

**DIVERZITA MOTÝLŮ ALPÍNSKÝCH BEZLESÍ
VYSOKÝCH SUDET: VLIV PLOCHY
A MÍRY IZOLOVANOSTI**

Karolína Černá



Doktorská disertační práce

**Katedra ekologie a životního prostředí
Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci**

Olomouc 2011

Černá K. (2011) Diverzita motýlů alpských bezlesí Vysokých Sudet: vliv plochy a míry izolovanosti. Doktorská disertační práce, Katedra ekologie a životního prostředí PřF UP, Univerzita Palackého, Olomouc, 24 s., Příloha 1–3.

Abstrakt

Horský masiv Vysokých Sudet je tvořen pohořími Krkonoš, Králického Sněžníku a Hrubého Jeseníku. Fauna bezobratlých alpských a subalpských společenstev Vysokých Sudet je v evropském měřítku jedinečná. Mísí se zde druhy z dalekého severu (prvky boreální) s druhy původem z horských oblastí Alp a Karpat. Navíc se zde setkáváme s glaciálními relikty, z nichž některé reprezentují druhy endemické. Zřetelně odlišné je pak faunistické spektrum v nejvyšším sudetském pohoří v Krkonoších. Unikátní druhová kompozice je v rámci jednotlivých sudetských pohoří dána nejen charakteristickou geografickou polohou, geomorfologií a horninovým složením jednotlivých pohoří, nasnadě je také vliv borovice kleče (*Pinus mugo*) v období postglaciálního formování fauny alpských bezlesí Vysokých Sudet.

Podobnost druhového spektra motýlů uvedených alpských bezlesí byla v prvním kroku identifikována metodami shlukových analýz. Dále jsem použila model SAR (= Species-Area Relationship) testující závislost počtu druhů (S) na velikosti plochy (A), IFM (=Incidence Function Model) specifikující míru izolovanosti jednotlivých ploch a GLM (=General Linear Model) testující významnost vybraných faktorů prostředí, tj. plochy alpského bezlesí, vzdálenosti a konektivity. Výsledky analýz poukazují na významný vliv velikosti plochy i izolovanosti na druhovou diverzitu motýlů. Druhově nejbohatší („hot-spot“ horských druhů Vysokých Sudet) se jeví plošně rozlehlá bezlesí (oblast Pradědu, Malého Dědu a Vysoké hole), naopak nejchudší jsou malá a vzdálená alpská bezlesí, která mohou být jakýmkoliv zmenšením plochy ohrožena úplným zánikem.

Klíčová slova: střední Evropa, pohoří, alpská bezlesí, ostrovní biogeografie, funkční model výskytu (Incidence Function Model), S - A závislost (Species-Area Relationship), druhová diverzita.

Černá K. (2011) Lepidopteran species richness of alpine sites in the High Sudetes Mts.: effect of area and isolation. Doctoral thesis, Department of Ecology and Environmental Studies, Faculty of Science, Palacky University, Olomouc, 24 pp., Appendices 1–3.

Abstract

The High Sudetes Mts. consist of three disjunct mountain systems, the Krkonose Mts. (Riesengebirge/Giant Mts.), the Kralicky Sneznik Mts. (Glatzer Schneegebirges) and the Hruby Jeseník Mts. (Altvatergebirge). The High Sudetes host unique lepidopteran fauna, as three ecoregions meet here: alpine, carpathian and boreal one. Furthermore, number of glacial relicts, some of them endemic, occurs here. Remarkably different is fauna of the highest mountain range of the High Sudetes Mts., i.e. the Krkonose Mts. Such unique species composition has been formed not only due to characteristic geography, geomorphology or geology of individual mountain systems but postglacial biota development has been affected by dwarf pine (*Pinus mugo*) presence as well.

First, cluster analyses indicate differences in species richness and composition among individual alpine islands. To describe the relation between number of species and area I used Species-Area Relationship (SAR), to specify isolation of individual sites the Incidence Function Model (IFM), followed by General Linear Model (GLM) analysis of the importance of selected factors, i.e. area of alpine site, distance and connectivity. Species richness depended significantly on area and connectivity: large alpine sites were more species-rich than smaller ones and remote sites differed in species composition from the others. Following sites were identified as hot-spots of the High Sudetes Mts.: Praděd, Malý Děd and Vysoká hole. We also conclude that any decrease of the area of the smallest and most remote alpine sites will drastically affect the unique lepidopteran assemblages.

Keywords: Central Europe, mountains, alpine habitats, island biogeography, Incidence Function Model, Species-Area Relationship, species richness.

Poděkování

Především bych chtěla poděkovat školiteli, posléze konzultantovi, RNDr. Tomáši Kurasovi, Ph.D., za jeho pomoc a péči během celého studia. Za cenné rady při psaní rukopisů bych také ráda poděkovala prof. RNDr. Pavlu Kindlmannovi, DrSc. A za pomoc na této disertační práci děkuji i prof. MVDr. Emilu Tkadlecovi, CSc. Svým blízkým děkuji za trpělivost a pomoc při terénním sběru dat. Děkuji také Časopisu Slezského zemského muzea Opava za svolení s přetištěním kopie článku 1 (Příloha 1).

Práce byla podpořena granty Ministerstva životního prostředí VaV SM/6/70/05 a VaV/620/15/03.

OBSAH

Předmluva	10
Vysoké Sudety - pozoruhodný region s unikátním vývojem	11
Teorie ostrovní biogeografie	12
Ekologické modely pro studium vlivu plochy a izolovanosti	13
Species-Area Relationship (SAR)	14
Incidence Function Model (IFM)	14
Druhová diverzita motýlů alpínských bezlesí Vysokých Sudet	15
Faktory ovlivňující diverzitu motýlů alpínských bezlesí	16
Závěr	17
Literatura	19
Příloha 1	Motýli (Lepidoptera) národní přírodní rezervace Praděd (CHKO Jeseníky): implikace poznatků v ochraně území.
Příloha 2	Lepidopteran species richness of alpine sites in the High Sudetes Mts.: effect of area and isolation.
Příloha 3	Dwarf pine (<i>Pinus mugo</i>) expansion is threatening endangered butterflies associated with alpine habitats in the High Sudetes Mts.

Předmluva

Tato disertační práce je založena na 3 samostatných pracích, které jsou v dalším textu citovány jako Přílohy 1 – 3. Jedna práce již byla publikována v Časopisu Slezského zemského muzea Opava, druhá byla přijata v *Acta Oecologica* a třetí byla zaslána do redakce časopisu *Biological Conservation*.

1. Kuras, T., Sitek, J., Liška, J., Mazalová, M., Černá, K., 2009. Motýli (Lepidoptera) národní přírodní rezervace Praděd (CHKO Jeseníky): implikace poznatků v ochraně území [Lepidoptera of the Praded National Nature Reserve (Jeseniky Protected Landscape Area): conservation implications]. *Čas. Slez. Muz. Opava (A)*, 58: 250-288.
2. Černá, K., Kuras, T., Šipoš, J., Kindlmann, P. Lepidopteran species richness of alpine sites in the High Sudetes Mts.: effect of area and isolation. Accepted in *Acta Oecologica*.
3. Černá, K., Kuras, T., Šipoš, J., Kindlmann, P. Dwarf pine (*Pinus mugo*) expansion is threatening endangered butterflies associated with alpine habitats in the High Sudetes Mts. Submitted to *Biological Conservation*.

Sběr dat v terénu jsem provedla v případě prací 2 a 3 samostatně, analýzy dat byly prováděny v týmu uvedených autorů. Na základě studia ekologického modelování v zahraničí a dostupné literatury jsem volila nejvhodnější možné modely pro dané téma. Stručné srovnání používaných metod pro testování vlivu plochy a míry izolovanosti uvádím také v této disertační práci. Autorsky jsem se nejvíce podílela na publikaci 2 a 3, při sepisování prvního manuskriptu jsem přispěla v rámci společných konzultací.

Vysoké Sudety - pozoruhodný region s unikátním vývojem

Aktuální výzkum postglaciální kolonizace v Evropě poukazuje na překvapivě vysokou druhovou diverzitu alpínských bezlesí, která jsou podporována heterogenní mosaikou relativně neporušených, přírodě blízkých stanovišť. (Nagy et al., 2003). Po poslední době ledové se areály mnoha tundrových a stepních druhů posouvaly do horských poloh, které postupně nabyly funkce jejich refugia (Gutierrez, 1997; Hewitt, 1999; Varga & Schmitt, 2008). Postupná izolace těchto druhů na jednotlivých primárně bezlesých vrcholech hor vedla ke specializaci. Tento mechanismus postglaciálního driftu areálů druhů s vazbou na původně bezlesá stanoviště vedl k lokalizaci tzv. glaciálních reliktních právě v horách. Mezi izolovanými horskými populacemi můžeme dokonce označit některé taxony (druhy, poddruhy) endemickým statusem. Význam míry izolovanosti alpínských stanovišť a možný vliv zmenšování jejich ploch je často tématem odborné diskuze.

Jedinečná alpínská bezlesí nalezneme také v oblasti Vysokých Sudet. Vysokými Sudety rozumíme pohoří s vyvinutou subalpínskou nebo alpínskou zónou podél severní hranice České republiky (Jeník, 1998). Nadmořská výška jednotlivých alpínských bezlesí se pohybuje mezi 1300 - 1600 m n.m., přičemž arкто-alpínská tundra zaujímá úzký pás několika desítek až stovek výškových metrů nad horní hranicí lesa (Tremel & Banaš, 2000). Pro střední Evropu je typické, že arкто-alpínská tundra představuje izolované plochy charakteru ekologických ostrovů, zatímco v severní Evropě se analogický typ stanoviště rozkládá na mnohem rozlehlejších plochách (Jeník, 1998; Jeník & Štursa, 2003). Přestože je alpínské prostředí ve srovnání s nižšími polohami spíše nehostinné a alpínské trávníky obecně druhově chudé (Dennis et al., 1995; Fleishman et al., 1998; Gutierrez & Menendez, 1998; Strathdee & Bale, 1998), hostí Vysoké Sudety neopakovatelnou faunu bezobratlých, zejména motýlů (Lepidoptera). Setkávají se zde druhy různého původu, a to alpínské, karpatské a boreální (Beneš et. al, 2000; Laštůvka & Liška, 2005; Liška & Skyva, 1997). Alpínské druhy se šířily po poslední době ledové buďto z Alp nebo okolní periglaciální oblasti, zatímco boreální druhy migrovaly z jejich souvislého severovýchodního areálu a pravděpodobně pohoří Alp nikdy nedosáhly (Varga & Schmitt, 2008). Pro některé evropské horské druhy představuje pohoří Sudet severní hranici jejich rozšíření (např. *Blastethia mughiana*, *Catoptria petrificella*, *Erebia sudetica*, *Elophos operarius*, *Psodos quadrifarius* atd.), jiné (např. *Sparganothis*

rubicundana) vyznívají v regionu svým jižním okrajem rozšíření (Kuras & Helová, 2002; Liška, 2000, Příloha 1).

Postupné změny klimatu a vegetace ve spojení s prohlubující se izolovaností nejvyšších vrcholů hor vedly k narůstajícím rozdílům v druhovém složení společenstev motýlů (Dennis, 1993; Dennis et al., 1995; Lattin, 1967). Značné rozdíly v druhovém složení (vysokou β -diverzitu) vykazují také alpínská bezlesí Vysokých Sudet. Tyto rozdíly zmiňují ve svých pracích někteří další autoři (Jahn et al., 1997; Liška, 1997, 2000; Liška & Skyva, 1997) a byly zaznamenány i během předchozího výzkumu (Beneš et al., 2000; Čížek et al., 2003; Kuras 2009; Kuras et al., 2000, 2001, 2003). Doposud však tyto rozdíly a faktory ovlivňující druhové složení nebyly kvantifikovány, což je cílem této disertační práce.

Teorie ostrovní biogeografie

Teorii ostrovní biogeografie formuloval v roce 1967 Robert MacArthur společně s Edwardem Wilsonem (MacArthur & Wilson, 1967). Tato teorie předpokládá, že velké ostrovy hostí více druhů než malé a ostrovy blízké k pevnině mají více druhů než ostrovy izolované. Autoři tyto skutečnosti vysvětlují pomocí fenoménů kolonizace a extinkce. Názorným příkladem může být neosídlený ostrov, kde bude počáteční imigrace vysoká, avšak s rostoucím počtem druhů bude klesat, protože kapacita ostrova je omezená. Opačná situace nastává v případě vymírání, tj. s rostoucím počtem druhů roste i rychlost vymírání. Důvodem je pravděpodobně větší konkurence mezi druhy a menší početnost populací. Po určité době se počet druhů ustálí a nastane dynamicky rovnovážný stav mezi imigrací a extinkcí. Takto ustavená rovnováha je dle této teorie dynamická, jelikož počet druhů zůstává stejný, přestože druhové složení se neustále mění. Velmi podstatným hlediskem jsou také vlastnosti ostrova, zejména jeho velikost a vzdálenost od pevniny či jiné plochy sloužící jako zdroj migrujících jedinců. Velikost ostrova totiž úzce souvisí s vymíráním. Na menších ostrovech nacházíme méně početné populace, které jsou náchylnější k extinkci. Vzdálenost ostrova od pevniny nebo jiné zdrojové plochy zase podmiňuje intenzitu kolonizace. Z výše uvedených skutečností vyplývá, že čím bude ostrov větší a zároveň blíže k pevnině či jiné zdrojové ploše, tím bude druhově bohatší (Begon et al., 1997).

Promítneme-li si pohoří Vysokých Sudet z leteckého pohledu, můžeme jasně vymezit izolovaná alpská bezlesí determinovaná horní hranicí lesa. Tato skutečnost vedla k myšlence vyhodnotit na základě teorie ostrovní biogeografie vliv velikosti plochy a míry izolovanosti jednotlivých bezlesí na druhové složení motýlí fauny. Znalost významnosti těchto faktorů může být v případě alpských bezlesí Vysokých Sudet klíčová pro vymezení způsobu jejich ochrany.

Ekologické modely pro studium vlivu plochy a izolovanosti

V krajinné ekologii existuje řada modelů, kterými lze testovat vliv velikosti studovaných ploch a jejich izolovanosti na druhovou diverzitu vybraných skupin živočichů či rostlin (Moilanen & Nieminen, 2002). Obecně užívanou metodou k vyjádření vztahu mezi velikostí plochy (A) a počtem druhů (S) je tzv. S - A závislost (= Species-Area Relationship), která předpokládá zvyšující se počet druhů s rostoucí velikostí plochy (Arrhenius, 1921; Rosenzweig, 1995). Ze sklonu přímky S - A závislosti lze také vyčíst míru izolovanosti studovaných ploch. K častým metodám pro testování míry izolovanosti patří tzv. metoda nejbližšího souseda (= the nearest neighbor), která je založena na nejkratší možné vzdálenosti k nejbližší ploše obsazené zájmovým druhem. Tato metoda nemá velkou vypovídací hodnotu, protože nebere v úvahu veškeré obsazené plochy v okolí. Účelnější metodou jsou tzv. nárazníkové zóny (= buffer zones), které zohledňují všechny plochy v námi stanoveném radiu. Tyto jsou však citlivé na vhodné stanovení radiu tak, aby nebyly opomenuty další obsazené plochy nacházející se např. jen těsně za hranicí radiu. Proto byly vyvinuty komplexnější modely, které počítají jak s veškerými studovanými plochami, tak se všemi vzájemnými vzdálenostmi mezi nimi. Jedním z posledních je tzv. model incidenční funkce (= Incidence Function Model). Tento model je vhodný pro studium metapopulací ve fragmentované krajině. Řadíme jej k tzv. heterogenním stochastickým modelům, které počítají s přítomností/nepřítomností druhů na studovaných plochách (Dennis et al., 2001; Hanski et al., 2000; Kindlmann & Burel, 2008).

Pro studium druhové diverzity motýlů alpských bezlesí Vysokých Sudet byly jako nejvhodnější vybrány dvě metody, a to S - A závislost a model incidenční funkce (Příloha 2). O obou metodách podrobněji pojednávám dále v textu.

Species-Area Relationship (SAR)

Závislost počtu druhů (S) na velikosti plochy (A) definuje následující vzorec s exponenciální funkcí:

$$S = cA^z \quad (1).$$

Pomocí logaritmické transformace obou stran rovnice získáme funkci lineární:

$$\log S = \log c + z * \log A \quad (2).$$

Proměnná c udává výchozí počet druhů na jednotku plochy a parametr z představuje sklon přímky, který se většinou pohybuje mezi hodnotami 0,1 a 0,3 (Rosenzweig, 1995). Hodnoty od 0,1 do 0,2 jsou typické pro pevniny a méně izolované plochy, přičemž sklon přímky přesahující 0,3 charakterizuje většinou ostrovy se zastoupením endemických druhů nebo druhů s nízkou schopností disperze.

Incidence Function Model (IFM)

Ve srovnání s jinými metodami pro stanovení míry izolovanosti/konektivity je tento model IFM komplexnější a méně citlivý na případné chyby při definování migračních areálů studovaných druhů (Moilanen & Nieminen, 2002). Pracuje s plochami různých vlastností vyplývajících z jejich velikosti a prostorové lokalizace, které tudíž mají různé pravděpodobnosti rekolonizace a extinkce. Model bere v úvahu všechny plochy v námi stanoveném krajinném úseku a jejich vzájemné vzdálenosti:

$$S_i = A_i^c \sum_{j \neq i} \exp(-\alpha d_{ij}) A_j^b \quad (3).$$

S_i představuje míru konektivity plochy i , d_{ij} je nejkratší vzdálenost mezi plochou i a j , parametr α upravuje vztah mezi vzdáleností a migrací ($1/\alpha$ je průměrná rozptylová vzdálenost) a parametry b a c udávají míru emigrace a imigrace. Přesné hodnoty pro parametry α , b a c lze získat sběrem dat v terénu pomocí metody zpětného odchyty. Z důvodu časové náročnosti a rozlehlosti studovaných lokalit Vysokých Sudet nebylo však zpětný odchyt možné provést a hodnoty charakteristické pro studovanou skupinu motýlů (Lepidoptera) byly převzaty z literatury (Hanski et al., 2000).

Druhová diverzita motýlů alpských bezlesí Vysokých Sudet

Na základě terénního výzkumu a zevrubné rešerše dostupné literatury (Příloha 1, Příloha 2) byl sestaven seznam diagnostických druhů pro jednotlivá alpská bezlesí Vysokých Sudet. Jmenovitě se jednalo o bezlesí oblasti Krkonoš: Krkonoše-západ (Kotel – 1435 m), Krkonoše-východ (Sněžka – 1602 m); oblasti Hrubého Jeseníku: Šerák (1351 m), Keprník (1423 m), Červená hora (1337 m), Malý Děd (1355 m), Mravenečník-Vřesník (1343 m), Praděd (1491 m) a Vysoká hole (1464 m); a samostatný vrchol představuje Králický Sněžník (1424 m). Diagnostickými druhy se rozumí druhy vykazující výhradní afinitu k alpskému prostředí, případně je jejich výskyt omezen pouze nad horní hranici lesa. Ze zoogeografického pohledu se jedná o druhy s euboreálním, boreo-alpským nebo arko-alpským typem rozšíření (sensu Krampl, 1992): *Incurvaria vetulella*, *Lampronia rupella*, *Argyrhestia amianthella*, *Rhigognostis senilella*, *Elachista kilmunella*, *Chioniodes viduellus*, *Sparganothis rubicundana*, *Clepsis steineriana*, *Clepsis rogana*, *Blastesthia mughiana*, *Olethreutes obsoletanus*, *Catoptria maculalis*, *Catoptria petrificella*, *Erebia epiphron*, *Erebia sudetica*, *Psodos quadrifarius*, *Glacies alpinatus*, *Epichnopterix ardua*, *Xestia alpicolla* a *Elophos operarius*.

Podobnost druhového složení výše uvedených alpských bezlesí byla testována pomocí shlukové analýzy se zahrnutím všech 20 diagnostických druhů motýlů (Příloha 2, Příloha 3). Zřetelně se odlišuje fauna pohoří Krkonoš od fauny Králického Sněžníku a Hrubého Jeseníku, což je pravděpodobně důsledkem mnohonásobně větší rozlohy ploch bezlesí v Krkonoších a jejich izolovanosti od dalších bezlesí Vysokých Sudet. Také v rámci Hrubého Jeseníku bylo možné na základě dendrogramu vyčíst rozdíly v druhovém složení dle velikosti jednotlivých alpských bezlesí a jejich geografické polohy, tzn. izolovanosti. Neméně podstatnou roli v historickém vývoji faunistického složení studovaných vrcholů hor hrála borovice kleč (*Pinus mugo*), která je v Krkonoších původní, na Králickém Sněžníku se nevyskytuje a v Hrubém Jeseníku byla uměle vysazena (Jeník & Hampel, 1992; Treml & Banaš, 2000; Úradníček & Maděra, 2001; Příloha 3). Pomocí ekologických modelů SAR a IFM jsem dále studovala, která z alpských bezlesí Vysokých Sudet jsou druhově nejbohatší, a naopak, která druhově nejchudší, a především jaké faktory jejich druhovou diverzitu ovlivňují.

Faktory ovlivňující diverzitu motýlů alpských bezlesí

Nejdříve byl testován vliv velikosti plochy na druhovou diverzitu pomocí SAR metody (Příloha 2). Ukazuje se, že počet druhů s výhradní vazbou na alpská bezlesí Vysokých Sudet je pozitivně korelován s jejich plochou (Ricklefs & Lovette, 1999; Ulrich & Buszko, 2003). Druhově nejrozmanitější se jeví vrcholy Pradědu, Malého Dědu a Králického Sněžníku. Naopak mezi druhově nejchudší se řadí vrcholy Červené hory a Keprníku. Pro studované druhy motýlů je hodnota sklonu přímky $z = 0,312$ relativně vysoká a odpovídá izolovaným stanovištím charakteru ekologických ostrovů (Rosenzweig, 1995).

SAR metoda však nezahrnuje informaci o izolovanosti jednotlivých ploch, což může být další podstatný faktor vysvětlující druhové složení a diverzitu motýlí fauny alpských bezlesí Vysokých Sudet (Dennis, 1997, 2000; Dennis et al., 2001; Devy et al., 1998; Dyck & Matthysen, 1999; Hanski & Gaggiotti, 2004; Hanski et al., 1996). Konektivita/izolovanost byla následně testována pomocí modelu IFM, který zohledňuje jak velikost plochy, tak vzájemné vzdálenosti mezi všemi studovanými plochami (Příloha 2). Jako nejizolovanější bezlesí (geograficky vzdálená od ostatních obdobných stanovišť a nejmenší svojí rozlohou) byla identifikována tato: Mravenečník-Vřesník, Šerák, Králický Sněžník, Červená hora a Keprník. Překvapivě do této skupiny velmi izolovaných ostrovů spadá také vrchol Králického Sněžníku, který byl však dle SAR vyhodnocen jako jeden z druhově nejbohatších. Současná druhová rozmanitost může být dána i přes vysokou míru izolovanosti tohoto vrcholu jeho geomorfologickou heterogenitou (např. ledovcové kary, kamenná pole a nabídka neobsazených nik – fenomén nejvyšších horských poloh). Největší konektivitu vykazují dle IFM alpská bezlesí Hrubého Jeseníku: Praděd, Malý Děd a Vysoká hole. U Malého Dědu je zřejmé, že svojí malou rozlohu kompenzuje těsnou blízkostí k největším a druhově bohatým plochám (Praděd a Vysoká hole), a proto se zde vyskytuje více druhů než na mnohem větších alpských ostrovech Vysokých Sudet. U obou krkonošských bezlesí (západní a východní) je konektivita průměrná v poměru k jejich rozloze.

Otázkou zůstává, který z faktorů je pro formování společenstev motýlů významnější - plocha bezlesí, nebo míra jeho izolace (konektivity)? Tato byla

zodpovězena testováním jednotlivých faktorů a jejich interakcí pomocí GLM (= General Linear Model) analýzou, kde průkazný vliv na druhovou bohatost vykazují oba faktory „plocha“ i „konektivita“. Význam jednoho nebo druhého faktoru (plocha, konektivita) je specifický pro každé jednotlivé bezlesí (faktor „vzdálenost“ a veškeré další možné interakce průkazný vliv na druhovou rozmanitost motýlů alpských bezlesí nemají). Pro malé a odlehlé alpské ostrovy (např. Červená hora, Keprník, Malý Děd, Mravenečník-Vřesník a Šerák) je formujícím faktorem velikost plochy, zatímco u rozlehlejších bezlesí nejsou na velikost plochy tak citlivé a stěžejní pro jejich faunistické složení je vzdálenost k nejbližším obdobným stanovištím (Příloha 2).

V neposlední řadě má na postglaciální formování společenstev vliv výše zmíněná borovice kleč (*Pinus mugo*), na což poukazují také některé jiné studie (Čížek et al., 2003; Gutierrez, 1997; Jeník, 1961). Toto tvrzení také podporuje fakt, že na alpských bezlesích, kde se borovice kleč nevyskytuje nebo byla introdukována (Králický Sněžník a Hrubý Jeseník), není přítomen žádný z reliktních druhů s trofickou vazbou na kleč. Naopak v Krkonoších, kde je borovice kleč původní, se tyto druhy vyskytují. Na základě provedeného výzkumu (Příloha 3) se kleč stává hrozbou pro malá, avšak faunisticky unikátní, alpská bezlesí Hrubého Jeseníku. Schopnost expanze kleče a přerůstání původní vegetace vede k postupné unifikaci těchto ploch, které se stávají nehostinnými nejen pro faunu motýlů.

Závěr

Řada autorů klade důraz na historický vývoj druhového složení společenstev, který byl ve střední Evropě ovlivněn střídáním dob ledových a meziledových (Dennis et al., 1995; Gutierrez, 1997; Hewitt, 1999; Krampl, 1992; Ricklefs & Schluter, 1993; Varga & Schmitt, 2008). Ze současného rozšíření některých druhů motýlů vyplývá, že během poslední doby ledové osídlily rozlehlé biotopy tundry v Evropě a s postupným oteplováním klimatu byly tyto chladnomilné druhy „uvězněny“ ve vyšších horských polohách. Dlouhodobá izolace následně vedla k diferenciaci jednotlivých taxonomických skupin řádu Lepidoptera, nevyjímaje nejvyšší polohy Vysokých Sudet. V rámci jednotlivých pohoří Vysokých Sudet však existují stále migračně propojená bezlesí (např. západní a východní Krkonoše a v rámci Hrubého Jeseníku: Praděd, Malý Děd

a Vysoká hole). Zdokumentovaným příkladem je jeden z největších námi studovaných druhů (*E. epihron*), jehož rozšíření dokazuje funkční propojení alpínských bezlesí Hrubého Jeseníku (Kuras et al., 2001; Schmitt et al., 2005).

I přes malou rozlohu alpínských bezlesí Vysokých Sudet, hostí tyto plochy relativně velké množství druhů rostlin a živočichů. Jakákoliv redukce jejich ploch může vést k zániku stávajícího migračního propojení a tím i k zániku různorodé fauny na těchto alpínských ostrovech. Již nyní vyplývá z hodnoty sklonu přímky z SAR modelu spíše ostrovní charakter studovaných bezlesí, což podporuje i významná odlišnost druhového složení jednotlivých vrcholů Vysokých Sudet (vysoká β -diverzita) a vysoká míra endemismu (Příloha 2). Druhy, které mají areál rozšíření omezený pouze na 1 lokalitu, nebo velmi malé populace jsou mnohem náchylnější i na minimální prostorové změny a mohou tak snadno a rychle vyhynout.

Alpínská bezlesí jsou všeobecně považována za jedny z nejohroženějších stanovišť ovlivňována zejména antropogenní činností (Boggs & Murphy, 1997; Grabherr et al., 2003; Jeník & Štursa, 2003) a klimatickými změnami (Isaac & Williams, 2007). V případě Hrubého Jeseníku, kde byla alpínská bezlesí postupně zalesňována nepůvodní borovicí klečí, reálně hrozí díky tomuto vysoce expanzivnímu prvku zánik významného podílu horských druhů motýlů rodu *Erebia* (Příloha 3). Zejména jsou ohrožena bezlesí o menší rozloze jako např. Keprník, Červená hora a Šerák, jehož vrchol je v současné době již téměř celý přerostlý borovicí klečí. Také současné prognózy týkající se oteplování klimatu předpokládají, že i mírné zvýšení teploty může způsobit vyhynutí vzácných druhů, a to následkem zvyšování hranice lesa s postupným přerostením alpínských bezlesí, fragmentace ploch, invaze nepůvodních druhů do vyšších nadmořských poloh a přímého působení změn klimatu. Z uvedených důvodů by alpínské ekosystémy měly stát v popředí zájmu ochrany přírody, pokud chceme unikátní faunu dále zachovat.

Literatura

- Arrhenius, O., 1921. Species and area. *Journal of Ecology* 9: 95-99.
- Begon, M., Harper, J.L., Townsend, C.R., 1997. *Ekologie: jedinci, populace, společenstva* [Ecology: Individuals, Populations and Communities]. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc.
- Beneš, J., Kuras, T., Konvička, M., 2000. Assemblages of mountainous day-active Lepidoptera in the Hruby Jeseník Mts., Czech Republic. *Biologia Bratislava* 55: 159-167.
- Boggs, C.L., Murphy, D.D., 1997. Community composition in mountain ecosystems: climatic determinants of montane butterfly distributions. *Global Ecology and Biogeography Letters* 6: 39-48.
- Buchar, J., Růžička, V., 2002. *Catalogue of spiders of the Czech Republic*. Peres Pub.
- Čížek, O., Bakešová, A., Kuras, T., Beneš, J., Konvička, M., 2003. Vacant niche in alpine habitat: the case of an introduced population of the butterfly *Erebia epiphron* in the Krkonose Mountains. *Acta Oecol.* 24: 15-23.
- de Lattin, G., 1967. *Grundriss der Zoogeographie* [Zoogeography principles]. VEB Gustav Fisher Verlag, Jena.
- Demek, J., Kopecký, J., 1998. Mt. Kralický Snežník (Czech Republic); landforms and problem of Pleistocen glaciation. *Moravian Geographical Reports* 6: 18-37.
- Dennis, R.L.H., 1993. *Butterflies and climate change*. Manchester Univ. Press.
- Dennis, R.L.H., Shreeve, T.G., 1997. Diversity of butterflies on British islands: ecological influences underlying the roles of area, isolation and the size of the faunal source. *Biological Journal of the Linnean Society* 60: 257-275.
- Dennis, R.L.H., Shreeve, T.G., Williams, W.R., 1995. Taxonomic differentiation in species richness gradients among European butterflies (Papilionoidea, Hesperioidea): contribution of macroevolutionary dynamics. *Ecography* 18: 27-40.
- Dennis, R.L.H., Williams, W.R., Shreeve, T.G., 1998. Faunal structures among European butterflies: evolutionary implications of bias for geography, endemism and taxonomic affiliation. *Ecography* 21: 181-203.

