kapličky.

Plocha 16: Tato plocha se nachází v podstatě na plochou č. 1, od které je oddělena tratí a železniční zastávkou. Jde o bývalé i současné sady či zahrady výše ve stráni nad železniční zastávkou v Horním Žlebu. V některých (oplocených) zahradách vyšší denzita krvavce, zde udržováno kosením. V nekosené části nad nádražím krvavec vzácně a ve shlucích.

Plocha 17: Nově zařazená plocha do monitoringu modrásků. Nachází se na protějším břehu řeky Labe nedaleko obce Podskalí. Nejbližšími plochami jsou plochy č. 7 a 8. Konkrétní velikost této plochy není doposud známá, ale tvarem a velikostí se podobá ploše číslo 4.

Tabulka č.2: Rozlohy studovaných ploch v m² Děčín:

Plocha číslo:	Rozloha plochy v [m ²]
1	5 406
2	285
3	6 216
4	7588
5	19 084
6	13 850
7	622
8	3 567
9	1 296
10	1 596
11	1 693
12	569
13	6 255
14	140
15	5 983
16	6 471
Celkem	80 621



4.2 Vlastní metodika práce

Počty modrásků *Phengaris nausithous* a *Phengaris teleius* byly v Přelouči i v Děčíně získány týmem vedoucího práce metodou zpětného odchyty značených jedinců, tzv. MRR (mark - release - recapture) (Beneš et al., 2002). Na sběru dat jsem se osobně několik sezón podílela.

4.2.1 Způsob sběru dat

Vlastní odchyt a značení modráška bahenního pro účely zpracování této práce probíhal v roce 2016 v Přelouči od 5. 7. do 9. 8. Vlastní data jsem shromažďovala též v letech 2012 - 2015. Data z předchozích let, jsem získala od vedoucího práce a byla získána obdobným způsobem v Přelouči i Děčíně.

Odchyt probíhal každý den v závislosti na počasí většinou od půl desáté do šesté hodiny večerní. Samotný odchyt modrásků byl prováděn za pomoci entomologické sítě. Používaná entomologická síť má čtyřdílný skládací rám ze silného drátu, který má průměr asi 5 mm a průměr celého rozloženého rámu má 40 cm. Délka sítě se pohybuje okolo 100 cm. Dále pokračuje universální uzávěr, jímž jde síť upevnit na různé kratší či delší hole nebo tyče. Vlastní síť je z vlákna a umělých hmot (silon, nylon, apod.). Průměr ok je 0,5 - 1 mm (Novák, 1969). Nejdůležitější je, aby síťka při odchyťování motýlů nebyla mokrá a nebo postříkaná

repellentem. V obou případech dochází k poškození nebo úmrtí motýla. Těž není žádoucí chytat do sítěky přehnaně velký počet motýlů, neboť dochází ke stírání šupinek z motýlích křídel a též k přehřívání. Po odchytní modráška do entomologické sítěky, motýla zafixujeme pomocí lékařské pinzety se širokými konci a následně ho ze sítěky vytáhneme. Chytání denně prováděli dva lidé a každý začínal na jiném konci oblasti, aby byla zajištěna co nejvyšší prochytnost každé plochy.

Po zafixování motýla za přední část obou párů sevřených křídel určíme jako první pohlaví konkrétního jedince a poté ho označíme lihovým fixem Centropen OHP - Marker permanent o tloušťce hrotu 0,6 - 1 mm. Značíme vždy na rub levého spodního křídla unikátním kódem, který má každý chycený jedinec. Takto označený motýl se vypustil zpátky na stanoviště, kde byl odchytný a následně byl zapsán do záznamového archu. Pokud byl v dalších dnech chycen motýl již označený, provedla se kontrola pohlaví a i tento motýl byl zapsán do záznamového archu a poté opět vypuštěn.

Záznamový arch obsahoval následující údaje, které byly později využity ke zpracování populačních charakteristik:

- Čas
- Pohlaví - M (samec), F (samice)
- Číslo dospělce - například: kód N99
- Olétanost - I. neolétaný, II. mírně olétaný, III. olétaný
- Chování - N (nektaring = krmení), F (flying = létání), B (basking = slunění), K (= kopulace), R (rating = odpočinek), O (oviposion = kladení), P (patroling = hledání samice samcem), T (= vše ostatní)
- Oslunění - 1. (jasno), 2. (polojasno), 3. (zataženo)
- Větrnost - 1. (bezvětrí), 2. (mírný vítr), 3. (silný vítr)
- Lokalita - plocha 1 - 13
- Poznámky - případné poznatky na lokalitách či poznatky o netypickém chování motýlů

Obrázek č.7: Správně zafixovaný a označený jedinec *Phengaris nausithous* a *Phenharis teleius* (Zdroj: autorka práce)



4.2.2 Způsob zpracování dat

Nashromážděná data, která byla získána při odchytu motýlů, byla následně přepsána ze záznamových archů do programu Microsoft Excel, do designu vhodného pro computerové zpracování velkého množství dat (tzv. jedno-nulové tabulky). Tabulky byly sestaveny pro každou plochu zvlášť a stejná tabulka byla sestavena i pro celkovou populaci. Tedy každý chycený motýl, byl následně zapsán ze záznamových archů do tabulky pro celkovou populaci a též i do tabulky pro plochy. Takto zpracovaná data byla následně použita pro výpočty a statistická vyhodnocení.

4.3 Statistické vyhodnocení

Statisticky byla zpracována data z let 2004 až 2016 ze Slavíkových ostrovů u Přelouče a z let 2008 až 2016 z okolí Horního, Dolního a Prostředního žlebu u Děčína. Data byla získána zhruba ve stejném časovém období a na stejných plochách, tudíž je lze vzájemně porovnávat. Cílem bylo získat odhady početnosti populací pro každou výzkumnou sezónu vždy pro jednotlivé zkoumané plochy zvlášť a potom dohromady pro celou metapopulaci.

Data byla hodnocena za pomoci software MARK, vždy aktuální verzí, která byla v danou sezónu k dispozici (naposledy MARK 8.1).

Program MARK je velice rozsáhlý, volně dostupný, avšak uživatelsky náročnější program, který umožňuje provádět analýzy celé řady situací. Je zaměřený především na odhad

míry přežívání a dalších neméně důležitých parametrů, jako jsou například migrace jedinců, rozdíly v míře odchytovosti mezi lokalitami, pohlavími a další (Beneš et al., 2002). Vlastní zpracování dat, na kterém jsem se podílela probíhalo ve spolupráci s Piotrem Nowickým z Jagiellonian University z Polska (část výstupů byla i zveřejněna – viz. Nowicki et Vrabec, 2011) a novější data byla zpracovávána na katedře zoologie a rybářství FAPPZ ČZU týmem ve složení Hana Potočková, Martin Kulma, Terezie bubová a Vladimír Vrabec. V rámci sezón byly užity různé modely výpočtu, které byly vybrány statistickým postupem a vysvětlují konkrétní situaci s vhodnou pravděpodobností.

5 Výsledky

5.1 Vývoj početnosti celkové metapopulace *Phengaris nausithous* na základě výpočtů z programu MARK

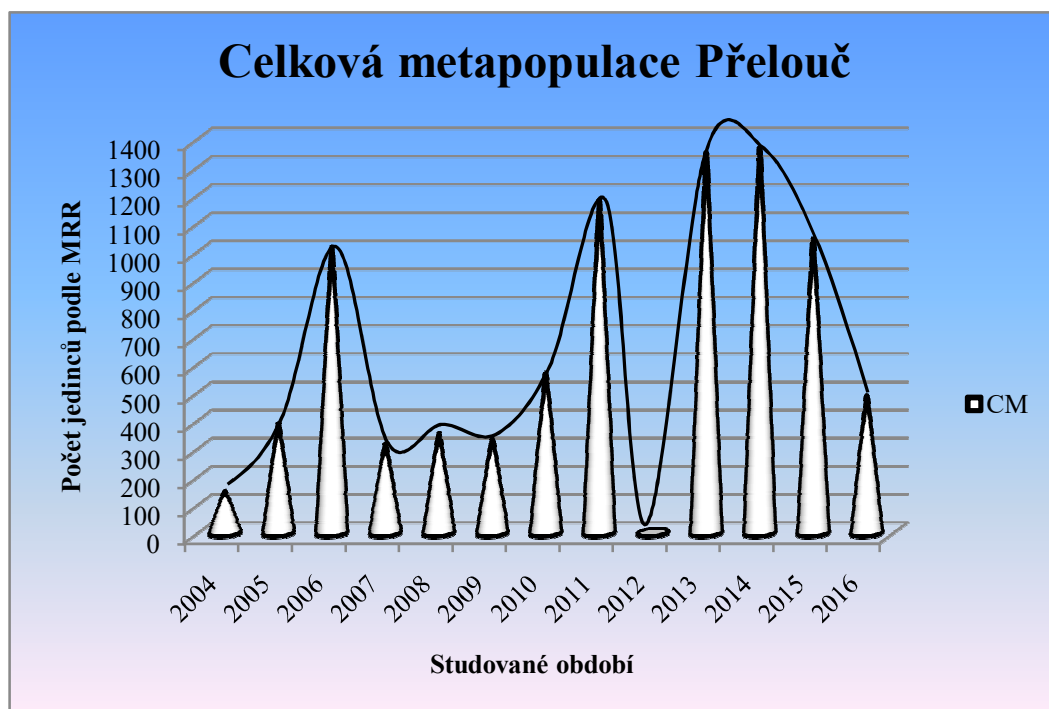
V programu MARK (viz metodika práce 4.3) byly pro Přelouč vypočteny odhady početnosti populace pro *Phengaris nausithous* pro léta 2004 až 2016. Hodnoty, které byly vypočteny podle programu MARK jsou v následující tabulce č.3, která obsahuje odhad početnosti *Phengaris nausithous* za každý rok. Vývoj početnosti celkové metapopulace v Přelouči ukazuje obrázek č.8. Pro druhou zkoumanou oblast Děčín, byly odhady početnosti spočítány pro roky 2008 až 2016 a výsledky jsou zobrazeny v tabulce č.4.

Tabulka č.3: Výsledky MRR pro *Phengaris nausithous* na lokalitě Slavíkovy ostrovy u Přelouče za období 2004 - 2016.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Phengaris Nausithous	148	388	1015	315	353	335	567	1181	0	1350	1369	1045	486

Grafické znázornění (obrázek č.8) nám ukazuje vypočítanou velikost celkové metapopulace *P. nausithous* od roku 2004 do r. 2016. Do roku 2010 bylo na pravém břehu Labe zkoumáno pouze deset ploch. Z grafu je patrné, že první tři roky výzkumu má křivka gradační charakter. Následně dochází k menšímu úbytku. Rok 2008 nám z grafu říká, že křivka má náběh opět na růst oproti předchozímu roku, ale rok 2009 nám gradaci nepotvrdil a metapopulace klesla. Roku 2010 byly na levém břehu Labe objevené nové plochy (11-13). Do řádného monitorování byly zapojeny následující rok a navýšily odhad početnosti imág v metapopulaci. Za rok 2012 se nepodařilo data potřebná k hodnocení shromáždit. V následných dvou letech nám metapopulace opět narůstá, roku 2015 má klesající tendenci a roku 2016 došlo k náhlému propadu.

Obrázek č.8: Velikost celkové metapopulace *Phengaris nausithous* za období 2004 - 2016 na Slavíkových ostrovech u Přelouče

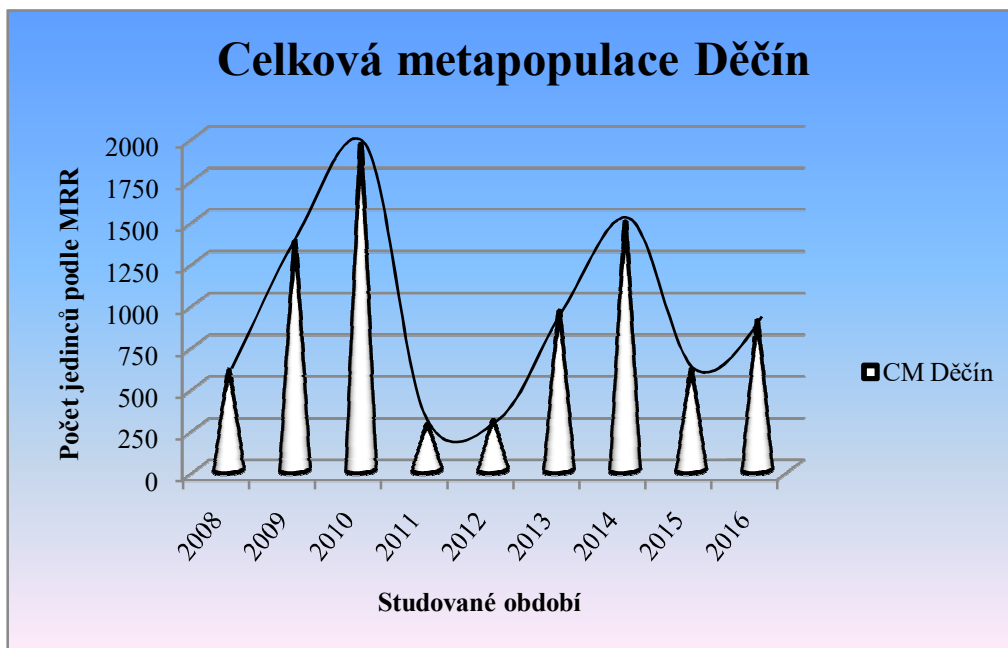


Tabulka č.4: Výsledky MRR pro *Phengaris nausithous* na lokalitě Dolní Labe u Děčína za období 2008 - 2016.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Phengaris Nausithous	599	1370	1952	273	298	952	1486	602	896

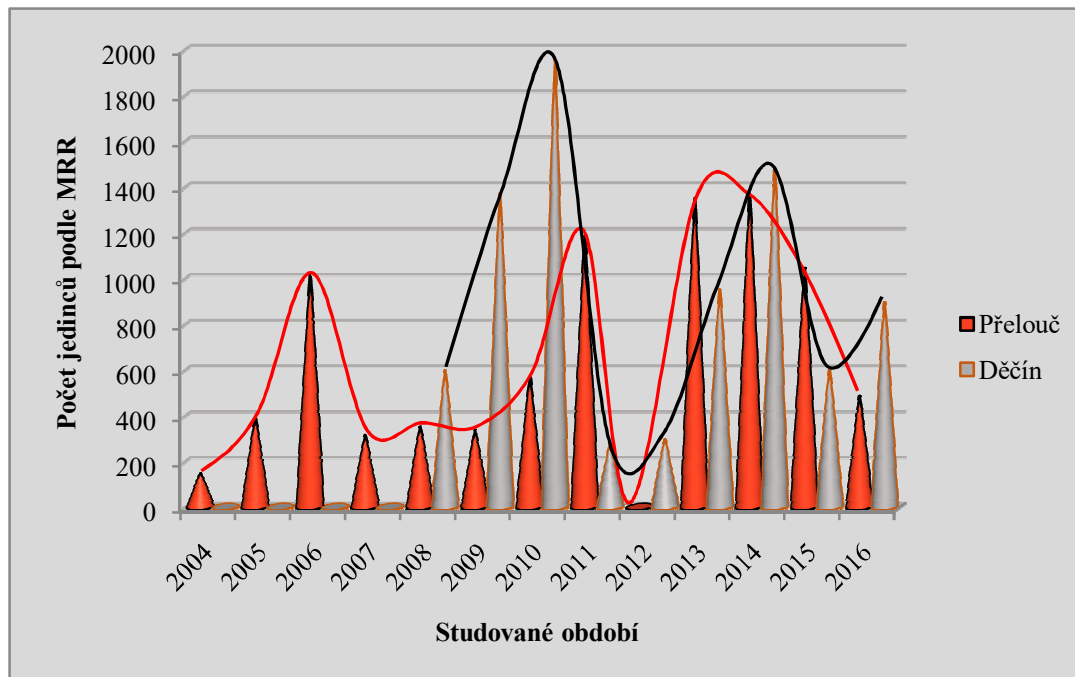
V roce 2008 probíhalo monitorování motýlů na lokalitě Děčín pouze na plochách 1 až 6. Roku 2009 a 2010 byly do výzkumu zahrnuty plochy 7 až 16. V následujícím roce byla do monitoringu začleněna plocha 17. Z grafu (obrázek č.9) lze říci, že metapopulace má první tři roky výzkumu vzrůstající charakter. Roku 2011 metapopulace padá na nejnižší odhadnutou početnost za celé studované období. Následující tři roky 2012, 2013 a 2014 je patrný vzrůstající trend metapopulace, jako v prvních třech letech výzkumu. Roku 2015 populace opět klesá, ale roku 2016 už odhad populace opět mírně narůstá.

