

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta



Zhodnocení průběhu a výsledků monitoringu evropsky
chráněných druhů modráška bahenního (*Phengaris
nausithous*) a m. očkovaného (*P. telejus*) v České republice

Bakalářská diplomová práce

Alena Bartoňová

Vedoucí práce: doc. Mgr. Martin Konvička, PhD.
Jihočeská Univerzita v Čes. Budějovicích, Přírodovědecká fakulta
& Biologické centrum AV ČR, Entomologický ústav

České Budějovice
2011

Bartoňová A. (2011) Zhodnocení průběhu a výsledků monitoringu evropsky chráněných druhů modráška bahenního (*Phengaris nausithous*) a m. očkovaného (*P. telejus*) v České republice. [Analysing of the Czech Republic monitoring scheme for EU-protected butterflies Dusky Large Blue (*Phengaris nausithous*) and Scarce Large Blue (*Phengaris telejus*). Bc. Thesis, in Czech] – 40 p., Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Annotation:

Two species of European Community interest, Dusky Large Blue (*Phengaris nausithous*) and Scarce Large Blue (*Phengaris telejus*) were monitored by external workers in the Czech Republic for six seasons (2005-2010). The data of abundance and environmental conditions was collected from both legally protected and unprotected localities. Abundance changes were assessed and their relationships to several external predictors were investigated. Some factors influencing trends in populations were found.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

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

V Českých Budějovicích 26.4.2011.

Alena Bartoňová

Poděkování

Děkuji především školiteli Martinu Konvičkovi za jeho skvělý přístup, rady, názory a spoustu času stráveného nad touto prací. Dále děkuji Jiřímu Benešovi za poskytnutá data a konzultace, Kamilovi, Davidovi a Ivetce za přečtení a kontrolu, Ditě za pomoc se složitými stroji, Agátě za trpělivost, všem dalším kamarádům a rodině za podporu.

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Sledované druhy, jejich ekologie a ochrana	2
2.1 Rod <i>Phengaris</i>	2
2.2 Cílové druhy.....	2
2.2.1 <i>Phengaris nausithous</i>	2
2.2.2 <i>Phengaris telejus</i>	3
2.2.3 Celkový stav obou druhů v ČR.....	3
2.3 Bionomie, populační biologie a mezidruhové rozdíly.....	3
2.4 <i>Phengaris</i> a <i>Myrmica</i>	6
2.5 Metapopulační struktura	8
2.6 Reintrodukce v Nizozemsku	9
2.7 Příčiny ohrožení	10
2.8 Péče o lokality.....	10
3. Metodika práce.....	13
3.1 Monitoring <i>P. nausithous</i> a <i>P. telejus</i>	13
3.2 Vyhodnocení	14
4. Výsledky	17
4.1 Získaná data	17
4.2 Změna stavu populace.....	18
4.3 Vliv územní ochrany.....	19
4.4 Vliv managementu	22
4.5 Vliv velikosti území.....	23
4.6 Vliv nadmořské výšky	24
4.7 Zobecněné lineární modely.....	26
5. Diskuse.....	30
5.1 Přehled výsledků.....	30
5.2 Zhodnocení dosavadního monitoringu	31
5.2 Typy monitoringu a monitoring v jiných zemích	32
5.3 Budoucí monitoring	34
5.3.1 Návrh dalšího monitoringu	34
5.3.2 Finanční analýza	35
5.3.3 Naplánovaný postup.....	35
6. Závěr	36
7. Literatura.....	37

1. Úvod

Se vstupem do Evropské unie přijala Česká republika i povinnosti týkající se ochrany přírody. Hlavním nástrojem ochrany biologické rozmanitosti v EU se má stát soustava chráněných území NATURA 2000.

Cílem této soustavy je zabezpečit ochranu těch druhů živočichů, rostlin a přírodních stanovišť, které jsou z evropského pohledu nejcennější, nejvíce ohrožené, vzácné či omezené svým výskytem jen na určitou oblast (AOPK ČR 2011).

V rámci směrnice 92/43/EHS O ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin („směrnice o stanovištích“) a jejích příloh II. (Druhy živočichů a rostlin v zájmu Společenství, jejichž ochrana vyžaduje vyhlášení zvláštních oblastí ochrany) a IV. (Druhy živočichů a rostlin v zájmu Společenství, které vyžadují přísnou ochranu) byly do soustavy zařazeny dva druhy modrásků (Lepidoptera: Lycaenidae), které se vyskytují také na území ČR. Jedná se o modráska bahenního - *Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779) a modráska očkovaného - *Phengaris telejus* (Bergsträsser, 1779).

Pro ochranu druhů a společenstev se dle směrnice o stanovištích zřizují evropsky významné lokality (EVL, Sites of Community Importance – SCI).

Směrnice 92/43/EHS také ukládá členským státům povinnost monitorovat stav těchto evropsky významných stanovišť a druhů, což bylo také včleněno do zákona 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Za vytváření soustavy NATURA 2000 v ČR zodpovídá Ministerstvo životního prostředí a z jeho pověření Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.

Od roku 2005 probíhá na našem území monitoring obou druhů, a to jak na evropsky významných lokalitách, kde se stal jeden nebo druhý druh předmětem ochrany, tak i na dalších místech výskytu. Monitoring je prováděn dle metodiky (Kuras & Beneš 2005).

Cíle práce:

- Zhodnotit probíhající monitorovací projekt evropsky významných druhů *P. nausithous* a *P. telejus*.
- Zjistit, jak se mění sledované populace a pokusit se nalézt příčiny.
- Prodiskutovat přínos a možné změny stávajícího monitoringu.

2. Sledované druhy, jejich ekologie a ochrana

2.1 Rod *Phengaris*

Evropské druhy motýlů rodu *Phengaris* (Doherty, 1891), byly donedávna řazeny do rodu *Maculinea* (Van Eecke, 1915). Recentní fylogenetická analýza (Fric et al. 2007) sloučila všechny druhy obou rodů do rodu jediného. Ve většině stávajících studií se ale stále používá rodové jméno *Maculinea*.

V Evropě a v České republice se vyskytují celkem čtyři druhy tohoto rodu, a to modrásek černoskvrnný *Phengaris arion* (Linnaeus, 1758), modrásek bahenní *Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779), modrásek očkovaný *Phengaris telejus* (Bergsträsser, 1779) a modrásek hořcový *Phengaris alcon* (Denis & Schiffermüller, 1775). Poslední zmíněný vytváří navíc ekologický typ modrásek hořcový rebelův *Phengaris alcon rebeli* (Hirschke, 1904) (dříve považovaný za samostatný druh), lišící se hostitelskou rostlinou a využitím jiného stanoviště (Als et al. 2004, Bereczki et al. 2005).

2.2 Cílové druhy

2.2.1 *Phengaris nausithous*

Modrásek bahenní *P. nausithous* je západopalearktický druh. Jeho rozšíření sahá od severu Pyrenejského poloostrova, přes severovýchodní Francii, Švýcarsko, jižní a střední Německo, jižní polovinu Polska, Rakousko, Maďarsko, Českou republiku, Slovensko, Rumunsko, sever Balkánského poloostrova, severovýchod Turecka, Kavkaz a na východ po střední Sibiř a Altaj (Kuras & Beneš 2005). V Evropě se vyskytuje celkově v 18 zemích (Munguira & Martín 1999), kde se nejpočetnější populace nacházejí v České republice, jižním Polsku a Německu. Vymřel a byl reintrodukovan v Nizozemí (viz kapitola 2.6).

V České republice je nejrozšířenějším druhem rodu *Phengaris*. Rozšířený je po celém území, nevystupuje do vyšších poloh. Těžiště výskytu má na severní Moravě, v Bílých Karpatech, na Českomoravské vysočině a v jižních a východních Čechách (Kuras & Beneš 2005).

V České republice je v zákoně (Vyhláška č. 395/1992 Sb. ve znění vyhl. 175/2006 Sb.) zaznamenán jako silně ohrožený druh, v Červeném seznamu ČR i Červeném seznamu IUCN jako téměř ohrožený, je zařazen do cílových druhů soustavy NATURA 2000 (směrnice 92/43/EHS, přílohy II. a IV.) a Bernské úmluvy (Příloha II.).

2.2.2 *Phengaris telejus*

Modrásek očkovaný *P. telejus* je palearktický druh. Izolované populace se vyskytují od západní Francie, dále přes jižní a střední Německo, podhůří Alp, jižní polovinu Polska, Pobaltí, Českou republiku, Slovensko, Maďarsko, Rumunsko, sever Balkánského poloostrova, Ukrajinu, Kavkaz, Ural, Kazachstán, Sibiř, Altaj, severní Čínu, Mongolsko až po Koreu a Japonsko (Kuras & Beneš 2005). V Evropě se vyskytuje celkově v 19 zemích (Munguira & Martín 1999). Vymřel v Belgii, vymřel a byl reintrodukovan v Nizozemí (viz kapitola 2.6).

Na území Čech byl v minulosti široce rozšířený, ustoupil celoplošně a v porovnání více než *P. nausithous*. Lokálně hojný je už pouze v jižních Čechách a v Bílých Karpatech (Kuras & Beneš 2005).

V České republice je v zákoně (Vyhláška č. 395/1992 Sb. ve znění vyhl. 175/2006 Sb.) zaznamenán jako silně ohrožený druh, v Červeném seznamu ČR jako zranitelný, v Červeném seznamu IUCN jako téměř ohrožený, je zařazen do cílových druhů soustavy NATURA 2000 (směrnice 92/43/EHS, přílohy II. a IV.) a Bernské úmluvy (Příloha II.).

2.2.3 Celkový stav obou druhů v ČR

Podle databáze Mapování českých motýlů, která zahrnuje téměř 500 000 údajů o výskytu motýlů v různých obdobích, u nás *P. nausithous* oproti stavu před r. 1950 ustoupil o 24 %, *P. telejus* o 56 % (M. Konvička; jedná se o analýzu připravenou pro publikaci Miko & Hošek 2009). Jako úbytek byla konzervativně brána až změna o 30 %, *P. nausithous* proto není kategorizován jako ohrožený. V současné době (data sbírána v letech 1995-2009) se u nás *P. nausithous* vyskytuje celkově na 275 mapovacích čtvercích a *P. telejus* na 118 čtvercích – z celkového počtu 678 mapovacích čtverců v ČR, z nichž každý měří 10 minut zeměpisné délky a 6 minut zeměpisné šířky (cca 11x12 km) (Novák 2011).

2.3 Bionomie, populační biologie a mezidruhové rozdíly

Phengaris nausithous a *P. telejus* obývají vlhké louky, na nichž se ve střední Evropě často vyskytují společně. Jejich společnou živnou rostlinou je krvavec toten *Sanguisorba officinalis* L. (Rosaceae). *S. officinalis* je taktéž téměř jedinou rostlinou, na které se krmí dospělci, alespoň v případě *P. nausithous* (Thomas 1984). Oba druhy jsou obligátní

myrmekofilní parazit. Ve čtvrtém instaru vypadne housenka na zem pod rostlinu, kde je adoptována mravenci r. *Myrmica* Latreille, 1804 (Hymenoptera: Formicidae) a přenesena mezi mravenčí larvy. Přezimuje a kuklí se v mraveništi. Ve střední Evropě se dospělci líhnou a vyskytují od konce července do půlky srpna, *P. telejus* dosahuje vrcholu letu trochu dříve než *P. nausithous* (Kuras & Beneš 2005).

Oba druhy jsou značně krátkověké, protandrické. Průměrná délka života imaga v přirozeném prostředí jsou 2–3 dny, v ideálních podmínkách v laboratoři až 6 dní (Nowicki et al. 2005). Poměr pohlaví je vyrovnaný, mírně vychýlený ve prospěch samic.

V rámci stanovišť s výskytem *S. officinalis* preferují *P. telejus* a *P. nausithous* sušší a teplejší mikrostanoviště před studenějšími a vlhčími, do té doby, dokud není ovlivněna životnost krvavce totenu (Dierks & Fischer 2009). Hlavně *P. telejus* se v komplexech vlhkých luk vyskytuje spíše na sušších výslunných stanovištích s členitějším reliéfem chráněných před větrem (Kuras & Beneš 2005).

Oba druhy se liší preferencí jiného fenologického stádia živné rostliny (Thomas 1984, Figurny & Woyciechowsky 1998, Thomas & Elmes 2001). *P. telejus* preferuje raná fenologická stádia, samice klade vajíčka na menší a méně vyvinuté, ještě zelené hlávky krvavce, zatímco *P. nausithous* klade na větší a vyvinutější hlávky, které už plně kvetou. Samice *P. nausithous* klade 2–3 vajíčka na jednu hlávku, *P. telejus* většinou jedno (Thomas 1984, Figurny & Woyciechowsky 1998). Na plochách, kde je *P. telejus* početnější než *P. nausithous*, bývá větší abundance živné rostliny (Dierks & Fischer 2009). To může souviset s tím, že v jedné květní hlávce přežije jedna až dvě housenky *P. telejus*, oproti tomu až čtyři housenky *P. nausithous* (Fiedler 1990). V některých případech bylo zaznamenáno až 10 housenek *P. nausithous*, většina nemá šanci přežít kvůli vysoké kompetici.

V květu krvavce se housenka rychle vyvíjí po tři instary, cca 2–3 týdny, kdy jen nepatrně přibývá na váze. Poté vypadne na zem pod živnou rostlinu. Zatímco housenka *P. nausithous* čeká na místě, housenka *P. telejus* se schová do vegetace, kde zůstane nehybně ležet. Larva vylučuje směs cukrů a aminokyselin, napodobující látky vytvářené mravenci rodu *Myrmica*, přiláká tak dělníci a ta ji odnese do mraveniště, kde larva žije jako sociální parazit (Thomas 1984, Fiedler 1990).