- Dennis, R.L.H., Donato, B., Sparks, T.H., Pollard, E., 2000. Ecological correlates of island incidence and geographical range among British butterflies. *Biodiversity and Conservation* 9: 343-359.
- Dennis, R.L.H., Olivier, A., Coutsis, J.G., Shreeve, T.G., 2001. Butterflies on islands in the Aegean archipelago: predicting numbers of species and incidence of species using geographical variables. *Entomologist's Gazette* 52: 3-39.
- Devy, M.S., Ganesh, T., Davidar, P., 1998. Patterns of butterfly distribution in the Andaman islands: implications for conservation. *Acta Oecol.* 19: 527-534.
- Dyck, H.V., Matthysen, E., 1999. Habitat fragmentation and insect flight: a changing 'design' in a changing landscape? *Trends Ecol. Evol.* 14: 172-174.
- Everitt, B., Hothorn, T., 2006. *A Handbook of Statistical Analyses Using R*. Chapman and Hall/CRC.
- Fleishman, E., Austin, G.T., Weiss, A.D., 1998. An empirical test of Raport's rule: Elevational gradients in mountane butterfly communities. *Ecology* 79: 2482-2493.
- Grabherr, G., Gottfried, M., Gruber, A., Pauli, H., 1995. Patterns and current changes in alpine plant diversity. In: Chapin III, F.S., Körner, C. (Eds.) *Arctic and alpine biodiversity: patterns, causes and ecosystem consequences*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, pp 167-181.
- Gutierrez, D., 1997. Importance of historical factors on species richness and composition of butterfly assemblages (Lepidoptera: Rhopalocera) in northern Iberian mountain range. *Journal of Biogeography* 24: 77-88.
- Gutierrez, D., Menendez, R., 1998. Stability of butterfly assemblages in relation to the level of numerical resolution and altitude. *Biodiversity and Conservation* 7: 967-979.
- Hanski, I., Gaggiotti, O.E. (Eds.), 2004. *Ecology, genetics, and evolution of metapopulations*. Elsevier Academic Press.
- Hanski, I., Moilanen, A., Pakkala, T., Kuussaari, M., 1996. The quantitative incidence function model and persistence of an endangered butterfly metapopulation. *Conservation Biology* 10: 578-590.
- Hanski, I., Alho, J., Moilanen, A., 2000. Estimating the parameters of migration and survival for individuals in metapopulations. *Ecology* 81: 239-251.

- Hewitt, G.M., 1999. Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological journal of the Linnean Society* 68: 87-112.
- Hintze, J.L., 2007. NCSS 2007 User Guide. Number Cruncher Statistical Systems software. NCSS, Kaysville, Utah.
- Isaac, J.L., Williams, S.E., 2007. Climate Change and Extinctions. *Encyclopedia of Biodiversity*: 1-7.
- Jahn, A., Kozłowski, S., Pulina, M., 1997. Masyw Snieżnika: Zmiany w srodowisku przyrodniczym [Massif of Kralicky Sneznik: Changes in natural environment]. Polska agencija ekologiczna s.a.
- Jeník, J., 1961. Alpínská vegetace Krkonoš, Králického Sněžníku a Hrubého Jeseníku. Teorie anemo-orografických ekosystému [Alpine vegetation of the Krkonose Mts., Kralicky Sneznik and Hruby Jesenik Mts. Theory of anemo-orographical ecosystems]. Nakl. ČSAV, Praha.
- Jeník, J., 1998. Biodiversity of the Hercynian Mountains in central Europe. *Pirineos* 151/152: 83-99.
- Jeník, J., Hampel, R., 1992. Die Waldfreien Kammlagen des Altvatergebirges: Geschichte und Ökologie [Treeless areas in the Hruby Jesenik Mts.: History and Ecology]. Mährisch-Schlesischer Sudetengebirgsverein, Kirchheim/Teck.
- Jeník, J., Štursa, J., 2003. Vegetation of the Giant Mountains, Central Europe. In: Nagy, L., Grabherr, G., Körner, C., Thompson, D.B.A. (Eds.), *Alpine Biodiversity in Europe (Ecological Studies)*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, pp 47-51.
- Kindlmann, P., Burel, F., 2008. Connectivity measures: a review. *Landscape Ecology* 23: 879-890.
- Klimeš, L., Klimešová, J., 1991. Alpine tundra in the Hruby Jesenik Mts., the Sudeten, and its tentative development in the 20th century. *Preslia* 63: 245-268.
- Krahulec, F., 1990. Alpine vegetation of the Kralicky Sneznik Mts. (The Sudeten Mts.). *Preslia* 62: 307-322.
- Krampl, F., 1992. Boreal macro-moths in Central Europe (Czechoslovakia) and their eco-geographical characteristics (Lepidoptera: Geometridae, Noctuidae, Notodontidae). *Acta Entomol. Bohemoslov.* 89: 237-262.

- Krebs, C.J., 1999. Ecological Methodology. Menlo Park, California, USA.
- Kuras, T., Helová, S., 2002. Relict occurrence of the leaf-roller *Sparganothis rubicundana* in Central Europe (Lepidoptera, Tortricidae). Čas. Slez. Muz. Opava (A) 51: 199-204.
- Kuras, T., Beneš, J., Konvička, M., 2000. Differing habitat affinities of four *Erebia* species (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae) in the Hruby Jeseník Mts, Czech Republic. Biologia Bratislava 55/2: 169-175.
- Kuras, T., Konvička, M., Beneš, J., Čížek, O., 2001. *Erebia sudetica* and *Erebia epiphron* (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae) in the Czech Republic: review of present and past distribution, conservation implications. Čas. Slez. Muz. Opava (A) 50: 57-81.
- Kuras, T., Beneš, J., Fric, Z., Konvička, M., 2003. Dispersal patterns of endemic alpine butterflies with contrasting population structures: *Erebia epiphron* and *E. sudetica*. Population Ecology 45: 115-123.
- Kuras, T., Sitek, J., Liška, J., Mazalová, M., Černá, K., 2009. Motýli (Lepidoptera) národní přírodní rezervace Praděd (CHKO Jeseníky): implikace poznatků v ochraně území [Lepidoptera of the Praded National Nature Reserve (Jeseniky Protected Landscape Area): conservation implications]. Čas. Slez. Muz. Opava (A), 58: 250-288.
- Laštůvka, Z., Liška, J., 2005. Seznam motýlů České republiky (Insecta: Lepidoptera) [Checklist of Lepidoptera of the Czech Republic (Insecta: Lepidoptera)]. Available from <http://www.lepidoptera.wz.cz/Lepidoptera.pdf>.
- Liška, J., 1997. Motýlí fauna Úpského a Černoohorského rašeliniště v Krkonoších [Lepidoptera of the Upske and Cernohorske raseliniste bogs in the Krkonose Mts.]. In: Geoekologiczne problemy Karkonoszy. Materiały z sesji naukowej w Przesiece 15.-18. X. 1997, Tom II. – Poznan, Wydawnictwo Acarus 1998, pp 93-96.
- Liška, J., Skyva, J., 1997. Historical and recent occurrence of Lepidoptera in mountains sites of the Giant Mountains (Czech Republic). Biologia Bratislava 52: 163-165.
- Liška, J., 2000. Pokus o srovnání motýlí fauny subalpinských poloh Vysokých Sudet [Attempt at comparing lepidopteran fauna of subalpine areas of the High Sudetes]. Opera Corcontica 37: 286-290.

- MacArthur, R.H., Wilson, E.O., 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton Univ. Press.
- Moilanen, A., Nieminen, M., 2002. Simple connectivity measures in spatial ecology. *Ecology* 83: 1131-1145.
- Nagy, L., Grabherr, G., Körner, C., Thompson, D.B.A. (Eds.), 2003. *Alpine Biodiversity in Europe (Ecological Studies)*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.
- Ormsby, T., Napoleon, E.J., Breslin, P., Frunzi, N., 1998. *Getting to Know ArcView GIS*. Esri Press.
- R Development Core Team, 2009. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ricklefs, R.E., Schluter, D. (Eds.), 1993. *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*. University of Chicago Press.
- Ricklefs, R.E., Lovette, I.J., 1999. The role of Island area per se and habitat diversity in the species-area relationships of four Lesser Antillean faunal groups. *J. Anim. Ecol.* 68: 1142-1160.
- Rosenzweig, M.L., 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge Univ. Press.
- Ryan, B.F., Joiner, B.L., Cryer, J.D., 2004. *MINITAB Handbook: Updated for Release 14*. Duxbury Press.
- Schmitt, T., Cizek, O., Konvicka, M., 2005. Genetics of a butterfly relocation: large, small and introduced populations of the mountain endemic *Erebia ephron silesiana*. *Biological Conservation* 123: 11–18.
- Shimodaira, H., 2002. An approximately unbiased test of phylogenetic tree selection. *Systematic Biology* 51: 492-508.
- Soffner, J., 1960. Schmetterlinge aus dem Riesengebirge [Lepidoptera of the Giant Mts.]. *Zeitschrift der Wiener Entomologischen Gesellschaft* 45: 70-91.
- Soukupová, L., Kociánová, M., Jeník, J., Sekyra, J. (Eds.), 1995. Arctic – alpine tundra in the Krkonose, the Sudetes. *Opera Corcontica* 32: 5–88.
- Strathdee, A.T., Bale, J.S., 1998. Life on the edge: Insect Ecology in Arctic Environments. *Annu. Rev. Entomol.* 43: 85-106.
- Treml, V., Banaš, M., 2000. Alpine Timberline in the High Sudetes. *Acta Universitatis Carolinae, Geographica* 35: 83-99.

- Ulrich, W., Buszko, J., 2003. Species-area relationships of butterflies in Europe and species richness forecasting. *Ecography* 26: 365-373.
- Ulrich, W., Buszko, J., 2005. Detecting biodiversity hotspots using species-area and endemics-area relationships: the case of butterflies. *Biodiversity and Conservation* 14: 1977-1988.
- Úradníček, L. & Maděra, P. (Eds.), 2001. Dřeviny České republiky [Woody species of the Czech Republic]. Matices Lesnická, spol. s r.o., Písek.
- Varga, Z., Schmitt, T., 2008. Types of orcal and oreotundral disjunctions in the western Palearctic. *Biological Journal of the Linnean Society* 93: 415-430.
- Whittaker, R.J., 1999. *Island Biogeography. Ecology, Evolution, and Conservation*. Oxford Univ. Press.

Příloha 1

Motýli (Lepidoptera) národní přírodní rezervace Praděd (CHKO Jeseníky): implikace poznatků v ochraně území

Tomáš Kuras, Jan Sitek, Jan Liška, Monika Mazalová a Karolína Černá

2009

Časopis Slezského zemského muzea Opava (A), 58: 250-288

Motýli (*Lepidoptera*) národní přírodní rezervace Praděd (CHKO Jeseníky): implikace poznatků v ochraně území

Tomáš Kuras, Jan Sitek, Jan Liška, Monika Mazalová, Karolína Černá

Lepidoptera of the Praděd National Nature Reserve (Jeseníky Protected Landscape Area): conservation implications. - Čas. Slez. Muz. Opava (A), 58:250-288.

Abstract: This paper focuses on lepidopteran fauna of the Praděd National Natural Reserve (Jeseníky Protected Landscape Area). Our records, based on reference revisions and the field study during years 1991 - 2009, cover 526 species in total. Unique communities of grassy arctic-alpine tundra on summits of the Praděd NNR include species of both alpine and boreal origin. Some of these species are even classified as endemic taxa (i.e. *Erebia sudetica sudetica* and *E. epiphron silesiana*). However, the endemic status of several species is questionable (i.e. *Elachista* cf. *humilis*, *Epichnopterix sieboldi*, *Sparganothis rubicundana*, *Clepsis steineriana*). Such exceptional species richness makes the local fauna worth to conserve on the European scale. Two of the studied localities, Velká Kotlina Cirque (350 species) and Bílá Opava valley near Barborka Chalet (258 species), proved the greatest lepidopteran diversity what is probably affected by high vegetation cover together with abiotic heterogeneity. Unfortunately, the unique local fauna is currently threatened by several negative attributes, i.e. expansion of allochthonous dwarf pine overgrowing the arctic-alpine tundra, vegetation unification as a consequence of traditional management abandonment, and cessation of summer grazing and hay making near and below the timberline.

Keywords: *Lepidoptera*, faunistics, Czech Republic, High Sudetes Mts., Hrubý Jeseník Mts., Praděd/Altwater Mt., conservation

Úvod

Pohoří Vysokých Sudet s celky Hrubého Jeseníku a Králického Sněžníku patří mezi přírodovědně nejatraktivnější oblasti České republiky. Charakter bezlesí v Hrubém Jeseníku je unikátní a v Evropě nemá obdobu (Jeník 1998). Tato jedinečnost je dána pozicí a izolovaností pohoří, postglaciální absencí borovice kleče v hřebenových partiích a přítomností vegetačně velmi pestrých karů. Výjimečné postavení má v tomto ohledu území národní přírodní rezervace (= NPR) Praděd. NPR Praděd zahrnuje větší část primárně bezlesých stanovišť nad horní hranicí lesa a nacházejí se zde také dva nejcennější kary Velké a Malé kotliny. Na tato stanoviště je vázána celá řada faunisticky i ochránářsky cenných druhů, přičemž o fauně bezobratlých NPR Praděd doposud paradoxně existují jen orientační a kusá sdělení, většinou z druhé poloviny 19. a začátku 20. století.

Cílem předložené studie je podat souhrnný přehled doposud zjištěné fauny motýlů národní přírodní rezervace Praděd, výskyt nejvýznamnějších druhů komentovat v širším faunistickém rámci a vyvodit závěry pro aplikovanou ochranu území.

Historie lepidopterologických průzkumů NPR Praděd

Přírodovědný průzkum Pradědu a okolí má dlouhou tradici, přičemž počátky lze vystopovat již začátkem 19. století (Koschatzky 1819). Po dlouhou řadu let až do současnosti se objevuje více prací, které se soustředily na nejcennější partie pohoří, tj. hřebenovou oblast Hrubého Jeseníku. První lokalizované údaje o motýlech z pradědského regionu přináší v polovině 19. století M. F. Wocke, a to především z okolí Švýčárny a Malého Dědu (Wocke 1848, 1850), tj. z hraničního území historických zemí Moravy a Slezska. Wocke pokračuje v pravidelných exkurzích do oblasti i v dalších letech a výsledky shrnuje do dvoudílné publikace "*Verzeichniss der Falter Schlesiens*" (Wocke 1872, 1874). Tyto práce se staly výchozím materiálem pro další systematický faunistický průzkum regionu. K poznání motýlů okolí Pradědu (slezské strany) přispěli kromě Wockeho i další němečtí entomologové (viz Assmann, Neustädt, Petry). Velká část prací z území však nepřináší nové informace, ale pouze shrnuje již známá fakta. Poprvé se pokusil o zevrubný přehled fauny motýlů Pradědu Kolenati (1859)

v práci "*Fauna des Altvaters (hohen Gesenkes der Sudeten)*". V širším kontextu pak shrnuje výsledky faunistického poznání motýlů Moravy (vč. moravské části masivu Pradědu) Skala (1912, 1913, 1931). Pro Slezsko vypracoval obdobný prodromální přehled Wolf (1927, 1935), který uvádí nálezy ze slezské strany pohoří, resp. zájmového území. Z předválečného a meziválečného období můžeme doplnit již jen dílčí studie Skaly (1923, 1924, 1942) a Heina (1928-29), které jsou zaměřeny vesměs na širší region a faunu motýlů Pradědu zmiňují jen okrajově.

V poválečném období systematický přírodovědný průzkum Slezska a přilehlé části Moravy upadá. Jistou výjimkou jsou komentované přehledy motýlů rašeliniště u Rejvízu a vrcholu Pradědu (Gregor & Povolný 1947; Povolný & Gregor 1950). Výsledky z příležitostných návštěv pohoří Jeseníků a Králického Sněžníku přináší Komárek (1949), Novák a Moucha (1955) a Zavřel (1955, 1960). Oživení faunistického výzkumu Hrubého Jeseníku nastává až v 70. letech. Významnou se v tomto ohledu stává studie Kudly (1970) "*Macrolepidoptera Hrubého Jeseníku*". Pozitivní roli sehrává také založení Entomologického klubu při Krajské stanici mladých přírodovědců v Ostravě-Porubě, jehož ústřední činností je entomologický průzkum fauny bývalého Severomoravského kraje a vydávání Entomologického Zpravodaje (viz Vaněk 1981; Janovský et al. 1985; Stiova 1973, 1984, 1988). Dílčí faunistické poznatky o jednotlivých druzích můžeme čerpat z krátkých faunistických zpráv (viz Starý 1973), nebo z prací, jež jsou zaměřeny na jinou problematiku, ale zahrnují také nálezy motýlů (Bureš 1993, 1994; Karisch 1995). Recentně pochází z NPR několik studií primárně věnovaných ekologii a faunistice dvou významných zástupců motýlů, okáčům *Erebia sudetica* a *E. epiphron* (Kuras et al. 2001a,b; 2003), a obdobně obaleči *Sparganothis rubicundana* (Kuras & Helová 2002). Jako problematický se v daném ohledu jeví příspěvek Záruby (1999). Autor z NPR Praděd uvádí více vzácných reliktních druhů (včetně několika prvonálezů pro Moravu a českou část Slezska, resp. celé Česko). Nevěrohodnost Zárubových údajů bohužel vedla k odmítnutí práce jako celku.

Z území NPR bylo několik taxonů motýlů původně popsáno, většinou s označením typové lokality jako Altvater nebo Praděd. Jsou to *Agonopterix doronicella* (Wocke, 1849), *Clepsis roganodes* Hannemann, 1960 (= *Clepsis steineriana*), *Lozotaenia dohrmiana* Herrich-Schäffer, 1856 (= *Clepsis rogana*) a *Erebia sudetica* Staudinger, 1861. Na základě materiálu H. Metznera byl pravděpodobně právě z tohoto území popsán také obaleč *Sparganothis rubicundana*, i když Herrich-Schäffer (1856) ve svém popisu uvádí typovou lokalitu jen obecně jako „schlesische Gebirge“. Skala (1942) nazval tmavou horskou formu drobníčka *Enteucha acetosae* z Pradědu jako var. *altvateri*.

Materiál a metodika

Charakteristika území

NPR Praděd se nachází v centrální části Chráněné krajinné oblasti Jeseníky (faunistická mapová pole: 5869, 5969). Rezervace byla vyhlášena v roce 1991 na výměře 2031 ha. Území je vegetačně pestré a geomorfologicky velmi členité. Přírodovědně nejceněnější je vrcholové primární bezlesí, tzv. arкто-alpinní tundra. Jedná se o tři částečně izolovaná bezlesí o celkové výměře cca 880 ha. Bezlesí má charakter travnatých alpínských holí, skal, suťovišť a květnatých pramenišť, včetně lavinových drah v karech. V nejvyšších polohách nad hranicí lesa převládají přirozené smilkové a metličkové porosty (svazu *Nardo-Caricion rigidae*). Lokálně se objevují malá vrchoviště svazu *Leuko-Scheuchzerion palustris* a *Oxycocco-Empetrium hermaphroditum*. Pod a při horní hranici lesa se nacházejí přirozené lesní porosty. Lesní vegetaci při horní hranici lesa tvoří většinou rozvolněné papratkové smrčiny *Athyrio alpestri-Piceetum* a třtinové smrčiny *Calamagrostio villosae-Piceetum*. Malou plochu zaujímají také smíšené lesy (*Calamagrostio villosae-Fagetum* a *Aceri-Fagetum*), *sensu* Klimeš a Klimešová (1991), Jeník a Hampel (1992), aj. Ze zoogeografického hlediska je území charakteristické prolínáním druhů alpínského a boreálního původu a uplatňují se rovněž taxony endemické. Z biologického hlediska lze NPR Praděd hodnotit jakožto území mimořádně cenné, a to i v evropském kontextu (Jeník 1998).

Bohužel, aktuálně se v rezervaci projevují negativní antropické vlivy. Největším rizikem je expanze nepůvodní borovice kleče (*Pinus mugo*) v nejceněnějších částech rezervace, tj. zejména v pásmu holí nad horní hranicí lesa (Rybníček 1997).

Sběr a dokumentace materiálu

Práce sumarizuje dostupné informační zdroje, které obsahují faunistická data o rozšíření motýlů (*Lepidoptera*) v oblasti Pradědu. Kriticky zhodnoceny byly údaje excerptované z publikovaných i nepublikovaných prací. Dále byl revidován sbírkový materiál uložený v privátních i muzejních sbírkách.

Vlastní inventarizační průzkum NPR Praděd probíhal extenzivně v letech 1991-2009. Maximum návštěv bylo realizováno v hlavním vegetačním období (červen-září). Pro kvalitativní stanovení výskytu motýlů bylo použito standardních odběrových metod (Novák 1969). Druhy s denní aktivitou byly sbírány do entomologické sítky. V případě majoritní skupiny nočních motýlů bylo použito sběru na světlo. Jako světelný atraktant byla použita rtuťová výbojka Tesla 125W RWLX (napájená z elektroagregátu), nebo lineární UV zářivky Philips 20W LB a Philips 18W BLB (napájené z baterií). Světelné zdroje byly umístěny ve středu

konstrukce cylindrického tvaru o výšce cca 2 m a průměru 1,2 m, kde plášť cylindru tvořil průsvitný bílý dederon (cf. Ebert et al. 1994, p. 33). Na méně dostupných stanovištích bylo použito také sběru do přenosných světelných lapačů (8W UV zářivka). Lapače byly na lokalitách instalovány vždy v podvečer a následující den byly kontrolovány. Vyhodnocen byl též materiál odebraný prostřednictvím dvou Malaiseho pastí, jež byly instalovány v letech 2004 a 2006 v prostoru Velké kotliny (J. Roháček & J. Ševčík leg.).

U všech nálezů byla provedena řádná dokumentace. Sbírány a deponovány byly jen druhy faunisticky nebo jinak významné; výběrově též druhy, jež nelze determinovat přímo v terénu. Dokladový a revidovaný materiál je uložen ve sbírkách: J. Beneš (Opava), J. Felix (SZMO = Slezské zemské muzeum, Opava), J. Fajt (SZMO), J. Horský (Malá Morávka), T. Kuras (Ostrava), J. Liška (Jíloviště-Strnady), D. Povolný & F. Gregor (MZMB = Moravské zemské muzeum, Brno), J. Sitek (Frýdek-Místek) a D. Vacula (Bílovec).

Systém a nomenklatura vědeckých jmen prezentovaných taxonů respektuje klasifikaci Laštůvky a Lišky (2005). Použité české názvosloví motýlů je podle Nováka et al. (1992).

Vymezení studovaných lokalit

Terénní průzkum byl veden tak, aby podchytil maximum stanovištní a druhové diverzity motýlů NPR Praděd, zejména v partiích nad a při horní hranici lesa. Bylo vytipováno 7 reprezentativních lokalit, jimž byla věnována zvýšená pozornost. Jednalo se o tyto části rezervace:

Malý Děd (= MD) (5869c): vrchol Malého Dědu až horská chata Švýcárna a louky v okolí chaty. Vrcholovou část reprezentují společenstva rozvolněné smrčiny v mozaice s vegetací arкто-alpinní tundry a ombrotrofního vrchoviště. Vrchol Malého Dědu je zdatně degradován expandující kosodřevinou. Poblíž Švýcárny se nacházejí historicky obhospodařované luční plochy, které v současnosti pozvolna sukcesně zarůstají. Při horní hranici lesa jsou častá prameniště a vysokostébelné nivy.

Praděd (= PR) (5969a): vrcholová partie nad horní hranicí lesa. Nacházejí se zde uniformní společenstva travnaté arкто-alpinní tundry. V nižších partiích se uplatňují keříčkovitá společenstva brusnic a porosty nepůvodní kosodřeviny. Motýli zde byli studováni jak na travnatých společenstvech, tak v prostoru blízkých Tabulových skal. Několik druhů bylo zaznamenáno u osvětlení umístěného na stavbě vysílače.

Barborka (= BA) (5969a): území rámcově vymezené spojnicí horských chat Barborka, Kurzovní chata a Ovčárna. Zahnuje poměrně pestré území s vegetací vysokostébelných niv, pramenišť, horských klimaxových smrčín, jeřábového křivolesa, údolí Bílé Opavy a rašeliniště u Kurzovní chaty (tzv. Sedlové rašeliniště). Motýli zde byli sbíráni jak ve dne, tak v noci na světlo a ovocná vnaďidla.

Vysoká hole (= VH) (5969a): oblast vrcholové partie Vysoké hole včetně okolí Petrových kamenů. V rámci hřebenové části Vysoké hole se nacházejí uniformní společenstva travnaté arкто-alpinní tundry, jež přecházejí v nižších partiích v keříčkovitá společenstva s borůvkou a na exponovaných (vyfoukávaných) místech v rozvolněná lišejníko-mechová společenstva s vřesem. Záznamy o výskytu v noci aktivních druhů motýlů se vztahují vesměs k vrcholové části Vysoké hole.

Velká kotlina (= VK) (5969a): glaciální kar na východním úbočí Vysoké hole. Vegetačně i floristicky jedno z nejbohatších a nejceněnějších území v ČR. Monitoring motýlů probíhal přednostně ve spodní části karu a to jak ve dne, tak v noci. V navazujících keřových porostech bříz a vrb byla instalována Malaiseho past (J. Roháček & J. Ševčík leg.).

Malá kotlina (= MK) (5969c): kar Malé kotliny a navazující prameništní společenstva Volského potoka při horní hranici lesa. Malá kotlina reprezentuje glaciální kar s pestrá mozaikou vegetace. Část karu je zarostlá nepůvodní borovicí klečí, která je postupně sanována. Na této lokalitě nebyly realizovány noční sběry.

Jelení hřbet (= JH) (5969c): hřebenová část, kterou lze zhruba vymezit spojnicí vrcholů Velký Máj a Jelení hřbet. V rámci hřebenové části se nacházejí vesměs uniformní společenstva travnaté arкто-alpinní tundry, která v nižších partiích přecházejí v keříčkovitá společenstva brusnic. Na exponovaných partiích přechází travnatá tundra v keříčkovitá společenstva s vřesem. Poblíž vrcholu Velkého Máje se nachází ombrotrofní vrchoviště. Významná část vrcholové partie Jeleního hřbetu je přerostlá nepůvodní borovicí klečí. V této části NPR Praděd nebyly realizovány noční sběry.

Excerpované literární údaje

Do přehledu druhů NPR Praděd jsou zahrnuty také všechny významnější publikované i nepublikované faunistické údaje. Přehled odkazovaných excerpovaných zdrojů sumarizuje tab. 1. Informace obsažené v těchto pracích byly kriticky zhodnoceny a poté byly přejaty do schématu výše prezentovaných sedmi dílčích lokalit NPR Praděd. V případě, že lokalizace nálezů byla příliš obecná a nebylo možno ji do navrženého schématu přejmout, je tato prezentována v samostatné kategorii **Praděd s. lat.** (= **PR s. lat.**). Jedná se zejména o některé německé práce, s lokalizací "*Altwatergebiete*" (v jednotlivých případech nelze vyloučit, že se může jednat o lokality, které leží i za hranicí současné NPR Praděd).

Tab. 1. Přehled excerpovaných prací a jejich akronymů
 Tab. 1. List of reviewed papers and their acronyms

AKRONYM/ACRONYM	CITACE/REFERENCE
As1	Assmann A. (1851): Berichtigung und Ergänzung der schlesischer Lepidopteren-Fauna. - Zeitschr. Entomol. (Breslau), 5: 67-78.
As2	Assmann A. (1852): Erste Nachtrag zur Schlesischen Lepidopteren-Fauna. - Zeitschr. Entomol. (Breslau), 6: 89-94.
BKK	Beneš J., Kuras T. & Konvička M. (2000): Assemblages of mountainous day-active Lepidoptera in Hrubý Jeseník Mts., Czech Republic. - Biologia, Bratislava, 55: 159-167.
Bš1	Bureš S. (1993): Food of water pipit nestlings, <i>Anthus spinoletta</i> , in changing environment. - Folia Zool., 42: 213-219.
Bš2	Bureš S. (1994): Segregation of diet in water pipit (<i>Anthus spinoletta</i>) and meadow pipit (<i>Anthus pratensis</i>) nestlings in an area damaged by air pollution. - Folia Zool., 43: 43-48.
Fe	Felix V. (in litt.): Inventarizační faunistický výzkum Lepidopter (dílčí zpráva). 5 pp., Správa CHKO Jeseníky 1973, Jeseník-Bukovice.
GP	Gregor F. & Povolný D. (1947): Příspěvky k poznání Lepidopter Jeseníků I. - Entomol. Listy, 10:87-93.
Hi	Hein S. (1928-1929): Beitrag zur Kenntnis der Macrolepidopteren-Fauna Mährens. - Zeitschr. Österr. Entomol.- Ver., 13: 96-100, 107-108, 14: 10-12, 22-23, 34-36, 44-48, 66-68, 76, 82-84, 89-91, 125-126.
Hn	Hannemann H. J. (1960): Eine neue Tortricide aus Mitteleuropa. - Mitt. Dtsch. Ent. Ges., 19: 8.
JKS	Janovský M., Kavka K. & Sitek J. (1985): Píďalky (<i>Geometridae, Lep.</i>) v Severomoravském kraji (čtvrtý doplněk k článku v EZ č. 5/1981). - Entomol. Zpravod. (Ostrava-Poruba), 15 (2): 26-28.
JKSV	Janovský M., Kavka K., Sitek J. & Vacula D. (1985): Múrovití (<i>Noctuidae, Lep.</i>) v Severomoravském kraji (pátý doplněk k článku v EZ č. 5/1980). - Entomol. Zpravod. (Ostrava-Poruba), 15 (2): 28-31.
Kd	Kudla M. (1970): Macrolepidoptera Hrubého Jeseníku. - Práce oboru přír. věd Vlastiv. Úst. Olomouc, č. 19: 1-15.
KH	Kuras T. & Helová S. (2002): Relict occurrence of the leaf-roller <i>Sparganothis rubicundana</i> in Central Europe (<i>Lepidoptera, Tortricidae</i>). - Čas. Slez. Muz. Opava (A), 51: 199-204.
Km	Komárek O. (1949): Několik zajímavějších nálezů denních motýlů v okolí Králického Sněžníku. - Čas. Čs. Společ. Entomol., 46: 77.
Ko	Kolenati F. (1859): Fauna des Altvaters (hohen Gesenkes der Sudeten). 83 pp., Buchdruckerei Rudolf Rohrer's Erben, Brünn.
Kr	Karisch T. (1995): Die Schmetterlinge der Fichtenwälder des Hochharzes (<i>Insecta: Lepidoptera</i>). - Faun. Abh. Mus. Tierkd. (Dresden), 20 (7): 89-132.
La	Laštůvka Z., Elsner V., Gottwald A., Janovský M., Liška J., Marek J., Povolný D. (1993): Katalog motýlů moravskoslezského regionu. 130 pp., AF VŠZ, Brno.
NM	Novák I. & Moucha J. (1955): K poznání motýlů (<i>Lepidoptera</i>) Slezska. - Přírod. Sborn. Ostrav. kraje, 16: 170-181.
Ns	Neustädt A. (1855): Beitrag zu den im Monat Juli um Gräfenberg und am Altvater (in Oestr. - Schlesien) vorkommenden Falterarten. - Zeitschr. Entomol. (Breslau), p. 29-36.
Pt	Petry A. (1919): <i>Erebia epiphron</i> Kn. vom Altvater und Brocken. - D. Entomol. Zeitschr. Iris (Dresden), 33: 122-133.
Si	Sitek J. (2000): Faunistic records from the Czech Republic - 120. - Klapalekiana, 36: 323-324.
Sk1	Skala H. (1912): Die Lepidopterenfauna Mährens I. - Verh. Naturforsch. Ver. Brünn, 50(1912): 63-241.
Sk2	Skala H. (1913): Die Lepidopterenfauna Mährens II. - Verh. Naturforsch. Ver. Brünn, 51(1913): 115-377.