Obrázek č.9: Velikost celkové metapopulace *Phengaris nausithous* za období 2008 – 2016 na lokalitě Dolní Labe u Děčína



Grafické znázornění (Obrázek č. 10) nám ukazuje obě vzniklé křivky v jednom grafu pro lepší porovnávání případné gradační periodicity sledovaných lokalit. Křivka lokality Děčín, nám ukazuje, že první tři roky po sobě má metapopulace vzrůstající charakter, poté vždy následuje propad, ale následující roky metapopulace opět graduje. Výsledná křivka na lokalitě Přelouč se první tři roky výzkumu jeví stejně. V roce 2007 dochází k poklesu. Roku 2008 metapopulace opět roste, ale následujícího roku opět klesá. V roce 2010 má křivka výrazný nárůst z důvodu přidáním tří luk do výzkumu. Rok 2012 byl vyřazen. Následné dva roky metapopulace opět vzrůstá, roku 2015 klesá a roku 2016 dochází k největšímu poklesu od roku 2010. Poměrně nápadná je shoda vrcholů obou křivek (Přelouč i Děčín) okolo let 2010-2011 a 2014-2015. Do toho zapadá i mírný zachycený pik v Přelouči v roce 2006.

Obrázek č.10: Grafické znázornění velikostí celkových metapopulací *Phengaris nausithous* na studovaných lokalitách v Přelouči a Děčíně za sledované období.



5.2 Změny početnosti *Phengaris nausithous* na jednotlivých plochách na Slavíkových ostrovech u Přelouče

V následujících obrázcích (č.11 – č.23) jsou porovnány trendy růstu či poklesu početnosti motýlů *Phengaris nausithous* pro jednotlivé plochy na Slavíkových ostrovech u Přelouče. Číselné hodnoty odhadnutých počtů motýlů ukazuje tabulka č.5.

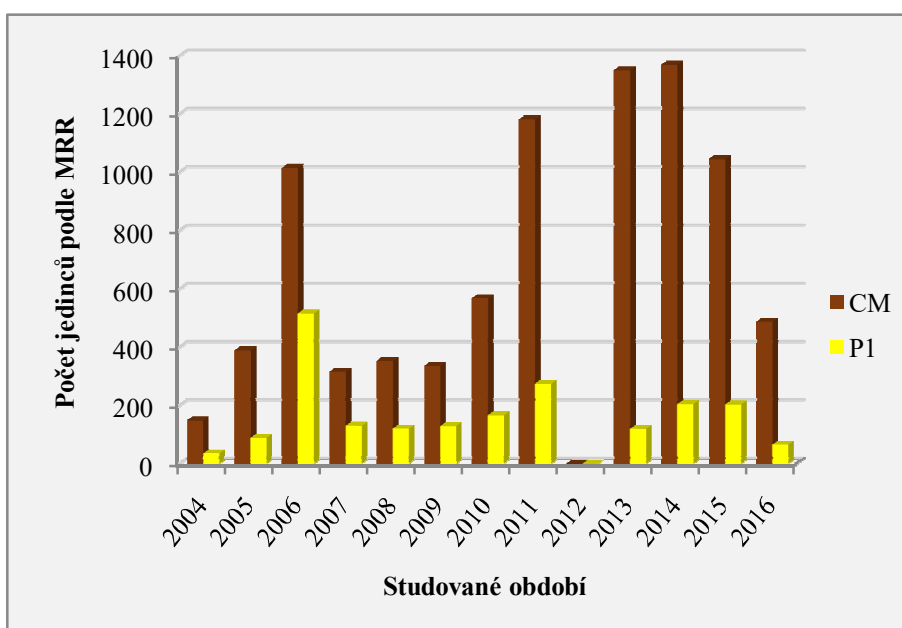
Od roku 2004 do roku 2010 probíhal monitoring modrásků na deseti plochách. Od roku 2010 byly do výzkumu zahrnuty tři nové plochy (plocha 11, 12 a 13). Na každé ploše bylo označeno různé množství motýlů a spočítaný odhad početnosti podle programu MARK nám ukáže jak je konkrétní plocha z hlediska velikosti celkové metapopulace a osídlení motýly cenná. Plocha 1 od roku 2004 do roku 2009 jasně kopíruje trend celkové velikosti metapopulace. Rok 2012 byl vyřazen a od roku 2013 až 2016 plocha opět kopíruje trend celkové metapopulace na lokalitě. Početnost motýlů na ploše 2 k velikosti celkové metapopulace stagnuje. Plochy 3, 6 a 7 nejsou motýli tolik využívány, ale i tak se dá říci, že kopírují trend celkové velikosti metapopulace. Plocha č. 8 jde proti trendu celkové metapopulace. Plocha č. 9 vykazuje trend navyšování celkového poměru počtu motýlů oproti celkové metapopulaci. Plochy 11, 12 a 13 byly do výzkumu přiřazeny v roce 2011. Plocha 11

nám od tohoto roku kopíruje trend celkové metapopulace. Na ploše 12 početnost motýlů k celkové metapopulaci klesá a plocha 13 má spíše stagnační charakter.

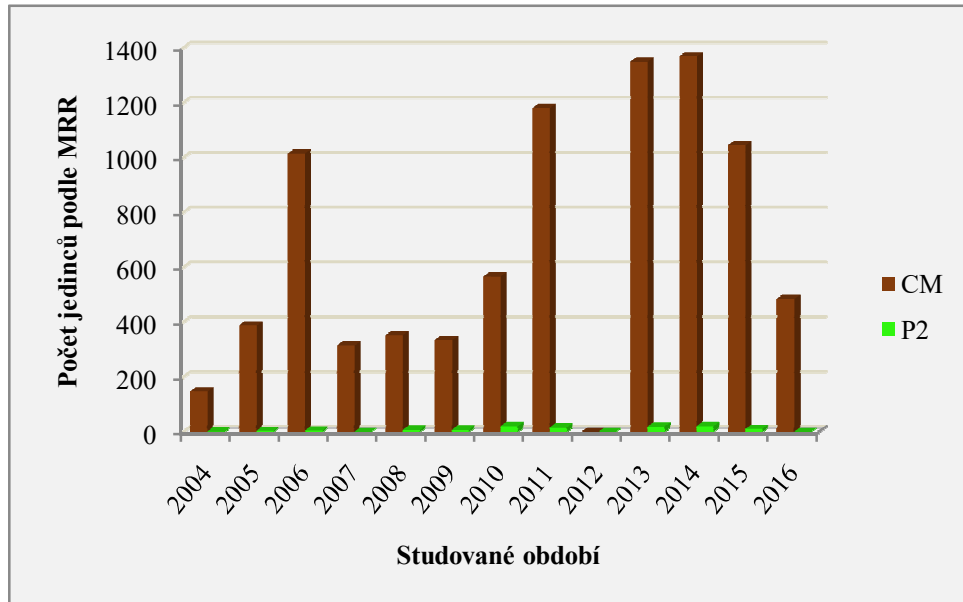
Tabulka č.5: Odhad početnosti *Phengaris nausithous* pro Přelouč na každé ploše zvlášť. Vzhledem k chybějícím datům nebylo možno hodnotit rok 2012.

rok/plocha	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
2004	35	2	37	0	0	48	26	4	6	25	0	0	0
2005	88	4	91	142	12	33	38	43	98	105	0	0	0
2006	515	5	147	495	131	67	27	198	303	110	0	0	0
2007	130	0	44	81	16	12	2	43	41	47	0	0	0
2008	120	8	65	130	13	13	7	23	108	50	0	0	0
2009	129	8	58	87	21	30	30	59	73	25	0	0	0
2010	166	21	125	167	42	47	64	128	250	24	0	0	0
2011	274	16	43	0	8	20	120	12	56	16	256	92	28
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	119	20	130	0	12	28	117	0	221	0	112	690	52
2014	204	21	99	195	21	33	119	0	537	0	248	444	120
2015	203	11	92	56	0	32	30	0	273	0	343	174	16
2016	65	0	92	22	0	0	4	0	126	0	157	40	16

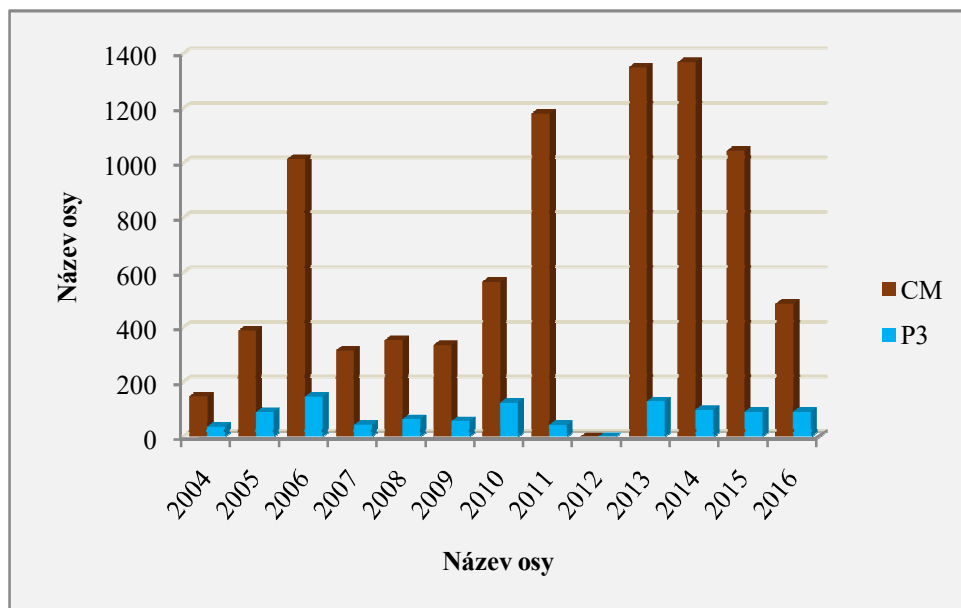
Obrázek č.11: Grafické srovnání změn početnosti odhadnuté početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.1 v Přelouči v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



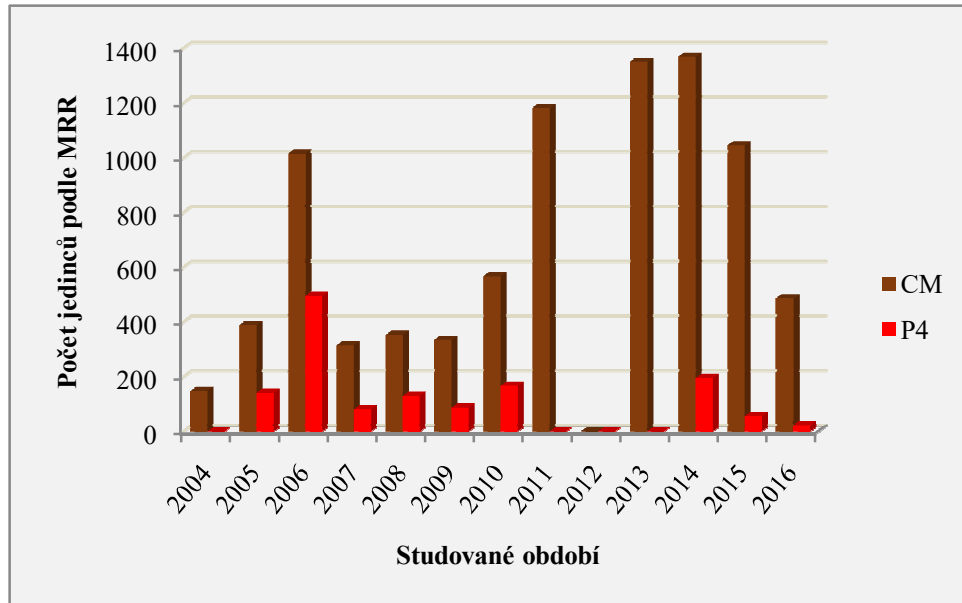
Obrázek č.12: Grafické srovnání změn početnosti odhadnuté početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.2 v Přelouči v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



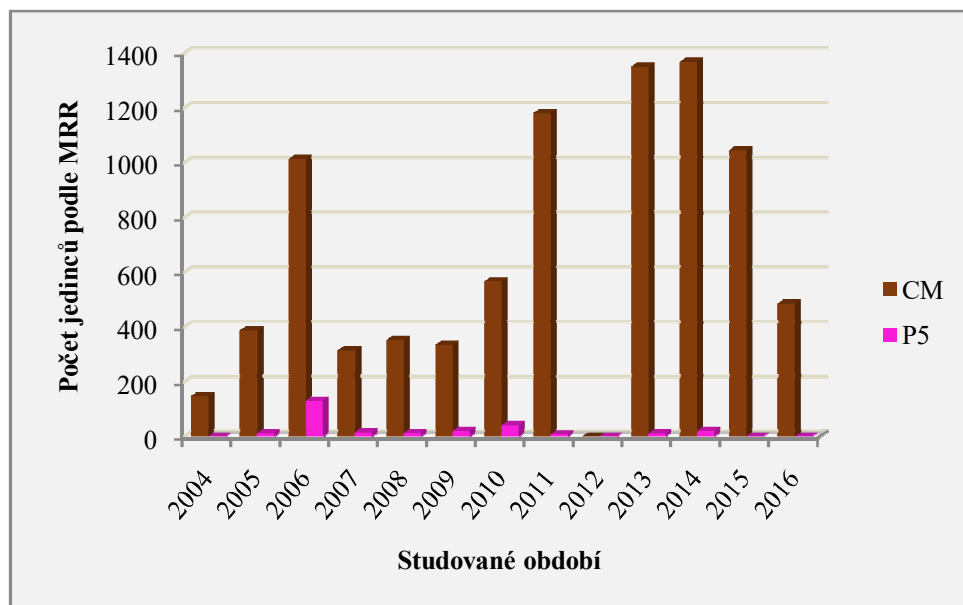
Obrázek č.13: Grafické srovnání změn početnosti odhadnuté početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.3 v Přelouči v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