Fiedler (1990) zkoumal adopci housenek mravencem *Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758). Larvy *P. telejus* byly prvně mravencem prozkoumány. Poté housenka vypustila kapku z dorzální Newcomerovy žlázy. Mravenec často housenku opouštěl a opět se vracel,

celý proces trval průměrně 44 minut. Oproti tomu housenky *P. nausithous* byly mravencem zkoumány daleko intenzivněji a nevypouštěly sekret. Larva byla sebrána hned po prvním kontaktu – průměrně po 5,4 minutách. Rozdíl byl vysvětlen tak, že *P. nausithous* efektivně napodobuje feromon vylučovaný mravenčími larvami. Jedná se ale o *M. rubra*. Je pravděpodobné, že jiné druhy r. *Myrmica*, v jejichž mraveništích je *P. telejus* nacházen častěji, adoptují tento druh rychleji.

V mraveništi pak larva přezimuje. Kuklí se na začátku léta, ve stadiu kukly zůstane po dobu 2–3 týdnů (Thomas 2005). Líhne se a opouští mraveniště v ranních hodinách, když jsou mravenci v největším útlumu (Thomas 1984).

Co se týče chování v mraveništích, *P. telejus* je typický predátor, stejně jako příbuzný druh *P. arion* (Thomas & Wardlaw 1992), a na rozdíl od takzvaného kukaččího druhu *P. alcon*, který se nechává krmit mravenčími dělnicemi. *P. nausithous* je také predátor, využívá ale přechodnou strategii.

Obecně může mraveniště uživit daleko více larev živících se kukaččím způsobem než predátorů (Thomas & Wardlaw 1992). Kukaččí druhy potřebují ke svému uživení méně mravenčích dělnic, a tak méně decimují hostitelské mraveniště. Pokud je predátorů v mraveništi moc, mohou vyčerpat svůj zdroj potravy. Výhoda kukaččí strategie tedy spočívá ve vyšší pravděpodobnosti přežití jedince, umožňuje populacím přežít na místech s menším poměrem živné rostliny vzhledem k velikosti plochy, na které si mravenčí kolonie hledá potravu (Thomas & Elmes 1998).

Důkazy pro přechodnou strategii přinesli Thomase & Elmes (1998). Jedno mraveniště může hostit v průměru 1,2 larvy *P. arion* nebo 1,2 larvy *P. telejus*, což podporuje stejnou potravní strategii. V mraveništi bylo průměrně 5,9 larvy *P. alcon* či 5,3 larvy *P. alcon rebeli*. Průměrné množství larev *P. nausithous*, 2,5, potvrzuje, že tento druh si osvojil nějakou přechodnou strategii. Jeho larvy byly v průměru daleko lehčí než larvy predátorů. Při přepočtení na počet dělnic, které by musely krmit takovou larvu, nebo mravenčích larev, které by taková larva musela sežrat, a při zvážení toho, že považovaný hlavní hostitelský druh m. bahenního *Myrmica rubra* vytváří daleko početnější kolonie než ostatní hostitelské druhy, vychází, že výhodnější je být pouze predátorem. S kukaččími druhy má *P. nausithous* společné i to, že v mraveništi napodobuje určité feromony mravenců (Thomas 1984, Fiedler 1990). Zdá se, že je v mraveništi přenášen mravenci, alespoň zpočátku, ne však krmen.

V mravenišťích probíhá vnitro- i mezidruhová kompetice. Přežívání housenek je silně závislé na početnosti hostitele, čímž může být regulována celá populace modrásků (Nowicki 2009).

Vývoj housenek všech evropských druhů r. *Phengaris* trvá buď rok, nebo dva (larvální polymorfismus, „bienální“ rozrůznění larev). Tato schopnost byla pro predátorské druhy dlouho neznámá (Thomas & Elmes 1998).

Nowicki et al. (2005) pozorovali během sezóny trimodální rozdělení v počtu vylíhnutých jedinců *P. nausithous* i *P. telejus*, které vzniklo spojením dvou bimodálních rozdělení – líhnutí samců a samic. Prostřední vrchol líhnutí se překrýval. Bimodální rozdělení by bylo vysvětlením existence larválního polymorfismu – larvy vyvíjející se po dva roky by se během sezony líhly dříve. V další polské studii (Witek et al. 2006) byl larvální polymorfismus prokázán pro oba druhy. Larvy obou druhů byly váženy, váha housenek v době těsně před kuklením také vykazovala bimodální rozdělení, kuklily se jen větší housenky, ostatní zůstaly ve stádiu larvy.

V celé živočišné říši je tato schopnost velmi ojedinělá, v případě modráskovitých motýlů se objevuje jako adaptace na myrmekofilii, je výhodná při vysoké kompetici v mraveništi (Thomas et al. 1998). Také zvyšuje šanci, že někteří jedinci přežijí, pokud se vyskytne nějaká katastrofa (např. silný tlak parazitoidů). Snižuje citlivost populací k výkyvům podmínek prostředí.

Larvální polymorfismus ale nebyl pozorován ve středních a jižních částech areálu rozšíření (Nowicki 2009).

Při studiu genetické struktury populací obou druhů v Polsku (Figurny-Puchalska et al. 2000) se ukázalo, že *P. nausithous* má vyšší průměrnou heterozygotnost a genetickou variabilitu než *P. telejus*. I tyto rozdíly mohou souviset s tím, že *P. nausithous* dokáže daleko efektivněji využívat hostitelské mraveniště. To zaručí vyšší přežívání larev, což zmírní vlivy prostředí. Larev *P. telejus* se může vyvíjet v mraveništi méně, takže druh vyžaduje větší hustotu hostitelů a motýl je tak náchylnější ke ztrátě genetické variability působením driftu.

2.4 *Phengaris* a *Myrmica*

Vztahy mezi jednotlivými druhy evropských modrásků r. *Phengaris* a druhy jejich hostitelských mravenců r. *Myrmica* jsou velice populární téma výzkumu.

Až do studie Thomase et al. (1989) se věřilo, že systém, který druh r. *Myrmica* adoptuje určitý druh r. *Phengaris*, není nijak specifický. Thomas et al. (1989) přináší myšlenku, že každý druh r. *Phengaris* má svého primárního hostitele, jeden druh rodu *Myrmica*, na kterém je závislý. Mravence *Myrmica rubra* pokládal za hostitele *P. nausithous* a mravence *Myrmica scabrinodis* Nylander, 1846 za hostitele *P. telejus*, v mraveništích ostatních druhů by se pak larvy vyvíjely jen zřídka.

Další práce přichází s tím, že hostitelský druh je lokálně specifický (např. Elmes et al. 1994).

Pech a kol. (2007) v review existujících studií ukázali, že publikované studie nepodporují úzký vztah druh ke druhu (hypotéza primárního hostitele). Například šance na adopci housenky mravencem nemusí souviset přímo s abundancí mraveniště, ale s tím, jak intenzívně který druh mravence hledá potravu. To by posunovalo specifitu směrem k aktivnějším mravencům. Zdánlivá lokální specifita (hypotéza lokální specifity) mohla naopak souviset s tím, že biotopy s podobnou strukturou vegetace mohou být v různých oblastech výskytu motýlů osídleny různými druhy mravenců.

Některé studie uvádějí, že ovipozice samic se řídí přítomností vhodného fenologického stádia hostitelské rostliny, kladení orientované podle určitého mravence se nepodařilo prokázat (Nowicki et al. 2005, Thomas & Elmes 2001). Wynhoff et al. (2008) říkají, že samice *P. nausithous* daleko více kladou na rostliny v blízkosti mraveniště *M. rubra* a samice *P. telejus* blízko mraveniště *M. scabrinodis*, než na vzdálené rostliny. Dospělci se vyskytují většinou na místech s mravenci, na místech bez mravenců jen v letech s vysokou populační hustotou. Anton et al. (2008) zase uvádějí, že hustota vajíček a dospělců *P. nausithous* je přímo úměrná hustotě *M. rubra*.

M. rubra je téměř jediným zatím známým hostitelem *P. nausithous*, jestli ale samice vyhledávají zrovna tento druh není jisté, převažující adopce určitým druhem může být dána pouhou shodou okolností. Například méně vyvinuté hlávky *S. officinalis* (preferované *P. telejus*) a zároveň mravenci *M. scabrinodis* se častěji vyskytují v kratší vegetaci, zatímco více vyvinuté hlávky (preferované *P. nausithous*) a mravenci *M. rubra* převládají ve vyšší vegetaci (Thomas & Elmes 2001). *P. telejus* je pravděpodobně největší generalista mezi modrásky r. *Phengaris*, nevykazuje ani závislost na primárním hostiteli, ani lokální specifitu (Witek et al. 2008). V jižním Polsku bylo zjištěno, že motýli *P. telejus*, kteří parazitovali v mraveništích *M. ruginodis* Nylander, 1846 byli trochu větší a měli výraznější vzor na křídlech než ti parazitující *M. scabrinodis* (Witek et al. 2010).

Přítomnost mravenců *Myrmica* určuje možnost přežití druhů na lokalitě, ale zda se kladoucí samičky orientují podle přítomnosti mravenců určitého druhu (či druhů) dosud není doloženo. Druhy r. *Myrmica* vytvářejí v našich podmínkách početné kolonie, takže je pravděpodobné, že se na lokalitě bude použitelný hostitel vyskytovat (Pech et al. 2007).

Výskyt motýlů je tedy limitován spíše např. mikroklimatem, strukturou porostu a výskytem a kondicí živné rostliny. To má dopad na ochranu druhů – nemusíme přesně vědět lokální vztahy s mravenci, můžeme se držet výše uvedených parametrů habitatu (Pech et al. 2007, Witek et al. 2008).

Hostitelem *P. nausithous* je většinou *M. rubra*, příležitostně také *M. scabrinodis*, např. ve Španělsku (Munguira & Martín 1999) nebo v Transylvánii v Rumunsku, kde se *M. rubra* nevyskytuje na habitatech spolu s *S. officinalis* (Tartally et al. 2008). V Polsku byl objeven také v mraveništích *M. ruginodis* (Witek et al. 2008). Oproti tomu *P. telejus* byl zaznamenán v mraveništích mnoha druhů – *M. sabuleti*, *M. scabrinodis*, *M. rubra*, *M. vandeli*, *M. salina*, *M. specioides*, *M. gallieni*, *M. rugulosa*, *M. ruginodis*, *M. lobicornis*, *M. angulinodis*, *M. forcipata*, *M. kamtschatica*, *M. kurokii* a *Aphaenogaster japonica* (shrnuto v Pech et al. 2007).

2.5 Metapopulační struktura

Hanski (1999) popsal několik rysů klasické metapopulace, které lze shrnout do několika bodů: vyznačuje se obýváním od sebe oddělených lokalit, izolace lokalit není tak velká, aby nemohly být (re)kolonizovány prázdné plochy, dynamika lokálních populací je asynchronní, aspoň do té míry, aby bylo zabráněno současnému vyhynutí celé metapopulace, žádná z místních populací není dost velká, aby nemohla vyhnout, část vhodných lokalit zůstává neobydlena. V Polsku (Nowicki et al. 2007) byla zkoumána metapopulační struktura druhů *P. nausithous* a *P. telejus*.

Populace obou druhů obývají dobře definované lokality obsahující jak rostlinu *S. officinalis*, tak mravence rodu *Myrmica*. Na rozdíl od klasické metapopulační teorie byly osídleny téměř všechny plochy s živnou rostlinou. Vhodné plochy neosídlené motýly byly průkazně menší a více izolované. Na takovýchto plochách je také pravděpodobnější, že motýl vyhyne a je zde menší šance na opětovné osídlení.

Důležitým faktem je, že se motýli r. *Phengaris* vyznačují velmi malou mobilitou (Nowicki et al. 2005, 2007). Všechny zaznamenané přelety proběhly pouze mezi sousedícími ploškami. Hustota osídlení je tedy dána dynamikou lokálních populací, ne disperzí. Disperze je velmi symetrická a příliš nemění lokální hustoty populace.

Na reintrodukovaných populacích v Nizozemsku (Wynhoff & Langevelde 2009) se také ukázalo, že vhodné plochy ve větší vzdálenosti od ploch již osídlených měly menší šanci být osídleny. Motýli spíše osídlili horší, ale dostupnější plochy než ty kvalitnější, ale vzdálenější. *P. nausithous* je schopný překonat větší vzdálenosti než *P. telejus*, to by mohl být důvod, proč se po reintrodukcii více rozšířil. Ochrana *P. telejus* by se měla řídit zlepšováním kvality vlastní lokality a jejího bezprostředního okolí. Motýl je schopný překonat vzdálenost jen asi 250 m. Pro *P. nausithous* se zdá být efektivnější budovat prostorovou síť obyvatelných ploch, například podél cest. Tito motýli mohou překonat vzdálenost kolem 450 m (Wynhoff & Langevelde 2009).

2.6 Reintrodukce v Nizozemsku

P. telejus v Nizozemsku vymřel roku 1970 a *P. nausithous* roku 1979. V roce 1990 byly oba druhy reintrodukovány v přírodní rezervaci Moerputten, jedinci pro reintrodukcii pocházeli z jižního Polska (Wynhoff 1998a). Převezeno bylo 86 jedinců *P. telejus* a 70 jedinců *P. nausithous*.

P. telejus zůstává stále na lokalitě, kde byl reintrodukovan, a neexpanduje do okolí. Oproti tomu *P. nausithous* se přestěhoval na zřejmě vhodnější habitat na železniční násep a od r. 1993 osidluje také okolí silnice mimo rezervaci. V místě původní reintrodukce se už nevyskytuje. *P. nausithous* prodělal značné snížení populace jedním náhodným posečením nospů v době letu.

Minimální délka života jedinců se během let snížila, z původních dvou dnů na jeden – možná v důsledku inbreedingu. Zkoumána byla také letová období v průběhu roku, nové populace se touto charakteristikou odlišují od zdrojové populace i od historických dat z Nizozemska.

Oba druhy jsou zde zatím stále životaschopné, ovšem přetrvání takovýchto malých populací je do značné míry dáno náhodou. Poslední přetrvávající populace modráška *P. arion* v Británii byla přibližně stejné velikosti, vyhynula vlivem převýšení kapacity stanoviště a dlouhotrvajícího sucha (Thomas 1980).