Sk3	Skala H. (1923): Beitrag zur Lepidopterenfauna Mährens und öst. Schlesiens. - Zeitschr. Österr. Entomol.-Ver., 8: 69-74, 82-87.
Sk4	Skala H. (1924): Beitrag zur Lepidopterenfauna Mährens und öst. Schlesiens. - Zeitschr. Österr. Entomol.-Ver., 9: 42-44, 53, 73-75, 80-85, 93-95, 103-105, 114-116.
Sk5	Skala H. (1925): Beitrag zur Großschmetterlinge Mährens und Schlesiens. - Entomol. Zeitschr. (Frankfurt a. M.), 42: 261-262, 317-319.
Sk6	Skala H. (1931): Zur Lepidopterenfauna Mährens und Schlesiens. - Acta Mus. Moraviensis, 30(Suppl.): 1-197.
Sk7	Skala H. (1942): Falter aus Mähren und Schlesien. Zeitschr. - Österr. Entomol.-Ver., 27: 274-277, 289-294.
Sr	Starý J. (1973): <i>Dasyptolia templi</i> v Hrubém Jeseníku. - Zpr. Vlastiv. Úst. Olomouc, 159: 3-5.
St1	Stiova L. (1973): Výskyt denních motýlů v oblasti Oderských vrchů, Jeseníků a Hlučínské pahorkatiny. - Entomol. Zpravod. (Ostrava-Poruba), 3(2,3): 1-20, 1-15.
St2	Stiova L. (1984): <i>Parnassius mnemosyne</i> (Linnaeus, 1758) na území Čech a Moravy (<i>Lepidoptera, Papilionidae</i>). - Čas. Slez. Muz. Opava (A), 33: 73-85.
St3	Stiova L. (1988): Výskyt okáčů rodu <i>Erebia</i> (<i>Lepidoptera: Satyridae</i>) v Hrubém Jeseníku. - Čas. Slez. Muz. Opava (A), 37: 115-133.
Uř	Uříčář J. (in litt.): Inventarizační faunistický výzkum Lepidopter (dílní zpráva). 9 pp., depon. in Správa CHKO Jeseníky 1994, Jeseník-Bukovice.
Va	Vaněk J. (1981): Píďalky - <i>Geometridae</i> - v Severomoravském kraji. - Entomol. Zpravod. (Ostrava-Poruba), 11 (5): 82-95.
Wf1	Wolf P. (1927): Die Großschmetterlinge Schlesiens. 60 pp., Schlesische Buchdruckerei Karl Vater, Breslau.
Wf2	Wolf P. (1935): Die Großschmetterlinge Schlesiens. Auf Veranlassung des Vereins für schlesische Insektenkunde zu Breslau bearbeit. Dritter Teil. I Bd. (Breslau), p.161-228.
Wk1	Wocke M. F. (1848): Eine Exkursion in 's Altvatergebirge. - Jahres-Bericht. d. Schles. Gesellschaft f. vaterl. Cultur., p. 71-74.
Wk2	Wocke M. F. (1850): Eine Wanderung durch 's Altvatergebirge und die Grafschaft Glatz. - Zeitschr. Entomol. (Breslau), p. 43-47.
Wk3	Wocke M. F. (1859): II. Lepidoptera. - Jahres-Bericht. d. Schles. Gesellschaft f. vaterl. Cultur., p. 98-101.
Wk4	Wocke M.F. (1872): Verzeichniß der Falter Schlesiens. - Zeitschr. Entomol. (Breslau), 3: 1-86.
Wk5	Wocke M. F. (1874): Verzeichniss der Falter Schlesiens. II Microlepidoptera. - Zeitschr. Entomol. (Breslau), 4: 1-112.
Wk6	Wocke M. F. (1874): Für Schlesischen neue Lepidopteren. - Jahres-Bericht. d. Schles. Gesellschaft f. vaterl. Cultur., p. 164-166.
Zv1	Zavřel H. (1955): Minující hmyz přírodních rezervací v Jeseníkách. - Ochrana přírody, 10: 301-303.
Zv2	Zavřel H. (1960): Příspěvek k rozšíření minujícího hmyzu ve Slezsku. - Přírod. Čas. Slez., 11: 25-47.

Poznámka: pokud je příslušný akronym v tab. 2 uveden v závorce, např. (Wk5), znamená to, že nález není dostatečně lokalizován. Z širšího kontextu ale vyplývá, že se s velkou pravděpodobností jedná o dané území.

Použité zkratky

V rámci zpřehlednění prezentovaných dat jsou v přehledu druhů (Tab. 2) použity zkratky upřesňující ekologické charakteristiky příslušného druhu (podle Laštůvky et al. 1993):

L ... druh typizující přirozené lesní biotopy	F ... petrofilní druh
B ... druh typizující mokřadní a bažinné biotopy	T ... druh typizující rašeliništní biotopy
U ... druh typizující luční biotopy	G ... horský druh
S ... druh typizující xerothermní bezlesé biotopy	M ... migrant, druh migrující na území České republiky z mediteránní, resp. afrotropické oblasti

Další použité zkratky:

mp ... materiál získaný sběrem do Malaiseho pastí (expozice v r. 2004 a 2006 ve Velké kotlině)	+ ... nálezy ze sledovaného období (1991-2009) pořízené autory rev. ... revidovaný sbírkový materiál
---	---

Výsledky

Úhrnem bylo v NPR Praděd zjištěno 526 druhů motýlů, z čehož 238 druhů je ze zájmového území uvedeno poprvé. Přehled zjištěných a dokumentovaných druhů jistě není úplný. Je zřejmé, že další druhy budou v NPR nalezeny, a to zejména v nižších lesních partiích rezervace. Relativně menší pozornost byla věnována některým skupinám tzv. drobných motýlů (např. čeledím *Nepticulidae*, *Gracillariidae*, *Elachistidae*, *Coleophoridae*). Nárůst druhového bohatství lze očekávat také v případě vegetačně pestrých lokalit (Velká a Malá kotlina) a v jižní části rezervace, která je poměrně špatně dostupná pro realizaci nočních odlovů. Přehled zaznamenaných druhů motýlů je prezentován tabelární formou (viz tab. 2).

Druhově nejpestřejší byl kar Velké kotliny (350 druhů) a lokality širšího okolí horské chaty Barborka (258). Obě území reprezentují závětrná údolí s biotopicky velmi pestrá mozaikou vegetace při horní hranici lesa (zahrnující tundrová společenstva, prameniště, skály, horské klimaxové lesy, květnaté vysokostébelné a kapradinové nivy apod.). Vysoká druhová rozmanitost motýlů tedy zřejmě odpovídá heterogenitě přírodních stanovišť. Zřetelně méně druhů bylo zaznamenáno na dalších sledovaných lokalitách: Praděd (166), Vysoká hole (150), Malý Děd (90), Malá kotlina (81) a Jelení hřbet (61). Disproporci v množství zaznamenaných druhů mezi lokalitami lze interpretovat nejen ve vztahu k heterogenitě vegetace, ale také vzhledem k rozdílné intenzitě terénních šetření.

Pokud se týká některých starších prací (např. Wocke 1848-1874; Skala 1912-1942), vyvstává problematická identifikace lokalit, na kterých byl daný druh sbírán (proto jsou tyto nálezy v tab. 2 řazeny většinou v kategorii *PR s.lat.*). V případě druhů *Lyonetia ledi*, *Zygaena osterodensis*, *Rhopobota stagnana*, *Eucosma obumbratana*, *Maculinea arion*, *Argynnis adippe* a *Isturgia roraria* nebyl výskyt v regionu opakovaně doložen a není jisté, zda se nálezy vztahují k zájmovému území vymezenému dnešní hranicí NPR Praděd.

Komentář k faunisticky významným nálezům v území národní přírodní rezervace Praděd

V následujícím přehledu jsou komentovány vybrané druhy motýlů (v tab. 2 jsou tyto **proznačeny**). Jedná se o druhy faunisticky, taxonomicky a bioindikačně významné. Řazení komentovaných druhů respektuje systematický přehled tab. 2.

Incurvaria vetulella (Zetterstedt, 1839) - kovovníček [*Incurvariidae*]

Boreomontánní prvek. Kovovníček je znám z horských oblastí střední Evropy a ze Skandinávie (Wojtusiak 1976). V moravskoslezském regionu doposud nalezen pouze v oblasti Pradědu a Králického Sněžníku (Wocke 1874). Povolný kovovníčka dokladuje v polovině 20. století z Pradědu. Recentně se podařilo potvrdit výskyt druhu na vrchovišti poblíž vrcholu Velkého Máje a v okolí Petrových kamenů. Výskyt na obdobných lokalitách v masivu Pradědu je pravděpodobný. Housenky na *Vaccinium myrtillus* (Wojtusiak 1976).

Materiál: Praděd, 12-13.vii.1951, 1♂, D. Povolný leg., MZMB coll.; Velký Máj, 17.vii.1999, 1♀, J. Sitek leg. et coll.; Petrovy kameny, 13.vi.2003, 1♂, T. Kuras leg. et coll.

Epichnopterix sieboldi (Reutti, 1853) - vakonoš [*Psychidae*]

Taxonomicky i ekologicky pozoruhodný druh. Poprvé vakonoše v Sudetech registruje Wocke (1872, 1876). Údaj následně přebírá Wolf (1927). Wocke motýly nachází v hřebenových partiích Krkonoš a Jeseníků (okolí Vysoké hole). Vakonoše, s výhradami, determinuje jako *Epichnopterix ardua* Mann, 1867. Skala (1929) se následně věnuje revizi sbírkového materiálu z Vysoké hole a popisuje endemický poddruh *E. plumella* (syn. *pulla*), a to ssp. *sudetica*. Posléze poddruh sám zpochybňuje (Skala 1931). Seider a Loebel (1954), kteří revidovali rod *Epichnopterix*, naopak synonymizují *E. plumella* ssp. *sudetica* s druhem *E. ardua*. Také Marciniaková (1997) ve své faunistické revizi čeledi Psychidae z území Polska hodnotí materiál ze Sudet (Krkonoše a vrchol Králického Sněžníku) jako *E. ardua*. Po více než 100 letech se vakonoše podařilo znovu nalézt ve vrcholové partii hlavního jesenického hřebene (Praděd, Petrovy kameny až Velký Máj). Sebraný materiál (♂♂) byl determinován jako *Epichnopterix sieboldi*, M. Petru det. (cf. Laštůvka & Liška 2005). Vzhledem k taxonomické obtížnosti skupiny, známým ekologickým charakteristikám *E. sieboldi* (jedná se o druh obývající ve střední Evropě podle dosavadních znalostí převážně slunná prohřátá stanoviště v nížinách až

podhorských oblastech) a vzhledu imág (♂♂) (cf. Ebert et al. 1994; SBN 1997), nelze vyloučit, že jesenická populace reprezentuje jiný taxon (poddruhové, příp. i druhové úrovně). Identický materiál byl sbírán v alpském pásmu Krkonoš (M. Petru, pers. comm.). Do doby vyjasnění taxonomického statutu sudetských populací považujeme za přiměřené uvádět je jako přínaležející k druhu *E. sieboldi*, neboť alpský taxon *E. ardua* je habituálně zřetelně odlišný, na první pohled již svou velikostí (imága jsou nápadně menší). Vaky housenek lze sbírat fakticky v celé zóně vrcholové tundry i při horní hranici lesa (mají pravděpodobně dvouletý vývoj). Imaga se vyskytují lokálně hojně v první polovině června. Samci aktivují jen za slunného počasí, převážně v dopoledních hodinách (cca od 10:00-12:30).

Materiál (příklady): Petrovy kameny, 13.vi.2004, 8♂♂, T. Kuras leg. et coll.; Vysoká hole, 21.vi.2005, 9♂♂, J. Sitek leg. et coll.

***Sterhopterix standfussi* (Wocke, 1851) - vakonoš horský [*Psychidae*]**

Boreomontánní prvek, v moravskoslezském regionu zaznamenán pouze v pohoří Hrubého Jeseníku a na Králickém Sněžníku. V Jeseníkách byl druh doposud nalezen v několika málo jedincích, a to v okolí Rejvízu (Gregor & Povolný 1947, pers. observ.), v oblasti hlavního Jesenického hřebene (Skala 1913, 1931) a okolí Karlova (pers. observ.). Živnými rostlinami housenek jsou brusnicovité rostliny (*Vacciniaceae*), SBN (1997).

Materiál: Vysoká hole, 15.vii.1996, 1ex (vak), Velká kotlina, 20.v.1999, 1♂ all T. Kuras leg. et coll.

***Tinagma* sp. - chvějivka [*Douglasiidae*]**

Ze zájmového území je znám pouze jeden exemplář (samec), ulovený F. Gregorem ve Velké Kotlině, u něhož zatím nedokážeme spolehlivě rozhodnout, zda patří ke druhu *Tinagma perdicella* Zeller, 1839 či *T. signatum* Gaedike, 1991 (jde o blízce příbuzné druhy, jež byly rozlišeny především na základě rozdílů ve stavbě kopulačních orgánů samčího pohlaví, spolehlivá determinace jedinců samčího pohlaví je problematická). Problém bude možno dále řešit po nálezů více dokladových exemplářů (nejlépe obou pohlaví), což se zatím nepodařilo. Jako živná rostlina se u druhu *T. perdicella* uvádí ostružiník (*Rubus*) (Reiprich 2001).

Materiál: Velká Kotlina, 16.vi.1949, 1♂, F. Gregor leg., MZMB coll.

***Lyonetia ledi* Wocke, 1859 - podkopníček [*Lyonetiidae*]**

Tyrfobiontní druh. Z oblasti Pradědu (= "Altvatergebiet") druh uvádí Skala (1942). Je otázkou, co se rozumí lokalizací "Altvatergebiet", a zda se případně nejedná o rašeliniště Rejvíz (cf. Gregor & Povolný 1947). V NPR Praděd se nachází několik vrchovišť, přičemž historický výskyt podkopníčka nelze vyloučit. Recentní výskyt potvrzen nebyl. Housenky minují v listech *Ledum palustre*, resp. dalších vřesovcovitých (*Ericaceae*) (Buszko 1981).

***Denisia stroemella* (Fabricius, 1781) - krásněnka [*Oecophoridae*]**

V lesních biotopech. Z České republiky doposud znám z Beskyd (Laštůvka 1993), Novohradských hor (Liška et al. 2001) a Šumavy (J. Šumpich leg.). V jediném exempláři byla krásněnka zjištěna také ve Velké kotlině. Housenky v trouchnivém dřevě starých stromů (Tokár et al. 2005).

Materiál: Velká kotlina, 28.vi.2005, 1♂, T. Kuras leg. et coll.

***Denisia nubilosella* (Herrich-Schäffer, 1854) - krásněnka [*Oecophoridae*]**

Montánní druh preferující biotop horských smrčín, zejména rozvolněné porosty při horní hranici lesa. Výskyt znám z řady pohoří Česka, především pak ze západní poloviny území. Z území moravskoslezského regionu poprvé publikován Hudečkem z okolí Litovle (cf. Laštůvka et al. 1993), v poslední době zjištěn také v masivu Králického Sněžníku a na rašeliništi u Rejvízu (pers. observ.). V zájmovém území NPR Praděd výskyt doložen prostřednictvím nálezů z Velké Kotliny v polovině 20. století, recentně nepotvrzen. Jako živná rostlina se v literatuře uvádí jehličnany, především smrk ztepilý (*Picea abies*) (cf. Reiprich 2001, Tokár a kol. 2005).

Materiál: Velká Kotlina, 16.vi.1949, 1♂, F. Gregor leg., MZMB coll.

***Elachista* sp. (cf. *humilis* Zeller, 1850) - trávníček [*Elachistidae*]**

Ze Slezska *E. humilis* poprvé uvádí, bez bližší lokalizace, Wocke (1874). Teprve Laštůvka et al. (1993) podávají konkrétní nález *E. humilis* z Velké kotliny (pers. observ.), zmíněný nález se však ve skutečnosti vztahuje k tomuto zatím bližší neurčenému taxonu, který je z autorům známých druhů čeledi *Elachistidae* nejbližší příbuzný právě *E. humilis* (proto byl také původně takto určen). Další jedinci byli sbíráni v pramenné oblasti Bílé Opavy v okolí Barborky. Druh je předmětem dalšího studia. (Vlastní *E. humilis* není doposud z Hrubého Jeseníku doložen, z Vysokých Sudet je znám pouze z moravské strany masivu Králického Sněžníku, pers. observ.)

Materiál: Velká Kotlina, 15.vii.1991, 1♂, J. Liška leg.; Tabulové skály, 16.vii.1999, 1♂, J. Sitek leg., J. Liška coll.; Barborka, 13.vi.2003, 2♂♂, 1♀, T. Kuras leg., coll. J. Liška.

Coleophora glitzella Hofmann, 1869 - pouzdrovníček [*Coleophoridae*]

Z Jeseníků pochází jediný recentní údaj z NPR Praděd. Zde byl pouzdrovníček nalezen na vrchovišti na Velkém Máji; výskyt na obdobných biotopech v okolí je pravděpodobný. Housenka má dvouletý vývoj, staví si ochranné pouzdro. Žír prodělává převážně na *Vaccinium vitis-idaea*, viz např. Gregor et al. (1984).

Materiál: Velký Máj, 17.vii.1999, 1♂, J. Sitek leg. et coll.

Scythris fallacella (Schläger, 1847) - smutníček [*Scythrididae*]

Druh v Evropě široce rozšířený, často nalézáný v podhorských a horských oblastech. Výskyt je znám i z nížin a pahorkatin, např. ze Saska (cf. Sutter 1994). Z území NPR Praděd je doložen pouze jeden exemplář, pocházející ze sbírky D. Povolného (s ručně psaným lokalitním štítkem "Praděd"). Housenky se vyvíjejí na devaterníku (*Helianthemum*) (Bengtsson 1997), který vzácně na několika místech v zájmovém území roste. **Nový druh pro faunu České republiky.**

Materiál: Praděd, 12.-13.vii.1951, 1♂, D. Povolný leg., MZMB coll.

Bryotropha boreella (Douglas, 1851) - makadlovka [*Gelechiidae*]

Vzácný druh, jehož rozšíření a ekologické nároky nejsou ve střední Evropě doposud uspokojivě objasněny. Nejvíce nálezů pochází z rašelinných biotopů, a to jak z horských poloh (Šumava), tak i poloh středních (přechodová rašeliniště Třeboňské pánve) (cf. Elsner et al. 1999). Ze zájmového území je znám pouze jeden exemplář dokladovaný D. Povolným. Housenky se vyvíjejí na meších (Elsner et al. 1999). **Nový druh pro faunu Moravy.**

Materiál: Praděd, 12.-13.vii.1951, 1♂, D. Povolný leg., MZMB coll.

Chionodes viduella (Fabricius, 1794) - makadlovka horská [*Gelechiidae*]

Vzácný boreomontánní prvek. Z České republiky je tato makadlovka doposud uváděna pouze ze Šumavy, Jizerských hor, Krkonoš a z Hrubého Jeseníku. Biotopicky je motýl vázán na rašeliniště, resp. subalpínskou keříčkovitou vegetaci. Z Jeseníků jsou doposud známy dva nálezy, první je údaj Wockeho (1874) z oblasti Pradědu, který následně přebírá Skala (1913), další nález uskutečnil v polovině 20. století D. Povolný, rovněž v oblasti Praděda. Housenky jsou polyfágní (např. *Betula*, *Vaccinium*, *Rubus*) (Huemer & Karsholt 1999, Elsner et al. 1999).

Materiál: Praděd, 12.-13.vii.1951, 1♂, D. Povolný leg., MZMB coll.

Sparganothis rubicundana (Herrich-Schäffer, 1856) - obaleč [*Tortricidae*]

Euboreální prvek s výrazným disjunktním areálem (druh byl vědecky popsán právě na základě materiálu pocházejícího z oblasti Vysokých Sudet). Ve střední Evropě se vyskytuje pouze v arкто-alpinní tundře Hrubého Jeseníku a Králického Sněžníku. Relativně souvislý výskyt pokračuje až v severní polovině Skandinávie. Obaleč byl nalezen poprvé v okolí Malého Dědu v polovině 19. století (Wocke 1850). Většina dalších autorů tento údaj přebírá (Kolenati 1859; Skala 1913). Opětovně byl druh na území NPR nalezen po více než 100 letech (detailní přehled lokalit podává Kuras & Helová 2002). Z terénního sledování vyplývá, že motýl je na alpských holích rozšířen, ale vyskytuje se spíše jednotlivě až vzácně. Hojný a pravidelný výskyt byl pozorován na dvou lokalitách, tj. na vrchovišti na Velkém Máji a na vyfoukávaném SZ úbočí Vysoké hole. Naopak se nepodařilo potvrdit výskyt na Malém Dědu (cf. Wocke 1850). Motýli poletují převážně ve dne (za teplých nocí přilétají také ke světlu) od začátku července do začátku srpna. Housenky jsou vázány na *Vaccinium myrtillus* (Razowski 2002). Při zběžném srovnání jedinců původem z Hrubého Jeseníku s jedinci původem ze Skandinávie vykazuje jesenícká populace odchylnou kresbu i tvar křídel.

Materiál (příklady): Praděd, 12.-13.vii.1951, 1♂, D. Povolný leg., coll. MZM Brno; Velký Máj, 29.vii.1997, 2♂♂, 24.vii.1998, 4♂♂, 17.vii.1999, 8♂♂; Vysoká hole-Petrovy kameny, 14.vii.2002, 12♂♂, 2♀♀, all T. Kuras leg. et coll.

Clepsis steineriana (Hübner, 1899) - obaleč [*Tortricidae*]

Montánní a subalpínský druh, s těžištěm rozšíření v alpské oblasti. Otázka výskytu druhu *C. steineriana* v Jeseníkách je velmi zajímavá. V roce 1960 popsal německý lepidopterolog H. J. Hannemann obaleče *Clepsis roganodes*, a to na základě velmi starého muzejního materiálu (1♂, pocházejícího ze sbírky O. Staudingera a etiketovaného „Altwatergebirge, 6.63. J.“) (cf. Hannemann 1960). Lokalitu lze spolehlivě interpretovat jako moravskoslezské Jeseníky, byť Hannemann (1961) ve své monografii o střeoevropských obalečích udává zemi původu Polsko (omyl zřejmě vznikl kvůli skutečnosti, že naprostá většina historického Slezska se od konce druhé světové války nalézá v Polsku). *Clepsis roganodes* byl později synonymizován s *C. steineriana* a toto taxonomické pojetí je doposud platné (Razowski 2002, Aarvik 2009). Kromě zmíněného holotypu *C. roganodes* jsou autorům tohoto příspěvku do současnosti z Jeseníků známy pouze dva další exempláře (samci), které se podařilo objevit ve sbírce MZM v Brně, a které pocházejí z počátku 50. let minulého století z oblasti Pradědu

(Povolný lgt.). Habitem odpovídají originálnímu popisu Hannemanna (1960) a na první pohled skutečně nápadně připomínají druh *C. rogana* (jsou však poněkud větší a světlejší - spolehlivé rozlišovací znaky poskytuje především srovnání morfologie kopulačních orgánů; Hannemann 1960, 1961; Razowski 2002). Na tomto místě je také vhodné upozornit na nápadný rozdíl ve zbarvení samců jesenické populace (a shodně vyhlížející populace ze slovenských Vysokých Tater) ve srovnání s „typickými“ *C. steineriana* z alpské oblasti, což ostatně velmi pravděpodobně způsobilo, že Hannemann tento druh při popisu *C. roganodes* nevzal vůbec do úvahy. U všech námi revidovaných jedinců ze sudetských a západokarpatských pohoří (celkem 11 ex.) nebyla přítomna zřetelná kresba na předních křídlech, zatímco u jedinců alpských (materiál ze slovenských a rakouských Alp) byla vždy přítomna nápadná načervenalá kresba.

Recentní výskyt druhu *C. steineriana* se v Jeseníkách potvrdit nepodařilo. Je zřejmé, že problematika taxonomického postavení *C. steineriana* (viz možný subspecifický status) a současný výskyt v pohoří představují mimořádně zajímavé téma. Zbývá dodat, že housenky *C. steineriana* jsou polyfágní, jako živné rostliny jsou nejčastěji uváděny brusnice (*Vaccinium*).

Materiál: Praděd, 12.-13.vii.1951, 2♂, D. Povolný leg., MZMB coll.

***Clepsis rogana* (Guenée, 1845) - obaleč [Tortricidae]**

Boreoalpinní prvek. V České republice je výskyt znám pouze z Krušných hor (jen starší nálezy), Králického Sněžníku a Hrubého Jeseníku. Obaleč je v zájmovém území NPR rozšířen souvisle v pásmu arкто-alpinní tundry a je zde poměrně hojný. Motýli se objevují od konce června do poloviny srpna. Housenky jsou polyfágní (Razowski 2002), živnou rostlinou jsou především brusnice (*Vaccinium*).

Materiál (příklady): Velká Kotlina, 15.vii.1991, 1♀, J. Liška leg. et coll.; Velký Máj 17.vii.1999, 3♂♂; Vysoká hole 17.vii.1997, 1♀, all T. Kuras leg. et coll.; Praděd, 16.vii.1999, 1♀, 7.vii.2000, 3♂♂; Malý Děd, 18.vii.1999, 1♂; Velká kotlina, 21.vi.2005, 1♂, all J. Sitek leg. et coll.

***Olethreutes mygindiana* (Dennis & Schiffermüller, 1775) - obaleč [Tortricidae]**

Tyrfofilní druh. Z Pradědu obaleče uvádí Skala (1913) jakožto první nález na Moravě. Opětovně zde obaleč nebyl nalezen. Housenky na vegetaci brusnic (Razowski 2003).

***Epermenia insecurellus* (Stainton, 1849) – zoubkovník [Epermeniidae]**

Ve střední Evropě považován spíše za teplomilný druh. O jeho rozšíření na Moravě a ve Slezsku nejsou k dispozici prakticky žádné informace (je známo pouze několik izolovaných nálezů). Odchycené imágo ve Velké Kotlině představuje cenný doklad o výskytu druhu v celé oblasti severní Moravy a Slezska, do doby potvrzení výskytu nálezy dalších exemplářů však jeho trvalá přítomnost v zájmovém území zůstává sporná. Jako živná rostlina se uvádí lněnka (*Thesium*) (Reiprich 2001), která se v zájmovém území vyskytuje.

Materiál: Velká Kotlina, 15.vii.1991, 1♂, J. Liška leg. et coll.

***Hellinsia tephradactyla* (Hübner, 1813) - pernatuška lesní [Pterophoridae]**

Evropský prvek. Doposud znám jen z několika málo nálezů z Čech (Sterneck & Zimmermann 1933). V moravskoslezském regionu byla pernatuška opakovaně nalezena pouze ve Velké kotlině, viz Sitek (2000), 3ex byly tamtéž odchyceny do Malaiseho pasti v roce 2004 (J. Roháček & J. Ševčík leg.). Motýli se vyskytují v červenci. Housenky na *Solidago virgaurea*, resp. dalších bylinách (*Aster*, *Bellis perennis*) (Gielis 1996).

Materiál: Velká kotlina, 18.vii.1999, 1♂, J. Sitek leg. et coll.

***Gesneria centuriella* (Den. & Schiff., 1775) - šedovníček horský [Crambidae]**

Boreomontánní prvek. Z moravskoslezského regionu pocházejí jen starší neopakované údaje z Pradědu, Králického Sněžníku (Wocke 1874, Skala 1913) a poněkud problematický nález z Chřibů (Elsner et al. 1997). Z oblasti Velké Javořiny (SR) dokumentuje výskyt Hrubý (1964). Recentní záznamy z České republiky nejsou známy (srovnej Laštůvka & Liška 2005). Housenky na meších a lišejnicích (Slamka 1995).

***Eudonia petrophila* (Standfuss, 1848) - šedovníček [Crambidae]**

Montánní druh. V moravskoslezském regionu byl šedovníček nalezen pouze v nejvyšších polohách Hrubého Jeseníku a na Králickém Sněžníku (Skala 1913). V Jeseníkách je poměrně rozšířen, nikde ale není hojný. Většina nálezů pochází ze subalpínských poloh. V NPR Praděd je šedovníček plošně rozšířen. Imaga se vyskytují v červenci a srpnu. Housenky na meších, řasách a lišejnicích, které obrůstají skály (Goater et al. 2005).

Materiál (příklady): Petrovy kameny, 31.vii.1973, 1♂, V. Felix leg., SZMO coll.; Velká Kotlina, 15.vii.1991, 2♂♂, J. Liška leg. et coll.; Vysoká hole, 17.vii.1999, 1♂; Barborka, 28.vi.2003, 1♂; Švýčárna, 28.vii.2006, 1♂, all T. Kuras leg. et coll.; Malý Děd, 18.vii.1999, 1♂, J. Sitek leg. et coll.

Eudonia sudetica (Zeller, 1839) - šedovníček sudetský [*Crambidae*]

Boreomontánní prvek. Ve střední Evropě je rozšířen lokálně v horských oblastech. Souvislý areál má druh ve Skandinávii. V Jeseníkách se vyskytuje jednotlivě v horských listnatých a smíšených lesích. V NPR Praděd je šedovníček plošně rozšířen. Housenky na meších, které rostou na stromech (Goater et al. 2005).