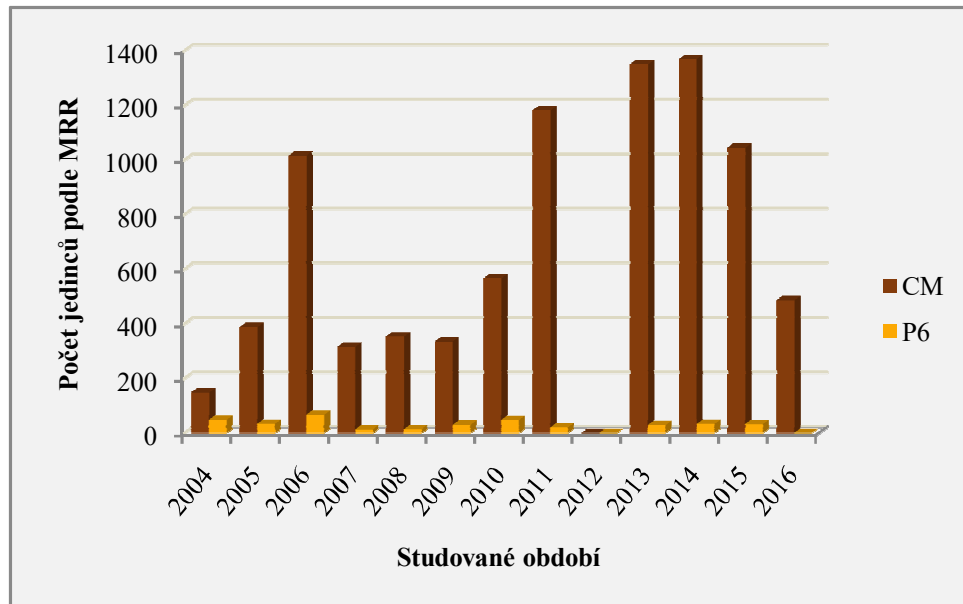
Obrázek č.14: Grafické srovnání změn početnosti odhadnuté početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.4 v Přelouči v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



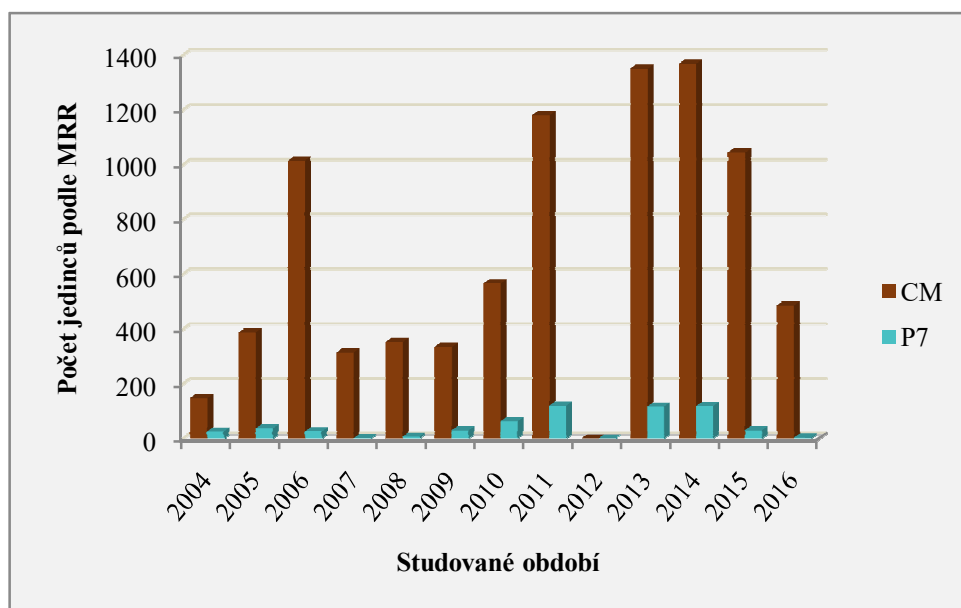
Obrázek č.15: Grafické srovnání změn početnosti odhadnuté početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.5 v Přelouči v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



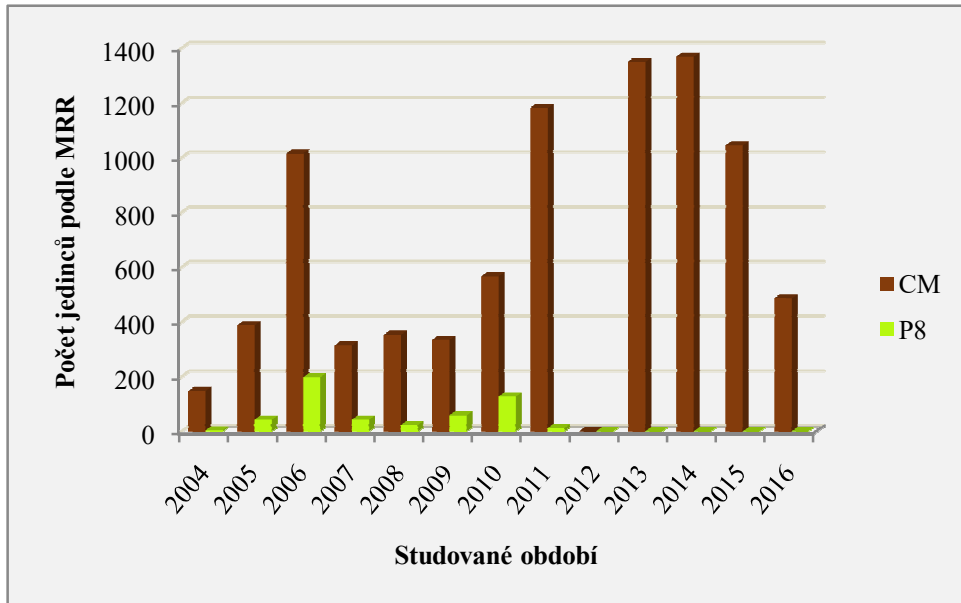
Obrázek č.16: Grafické srovnání změn početnosti odhadnuté početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.6 v Přelouči v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



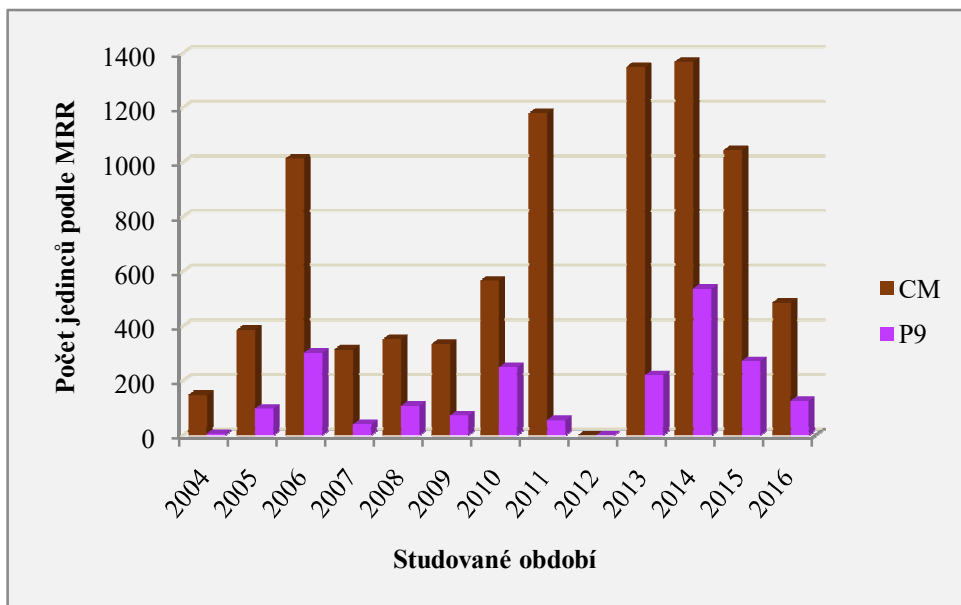
Obrázek č.17: Grafické srovnání změn početnosti odhadnuté početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.7 v Přelouči v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



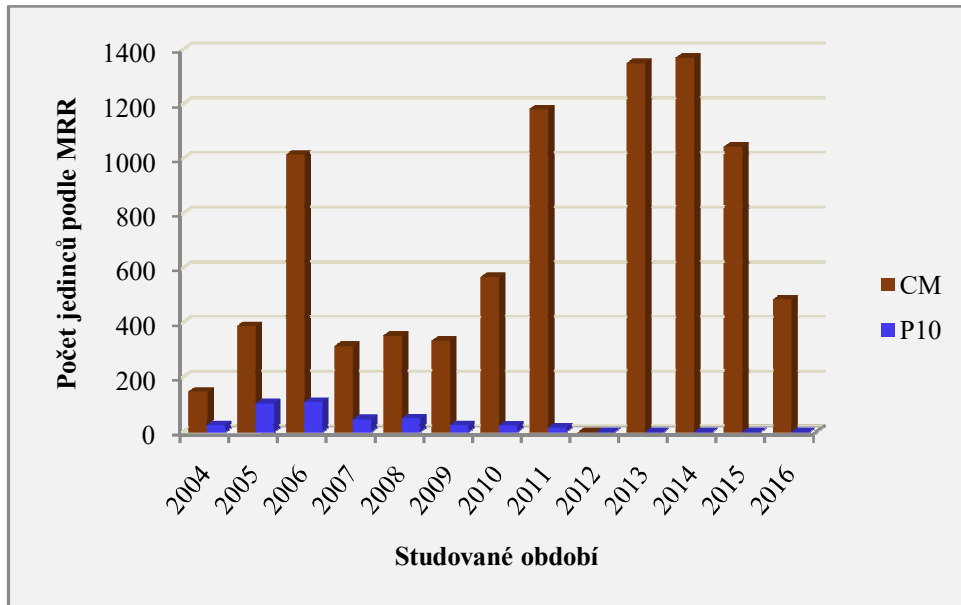
Obrázek č.18: Grafické srovnání změn početnosti odhadnuté početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.8 v Přelouči v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



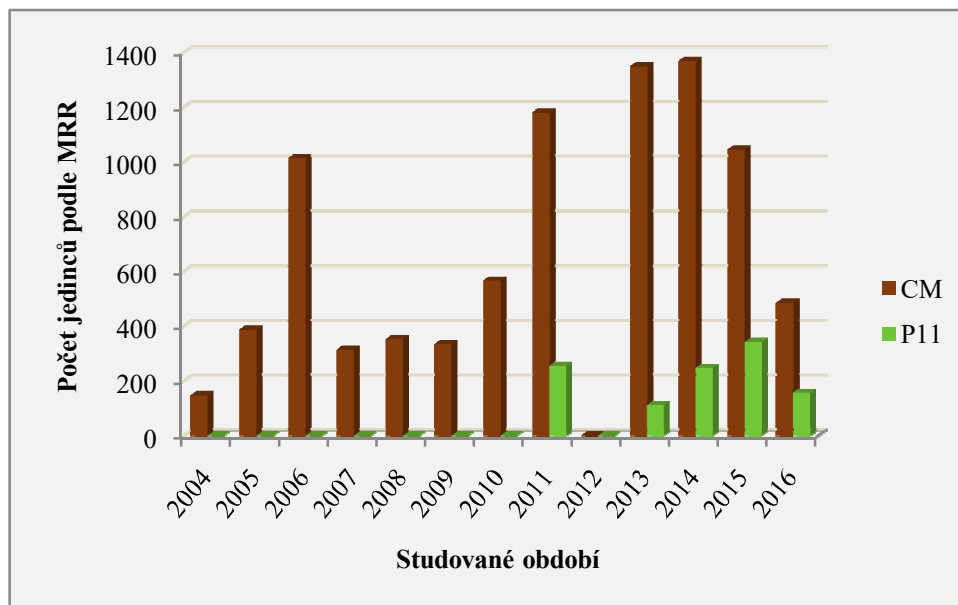
Obrázek č.19: Grafické srovnání změn početnosti odhadnuté početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.9 v Přelouči v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



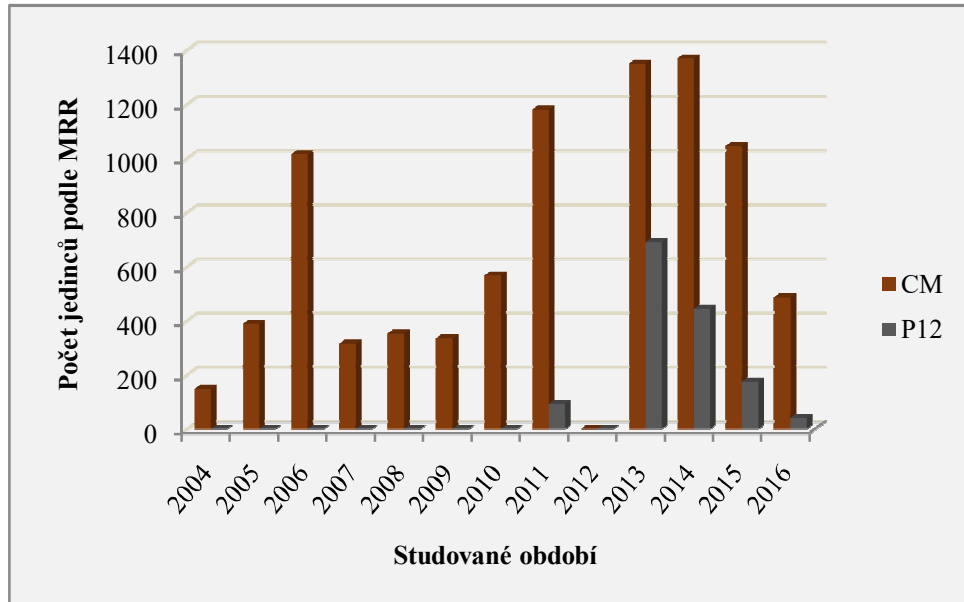
Obrázek č.20: Grafické srovnání změn početnosti odhadnuté početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.10 v Přelouči v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



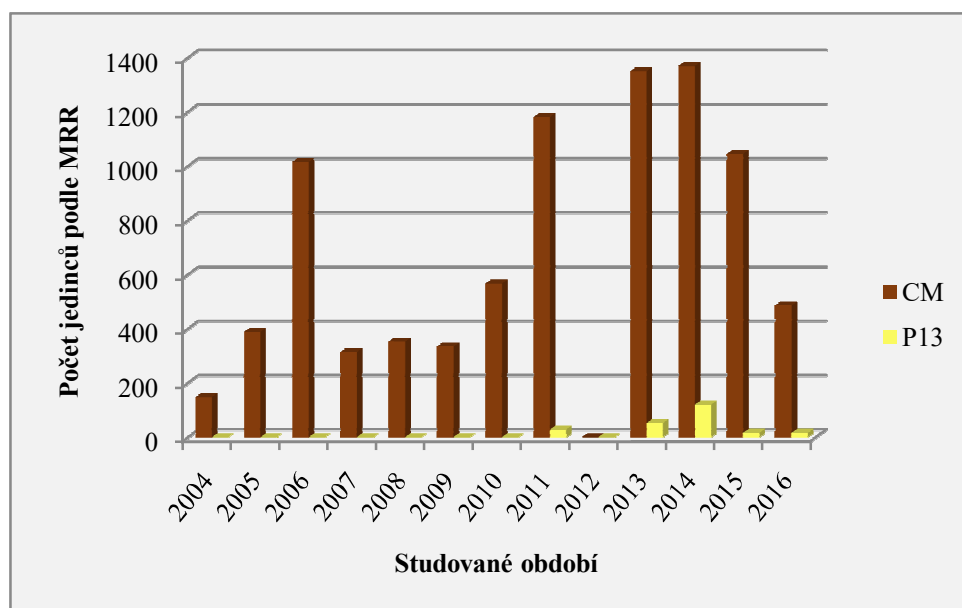
Obrázek č.21: Grafické srovnání změn početnosti odhadnuté početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.11 v Přelouči v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