2.7 Příčiny ohrožení

Převážná většina luk podporujících druhy *P. nausithous* a *P. telejus* vznikla a byla udržována lidskými zásahy. Krajina před intenzifikací zemědělství byla pestrou mozaikou malých luk, pastvin, polí, sadů, úhorů a mezí, kde každá část měla svého majitele, který ji obhospodařoval v jinou dobu a jiným způsobem. Taková krajina poskytovala možnost přežití na větším měřítku, pokud byla jedna louka posečena v nevhodnou dobu, nebyla zničena velká část metapopulace a stále tu byl dostatek jiných plošek, které mohly tu dočasně neobyvatelnou zastoupit.

Po celé 20. století docházelo k postupné intenzifikaci zemědělství i lesnictví. U nás proběhla tzv. kolektivizace zemědělství v 50.-70. letech 20. století, ale podobný vývoj zaznamenala krajina i v západní, a později jižní Evropě (Beneš et al. 2002). Přeměna na obrovské lány znamenala konec mozaiky, a tím začátek plošného strojového sečení luk, snahy o intenzifikaci hnojením, používání biocidů, vícenásobných sečí během jednoho roku, terénních úprav, zvláště v případě vlhkých luk odvodňování; všechny tyto faktory přispěly k snížení kvality biotopů.

Poměrně rozsáhlé plochy nelesních stanovišť byly zalesněny, tento trend pokračuje i v současnosti. Dále mohou být stanoviště přímo likvidovány zástavbou, liniovými stavbami silnic, těžbou surovin atd. Pokud je plocha opuštěna, dojde samozřejmě postupně k zarůstání.

Celkově tak dochází ke snížení velikosti a počtu obyvatelných plošek, fragmentaci území osídleného druhem, ztrátě komunikace mezi populacemi, náchylnosti k stochastické prostředí a k ohrožení genetickým driftem (Munguira & Martín 1999).

2.8 Péče o lokality

Jelikož jsou tyto dva druhy závislé na lidmi vytvořených stanovištích, je nutné jejich lokality udržovat, jinak dojde k sukcesi, a tím k zániku jejich lučního charakteru. Vhodné hospodaření na lokalitách je proto nejdůležitějším faktorem při ochraně obou druhů (Munguira & Martín 1999).

Abundance živné rostliny a mravenčího hostitele závisí na podmínkách vytvořených sečením či pastvou, přičemž se oba druhy ve svých nárocích trochu liší (viz výše). Seč mezi polovinou července a polovinou srpna způsobí zničení vajíček a housenek

vyvíjejících se v rostlině. Úmrtnost při nevhodně načasované seči je patrně jedna z největších příčin ohrožení stávajících populací (Thomas 1984, Wynhoff 1998a).

Při hledání vhodných termínů seče musíme vzít v úvahu mnoho proměnných. Seč nejenže zničí vajíčka a larvy v hlávkách krvavce, ale také způsobí nedostupnost živné rostliny pro kladení vajíček, předpokládaná doba nedostupnosti krvavce jsou tři týdny pro *P. telejus* a pět týdnů pro *P. nausithous*; dále způsobí nedostupnost nektaru pro dospělé (Johst et al. 2006). Při delších intervalech seče se snižuje abundance krvavce. Snižování počtu rostlin způsobí zvýšení počtu vajíček kladených do jedné hlávky a tím vyšší kompetici larev. Také uvažování důležitosti hostitelé se liší v nárocích na management, *M. rubra* preferuje louky s delšími intervaly mezi sečemi, zatímco *M. scabrinodis* s kratšími. Johst et al. (2006) vytvořili teoretické modely managementu, které berou v úvahu tyto proměnné. *P. nausithous* podle jejich modelů může přežít i při každoroční velmi časně seči před letovou periodou. Oproti tomu *P. telejus* přežije při tomto managementu jen v regionálním měřítku (potřebuje více ploch), je ale méně závislý na velmi časně seči, protože jedno mraveniště může uživit daleko méně larev *P. telejus* než *P. nausithous* (viz výše), snížení počtu larev, které se dostanou do mraveniště, může být do určité míry výhodou. Důležité je, aby seč nikdy neproběhla vícekrát než jednou za rok.

Grill et al. (2008) navrhuje na základě terénních pokusů seč jednou ročně v druhé polovině září, což vytváří nejlepší podmínky pro hostitelské mravence.

Hmyz je ale celkově velmi závislý na podmínkách prostředí, letová perioda se různí vzhledem k počasí v průběhu roku a také na základě lokálních podmínek, nelze nikdy dopředu odhadnout, kdy je nevhodnější seč provádět.

Dalším problémem při hledání nejvhodnějšího managementu je konflikt s ochranou jiných organismů, např. ptáků hnízdících na vlhkých loukách nebo ohrožených druhů rostlin. Pak musí být stanoveny priority na dané lokalitě.

Jako optimální řešení, kterým lze minimalizovat meziroční změny dané počasím, se jeví tzv. mozaiková seč (popř. pastva), tedy management blízký se tradičnímu způsobu obhospodařování. Jde o fázový posun sečí (Háková et al. 2004) – celá plocha není posečena najednou, ale s ponecháním několik metrů širokých pruhů nebo čtverců. Vynechané plochy jsou pak buď posečeny během jedné sezóny až vysečená místa dorostou, nebo až v následujícím roce. Management na lokalitách *P. nausithous* a *P. telejus* v České republice upravuje publikace „Zásady managementu stanovišť druhů v evropsky významných lokalitách soustavy Natura 2000“ (Marhoul & Turoňová 2008). Dle ní by kosení mělo proběhnout před dobou letu imag (do 15.6.). Při rozloze do 1 ha by

se měla nechat neposečená 1/2 lokality, do 5 ha – 1/3 lokality, nad 5 ha – 1/4 lokality. Vynechané plochy by měly být vždy sečeny až v následujícím roce. Druhá seč nebo trvalá přítomnost hospodářských zvířat je nepřípustná, stejně tak jako chemické zásahy či odvodňování. Naopak je třeba přistoupit k rušení bývalých meliorací.

Studie z NPP Babiččino údolí (Čížek et al. in press) ukazuje, že denní motýli preferují rozfázování seče před celoplošnou sečí. Vyhýbali se plochám sečeným dvakrát do roka, příliš častá seč ovlivnila obyvatelnost luk pro motýly, přestože doba mezi sečemi byla dostatečně dlouhá na to, aby rostliny opět vykvetly. *P. telejus* preferoval seč v úzkých pruzích (5-10 m) před sečí po větších blocích (50 m) a před celoplošnou sečí.

3. Metodika práce

3.1 Monitoring *P. nausithous* a *P. telejus*

Způsob získávání dat vychází z dvou rukopisů „Metodika monitoringu evropsky významného druhu modrásek bahenní (*Maculinea nausithous*)“ a „Metodika monitoringu evropsky významného druhu modrásek očkovaný (*Maculinea telejus*)“ (Kuras & Beneš 2005).

Sledování mělo probíhat na 60 plochách obývaných v současnosti druhem *P. nausithous* nebo *P. telejus*, které se často vyskytují současně. Každá lokalita měla být monitorována každý druhý rok. Vybrané oblasti se měly lišit velikostí populací, nadmořskou výškou i praktikovaným managementem.

Monitorování byli dospělci. Základem byla jedna návštěva za sezónu na místě výskytu, a to v době vrcholící doby letu imag, kdy byla procházena v rámci vytyčeného území všechna potenciálně osídlená místa. Kolonie měly být procházeny křížem krážem (tzv. zigzagging), při němž měl být odhadnut alespoň přibližný počet jedinců v každé kolonii.

Jedna návštěva měla stačit k tomu, aby se ukázalo (a) jak velký byl v daném roce rozsah výskytu, kolik bylo obsazených kolonií, jaká byla jejich denzita, (b) jaký management probíhal v daném roce na stanovištích jednotlivých kolonií, (c) jaký byl vztah mezi managementem a relativní početností motýla. Sbírána byla také data o poměru pohlaví a olétanosti (stáří) jedinců.

Doba letu imag *P. telejus* u nás vrcholí kolem 10.–15. července, v podhorských nivách kolem 20. července, kdy živná rostlina začíná rozkvétat; u *P. nausithous* vrcholí kolem 20.–25. července, v podhůří o něco později, když jsou hlávky *S. officinalis* plně rozkvetlé nebo již vytvářejí plodenství. Při pochůzce přes vytyčenou lokalitu měla být mezi 9 a 16 hodinou navštívena všechna potenciální stanoviště modrásků - vlhké totenové louky. Podmínkou bylo teplé a slunečné počasí, bez silného větru.

Doba strávená na lokalitě měla být odstupňována podle polohy území: do 1 ha - doba strávená na lokalitě nepřesáhne 30 minut, do 5 ha – do 1 hodiny, nad 10 ha – cca 2 hodiny, velmi rozsáhlá území (komplex nivních luk nad 100 ha, či dlouhé úseky údolních luk) měl monitorovatel procházet delší dobu.

Pro každou exkurzi bylo zapsáno datum a hodina, ve kterou byla lokalita navštívena, a to včetně exkurzí negativních.

Každou obsazenou kolonii měl pracovník zakreslit do podrobné mapy. Zápis ke každé kolonii měl obsahovat: (a) číslo kolonie shodné s mapovým zákresem, (b) datum a hodinu návštěvy, (c) slunečnost (J – jasno, PJ – polojasno, Z – zataženo), (d) vítr (1 – bezvětří, 2 – slabý vítr, 3 – silný vítr), (e) abundanci dospělců v kolonii – pro malé kolonie přesné číslo, pro větší přibližné počty, (f) přibližný poměr pohlaví získaný na základě odchytu a vypuštění reprezentativního vzoru, (g) přibližnou olétanost pro každé pohlaví (1 – čerství jedinci, 2 – mírně olétaní, 3 – olétaní).

Zapisovány měly být charakteristiky stanovišť jednotlivých kolonií v rámci lokality – (h) odhadovaná plocha osídlená kolonií, (i) slovně popis lučního biotopu v místě výskytu kolonie, (j) relativní početnost krvavce totenu na stupnici 1–3 (1 – jednotlivé rostliny, 2 – hojný výskyt krvavce, 3 – vysoká pokryvnost krvavce), (k) popis managementu louky s výskytem motýla.

Monitorovatel si měl během návštěvy zapisovat i ostatní pozorované druhy denních motýlů na lokalitě a jejich relativní početnosti.

Pracovník měl pak odevzdat mapu se zakreslenou lokalitou a koloniemi, Excel-tabulku, kde každé kolonii měl odpovídat jeden očíslovaný řádek, mapu se zakreslenými koloniemi, dále stručnou závěrečnou zprávu, kde měl shrnout hlavní zjištění a upozornit na zajímavé skutečnosti, detaily o prováděném managementu atd., dále měl odevzdat škrtačí list obsahující soupis ostatních nalezených druhů denních motýlů.

3.2 Vyhodnocení

Všechna získaná data jsem vložila do jedné tabulky. Ke každé kolonii (a lokalitě) jsem přidala údaje z map: zeměpisná šířka a délka, nadmořská výška, popř. odhadnutá plocha lokality, údaje o ochraně přírody na daném území (AOPK ČR 2011). Data jsem zpracovala programy Microsoft Excel, Statistica 9.1 a R 2.0.1 (R development Core Team 2004).

Ptala jsem se, co se stalo s početností jedinců na lokalitách a koloniích během let. K tomu jsem použila pěti ordinálních kategorií: motýl nebyl při opakovaných pozorováních znovu objeven („nezjištěn“), početnost se řádově snížila (motýl „ubyl“),

zůstala zhruba stejná („beze změny“), řádově se zvýšila („přibyl“), motýl se nově „objevil“ (tj. při prvním monitoringu nebyl zaznamenán). Tuto škálu změn početnosti jsem označila jako „pětistupňovou“.

Změna početnosti byla kategorizována následujícím způsobem:

- Vzniklý rozdíl od 1 do 10 nebyl brán jako žádná změna
- Pokud byla změna od 1 do 19, musel být rozdíl alespoň 10 jedinců, čili např. ze 13 na 3, aby byla tato změna hodnocena jako ubyl nebo přibyl
- Při změně z více než sta jedinců na desítky jedinců nebo desítek (20–100 jedinců) na výskyt do desítky jedinců a naopak, byl motýl také kategorizován, že přibyl nebo ubyl (opět, např. změna ze 110 na 92 by nebyla brána jako změna, takový případ se ale nevyskytl)
- Pokud motýl nebyl nalezen nebo se objevil, vždy byl tak hodnocen, i pokud to byla změna např. ze 2 jedinců na 0.

Při více než dvou opakovaných pozorováních jsem brala v úvahu první a poslední.

Pro některé analýzy jsem provedla sloučení kategorií ubyl a nezjištěn (negativní efekt) a přibyl a objevil se (pozitivní efekt), vznikly tak pouze tři stupně („třístupňová škála“ pro změnu početnosti).

Pro ověření, co se stalo s přítomností motýla, jsem vytvořila opět pouze tři kategorie – „bez změny“ (do této kategorie spadá beze změny, ubyl a přibyl), objevil se, nebyl při posledním (posledních) pozorování zjištěn. Tuto stupnici jsem označila jako „změna v přítomnosti“.

Velmi různorodé popisy managementu na monitorovaných lokalitách (místech výskytu kolonií) jsem sloučila do tří kategorií – bez managementu, celoplošná seč, mozaika. Pokud nemohl být management zjištěn, vyloučila jsem pozorování z příslušné analýzy (χ^2 test), nebo jsem ho nahradila nejčastější kategorií (GLM).

Kategorie „územní ochrana přírody“ ukazuje, zda je lokalita (či území výskytu kolonie) součástí evropsky významné lokality nebo chráněné krajinné oblasti nebo maloplošného zvláště chráněného území nebo národního parku (ochrana přírody se často překrývá). Kategorie „EVL“ pak znamená, že je území výskytu součástí evropsky významné lokality.