Materiál (příklady): Volárka, 27.vii.1998, 1♂; Vysoká hole, 17.vii.1996, 1♂, all T. Kuras leg. et coll.

Crambus uliginosellus Zeller, 1850 - travařík [*Crambidae*]

Mokřadní druh. Z Pradědu travaříka uvádějí Wocke (1850) a Assmann (1852); údaje přebírá Skala (1913). Následně nebyl travařík v regionu sbírán, recentní výskyt nelze vyloučit. Nejbližše lokalizované nálezy pocházejí z Rejvízu (Povolný & Gregor 1947). Housenky jsou oligofágní, vývoj prodělávají na travách (Slamka 1995).

Catoptria petrificella (Hübner, 1796) - travařík [*Crambidae*]

Alpínský prvek. V České republice se vyskytuje pouze ve vrcholových partiích Hrubého Jeseníku; nejbližší další lokality se nacházejí na Slovensku (Slamka 1995). V Hrubém Jeseníku se zavíječ vyskytuje pravidelně v pásmu travnaté arko-alpinní tundry. Motýlí se objevují v červenci a srpnu. Housenka a její bionomie není známa (Slamka 1995).

Materiál (příklady): Petrovy kameny, 31.vii.1973, 1♂, 2.viii.1973, 1♂, V. Felix leg., SZMO coll.; Velká Kotlina (horní hrana), 15.vii.1991, 1♂, 1♀, J. Liška leg. et coll.; Kamzičnick, 21.vii.1996, 1♂; Velký Máj, 28.vi.2003, 1♂; Volárka, 26.vii.1998, 1♂, Vysoká hole, 14.vii.1995, 2♂♂, 29.vii.1996, 1♂, 18.vii.1997, 1♂, all T. Kuras leg. et coll.; Praděd, 7.vii.2000, 1♂, 1♀, 6.vii.2006, 1♂, 1♀, all J. Sitek leg. et coll.

Parnassius apollo (Linnaeus, 1758) - jasoň červenooký [*Papilionidae*]

Zvláště chráněný druh. Z Jeseníků pochází více lokalizovaných záznamů, také z NPR Praděd. Zmínku o výskytu *P. apollo* z NPR Praděd lze najít v práci Kolenatiho (1859), kde se píše: "... Dürfte auch im Kessel vorkommen." Je pravděpodobné, že se jedná o lokalitu Velká kotlina. Nejbližší další populace se nacházely v okolí Vrbna p. Pradědem (Mnichov), Rabštejna, Zlatých hor a města Jeseníku (Pax 1919). Na všech jesenických lokalitách jasoň vyhynul na přelomu 19. a 20. stol. (Beneš & Konvička 2002). Příčiny vymření jasoně ve východních Sudetech nejsou zcela zřejmé. Patrně souvisí se změnou extenzivního hospodaření v krajině a zalesňováním regionu.

Parnassius mnemosyne (Linnaeus, 1758) - jasoň dymnivkový [*Papilionidae*]

Zvláště chráněný druh. Známý jsou pouze starší nálezy z okolí Pradědu (Komárek 1949; Stiova 1984; Kuras et al. 2000). Aktuálně se na území NPR Praděd nevyskytuje. Nejbližší recentní výskyt je znám z Kout nad Desnou (Kuras & Konvička 2002). Je tedy pravděpodobné, že historické záznamy se vážou k údolí Divoké Desné. Odtud mohli jednotliví motýli migrovat také do vyšších poloh. Příčiny vymizení jasoně je možno přičíst změně skladby a obhospodařování lesních porostů, regulaci toku Divoké Desné a výstavbě údolní komunikace (viz VD Dlouhé Stráně). Jesenická populace je řazena k poddruhu *P. m. silesiacus* Fruchstorfer, 1916, který na většině původních lokalit vyhynul (Kuras et al. 2000).

Pieris bryoniae (Hübner, 1806) - bělásek horský [*Pieridae*]

Druh, jehož taxonomický status není vyjasněn. Z České republiky je bělásek hlášen z Moravského krasu a z Bílých Karpat (Beneš & Konvička 2002). Z 19. století pocházejí údaje o výskytu na Králickém Sněžníku, z okolí Pradědu a Malého Dědu (Wocke 1859, 1872; Wolf 1927). Poblíž Švýcárny byl chycen tmavý jedinec se znaky *P. bryoniae*. Vzhledem k nedořešené taxonomické otázce *Pieris napi-bryoniae* komplex (Eitschberger 1984; Kudrna & Geiger 1985) nelze vyloučit, že se jednalo o tmavou formu *P. napi*. Bělásek obývá vysokostébelné nivy horských potoků, okraje lesů apod. Housenky na brukvovitých rostlinách (*Brassicaceae*) (Beneš & Konvička 2002).

Materiál: Švýcárna, 21.vii.1994, 1♀, T. Kuras leg. et coll.

Maculinea arion (Linnaeus, 1758) - modrásek černoskvřinný [*Lycanidae*]

Zvláště chráněný druh. Z okolí Pradědu (= *Altwatergebiet*) uvádí druh poprvé Skala (1931). Posléze modrásek nebyl v regionu znovu nalezen (cf. Kudla 1970). Vzhledem k biotopovým nárokům druhu se Skalova (1931) lokalizace patrně vztahovala na některou níže situovanou podhorskou pastvinu. Housenky jsou myrmekofilní. Současný výskyt je v NPR i v širším regionu málo pravděpodobný (cf. Beneš & Konvička 2002).

Argynnis niobe (Linnaeus, 1758) - perleťovec maceškový [*Nymphalidae*]

Ohrožený a velmi lokální druh. Z okolí Pradědu (= *Altwatergebiet*) perleťovce poprvé dokumentuje Kolenati (1859); údaj přebírá Skala (1912). Je pravděpodobné, že se jednalo o některou z níže položených, extenzivně obhospodařovaných podhorských luk (podobně jako v případě *M. arion*). Ještě v polovině 20. stol. perleťovce

registruje v okolí Karlova Kudla (1970). Housenky na violkách (*Viola*). Současný výskyt je v regionu málo pravděpodobný (cf. Beneš & Konvička 2002).

Erebia epiphron (Knoch, 1783) - okáč horský [*Nymphalidae*]

Alpínský prvek, který obývá hole nad horní hranicí lesa. Původní výskyt v ČR je pouze v oblasti hlavního jesenického hřebene. Druhotně byl okáč vysazen ve 30. letech 20. stol. do Krkonoš (Soffner 1967). V Jeseníkách se okáč vyskytuje v endemickém poddruhu *E. e. silesiana*. Druh obývá arкто-alpinní jesenickou tundru a je zde poměrně hojný. Vyskytuje se téměř souvisle od Švýcarska po Malý Děd, na vrcholu Pradědu a v okolí Barborky a od Petrových kamenů, přes Vysokou holi, Velký Máj, Jelení Hřbet, Břidličnou až po Ztracené kameny. Izolovaný výskyt byl zaznamenán také na Mravenečníku a Vřesníku (Kuras et al. 2001b). Housenky jsou oligofágní, vývoj na travách (Kuras et al. 2001a).

Materiál (příklady): Malá kotlina, 27.vii.1998, 1♂; Velký Máj, 30.vii.1998, 1♂; Barborka, 14.vii.2002, 1♂; Švýcarsko, 28.vii.2006, 1♀, all T. Kuras leg. et coll.

Erebia sudetica Staudinger, 1861 - okáč menší [*Nymphalidae*]

Zvláště chráněný druh, alpínský prvek. V ČR se vyskytuje v nominotypickém poddruhu *E. s. sudetica*, a to pouze v Hrubém Jeseníku a v přilehlé části Králického Sněžníku (Kuras et al. 2001a,b). Okáč obývá bezlesé enklávy při horní hranici lesa (prameniště, kary, vysokostébelné nivy ap.), místy sestupuje i hluboko pod alpínskou hranici lesa (Kuras et al. 2001b). Některé populace jsou ohroženy expandující kosodřevinou (viz Jelení studánka, Malý Děd aj.). Nejpočetnější populace okáče byly zaznamenány v okolí Barborky, Švýcarska a v Malé Kotlině (Kuras et al. 2001b). Housenky jsou oligofágní, vývoj na travách (Kuras et al. 2001a).

Materiál (příklady): Barborka, 14.vii.2002, 12♂♂, 1♀, 1.vii.2007, 6♂♂, 2♀♀; Švýcarsko 28.vii.2006, 1♂, 1♀, all T. Kuras leg. et coll.

Isturgia roraria (Fabricius, 1776) - kropenatec kručinkový [*Geometridae*]

Z okolí Pradědu (= *Altvaltergebiet*) uvádí píďalku Skala (1931), posléze druh v regionu nebyl zaznamenán (cf. Kudla 1970). Nejbližší lokality se nacházejí v Bílých Karpatech (Králíček & Gottwald 1987). Vzhledem k biotopovým nárokům píďalky se lokalizace pravděpodobně vztahuje na některou z níže situovaných podhorských luk. Housenky na *Sarothamnus scoparius* a *Genista* (Fajčík & Slamka 1996). Recentní výskyt v regionu je málo pravděpodobný.

Elophos dilucidarius (Denis & Schiffermüller, 1775) - širokřídlec květeloý [*Geometridae*]

Boreomontánní prvek. Poprvé píďalku z Hrubého Jeseníku (Malý Děd) uvádí Wocke (1850). Širokřídlec obývá bezlesá stanoviště a rozvolněné lesní porosty při horní hranici lesa. Druh má afinitu k otevřeným biotopům. V některých letech přilétal v hojném počtu ke světlu. Imaga se vyskytují v červenci a první polovině srpna. Housenky jsou polyfágní (Fajčík & Slamka 1996).

Materiál (příklady): Malá kotlina, 2.viii.1996, 1♂; Velká kotlina, 7.vii.1998, 1♂; Švýcarsko, 28.vii.2006, 2♂♂, all T. Kuras leg. et coll.; Velká kotlina, 18.vii.1999, 1♂, 3.viii.1999, 1♂, all D.Vacula leg. et coll.

Elophos vittaria (Thunberg, 1788) - širokřídlec skvrnopásný [*Geometridae*]

Boreomontánní prvek. Poněkud vzácnější než předešlý *E. dilucidarius*. Vyskytuje se především v pásmu horských jehličnatých a smíšených lesů. V NPR Praděd je široce rozšířen, jednotlivé nálezy pocházejí prakticky z celého území rezervace. Imaga se vyskytují od poloviny června do začátku srpna. Housenky jsou polyfágní (Fajčík & Slamka 1996).

Materiál (příklady): Malá kotlina, 4.viii.1998, 1♂; Barborka, 13.vi.2003, 2♂♂, 28.vi.2003, 2♂♂, all T. Kuras leg. et coll.; Velká kotlina, 7.vii.2000, 3♂♂, 20.vi.2005, 1♂, all J. Sitek leg. et coll.; údolí Bílé Opavy, 14.vi.2001, 2♂♂, D. Vacula leg. et coll.

Glacies alpina (Scopoli, 1763) - huňatec alpínský [*Geometridae*]

Alpínský prvek. V ČR se vyskytuje pouze v Krkonoších, Hrubém Jeseníku a na Králickém Sněžníku (Wocke 1872). V Jeseníkách jen v NPR Praděd a to jednotlivě až vzácně ve vrcholové části hlavního jesenického hřebene (Praděd, Petrovy kameny, Vysoká hole, Větrná louka, Velký Máj). Na Malém Dědu nebyl recentně zaznamenán. Motýli poletují za slunečného počasí od poloviny června do července. Housenky na *Vaccinium* (Fajčík & Slamka 1996).

Materiál: Velká Kotlina (horní hrana), 15.vii.1991, 1♀, J. Liška leg. et coll.; Velký Máj, 20.vi.1999, 1♂, 28.vii.2003, 2♂♂, 1♀; Vysoká hole, 6.vii.2009, 1♀, all T. Kuras leg. et coll.; Petrovy kameny, 26.vi.2001, 1♂, J. Sitek leg. et coll.

***Chloroclysta miata* (Linnaeus, 1758) - píďalka zimující [Geometridae]**

Z Jeseníků (= *Gesenke*) píďalku poprvé zmiňuje Wocke (1872), údaj přebírá Skala (1913). Píďalka se vyskytuje lokálně v horských listnatých a smíšených lesích. V NPR Praděd byla nalezena ve více exemplářích v okolí Ovčárny a ve Velké kotlině. Je velmi pravděpodobné, že druh uniká pozornosti a v regionu bude rozšířen. Motýli mají pozdní výskyt, tj. od září. Housenky na listech *Salix* a *Sorbus* (Fajčík & Slamka 1996).

Materiál: Barborka, 23.ix.1999, 1♂, T. Kuras leg. et coll.; Barborka, 9.ix.2003, 1♂, D. Vacula leg. et coll.; 7.x.2004, 1♀, J. Sitek leg. et coll.

***Hydriomena ruberata* (Freyer, 1831) - píďalka rudokřídla [Geometridae]**

Boreomontánní prvek. Na Moravě byla píďalka nalezena v Hrubém Jeseníku (Skala 1923). Nejbližší další lokality se nacházejí v oblasti Českomoravské vrchoviny (cf. Šumpich 2001, Dvořák & Šumpich 2005). Vyskytuje se lokálně a jednotlivě podél horských toků (olšiny, vrbiny) a na rašeliništích. V Hrubém Jeseníku byla zjištěna v údolí Bílé Opavy (Karlova Studánka až Ovčárna), údolí Divoké Desné a na Rejvízu (pers. observ.). Motýli se vyskytují v průběhu června. Housenky na listech *Salix* (Fajčík & Slamka 1996).

Materiál: údolí Bílé Opavy, 14.vi.2001, 1♂, D. Vacula leg. et coll.

***Rheumaptera subhastata* (Nolcken, 1807) - píďalka skvrnitá [Geometridae]**

Boreomontánní prvek. V moravskoslezském regionu byla píďalka nalezena pouze v Hrubém Jeseníku (Skala 1931) a v Rychlebských horách (pers. observ.). Většina recentních nálezů je situována do pásma subalpínských listnatých křovin (okolí Ovčárny, Velká kotlina, Sedlové rašeliniště u Kurzovní chaty). Zde se vyskytuje zpravidla lokálně a jednotlivě (v r. 1994 hojný výskyt na Sedlovém rašeliništi). Motýli mají převážně denní aktivitu, vyskytují se v červnu. Housenky na listech *Vaccinium* (Fajčík & Slamka 1996).

Materiál (příklady): Ovčárna, 20.vi.1999, 1♂; Petrovy kameny 6.vii.2009, 1♀, all T. Kuras leg. et coll.; Velká kotlina, 21.vi.2005, 1♀, J. Sitek leg. et coll.

***Perizoma affinitatum* (Stephens, 1831) - píďalka kohoutková [Geometridae]**

Boreomontánní prvek. Na Moravě byla píďalka nalezena pouze v pohoří Hrubého Jeseníku (Skala 1913) a v Beskydech (pers. observ.). V NPR Praděd byl druh pravidelně pozorován v pásmu horských smrčín v závěru údolí Bílé Opavy a ve Velké kotlině. Motýli se vyskytují od poloviny června do poloviny července. Housenky na květenstvích *Melandrium* a *Lychnis* (Fajčík & Slamka 1996).

Materiál (příklady): Velká kotlina, 19.vi.1999, 2♂♂, 7.vii.2000, 3♂♂, 1♀, all T. Kuras leg. et coll.; Barborka, 27.vi.2002, 2♂♂, D. Vacula leg. et coll.

***Perizoma minoratum* (Treitschke, 1828) - píďalka menší [Geometridae]**

Boreomontánní prvek. Na Moravě byla píďalka nalezena pouze v pohoří Hrubého Jeseníku (Skala 1913) a v Beskydech (pers. observ.). Z NPR Praděd pochází starý nález z okolí Švýčárny (Skala 1913). Jediný další údaj z Hrubého Jeseníku zaznamenávají Vaněk a Sitek (1983) z okolí Horní Lipové. Píďalka osidluje horské louky, často i nad horní hranici lesa. Housenky v květenstvích a semenících *Euphrasia* (Mironov 2003).

***Eupithecia silenata* Assmann, 1848 - píďalička silenková [Geometridae]**

Alpínský prvek. Z Hrubého Jeseníku je znám pouze z historických záznamů z Velké kotliny a z Pradědu (Wocke 1872). Záznam přejímá Skala (1913). V revidovaném sbírkovém materiálu byly nalezeny exempláře z r. 1939. Nověji nebyl druh v regionu sbírán, je ale pravděpodobné, že se zde stále vyskytuje. Živnými rostlinami housenek jsou květenství a semeníky *Silene vulgaris* a *S. gallica* (Mironov 2003).

Materiál: "Jeseníky", 30.v.1939, 2♀♀, F. Dias leg., D. Vacula coll.

***Polychrisia moneta* (Fabricius, 1787) - kovolessklec omějový [Noctuidae]**

Lokální, vzácný horský druh kovolessklece, který je svým vývojem vázán na nivy horských potoků a prameniště s bohatým porostem oměje. Z Pradědu existuje jediný, později neopakovaný, údaj o výskytu kovolessklece (Neustädt 1855), který přebírá Skala (1931). Housenky na listech *Aconitum*, vzácněji také *Delphinium*, *Trollius*, *Consolida* (Goater et al. 2003).

***Syngrapha ain* (Hochenwarth, 1785) - kovolessklec modřínový [Noctuidae]**

Eurosibijský prvek, ve střední Evropě obývá především horské a podhorské oblasti. Z okolí Barborky kovolessklece uvádí Kudla (1970) a obdobně z Pradědu Uříčář (1994). Další lokality výskytu sledují regionálně rostoucí modřín viz Malá Morávka (sběry z 80. let 20. stol., J. Horský, pers. comm.; Kudla 1970) a Karlov (sběry z 80. let 20. stol., D. Vacula, pers. comm.). Housenka je monofágní, vývoj probíhá na jehlicích *Larix decidua* (Goater et al. 2003).

***Trichosea ludifica* (Linnaeus, 1758) - běloskvrnka jeřábová [Noctuidae]**

Euroasijský prvek. Lokální a vzácný druh, který je vázán na jeřábové smrčiny, druhotně rovněž na výsadby jeřábů v horských údolích a podél komunikací. Z moravskoslezského regionu existuje jen několik málo nálezů z Králického Sněžníku a z Hrubého Jeseníku (Skala 1912; Kudla 1970). V pohoří Hrubého Jeseníku byla běloskvrnka nalezena v okolí Švýčárny, Karlovy Studánky (Kudla 1970) a v Malé Morávce (sběry z 80. let 20. stol., J. Horský, pers. comm.). Housenky na listnatých dřevinách, preferují listy jeřábu *Sorbus aucuparia* (Fajčík 1998).

***Dasypolia templi* (Thunberg, 1792) - dřevobarvec bolševníkový [Noctuidae]**

Eurosibijský prvek, ve střední Evropě obývá především horské oblasti. Na Moravě poprvé nalezen Starým (1973) v okolí Kurzovní chaty (v masivu Pradědu). Hrubý Jeseník je doposud jedinou oblastí výskytu druhu na Moravě. Doposud znám z lokalit: Tabulové skály, Barborka, Ovčárna, údolí Bílé Opavy, Karlova Studánka, Karlov, Stará Ves u Rýmařova, údolí Divoké Desné a NPR Rejvíz (pers. observ.). Výskyt na dalších místech je pravděpodobný. Imaga se vyskytují v pozdním létě a na podzim (od poloviny září a následně po přezimování). Housenky v kořenech a oddencích *Heracleum*, *Ferula*, *Angelica*, *Aegopodium* (Ronkay et al. 2001).

Materiál (příklady): Barborka, 23.ix.1999, 3♂♂; Ovčárna, 9.ix.2003, 1♂, all T. Kuras leg. et coll.; Tabulové skály, 20.ix.2006, 1♂, 4♀♀, J. Sitek leg. et coll.

***Polymixis xanthomista* (Hübner, 1803) - pestroskvrnka podzimní [Noctuidae]**

Atlanto-mediteránní prvek, lokální a vzácný s výraznou vazbou na skalnaté biotopy. Z Moravy jen několik málo vesměs starších nálezů z jižní Moravy (Skala 1912; Laštůvka & Marek 2002). Podle různých autorů se jedná o teplomilný druh, což nekoresponduje s opakovanými nálezy v okolí Pradědu (Ovčárna, Tabulové skály, Barborka). Imaga se vyskytují v pozdním létě a na podzim (září-říjen, společně s *D. templi*). Housenky jsou polyfágní (Ronkay et al. 2001).

Materiál: Barborka, 21.ix.2001, 1♂; Ovčárna, 9.ix.2003, 1♂, all T. Kuras leg. et coll., Ovčárna, 7.x.2004, 1♂, D. Vacula leg. et coll.

***Coranarta cordigera* (Thunberg, 1788) - můra vlochyňová [Noctuidae]**

Boreomontánní prvek s výraznou vazbou na rašeliniště. Z Moravy a Slezska pocházejí dva staré údaje (Malý Děd: Wocke 1848 a okolí Vidnavy: Skala 1923). Díky přítomnosti rozsáhlého vrchoviště ve vrcholové partii Malého Dědu je historický výskyt možný i zde. Recentní přerůstání lokality nepůvodní borovicí klečí aktuální přežívání druhu vylučuje. Housenky na listech *Vaccinium uliginosum* (Hacker et al. 2002). V současnosti je můra na Moravě považována za vyhynulou (Laštůvka & Liška 2005).

***Papestra biren* (Goeze, 1781) - můra sivá [Noctuidae]**

Boreomontánní prvek. Vyskytuje se jednotlivě v zóně rozvolněných jehličnatých lesů při horní hranici lesa (líhnoucí se motýly bylo možno nalézt také v pásmu arкто-alpinní tundry). V regionu druh poprvé zaznamenává Wocke (1872), údaj přebírá Skala (1931). Dosavadní nálezy pocházejí z okolí Barborky, Kurzovní chaty, Ovčárny, Velké kotliny, vrcholu Pradědu, Vysoké hole a Velkého Máje. Dále byl druh zaznamenán v údolí Divoké Desné (pers. observ.) a v NPR Revíz (Kudla 1970). Motýli létají v červnu a začátkem července. Housenky jsou polyfágní s preferencí k *Vaccinium* (Hacker et al. 2002).

Materiál (příklady): Vysoká hole, 15.vii.1994, 4♂♂; Velký Máj, 12.vii.2001, 1♂; Barborka, 16.vii.1999, 2♂♂, 15.vii.2001, 2♂♂, 14.vii.2002, 1♂; Petrovy kameny, 13.vi.2003, 2♂♂, 1♀, all T. Kuras leg. et coll.; Velká kotlina, 3.vi.2005, 1♀, J. Sitek leg. et coll.

***Diarsia mendica* (Fabricius, 1775) - osenice lesní [Noctuidae]**

Eurosibijský prvek. V rámci areálu vytváří osenice několik poddruhů (Fibiger 1993). V Hrubém Jeseníku obývá pásmo horských lesů, velmi hojná bývá v zóně arкто-alpinní tundry. Němečtí autoři (Wocke 1850, 1872; Kolenati 1859; Skala 1912; Wolf 1935) osenici řadí k samostatné geografické rase var. *conflua*, příp. jako *Agrotis conflua* Treitschke, 1827. Fibiger (1993) synonymizuje taxon *conflua* s nominotypickým *D. m. mendica*. V kresbě křídel je jesenícká populace *D. mendica* mimořádně variabilní, přičemž jedinci z hřebenových partií vykazují celodenní aktivitu a vzhledově jsou podobní spíše severským poddruhům z oblasti Skotska. Motýli se vyskytují v červenci a srpnu. Nápadným populačním fenoménem osenice je výrazná fluktuace v abundanci. Zatímco v letech 1991-2001 patřila osenice k dominantním motýlům jesenícké tundry (přilet na světlo i přes 300 ex./hod.), od r. 2002 populační stavy prudce poklesly a druh je pozorován jednotlivě. Od r. 2008 je osenice pozorována v pásmu holí opět pravidelně a hojně na květech rdesna, hojně přilétá také ke světlu. Housenky jsou polyfágní Fibiger (1993).

Materiál (příklady): Švýcárna, 3.vii.1950, 1♂, J. Fajt leg., SZMO coll.; Vysoká hole, 15.vii.1994, 12♂♂; Barborka, 16.vii.1999, 4♂♂; Velká kotlina, 7.vii.2000, 3♂♂, Petrovy kameny, 6.vii.2009, 5♂♂, all T. Kuras leg. et coll.

***Xestia speciosa* (Hübner, 1803) - osenice mramorovaná [Noctuidae]**

Boreoalpinní prvek. V moravskoslezském regionu doposud pouze v Hrubém Jeseníku a v masivu Králického Sněžníku (pers. observ.), v pásmu horské smrkové tajgy (Neustädt 1855; Skala 1912). Většina nálezů je lokalizována do území NPR (Praděd, Malý Děd, Barborka, Velká kotlina, Vysoká hole, Švýcárna), nebo do její bezprostřední blízkosti (údolí Divoké Desné, pers. observ.). Motýli přilétají ke světlu jednotlivě až hojně od konce června do srpna. Housenky jsou polyfágní, preferují *Vaccinium* Fibiger (1993).

Materiál (příklady): Vysoká hole, 15.vii.1994, 2♂♂; Barborka, 16.vii.1999, 7♂♂, 15.vii.2001, 1♂, 14.vii.2002, 1♂; Velká kotlina, 18.vii.1999, 1♂, all T. Kuras leg. et coll.

***Xestia collina* (Boisduval, 1840) - osenice podhorská [Noctuidae]**

Euroasijský prvek. V moravskoslezském regionu nalezena v pohří Beskydy (pers. observ.), širším okolí masivu Králického Sněžníku (moravská strana vrcholu Jeřáb, pers. observ.) a v Hrubém Jeseníku (Skala 1931). Obývá horské rozvolněné lesy, druhotně též paseky. V NPR se vyskytuje vzácně, jednotlivé exempláře byly nalezeny na Pradědu (Skala 1931), ve Velké kotlině a v okolí Barborky. Nejbližší další lokality jsou Videlské sedlo, PR Skalní potok a údolí Divoké Desné (pers. observ.). Motýli létají v červnu a začátkem července. Housenky jsou polyfágní (Fibiger 1993).

Materiál: Velká kotlina, 19.vi.1999, 1♀, 21.vi.2001, 1♂, all T. Kuras leg. et coll.

***Actebia praecox* (Linnaeus, 1758) - osenice zelenavá [Noctuidae]**

Euroasijský prvek. Lokální a vzácný druh, který obývá otevřená stanoviště. Z Moravy je osenice známa z více lokalit (cf. Skala 1912, 1931; Gottwald & Bělín 2001). Z Jeseníků pochází jen několik starších nálezů z okolí Švýcárny a Karlovy Studánky (Kudla 1970). Opakovaně nebyl druh sbírán, je ale pravděpodobné, že se v regionu vyskytuje. Housenky na listech *Salix repens*, *Lotus*, *Stellaria*, *Cerastium* a *Artemisia* (Fibiger 1990).

Materiál: "Jeseníky", 13.vii.1959, 1♂, J. Fajt leg., SZMO coll.

Neakceptované nálezy pro území národní přírodní rezervace Praděd

Následuje komentovaný přehled problematických nálezů motýlů. Jedná se zejména o druhy uváděné Zárubou (1999). Jako sporné jsou označeny druhy, které nejsou současně uvedeny jiným autorem, resp. není znám spolehlivý sbírkový materiál.

***Euhypnometta stannella* (Thunberg, 1794), předivka rozchodníková [Yponomeutidae]:** boreoalpinní prvek. Z Moravy pocházejí recentní nálezy pouze z Moravského krasu (Laštůvka & Marek 2002) a starší publikovaný údaj o výskytu v okolí Paskova (Friese 1960). Biologie druhu je málo známá, housenky na *Sedum* (Hannemann 1977). Zárubův (1999) nález je problematický.

***Lyonetia pulverulentella* (Zeller, 1939), podkopníček [Lyonetiidae]:** boreoalpinní prvek o jehož výskytu na Moravě chybí aktuální informace. Z Jeseníků existuje jediný Wockeho (1874) nález z okolí Karlovy Studánky. Tento záznam přebírá Skala (1913). Housenky minují na listech *Salix* (Buszko 1981). Zárubův (1999) údaj je problematický, výskyt v NPR je ale možný. Dokladovaný, resp. přesně lokalizovaný nález z území NPR Praděd doposud chybí.

***Scythris noricella* (Zeller, 1843), smutníček [Scythrididae]:** holarktický prvek. Z Moravy existují jen staré záznamy z oblasti Sněžníku (= *Spieglitzer Schneeberg*) a Hrubého Jeseníku (Skala 1913). Housenka na *Epilobium angustifolium* (Bengtsson 1997). Zárubův (1999) údaj je problematický, výskyt v NPR je ale pravděpodobný. Dokladovaný, resp. přesně lokalizovaný nález z území NPR Praděd doposud chybí.

***Olethreutes obsoletana* (Zetterstedt, 1839), obaleč [Tortricidae]:** boreomontánní prvek, doposud znám pouze z Čech. Jedná se o významný glaciální relik. Housenky na *Arctostaphylos uva-ursi* a *Vaccinium* (Razowski 2003). Zárubův (1999) nález je značně diskutabilní.

***Argyroploce noricana* (Herrich-Schäffer, 1851), obaleč [Tortricidae]:** boreoalpinní prvek. V ČR doposud nebyl nalezen. Ze střední Evropy znám pouze z Alp a Karpat. Nejbližší lokality leží v alpské zóně Vysokých Tater. Bionomie obaleče není dostatečně známa. Živnou rostlinou housenek je zřejmě *Dryas octopetala* (Razowski 2003). Zárubův (1999) nález je nepravděpodobný.

Epinotia mercuriana (Fölich, 1828), obaleč: boreomontánní prvek [*Tortricidae*]: v ČR doposud nebyl nalezen. Nejbližší lokality na Slovensku, kde se vyskytuje především v horských podmáčených jehličnatých lesích. Motýli se vyskytují v letním období. Housenky jsou polyfágní (Razowski 2003). Zárubův (1999) nález je diskutabilní.

Platytilia capnodactylus (Zeller, 1841), pernatuška černohnědá [*Pterophoridae*]: vzácný lokální druh, donedávna znám jen ze Slovenska. Na území ČR byla pernatuška doposud nalezena v Bílých Karpatech (Elsner et al. 1997), v okolí Bílovce, Starého Města u Frýdku-Místku a na Ropici (pers. observ.). Housenky na *Petasites* (Gielis 1996). Zárubův (1999) údaj je problematický, výskyt v NPR Praděd nelze vyloučit.