Obrázek č.22: Grafické srovnání změn početnosti odhadnuté početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.12 v Přelouči v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



Obrázek č.23: Grafické srovnání změn početnosti odhadnuté početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.13 v Přelouči v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



5.3 Změny početnosti *Phengaris nausithous* na jednotlivých plochách v okolí Děčína

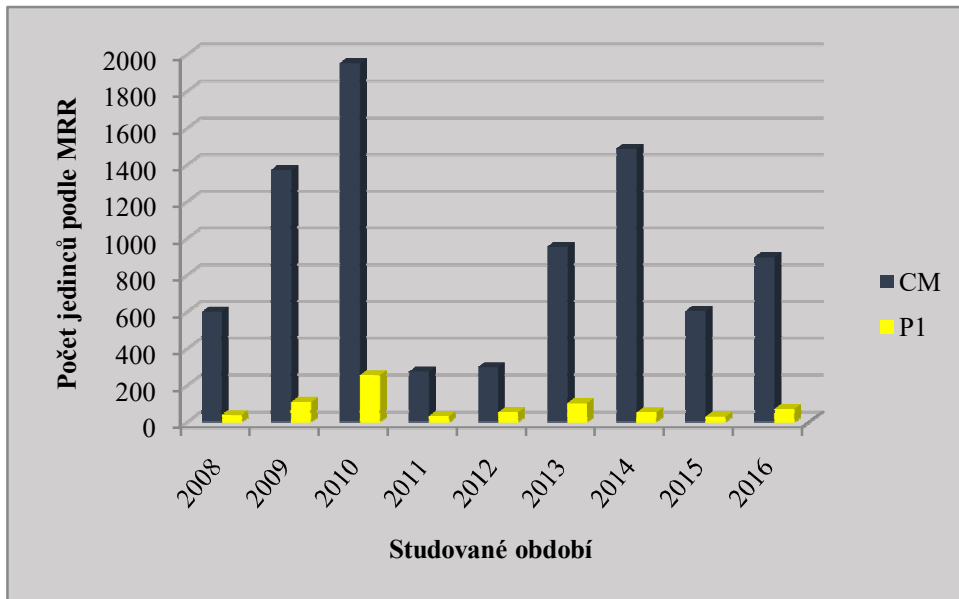
V Děčíně probíhal výzkum motýlů od roku 2008, kdy se chytalo pouze na plochách 1 až 6. V roce 2009 se do monitoringu zahrnuly plochy 7 až 16. Následující rok byla do výzkumu zařazena prozatím poslední plocha 17. V obrázcích č.24 – č. 40 opět porovnávám trend vývoje jednotlivých ploch vůči celkové metapopulaci zde.

Obrátek č. 24 ukazuje jasný trend růstu početnosti motýlů na ploše 1, který je v souladu s trendem celkové metapopulace. Vypočtená metapopulace na ploše č. 2 (obrázek 25) od roku 2008 – 2013 kopíruje trend celkové velikosti metapopulace. V roce 2014 a 2015 došlo k úplnému vymizení motýlů. V roce 2016 se na ploše objevili první motýli. Na ploše č. 3 a 5 klesl počet motýlů v roce 2016, jinak metapopulace kopíruje trend celkové velikosti metapopulace. Plocha 13 nazbačuje trend mírného růstu počtu motýlů oproti celkové metapopulaci. Plocha č. 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11 a 12 kopíruje trend celkové metapopulace. Plochy 14 a 15 stagnují a počet motýlů klesl oproti celkové metapopulaci.

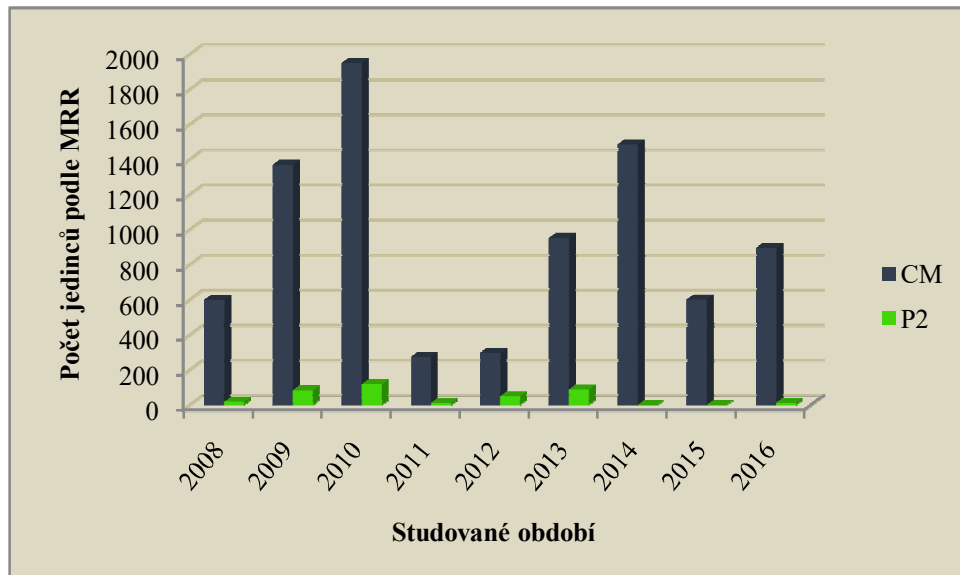
Tabulka č.6: Odhad početnosti *Phengaris nausithous* podle programu MARK pro každou plochu zvlášť na lokalitě Dolní Labe u Děčína

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
2008	37	18	147	211	7	354	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	108	75	159	362	50	226	63	101	287	101	56	10	255	107	137	29	0
2010	253	113	243	706	50	214	101	158	82	8	18	10	295	263	164	77	0
2011	31	11	13	77	37	76	5	4	8	0	1	0	8	7	4	9	7
2012	52	36	153	162	39	91	9	18	66	0	0	0	15	6	37	27	0
2013	102	60	104	410	22	184	30	12	137	0	4	0	91	48	161	26	0
2014	51	0	474	182	158	607	59	32	87	4	34	0	168	40	63	24	44
2015	28	0	238	64	92	126	20	5	34	7	18	0	80	40	61	2	2
2016	69	13	178	121	67	271	4	7	103	7	42	0	261	42	33	7	38

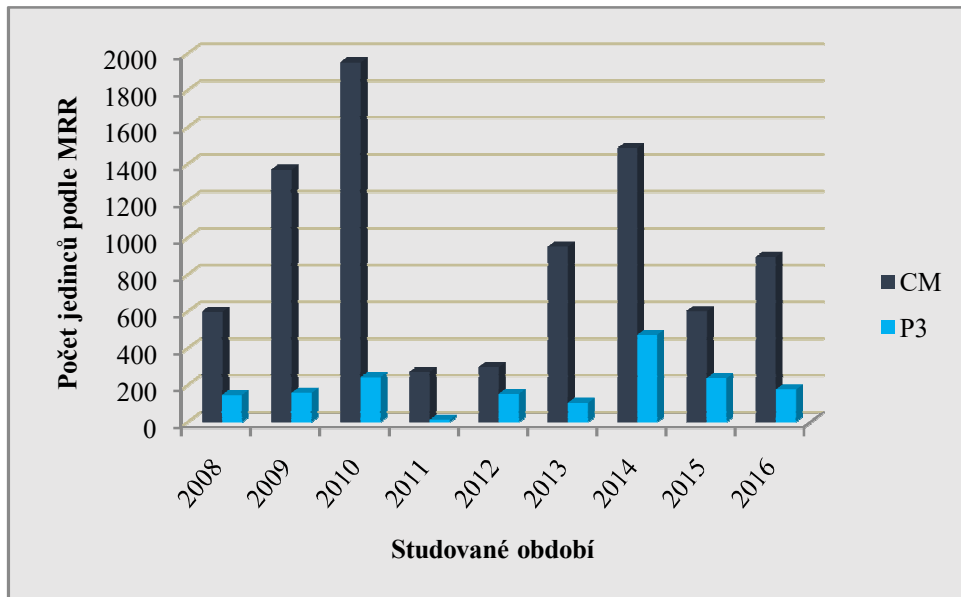
Obrázek č.24: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.1 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



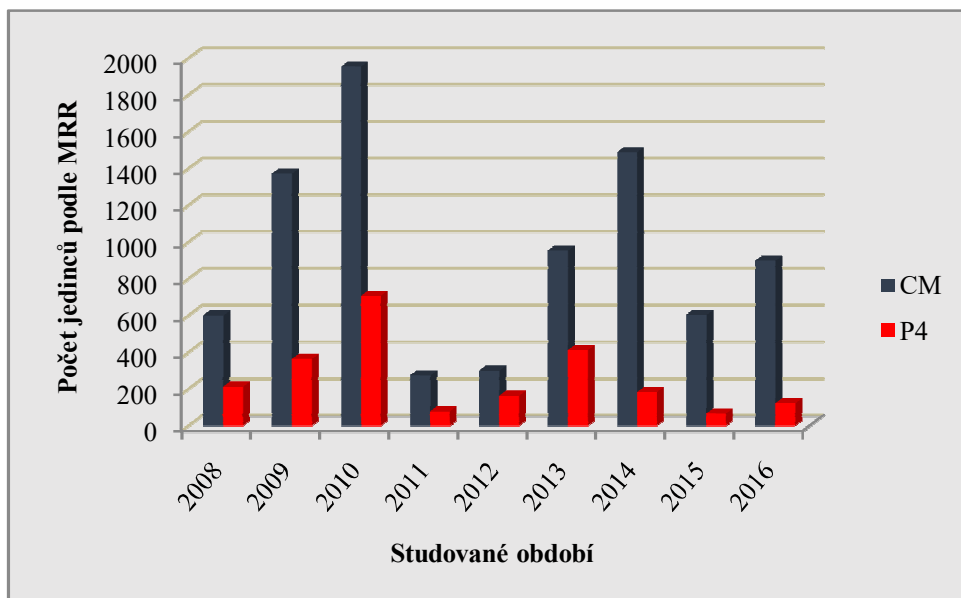
Obrázek č.25: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.2 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



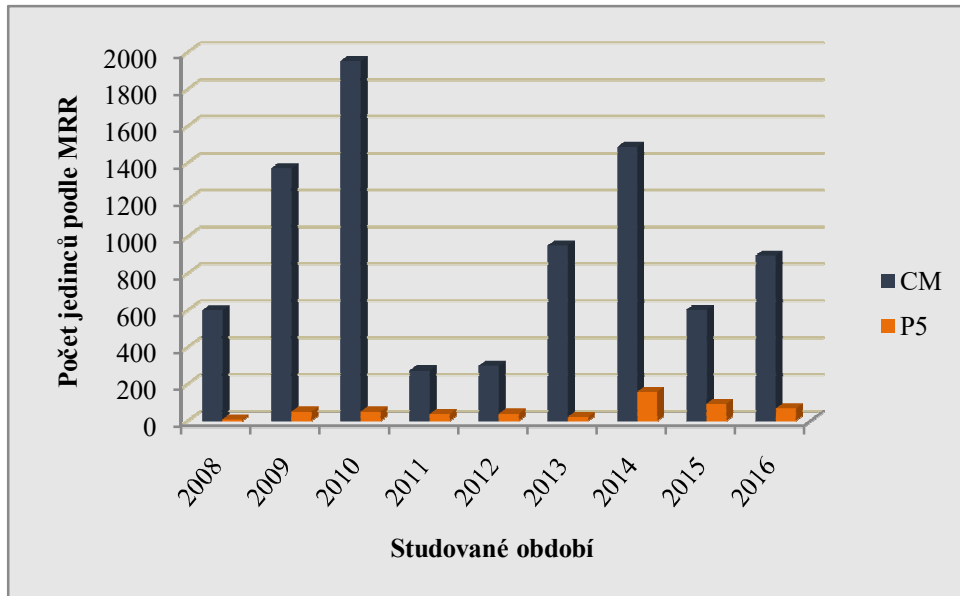
Obrázek č.26: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.3 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



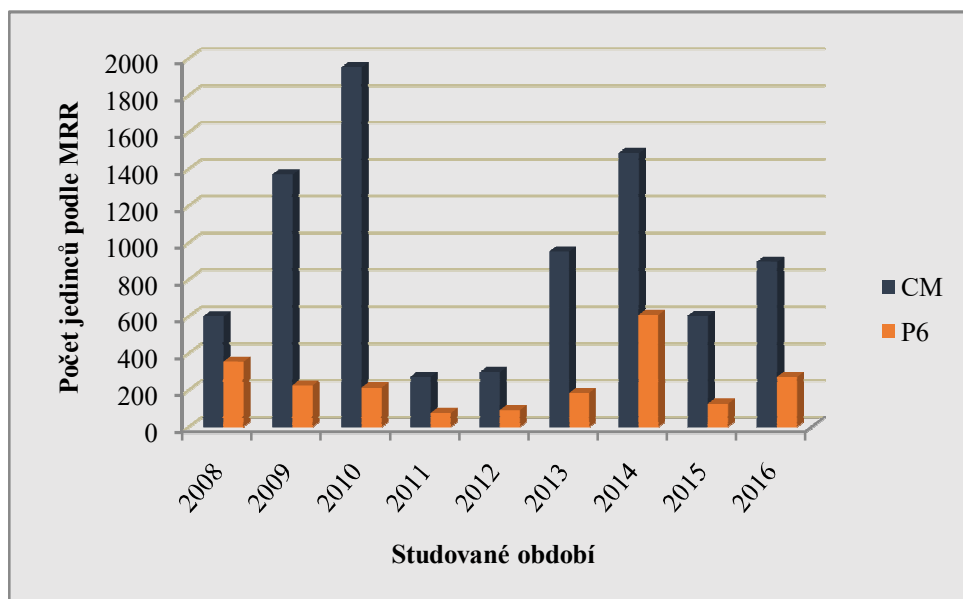
Obrázek č.27: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.4 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