Další z kategorií uvedených v monitorovacích datech byla odhadnutá rozloha lokality a rozloha území, na kterém se vyskytuje kolonie. Pokud nebyla uvedena, odhadla jsem ji z mapy (v m²). Za lokalitu byla považována plocha, na které se vyskytují všechny kolonie. Chybějící hodnoty rozlohy jsem nahradila průměrem souboru.

Vztahy změn mezi druhy, změn na lokalitách a koloniích k ochraně přírody (jakákoliv ochrana, EVL) a managementu jsem testovala kontingenčními tabulkami realizovanými programem Statistica 9.1. Kontingenční tabulka nabízí možnost testovat, zda mezi kategoriálními proměnnými existuje nějaká závislost. Pro zpracování se používá test dobré shody (χ^2 test).

Vztahy změn na lokalitách a koloniích k rozloze lokality a k nadmořské výšce jsem testovala jednocestnou analýzou variance, opět v programu Statistica 9.1. Ta umožňuje srovnávat kategorie podle jednoho faktoru. Kategoriální proměnná byla v tomto případě změna stavu populace (nebo změna v přítomnosti) a závislá proměnná (faktor) byla rozloha lokality (kolonie) nebo nadmořská výška. Princip spočívá v porovnání variability uvnitř skupin s variabilitou mezi skupinami, k tomuto účelu se používá F-test.

Abych prozkoumala vzájemné vztahy a případné interakce mezi prediktory, pracovala jsem se zobecněnými lineárními modely, což je regresní přístup umožňující kombinovat vlivy různých typů prediktorů na závislou proměnnou. Modely jsem konstruovala zvlášť pro každý druh motýla, a zvlášť pro třístupňovou a pětistupňovou škálu změny početnosti motýla. Pracovala jsem pouze s koloniemi, protože na úrovni lokalit jsem nenašla žádnou závislost pomocí základních statistických testů. Závislou proměnnou byla vždy změna v početnosti (tří- nebo pětistupňová), která měla kvazibinomiální distribuci. Nezávislými prediktory byly počet návštěv na lokalitě (= opakování), ochrana přírody, EVL, předmět ochrany (zda je druh na daném území předmětem ochrany), dekadický logaritmus rozlohy území, management a nadmořská výška.

V programu R 2.0.1 (R development Core Team 2004) jsem si nejprve definovala nulový model ($y \sim +1$), a k němu jsem manuální postupnou selekcí přidávala proměnné a sledovala, která z nich statisticky významně ($p < 0,05$) snížila celkovou devianci v závislé proměnné. Po sestrojení jednocestných modelů jsem postup zopakovala se všemi kombinacemi dvoucestných modelů, a takto jsem postupovala, dokud šlo model ještě zlepšit. Po získání nejlepšího modelu jsem se pomocí ručně vytvořených grafů dívala, jakým směrem prediktory ovlivnily závislou proměnnou. Nadmořskou výšku kolonií jsem pro tento účel seřadila od nejnižší po nejvyšší a následně rozdělila na tři stejně velké skupiny.

4. Výsledky

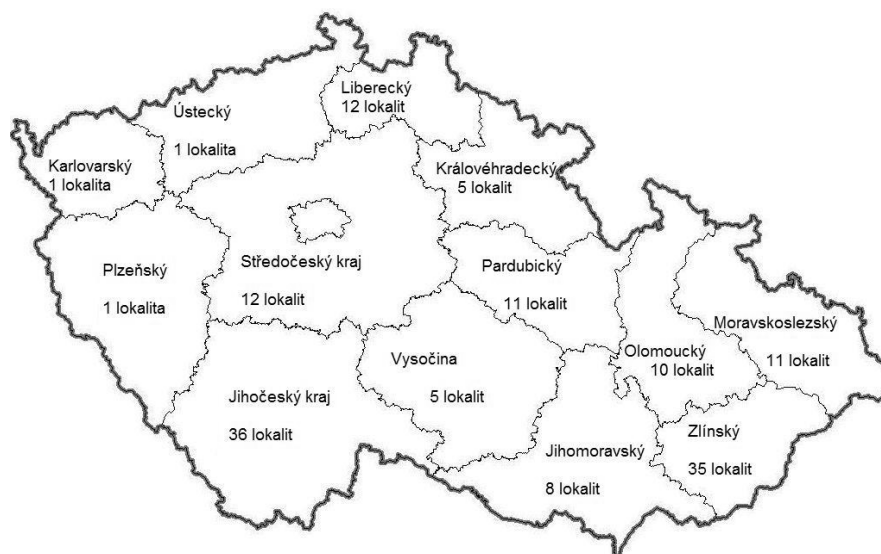
4.1 Získaná data

Pracovníci odevzdávali tabulky a mapky se zakreslenými lokalitami (popř. koloniemi), většinou také závěrečnou zprávu, kde byl stručně popsán stav lokality a populace.

Monitoring probíhá od roku 2005. Tato práce obsahuje veškerá monitorovací data z let 2005–2010. Zúčastnilo se 35 monitorovatelů. Celkově bylo učiněno 880 záznamů (jeden záznam je pro jednu kolonii za jeden den, občas byla lokalita navštívena vícekrát za rok, průměrně získáno 147 záznamů ročně). Průměrně bylo zaznamenáno při jednom pozorování 14 ($\pm 25,7$ SD) jedinců *P. nausithous* nebo 14,7 ($\pm 38,7$ SD) jedinců *P. telejus*.

Mapováno bylo celkově 151 lokalit, ale pouze 82 opakovaně (z toho 27 jen *P. nausithous*, 8 jen *P. telejus*, 47 společný výskyt). Na lokalitách se buď nacházela jedna či více kolonií (území s výskytem modrásků), nebo byla mapována celá lokalita bez rozlišení kolonií. Celkově bylo zaznamenáno 351 kolonií (s průměrem 2,0 kolonie na lokalitu, medián 1, modus 1). Pouze 163 kolonií bylo zaznamenáno vícekrát (z toho 77 jen *P. nausithous*, 20 jen *P. telejus*, 66 společný výskyt).

Nejvíce lokalit (jednoho nebo obou druhů), které byly aspoň jednou navštíveny, se nachází v Jihočeském a Zlínském kraji (Obr. 1).



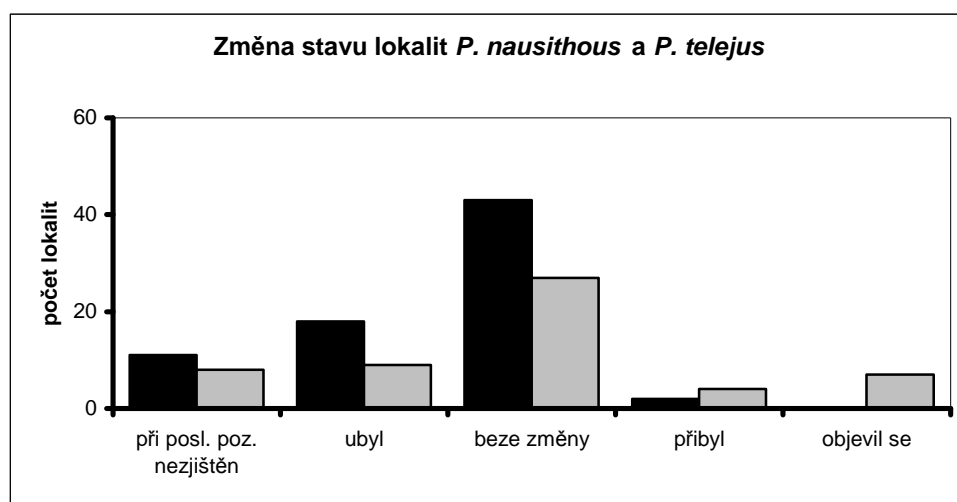
Obr. 1: Rozložení alespoň jednou navštívených lokalit po krajích České republiky.

Biotop byl nejčastěji popsán jako vlhká, květnatá nebo nivní louka, také se motýli vyskytovali ve vlhkých příkopech kolem cest, na železničních náspech, na lemech potoků,

řek a rybníků, na okrajích rašelinišť a v sadech. Biotop jsem nekategorizovala, území výskytu bylo často popsáno nepřesně a více možnostmi (např. území kolonie zahrnovalo příkop a přilehlou louku). Průměrná nadmořská výška monitorovaných kolonií *P. nausithous* byla 373 m. n. m. (min = 163, max = 742), kolonií *P. telejus* ve výšce 387 m. n. m. (min = 164, max = 771).

4.2 Změna stavu populace

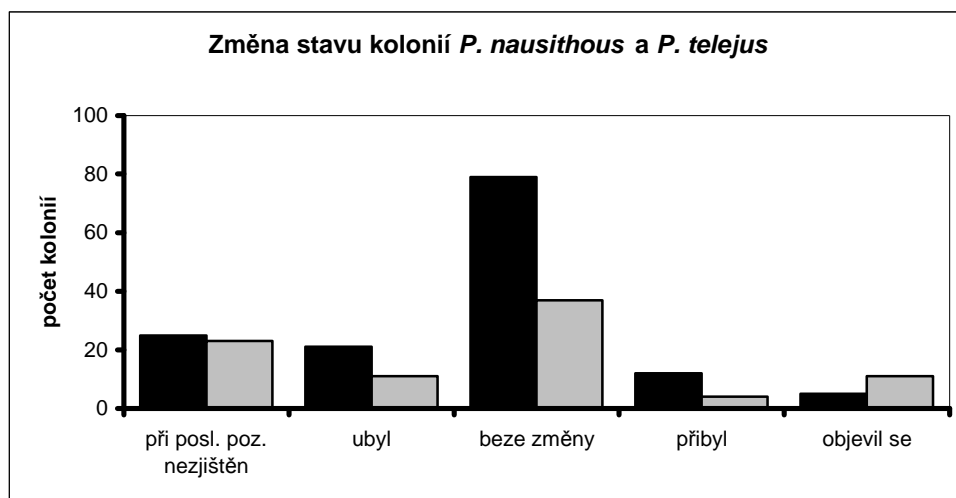
Změny stavu jsem posuzovala nejprve po celých lokalitách, a pak po jednotlivých koloniích (změny na lokalitách jsou obecnější než změny na koloniích, jsou vztaženy na větší prostor). V prvním případě zůstalo 43 (58 %) lokalit druhu *P. nausithous* beze změny, motýl přibyl ve 2 případech (3 %), ubyl v 18 (24 %) a nebyl při posledním sledování objeven v 11 případech (15 %). Lokality *P. telejus* zůstaly ve 27 případech (49 %) beze změny, motýl přibyl ve 4 případech (7 %), na 7 lokalitách se objevil (13 %), ubyl na 9 (16 %) a nebyl znovu objeven na 8 lokalitách (15 %). Změna stavu lokalit se lišila mezi druhy ($\chi^2 = 12,27$; df = 4; p = 0,02). Z Obr. 2 vidíme, že za to mohou lokality, kde se nově objevil *P. telejus*.



Obr. 2: Porovnání změn stavu lokalit *P. nausithous* (černé sloupce) a *P. telejus* (šedé sloupce).

Na úrovni kolonií zůstal *P. nausithous* beze změny na 79 koloniích (58 %), přibyl na 12 (8 %), objevil se na 5 (3 %), ubyl na 21 (15 %) a nebyl při posledním sledování objeven ve 25 případech (18 %). *P. telejus* zůstal beze změny na 37 koloniích (42 %),

přibyl na 4 (5 %), objevil se na 11 (13 %), ubyl také na 11 (3 %) a nebyl znovu zjištěn na 23 koloniích (27 %). Druhy se od sebe opět prokazatelně lišily ($\chi^2 = 11,28$; $df = 4$; $p = 0,02$), opět patrně vlivem nově objevených kolonií *P. telejus* (Obr. 3).



Obr. 3: Porovnání změn stavu kolonií *P. nausithous* (černé sloupce) a *P. telejus* (šedé sloupce).

4.3 Vliv územní ochrany

Ze 151 lokalit je 101 nějakým způsobem územně chráněno. Na 47 lokalitách žádná ochrana přírody není (ve 3 případech nezjištěno, chyběl mapový zákres). 49 lokalit se nachází na území CHKO, 78 na území EVL (nebo se nimi překrývají), v 36 případech se jedná o maloplošná ZCHÚ. Na území národního parku žádná lokalita monitorována nebyla. Ochrana přírody se často překrývá (lokalita se nachází např. zároveň na území CHKO i EVL).

V 39 zjištěných případech byl jeden, nebo oba druhy předmětem ochrany na daném území (ve všech případech se jednalo o EVL).

Opakovaně bylo monitorováno 74 lokalit *P. nausithous* (průměrně 2,3 krát), z nichž se 49 nachází na území, které podléhá ochraně přírody, z toho 37 na území EVL (nebo se s EVL překrývá).

Testovala jsem hypotézu, že změna v početnosti jedinců na lokalitách není ovlivněna územní ochranou přírody či EVL. Změna v početnosti jedinců na pětistupňové škále ovlivněna nebyla (ochrana přírody: $\chi^2 = 3,76$; $df = 3$; $p = 0,29$; EVL: $\chi^2 = 0,34$; $df = 3$; $p = 0,95$). Výsledek byl neprůkazný i pro třístupňovou škálu (ochrana přírody: $\chi^2 = 3,71$; $df =$

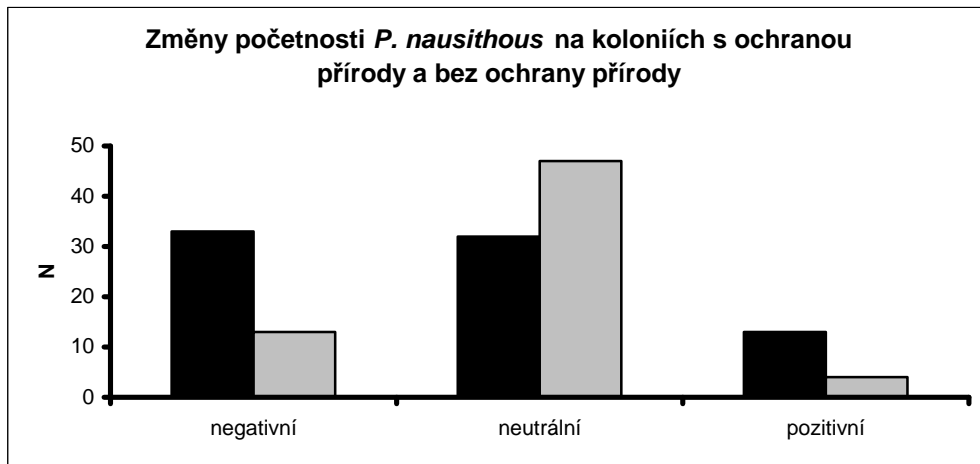
2; $p = 0,16$; EVL: $\chi^2 = 0,06$; $df = 2$; $p = 0,97$). Když jsem analýzu omezila na změnu v přítomnosti motýla, situace na lokalitách opět nebyla ochranou přírody ovlivněna ($\chi^2 = 1,41$; $df = 1$; $p = 0,24$), ani na území EVL ($\chi^2 = 0,11$; $df = 1$; $p = 0,74$).