Stenoptilia serotinus (Zeller, 1852), pernatuška [*Geometridae*]: taxonomický status druhu je nejasný. Gielis (1996) druh synonymizuje se *Stenoptilia bipunctidactyla* (Scopoli, 1763). Nález *S. serotinus* z Pradědu uvádí Kolenati (1859), resp. Skala (1913). Vzhledem k nevyjasněnému taxonomickému statutu druhu není pernatuška do přehledu druhů NPR zařazena. Výskyt pernatušky *S. bipunctidactyla* v NPR Praděd je pravděpodobný, recentně byla zjištěna na Rejvízu (pers. observ.).

Oreana alpestralis (Fabricius, 1787), zavíječ velehorský [*Crambidae*]: ze zájmového území (a současně také z celé oblasti sudetských pohoří) existuje pouze jediný dokladový exemplář, nalezený v materiálu D. Povolného (MZMB coll.), ručně etiketovaný „Praděd, 12.-13.7.51“. Exemplář se našel v sérii jedinců pocházejících ze slovenských Karpat (Vysokých Tater). Pravděpodobnost možné záměny lokalizace navíc posiluje skutečnost, že lokalitní štítek byl zřejmě původně umístěn na tenčím špendlíku, než je špendlík s exemplářem *O. alpestralis*. Domníváme se, že dokud nebude výskyt druhu doložen jinými nálezy (což je velmi nepravděpodobné), je nutno lokalizaci považovat za nevěrohodnou a výskyt druhu v zájmové oblasti za nedoložený.

Materiál: „Praděd“, 12.-13.vii.1951, 1♂, D. Povolný leg., MZMB coll.

Entephria flavinctata (Hübner, 1813), píďalka skalní [*Geometridae*]: petrofilní horský druh. Ze střední Evropy znám z Alp, Karpat a pohoří Balkánu. Nejbližší se vyskytuje v Čechách („azonálně“ v skalnatém kaňonu Vltavy) a na Slovensku. Z moravskoslezského regionu pochází jediný starý Skalův (1923) údaj z okolí Vrbna p. Pradědem (= Würbental). Živnou rostlinou housenek jsou byliny (*Saxifraga*, *Alchemilla* a *Sedum*). Výskyt v NPR Praděd (Záruba 1999) je nepravděpodobný (v úvahu připadá záměna s kongenerickým druhem *E. infidaria*, jehož výskyt byl opakovaně potvrzen v PR Skalní potok, pers. observ.).

Xestia alpicola (Zetterstedt, 1839) - osenice severní [*Noctuidae*]: boreoalpinní prvek. Z ČR existuje jen několik málo nálezů z Krkonoš a Šumavy (Tykač 1938; Spitzer & Jaroš 1990). Osenice obývá stanoviště nad horní hranicí lesa (alpínské louky, suťoviště). Z NPR Praděd pocházejí 2 staré dokladové exempláře s lokalizací „Morava severní, Praděd“. Revidovaný materiál náleží ssp. *carnica*. Výskyt v oblasti sudetských pohoří není překvapivý (Fibiger 1993). Housenky se vyvíjejí na listech *Empetrum*, *Calluna vulgaris* a *Vaccinium* (Fibiger 1993). Jedná se o první a doposud jediný dokladovaný nález osenice na Moravě (srovnej Liška & Laštůvka 2005), opakovaně výskyt nebyl potvrzen. Přestože je výskyt osenice dokladován dvěma exempláři a oba jedinci jsou řádně lokalizováni, jedná se o problematický materiál (viz dva ex. z jednoho data). Domníváme se, že dokud nebude výskyt druhu doložen dalšími nálezy, je nutno výskyt osenice v zájmové oblasti považovat za nedoložený.

Materiál: „Morava severní, Praděd“, 14.viii.1949, 1♂, 1♀, F. Dias leg., D. Vacula coll.

Faunistické zhodnocení

K faunisticky a ochranářsky nejvýznamnějším nálezům patří reliktní horské druhy motýlů. Tyto druhy se vyskytují v izolovaných populacích a jejich lokální rozšíření je zpravidla vymezeno horní hranicí lesa (Banaš et al. 2001), resp. biotopem, na který jsou specificky vázány. Reliktní horské druhy alpínské zóny Hrubého Jeseníku se formují většinou z faunistických prvků boreoalpinních, boreálních a alpinních. Toto jedinečné promísení boreální a alpínské (resp. karpatské) fauny nemá v Evropě obdobu a jesenická oblast (Hrubý Jeseník a Králický Sněžník) je tak po faunistické stránce výjimečná. Paradoxně i nedaleké pohoří Krkonoš vykazuje znatelně odlišnou druhovou kompozici, a to zejména při srovnání reliktní fauny motýlů (Liška 2000).

Postglaciální izolace jesenické arko-alpinní tundry vedla nejen k formování typického společenstva hmyzu daného promísením druhů původem severských a alpských, resp. karpatských, ale odrazila se také na speciaci některých druhů. Ze systematického hlediska jsou jako endemické taxony klasifikovány populace okáčů: *Erebia sudetica sudetica* a *Erebia*

epiphron silesiana. Provedená faunistická studie poukazuje na skutečnost, že endemických taxonů může být v pohoří Hrubého Jeseníku nalezeno více (srovnej také Liška 2000). Speklativně upozorňujeme na *Epichnopteryx sieboldi*, *Elachista* sp. (cf. *humilis*), *Sparganothis rubicundana* a *Clepsis steineriana*. Je pravděpodobné, že při zevrubné taxonomické revizi budou endemické taxony nalezeny také v dalších skupinách bezobratlých (*Coleoptera*, *Orthoptera*, *Auchenorrhyncha* apod.).

Ochranářské zhodnocení

Faunistický průzkum dokumentuje i fakt, že výskyt celé řady druhů nebyl recentně potvrzen. Alarmující je v tomto ohledu skutečnost, že se mnohdy jedná o indikačně významné druhy (např. *Bryotropha boreella*, *Chionodes viduella*, *Clepsis steineriana*, *Olethreutes mygindiana*, *Gesneria centuriella*, *Isturgia roraria*, *Perizoma minoratum*, *Eupithecia silenata*, *Coranarta cordigera* aj.) s biotopickou vazbou na nejcennější vrcholové partie, vrchoviště a kary NPR Praděd.

Je zřejmé, že ochranářská opatření pro udržení životaschopných populací bezobratlých NPR Praděd musí vycházet z koncepční ochrany stanovišť. V současnosti se jeví jako problematické zejména tyto vlivy ohrožující lokální biotu:

Expanze borovice kleče

Borovice kleč (*Pinus mugo*) patří mezi alochtonní dřeviny Hrubého Jeseníku (Rybníček 1997). Přítomnost kleče zásadně mění společenstva nad a při horní hranici lesa. Ohroženy jsou především maloplošné biotopy v bezprostřední blízkosti rozrůstajících se polykormonů kleče (tj. květnaté vysokostébelné nivy, vrchoviště). Kleč může mít také vliv na volný pohyb imag motýlů (Lörtscher et al. 1997). Například mezi Pradědem a Malým Dědem došlo k zániku původní rozvolněné smrčiny, která propojovala primární bezlesí těchto dvou vrcholů. Zhruba kilometrový hustý zápoj kosodřeviny s vtroušeným smrkem izoloval bezlesí na Malém Dědu. Fenomén izolace v kombinaci se zarůstáním bezlesých ploch arкто-alpinní tundry působí na přežívající reliktní faunu značně negativně. Z historických prací (cf. Wocke 1848, 1950) například vyplývá, že fauna motýlů na vrcholu Malého Dědu byla v minulosti druhově pestřejší. Velká část reliktních druhů ale nebyla na Malém Dědu opětovně nalezena (viz *Sparganothis rubicundana*, *Glacies alpinata*, *Coranarta cordigera* aj.). Vztah mezi absencí těchto druhů a expanzí kosodřeviny je v případě lokality Malého Dědu velmi pravděpodobný.

Neméně významnou roli hraje přítomnost kosodřeviny v dynamice lavinových událostí, jež jsou základním předpokladem pro vznik diverzifikovaných společenstev rostlin a živočichů v sudetských karech, jako jsou Velká a Malá kotlina (Jeník 1998). Nebude-li problematika expandující borovice kleče adekvátně řešena, hrozí v dlouhodobé perspektivě zarostení velké části jesenické arкто-alpinní tundry a postupný zánik unikátní fauny a flóry. Jediným možným řešením vzniklé situace je tudíž postupné odstraňování klečových porostů v NPR (prioritně ve vrcholové partii Malého Dědu a v karu Malé kotliny).

Unifikace vegetace arкто-alpinní tundry

Na biotu alpínských holí, stejně jako na společenstva glaciálních karů, ještě v nedávné historii působil člověk (Jeník & Hampel 1992). Je pravděpodobné, že pastva dobytka a senoseč udržovaly poměrně vysokou druhovou pestrost alpínských bezlesých ploch (Klimeš & Klimešová 1991). Stejně tak se do současné uniformní struktury vegetace a z ní odvozené diverzity bezobratlých patrně promítají vlivy jako zvýšená depozice nutrientů, příp. okyselování substrátu v místech sněhových kumulací (Rusek & Marshall 2000). Překvapivé je srovnání dobových fotografií, které ukazují rozkvetlou arкто-alpínskou tundru, se současným

stavem s dominujícími travami (cf. Jeník & Hampel 1992). Tentýž trend popisují na základě fytoocenologických šetření Klimeš a Klimešová (1991).

Na postupnou unifikaci tundrových společenstev můžeme usuzovat i z historických prací, jež lokalizují nálezy okáče *Erebia sudetica* (Kuras et al. 2001b). Podle různých autorů (Wocke 1950; Kolenati 1859; Neustädt 1855) byl okáč dříve rozšířen po celém hřebeni (viz Praděd, Vysoká hole, Malý Děd). Dnes tomu tak není. Nabízí se dvě alternativní vysvětlení. Dříve sběratelé neuváděli nálezy přesně (což v mnoha případech nekoresponduje s precizní lokalizací "sběratelských rarit", mezi něž *E. sudetica* bezesporu patří), nebo došlo k výrazné změně ve struktuře populací druhu v prostoru arkoalpinní tundry. Podle Kurase et al. (2003) okáč *E. sudetica* v Hrubém Jeseníku vytváří metapopulaci (metapopulace). Jednotlivé (sub)populace jsou lokalizovány výhradně do míst rozkvetlých vysokostébelných niv, jež zajišťují dostatek potravy pro imaga. Těchto míst je v prostředí tundry jen několik (Kuras et al. 2001b) a nelze tedy paušalizovat, že by se okáč *E. sudetica* vyskytoval "po celém hřebeni" Hrubého Jeseníku. V kontextu historického srovnání můžeme vyvodit závěr, že současná ostrůvkovitá distribuce okáče *E. sudetica* v prostoru jesenických holí je druhotná, způsobená expanzí konkurenčně zdatných travin na úkor kvetoucích bylin. Změna charakteru vegetace jesenických holí mohla obdobně postihnout všechny nektarofágní druhy živočichů. Možným řešením vzniklé situace je zavedení experimentální pastvy v prostoru alpských holí.

Zánik horských luk

Masiv Pradědu byl historicky využíván jak k salašnictví, tak k travení. Obě tyto aktivity se v zájmovém území rozvíjejí poměrně pozdě (konec 17. stol.) a fakticky zanikají koncem 40. let 20. století (Klimeš & Klimešová 1991). Řada pastvin se nacházela jak při horní hranici lesa, tak v níže situovaných partiích oblastí Pradědu (Jeník & Hampel 1992). Je pravděpodobné, že většina aktuálně nepotvrzených lučních druhů motýlů (viz *Zygaena osterodensis*, *Pyrgus serratulae*, *Maculinea arion*, *Polyommatus amandus*, *Argynnis adippe*, *A. niobe*, *Isturgia roraria* aj.) se vyskytovala právě na dnes zaniklých horských květnatých loukách a pastvinách. Přestože v některých případech nelze s určitostí stanovit, zda se daná luční enkláva nacházela v NPR nebo ne, je zřejmé, že luční ekosystémy a horské pastviny byly součástí jesenické krajiny a s jejich zánikem došlo k pauperizaci regionální diverzity. Do dnešní doby se dochoval značně degradovaný zbytek původní pastviny v okolí horské chaty Švýcárna. Fakticky ale ekosystém květnatých horských luk v oblasti Pradědu recentně již chybí.

Stejně jako v případě hřebenových tundrových společenstev, tak i na vytipovaných lokalitách dřívějších pastvin lze doporučit obnovu extenzivního hospodaření s cílem obnovy květnatých horských luk (např. louka pod Švýcárnou).

Poděkování: Za kritické pročtení rukopisu a doplnění údajů o rozšíření druhů r. *Stigmella* v NPR Praděd děkujeme Zdeňkovi Laštůvkovi (AF MZLU, Brno). Za determinaci vybraných druhů děkujeme Josefu Jarošovi (ENTÚ AVČR, České Budějovice) a (+) Miloslavu Petřů (Praha). Za zpřístupnění sbírkového materiálu Slezského zemského muzea děkujeme Jindřichu Roháčkovi (SZM, Opava) a Moravského zemského muzea Petru Baňárovi (MZM, Brno). Dílčí faunistické údaje poskytli Jiří Beneš (ENTÚ AVČR, České Budějovice), Josef Horský (Malá Morávka), Alois Čelechovský (PřF UP, Olomouc) a Jaroslav Starý (PřF UP, Olomouc). Za poskytnutí materiálu z Malaiseho pastí, které byly instalovány ve Velké kotlině děkujeme Janu Ševčíkovi (PřF OU, Ostrava). Správě CHKO Jeseníky děkujeme za logistickou podporu. Naší velmi milou povinností je poděkování Dušanu Vaculovi (Bílovec) za poskytnutí faunistických údajů, sběratelský entuziasmus a zábavné diskuse o čemkoli, ale hlavně o motýlech. Konečně, předložená studie vznikla za podpory Ministerstva životního prostředí ČR v rámci projektů VaV/620/15/03 a VaV SM/6/70/05. Při přípravě studie byly též částečně využity výsledky získané při řešení výzkumného záměru MZE 0002070203.

Literatura

- Aarvik L.E. (2009) Fauna Europaea: *Tortricidae*. In Karsholt O. & Nieuwerkerken E.J. van (eds.) (2009) Fauna Europaea: *Lepidoptera*, Moths. Fauna Europaea version 2.1, <http://www.faunaeur.org>
- Assmann A. (1852): Erste Nachtrag zur Schlesischen Lepidopteren-Fauna. - Zeitschr. Entomol. (Breslau), p. 69-78.
- Banaš M., Lekeš V. & Tremel V. & Kuras T. (2001): Několik poznámek k determinaci alpské hranice lesa ve Východních Sudetech. In Létal A., Szczyrba Z. & Vysoudil M. (eds.): Sborník příspěvků Výroční konference ČGS "Česká geografie v období rozvoje informačních technologií, pp. 109-128 (CD-ROM), Univerzita Palackého, Olomouc.
- Beneš J., Konvička M. (eds.) (2002): Motýli České republiky: Rozšíření a ochrana I., II. 857 pp., Společnost pro ochranu motýlů, Praha.
- Bengtsson B.Å. (1997): *Scythrididae*. In P. Huemer, O. Karsholt & L. Lyneborg (eds.): Microlepidoptera of Europe, Vol. 2, 301 pp., Apollo Books, Stenstrup.
- Bureš S. (1993): Food of water pipit nestlings, *Anthus spinoletta*, in changing environment. - Folia Zool., 42: 213-219.
- (1994): Segregation of diet in water pipit (*Anthus spinoletta*) and meadow pipit (*Anthus pratensis*) nestlings in an area damaged by air pollution. - Folia Zool., 43: 43-48.
- Buszko J. (1981): Klucze do oznaczania owadów Polski. Cz. 27. Motyle – *Lepidoptera*. Zesz. 25 – 28. *Cemiostomidae, Phyllocnistidae, Lyonetiidae, Oinophilidae*. 58 pp., PWN, Warszawa.
- Dvořák I. & Šumpich J. (2005): Výsledky faunisticko-ekologického průzkumu motýlů (*Lepidoptera*) v přírodní rezervaci Na Oklice (kraj Vysočina). - Přírod. Sborn. Vysočiny, Třebíč, 1:71-104.
- Ebert G., Esche T., Herrmann R., Hofmann A., Nikusch H.G.L.I., Speidel A.S. & Thiele J. (1994): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band 3: Nachtfalter I. 518 pp., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Eitschberger U. (1984): Systematische Untersuchungen am *Pieris napi-bryoniae*-Komplex (s.l.). - Herpypoliana 1 (1983) (1): i-xxii, 1-504, (2) 1-601.
- Elsner V., Gottwald A., Janovský J. & Kopeček F. (1997): Motýli jihovýchodní Moravy, 4 díl. - Sborn. Přír. klubu Uh. Hradiště, Suppl. 2: 1-62.
- Elsner G., Huemer P. & Tokár Z. (1999): Die Palpenmotten (*Lepidoptera, Gelechiidae*) Mitteleuropas. 208 pp., František Slamka, Bratislava.
- Fajčík J. & Slamka F. (1996): Motýle strednej Európy I. *Drepanidae, Geometridae, Lasiocampidae, Endromidae, Lemoniidae, Saturniidae, Sphingidae, Notodontidae, Lymantriidae, Arctiidae*. 113 pp., František Slamka, Bratislava.
- Fajčík J. (1998): Motýle strednej Európy II. *Noctuidae*. 170 pp., Jaroslav Fajčík, Bratislava.
- Felix V. (in litt.): Inventarizační faunistický výzkum Lepidopter (dílní zpráva). 5 pp., Nепublikováno, depon. in SCHKOJ, Jeseník-Bukovice, 1973.
- Fibiger M. (1990): *Noctuinae I. Noctuidae* Europaeae, Vol. 1. 208 pp., Entomological Press, Sorø.
- (1993): *Noctuinae II. Noctuidae* Europaeae, Vol. 2. 230 pp., Entomological Press, Sorø.
- Friese G. (1960): Revision der Paläarktischen *Yponomeutidae* unter besonderer Berücksichtigung der Genitalien (Lepidoptera). - Beitr. Entomol., 10: 1-131.
- Gielis C. (1996): *Pterophoridae*. In Huemer P., Karsholt O. & Lyneborg L. (eds.): Microlepidoptera of Europe, Vol. 1. 222 pp., Apollo Books, Stenstrup.
- Goater B., Ronkay L. & Fibiger M. (2003): *Catocalinae & Plusiinae. Noctuidae* Europeae, Vol. 10. 452 pp., Entomological Press, Sorø.
- Goater B., Nuss M. & Speidel W. (2005): *Pyraloidea I*. In Huemer P. & Karsholt O. (eds.): Microlepidoptera of Europe, Vol. 4. 304 pp., Apollo Books, Stenstrup.
- Gottwald A. & Bělín V. (eds.) (2001): Motýli Bílých a Bielych Karpat. - Sborn. Přír. klubu Uh. Hradiště, Suppl. 7: 1-153.
- Gregor F. & Povolný D. (1947): Příspěvky k poznání Lepidopter Jeseníků I. - Entomol. listy, 10:87-93.
- Gregor F., Laštůvka A., Laštůvka Z. & Marek J. (1984): Zur Verbreitung der Coleophora-Arten in der Tschechoslowakei (*Lepidoptera, Coleophoridae*). - Biológia (Bratislava), 39: 1023-1032.
- Hacker H., Ronkay L. & Hreblay M. (2002): *Hadeninae I. Noctuidae* Europeae, Vol. 4. 419 pp., Entomological Press, Sorø.
- Hannemann H. J. (1960): Eine neue Tortricide aus Mitteleuropa. - Mitt. Dtsch. Ent. Ges., 19: 8.
- (1961): Kleinschmetterlinge oder Microlepidoptera I. Die Wickler (s. str.) (*Tortricidae*). Die Tierwelt Deutschlands. 48. Teil. Gustav Fischer, Jena, 233 + 44 pp.
- (1977): Kleinschmetterlinge oder Microlepidoptera III. Federmotten (*Pterophoridae*), Gespinnsmotten (*Yponomeutidae*), Echte Motten (*Tineidae*). Die Tierwelt Deutschlands 63. 273 pp., Gustav Fischer, Jena.
- Hein S. (1928-1929): Beitrag zur Kenntnis der Macrolepidopteren-Fauna Mährens. - Zeitschr. Österr. Entomol. Ver., 13: 96-100, 107-108, 14: 10-12, 22-23, 34-36, 44-48, 66-68, 76, 82-84, 89-91, 125-126.

- Herrich-Schäffer G. A. W. (1843-1856): Systematische Bearbeitung der Schmetterlinge von Europa, zugleich als Text, Revision und Supplement zu Jacob Hübner's Sammlung europäischer Schmetterlinge. Sechster und letzter Band. 178 pp. + Systema lepidopterorum 72 pp. + Index 24 + 64 + 34 + 48 + 52 + 48 pp., G. J. Manz, Regensburg.
- Hrubý K. (1964): Prodrómus Lepidoptera Slovenska. 962 pp., Vydavateľstvo SAV, Bratislava.
- Huemer P. & Karsholt O. (1999): *Gelechiidae* I (*Gelechiinae: Teleiodini, Gelechiini*). In Huemer P., Karsholt O. & Lyneborg L. (eds.): Microlepidoptera of Europe, Vol. 3. 356 pp., Apollo Books, Stenstrup.
- Janovský M., Kavka K. & Sitek J. (1985): Píďalky (*Geometridae, Lep.*) v Severomoravském kraji (čtvrtý doplněk k článku v EZ č. 5/1981). - Entomol. Zpravod. (Ostrava-Poruba), 15 (2): 26-28.
- Janovský M., Kavka K., Sitek J. & Vacula D. (1985): Múroviti (*Noctuidae, Lep.*) v Severomoravském kraji (pátý doplněk k článku v EZ č. 5/1980). - Entomol. Zpravod. (Ostrava-Poruba), 15 (2): 28-31.
- Jeník J. & Hampel R. (1992): Die waldfreien Kammlagen des Altvatersgebirges Geschichte und Ökologie. 104 pp., Mährisch-Schlesischer Sudetengebirgsverein e.V., Stuttgart.
- Jeník J. (1998): Biodiversity of the Hercynian mountains of Central Europe. - Pirineos, 151-152: 83-99.
- Karisch T. (1995): Die Schmetterlinge der Fichtenwälder des Hochharzes (*Insecta: Lepidoptera*). - Faun. Abh. Mus. Tierkd. (Dresden), 20 (7): 89-132.
- Karsholt O. & Razowski J. (eds.) (1996): The *Lepidoptera* of Europe. A distributional checklist. 380 pp., Apollo Books, Stenstrup.
- Klimesš L. & Klimesšová J. (1991): Alpine tundra in the Hrubý Jeseník Mts., the Sudeten, and its tentative development in the 20th century. - Preslia 63: 245-268.
- Kolenati F. (1859): Fauna des Altvaters (hohen Gesenkes der Sudeten). 83 pp., Buchdruckerei Rudolf Rohrer's Erben, Brünn.
- Komárek O. (1949): Několik zajímavějších nálezů denních motýlů v okolí Králického Sněžníku. - Čas. Čs. Společ. Entomol., 46: 77
- Koschatzky C.R. (1819): Über Schlesien und dessen Naturkunde. - Erneuerte vaterländische Blätter für den österr. Kaiserstadt, 94: 373-376.
- Králíček M. & Gottwald A. (1987): Motýli jihovýchodní Moravy III. 256 pp., OKS a OV ČSOP, Uherské Hradiště.
- Kudla M. (1970): Macrolepidoptera Hrubého Jeseníku. - Práce Oboru Přír. Věd VI. Úst. Olomouc, č. 19: 1-15.
- Kudrna O. & Geiger H. (1985): A Critical Review of "Systematische Untersuchungen am *Pieris napi-bryoniae*-Komplex (s.l.)" (*Lepidoptera: Pieridae*) by Ulf Eitschberger. - J. Res. Lep., 24: 47-60.
- Kuras T. & Helová S. (2002): Relict occurrence of the leaf-roller *Sparganothis rubicundana* in Central Europe (*Lepidoptera, Tortricidae*). - Čas. Slez. Muz. Opava (A), 51: 199-204.
- Kuras T. & Konvička M. (2002): Recent record of the Clouded Apollo, *Parnassius mnemosyne* in Hrubý Jeseník Mts., Northern Moravia. - Čas. Slez. Muz. Opava (A), 51: 183-184.
- Kuras T., Beneš J., Čelechovský A., Vrabec V. & Konvička M. (2000): *Parnassius mnemosyne* (*Lepidoptera: Papilionidae*) in North Moravia: review of present and past distribution, proposal for conservation. - Klapalekiana, 36: 93-112.
- Kuras T., Beneš J., Fric Z. & Konvička M. (2003): Dispersal patterns of endemic alpine butterflies with contrasting population structures: *Erebia epiphron* and *E. sudetica*. - Popul. Ecol., 45: 115-123.
- Kuras T., Beneš J., Konvička M. & Honč L. (2001a): Life histories of *Erebia sudetica sudetica* and *E. epiphron silesiana* with description of immature stages (*Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae*). - Atalanta, 32: 129-138.
- Kuras T., Konvička M., Beneš J. & Čížek O. (2001b): *Erebia sudetica* and *Erebia epiphron* (*Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae*) in the Czech Republic: review of present and past distribution, conservation implications. - Čas. Slez. Muz. Opava (A), 50: 57-81.
- Laštůvka Z. & Marek J. (2002): Motýli (*Lepidoptera*) Moravského krasu: diverzita, společenstva a ochrana. 123 pp., Korax, Jedovnice.
- Laštůvka Z. & Liška J. (2005): Seznam motýlů České republiky (Checklist of *Lepidoptera* of the Czech Republic) (*Insecta: Lepidoptera*). <http://www.lepidoptera.wz.cz> (WWW), soubor: Lepidoptera.pdf, aktualizace 2.2.2008
- Laštůvka Z., Elsner V., Gottwald A., Janovský M., Liška J., Marek J. & Povolný D. (1993): Katalog motýlů moravskoslezského regionu. 130 pp., AF VŠZ, Brno.
- Liška J. (2000): Pokus o srovnání motýlí fauny subalpínských poloh Vysokých Sudet. - Opera Corcontica, 37: 286-290.
- Liška J., Laštůvka Z., Jaroš J., Marek J., Němý J., Petruš M., Elsner G., Skýva J. & Franz J. (2001): Faunistic records from the Czech Republic - 142. - Klapalekiana, 37: 275-278.
- Lörtscher M., Erhardt A. & Zettel J. (1997): Local movement pattern of three common grassland butterflies in a traditionally managed landscape. - Mitt. Schweizer. Entomol. Gesel., 70: 43-55.

- Marciniak B. (1997): A review of the Polish *Psychidae* (Lepidoptera). - Pol. Pismo Entomol., 66: 247-270.
- Mironov V. (2003): *Larentiinae II (Perizomini and Eupitheciini)*. In Hausmann A. (ed.): The Geometrid Moths of Europe, Vol. 4. 463 pp., Apollo Books, Stenstrup.
- Neustädt A. (1855): Beitrag zu den im Monat Juli um Gräfenberg und am Altvater (in Oestr. - Schlesien) vorkommenden Falterarten. - Zeitschr. Entomol. (Breslau), p. 29-36.
- Novák I. & Moucha J. (1955): K poznání motýlů (*Lepidoptera*) Slezska. - Přírod. Sborn. Ostrav. Kraje, 16: 170-181.
- Novák I., Laštůvka Z., Vávra J., Marek J., Zelený J., Liška J., Králíček M., Gottwald A., Pipek P., Spitzer K., Jaroš J., Vančura B., Ašmera J., Janovský M., Lekeš V. & Krامل F. (1992): Česká jména motýlů. Zpr. Čs. Společ. Entomol. ČSAV, Praha, 28: 1-54.
- Novák K. (ed.) (1969): Metody sběru a preparace hmyzu. 244 pp., NČSAV, Praha.
- Pax F. (1919): Über das Aussterben der Gattung *Parnassius* in der Sudeten. - Zool. Annalen, 7: 81-93.
- Povolný D. & Gregor, F. (1950): Příspěvky k poznání Lepidopter Jeseníků II. - Přírod. Sborn. Ostrav. Kraje, 11: 25-32.
- Razowski J. (2002): *Tortricinae and Chlidanotinae. Tortricidae (Lepidoptera) of Europe*, Vol. 1. 247 pp., František Slamka, Bratislava.
- (2003): *Olethreutinae. Tortricidae (Lepidoptera) of Europe*, Vol. 2. 301 pp., František Slamka, Bratislava.
- Reiprich A. (2001): Triedenie motýľov Slovenska podľa hostiteľov (živných rastlín) ich húseníc. Vydavateľstvo SZOPK, Spišská Nová Ves, 480 pp.
- Ronkay L., Yela J.L. & Hreblay M. (2001): *Hadeninae II. Noctuidae Europeae*, Vol. 5. 452 pp., Entomological Press, Sorø.
- Rusek J. & Marshall V.G. (2000): Impacts of airborne pollutants on soil fauna. - Ann. Rev. Ecol. System., 31: 395-423.
- Rybníček K. (1997): Monitorování vegetačních a stanovištních poměrů hřebenových rašelinišť Hrubého Jeseníku - výchozí stav. - Příroda, Praha, 11: 53-66.
- SBN (= SCHWEIZERISCHER BUND FÜR NATURSCHUTZ, LEPIDOPTEROLOGEN-ARBEITSGRUPPE) (1997): Schmetterlinge und ihre Lebensräume. Arten, Gefährdung, Schutz. 679 pp., Fotorotar AG, Egg/ZH. E, Basel.
- Seider L. & Loebel F. (1954): Wissenswertes über die Gattung *Epichnopterix* Hb. (*Lep. Psychidae*). - Zeitschr. Wiener Entomol. Gesellsch., 39: 310-327.
- Sitek J. (2000): Faunistic records from the Czech Republic - 120. - Klapalekiana, 36: 323-324.
- Skala H. (1912): Die Lepidopterenfauna Mährens I. - Verh. Naturforsch. Ver. Brünn, 50(1912): 63-241.
- (1913): Die Lepidopterenfauna Mährens II. - Verh. Naturforsch. Ver. Brünn, 51(1913): 115-377.
- (1923): Beitrag zur Lepidopterenfauna Mährens und öst. Schlesiens. - Zeitschr. Österr. Entomol.-Ver., 8: 69-74, 82-87.
- (1924): Beitrag zur Lepidopterenfauna Mährens und öst. Schlesiens. - Zeitschr. Österr. Entomol.-Ver., 9: 42-44, 53, 73-75, 80-85, 93-95, 103-105, 114-116.
- (1929): Beitrag zur Großschmetterlinge Mährens und Schlesiens. - Entomol. Zeitschr., Frankfurt a. M., 42: 261-262, 317-319.
- (1931): Zur Lepidopterenfauna Mährens und Schlesiens. - Acta Mus. Moraviensis, Suppl. 30: 1-197.
- (1942): Falter aus Mähren und Schlesien. - Zeitschr. Österr. Entomol.-Ver., 27: 274-277, 289-294.
- Slamka F. (1995): Die Zünslerfalter (*Pyraloidea*) Mitteleuropas. 112 pp., František Slamka, Bratislava.
- Soffner J. (1967): *Erebia epiphron silesiana* im Reisegebirge (*Lep., Satyridae*). - Entomol. Zeitschr., Frankfurt a. M., 77: 125-128.
- Spitzer K. & Jaroš J. (1990) Boreoalpinní můra *Xestia alpicola* (Zetterstedt 1839) na Šumavě (*Noctuidae, Lepidoptera*). - Sbor. Jihočes. Muzea, České Budějovice, Přír. Vědy, 30: 13-14.
- Starý J. (1973): *Dasypolia templi* v Hrubém Jeseníku. - Zpr. Vlastiv. Úst. Olomouc, 159: 3-5.
- Staudinger O. (1861): Macrolepidopteren. In: Staudinger O. & Wocke M. F., Catalog der Lepidopteren Europa's und der angrenzenden Ländern, Band 1, 84 pp., Dresden.
- Sterneck J. & Zimmermann F. (1933): Prodrum der Schmetterlingsfauna Böhmens II. Microlepidoptera. 168 pp., Selbstverlag, Karlsbad.
- Stiova L. (1973): Výskyt denních motýlů v oblasti Oderských vrchů, Jeseníků a Hlučínské pahorkatiny. - Entomol. Zpravod. (Ostrava-Poruba), 3(2,3): 1-20, 1-15.
- (1984): *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758) na území Čech a Moravy (*Lepidoptera, Papilionidae*). - Čas. Slez. Muz. Opava (A), 33: 73-85
- (1988): Výskyt okáčů rodu *Erebia* (*Lepidoptera: Satyridae*) v Hrubém Jeseníku. - Čas. Slez. Muz. Opava (A), 37: 115-133.
- Sutter R. (1994): Beiträge zur Insektenfauna Ostdeutschlands: Lepidoptera – Scythrididae. – Beitr. Entomol., 44: 261-318.
- Šumpich J. (2001): Motýli Železných hor. - Železné hory, Sborník prací, Nasavrky, 11: 1-265.