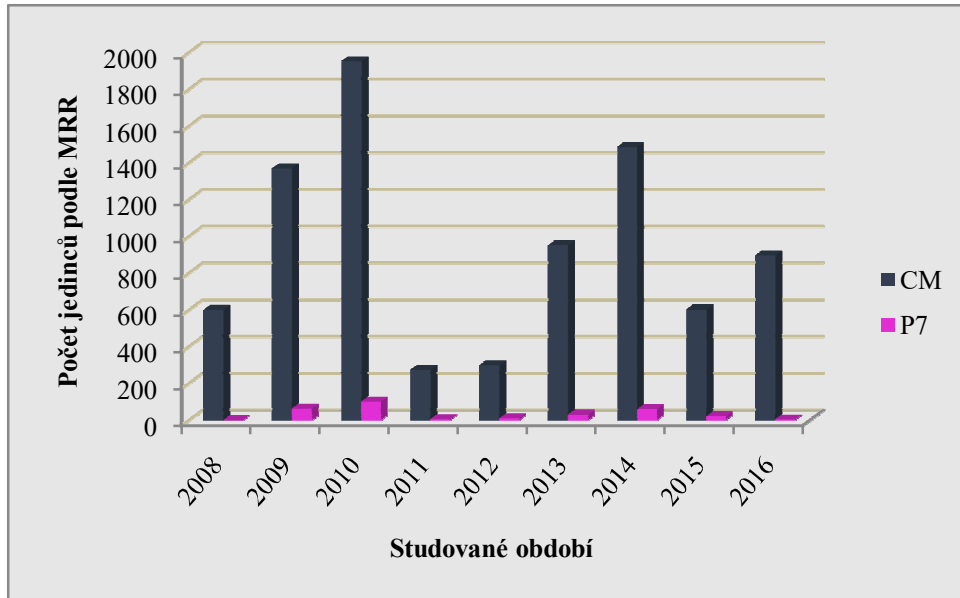
Obrázek č.28: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.5 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



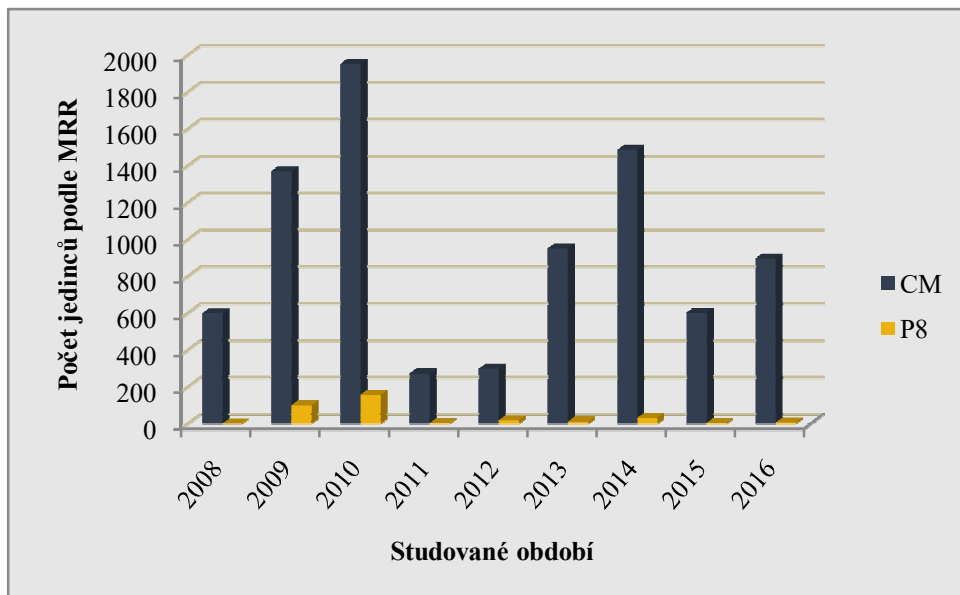
Obrázek č.29: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.6 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



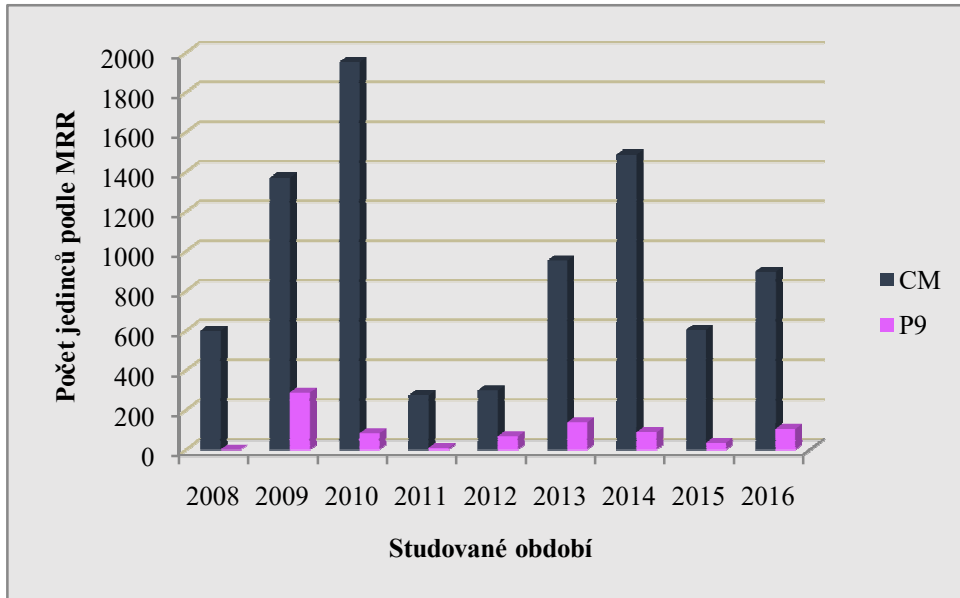
Obrázek č.30: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.7 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



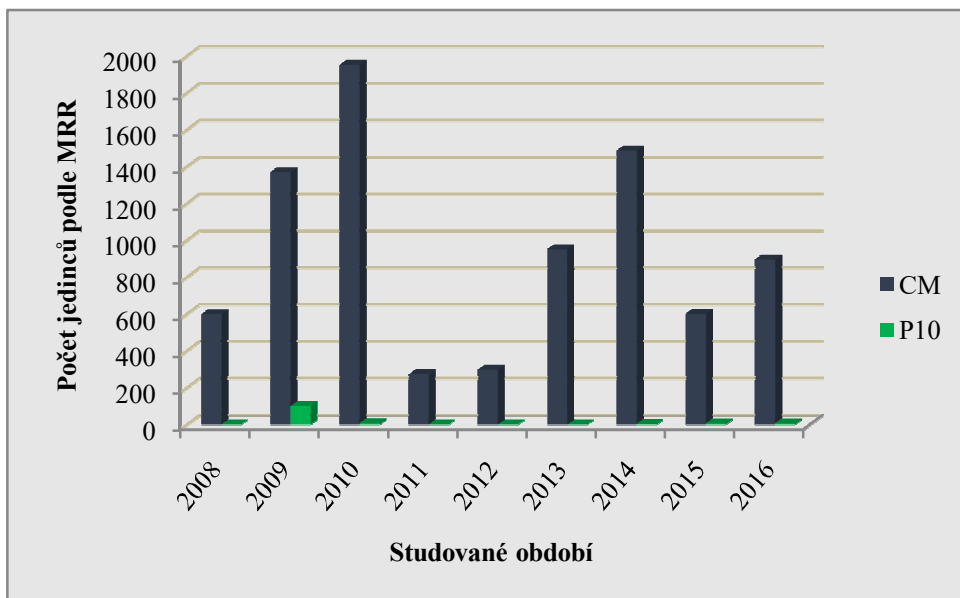
Obrázek č.31: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.8 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



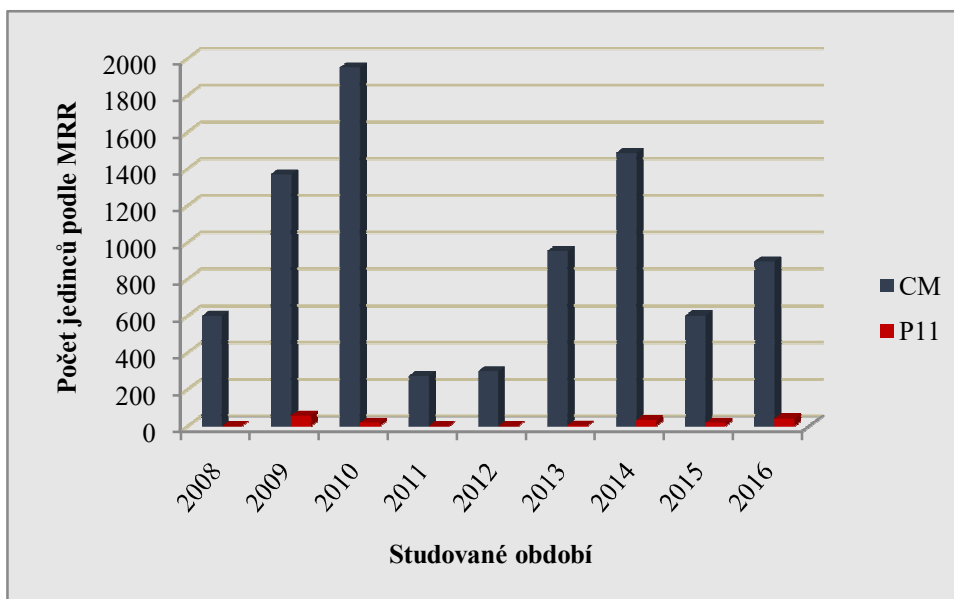
Obrázek č.32: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.9 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



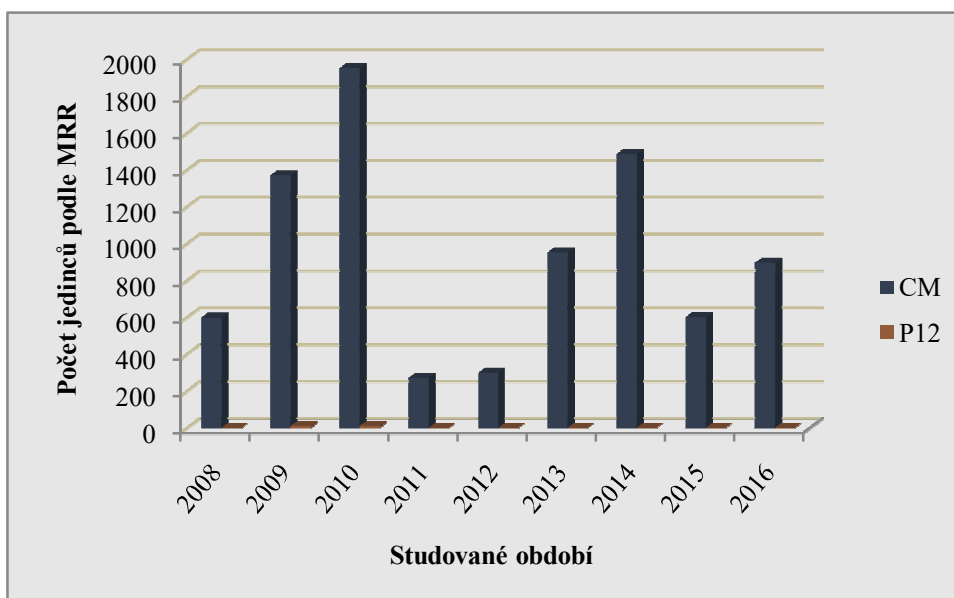
Obrázek č.33: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.10 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



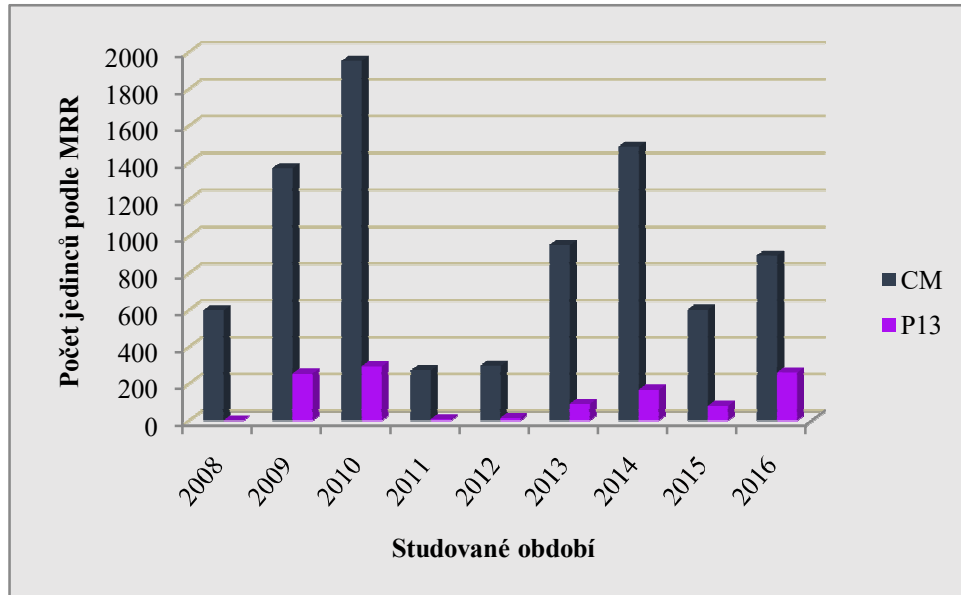
Obrázek č.34: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.11 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



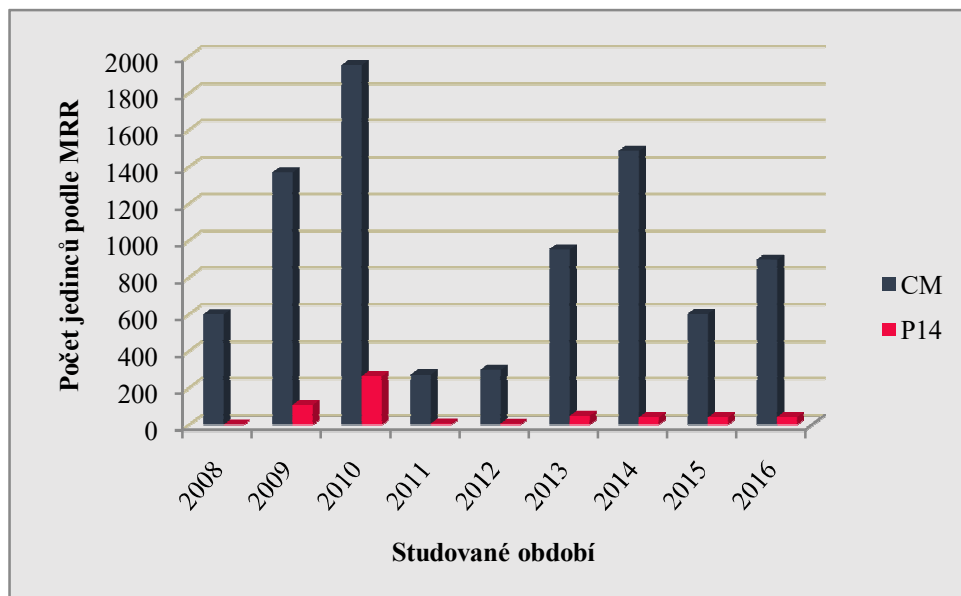
Obrázek č.35: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.12 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