Co se týče *P. telejus*, opakovaně bylo monitorováno 55 lokalit (průměrně 2,3 krát). Z nich se 41 nachází na území s nějakou ochranou přírody, z toho 30 na území EVL (nebo se s ní překrývá). Změna v početnosti na pětistupňové škále nebyla ovlivněna ochranou přírody ($\chi^2 = 2,85$; $df = 4$; $p = 0,58$) ani statutem EVL ($\chi^2 = 2,89$; $df = 4$; $p = 0,58$). Také na třístupňové škále byly výsledky neprůkazné (ochrana přírody: $\chi^2 = 0,87$; $df = 2$; $p = 0,65$; EVL: $\chi^2 = 0,63$; $df = 2$; $p = 0,73$).

Změna v přítomnosti motýla není ovlivněna tím, že se lokalita nachází na území s jakoukoliv územní ochranou přírody ($\chi^2 = 2,36$; $df = 2$; $p = 0,31$) ani tím, že se nachází na území EVL ($\chi^2 = 2,45$; $df = 2$; $p = 0,29$).

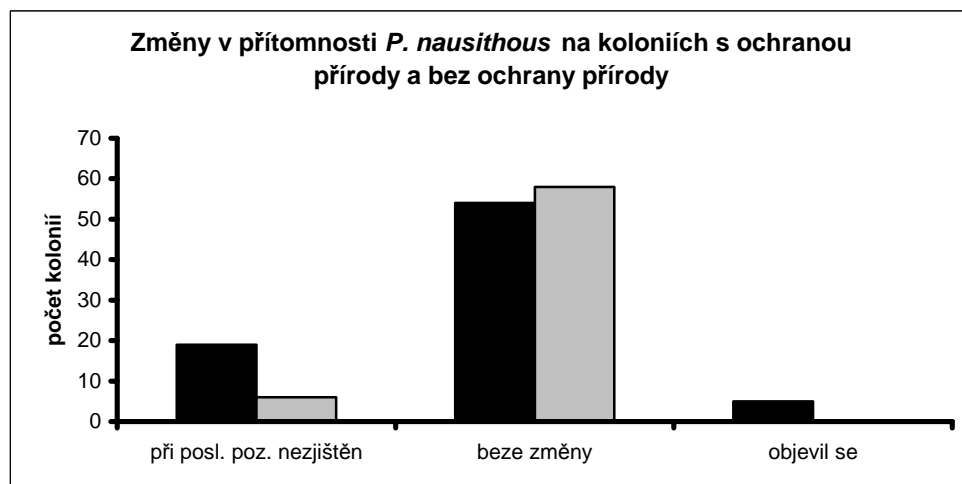
Následují testy na úrovni kolonií. Vícekrát bylo mapováno 142 kolonií *P. nausithous*. Z nich se 78 nachází na území s nějakou ochranou přírody, z toho 55 na území EVL.

Opět jsem testovala hypotézu, že změna v početnosti jedinců na pětistupňové škále není ovlivněna ochranou přírody. Výsledek testu byl průkazný ($\chi^2 = 17,06$; $df = 4$; $p < 0,01$), a to v tom smyslu, že výskyt kolonie na chráněném území ovlivnil změny početnosti druhu *P. nausithous* negativně. Totéž platilo i tehdy, když jsem uvažovala jen kolonie chráněné jako EVL ($\chi^2 = 13,69$; $df = 4$; $p < 0,01$). Na třístupňové škále je výsledek rovněž průkazný pro ochranu přírody ($\chi^2 = 15,08$; $df = 2$; $p < 0,01$) (Obr. 4) ne však pro EVL ($\chi^2 = 6,987$; $df = 2$; $p = 0,03$).



Obr. 4: Porovnání změn početnosti *P. nausithous* na koloniích vyskytujících se na chráněném území (černé sloupce) a na území bez jakékoliv ochrany přírody (šedé sloupce).

Testovala jsem i změnu v přítomnosti *P. nausithous* v koloniích, výsledek byl průkazný jak pro územní ochranu přírody ($\chi^2 = 10,63$; $df = 2$; $p < 0,01$), tak pro EVL ($\chi^2 = 11,30$; $df = 2$; $p < 0,01$) (Obr. 5). V koloniích bez územní ochrany přírody se s přítomností prakticky téměř nic nestalo, v těch územně chráněných motýl ve více případech nebyl opětovně zjištěn.



Obr. 5: Porovnání změn v přítomnosti *P. nausithous* na koloniích územně chráněných (černé sloupce) a bez územní ochrany (šedé sloupce).

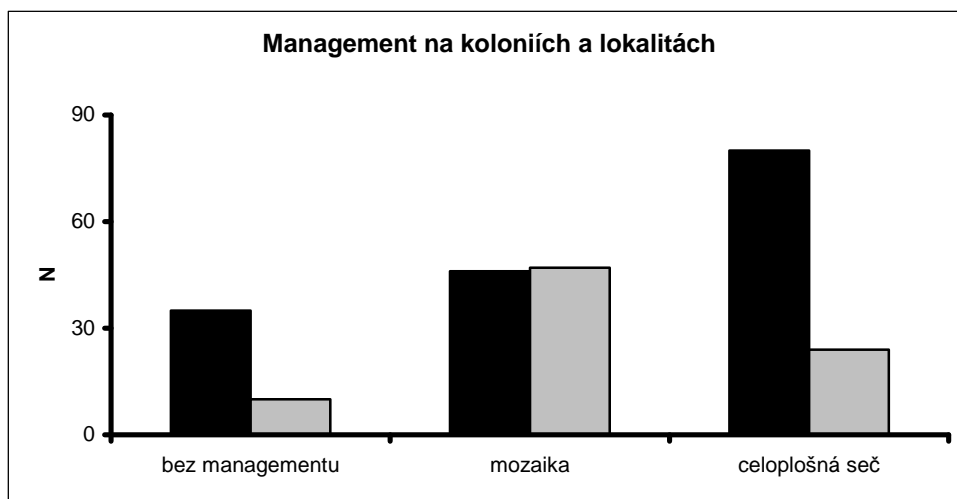
Vícekrát bylo mapováno 86 kolonií *P. telejus*, z nich se 65 nachází na území s ochranou přírody, z toho 49 na území EVL. Změna v početnosti jedinců na těchto

koloniích není ovlivněna ochranou přírody ($\chi^2 = 3,56$; $df = 4$; $p = 0,47$) ani tím, zda se nachází na území EVL ($\chi^2 = 6,18$; $df = 4$; $p = 0,19$). Stejně tak není výsledek signifikantní na třístupňové škále, a to ani pro jakoukoliv ochranu ($\chi^2 = 1,45$; $df = 2$; $p = 0,48$), ani pro EVL ($\chi^2 = 1,93$; $df = 2$; $p = 0,38$).

Změna v přítomnosti motýla není ovlivněna tím, že se kolonie nachází na území s jakoukoliv ochranou přírody ($\chi^2 = 1,48$; $df = 2$; $p = 0,48$) ani tím, že se nachází na území EVL ($\chi^2 = 2,29$; $df = 2$; $p = 0,32$).

4.4 Vliv managementu

Management na vícekrát monitorovaných lokalitách jsem ve 47 případech (57 %) vyhodnotila jako mozaiku. Mozaikovitá seč vhodná pro management na lokalitách modrásků *P. nausithous* a *P. telejus* (viz výše) byla uplatněna jen zřídka. Zde uvedená mozaika znamená ve většině případů jakoukoliv mozaiku, např. část lokality s managementem a část bez něj. Ve 24 případech (29 %) byla lokalita sečena celoplošně, v 10 případech (12 %) byla ponechána ladem (ve 2 nezjištěno). V případě kolonií jsem jako mozaiku ohodnotila jen 46 (28 %) případů, 80 (49 %) jako celoplošná seč, 35 kolonií (21 %) bylo bez jakéhokoliv managementu (ve 3 případech nezjištěno) (Obr. 6).



Obr. 6: Srovnání managementu na jednotlivých koloniích (černé sloupce) a celých lokalitách (šedé sloupce).

Když jsem testovala hypotézu, že změna v početnosti jedinců *P. nausithous* a *P. telejus* není na pětistupňové škále ovlivněna managementem prováděným na lokalitě, byl

výsledek neprůkazný pro oba druhy (*P. nausithous*: $\chi^2 = 5,76$; df = 6; p = 0,45; *P. telejus*: $\chi^2 = 5,31$; df = 8; p = 0,72). Totéž platilo pro změnu v přítomnosti motýlů (*P. nausithous*: $\chi^2 = 2,63$; df = 2; p = 0,27; *P. telejus*: $\chi^2 = 3,59$; df = 4; p = 0,46).

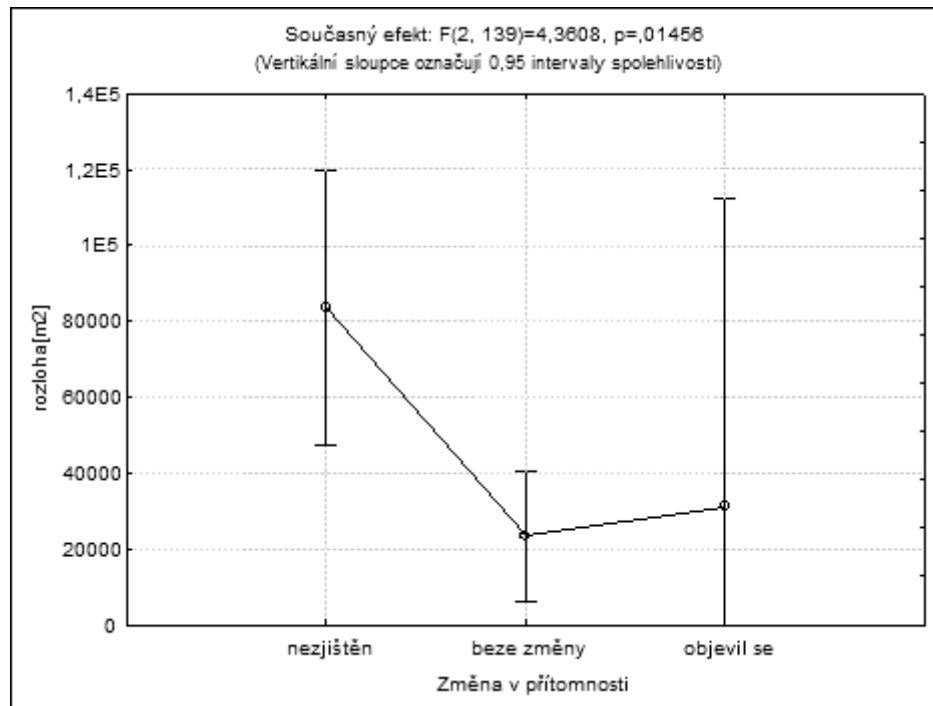
Test změny v početnosti po jednotlivých koloniích dopadl stejně (*P. nausithous*: $\chi^2 = 6,87$; df = 8; p = 0,55; *P. telejus*: $\chi^2 = 10,74$; df = 8; p = 0,22). Managementem neovlivnil ani samotnou přítomnost motýlů (*P. nausithous*: $\chi^2 = 1,82$; df = 4; p = 0,77; *P. telejus*: $\chi^2 = 8,61$; df = 4; p = 0,07).

4.5 Vliv velikosti území

Dále jsem testovala, zda je změna v početnosti jedinců závislá na rozloze monitorovaného území.

Na pětistupňové škále změna v početnosti jedinců na lokalitách druhu *P. nausithous* nezávisela na rozloze lokality ($F_{(3, 70)} = 0,54$; p = 0,66), změna v početnosti druhu *P. telejus* také ne ($F_{(4, 50)} = 1,06$; p = 0,39). Změna početnosti jedinců *P. nausithous* nebyla závislá na rozloze území osídleného kolonií ($F_{(4, 137)} = 2,22$; p = 0,07). Ani změna početnosti druhého druhu nebyla závislá na rozloze území výskytu kolonie ($F_{(4, 81)} = 1,40$; p = 0,24).