- Tokár Z., Lvovsky A. & Huemer P. (2005): Die Oecophoridae s.l. (Lepidoptera) Mitteleuropas. Bestimmung, Verbreitung, Habitat, Bionomie. 120 pp., František Slamka, Bratislava.
- Traugott-Olsen E. & Nielsen S.E. (1977): The *Elachistidae* (Lepidoptera) of Fennoscandia and Denmark. - Fauna Entomol. Scand., 6: 1–299.
- Tykač J. (1938): *Rhyacia alpicola* ab. *hyperborea* Zett. v Čechách. - Čas. Čs. Společ. Entomol., 35: 94.
- Uříčář J. (in litt): Inventarizační faunistický výzkum Lepidopter (dílní zpráva). Nepublikováno, depon. in SCHKOJ, Jeseník-Bukovice, 1994.
- Vaněk J. (1981): Píďalky - *Geometridae* - v Severomoravském kraji. - Entomol. Zpravod. (Ostrava-Poruba), 11 (5): 82-95.
- Vaněk J. & Sitek J. (1983): Píďalky (*Geometridae*, Lep.) v Severomoravském kraji (první doplněk k článku v EZ č. 5/1981). - Entomol. Zpravod. (Ostrava-Poruba), 8: 11-13.
- Wocke M.F. (1848): Eine Exkursion in's Altwatergebirge. - Jahres-Bericht. d. Gesellschaft f. vaterl. Cultur., p. 71-74.
- (1850): Eine Wanderung durch's Altwatergebirge und die Grafschaft Glatz. - Zeitschr. Entomol. (Breslau), p. 43-47.
- (1859): II. Lepidoptera. - Jahres-Bericht. d. Schles. Gesellschaft f. vaterl. Cultur., p. 98-101.
- (1872): Verzeichniß der Falter Schlesiens. - Zeitschr. Entomol. (Breslau), 3: 1-86.
- (1874): Verzeichniss der Falter Schlesiens. II Microlepidoptera. - Zeitschr. Entomol. (Breslau), 4: 1-112.
- (1876): Beiträge zur Lepidopterenfauna Schlesiens. - Zeitschr. Entomol. (Breslau), 5: 39-45.
- (1898): Zutrage zur schlesische Lepidopterenfauna. - Zeitschr. Entomol. (Breslau), 23: 30-34.
- Wojtusiak J. (1976): Klucze do oznaczania owadów Polski. Cz. 27. Motyle – *Lepidoptera*. Zesz. 7 – 8. *Heliozelidae*, *Incurvariidae*. 60 pp., PWN, Warszawa.
- Wolf P. (1927): Die Großschmetterlinge Schlesiens. 60 pp. Schlesische Buchdruckerei Karl Vater, Breslau.
- (1935): Die Großschmetterlinge Schlesiens. Auf Veranlassung des Vereins für schlesische Insektenkunde zu Breslau bearbeit. Dritter Teil. I Bd., Breslau, p.161-228.
- Záruba P. (1999): Lepidopterofauna NPR Praděd. - Ochrana Přírody, 54: 205.
- Zavřel H. (1955): Minující hmyz přírodních rezervací v Jeseníkách. - Ochrana Přírody, 10: 301-303.
- (1960): Příspěvek k rozšíření minujícího hmyzu ve Slezsku. - Přírod. Čas. Slez, 11: 25-47.

Summary

This study focuses on lepidopteran fauna of the Praděd National Natural Reserve (Jeseníky Protected Landscape Area). The NNR Praděd represents a summit part of the Hrubý Jeseník Mts. with a characteristic habitat of artic-alpine tundra on the top, margined with montane forest. Moreover, this locality consists of other various biotopes as peat bogs, tall-herb vegetation, cliffs and bolder screes etc. From the faunal point of view is important species presence of different origins, i.e. boreal, alpine and boreo-alpine origin.

Our work is based on an extensive field study in selected localities of the NNR Praděd during years 1991 - 2009. Part of the work also represents a search of literature and available collections. We primarily aimed at summits of the artic-alpine tundra and the glacial cirque Velká kotlina with extra variegated vegetation. Altogether occurrence of 526 lepidopteran species has been recorded from the NNR Praděd, see Tab. 2 (other species findings are probable). The highest diversity proved habitats in the multifarious locality Velká kotlina (VK: 350 species) and at the end of the valley Bílá Opava (BA: 258 species). On the contrary, the studied summit parts pertain to the less species rich (e.g., VH: Vysoká hole - 150 species, PR: Praděd summit - 166 species).

The most valuable faunal finding is occurrence of two endemic taxa *Erebia sudetica sudetica* and *E. epiphron silesiana*. The endemic status of other species is presumable (*Elachista* cf. *humilis*, *Epichnopterix sieboldi*, *Sparganothis rubicundana*, *Cleopsis steineriana*). The locality of NNR Praděd is also characteristic with presence of many relict species as *Sterhopterix standfussi*, *Denisia stroemella*, *Coleophora glitzella*, *Sparganothis rubicundana*, *Cleopsis rogana*, *Catoptria petrificella*, *Elophos vittaria*, *Glacies alpinata*, *Perizoma affinitatum*, *Dasypolia templi*, *Papestra biren*, *Xestia speciosa*, *X. collina* etc. It is a measurably alarming discovery that some of the mountain relict species, historically indicated in the NNR Praděd, were recently not found; e.g. *Chionodes viduella*, *Cleopsis steineriana*, *Olethreutes mygindiana*, *Gesneria centuriella*, *Isturgia roraria*, *Perizoma minoratum*, *Eupithecia silenata*, and *Coranarta cordigera*, etc.

Such a decline of the above mentioned species might be a consequence of alpine habitat changes. As a very negative factor particularly appears an expansion of allochthonous dwarf pine (*Pinus mugo*) which is overgrowing the habitats above the timberline. Next negative roles probably play higher nutrient (NO_x) depositions which cause vegetation unification of the artic-alpine tundra and cessation of summer grazing and hay making along the mountain ridge. In spite of the given anthropic factors, the NNR Praděd belongs with its unique and surviving lepidopteran fauna to the most valuable localities in the Czech Republic.

Tab. 2: Systematický přehled motýlů (*Lepidoptera*) zjištěných v národní přírodní rezervaci Praděd (CHKO Jeseníky)
 Tab. 2: Species-list of lepidoptera recorded in the Praděd National Nature Reserve (Jeseníky Protected Landscape Area)

DRUH/SPECIES	LOKALITA/LOCALITY*									
	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH		
MICROPTERIGIDAE						rev.				
<i>Micropterix aureatella</i> (Scopoli, 1763)					+					
HEPIALIDAE										
<i>Hepialus sylvinus</i> (Linnaeus, 1761)				+		+				
<i>Hepialus fusconebulosus</i> (DeGeer, 1778)		Wk2		+	+, Sk2	+	+	+		
<i>Hepialus hecta</i> (Linnaeus, 1758)			Ko, Sk2	+		+		+		
<i>Hepialus humuli</i> (Linnaeus, 1758)			Sk2, Hí, Kd	+		+		+		
NEPTICULIDAE										
<i>Enteucha acetosae</i> (Stainton, 1854)			Sk7							
<i>Stigmella myrtillella</i> (Stainton, 1857)			+, Sk7							
<i>Stigmella sorbi</i> (Stainton, 1861)	Wk5		+							
<i>Stigmella poterii</i> (Stainton, 1857)			+							
ADELIDAE										
<i>Nematopogon pilella</i> (Den. & Schiff., 1775)		Ko, Ns, Sk6	Ko, Ns, Sk6			+				
<i>Nematopogon swammerdamella</i> (Linnaeus, 1758)						+				
<i>Nematopogon robertella</i> (Clerck, 1759)			rev.	+		+				
INCURVARIIDAE										
<i>Incurvaria pectinea</i> Haworth, 1828				+						
<i>Incurvaria vetulella</i> (Zetterstedt, 1839) ⁶	Wk5		rev., Sk2		+					+
<i>Incurvaria oehimanniella</i> (Hübner, 1796)			rev.	+		+, mp				
<i>Incurvaria koernerella</i> (Zeller, 1839)	Bš1									
<i>Lampronia prosectella</i> (Heyden, 1865)										
<i>Lampronia rupeilla</i> (Den. & Schiff., 1775)			Wk2, Ns, Ko, Sk2			Sk2				
TINEIDAE										
<i>Montescardia tessulatella</i> (Lienig & Zeller, 1846)			Sk6							

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH
PSYCHIDAE								
<i>Diplodoma lacharatingella</i> (Goeze, 1783)						rev.		
<i>Talaporja tubulosa</i> (Retzius, 1783)						rev.		
<i>Epichnopteryx sieboldi</i> (Reuti, 1853)	Sk5		Sk2	+	+, Wk4, Wk6, Sk2, Sk6	+, mp		+
<i>Megalophanes viciella</i> (Den. & Schiff., 1775)								
<i>Sterriopteryx fusca</i> (Haworth, 1809)	Hi	Ko, Sk2	(Ns), Ko, Sk2					
<i>Sterriopteryx standfussi</i> (Wocke, 1851)	Wk4, Sk2		Sk6	+		+	+	
DOUGLASSIIDAE								
<i>Tingama</i> sp.						rev.		
GRACILLARIIDAE								
<i>Caloptilia rufipennella</i> (Hübner, 1796)						Zv1, Zv2, mp		
<i>Euspilapteryx aurogutella</i> (Stephens, 1835)						+		
<i>Phyllonorycter junionella</i> (Zeller, 1846)					Zv1			
<i>Phyllonorycter ulmifoliella</i> (Hübner, 1817)						Zv2		
YPONOMEUTIDAE								
<i>Yponomeuta evonymella</i> (Linnaeus, 1758)				+		+		
<i>Argyresthia glabratella</i> (Zeller, 1847)			Ko, Sk2			rev.		
<i>Argyresthia goedartella</i> (Linnaeus, 1758)						+, mp		
<i>Argyresthia pygmaeella</i> (Den. & Schiff., 1775)			Ko					
<i>Argyresthia sorbella</i> (Treitschke, 1833)							Sk2	
<i>Argyresthia retinella</i> Zeller, 1839						rev.		
PLUTELLIDAE								
<i>Plutella xylostella</i> (Linnaeus, 1758) ^M	Ko, (Sk2)		+	+		+, mp		+
GLYPHIPYTERIGIDAE								
<i>Glyphipteryx bergstrasseraella</i> (Fabricius, 1781)			Wk5, Sk2	+		+, mp		+, (Sk2)
<i>Glyphipteryx simpliciella</i> (Stephens, 1834)						+, mp, rev.		
LYONEIIDAE								
<i>Lyonetia ledi</i> Wocke, 1859 ^T	(Sk7)							
ETHMIDAE								
<i>Ethmia quadriflora</i> (Goeze, 1783)						+, mp		

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH
<i>Ethmia pusiella</i> (Linnaeus, 1758)			Wk5, Sk2					
DEPRESSARIIDAE								
<i>Agonopterix conterminella</i> (Zeller, 1839)						+, mp		
<i>Agonopterix liturosa</i> (Haworth, 1811)				+	+	+, mp		
<i>Agonopterix heracliana</i> (Linnaeus, 1758)						+, mp		
<i>Agonopterix citiella</i> (Stainton, 1849)						+, mp		
<i>Agonopterix alstromeriana</i> (Clerck, 1759)						+		
<i>Agonopterix doronicella</i> (Wocke, 1849)			Wk2, As1, Ko, Sk2					
<i>Depressaria chaerophylli</i> (Zeller, 1839)				+		+		
OECOPHORIDAE								
<i>Denisia stroemella</i> (Fabricius, 1781)						+		
<i>Denisia nubilosella</i> (Henrich-Schäffer, 1864) ⁶						rev.		
<i>Metatampra cinnamomea</i> (Zeller, 1839)							Wk2, Sk2	
<i>Dasycera olivella</i> (Fabricius, 1794)							Wk2, Sk2	
<i>Harpella forficella</i> (Scopoli, 1763)				+			Wk2, Sk2	
<i>Pleurota bicostella</i> (Clerck, 1759)	(Wk5, Sk2)		+		+			+
<i>Statimopoda pedella</i> (Linnaeus, 1761)				+		+		+
ELACHISTIDAE								
<i>Stephenia abbreviatella</i> (Stainton, 1851)						rev.		
<i>Elachista kimunella</i> Stainton, 1849			rev.	+				
<i>Elachista bifasciella</i> Treitschke, 1833	GP		rev., Wk2, As1, Sk2,	+	Fe	+, mp		
<i>Elachista apicipunctella</i> Stainton, 1849						rev.		
<i>Elachista subnigrella</i> Douglas, 1853					Fe			
<i>Elachista</i> sp. (cf. <i>humilis</i> Zeller, 1850)				+		La		
<i>Elachista subalbida</i> ella Schläger, 1847			Wk5, Sk2			+		
<i>Elachista adscitella</i> Stainton, 1851						+, rev.		
SCYTHRIDIDAE								
<i>Scythris fallacella</i> (Schläger, 1847)			rev.					
COLEOPHORIDAE								
<i>Coleophora vacciniella</i> Her.-Sch., 1861						+		
<i>Coleophora vitisella</i> Gregson, 1856			rev.					
<i>Coleophora glitzella</i> Hofmann, 1869								+
<i>Coleophora albicostella</i> (Duponchel, 1842)						+		+

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH
<i>Coleophora lithangymella</i> Zeller, 1849		Wk5, Sk2						
<i>Coleophora sylvaticella</i> Wood, 1892						+		
MOMPHIDAE								
<i>Mompha locupletella</i> (Den. & Schiff., 1775)						+, mp		
AMPHISBATIDAE								
<i>Anchmia daphnella</i> (Den. & Schiff., 1775)						+, mp	+	
GELECHIIDAE								
<i>Monochroa tenebrella</i> (Hübner, 1817)						+, mp		
<i>Eulamprotes unicolorella</i> (Duponchel, 1843)			rev.			+		
<i>Bryotropha boreella</i> (Douglas, 1851)			rev.					
<i>Carpatolechta proximella</i> (Hübner, 1796)						+, mp		
<i>Gelechta rhombella</i> (Den. & Schiff., 1775)						+		
<i>Chionodes electella</i> (Zeller, 1839)						+		
<i>Chionodes viduella</i> (Fabricius, 1794)⁶	Wk5		rev., Sk2					
<i>Prolita sexpunctella</i> (Fabricius, 1794) ⁶			rev.					
<i>Caryocolum cassella</i> (Walker, 1864)						mp		
<i>Hypatima rhomboideella</i> (Linnaeus, 1758)						+, mp		
<i>Neofaculta infernella</i> (Her.-Sch., 1854)			rev.	+		+		+
<i>Neofaculta ericetella</i> (Geyer, 1832)			Sk2					
<i>Helcystogramma rufescens</i> (Haworth, 1828)						+, mp		
<i>Acompsta cinerella</i> (Clerck, 1759)						+		
ZYGAENIDAE								
<i>Adscita statifces</i> (Linnaeus, 1758)				Kd	+	+		
<i>Zygaena osterodensis</i> Reiss, 1921				(Kd)				
<i>Zygaena viciae</i> (Den. & Schiff., 1775)					+		+	
<i>Zygaena flippendulae</i> (Linnaeus, 1758)				(Kd)				
<i>Zygaena loniceræ</i> (Scheven, 1777)	Sk6			+				
<i>Zygaena purpuralis</i> (Brünnich, 1763)				(Kd)	+			
TORICIDAE								
<i>Phalomidia givicomana</i> (Zeller, 1847)			Wk5, Sk2					
<i>Falsencaria ruficiliana</i> (Haworth, 1811)						rev.		
<i>Acleris laterana</i> (Fabricius, 1794)				+		+, mp		

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH
<i>Aciæris maccama</i> (Treitschke, 1835)	Wk5							
<i>Aciæris sparsama</i> (Den. & Schiff, 1775)						+		
<i>Aciæris shepherdiana</i> (Stephens, 1852) ^B			GP					
<i>Aciæris aspersama</i> (Hübner, 1817)						+, mp		
<i>Eana argentana</i> (Clerck, 1759)				+, Kr	+	+, mp		
<i>Eana osseana</i> (Scopoli, 1763)	GP		+, Ko, Ns, Sk2, Sk6, NM	+	+	+	+	+
<i>Eana canescana</i> (Guenée, 1845)			Wk5			+		
<i>Cnephasia alicolana</i> (Her.-Sch., 1851)								
<i>Sparganothis rubicundana</i> (Her.-Sch., 1856) ^C	Ns, Wk5, Sk2	Wk2, Ns, Ko, Sk2, KH	rev., Wk2, Pt, Ns, As1, Ko, Sk2, KH		+, KH			+, KH
<i>Euilia ministrana</i> (Linnaeus, 1758)	Wk5			+	+	+	+	
<i>Paramesia gnomana</i> (Clerck, 1759)								+
<i>Syndemis musculana</i> (Hübner, 1799)						+		
<i>Lozotaenia forsterana</i> Stephens, 1829			rev.					
<i>Aphelia paleana</i> (Hübner, 1793)		Wk5, Sk2	Wk5, Sk2, GP		+			+
<i>Aphelia viburnana</i> (Den. & Schiff, 1775)	Wk2, Wk5, Ko, Sk2, B&1	+, Wk2, Ns, Sk2	+, rev., Wk2, Ns, Sk2	+	+	+	+	+
<i>Aphelia unitana</i> (Hübner, 1799)			rev.	+	rev.	rev.		
<i>Clepsis senectonana</i> (Hübner, 1819)			rev.			+		
<i>Clepsis steineriana</i> (Hübner, 1899) ^C	Hn		rev.					
<i>Clepsis rogana</i> (Guenée, 1845) ^C	GP	+, Ns, (Wk1), Wk3, Ko, Sk2	+, rev., Ns, Wk3, As2, Ko, Sk2	+	+	+, mp	+	+
<i>Bactra lancealana</i> (Hübner, 1799) ^B				+, Kr				
<i>Pseudosciaphila branderiana</i> (Linnaeus, 1758)			Sk2					
<i>Apotomis sauciana</i> (Frölich, 1828)			+, Sk4, NM	+	+	+, mp	+	+
<i>Celypha rurestrana</i> (Duponchel, 1843)					+		Wk2, Sk2	
<i>Celypha lacumana</i> (Den. & Schiff, 1775)	Wk2, B&1	Ns, Sk2, Ko	+, Ko, Sk2	+	+	+, mp	+	+
<i>Olethreutes arcuella</i> (Clerck, 1759)	Wk2		Sk2	+				
<i>Olethreutes mygindiana</i> (Den. & Schiff, 1775)			Sk2					
<i>Olethreutes schulziana</i> (Fabricius, 1776)			rev.				Wk5, Sk2	
<i>Olethreutes palustrana</i> (Lienig & Zeller, 1846)	(Sk2)		Sk6					
<i>Olethreutes bipunctana</i> (Fabricius, 1794)	GP, B&1	Ns, Ko, Sk2	+, Ns, Ko, Sk2	+, Kr	+	+	+	+
<i>Rhopobota ustomaculana</i> (Curtis, 1831)			rev.					
<i>Rhopobota naevana</i> (Hübner, 1817)		+						
<i>Rhopobota stagnana</i> (Den. & Schiff, 1775)		(Wk1)						

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH
<i>Epinotia solandriana</i> (Linnaeus, 1758)						rev.		
<i>Epinotia ramella</i> (Linnaeus, 1758)						+ , mp		
<i>Epinotia tetraquetra</i> (Haworth, 1811)						+		
<i>Epinotia tedella</i> (Clerck, 1759)			+	+ , Kr		+		
<i>Epinotia nanana</i> (Treitschke, 1835)					+ , Fe	rev.		
<i>Zeiraphera ratzeburgiana</i> (Saxesen, 1840)				+				
<i>Zeiraphera griseana</i> (Hübner, 1799)	Sk6	Wk5, Sk2 (Wk1)		+				
<i>Eucosma obumbratana</i> (Lienig & Zeller, 1846)								
<i>Eucosma campoliliana</i> (Den. & Schiff., 1775)						+ , mp		
<i>Epiblema hepaticana</i> (Treitschke, 1835)				Kr				
<i>Epiblema turbidana</i> (Treitschke, 1835)						+ , mp		
<i>Notocelia cynosbatella</i> (Linnaeus, 1758)						+ , mp		
<i>Notocelia tetragonana</i> (Stephens, 1834)			Sk2					
<i>Eucosmomorpha albersana</i> (Hübner, 1813)			Wk5, Sk2					
<i>Ancylis geminana</i> (Donovan, 1806)						+ , mp		
<i>Ancylis myrtilana</i> (Treitschke, 1803)			rev., Sk2	+		+ , mp		
<i>Cydia splendana</i> (Hübner, 1799)				+	+		+	
<i>Cydia fagiglandana</i> (Zeller, 1841)			Wk5, Sk2					
<i>Cydia strobilella</i> (Linnaeus, 1758)						+ , mp		
<i>Lathrorampha strigana</i> (Fabricius, 1775)			NM	+ , Kr		+ , rev.	+	
<i>Dichrorampha plumbagana</i> (Treitschke, 1830)			rev.					
<i>Dichrorampha cacaleana</i> (Her.-Sch., 1851)			Wk5, As1, Sk2, NM			rev.		
CHOREUTIDAE								
<i>Anthophila fabriciana</i> (Linnaeus, 1767)		Ns, Ko, Sk2	Sk2					
SCHRECKENSTEINIIDAE								
<i>Schreckensteinia festaltella</i> (Hübner, 1819)				+		+		
EPERMENIIDAE								
<i>Epermenia tiligerella</i> (Hübner, 1813)			+					
Epermenia insecturellus (Stainton, 1849)								
<i>Epermenia aequidentella</i> (E. Hofmann, 1867)					Zv1, Zv2	rev.		
PTEROPHORIDAE								
<i>Platyptilia gonodactyla</i> (Den. & Schiff., 1775)			Sk6, Wk5	+				
<i>Platyptilia nemoralis</i> Zeller, 1841				+		+	+	

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH
<i>Platyptilia calodactyla</i> (Den. & Schiff., 1775)	Sk2	Ns, Ko	Ns, Ko	+	rev.	+, mp, rev.		
<i>Amblyptilia punctidactyla</i> (Haworth, 1811)	Wk5		Sk2					
<i>Stenoptilia pterodactyla</i> (Linnaeus, 1761)			rev.			+		
<i>Helinsia osteodactylus</i> (Zeller, 1841)						+		
<i>Helinsia carphodactyla</i> (Hübner, 1813)						+		
<i>Helinsia tephrodactyla</i> (Hübner, 1813)						+, mp, Si		
<i>Emmelina monodactyla</i> (Linnaeus, 1758)				+		+	+	+
PYRALIDAE								
<i>Mantella fusca</i> (Haworth, 1811)				Kr				+
<i>Dionycia abietella</i> (Den. & Schiff., 1775)				+, Kr	+	+		
CRAMBIDAE								
<i>Scoparia ambigua</i> (Treitschke, 1829)			rev.					
<i>Gesneria centuriella</i> (Den. & Schiff., 1775)^G			Wk5					
<i>Dipleurina lacustrata</i> (Panzer, 1804)		Ns, Ko	Ns, Ko, Sk2					
<i>Eudonia petrophila</i> (Standfuss, 1848)^G	(Wk5), As1, Ko, Sk2	Sk2, Wk2	+, Sk2	+	+	+	+	+
<i>Eudonia murana</i> (Curtis, 1802)		Ns	Ns			+		
<i>Eudonia stidetica</i> (Zeller, 1839)^G		+	Wk2	+		+		
<i>Chrysoseuchia culmella</i> (Linnaeus, 1758)				+, Kr		+		
<i>Crambus pascuella</i> (Linnaeus, 1758)	Wk2			+		+		
<i>Crambus uliginosellus</i> Zeller, 1805^B	Wk2		As1, Sk2					
<i>Crambus pratella</i> (Linnaeus, 1758)		Wk2, Sk6	Sk6					
<i>Agriphila stramineella</i> (Den. & Schiff., 1775)				+		+, mp		
<i>Catoptria permutatellus</i> (Her.-Sch., 1848)				Kr				
<i>Catoptria margaritella</i> (Den. & Schiff., 1775)				+	+			
<i>Catoptria petrificella</i> (Hübner, 1796)^G	Wk5	+, Ns, Ko, Sk2, GP	+, AS1, Wk2, Pt, Ns, Ko, Sk2, GP	+	+	+	+	+
<i>Udea lutealis</i> (Hübner, 1809)		+	+, As2, NM	+, Kr	+	+, mp	+	+
<i>Udea alpinalis</i> (Den. & Schiff., 1775) ^G	Wk2, (Wk5), Sk2	+, Ko, Ns	+, Ko, Ns, Sk2, NM	+, Kr	+	+, mp	+	+
<i>Udea nebulalis</i> (Hübner, 1796)	Wk2, (Wk5), Sk2	Ns, Ko, Sk2	rev., Pt, Ns, Ko, Sk2, GP		rev.			
<i>Udea decrepitalis</i> (Her.-Sch., 1848) ^G	(Wk5), Sk2		Wk2	+		+		
<i>Udea olivalis</i> (Den. & Schiff., 1775)				+				
<i>Loxostege sticticalis</i> (Linnaeus, 1761) ^M				+				
<i>Pernephela lancealis</i> (Den. & Schiff., 1775)				+				
<i>Algedonia terrealis</i> (Treitschke, 1829)		+						

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH
<i>Pleurophyta ruralis</i> (Scopoli, 1763)				+		+		
<i>Agrotis nemoralis</i> (Scopoli, 1763)			Sk2					
<i>Nomophila noctuella</i> (Den. & Schiff., 1775) ^M			+	+				+
LASIOCAMPIDAE								
<i>Trichira crataegi</i> (Linnaeus, 1758)	(Wk4, Sk1)		Kd, Hi, Uř	+	+			+
<i>Macrothylacia rubi</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Dendrolimus pini</i> (Linnaeus, 1758)					+	+		
<i>Cosmotriche lobulina</i> (Den. & Schiff., 1775)		Sk1		+	+	+		
SATURNIIDAE								
<i>Agilia tau</i> (Linnaeus, 1758)			(Kd)			+		
SPHINGIDAE								
<i>Agrius convolvuli</i> (Linnaeus, 1758)			+, Kd, Hi	+				
<i>Sphinx pinastri</i> (Linnaeus, 1758)				+		+		
<i>Mimas tiliae</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Laothoe populi</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Macroglossum stellatarum</i> (Linnaeus, 1758)				+		+		
HESPERIIDAE								
<i>Erynnis tages</i> (Linnaeus, 1758)					+			
<i>Pyrgus serratalae</i> (Rambur, 1839) ^S	Sk6							
<i>Carterocephalus palaemon</i> (Pallas, 1771) ^L	BKK					+	+	
<i>Thymelicus sylvestris</i> (Poda, 1761)	Sk6					+		
<i>Thymelicus lineola</i> (Ochsenheimer, 1808)		+				+		
<i>Ochlodes sylvanus</i> (Esper, 1777)	BKK					rev.	+	
PAPILIONIDAE								
<i>Parnassius apollo</i> (Linnaeus, 1758)						(Ko)		
<i>Parnassius mnemosyne</i> (Linnaeus, 1758)	St2, Km							
<i>Papilio machaon</i> Linnaeus, 1758	BKK	+	+					
PTERIDAE								
<i>Aporia crataegi</i> (Linnaeus, 1758)		Ns, Ko	Ko, Sk1, Hi					
<i>Pteris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	(Kd), BKK	+	+, Hi	+	+	+	+, BKK	+, BKK
<i>Pteris rapae</i> (Linnaeus, 1758)	BKK	+	+, NM	+	+, BKK	+	+, BKK	+, BKK
<i>Pteris napi</i> (Linnaeus, 1758)	(Wk4), Ko, Kd, BKK	+	+	+	+, BKK	+, S3	+, BKK	+, BKK