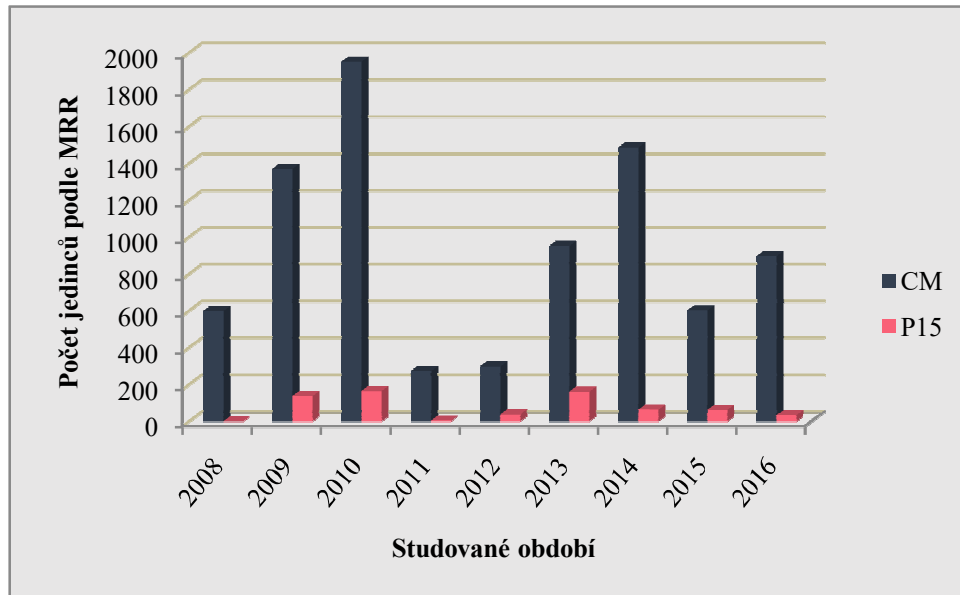
Obrázek č.36: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.13 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



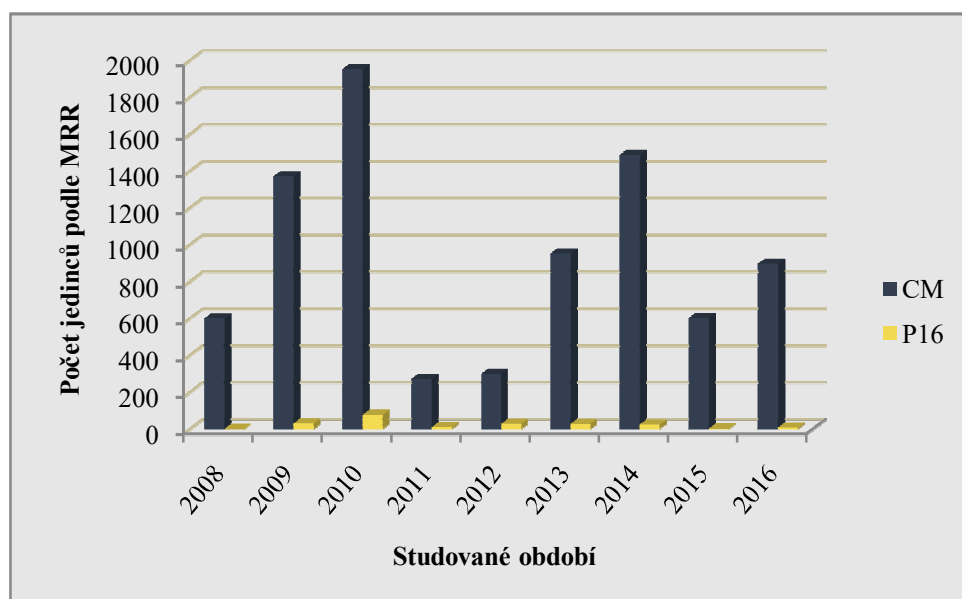
Obrázek č.37: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.14 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



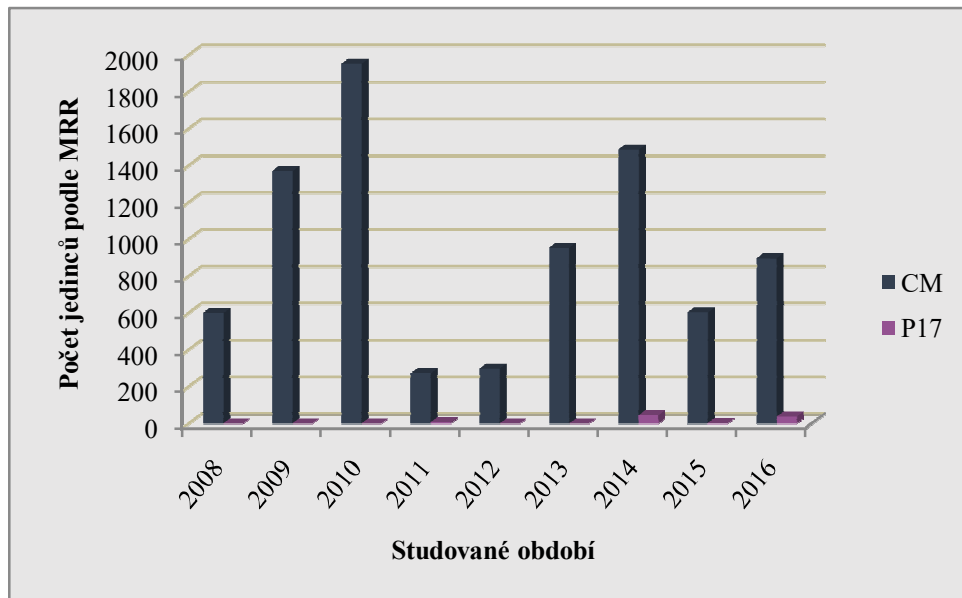
Obrázek č.38: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.15 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



Obrázek č.39: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.16 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



Obrázek č.40: Grafické srovnání změn početnosti populace *Phengaris nausithous* na ploše č.17 v Děčíně v jednotlivých letech ve vztahu s celkovou odhadnutou metapopulací na lokalitě



6 Diskuze

6.1 Hodnocení vývoje celkové metapopulace *Phengaris nausithous* na základě výpočtů z programu MARK

Vzhledem k celkovému vzhledu výsledné křivky můžeme konstatovat to, že vrcholy početnosti metapopulace se pohybují okolo let 2006, 2011, 2013, 2014, přičemž vzhledem k tomu, že nemáme informace z roku 2012 nelze posoudit zda v tomto roce byl propad nebo by početnost motýlů kopírovala Gaussovo rozložení křivky. Výrazně vyšší počet motýlů při poslední gradaci lze zdůvodnit tím, že do monitoringu byly v roce 2011 zařazeny tři nové plochy. Naopak nápadnější propady počtu motýlů jsou v letech 2004, 2007, 2010 a 2016. Tento jev může být způsoben především vyčerpáním zdrojů (vyžírání mravenišť hostitelských mravenců housenkami motýlů), jedná se tedy o přirozený pokles po gradaci populace v předchozích letech a motýl na toto reaguje se zpožděním tím, že prodlouží svůj vývoj v mraveništi na dva roky (Thomas et al., 1998), nicméně v roce 2007 byl zanedbán management hlavních ploch a tak významný pokles početnosti mohl být ovlivněn i tímto jevem. Dle studií McLaughlin et al. (2002a); McLaughlin et al. (2002b); Hellmann et al. (2003); Reed et al. (2003) lze předpokládat, že existuje nějaký minimálně nutný počet jedinců, který zajišťuje uchování potřebné genetické variability a zabraňuje genetickému driftu. Konkrétní údaj pro motýly sice není k dispozici, avšak je možno předpokládat, že některé propady počtu jedinců *P. nausithous* v Přelouči se nejnižší hranici počtu nutného pro přežití významně přibližují a cílem managementu by tedy měla být stabilizace výkyvů početnosti populace nad touto hranicí. I proto se domnívám, že studie dlouhodobého trendu, která je touto diplomovou prací nastíněna je významná.

Pokud bychom tedy posuzovali potenciální možnost gradací druhu *Phengaris nausithous*, pak bychom mohli na základě dosavadního trendu odhadovat, že gradace by se mohly opakovat každý ca 4 - 5 rok (2006, 2011, 2014) nebo každý osmý (2006 a 2014). Na tomto místě je nutno též upozornit, že v gradační periodicitě nutně musí být jistá nepravidelnost odvislá od sezónních klimatických jevů, zvláště uvážíme-li, že modrásci mohou za nepříznivých podmínek (ať již klimatických nebo potravních) reagovat prodloužením vývoje až o jeden rok, což lze ilustrovat na dostupných informacích o době vývoje housenek, která varíruje od 10 do 22 měsíců. Prodloužení vývoje v mraveništi až na 22 měsíců bylo prokázáno např. u 75 % housenek druhu *Maculinea rebeli* (Thomas et al. 1998).

V Děčíně lze za dobu dosavadního sledování zachytit gradace dvě – v roce 2010 a 2014, naopak významnější propad v letech 2011 a 2012. Vysvětlení propadu není možné změnami v hospodaření, protože v té době se plochy ještě významně neudržovaly.

Co je však velmi zajímavé je proložení křivek trendu vývoje v Přelouči a Děčíně přes sebe (viz. obrázek č.10), kde je dosti nápadná shoda vrcholů obou křivek (Přelouč i Děčín) okolo let 2010-2011 a 2014-2015. Do toho zapadá i vrchol v Přelouči v roce 2006. Tento průběh naznačuje, že by u zájmového druhu *Phengaris nausithous* mohlo jít o zhruba pětiletou gradační periodicitu. Pro potvrzení tohoto předpokladu je však potřeba nejméně 2 x tak dlouhá časová řada pozorování než máme k dispozici.

6.2 Hodnocení změn početnosti *Phengaris nausithous* na jednotlivých plochách na Slavíkových ostrovech u Přelouče

Výzkum na lokalitě Přelouč započal již roku 2004. Do roku 2010 bylo sledováno pouze deset ploch na pravém břehu Labe. Od roku 2010 byly do výzkumu přidány tři nové plochy (Plocha 11, 12 a 13), které se nacházejí na levém břehu Labe. Rok 2012 byl vyřazen.

Z výsledků MARK je jasně patrné, že plocha č. 8 jde proti trendu celkové velikosti metapopule. Důvod může být ten, že plocha zarostla náletem, zastínila se a tudíž se tam nadále nevyskytuje krvavec toten, který je podle Skalického (1995) značně světlomilný. Dále byl na ploše nevhodný management. Podle Wynhoffa (2001) může nevhodný management včetně špatného kosení vést k rychlému vyhubení motýla v řádu několika málo let.

Plochy 4 a 5 v roce 2006 hostily mnohem více motýlů než dnes, což může být způsobeno nápadným zhoršováním podmínek těchto stanovišť nevhodnou údržbou či jejich případným zanedbáváním.

Plocha 9 vykazuje trend navyšování celkového poměru počtu motýlů oproti celkové metapopulaci. Důvodem je, že byl na ploše zaveden vhodný management, který ve své práci blíže uvádí Johst et al. (2006).

Na lokalitě Slavíkovy ostrovy u Přelouče byly motýly nejvíce vyhledávány plochy číslo 1, 9, 11 a 12, které jsou z pohledu živné rostliny opravdu bohaté. Tím můžeme potvrdit studii Batáry et al. (2009), kde uvádějí, že hustota výskytu motýlů souvisí s množstvím živné rostliny na stanovišti.

6.3 Hodnocení změn početnosti *Phengaris nausithous* na jednotlivých plochách v okolí Děčína

Výzkum na lokalitě Děčín začal až roku 2008, kdy se chytalo pouze na plochách 1 – 6. O rok později byly do monitoringu zahrnuty další nové plochy a to plocha 1 až 16. Roku 2010 byla objevena plocha 17 na druhém břehu Labe.

Vypočtená metapopulace na ploše č. 2 od roku 2008 – 2013 kopíruje trend celkové velikosti metapopulace. V roce 2014 a 2015 došlo k úplnému vymizení motýlů. Toto tvrzení lze zcela jasně dát do souvislosti se zárustem stanoviště. V roce 2016 byly první motýly viděny po obnovení seče a „uklizení“ stanoviště. Na ploše 3 došlo roku 2016 k poklesu počtu motýlů. Důvodem absence motýlů je díky nevhodného managementu, protože plocha byla posečena v období letové sezóny, což je podle studie Johst et al. (2006) zásadní pro vývoj a výskyt jedinců. Plocha 5 se nachází v obdobné situaci jako plocha 3, tudíž byl na ploše roku 2016 zanedbán management. Plocha č. 13 naznačuje trend mírného růstu počtu motýlů oproti celkové metapopulaci, lze tedy říci, že management na ploše byl pozitivní. Plochy 14 a 15 stagnují nebo zde dochází k poklesu počtu jedinců. Pravděpodobně je to způsobeno tím, že plochy jsou bez managementu a je tedy nutné ho znovu obnovit.

U ploch č. 3, 4, 6, 13 a 16, které jsou modrásky nejvíce navštěvovány je pravděpodobné, že se na nich bude vyskytovat velké množství krvavce totenu, který je nezbytný pro další vývoj imág (Figurny et Woyciechowski, 1998).

7 Závěr

Hodnotila jsem změny v početnosti celkové metapopulace a početností motýlů jednotlivých zkoumaných ploch obsazených druhem *Phengaris nausithous* na dvou dlouhodobě sledovaných lokacích v ČR. Na lokalitách Slavíkovy ostrovy u Přelouče a Dolní Labe u Děčína bylo zjištěno významné kolísání v početnosti celkové metapopulace cílového druhu. Po proložení křivek trendu vývoje početnosti metapopulace obou lokalit v jednotlivých letech přes sebe, konstatuji, že je naznačena zhruba čtyř až pětiletá periodicitu gradací druhu (v letech 2006, 2010-2011 a 2014-2015). Toto je velmi silný argument pro podporu formulované hypotézy: „Z mnohaleté časové řady sledování je patrna gradační periodicitu“.

Dále jsem srovnávala trend vývoje početností populací jednotlivých ploch vůči celkové metapopulaci na obou lokalitách a zjistila, že toto sledování velmi dobře odráží aktuální meziletý vývoj. Většina ploch kopíruje trend metapopulace. Pokud ovšem jsou zjištěny rozdíly, například celková metapopulace roste a populace jednotlivé plochy klesá, lze je vždy vysvětlit změnou prostředí dané plochy související s managementem. Například plocha 8 zarostla náletem, zastínila se a tudíž se tam nadále nevyskytuje krvavec toten. Na ploše 9 došlo k nárůstu počtu motýlů především z důvodu vhodného managementu, který byl na louce dlouhodobě uplatňován. Na ploše 3 došlo k poklesu počtu motýlů v roce 2016, kvůli posekání louky během letového období.

Dlouhodobé sledování tak lze jednoznačně doporučit pro hodnocení dopadů managementu.

8 Doporučení pro praxi

Výzkumná:

Pokračovat v dalším monitoringu motýlů na všech plochách v budoucích letech, aby bylo možné lépe zhodnotit populační charakteristiky na nežádoucí změny v populaci.

Ochranařská:

Nadále pokračovat v podpůrném managementu pro modrásky, především udržovat seč luk v diverzifikovaných pruzích ve vhodnou dobu. Dále se pokusit vylepšit či obnovit management na plochách, na kterých došlo k poklesu počtu jedinců.

9 Použitá literatura

Seznam literatury je uspořádán podle citačního vzoru závazných pravidel tvoření citací a seznamů použité literatury pro FAPPZ, ČZU v Praze

(<http://www.af.czu.cz/cs/?r=588&i=10476>).

Akino T., Knapp J. J., Thomas J. A. a Elmes J. A. 1999. Chemical mimicry and host specificity in the butterfly *Maculinea rebeli*, a social parasite of *Myrmica* ant colonies. *Proc. Royal Society Lond. B.*, 266: 1419 - 1426.