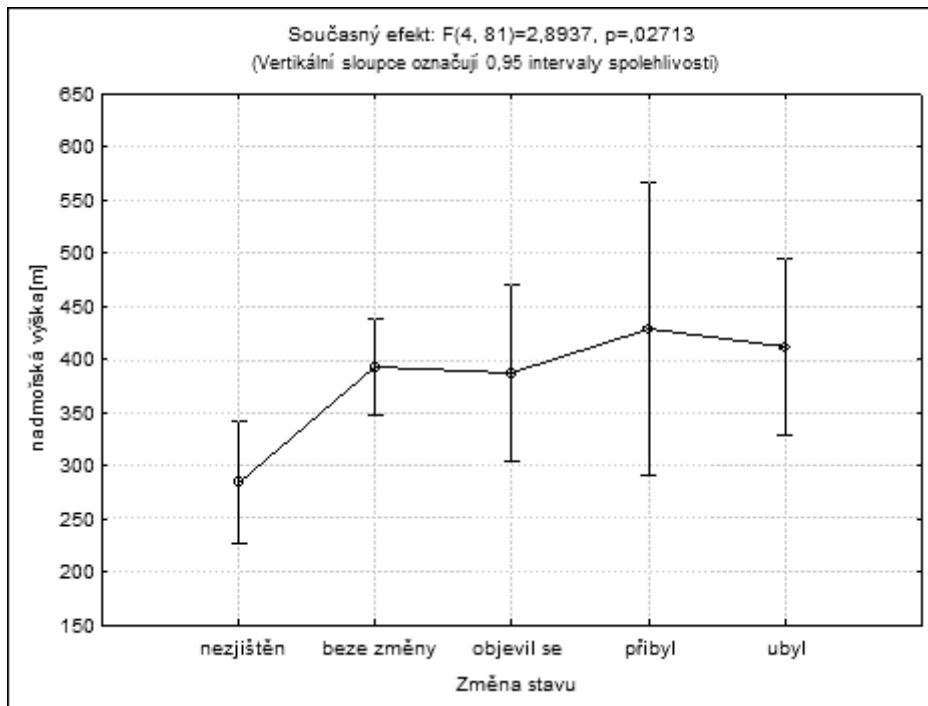
Co se týče změny v přítomnosti motýlů, ta u *P. nausithous* nezávisela na ploše lokality ($F_{(1, 72)} = 0,08$; p = 0,78). Totéž se týkalo druhu *P. telejus* ($F_{(2, 52)} = 2,18$; p = 0,12). Na úrovni kolonií nebyla změna v přítomnosti *P. telejus* závislá na rozloze území kolonie ($F_{(2, 83)} = 0,39$; p = 0,68). Naopak v případě *P. nausithous* změna v přítomnosti jedinců na rozloze kolonie závisela ($F_{(2, 139)} = 4,36$; p = 0,01). Z Obr. 7 vyplývá, že ve více případech nebyl při opakovaných pozorováních zjištěn na větších koloniích.



Obr. 7: Vliv rozlohy území výskytu kolonie na změny v přítomnosti *P. nasithous*.

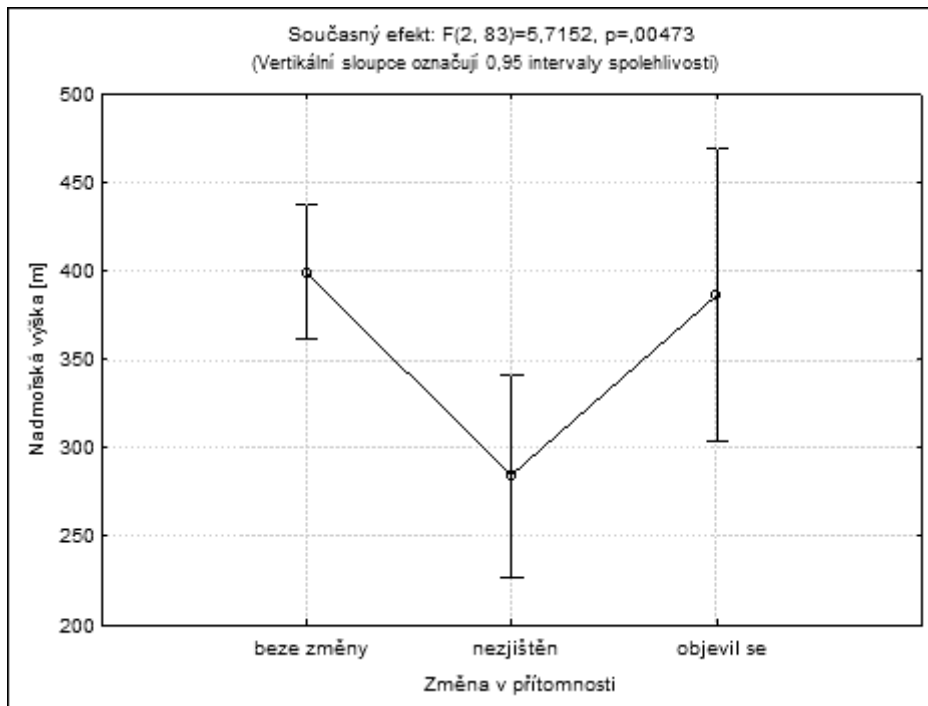
4.6 Vliv nadmořské výšky

Nadmořská výška byla uvažována pouze u kolonií (jedná se o menší území). Testovala jsem hypotézu, že nadmořská výška neovlivňuje změnu stavu na koloniích. Pro *P. nasithous* nebyl vliv průkazný pro pětistupňovou škálu ($F_{(4, 137)} = 1,92$; $p = 0,11$) ani pro třístupňovou škálu ($F_{(2, 139)} = 2,25$; $p = 0,11$). Pro *P. telejus* byl na pětistupňové škále vliv průkazný ($F_{(4, 81)} = 2,89$; $p = 0,03$), motýl nebyl častěji zjištěn v nižších nadmořských výškách (Obr. 8). Na třístupňové škále změny početnosti už nebyl motýl nadmořskou výškou ovlivněn ($F_{(2, 83)} = 2,37$; $p = 0,10$).



Obr. 8: Vliv nadmořské výšky na pětistupňovou změnu stavu na koloniích *P. telejus*.

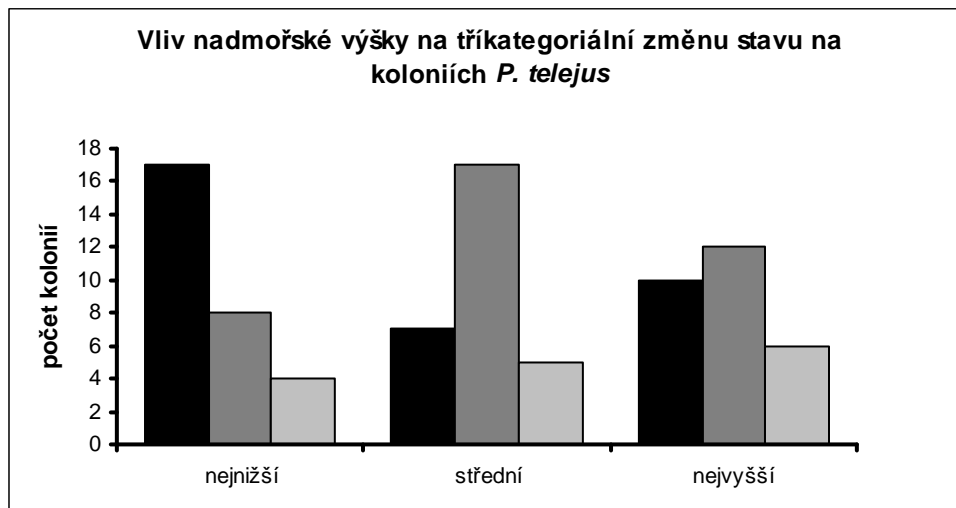
Dívala jsem se na změnu v přítomnosti motýlů vzhledem k nadmořské výšce. Změna v přítomnosti na koloniích *P. nausithous* není ovlivněna nadmořskou výškou ($F_{(2, 139)} = 2,16$; $p = 0,12$). Změna v přítomnosti *P. telejus* je nadmořskou výškou ovlivněna ($F_{(2, 83)} = 5,72$; $p < 0,01$), opět tak, že častěji nebyl motýl znovu nalezen (nezjištěn) v nižších nadmořských výškách (Obr. 9).



Obr. 9: Vliv nadmořské výšky na změnu v přítomnosti na koloniích *P. telejus*.

4.7 Zobecněné lineární modely

Výsledky zobecněných lineárních modelů (GLM) pro změny stavu na koloniích pro druhy *P. nausithous* a *P. telejus* ukazuje Tab. I. Změna stavu kolonií *P. nausithous* je ovlivněna územní ochranou přírody, jak už naznačovaly základní testy. Jedná se o nejlepší model, žádná další přidaná proměnná model nezlepšila. *P. telejus* byl ovlivněn nadmořskou výškou, model dále vysvětlily proměnné územní ochrana přírody a management. Vliv nadmořské výšky ukazuje Obr. 10. V nejnižších nadmořských výškách (průměr 215 m. n. m, min = 164, max = 184) spíše ubýval, ve středních (průměr 354 m. n. m., min = 300, max = 427) zůstala většina kolonií beze změny, v nejvyšších (průměr 538, min = 428, max = 742) také zůstává změna abundance stejná nebo přibývá, opět ale přibýlo kolonií s negativní změnou (Obr. 11).



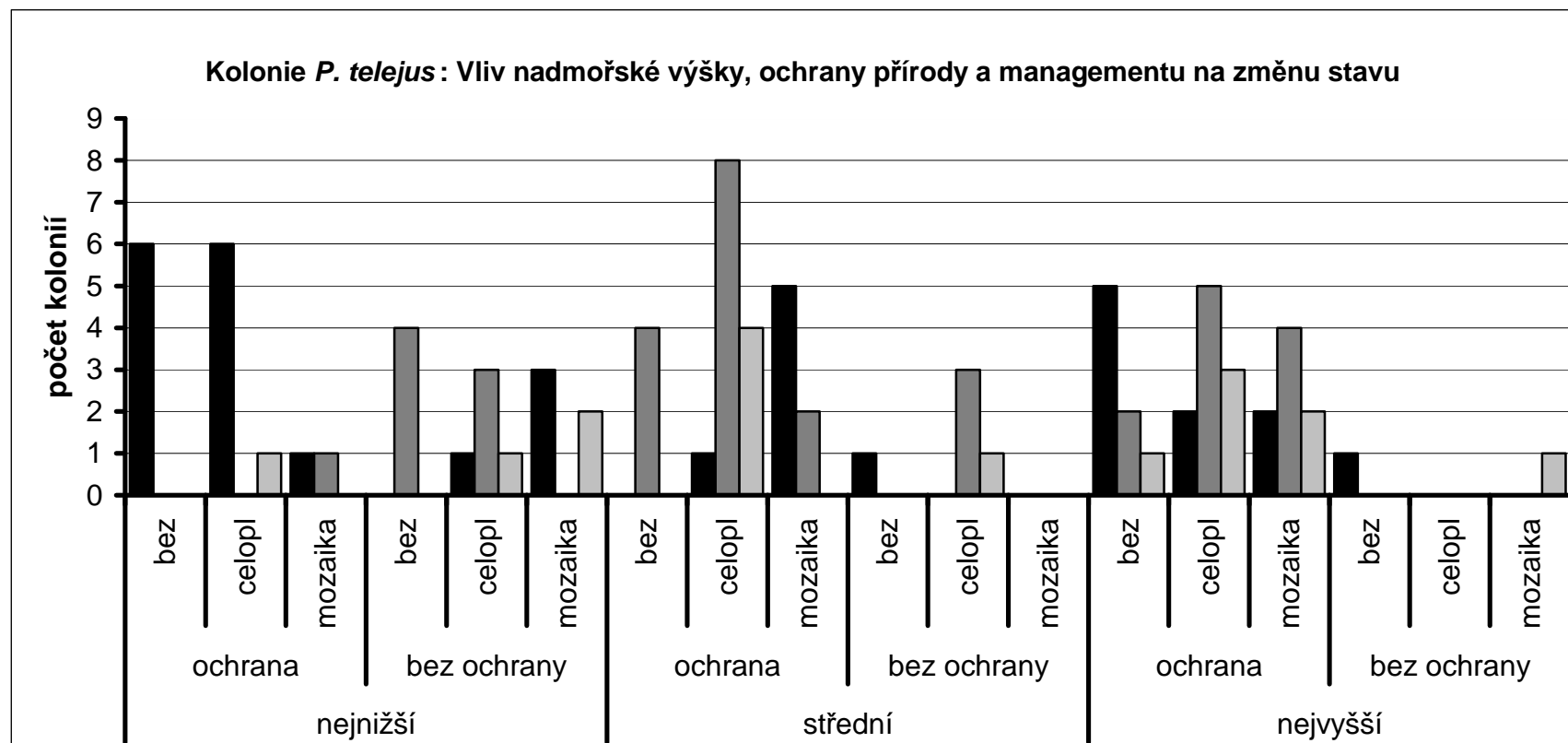
Obr. 10: Vliv nadmořské výšky na změnu stavu kolonií: negativní změna (černé sloupce), beze změny (tmavě šedé sloupce) a pozitivní změna (světle šedé sloupce).

Modely lze interpretovat takto: *P. telejus* ubyl v nejnižších polohách a na chráněných územích; tato místa jsou buď bez managementu, nebo jsou sečena celoplošně. Ve středních polohách se s motýlem nic nestalo, zůstává i na místech s celoplošnou sečí. Ve vyšších polohách opět ubyl na místech bez managementu, jinak na místech s celoplošnou sečí nebo mozaikou zůstává beze změny nebo přibyl, většinou se jedná o chráněná území. Kolonií bez územní ochrany bylo ve středních a vyšších polohách monitorováno velmi málo. Lze říci, že druhu *P. telejus* více vadilo, když nebyla lokalita udržována, než když byla sečena celoplošně.

Tab. I: Přehled GLM modelů vysvětlujících změny stavu na koloniích druhu *P. nausithous* a *P. telejus*. Manuální postupná selekce proměnných. Zvolený nejlepší model (vysvětlil nejvíce variability a byl statisticky významně odlišný od případného modelu nižšího řádu) je zvýrazněn **tučně**.