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH
<i>Pteris bryoniae</i> (Hübner, 1806)	Wk4, Sk1	(+), Wk3	Wfl					
<i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Colias ivale</i> (Linnaeus, 1758)	BKK		Kd, Hi	+		+		
<i>Colias crocea</i> (Fourcroy, 1785) ^M			NM					
<i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)	BKK	+	+, Ko	+		+, S3	+	+
LYCAENIDAE								
<i>Lycæna phlaeas</i> (Linnaeus, 1761)					+			
<i>Lycæna virgaureæ</i> (Linnaeus, 1758)	BKK					+	+	
<i>Lycæna alciphron</i> (Rottemburg, 1775) ^U	Sk6, Hi, BKK						+	
<i>Lycæna hippothoe</i> (Linnaeus, 1761) ^U	BKK		Hi	+		+	+	BKK
<i>Neozephyrus quercus</i> (Linnaeus, 1758)					+			
<i>Celastrina argiolus</i> (Linnaeus, 1758)			Uf					
Maculinea arion (Linnaeus, 1758)	(Sk6)							
<i>Cyaniris semiargus</i> (Rottemburg, 1775)							+	
<i>Polyommatus amandus</i> (Schneider, 1792)	(Wk4, Sk1), Wfl							
NYMPHALIDAE								
<i>Apatura iris</i> (Linnaeus, 1758) ^L	(Kd)					+		
<i>Limenitis populi</i> (Linnaeus, 1758) ^L	BKK							
<i>Nymphalis polychloros</i> (Linnaeus, 1758)	Ko							+
<i>Nymphalis antiopa</i> (Linnaeus, 1758) ^L	Ko, Kd, BKK	+		+		+		
<i>Inachis io</i> (Linnaeus, 1758)	BKK	+	+	+, NM	+, BKK	+, S3	+	+
<i>Aglais urticae</i> (Linnaeus, 1758)	BKK	+, NM	+, Ko, St1, Hi, NM	+, BKK	+, BKK	+, Sk1, S3	+	+
<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758) ^M	BKK	+		+	+			
<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758) ^M	BKK	+			+, Ko, Sk1	Ko, Sk1		
<i>Polygona c-album</i> (Linnaeus, 1758)	Ko, BKK	+	+	+			+	+
<i>Araschnia levana</i> (Linnaeus, 1758)	BKK	+		+		+	+	
<i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus, 1758) ^L			Ko	+			+	
<i>Argynnis aglaja</i> (Linnaeus, 1758)	BKK	+		+			+	+
<i>Argynnis adippe</i> (Den. & Schiff, 1775)	(Ko, Sk1)							
Argynnis niobe (Linnaeus, 1758)			Hi					
<i>Issoria lathonia</i> (Linnaeus, 1758) ^M	Hi	+	+		+		+	
<i>Boloria euphrosyne</i> (Linnaeus, 1758)	BKK			+			+, BKK	
<i>Erebia ligea</i> (Linnaeus, 1758)	BKK		Wk2	+		+	+, Wk2, Sk1, BKK	+, BKK

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH
<i>Erebia euryale</i> (Esper, 1805) ^c	Wk2, Wk4, Sk1, Wfl, NM, Kd, (St1), St3, Hi, BKK	+, Wk2, St3, NM	+, Ko, Wk2, Ns, Sk1, Sk6, St3, Uf	+, St3, NM	+, BKK, St3	+, St3	+, BKK	+, St3, BKK
<i>Erebia epiphron</i> (Knoch, 1783) ^c	Wk4, Sk1, St3, BKK	+, Ko, Kd, St3	+, Wk2, Pt, Ns, Ko, Wfl, Sk6, Kd, St1, St3, Uf	+, NM, St3	+, Kd, St1, St3, BKK	+	+, BKK	+, BKK, Kd, St3
<i>Erebia sudetica</i> Staudinger, 1861 ^c	BKK, NM	+, Wk2, Sk1, Kd, St3	+, Wk2, Ko, Pt, Ns, Wfl, Kd, St3, Uf	+, Sk1, Kd, St1, St3	+, Kd, St3	+, NM, St3, Kd	+, BKK	+, BKK
<i>Erebia medusa</i> (Den. & Schiff., 1775)				St3				
<i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)	Sk6							
<i>Aphantopus hyperantus</i> (Linnaeus, 1758)						+	+	
<i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758)	Bs1				+			
<i>Coenonympha glycerion</i> (Borkhausen, 1788)	BKK					+		
<i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758) ^l	BKK			+		+		
<i>Lastommatia maera</i> (Linnaeus, 1758)	St3, BKK			+	+	+	+	+
DREPANIDAE								
<i>Drepana falcataria</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Sabra harpagula</i> (Esper, 1786)						+		
<i>Watsonaila cultraria</i> (Fabricius, 1775)						+		
<i>Thyatira batis</i> (Linnaeus, 1758)		+		+		+		
<i>Habrosyne pyritoides</i> (Hufnagel, 1766)				+		+		
<i>Tethia</i> or (Den. & Schiff., 1775)						+		
<i>Tethella fluctuosa</i> (Hübner, 1803) ^l						+		
<i>Ochropacha duplariis</i> (Linnaeus, 1761)						+		
GEOMETRIDAE								
<i>Lomaspilis marginata</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Ligdia adustata</i> (Den. & Schiff., 1775)						+		
<i>Isturgia roraria</i> (Fabricius, 1776)	(Sk6)							
<i>Macaria signaria</i> (Hübner, 1809)		Ns, Ko						
<i>Macaria liturata</i> (Clerck, 1759)				Kr				
<i>Macaria brunneata</i> (Thunberg, 1784)	BKK	+, Ko	+	+	+	+	+	+, BKK
<i>Chiasma clathrata</i> (Linnaeus, 1758)				Kr		+	+	+
<i>Plagodis pulveraria</i> (Linnaeus, 1758) ^l						+		
<i>Opisthograpis luteolata</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Apeira syringaria</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Selenia dentaria</i> (Fabricius, 1775)						+		

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH
<i>Selenia tetralumaria</i> (Hufnagel, 1767)				+		+		
<i>Odontopera bidentata</i> (Clerck, 1759)				+, Kr		+		
<i>Crocallis elinguarua</i> (Linnaeus, 1758)	(Kd)					+	+	
<i>Biston betularius</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Peribatodes secundarius</i> (Den. & Schiff., 1775)	Wk2			+				
<i>Deileptenia ribecta</i> (Clerck, 1759) ^l				+		+		
<i>Alicis repandata</i> (Linnaeus, 1758)	Wk2, Sk6, Bš1, Bš2	+		+, Kr	+	+		
<i>Alicis bastelbergeri</i> (Hirschke, 1908) ^l	Bš1, Bš2	+	+	+	+	+		
<i>Hypomecis punctinialis</i> (Scopoli, 1763)						+		
<i>Ematurga atomaria</i> (Linnaeus, 1758)						+, mp		
<i>Cabera pusaria</i> (Linnaeus, 1758)				+		+		
<i>Cabera exanthemata</i> (Scopoli, 1763)				+		+		
<i>Lomographa bimaculata</i> (Fabricius, 1775)						+		
<i>Lomographa temerata</i> (Den. & Schiff., 1775)						+		
<i>Campoclea margaritata</i> (Linnaeus, 1767)		Kd		+	+	+		
<i>Hylaea fasciaria</i> (Linnaeus, 1758)				+		+	+	
<i>Pungeleria capreolaria</i> (Den. & Schiff., 1775) ^l				+		+		
<i>Eliophos dilucidarius</i> (Den. & Schiff., 1775) ^g	(Wk4), Sk6, Hi, BKK	+, Ko, Wk2, Ko, Sk2	+, Ko, Sk2, Sk6, Va	+	+	+	+	+
<i>Eliophos vittaria</i> (Thunberg, 1788) ^g	(Wk4)		+, Uf	+, Kd, Kr	+	+	+	
<i>Glacies alpina</i> (Scopoli, 1763) ^g	(Wk4), Sk6, Sk2, BKK	Wk2, Ns, Ko	+, Ns, Ko, Uf		+, Kd			+, Kd
<i>Siona lineata</i> (Scopoli, 1763) ^u	Sk6				+			
<i>Jodis putata</i> (Linnaeus, 1767)						+		
<i>Timandra comae</i> Schmidt, 1931				+		+		
<i>Scopula ternata</i> Schrank, 1802 ^g	Sk6, (Kd), Hi, BKK		+, Hi	+	+	+	+	+
<i>Idaea ochrata</i> (Scopoli, 1763)	Sk6							
<i>Idaea biselata</i> (Hufnagel, 1767)						+		
<i>Idaea rusticata</i> (Den. & Schiff., 1775)	Sk6							
<i>Idaea aversata</i> (Linnaeus, 1758)				+		+		
<i>Lythiria cruentaria</i> (Hufnagel, 1767)			NM, Kd					
<i>Scotopteryx bipunctaria</i> (Den. & Schiff., 1775)	Sk6							
<i>Scotopteryx chenopodiata</i> (Linnaeus, 1758)				Kd		+		
<i>Scotopteryx mucronata</i> (Scopoli, 1763)	Sk6							
<i>Xanthorhoe birrviata</i> (Borkhausen, 1794) ^l		+		+		+		
<i>Xanthorhoe designata</i> (Hufnagel, 1767)				+		+		

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH
<i>Xanthorhoe spadicaria</i> (Den. & Schiff., 1775) ^v				+	+	+	+	
<i>Xanthorhoe ferrugata</i> (Clerck, 1759) ^v	Sk6							
<i>Xanthorhoe quadrfasciata</i> (Clerck, 1759)						+		
<i>Xanthorhoe montana</i> (Den. & Schiff., 1775)	Hi, BKK	+, Ns, Ko, Sk2	+, Ns, Ko, Sk2, Uf	+, Kd, Kr	+	+	+	+
<i>Xanthorhoe fluctuata</i> (Linnaeus, 1758)				+		+	+	
<i>Xanthorhoe incurvata</i> (Hübner, 1813) ⁶	Sk6			+	+	+		
<i>Catarhoe cuculata</i> (Hufnagel, 1767)					+	+		
<i>Epirrhoe tristata</i> (Linnaeus, 1758)					+	+		
<i>Epirrhoe alternata</i> (Müller, 1764)				+		+		
<i>Epirrhoe molluginata</i> (Hübner, 1813)				Kd		+		
<i>Camptogramma bilineatum</i> (Linnaeus, 1758)	Sk6			+		+		
<i>Entephria coesata</i> (Den. & Schiff., 1775)	Wk2, (Wk4), Hi, Sk6	+, Ns, Ko, Sk2	+, Ns, Ko, Sk2, NM, Va, Uf	+, Kd, Kr	+	+	+	+
<i>Anticlea derivata</i> (Den. & Schiff., 1775)						+		
<i>Mesolenca albiciliata</i> (Linnaeus, 1758)				+		+		
<i>Spangamia luctuata</i> (Den. & Schiff., 1775)	Sk6			+	+	+		
<i>Lampropteryx suffumata</i> (Den. & Schiff., 1775) ^l						+		
<i>Lampropteryx otriegata</i> (Metcalfe, 1917)						+		
<i>Eulithis prunata</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Eulithis populata</i> (Linnaeus, 1758)	(Wk4), Sk6, (Kd), Hi, Bš1, Bš2, BKK	+, Wk2, Ns	+, Ko, Ns, Sk2, NDM, Uf	+	+, BKK	+	+, BKK	+, BKK
<i>Eulithis mellinata</i> (Fabricius, 1787)						+		
<i>Eulithis pyraliata</i> (Den. & Schiff., 1775)	Sk6				+	+		
<i>Ecliptopera silaceata</i> (Den. & Schiff., 1775) ^l				+, Kr		+		
<i>Ecliptopera capitata</i> (Her.-Sch., 1839) ^l					+	+		
<i>Chlorochysta siterata</i> (Hufnagel, 1767)			+	+		+		
<i>Chlorochysta miata</i> (Linnaeus, 1758)	(Wk4, Sk2)			+		+		
<i>Dysstroma cinrata</i> (Linnaeus, 1761)		+	+	+	+	+		
<i>Dysstroma truncata</i> (Hufnagel, 1767)			+, Uf	+, Kd, Kr	+	+		
<i>Thera obeliscata</i> (Hübner, 1787)				+		+		
<i>Thera variata</i> (Den. & Schiff., 1775)			+	+, Kd, Kr	+	+		
<i>Thera britannica</i> (Turner, 1925) ^l						+		
<i>Eustronia reticulata</i> (Den. & Schiff., 1775) ^l				+		+		
<i>Electrophaes coryliata</i> (Thunberg, 1792) ^l				+		+		
<i>Colostygia olivata</i> (Den. & Schiff., 1775)			Va			+		

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH
<i>Colostygia pectinaria</i> (Knoch, 1781)				+		+		
<i>Hydriomena furcata</i> (Thunberg, 1784)	(Wk4), Bš1, Bš2, BKK	+, Sk2	+, Hi, Sk2, NM, Va	+	+	+	+	+
<i>Hydriomena impluviata</i> (Den. & Schiff., 1775) ^f						+		
<i>Hydriomena ruberata</i> (Freyer, 1831) ^g	Sk3			+	+	+		
<i>Rheumaptera subhasiata</i> (Nolcken, 1807) ^f	(Wk4)		Sk6	+	+	+		
<i>Triphosa dubitata</i> (Linnaeus, 1758)			+	+	+	+	+	
<i>Philiereme transversata</i> (Hufnagel, 1767)				+	+	+		
<i>Euphyia unangulata</i> (Haworth, 1809) L				+	+	+		
<i>Epirrita autumnata</i> (Borkhausen, 1794) ^f			+	+	+	+		
<i>Operophtera brunnata</i> (Linnaeus, 1758)	(Sk6), Bš1, Bš2		+	+	+	+		
<i>Perizoma affinitatum</i> (Stephens, 1831) ^g		Sk2		+	+	+, JKS		
<i>Perizoma alchemillatum</i> (Linnaeus, 1758)				+, Kr	+	+	+	
<i>Perizoma minoratum</i> (Treitschke, 1828) ^g		Sk2						
<i>Perizoma blandiatum</i> (Den. & Schiff., 1775)						+		
<i>Perizoma albulatum</i> (Den. & Schiff., 1775) ^g	Sk6			+	+	+	+	
<i>Perizoma flavofasciatum</i> (Thunberg, 1792)						+		
<i>Mesotype didymata</i> (Linnaeus, 1758)				+		+		
<i>Mesotype paralleloimeata</i> (Retzius, 1783)			+	+		+		
<i>Mesotype verberata</i> (Scopoli, 1763) ^g			+	+		+	+	
<i>Eupithecia analoga</i> Djakonov, 1926	Wk2, Wk4, BKK	Ko, Sk2	Wk2, Ko, Sk2, NM, JKS	+		+	+	
<i>Eupithecia hmarata</i> (Den. & Schiff., 1775)							+	
<i>Eupithecia venosata</i> (Fabricius, 1787)				+		+		
<i>Eupithecia tanfillaria</i> Boisduval, 1840						+		
<i>Eupithecia silenata</i> Assmann, 1848 ^g	(rev.)		Wk4, Sk2			Wk4		
<i>Eupithecia distinctaria</i> Her.-Sch., 1848	Sk6, Sk5			+				
<i>Eupithecia centaureata</i> (Den. & Schiff., 1775)				+		+		
<i>Eupithecia sahyata</i> (Hübner, 1813)						+		
<i>Eupithecia expallidata</i> Doubleday, 1856	Sk6, Sk5					+		
<i>Eupithecia veratraria</i> Her.-Sch., 1848						+		
<i>Eupithecia valerianata</i> (Hübner, 1813)	Sk6					+		
<i>Eupithecia subfuscata</i> (Haworth, 1809)				+, Kr	+	+		
<i>Eupithecia succenturiata</i> (Linnaeus, 1758)				+	+	+		
<i>Eupithecia icterata</i> (Villers, 1789)				+	+	+		
<i>Chlorochystis γ-ata</i> (Haworth, 1809)						+		

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH
<i>Aplocera plagiata</i> (Linnaeus, 1758)				+		+		
<i>Aplocera praeformata</i> (Hübner, 1826)		+	+, Uf	+	+	+		
<i>Odezia atrata</i> (Linnaeus, 1758) ^c	Sk6			+	+			+
<i>Vemista cambrica</i> Curtis, 1839 ^c	Wk4, Sk6		Sk2	+	+	+, JKS	+	
<i>Euchoeca nebulata</i> (Scopoli, 1763)				+		+		
<i>Nothocasis sertata</i> (Hübner, 1817)				+		+		
NOTODONTIDAE								
<i>Cerura vinula</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Furcula bicuspidis</i> (Borkhausen, 1790)						+		
<i>Stauropus fagi</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Drymonia dodonaea</i> (Den. & Schiff., 1775)				+		+		
<i>Notodonta dromedarius</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Notodonta ziczac</i> (Linnaeus, 1758)			Uf			+		
<i>Pheosia gnoma</i> (Fabricius, 1776)				+		+	+	
<i>Pterostoma palpina</i> (Clerck, 1759)						+		
<i>Ptilodon capucina</i> (Linnaeus, 1758)				+, Kr	+	+		
<i>Ptilodon cucullina</i> (Den. & Schiff., 1775)				+	+	+		
<i>Odontostia carmelita</i> (Esper, 1798)						+		
<i>Ptilophora plumigera</i> (Den. & Schiff., 1775)				+				
NOCTUIDAE								
<i>Acronicta leporina</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Acronicta auricomana</i> (Den. & Schiff., 1775)						+		
<i>Cryphia domestica</i> (Hufnagel, 1766)						+		
<i>Catocala fraxini</i> (Linnaeus, 1758)				+				
<i>Catocala nupta</i> (Linnaeus, 1767)				+				
<i>Scoliopteryx libatrix</i> (Linnaeus, 1758)			+					
<i>Hypena proboscidalis</i> (Linnaeus, 1758)				+		+	+	
<i>Hypena crassalis</i> (Fabricius, 1787)				+		+		
<i>Rivula sericealis</i> (Scopoli, 1763)						+	+	+
<i>Polychrysis moneta</i> (Fabricius, 1787)	(Sk1, Ko)		Ns, Sk6					
<i>Diachrysa chrysitis</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Diachrysa stenochrysis</i> (Warren, 1913)				+		+		
<i>Autographa gamma</i> (Linnaeus, 1758) ^M	BKK	+, Ns, Ko	+, Ns, Ko, NM	+, Kd, Kr	+	+	+	+

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH
<i>Autographa pulchirina</i> (Haworth, 1809)	Sk6			+, Kd	+	+		
<i>Autographa jota</i> (Linnaeus, 1758)	Ko		Sk1	+		mp		
<i>Autographa bractea</i> (Den. & Schiff., 1775) ⁶	BKK	Kd	Pt	+, Kd	+	+		
<i>Syngrapha ain</i> (Hochenwarth, 1785)	(Sk1)		Uf	Kd				
<i>Abrostola tripartita</i> (Hufnagel, 1776)						+		
<i>Abrostola triplasia</i> (Linnaeus, 1758)				+		+, mp		
<i>Cucullia lactucae</i> (Den. & Schiff., 1775)						+		
<i>Cucullia lucifuga</i> (Den. & Schiff., 1775)	Sk1							
<i>Cucullia umbratica</i> (Linnaeus, 1758)				+		mp		
<i>Calliergis ramosa</i> (Esper, 1786)						+		
<i>Amphipyra pyramidea</i> (Linnaeus, 1758)				+		+		
<i>Amphipyra tragopoginis</i> (Clerck, 1759)	Bš1			+	+	+		
<i>Pantilea coenobita</i> (Esper, 1785)					+			
<i>Trichosea ludifica</i> (Linnaeus, 1758)⁶		Kd				+		
<i>Colocasia coryli</i> (Linnaeus, 1758)				+		+		
<i>Heliothis viriplaca</i> (Hufnagel, 1776)				+				
<i>Heliothis armigera</i> (Hübner, 1808) ^M			+		+			
<i>Paradrina clavipalpis</i> (Scopoli, 1763)		Kd						
<i>Hoplodrina octogenaria</i> (Goeze, 1781)						+		
<i>Hoplodrina blanda</i> (Den. & Schiff., 1775)				+		+		
<i>Charanyca trigrammica</i> (Hufnagel, 1766)						+		
<i>Aypha pulmonaris</i> (Esper, 1790)						+		
<i>Rusina ferruginea</i> (Esper, 1785)						+		
<i>Euplexia lucipara</i> (Linnaeus, 1758)				+		+		
<i>Phlogophora meticulosa</i> (Linnaeus, 1758) ^M			+	+	+	+		
<i>Hyppa rectilinea</i> (Esper, 1788)		Ns, Ko, Sk1		+	+	+		
<i>Actinotia polyodon</i> (Clerck, 1759)				+		+		
<i>Cosmia trapezina</i> (Linnaeus, 1758)				+, Kd		+		
<i>Xanthia icteritia</i> (Hufnagel, 1766)						mp		
<i>Agrochola litura</i> (Linnaeus, 1761)			+					
<i>Agrochola circumlata</i> (Hufnagel, 1766)			+	+				
<i>Agrochola macilenta</i> (Hübner, 1809)			+	+				
<i>Conistra vaccinii</i> (Linnaeus, 1761)				+				
<i>Brachylomia viminalis</i> (Fabricius, 1776)				+, Kd	+	+		

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH
<i>Lithophane socia</i> (Hufnagel, 1766)			+	+		mp		
<i>Lithophane ornitopus</i> (Hufnagel, 1766)				+				
<i>Lithophane furcifera</i> (Hufnagel, 1766)				+				
<i>Lithomoia solidaginis</i> (Hübner, 1803) ^T			+	+				
<i>Xylena vetusta</i> (Hübner, 1813)			+	+		+		
<i>Eupsilia transversa</i> (Hufnagel, 1766)			+	+				
<i>Anitype chi</i> (Linnaeus, 1758)				+				
<i>Dasypolia tenpli</i> (Thunberg, 1792)⁶			+, JKS ^V	+, Sr	+	+		
<i>Polymixis xanthomista</i> (Hübner, 1819)				+				
<i>Mniotype adusta</i> (Esper, 1790)		Kd		Kd	+			
<i>Mniotype satira</i> (Den. & Schiff., 1775)				+		+		
<i>Apamea remissa</i> (Hübner, 1809)				+				
<i>Apamea crenata</i> (Hufnagel, 1766)				+, Kd	+	+		
<i>Apamea sordens</i> (Hufnagel, 1766)				+	+			
<i>Abronia monoglyphia</i> (Hufnagel, 1766)			+, Uf	+, Kr	+	+		
<i>Abronia lateritia</i> (Hufnagel, 1766)				+	+			
<i>Abronia rubrivena</i> (Treitschke, 1825) ⁶		Wk4, Sk1	+	+, Kd, Kr	+	+, Kd		
<i>Oligia strigilis</i> (Linnaeus, 1758)				+, Kd, Kr	+	+		
<i>Oligia versicolor</i> (Borkhausen, 1792)				Kd		+		
<i>Mecapamea secalis</i> (Linnaeus, 1758)				+		+		
<i>Crypsedre gemma</i> (Treitschke, 1825)		Kd	+	+		+	+	
<i>Photodes minima</i> (Haworth, 1809) ^V				+		+		
<i>Hadula trifoli</i> (Hufnagel, 1776)						+		
<i>Coranarta cordigera</i> (Thunberg, 1788)^T		(Wk1)						
<i>Polia hepatica</i> (Clerck, 1759)		Kd			+			
<i>Polia nebulosa</i> (Hufnagel, 1766)						+		
<i>Lacanobia thalassina</i> (Hufnagel, 1766)				+, Kr	+	+	+	
<i>Lacanobia suasa</i> (Den. & Schiff., 1775)				+				
<i>Melanchnra persicariae</i> (Linnaeus, 1761)		Kd		+		+		
<i>Melanchnra pisi</i> (Linnaeus, 1758) ^V			+	+		+		
<i>Popestra biren</i> (Goeze, 1781)⁶	(Wk4, Sk6)		+	+, Kr	+	+		+
<i>Hada plebeja</i> (Linnaeus, 1761)	(Wf2)	Ns, Ko		+, Kr	+	+		
<i>Mamestra brassicae</i> (Linnaeus, 1758)				+		+		
<i>Sideritis rivularis</i> (Fabricius, 1775)				+		+, mp		

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MK	JH
<i>Lastionyx imbecilla</i> (Fabricius, 1775)						+		
<i>Cerapteryx graminis</i> (Linnaeus, 1758) ^v	Bš1, Bš2	+, Kd	+	+, Kr	+	+	+	+
<i>Tholera decimatis</i> (Poda, 1761)	Bš1, Bš2			+				
<i>Mythimna conigera</i> (Den. & Schiff., 1775) ^v	Sk6			+	+	+		+
<i>Mythimna pallens</i> (Linnaeus, 1758)			+	+	+	+		
<i>Mythimna impura</i> (Hübner, 1808)				+				
<i>Mythimna albipuncta</i> (Den. & Schiff., 1775)						+		+
<i>Mythimna ferrago</i> (Fabricius, 1787)					+	+		
<i>Mythimna l-album</i> (Linnaeus, 1767)						+		
<i>Orthostia gothica</i> (Linnaeus, 1758)				+		+		
<i>Ochropleura plecta</i> (Linnaeus, 1761)				+	+	+		
<i>Axylla putris</i> (Linnaeus, 1761)						+		
<i>Diarsia mendica</i> (Fabricius, 1775)	Wk4, Sk1, Bš1, Bš2, BKK	+, Wk2, Ns, Ko, Sk1, Wf2	+, Wk2, Ko, Sk1, Pt, Wf2, Hf, Uf	+, Kr	+, Hf, BKK	+	+	+, BKK
<i>Diarsia brunnea</i> (Den. & Schiff., 1775)		Kd		+		+		
<i>Diarsia rubi</i> (Vieweg, 1790) ^v			Sk1, Uf	+	(Kd)	+		
<i>Noctua promuba</i> (Linnaeus, 1758)		Kd	+	+, Kd	+	+	+	
<i>Noctua comes</i> (Hübner, 1813)						+		
<i>Noctua fimbriata</i> (Schreber, 1759)		Kd	+	+	+	+		
<i>Noctua janithina</i> (Den. & Schiff., 1775)		Kd		+	+	+		
<i>Chersotis cuprea</i> (Den. & Schiff., 1775)		Kd		+				
<i>Rhyacia simulans</i> (Hufnagel, 1766)		Kd	+	+	+	+		+
<i>Eurois occulta</i> (Linnaeus, 1758) ^g	(Wk4, Sk6)			+, Kd	+	+		
<i>Opigena polygona</i> (Den. & Schiff., 1775)				+	+	+		
<i>Graphiphora augur</i> (Fabricius, 1775)				+		+		
<i>Eugnorisma depuncta</i> (Linnaeus, 1761)				+				
<i>Xestia speciosa</i> (Hübner, 1813)^g		Ns, Ko, Sk1, Wf2, Kd	+, Uf	+, Kd, Kr	+	+		
<i>Xestia c-nigrum</i> (Linnaeus, 1758)			+	+	+	+		
<i>Xestia ditrapezium</i> (Den. & Schiff., 1775)				+		+		
<i>Xestia triangulum</i> (Hufnagel, 1766)		Kd				+		
<i>Xestia baja</i> (Den. & Schiff., 1775)				+, Kd	+	+		
<i>Xestia stigmatica</i> (Hübner, 1813)				+		+		
<i>Xestia collina</i> (Boisduval, 1804)^g			Sk6	+		+		
<i>Xestia xanthographa</i> (Den. & Schiff., 1775)	Wf2			+		+, JKS		

	PR s. lat.	MD	PR	BA	VH	VK	MIK	JH
<i>Anaplectoides prasina</i> (Den. & Schiff., 1775)		Kd	+	+	+	+		
<i>Actebia praecox</i> (Linnaeus, 1758)		Kd						
<i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnagel, 1766) ^M			+	+, Kd	+	+		
<i>Agrotis exclamatoris</i> (Linnaeus, 1758)			+	+	+	+		
LYMANTRIIDAE								
<i>Calliteara pudibunda</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Arctornis l-nigrum</i> (Müller, 1764)						+		
<i>Lymantria monacha</i> (Linnaeus, 1758)				+				
NOLIDAE								
<i>Pseudopsis prasinana</i> (Linnaeus, 1758)					+	+		
ARCTIIDAE								
<i>Atoimis rubricollis</i> (Linnaeus, 1758)				+				
<i>Eilema lurideola</i> (Zincken, 1817)						+		
<i>Eilema depressum</i> (Esper, 1787)						+		
<i>Parasemita plantiginis</i> (Linnaeus, 1758)		Ko, Sk2	Ns, Ko, Sk2	+	+	+	+	+
<i>Diaphora menaica</i> (Clerck, 1759)						+		
<i>Spilosoma lubripeda</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Spilosoma luteum</i> (Hufnagel, 1766)				+				
<i>Phragmatobia fuliginosa</i> (Linnaeus, 1758)				+	+	+		
<i>Arctia caja</i> (Linnaeus, 1758)				+	+			
<i>Diacrista samio</i> (Linnaeus, 1758) ^U						+	+	
<i>Callimorpha dominula</i> (Linnaeus, 1758) ^L				+		+	+	
CELKEM DRUHŮ/AL TOGETHER		90	166	258	150	350	81	61

* Zkratky/Abbreviations: PR s. lat. = bliže nespecifikovaná oblast Pradědu/Praděd in wide sense, i.e. broader territory of the Praděd Mt., MD = Malý Děd, PR = Praděd, BA = Barbořka, VH = Výšoká hole, VK = Velká kotlina, MIK = Malá kotlina, JH = Jelení hrbet

Adresy autorů: Tomáš Kuras, Monika Mazařová, Karolína Černá, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého, Tř. Svobody 26, CZ-771 46 Olomouc, Česká republika, e-mail: tomas.kuras@upol.cz

Jan Sitek, Hasičská 3130, CZ-738 01 Frýdek-Místek, Česká republika, e-mail: jansitek@quick.cz

Jan Liška, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Strnady 136, 252 02 Jilovistrě, Česká republika, e-mail: liska@vulhm.cz

Příloha 2

Lepidopteran species richness of alpine sites in the High Sudetes Mts.: effect of area and isolation

Karolína Černá, Tomáš Kuras, Jan Šipoš a Pavel Kindlmann

(ms accepted in *Acta Oecologica*)

**Lepidopteran species richness of alpine sites in the High Sudetes Mts.:
effect of area and isolation**

Karolina Cerna^{a,b,*}, Tomas Kuras^a, Jan Sipos^a, Pavel Kindlmann^b

^a Faculty of Science, Palacky University Olomouc, tr. Svobody 26, 77146 Olomouc,
Czech Republic;

^b Institute of Systems Biology and Ecology, Academy of Sciences of the Czech Republic,
Na sadkach 7, 37005 Ceske Budejovice, Czech Republic

* Corresponding author: phone: +420 603 108 665; e-mail: kcerna@volny.cz

Abstract

Alpine sites in the High Sudetes Mts. host - due to their history and special climatic conditions - unique assemblages of lepidopteran species. We used data from ten of these sites to study β -diversity of the lepidopteran fauna and to test the effect of site area, distance to the nearest site and connectivity on lepidopteran species richness. For this, we used cluster analyses, species-area relationship (SAR) and the incidence function model (IFM), followed by General Linear Model (GLM) analysis of the importance of individual factors. The list of species was compiled from relevant records. Species richness depended significantly on area and connectivity: large alpine sites were more species-rich than smaller ones and remote sites differed in species composition from the others. We conclude that any decrease of the area of these sites will drastically affect the unique lepidopteran assemblages living in the High Sudetes Mts.