Batáry, P., Körösi, A., Örvössi, N., Kövér, S., Peregovits, L. 2009. Species - specific distribution of two sympatric *Maculinea* butterflies across different meadow edges. *Journal of insect conservation*, 13 (2): 233 - 230.

Beneš, J., Konvička, M., Dvořák, J., Fric, Z., Havelda, Z., Pavlíčko A., Vrabec, V., Weidenhoffer, Z. 2002. Motýli České republiky: Rozšíření a ochrana I., II., SOM, Praha, 857 s. Carter, D. 2006. Motýli. 2 vydání, Knižní klub, Praha, 304 s.

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

Clarke, R. T., Thomas, J. A., Elmes, G. W., Hochberg, M. E. 1997. The effects in habitat quality on community dynamics within a site. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 264: 347-354.

Devries, P. J., Cocroft, R. B., Thomas, J. 1993. Comparison of acoustical signals in *Maculinea* butterfly caterpillars and their obligate host *Myrmica* ants. *Biological Journal of the Linnean Society*. 49. p. 229-238.

Della Beffa, M. T. 2000. Luční květiny: přirozená nádhera květů na okraji cesty. Ikar, Praha, 224 s., ISBN 80-242-0625-0

Dierks, A., Fischer, K. 2009. Habitat requirements and niche selection of *Maculinea nausithous* and *M. Teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae) within a large sympatric metapopulation. *Biodiversity and conservation*. 18 (13). p. 3663 – 3676.

Elfferich, N. W. 1998. Is the larval and imaginal vibration signalling of Lycaenidae and other Lepidoptera related to communication with ants?. *Deinsea*. 4: p. 91-95.

Elmes G. W., Wardlaw J. C, Thomas J. A. 1990: Larvae of *Maculinea rebeli*, a largeblue butterfly and their *Myrmica* host ants: patterns of caterpillar growth and survival. *J. Zool. Lond.* 224: p. 79-92.

Elmes, G. W., & Thomas, J. A. 1991. Die Biologie und Ökologie der Ameisen der Gattung *Myrmica*. pp. 404-409. In. Geiger W. (ed.) & Lepidopterologen-Arbeitsgruppe SBN 1991. Tagfalter und ihre Lebensräume. Schweizerischer Bund für Naturschutz. Basel. p. 516.

Elmes, G. W., Thomas, J. A., & Wardlaw, J. C., 1991. Larvae of *Maculinea rebeli*, a largeblue butterfly, and their *Myrmica* host ants: wild adoption and behaviour in ant-nests. *J. Zool. Lond.* 223: p. 447-460.

Elmes, G. W., Thomas, J. A. 1992. Complexity of species conservation in managed habitats: interaction between *Maculinea* butterflies and their hosts. *Biodiversity and Conservation* 1: p. 155-169.

Elmes G. W., Clarke R. T., Thomas J. A. & Hochberg M. E. 1996. Empirical tests of specific predictions made from a spatial model of the population dynamics of *Maculinea rebeli*, a parasitic butterfly of red ant colonies. *Acta Oecologica*, 17(1): 61-80.

Farkač, J., Král, D., Škorpík, M. 2005. Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. List of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha. 760 s. ISBN: 8086064964.

Fiedler, K., Holldobler, B., Seufert, P. 1996. Butterflies and ants: the communicative domain. *Experientia* 52: p. 14-24.

Figurny, E., Woyciechowski, M. 1998. Flowerhead Selection for Oviposition by Females of the Sympatric Butterfly Species *Maculinea teleius* and *M. nausithous* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Entomol. Gener.* 23(3): p. 215-222.

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

Hellman J. J., Weiss S. B., McLaughlin J. F., Boggs C. L., Ehrlich P. R., Leuner A. E. & Murphy D. D. 2003: Do hypotheses from short – term studies hold in the long – term? An empiric test. *Ecol. Entomol.* 28: 74 – 84.

Hofmannová, H., Marktanner, T. 1996. *Denní a noční motýli: kapesní atlas*. Slovart. Praha. 158 s. ISBN: 8085871688

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

Hölldobler B. H., Wilson E. O. 1997. *Cesta k mravencům*. Academia. Praha. 198 s. ISBN: 8020006125.

Hrabák R. 1985: *Kapesní atlas našich motýlů*. Státní zemědělské nakladatelství Praha. 352 s. ISBN: 38170704985.

Johst, K., Drechsler, M., Thomas, J., & Settele, J., 2006. Influence of mowing on the persistence of two endangered large blue butterfly species, *Journal of Applied Ecology*, 43: p. 333-342

Kőrösi, A., Örvössi, N., Batáry, P., Harnos, A., Peregovitis, L. 2011. Different habitat selection by two sympatric *Maculinea* butterflies at small spatial scale. *Insect Conservation and Diversity*, doi: 10.1111/j.1752-4598.2011.00138.

Kovařík, F., Bečvář, S., Buchar, J., Burda, A., Čuřík, P., Divoký, M., Hanel, L., Hromádka, J., Jakoubek, V., Kabátek, P., Kocina, R., Kovařík, F., Machytka, M., Pecina, P., Vaďura, K., Vilímová, J. 2000. *Hmyz: Chov, morfologie. Madagaskar*. Jihlava. 295 s. ISBN: 8086068242.

- Landman, W. 1999. Encyklopedie motýlů. Rebo. Česlice. 272 s. ISBN: 8072340573.
- Macek J., Laštůvka Z., Beneš J., Taxler L. 2015: Motýli a housenky střední Evropy IV. Academia. 540 s. ISBN: 9788020024299.
- Mclaughlin J. F., Hellman J. J., Boggs C. L. & Ehrlich P. R. 2002a: The route to extinction: population dynamics of a threatened butterfly. *Oecologia*, 132: p. 538 – 548.
- Mclaughlin J.F., Hellman J.J., Boggs C.L. & Ehrlich P.R. 2002b: Climate chase hastens population extinctions. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 99:6070-6074.
- Musche, M., Settle, J., Durka, W. 2008. Genetic population structure and reproductive fitness in the plant *Sanguisorba officinalis* in populations supporting colonies of an endangered *Maculinea* butterfly. *International journal of plant sciences*. 169 (2). p. 253 – 262.
- Novák, K. 1969. Metody sběru a preparace hmyzu, Academia, Praha, 243 s.
- Novák, I., Severa, F. 2002. Motýli. Aventinum. Praha. 367 s. ISBN: 8071512109.
- Novák, I., Pokorný, V. 2003. Atlas motýlů. Paseka. Praha. 268 s. ISBN: 8071855693
- Nowicki P., Witek M., Skórka P., Settele J., Woyciechowski M. 2005: Population ecology of the endangered butterflies *Maculinea teleius* and *M. nausithous*, and its implications for conservation. *Popul. Ecol.*, 47: 193–202
- Nowicki P., Pepkowska A., Kudlek J., Skórka P., Witek M., Settele J. & Woyciechowski M. 2007. From metapopulation theory to conservation recommendations: Lessons from spatial occurrence and abundance patterns of *Maculinea* butterflies. *Biol. Conserv.*, doi: 10.1016/j.biocon.2007.08.001
- Nowicki P. & Vrabec V. 2011: Evidence for positive density-dependent emigration in butterfly metapopulations. *Oecologia*, 167: p. 657–665
- Obenberger, J. 1964. Entomologie V. Československá akademie věd. Praha. 776 s.

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

Pech, P., Fric, Z., Konvička M. 2007, Species – Specificity of the *Phengaris* (*Maculinea*) – *Myrmica* Host System: Fact or myth? (Lepidoptera: Lycaenidae; Hymenoptera: Formicidae), *Sociobiology*, 50(3), p. 1-21.

Pecsenye K., Bereczki J., Tihanyi B., Tóth A., Peregovits L. & Varga Z. 2005: Genetic differentiation among the *Maculinea* species (Lepidoptera: Lycaenidae) in eastern Central Europe. P. 189-191. In: Settele J., Kühn E. & Thomas J. A. (Eds.) 2005: Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2: Species Ecology along a European Gradient: *Maculinea* Butterflies as a Model, Pensoft Publishers, Sofia – Moscow, 289 p.

Pellissier L., Litsios G., Fiedler K., Pottier J., Dubuis A., Pradervand J.-N., Salamin N., Guisan A. 2012: Loss of interactions with ants under cold climate in a regional myrmecophilous butterfly fauna, *Journal of Biogeography*, 39, 1782 - 1790.

Pellissier L., Litsios G., Guisan A., Alvarez N. 2012: Molecular substitution rate increases in myrmecophilous lycaenid butterflies (Lepidoptera), *Zoologica Scripta*, 41, 651 - 658

Randuška, D. 1983. Barevný atlas rostlin. Obzor. Bratislava. 640 s.

Sadil, J. 1955. Naši mravenci. Orbis. Praha. 224 s.

Schroth M. & Maschwitz U. 1984: Zur Larvalbiologie und Wirtfindung von *Maculinea teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae), eines Parasiten von *Myrmica laevinodis* (Hymenoptera: Formicidae). *Entomol. Gener.*, (9)4: p. 225-230.

Skalický, V. 1995. 8. *Sanguisorba L.* – krvavec. In: Slavík, B. (ed.). *Květena České republiky* 4. 1995. Academia. Praha. s. 240 – 246. ISBN: 8020003843.

Skórka P., Nowicki P., Kudlek J., Pepkowska A., Sliwinka E., Witek M. & Woyciechowski M. 2005: Mobility patterns of *Maculinea teleius* and *M. nausithous*. P. 153. In: Settele J., Kühn E. & Thomas J. A. (eds): Studies on the ecology and conservation of butterflies in Europe. Vol. 2: Species ecology along a European gradient: *Maculinea* butterflies as a model. Pensoft Publishers, Sofia – Moscow, s pp.

Skórka P., Witek M. & Woyciechowski M. 2006: A simple and nondestructive method for estimation of worker population size in *Myrmica* ant nests. *Insectes Sociaux*, 53: p. 97100.

Śliwińska, E. B., Nowicki, P., Nash, D. R., Witek, M., Settele, J., Woyciechowski, M. 2006. Morphology of caterpillars and pupae of European *Maculinea* species (Lepidoptera: Lycaenidae) with an identification table, *Entomologica fennica* 17, p. 351 - 358.

Stankiewicz, A., Sielezniew, M., & Sawoniewicz, J, 2004. *Neotypus pusillus* Gregor, 1940 (Hymenoptera, Ichneumonidae) endoparasite of *Maculinea nausithous* (Bergsträsser, 1779) (Lepidoptera, Lycaenidae): new data on distribution in Poland with remarks on its biology, *Fragmenta Faunistica*. 74: p. 115-120.

Tartally, A., Varga Z. 2005: *Myrmica rubra* (Hymenoptera: Formicidae): the first data on host ant specificity of *Maculinea nausithous* (Lepidoptera: Lycaenidae) in Hungary. *Myrmecologische Nachrichten*. 7: p. 55-59.

Thomas, J. A. 1984. The Behaviour and Habitat Requirements of *Maculinea nausithous* (the Dusky Large Blue Butterfly) and *M. teleius* (the Scarce Large Blue) in France. *Biological Conservation*, 28: p. 325-347.

Thomas, J. A., Elmes, G. W., Wardlaw, J. C., Woyciechowski, M. 1989. Host specificity among *Maculinea* butterflies in *Myrmica* and nests. *Oecologia*, 79: p. 452-457.

Thomas, J. A., Munguira, M. L., Martin, J., Elmes, G. W. 1991. Basal hatching by *Maculinea* butterfly eggs: a consequence of advanced myrmecophily? *Biological Journal of the Linnean Society*, London, 44: p. 175-184.

Thomas, J. A. and G. W. Elmes 1993. Specialized searching and the hostile use of allomones by a parasitoid whose host, the butterfly *Maculinea rebeli*, inhabits ant nests. *Animal Behaviour* 45: 593-602.

Thomas J. A., Clarke R. T., Elmes G. W. & Hochberg M. E. 1998. Population dynamics in the genus *Maculinea* (Lepidoptera: Lycaenidae). p. 261 – 290. In: Dempster J. P. and McLean I. F. G. (eds.): *Insect Populations In theory and in practice*. 19th Symposium of the Royal Entomological Society 10 - 11 September 1997, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 486 pp

Thomas, J. A., Elmes, G. W. 2001. Food-plant niche selection rather than the presence of ant nests explains oviposition patterns in the myrmecophilous butterfly genus *Maculinea*. *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 268: p.471-477.

Van Dyck, H., Oostermeijer, J. G. B., Talloen, W., Feenstra, V., Hidde van der, A., Wynhoff I. 2000. Does the presence of ant nests matter for oviposition to a specialized myrmecophilous *Maculinea* butterfly? *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 267: p. 861-866.

Vrabec, V., Boubelová, J., Hanousková, H., Hatlapatková, J., Marušáková, K., Pravdová, J., Prokopová, E., Spalová, M., Veselá, H., & Cibulka, J., 2008. Problematika managementu populace ohrožených motýlů ve vztahu k ÚSES – příklad z praxe na modráscích *Maculinea* (Lepidoptera: Lycaenidae). s. 88-96. In: Petrová, A., (ed.): *ÚSES – zelená páteř krajiny*. Sborník ze 7. ročníku semináře ÚSES – zelená páteř krajiny, 2.-3. září 2008 v Brně, MŽP a Česká společnost pro krajinnou ekologii – regionální organizace CZ-IALE v nakl. Lesnické práce, s. r. o., Brno, 108 s.

Wardlaw J. C., Thomas J. A a Elmes G. W. 2000: Do *Maculinea rebeli* caterpillars provide vestigial mutualistic benefits to ants when living as social parasites inside *Myrmica* ant nests? *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 95: p. 97-103.

Witek, M., Sliwinska, B. E., Skorka, P., Nowicki, P., Wantuch, M., Vrabec, V., Settele, J., Woyciechowski, M. 2008. Host ant specificity of large blue butterflies *Phengaris* (*Maculinea*) (Lepidoptera: Lycaenidae) inhabiting humid grasslands in East-central Europe, *Eur. J. Entomol.*, 105, p. 871–877.

Witek, M., Nowicki, P., Sliwinska, E. B., Skorka, P., Settele, J., Schonrogge, K., Woyciechowdki, M., 2010. Local host ant specificity of *Phengaris (Maculinea) teleius* butterfly, an obligatory social parasite of *Myrmica* ants. *Ecological entomology*, 35 (5). 557-564

Wynhoff, I. 1998. Lessons from the reintroduction of *Maculinea teleius* and *M. nausithous* in the Netherlands. *Journ. Insect Conserv.*, 2: 47-57.

Wynhoff, I. 2001. A home on foreign meadows: the reintroduction of two *Maculinea* butterfly species. Wageningen Agricultural University, 236 pp.

Wynhoff, I., Grutters, M., van Langevelde, F. 2008. Looking for the ants: selection of oviposition sites by two myrmecophilous butterfly species, *Animal biology*, 58(4), p. 371388.

Wynhoff I., Van Gestel R., Van Swaay C. & Van Langevelde F. 2010: Not only the butterflies: managing on road verges to benefit *Phengaris (Maculinea)* butterflies. *Journal of Insect Conservation*. 15:1-2, 189 - 206.