<i>P. nausithous</i> - kolonie	pětistavová stupnice				třístavová stupnice			
	df	res. dev.	F	p	df	res.dev.	F	p
~+1	141	132,16			141	178,87		
~počet pozorování	1; 140	129,64	2,43	0,12	1; 140	177,88	0,97	0,33
~úz. ochrana přírody	1; 140	126,43	5,65	<0,05	1; 140	170,88	7,87	<0,01
~EVL	1; 140	129,96	2,17	0,14	1; 140	175,26	3,55	0,06
~předmět ochrany	1; 140	131,98	0,18	0,67	1; 140	178,80	0,06	0,80
~log plochy	1; 140	128,36	3,68	0,06	1; 140	176,24	2,59	0,11
~management	2; 139	131,53	0,31	0,73	2; 139	177,58	0,63	0,54
~nadmořská výška	1; 140	131,60	0,55	0,46	1; 140	176,06	2,76	0,10

<i>P. telejus</i> - kolonie	pětistavová stupnice				třístavová stupnice			
	df	res. dev.	F	p	df	res. dev.	F	p
~+1	85	99,9			85	115,43		
~počet pozorování	1; 84	99,8	0,10	0,75	1; 84	114,71	0,69	0,41
~úz. ochrana přírody	1; 84	99,0	0,86	0,36	1; 84	113,99	1,41	0,24
~EVL	1; 84	97,8	2,03	0,16	1; 84	114,04	1,35	0,25
~předmět ochrany	1; 84	99,8	0,11	0,74	1; 84	115,40	0,02	0,88
~log plochy	1; 84	98,9	0,96	0,33	1; 84	115,08	0,34	0,56
~management	2; 83	95,0	2,37	0,10	2; 83	109,35	2,93	0,06
~nadmořská výška	1; 84	88,0	11,40	< 0,01	1; 84	110,58	4,64	<0,05
~nadm. v. + management + ochrana					4; 81	103,41	2,87	<0,05
~nadm. v. + ochrana + management	4; 81	75,5	6,32	<0,001				



Obr. 11: Vliv nadmořské výšky, územní ochrany přírody a managementu na změnu stavu na koloniích *P. telejus*: negativní změna (černé sloupce), beze změny (tmavě šedé sloupce) a pozitivní změna (světle šedé sloupce).

5. Diskuse

5.1 Přehled výsledků

Analýza dat z monitoringu evropsky významných motýlů *P. nausithous* a *P. telejus* odhalila některé rozdíly mezi druhy. Početnost kolonií *P. nausithous* byla negativně ovlivněna územní ochranou lokalit: druh více ubýval nebo mizel v koloniích s ochranou přírody nebo na EVL. Dále přítomnost jedinců v koloniích druhu *P. nausithous* závisela na rozloze kolonie (Obr. 7), ve více případech nebyl motýl opakovaně potvrzen na větších koloniích. U druhu *P. telejus* častěji docházelo k „objevům“ nových populací. Změny početnosti též souvisely s nadmořskou výškou kolonií. Motýl často nebyl opětovně potvrzen v nižších nadmořských výškách (Obr. 8, 9). Po zvážení vlivu nadmořské výšky se také ukázal vliv územní ochrany přírody a managementu kolonií (Obr. 11).

Asi nejpřekvapivějším zjištěním byl vyšší úbytek *P. nausithous* z kolonií, jež se těší nějaké územní ochraně. V případě *P. telejus* se ale tento efekt neobjevil. Lze to interpretovat se zvážením trochu odlišných životních strategií obou druhů popsaných v literatuře. Zatímco *P. telejus* klade vajíčka na méně vyvinuté hlávky krvavce, *P. nausithous* na ty větší, plně vykvetlé (Thomas 1984, Figurny & Woyciechowsky 1998, Thomas & Elmes 2001). Proto první z motýlů preferuje nižší, nedorostlou vegetaci, v níž se nevyvinuté hlávky častěji vyskytují; hlávky preferované *P. nausithous* se vyskytují ve vyšší vegetaci. *P. telejus* navíc klade jen jedno vajíčko na hlávku (a v jedné hlávce se může vyvíjet jen jedna housenka), *P. nausithous* klade 2-3 vajíčka, v hlávce se mohou vyvíjet až 4 jeho housenky (Thomas 1984, Fiedler 1990). Proto také na místech, kde je větší abundance živné rostliny, je *P. telejus* početnější než *P. nausithous* (Dierks & Fischer 2009). Delší interval seče snižuje abundanci krvavce, ale zvětšuje průměrnou velikost jeho rostlin (Johst et al. 2006). Lze tedy spekulovat, že některá chráněná území jsou příliš často sečena, což vytváří stanoviště méně vhodná pro *P. nausithous*. Pokud jsem ale data analyzovala na úrovni celých lokalit, efekt již nebyl průkazný.

Dalším zajímavým zjištěním byl úbytek *P. telejus* z lokalit v nižších nadmořských výškách, a to včetně chráněných území, a naopak relativně dobrý stav ve středních a vyšších polohách, i když byly celoplošně sečeny. Tento výsledek je možné vysvětlit tím, že „celoplošná seč“ může znamenat něco jiného na rovných nivních loukách nížin (monitorované lokality v Polabí a Poodří), kde je louka zemědělskou technikou posečena

od okraje k okraji, a něco jiného na svažitéch podhorských loukách, kde je terén členitější (např. Vsetínsko, Blanský les), zde nemusí být celoplošná seč tak důkladná a destruktivní. Další možností je, že kolonie v podhůří mohly být díky členitějšímu terénu častěji součástí propojených metapopulací, na rozdíl od třeba i rozsáhlých, ale izolovaných, kolonií v nížinách.

5.2 Zhodnocení dosavadního monitoringu

Analyzovaný monitoring měl za hlavní cíl v podstatě jen prokázat přítomnost sledovaných druhů, převážně na evropsky významných lokalitách pro tento účel zřízených, popř. vytipovat další lokality vhodné k ochraně. Takto byla na základě monitoringu ze seznamu EVL vyřazena lokalita u obce Hrachovec na Vsetínsku, která byla založena úplně mimo území obývané těmito modrásky.

Obecně lze předeslat, že jedna návštěva za sezonu nestačí k zjištění velikosti populace na daném území. Hmyz je závislý na podmínkách prostředí, počasí v daném roce (a mikroklima v daném regionu) posunuje dobu letu, její vrchol nelze přesně odhadnout. Proto většinou nemůžeme z jedné návštěvy přesně usoudit, co se s populací stalo.

Monitorovatel mohl přijít na lokalitu ještě před vylíhnutím prvního jedince, nemusí to ještě nutně znamenat, že druh na lokalitě vymizel. Mohou nastat i opačné situace: pokud se motýl „objevil“, nelze vyloučit, že se na lokalitě vyskytoval už v minulosti, ale nebyl v prvních letech monitoringu zaznamenán. Zda se početnost jedinců zvětšila či zmenšila lze také objektivně těžko hodnotit. Značná část monitorovaných populací je velmi malá (při návštěvě zjištěno do 20 jedinců) – řádová změna je tedy i např. z 15 jedinců na 3. Ani větší změny v motýlích populacích nemusí nic znamenat.

Dle návrhu monitoringu (Kuras & Beneš 2005) měla být řádová abundance v daném roce odhadnuta na základě poměru pohlaví a olétanosti jedinců. To vychází ze studie Thomase (1983), který tuto metodu používal k odhadu data vrcholu letu na určitém území. Vzhledem k tomu, že *P. nausithous* a *P. telejus* jsou protandrické druhy (Nowicki et al. 2005), při převaze samců je populace ještě před vrcholem letu motýla, při převaze samic už po vrcholu, pak je početnost v době vrcholu letu vyšší než v den pozorování. Thomas (1983) souběžně používal transektovou sčítací metodu a velikost populace upravoval dle grafu populační dynamiky získaného pomocí studie zpětných odchytů. Novější poznatky ale ukázaly, že jeho metoda byla příliš zjednodušující. Vnitrosezónní populační dynamika motýlů totiž může každý rok probíhat trochu jinak, jak ukázali na modráscích rodu

Phengaris Nowicki et al. (2009). Liší se i meziroční dynamika (Nowicki et al. 2005), takže není snadné odhadnout, čím hodnoty získané monitoringem kalibrovat.

Pro většinu proměnných v monitoringu chyběly přesné kategorie. Značná část lokalit byla monitorována jen jednou, nebo byly v dalším roce pozorovány jiné kolonie.

Management území lze z jediné návštěvy uhodnout pouze tehdy, je-li lokalita viditelně neobhospodařována, byla provedena výsadba stromků nebo se jedná o trvalou pastvinu. Co se týče seče, při jedné pochůzce nelze hodnotit termín a četnost, pokud monitorovatel nesleduje lokalitu po celý rok, nebo údaje nezjistí např. od majitele pozemku. Vidí ale, když je lokalita v době návštěvy čerstvě posečena, což v podstatě znemožňuje výskyt monitorovaných druhů.

V některých případech se ale skutečně nejedná jen o data prokazující přítomnost motýla. Např. Adam (2010) zaznamenal prudký pokles početnosti druhu *P. telejus* na lokalitě Jiříkovo údolí nacházející se na hranicích CHKO Třeboňsko (blízko NPR Červené blato), z původních 200 jedinců v r. 2006, přes 40 v r. 2008 na pouhé 3 v roce 2008. Pokles se objevil patrně v důsledku celoplošné seče v době letu, opakované více let po sobě. Zbylí motýli se nacházeli na jediných kvetoucích krvavcích po okraji lokality.

Za zmínku stojí také některé monitorované lokality, na kterých se vyskytují početné populace, ale které nejsou žádným způsobem zákonem chráněny.

Jedná se především o následující lokality:

Bolatice, Moravskoslezský kraj, *P. nausithous*.

Dolní Životice, Moravskoslezský kraj, dříve oba druhy, dnes nejspíš jen *P. nausithous*.

Jankovice u Holešova, Zlínský kraj, výskyt obou druhů, *P. nausithous* velmi početný.

Postřelmov, Olomoucký kraj, *P. nausithous*.

Přelouč, lokality v nejbližším okolí, Pardubický kraj, oba druhy.

5.2 Typy monitoringu a monitoring v jiných zemích

Různě nastavený monitoring podává různé informace. Transekty (Pollard 1977) náhodně umístěné do krajiny vypovídají o dynamice abundancí hojných druhů. Mapovací schémata podchytí výskyt středně hojných druhů, které se specializují na určitý typ biotopu (jako *P. nausithous* a *P. telejus*). Pro zachování populací velmi vzácných druhů je pak třeba detailního monitoringu (Konvička et al. 2005, 2008).

U nás jsou *P. nausithous* a *P. telejus* kromě přímého monitoringu také zaznamenávání v rámci celostátního mapování motýlů organizované ENTÚ BC AV ČR a Společností pro ochranu motýlů. Spolupracovníci zaznamenávají každý výskyt jedince. Podobná mapovací schémata fungují v řadě dalších zemí, nejznámější je mapování britské (Asher et al. 2001), existují však i četná další. Jsou-li data z pouhého mapování propojena s údaji o lokalitách a jejich managementu, lze i z nich vyčíst mnoho informací.

Např. ve Francii a v Německu (EuMon 2011) jsou všechny druhy denních motýlů sledovány pomocí transektových monitoringů, tento monitoring se u nás teprve začíná rozbíhat.

Co se týče přímo monitoringu *P. nausithous* a *P. telejus*, je většinou prováděn metodou zpětných odchyťů, monitorované území je relativně malé a je sledováno jen po určitou dobu (několik let), výstup je zároveň i studií různých ekologických faktorů. Takto je už dlouho studováno území v Nizozemsku, kde byly oba druhy reintrodukovány (Wynhoff 2009) nebo v jižním Polsku (Nowicki et al. 2007).

Transektovým monitoringem byly monitorovány např. některé populace v Maďarsku (Levente 2005). Transekt byl v tomto případě 50 m dlouhý a 10 m široký, doba procházení 20 minut, 9 monitorovacích dní každý rok.

Na Slovensku byl monitoring navržen v r. 2008 v rámci záchranného programu motýlů r. *Maculinea* (Deván et al. 2008). Lokality mají být monitorovatelem navštíveny třikrát za sezonu – na začátku letu, při vrcholu, na konci (rozsah 3 týdnů), velikost populace má být odhadnuta. Monitoring by se měl uskutečnit na všech lokalitách výskytu včetně těch potenciálních za účelem zjištění stavu populace na lokalitách, ověření přítomnosti na předpokládaných a neověřených lokalitách, sledování účinnosti ochranných opatření, posouzení vhodnosti managementu. Na Slovensku jsou ale oba druhy mnohem méně rozšířeny než u nás, výskyt obou je v podstatě omezen na Záhorskou nížinu a Slovensko-moravské Karpaty (Deván et al. 2008). Součástí záchranného programu je i výchova a vzdělávání veřejnosti, jak se tyto druhy poznají, kde se dají nalézt a jak je chránit, včetně obeznámení se zákonnou ochranou. Program je zaměřen především na majitele a uživatele pozemků.

5.3 Budoucí monitoring

5.3.1 Návrh dalšího monitoringu

Jak již bylo zmíněno, není náš dosavadní monitoring příliš vhodný k sledování trendů v českých populacích modrásků *P. nausithous* a *P. telejus*. Jedna návštěva za sezonu je nedostačující. Protože účinná ochrana motýlů musí vycházet především z důsledné péče o jejich stanoviště (Munguira & Martín 1999, Beneš et al. 2002), je management nejdůležitějším faktorem lokality, ve většině závěrečných zpráv nebyl dostatečně popsán. Pokud dojde k zintenzivnění monitoringu, lze za současné náklady sledovat jen malé množství lokalit, na nichž pak zaznamenáme změny, ale monitoring nic nevypráví o celorepublikovém trendu; při pokračování na stejném množství lokalit značně vzrostou finanční nároky.

Na základě dosavadního monitoringu navrhuji následující změny:

- 1) Navštívit každou lokalitu minimálně třikrát (lépe vícekrát) za sezonu, návštěvy po jednom týdnu.
- 2) Lokalitu monitorovat nejlépe každý rok, ne každý druhý.
- 3) Kromě vlastního sčítání jedinců detailněji popsat lokalitu a hlavně zde prováděný management (zjistit u vlastníka či instituce zodpovídající za péči).