Zahradník, J. 1997. Naši motýli. Albatros. Praha. 457 s. ISBN: 9788000024219

Internetové zdroje:

Anon. 1, Biomonitoring. Modrásek bahenní (*Maculinea nausithous*) [online]. 2007. Motýli [cit. 2.1.2017]. Dostupné z <<http://www.biomonitoring.cz/druhy.php?druhID=10>>

Anon. 2, IUCN 2011. IUCN Red list of Threatened Species [online]. Version 2011.2, Categories and Criteria [cit. 2012-2-17]. Dostupné z <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/static/categories_criteria_2_3#categories>

Anon. 3, Natura 2000. [online]. 19.9.2006. Co je Natura 2000? [cit. 2012-2-17]. Dostupné z <<http://www.nature.cz/natura2000-design3/sub-text.php?id=2102>>

Anon. 4, Detizeme [online]. 2013. Kanál u Přelouče je potřetí bez územního rozhodnutí. [cit. 2017-2-28]. Dostupné z <http://detizeme.cz/zprava.shtml?x=2394170>

Anon. 5, Českosaské Švýcarsko. [online]. 2006. Poloha a význam Labských Pískovců [cit. 2017-28-2]. Dostupné z <http://www.ceskosaske-svycarsko.cz/labske-piskovce.html>

Anon. 6, iDNES. [online]. 2015. Boj o plavební kanál u Přelouče v klíčové fázi: rozhodnou motýli. [cit. 2017-28-2]. Dostupné z http://pardubice.idnes.cz/ochranci-chteji-aby-u-prelouce-vznikla-lokalita-f5o-/pardubice-zpravy.aspx?c=A150130_134330_pardubice-zpravy_msv

Beneš, J., Dvořák, J. Mapování a ochrana motýlů České republiky, *Maculinea nausithous* - modrásek bahenní [online]. [cit. 2.1.2017]. Dostupné z <http://http://www.lepidoptera.cz/motyli/modrasek-bahenni-maculinea-nausithous-bergstraesser-1779>

Hubený J., iDNES [online]. 2015. Stát chce chránit Slavíkovy ostrovy, kraj je kvůli splavnění Labe proti. [cit. 2017-28-2]. Dostupné z http://pardubice.idnes.cz/kraj-nesouhlasi-s-navrhem-novych-chranenych-lokalit-f9a-/pardubice-zpravy.aspx?c=A150721_2178672_pardubice-zpravy_msv

Němcová, Š., John, V. BioLib [online]. 1999-2017. Modrásek bahenní [cit. 5.1.2017]. Dostupné z <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id51451/>

Pulpán D., iDNES. [online]. 2015. Kanál u Přelouče nemůže vést korytem, řekly úřady. Ale není jasné proč. [cit. 2017-28-2]. Dostupné z http://pardubice.idnes.cz/plavebni-kanal-labe-u-prelouce-dk6-/pardubice-zpravy.aspx?c=A150209_2138059_pardubice-zpravy_jah

10 Přílohy

10.1 Seznam příloh

Příloha č. 1: trasa plánovaného plavebního kanálu na Labi

Příloha č. 2: mapka ploch Přelouč 1 - 10

Příloha č. 3: plochy Přelouč 11 - 13

Příloha č. 4: plocha 1 - jedna z nejvyužívanějších ploch na pravém břehu Labe

Příloha č. 5: plocha 9 v Přelouči – Slavíkovy ostrovy

Příloha č. 6: plocha 11 - největší plocha výzkumu v Přelouči

Příloha č. 7: plocha 12 - plocha využívaná hlavně P. nausithous

Příloha č. 8: Poloha ploch 1, 2 a 16 v okolí Horního Žlebu

Příloha č. 9: Poloha ploch 3 a 4 v okolí Prostředního Žlebu

Příloha č. 10: Poloha ploch 9 až 15 v ulici V Dolině v okolí Prostředního Žlebu

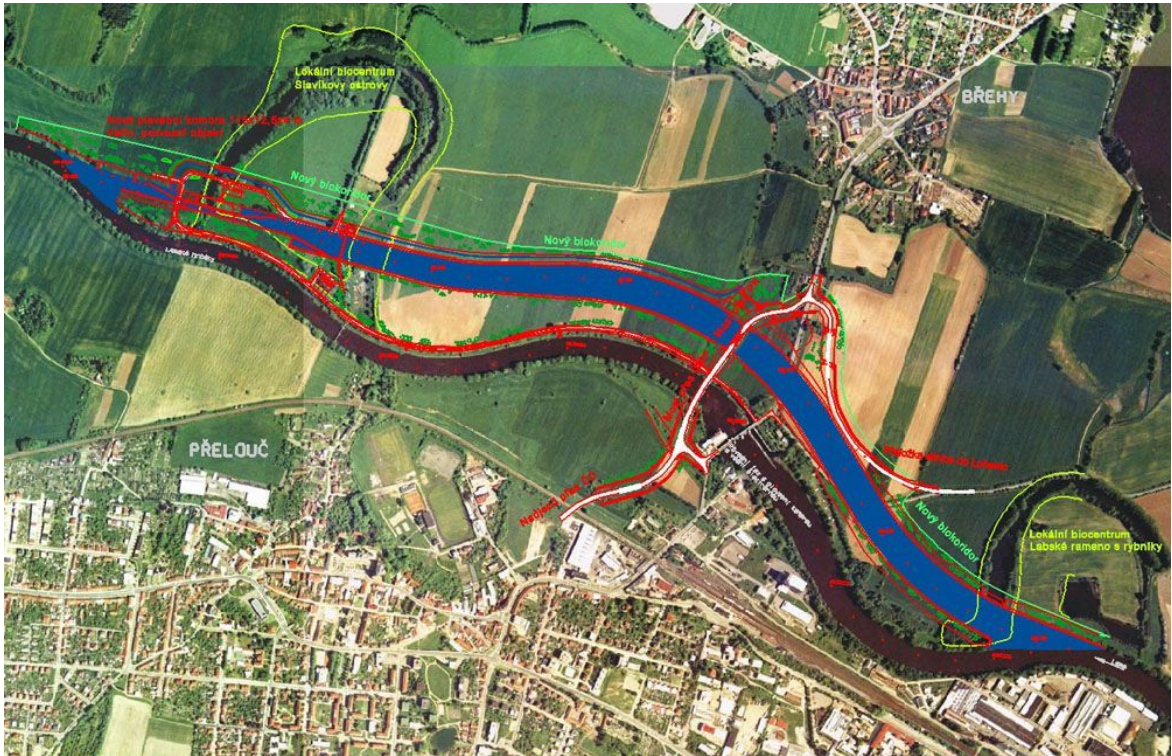
Příloha č. 11: Poloha ploch 7 a 8 v Čertově Vodě

Příloha č. 12: Poloha ploch 5 a 6 v okolí Dolního Žlebu

Příloha č. 13: Ukázka záznamového archu

10.2 Vlastní přílohy

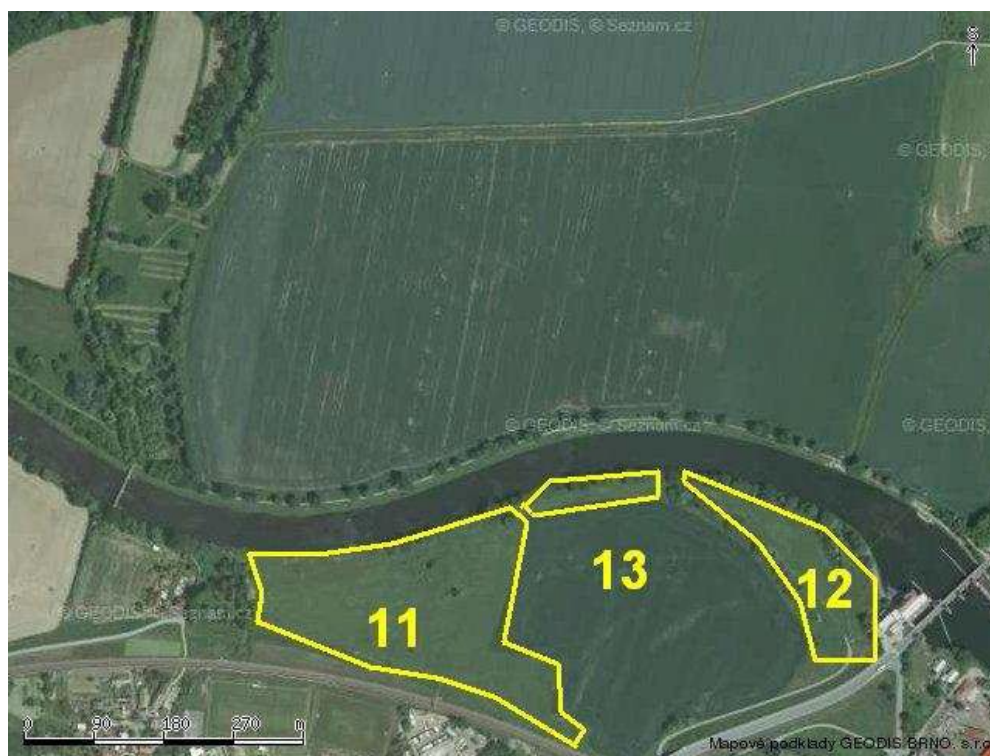
Příloha č.1: Trasa plánovaného plavebního kanálu na řece Labe



Příloha č.2: Poloha ploch 1 až 10 na pravém břehu Labe v Přelouči – Slavíkovy ostrovy



Příloha č.3: Poloha ploch 11 až 13 na levém břehu Labe v Přelouči – Slavíkovy ostrovy



Příloha č.4: Fotografie plochy č.1 – jedna z nejvyužívanějších ploch na pravém břehu Labe v Přelouči



Příloha č.5: plocha číslo 9 – též velmi hojně využívaná plocha v Přelouči – Slavíkovy ostrovy



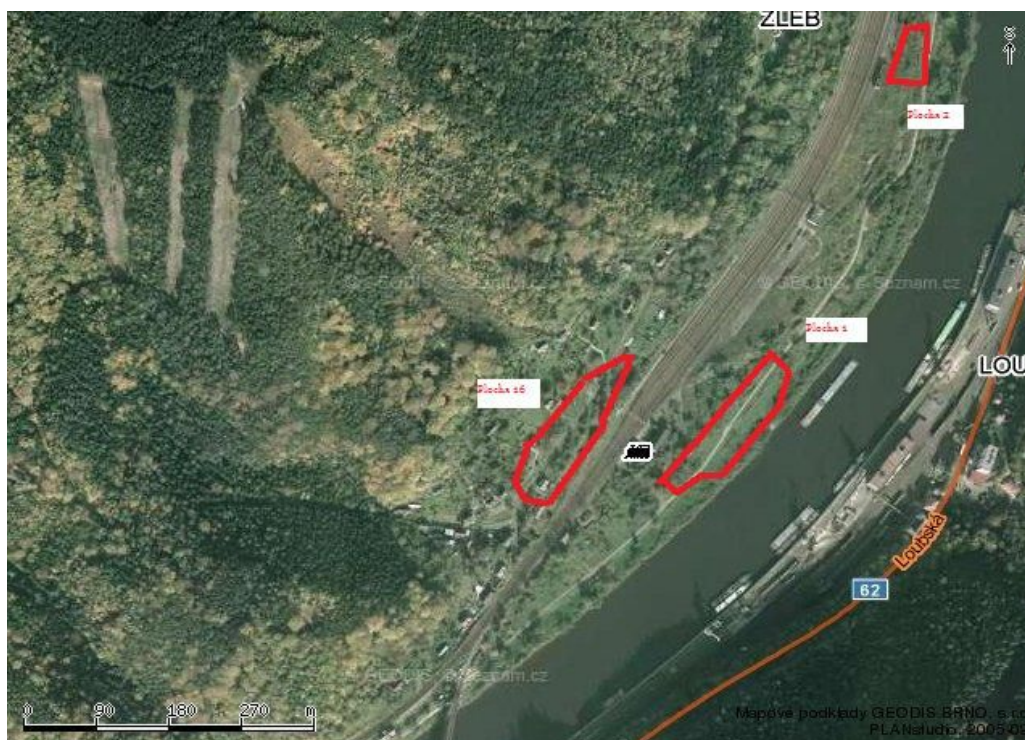
Příloha č.6: plocha č.11 – největší plocha výzkumu v Přelouči – Slavíkovy ostrovy



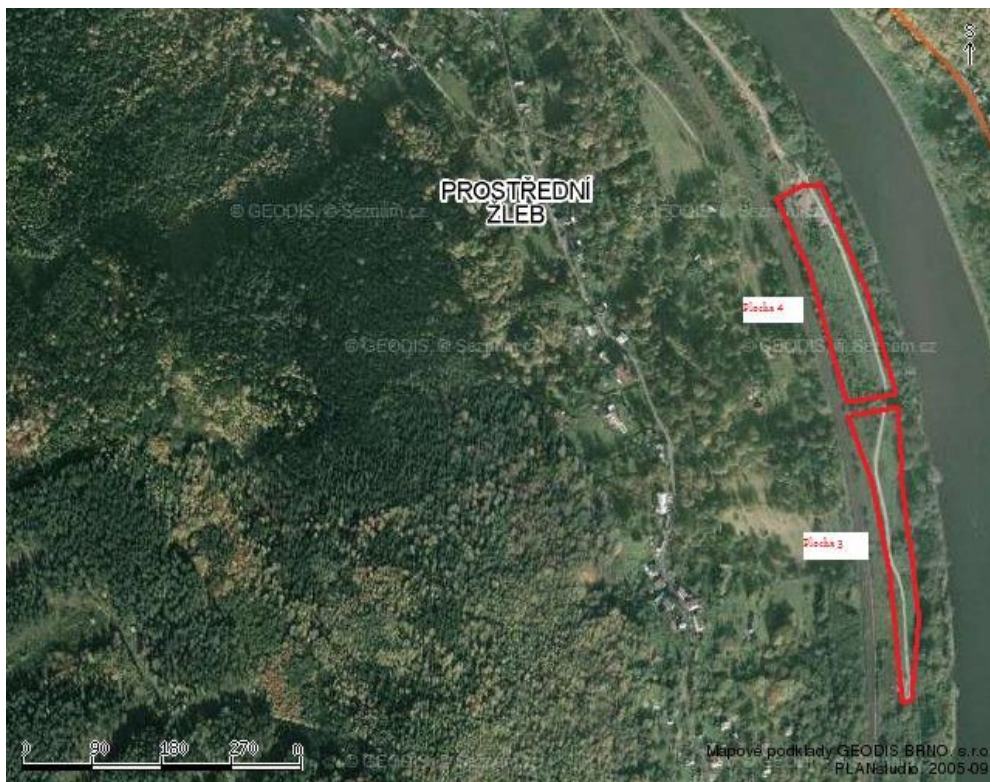
Příloha č.7: Plocha č.12 – louka na levém břehu Labe, využívaná především modráskem bahenním



Příloha č.8: Poloha ploch č. 1,2 a 16 v okolí Horního Žlebu



Příloha č.9: Poloha ploch 3 a 4 v okolí Prostředního Žlebu



Příloha č.10: Polohy ploch 9 až 15 v okolí ulice V Dolině v okolí Prostředního Žlebu



Příloha č.11: Polohy ploch 7 a 8 v Čertově Vodě



Příloha č.12: Polohy ploch 5 a 6 v okolí Dolního Žlebu