Management by měl být popsán následujícím jednotným způsobem:

- 1) Typ managementu – (a) žádný (uvést stav lokality – např. ruderalizace, zarůstání náletem – a odhadnout dobu, po kterou již nebylo o lokalitu pečováno), (b) zalesnění (vysázení stromků), (c) zničení zástavbou, (d) rotační pastva (čili pasení dvou a více oplůtků, kde se střídá doba pasení s dobou obrůstání oplůtků – Háková a kol. 2004), (e) kontinuální pastva (nepřetržité pasení jednoho oplůtku), (f) celoplošná seč, (g) celoplošná seč s vynechanými nepřístupnými místy (uvést procenta neposečené plochy) (g) mozaikovitá seč (uvést procenta neposečené plochy, a zda jsou dosečeny ve stejném roce, nebo až v následujícím).
- 2) Počet sečí za sezonu (pokud se jedná o seč) – (a) žádná, (b) jedna seč za více let, (c) jedna, (d) dvě, (e) více.
- 3) Přibližná doba seče (sečí, přepasení) – odhadnout po polovinách měsíce např. před 15.6., druhá polovina srpna atd.

Popis lokality zaznamenat jako: (a) louka, (b) příkop u silnice či železniční násep, (c) lem potoka, řeky, rybníka, (d) lem lesa. Může být zároveň více možností.

Je potřeba striktně odlišit lokality a kolonie. Lokalita je území, na kterém se kolonie (= samotní jedinci) vyskytují. Mohou se vyskytovat na celém vhodném území (např. vlhké krvavcové louce), pak se lokalita a území výskytu kolonie překrývá, nebo osidlují jen její část (části). Monitorovatel by měl odhadnout rozlohu celé lokality a pak rozlohu jednotlivých kolonií. Pokud jsou jednotlivé kolonie od sebe odděleny nevhodnými biotopy, uvádět plochu lokality pak nemá smysl. Uvedena může být přímá vzdálenost mezi jednotlivými koloniemi.

5.3.2 Finanční analýza

Na monitoring *P. nausithous* a *P. telejus* je ročně vydáváno cca 40–70 tisíc, průměrná roční cena je odhadnuta na 55 tisíc (J. Beneš, osobní sdělení). Ročně bylo průměrně monitorováno 47 lokalit, průměrná cena je tedy zhruba 1200 Kč za jednu návštěvu jedné lokality. Pokud by došlo k navrhovanému zintenzivnění monitoringu (čili tři návštěvy za sezonu plus místo čtvrté návštěvy zjištění managementu, návštěva každý rok), byly by náklady osminásobné. Při současném množství lokalit by náklady vzrostly na cca 440 000 Kč ročně. Nebo lze při současných nákladech monitorovat celkově pouze 12 lokalit.

5.3.3 Naplánovaný postup

Změna monitoringu, který bude probíhat od letošního nebo příštího roku (2011, 2012), je již naplánována. Bude se jednat pouze o plošné mapování výskytu, prokázání jejich přítomnosti ve všech potenciálně vhodných čtvercích. Všechna tato místa budou během šestiletého období jednou navštívena (šestileté období je dáno Evropskou unií, doba, po které jsou státy povinny podávat hlášení z monitoringů). Přesto bych doporučovala, aby vhodné čtverce nebyly navštíveny pouze jednou, ale vícekrát, pokud tam nebude motýl prokázán.

Trendy v našich populacích lze sledovat pomocí metody zpětných odchyť nebo transektového monitoringu. Ten spočívá v procházení dané trasy (transektu) a počítání všech jedinců, které se nacházejí v okolí do pěti metrů od ní (Pollard 1977, Thomas 1983). Dovoluje nám odhadnout velikost populace na určitém území a jedná se o rychlejší metodu než jsou zpětné odchyty.

Celkově jsou tyto metody náročné na počet pracovníků, na čas, tím pádem i finančně nákladné, dlouhodobě je lze provozovat pouze na malém počtu lokalit. V nejbližší době na našem území pravděpodobně pro tyto druhy probíhat nebudou.

6. Závěr

Monitoring *P. nausithous* a *P. telejus* byl kompromisem mezi pokrytím velkého území a snahou získat kvantitativní data a data o stavu lokalit těchto motýlů.

Změny v početnosti jedinců se určitě dějí, ale ne ve všech případech byla změna v monitoringu zaznamenána, výsledky je tedy potřeba interpretovat uváženě. Každopádně souhlasí s poznatky z literatury, že každý druh má trochu jiné nároky. Jde o drobné rozdíly, na mnoha místech se vyskytují spolu, preferují ale jiné části lokalit nebo části s jiným managementem. Ke každému území je třeba přistupovat individuálně, nejlepší management vzhledem k rozdílným nárokům zde žijících druhů nelze v podstatě vytvořit, musíme jej proto co nejvíce rozrůznit. Samotná územní ochrana přírody na jejich lokalitách není dostačující a často se děje nevhodně.

Monitorované druhy u nás nejsou zdaleka nejohroženější (hlavně *P. nausithous* je stále ještě dost plošně rozšířen), do soustavy NATURA 2000 byly zahrnuty kvůli situaci v západní Evropě (Wynhoff 1998b). Otázkou je, zda ochrana těchto druhů u nás, včetně placení monitoringu, neplýtvá zdroji, které lze lépe využít jinde. Na druhé straně, pokud je prováděn diverzifikovaný management, povinná ochrana může přispívat k udržování celých biotopů nivních a vlhkých luk, a tím pádem prospívat mnoha necílovým, ale ochranářsky významnějším druhům. Nedávná studie biotopových nároků příbuzného *P. arion* (Spitzer et al. 2009) například ukázala, že stanoviště tohoto druhu hostily signifikantně více dalších ohrožených motýlů než louky bez výskytu *P. arion*; zájem o ochranu modrásků rodu *Phengaris* umožnil i experimenty s různými typy seče na krajinné škále (Čížek et al. in press). Vhodná by byla studie, která by ukázala, zda má ochrana *P. nausithous* a *P. telejus* takové žádoucí vedlejší účinky na ochranu dalších druhů hmyzu vlhkých luk.

7. Literatura

Adam O (2010) *Monitoring modráška očkovaného (Maculinea telejus) na lokalitě Jiříkovo údolí (Jihočeský kraj) v roce 2010*. Nepublikovaný rukopis, deponováno AOPK ČR, středisko České Budějovice

Als TD, Vila R, Kandul NP, Nash DR, Yen S, Hsu Y, Mignault AA, Boomsma JJ, Pierce NE (2004) The evolution of alternative parasitic life histories in large blue butterflies. *Nature* 432: 386–390

Anton C, Musche M, Hula V, Settele J (2008) Myrmica host-ants limit the density of the ant-predatory large blue *Maculinea nausithous*. *Journal of Insect Conservation* 12: 511–517

AOPK ČR: *Mapový server AOPK ČR*. Citováno 2011. Dostupný z www: <http://mapy.nature.cz/mapinspire/MapWin.aspx?M_WizID=8&M_Site=aopk&M_Lang=cs>

AOPK ČR: *NATURA 2000 = soustava chráněných území evropského významu*. Citováno 2011. Dostupné z www: <<http://www.nature.cz/natura2000-design3/hp.php>>

Asher J, Warren M, Fox R, Harding P, Jeffcoat G, Jeffcoat S (2001) *The Millennium Atlas of Butterflies in Britain & Ireland*. Oxford University Press, Oxford

Beneš J, Konvička M, Dvořák J, Fric Z, Havelda Z, Pavlíčko A, Vrabec V, Weidenhoffer Z (eds.) (2002) *Motýli České republiky: Rozšíření a ochrana I, II*. SOM, Praha

Berezki J, Pecsénye K, Peregovits L, Varga Z (2005) Patterns of genetic differentiation in the *Maculinea alcon* species group (Lepidoptera, Lycaenidae) in Central Europe. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 43: 157–165

Čížek O, Zámečník J, Tropek R, Kočárek P, Konvička M (in press) Diversification of mowing regime increases arthropods diversity in species-poor cultural hay meadows. *Journal of Insect Conservation*

Deván P, Olšovský T, Bodřová M, Havranová I (2008) *Program záchrany motýl'ov rodu Maculinea*. Citováno 2011. Dostupný z www: <<http://www.soprs.sk/web/>, duben 2011>

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

Elmes GW, Thomas JA, Hammarstedt O, Munguira ML, Martín J, Van der Made JG (1994) Differences in host-ant specificity between Spanish, Dutch, and Swedish populations of the endangered butterfly *Maculinea alcon* (Denis et Schiff.) (Lepidoptera). *Memorabilia Zoologica* 48: 55–68

EuMon: *BioMAT: The EuMon integrated Biodiversity Monitoring & Assessment Tool*. Citace 2011. Dostupné z www: <<http://eumon.ckff.si/biomat/>>

Fiedler K (1990) New information on the biology of *Maculinea nausithous* and *M. teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Nota lepidopterologica* 12: 246–256

Figurny E, Woyciechowski M (1998) Flowerhead Selection for Oviposition by Females of the Sympatric Butterfly Species *Maculinea teleius* and *M. nausithous* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Entomologia Generalis* 23: 215–222

Figurny-Puchalska E, Gadeberg RME, Boomsma JJ (2000) Comparison of genetic population structure of the large blue butterflies *Maculinea nausithous* and *M. teleius*. *Biodiversity and Conservation* 9: 419–432

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: 558–567

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

Háková A, Klauisová A, Sádlo J (eds.) (2004) Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000. *Planeta* XII/3 – II

Hanski I (1999) *Metapopulation Ecology*. Oxford University Press, Oxford

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

Konvička M, Čížek O, Filipová L, Fric Z, Beneš J, Křupka M, Zámečník J, Dočkalová Z (2005) Demography of the last population of the butterfly *Euphydryas maturna* in the Czech Republic. *Biologia* 60: 551–557

Konvička M, Novák J, Beneš J, Fric Z, Bradley J, Keil P, Hrček J, Chobot K, Marhoul P (2008) The last population of the Woodland Brown butterfly (*Lopinga achine*) in the Czech Republic: habitat use, demography and site management. *Journal of Insect Conservation* 12: 549–560

Kuras T, Beneš J (2005) *Metodika monitoringu evropsky významného druhu modrásek bahenní* (*Maculinea nausithous*). Nepublikovaný rukopis. Deponováno UP AOPK ČR Praha

Kuras T, Beneš J (2005) *Metodika monitoringu evropsky významného druhu modrásek očkovaný* (*Maculinea teleius*). Nepublikovaný rukopis. Deponováno UP AOPK ČR Praha

Langevelde van F, Wynhoff I (2009) What limits the spread of two congeneric butterfly species after their reintroduction: quality or spatial arrangement of habitat? *Animal Conservation* 12:540–548

Levente Á (2005) Biomonitoring of the butterfly fauna in the Drava region (Lepidoptera: Diurna). *Natura Somogyiensis* 7: 63-75

Marhoul P, Turoňová D (eds.) (2008) *Zásady managementu stanovišť druhů v evropsky významných lokalitách soustavy Natura 2000*. AOPK ČR, Praha

Miko L, Hošek M (eds.) (2009) *Příroda a krajina České republiky. Zpráva o stavu 2009*. Praha. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

Munguira ML, Martín J (1999) Action plan for the *Maculinea* Butterflies in Europe. *Nature and Environment* 97. Council of Europe Publishing, Strasbourg

Novák J. *BioLib: Síťová pole*. Citováno 2011. Dostupný z www:
<<http://www.biolib.cz/cz/glossaryterm/id229/>>

Nowicki P, Bonelli S, Barbero F, Balletto E (2009) Relative importance of density-dependent regulation and environmental stochasticity for butterfly population dynamics. *Oecologia* 161: 227–239

Nowicki P, Witek M, Skórka P, Settele J, Woyciechowski M (2005) Population ecology of the endangered butterflies *Maculinea teleius* and *M. nausithous* and the implications for conservation. *Population Ecology* 47: 193–202

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

Pollard E (1977) A method for assessing changes in the abundance of butterflies. *Biological Conservation* 12: 115-24

R Development Core Team (2004) *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Dostupné z www:
<<http://www.R-project.org>>

Spitzer L, Beneš J, Dandová J, Jasková V, Konvička M (2009) The Large Blue butterfly, *Phengaris* [*Maculinea*] *arion*, as a conservation umbrella on a landscape scale: The case of the Czech Carpathians. *Ecological Indicators* 9:1056-1063

Tartally A, Rákossy L, Vizauer TC, Goia M, Varga Z (2008) *Maculinea nausithous* Exploits *Myrmica scabrinodis* in Transylvania: Unusual Host Ant Species of a Myrmecophilous Butterfly in an Isolated Region (Lepidoptera: Lycaenidae, Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 51: 373-380

Thomas JA (1980) Why did the Large Blue became extinct in Britain? *Oryx* 15: 243-247

Thomas JA (1983) A quick method for estimating butterfly numbers during surveys. *Biological Conservation* 27: 195-211

Thomas JA (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: 325–347

Thomas JA (1995) The ecology and conservation of *Maculinea arion* and other European species of large butterfly. In: Pullin AS (ed) *Ecology and conservation of butterflies*. pp. 180-197. Chapman & Hall, London.

Thomas JA, Elmes GW (1998) Higher productivity at the cost of increased host-specificity when *Maculinea* butterfly larvae exploit ant colonies through trophallaxis rather than by predation. *Ecological Entomology* 23: 457–364

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

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

Thomas JA, Wardlaw JC (1992) The capacity of a myrmica ant nest to support a predacious species of *Maculinea* butterfly. *Oecologia* 91: 101–109

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

Witek M, Sliwinska EB, Skórka P, Nowicki P, Settele J, Woyciechowski M (2006) Polymorphic growth in larvae of *Maculinea* butterflies, as an example of biennialism in myrmecophilous insects. *Oecologia* 148: 729–733

Witek M, Śliwińska EB, Skórka P, Wantuch M, Vrabec V, Settele J, Woyciechowski M (2008) Host ant specificity of large blue butterflies *Phengaris (Maculinea)* (Lepidoptera: Lycaenidae) inhabiting humid grasslands in East-central Europe. *European Journal of Entomology* 105: 871-877

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

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

Wynhoff I, Grutters M, Langevelde van F (2008) Looking for ants: selection of oviposition sites by two myrmecophilous butterfly species. *Animal Biology* 58: 371–388