Keywords: Central Europe, mountains, alpine habitats, island biogeography, incidence function model, species-area relationship, species richness.

1. Introduction

Recent research of postglacial colonization in Europe showed that alpine areas provide heterogeneous mosaics of relatively undisturbed, near-natural habitats with unexpectedly high species richness (Nagy et al., 2003). This is because high mountains provided refuges for many cold-adapted species after the last glacial period (Gutierrez, 1997; Hewitt, 1999; Varga and Schmitt, 2008). Isolation of these species on alpine summits gave rise to specialization and therefore these habitats now host a number of glacial relicts, many of which are endemic. The role of isolation of alpine habitats and possible reduction of their size in the future is now widely discussed.

Remarkable alpine habitats also occur in the High Sudetes Mts. in the Czech Republic. This mountain range forms the northern border of the Czech Republic and rises to 1300 - 1600 meters above sea level. Treeless arctic-alpine tundra occupies a narrow belt above the timberline extending several tens to several hundred meters below the summits (Tremel and Banas, 2000). Thus, in mountainous parts of Central Europe, the arctic-alpine tundra forms only isolated sites comparable to islands, while in Northern Europe it occupies much larger areas (Jenik, 1998; Jenik and Stursa, 2003). Alpine environment is climatically not very favourable, and therefore alpine grasslands are generally species-poor in comparison with lower altitudes (Dennis et al., 1995; Fleishman et al., 1998; Gutierrez and Menendez, 1998; Strathdee and Bale, 1998). However, the High Sudetes host specific lepidopteran fauna, as three ecoregions meet here: alpine, carpathian and boreal one (Benes et al., 2000; Lastuvka and Liska, 2005; Liska and Skyva, 1997). Furthermore, the Sudetes are the northernmost outpost of some European mountain species (e.g. *Blastesthia mughiana*, *Catoptria petrificella*, *Erebia sudetica*,

Elophos operarius, *Psodos quadrifarius* etc.), while the boreal tortricid *Sparganothis rubicundana* has an isolated south-western outpost of its global distribution here (Kuras and Helova, 2002; Liska, 2000).

The European mountain species dispersed to the present territory during the post-glacial period, either from the Alps or from the surrounding periglacial zone, while the boreal species radiated from their continuous north-eastern range and probably never reached the Alps (Varga and Schmitt, 2008). Further climatic and vegetation changes contributed to the increasing disjunctions in species distribution and a consequent isolation of particular populations led to their gradual differentiation (Dennis, 1993; Dennis et al., 1995; Lattin, 1967). Considerable differences in species occurrence (large β -diversity) are also noticeable in individual alpine sites in the High Sudetes Mts. These differences were noted by several earlier authors (Jahn et al., 1997; Liska, 1997, 2000; Liska and Skyva, 1997) and during previous research in these mountains (Benes et al., 2000; Cizek et al., 2003; Kuras 2009; Kuras et al., 2000, 2001, 2003); in none of these papers they were, however, properly quantified.

The theory predicts that larger sites are able to host a larger number of species: the species-area relationship (Arrhenius, 1921; Rosenzweig, 1995) and that more isolated sites usually host less species than sites surrounded by other suitable sites: island biogeography theory (MacArthur and Wilson, 1967). This should also be true for the High Sudetes Mts., but this effect has neither been verified, nor exactly quantified. A good knowledge of the effect of area and isolation on the species richness is, however, crucial for determination of proper conservation strategies for these unique sites.

The aim of this paper is (a) to quantify the differences in species composition of the alpine islands in the High Sudetes Mts., (b) to test the effects of isolation and area on species richness and (c) to propose conservation priorities concerning selected alpine sites.

2. Materials and methods

The High Sudetes Mts. consist of three disjunct mountain systems, the Krkonose Mts. (Riesengebirge/Giant Mts.), the Hruby Jeseník Mts. (Altvatergebirge) and the Kralický Sněžník Mts. (Glatzer Schneegebirges), and shape a natural border between the Czech Republic and Poland. Geologically, their surface is rather uniform, built by granite, gneiss, and mica schist (Tremel and Banas, 2000). The alpine timberline is formed by Norway spruce (*Picea abies*) and dwarf pine (*Pinus mugo*), which is however artificially planted in the Hruby Jeseník Mts. and slowly overgrowing alpine grasslands dominated by *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Avenella flexuosa*, *Nardus stricta*, *Festuca supina* and *Molinia caerulea*.

All available sources (Table 1) related to these mountain ranges were critically reviewed and list of Lepidoptera species was compiled for each alpine site of the High Sudetes Mts. (Table 2): Krkonose-West (Kotel Mt. – 1435 m), Krkonose-East (Sněžka/Schneekoppe – 1602 m), Kralický Sněžník (1424 m), Serak (1351 m), Keprník (1423 m), Červená hora (1337 m), Malý Děd (1355 m), Mravenecník-Vršeník (1343 m), Prácheň (1491 m) and Vysoká hora (1464 m); the last 7 alpine sites are parts of the Hruby Jeseník Mts. (Fig. 1). The examined list (Table 2) includes only “diagnostic species”, i.e., species with an exclusive affinity for alpine habitats of the High Sudetes Mts. or

generally unlikely to be found below the timberline. From an eco-zoogeographical point of view (*sensu* Krampal, 1992) it means species with euboreal, boreo-alpine, arctic-alpine and subalpine types of distribution.

#Figure 1, Table 1 and Table 2 approximately here#

2.1 Cluster analyses

We calculated two cluster analyses using software R version 2.7.2 (R Development Core Team 2009) to indicate differences in species richness and composition among individual alpine islands. Species were allocated values 1/0 (present/absent) and Single clustering method with Jaccard distance was chosen. Significance of each cluster was tested using R software version 2.7.2., bootstrap methods (Everitt and Hothorn, 2006) and is specified with AU (Approximately Unbiased) values where AU *p*-value is calculated by multiscale bootstrap resampling (Shimodaira, 2002).

2.2 Species-area relationship (SAR)

The species-area relationship is the most often used method to describe the relation between the number of species, *S*, and area, *A*:

$$S = cA^z. \quad (1).$$

This relationship can be linearized by logarithmic transformation of both sides:

$$\log S = \log c + z * \log A \quad (2).$$

where *c* denotes the intercept value at unit of area and *z* is the slope that ranges frequently between 0.1 and 0.3 (Rosenzweig, 1995). Values between 0.1 and 0.2 are typical for

mainland or less isolated areas and slopes exceeding 0.3 distinguish islands characterized by relatively high numbers of endemic species or species with a smaller dispersal range.

Alpine site areas were taken from Treml and Banas (2000) - see Table 3 - and linear regression/species-area relationship was conducted using statistical software Minitab 14 (Ryan et al., 2004). We used confidence intervals (95%) to separate ordinary from extraordinary areas with respect to species richness (Dennis et al., 2001; Ulrich and Buszko, 2005).

2.3 Incidence function model (IFM)

Isolation of each alpine site was estimated using the incidence function model. This model belongs to so-called “patch models” which count with species presence or absence on patches (Dennis et al., 2001; Hanski et al., 2000; Kindlmann and Burel, 2008). In comparison with other connectivity metrics, the IFM measure is more complex and less sensitive to errors in estimation of parameters determining migration range distribution (Moilanen and Nieminen, 2002). This model takes into account all patch areas and the nearest distances from the focal patch to every similar patch within a specific buffer zone:

$$S_i = A_i^c \sum_{j \neq i} \exp(-\alpha d_{ij}) A_j^b \quad (3).$$

where S_i is the connectivity of patch i , d_{ij} is the nearest distance between patches i and j (all distances were measured from edge-to-edge), parameter α is scaling the effect of distance to migration ($1/\alpha$ is the average migration distance) and parameters b and c represent emigration and immigration rates (Moilanen and Nieminen, 2002). Distances were measured using software ArcView GIS 3.2 (Ormsby et al., 1998). The parameter α was derived from species dispersal distances which ranged between 1 to 3.5 km ($\alpha = 1.5$).

The values for $b = 0.3$ and $c = 0.2$ were arbitrarily placed and represent values characteristic for Lepidoptera (Hanski et al., 2000). It was not feasible to conduct a field research and find accurate values for all diagnostic species with the capture-recapture method.

2.4 Relative importance of area, distance and connectivity on species richness

Finally, we have compared the importance of all tested factors, i.e., connectivity (S_i), area (A) and distance to the nearest site (d), using the “zero isocline” model. This analysis incorporates connectivity values from the incidence function model and shows the relationship between connectivity and area ($S_i \sim A$) and between connectivity and distance ($S_i \sim d$). In the first calculation, we fixed distance to its median to avoid the effect of distance and in the second calculation we fixed area to avoid the effect of area. Significance of area, distance and connectivity (A , d , S_i) was tested by the General Linear Model (GLM) with Poisson distribution and proved by AIC comparison between a full model and a model without one of the explanatory variables.

3. Results

3.1 Cluster analyses

Twenty diagnostic lepidopteran species and 10 alpine islands (Tab. 2) were included to the similarity interpretation and two dendrograms were conducted (Fig. 2 and 3). These cluster analyses clearly indicate the largest differences in species distribution specific for individual alpine sites in the High Sudetes Mts.

#Figure 2 and Figure 3 approximately here#

Habitat similarities (Fig. 2) depict two main groups of alpine sites, i.e., the Krkonose Mts. and the Hruby Jeseník Mts. An unstable and not much robust linkage shows the Kralický Sněžník Mts. ($AU < 95$ within all conducted analysis). The Kralický Sněžník Mts. finds its position in both mentioned clusters, the Krkonose Mts. as well as the Hruby Jeseník Mts., depending on the clustering method. The Krkonose Mts. cluster is very constant ($AU = 100$) and species composition of included alpine sites is almost identical. The Hruby Jeseník Mts. cluster is composed of two compact groups of alpine sites ($AU = 96$). The first one contains larger and geographically close sites with characteristic species for the Hruby Jeseník Mts. and the second one represents smaller and rather isolated sites with non-specific and little diversified fauna characteristic for the entire region of the High Sudetes Mts.

Our diagnostic species pool splits similarly to what is mentioned above (Fig. 3). A compact group of species with a specific affinity for the Hruby Jeseník Mts. is clearly distinguished here ($AU = 97$): *Sparganothis rubicundana*, *Clepsis steineriana*, *Erebia epiphron*, *Catoptria petrificella*, *Clepsis rogana* and *Erebia sudetica*. These species are primarily present in the central treeless zone of the Hruby Jeseník Mts. consisting of following alpine sites: Práded, Malý Ded and Vysoká hole. This central zone represents a “core” of relict mountain species in the Hruby Jeseník Mts. Next cluster represents species preferentially connected with the Krkonose Mts. (see the compact groups of *Elophos operarius*, *Olethreutes obsoletanus*, *Xestia alpicola*; $AU = 100$; *Psodos quadrifarius*, *Catoptria maculalis*,... $AU = 100$) and distributed within the entire

region of the High Sudetes Mts. (e.g. *Rhigognostis senilella*, *Elachista kilmunella*, *Lampronia rupella*, *Chioniodes viduellus*, *Glacies alpinatus* and other). However, position of this cluster is not very robust (AU < 95).

3.2 Species-area relationship (SAR)

The SAR of diagnostic Lepidoptera species is well fitted by regression of the form $\log S = 0.717 + 0.312 \log A$ (Fig. 4) and proves that area affects the number of lepidopteran species occurring in the alpine sites in the High Sudetes Mts. (Fig. 4). Strictly speaking, number of species increases with site area. The most species-rich sites (Praded, Kralicky Sneznik, Maly Ded) fall above and the least species-rich sites (Cervena hora, Keprnik) below the 95% confidence interval. The value of z ($z = 0.312$) is relatively high and is characteristic for isolated sites hosting a number of endemic species.

#Figure 4 approximately here#

3.3 Incidence function model (IFM)

Connectivity values (S_i) of studied alpine sites are sorted ascending in Table 3. The first five islands (Mravenecnik-Vresnik, Serak, Kralicky Sneznik, Cervena hora and Keprnik) represent the most remote and smallest sites with connectivity value not exceeding 1.5. Surprisingly, Kralicky Sneznik falls into this category though this alpine site was above the 95% confidence interval according to the SAR model, which indicates a large species richness for its area. The largest connectivity was found for three alpine sites from the Hruby Jesenik Mts.: Praded, Maly Ded and Vysoka hole. Maly Ded evidently compensates its small area by its close proximity to the largest islands in the Hruby

Jesenik Mts., so that more species occur here than in much larger sites. Both Krkonose islands (West and East) are very large and their high connectivity values are intermediate.

#Table 3 approximately here#

3.4 Relative importance of area, distance and connectivity on species richness

The major isolation predictor is denoted with two slopes in Fig. 5. The linear slope shows the relationship between connectivity and area ($S_i - A$) and the exponential slope between connectivity and the nearest distance ($S_i - d$). The nearer is the site situated to the slope of area or distance, the more it is affected by the given factor. It appears that small alpine sites (Cervena hora, Keprnik, Maly Ded, Mravenecnik-Vresnik, Serak and Praded) are more influenced with area, whereas larger sites are less vulnerable to area and their lepidopteran richness is governed by distance to other similar patches.

#Figure 5 approximately here#

We also tested individual factors affecting species richness (connectivity, area and the nearest distance) with the GLM analysis. Area and connectivity, which incorporates information on area as well as on distance, appear to be the best explanatory variables (Tab. 4). On the contrary, the effects of distance and of all possible interactions between individual factors (connectivity, area and the nearest distance) were not significant.

4. Discussion

4.1 Cluster analyses

The cluster analyses demonstrate a remarkable difference between faunal composition in the Krkonose Mts. and in the Hruby Jesenik Mts. (Fig. 2 and 3). This may be due to the effect of the autochthonous dwarf pine (*Pinus mugo*) on post-glacial faunal development in the Krkonose Mts. (Cizek et al., 2003; Gutierrez, 1997; Jenik, 1961) in conjunction with geographical isolation of the Krkonose Mts. and long distance from other alpine islands within the High Sudetes Mts.

4.2 Relationship between area and species richness (SAR model)

The SAR model (Fig. 4) confirmed that area is positively correlated with the number of species occurring in the alpine sites (Ricklefs and Lovette, 1999; Ulrich and Buszko, 2003). The regression slope $z = 0.312$ (Fig. 4) is relatively large and characteristic for isolated habitats (Rosenzweig, 1995). This may be influenced by our species selection, because only endemic species or species with smaller dispersal ranges are included in this study.

4.3 Connectivity effect on species richness

Some sites (Maly Ded, Kralicky Sneznik and Praded) were exceptionally species rich with respect to their area – they were above the positive 95% confidence interval in the SAR (see section 3.2). This may be sometimes (Maly Ded, Praded) but not always (Kralicky Sneznik) contributed to their connectivity (see section 3.3), as predicted by the

literature (Dennis, 1997, 2000; Dennis et al., 2001; Devy et al., 1998; Dyck and Matthysen, 1999; Hanski and Gaggiotti, 2004; Hanski et al., 1996).

The Kralicky Sneznik Mts., despite of its imperceptible connectivity rate (0.00) falls - according to the SAR model - into the group of the most species rich alpine sites. This might be caused by its geomorphologic heterogeneity (presence of glacial cirques, stone debris fields or an offer of unoccupied niches - a common phenomenon of the highest mountain peaks), or by agricultural management (grazing and mowing) implemented in the recent past.

4.4 Lepidopteran community development in the historical context

Several authors emphasized the importance of historical factors to explain diversity and composition of communities. One of the most important elements is the glacial-interglacial cycle, which has largely affected species assemblages in Central Europe (Dennis et al., 1995; Gutierrez, 1997; Hewitt, 1999; Krampal, 1992; Ricklefs and Schluter, 1993; Varga and Schmitt, 2008). Recent distribution of some lepidopteran species suggests that these had inhabited vast European tundra biotopes during the last glacial and post-glacial period and after that became entrapped in high-altitude sites. Long-lasting separation has evolved in differentiation of lepidopteran lineages afterwards, including those in the High Sudetes Mts. However, some alpine sites of the Krkonose Mts. and the Hruby Jesenik Mts. are still interconnected. For example, explicit interconnection within the Hruby Jesenik Mts. system has been documented by one of the largest studied species *E. epihron* (Kuras et al., 2001; Schmitt et al., 2005).

Our models do not include the effect of post-glacial development of individual alpine sites on their species richness. This is most obvious in the case of the small

isolated islands (Serak, Cervena hora and Keprnik), where species richness is evidently lower than predicted by the SAR model. We can assume that these currently treeless summits were covered by forest (Jenik, 1961) during the Holocene Climate Optimum and were not ex-post colonised to such an extent as similarly small treeless areas (Maly Ded and Mravenecnik-Vresnik) with a direct link to the larger sites (Vysoka hole and Praded). Relatively diversified fauna of the Kralicky Sneznik Mts. can be therefore explained by the continuous existence of treeless area on the summit confirmed by a number of studies (Buchar and Ruzicka, 2002; Demek and Kopecky, 1998; Klimes and Klimesova, 1991; Krahulec, 1990).

4.5 Conservation implications

Alpine sites are generally ranked among the most threatened habitats, directly influenced by anthropogenic activities (Boggs and Murphy, 1997; Grabherr et al., 2003; Jenik and Stursa, 2003). Besides the human activity, which has obviously increased in alpine environments during the past few decades, the other negative factor affecting alpine biota is the climate change (Isaac and Williams, 2007). Recent predictions suggest that with a temperature rise indigenous alpine species could become endangered or even extinct as a result of the loss of alpine areas by forest encroachment, habitat fragmentation, invasion by introduced species and direct climatic effects. Therefore, alpine ecosystems are a conservation priority.

Although alpine sites of the High Sudetes Mts. are small in size, they host a relatively large number of plants and animals. However, because of the large value of the parameter z in the SAR (see section 3.2), even a minimal reduction of their area would cause an inevitable diversity loss. This is enhanced by the large β -diversity in the High

Sudetes Mts. and large degree of endemism here, because species limited to single site and/or small populations are more prone to extinction.

We have shown that connectivity is one of the best predictor of species richness because it involves both factors affecting species richness: area and the nearest distance between sites (see section 3.4). Therefore the sites with largest connectivity (Maly Ded, Praded and Vysoka hole) host the highest number of diagnostic species, including arctic-alpine, boreo-alpine, boreo-montane and montane-alpine ones (*Incurvaria vetulella*, *Lampronia rupella*, *Chioniodes viduellus*, *Sparganothis rubicundana*, *Clepsis steineriana*, *Clepsis rogana*, *Catoptria petrificella*, *Erebia epiphron*, *Erebia sudetica*, *Glacies alpinatus*, *Epichnopterix ardua* and *Xestia alpicolla*), among them two endemic taxa (*Erebia epiphron silesiana* and *Erebia sudetica sudetica*), and therefore should be especially protected and their size maintained. The same holds for the small sites, because any decline in their area may be fatal for the species living here. The large sites in the Krkonose Mts. do not suffer an immediate threat, but even these should be closely monitored and actions performed in case of observed decline of their area and/or abundance of individual species here.

Acknowledgements

We thank Vaclav Treml for providing geographical data regarding timberline, site locations and situation map of the High Sudetes Mts. (Fig. 1). We are also obliged to Jan Liska for classifying species from the Krkonose-West and Krkonose-East. This research was funded by the Ministry of Environment of the Czech Republic (projects VaV

SM/6/70/05 and VaV/620/15/03), grant No. IG UP 913104041/31 and by the MSMT grant LC06073.

References

- Arrhenius, O., 1921. Species and area. *Journal of Ecology* 9: 95-99.
- Benes, J., Kuras, T., Konvicka, M., 2000. Assemblages of mountainous day-active Lepidoptera in the Hruby Jesenik Mts., Czech Republic. *Biologia Bratislava* 55: 159-167.
- Boggs, C.L., Murphy, D.D., 1997. Community composition in mountain ecosystems: climatic determinants of montane butterfly distributions. *Global Ecology and Biogeography Letters* 6: 39-48.
- Buchar, J., Ruzicka, V., 2002. Catalogue of spiders of the Czech Republic. Peres Pub.
- Cizek, O., Bakesova, A., Kuras, T., Benes, J., Konvicka, M., 2003. Vacant niche in alpine habitat: the case of an introduced population of the butterfly *Erebia epiphron* in the Krkonose Mountains. *Acta Oecol.* 24: 15-23.
- de Lattin, G., 1967. *Grundriss der Zoogeographie [Zoogeography principles]*. VEB Gustav Fisher Verlag, Jena.
- Demek, J., Kopecky, J., 1998. Mt. Kralicky Sneznik (Czech Republic); landforms and problem of Pleistocen glaciation. *Moravian Geographical Reports* 6: 18-37.
- Dennis, R.L.H., 1993. *Butterflies and climate change*. Manchester Univ. Press.
- Dennis, R.L.H., Shreeve, T.G., 1997. Diversity of butterflies on British islands: ecological influences underlying the roles of area, isolation and the size of the faunal source. *Biological Journal of the Linnean Society* 60: 257-275.

- Dennis, R.L.H., Shreeve, T.G., Williams, W.R., 1995. Taxonomic differentiation in species richness gradients among European butterflies (Papilionoidea, Hesperioidea): contribution of macroevolutionary dynamics. *Ecography* 18: 27-40.
- Dennis, R.L.H., Williams, W.R., Shreeve, T.G., 1998. Faunal structures among European butterflies: evolutionary implications of bias for geography, endemism and taxonomic affiliation. *Ecography* 21: 181-203.
- Dennis, R.L.H., Donato, B., Sparks, T.H., Pollard, E., 2000. Ecological correlates of island incidence and geographical range among British butterflies. *Biodiversity and Conservation* 9: 343-359.
- Dennis, R.L.H., Olivier, A., Coutsis, J.G., Shreeve, T.G., 2001. Butterflies on islands in the Aegean archipelago: predicting numbers of species and incidence of species using geographical variables. *Entomologist's Gazette* 52: 3-39.
- Devy, M.S., Ganesh, T., Davidar, P., 1998. Patterns of butterfly distribution in the Andaman islands: implications for conservation. *Acta Oecol.* 19: 527-534.
- Dyck, H.V., Matthysen, E., 1999. Habitat fragmentation and insect flight: a changing 'design' in a changing landscape? *Trends Ecol. Evol.* 14: 172-174.
- Everitt, B., Hothorn, T., 2006. *A Handbook of Statistical Analyses Using R*. Chapman and Hall/CRC.
- Fleishman, E., Austin, G.T., Weiss, A.D., 1998. An empirical test of Raport's rule: Elevational gradients in mountane butterfly communities. *Ecology* 79: 2482-2493.
- Grabherr, G., Gottfried, M., Gruber, A., Pauli, H., 1995. Patterns and current changes in alpine plant diversity. In: Chapin III, F.S., Körner, C. (Eds.) *Arctic and alpine biodiversity: patterns, causes and ecosystem consequences*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, pp 167-181.

- Gutierrez, D., 1997. Importance of historical factors on species richness and composition of butterfly assemblages (Lepidoptera: Rhopalocera) in northern Iberian mountain range. *Journal of Biogeography* 24: 77-88.
- Gutierrez, D., Menendez, R., 1998. Stability of butterfly assemblages in relation to the level of numerical resolution and altitude. *Biodiversity and Conservation* 7: 967-979.
- Hanski, I., Gaggiotti, O.E. (Eds.), 2004. *Ecology, genetics, and evolution of metapopulations*. Elsevier Academic Press.
- Hanski, I., Moilanen, A., Pakkala, T., Kuussaari, M., 1996. The quantitative incidence function model and persistence of an endangered butterfly metapopulation. *Conservation Biology* 10: 578-590.
- Hanski, I., Alho, J., Moilanen, A., 2000. Estimating the parameters of migration and survival for individuals in metapopulations. *Ecology* 81: 239-251.
- Hewitt, G.M., 1999. Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological journal of the Linnean Society* 68: 87-112.
- Hintze, J.L., 2007. *NCSS 2007 User Guide*. Number Cruncher Statistical Systems software. NCSS, Kaysville, Utah.
- Isaac, J.L., Williams, S.E., 2007. Climate Change and Extinctions. *Encyclopedia of Biodiversity*: 1-7.
- Jahn, A., Kozłowski, S., Pulina, M., 1997. *Masyw Śnieżnika: Zmiany w środowisku przyrodniczym* [Massif of Kralický Snežník: Changes in natural environment]. Polska agencja ekologiczna s.a.
- Jeník, J., 1961. *Alpínská vegetace Krkonoš, Kralického Snežníku a Hrubého Jeseníku. Teorie anemo-orografických ekosystému* [Alpine vegetation of the Krkonose Mts.,

- Kralicky Sneznik and Hruby Jesenik Mts. Theory of anemo-orographical ecosystems]. Nakl. CSAV, Praha.
- Jenik, J., 1998. Biodiversity of the Hercynian Mountains in central Europe. *Pirineos* 151/152: 83-99.
- Jenik, J., Hampel, R., 1992. Die Waldfreien Kammlagen des Altvatergebirges: Geschichte und Ökologie [Treeless areas in the Hruby Jesenik Mts.: History and Ecology]. Mährisch-Schlesischer Sudetengebirgsverein, Kirchheim/Teck.
- Jenik, J., Stursa, J., 2003. Vegetation of the Giant Mountains, Central Europe. In: Nagy, L., Grabherr, G., Körner, C., Thompson, D.B.A. (Eds.), *Alpine Biodiversity in Europe (Ecological Studies)*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, pp 47-51.
- Kindlmann, P., Burel, F., 2008. Connectivity measures: a review. *Landscape Ecology* 23: 879-890.
- Klimes, L., Klimesova, J., 1991. Alpine tundra in the Hruby Jesenik Mts., the Sudeten, and its tentative development in the 20th century. *Preslia* 63: 245-268.
- Krahulec, F., 1990. Alpine vegetation of the Kralicky Sneznik Mts. (The Sudeten Mts.). *Preslia* 62: 307-322.
- Krampl, F., 1992. Boreal macro-moths in Central Europe (Czechoslovakia) and their eco-geographical characteristics (Lepidoptera: Geometridae, Noctuidae, Notodontidae). *Acta Entomol. Bohemoslov.* 89: 237-262.
- Krebs, C.J., 1999. *Ecological Methodology*. Menlo Park, California, USA.
- Kuras, T., Helova, S., 2002. Relict occurrence of the leaf-roller *Sparganothis rubicundana* in Central Europe (Lepidoptera, Tortricidae). *Cas. Slez. Muz. Opava (A)* 51: 199-204.

- Kuras, T., Benes, J., Konvicka, M., 2000. Differing habitat affinities of four *Erebia* species (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae) in the Hruby Jesenik Mts, Czech Republic. *Biologia Bratislava* 55/2: 169-175.
- Kuras, T., Konvicka, M., Benes, J., Cizek, O., 2001. *Erebia sudetica* and *Erebia epiphron* (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae) in the Czech Republic: review of present and past distribution, conservation implications. *Cas. Slez. Muz. Opava (A)* 50: 57-81.
- Kuras, T., Benes, J., Fric, Z., Konvicka, M., 2003. Dispersal patterns of endemic alpine butterflies with contrasting population structures: *Erebia epiphron* and *E. sudetica*. *Population Ecology* 45: 115-123.
- Kuras, T., Sitek, J., Liska, J., Mazalova, M., Cerna, K., 2009. Motyli (Lepidoptera) narodni prirodni rezervace Praded (CHKO Jeseníky): implikace poznatku v ochrane uzemi [Lepidoptera of the Praded National Nature Reserve (Jeseniky Protected Landscape Area): conservation implications]. *Cas. Slez. Muz. Opava (A)*, 58: 250-288.
- Lastuvka, Z., Liska, J., 2005. Seznam motylu Ceske republiky (Insecta: Lepidoptera) [Checklist of Lepidoptera of the Czech Republic (Insecta: Lepidoptera)]. Available from <http://www.lepidoptera.wz.cz/Lepidoptera.pdf>.
- Liska, J., 1997. Motyli fauna Upskeho a Cernohorskeho raseliniste v Krkonosich [Lepidoptera of the Upske and Cernohorske raseliniste bogs in the Krkonose Mts.]. In: *Geoekologiczne problemy Karkonoszy. Materialy z sesji naukowej w Przesiecu* 15.-18. X. 1997, Tom II. – Poznan, Wydawnictwo Acarus 1998, pp 93-96.
- Liska, J., Skyva, J., 1997. Historical and recent occurrence of Lepidoptera in mountains sites of the Giant Mountains (Czech Republic). *Biologia Bratislava* 52: 163-165.

- Cerna K. et al. Lepidoptera in Sudetes Mts.: effect of area and isolation
- Liska, J., 2000. Pokus o srovnani motyli fauny subalpinskych poloh Vysokych Sudet [Attempt at comparing lepidopteran fauna of subalpine areas of the High Sudetes]. *Opera Corcontica* 37: 286-290.
- MacArthur, R.H., Wilson, E.O., 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton Univ. Press.
- Moilanen, A., Nieminen, M., 2002. Simple connectivity measures in spatial ecology. *Ecology* 83: 1131-1145.
- Nagy, L., Grabherr, G., Körner, C., Thompson, D.B.A. (Eds.), 2003. *Alpine Biodiversity in Europe (Ecological Studies)*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.
- Ormsby, T., Napoleon, E.J., Breslin, P., Frunzi, N., 1998. *Getting to Know ArcView GIS*. Esri Press.
- R Development Core Team, 2009. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ricklefs, R.E., Schluter, D. (Eds.), 1993. *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*. University of Chicago Press.
- Ricklefs, R.E., Lovette, I.J., 1999. The role of Island area per se and habitat diversity in the species-area relationships of four Lesser Antillean faunal groups. *J. Anim. Ecol.* 68: 1142-1160.
- Rosenzweig, M.L., 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge Univ. Press.
- Ryan, B.F., Joiner, B.L., Cryer, J.D., 2004. *MINITAB Handbook: Updated for Release 14*. Duxbury Press.
- Schmitt, T., Cizek, O., Konvicka, M., 2005. Genetics of a butterfly relocation: large, small and introduced populations of the mountain endemic *Erebia ephron silesiana*. *Biological Conservation* 123: 11–18.

- Cerna K. et al. Lepidoptera in Sudetes Mts.: effect of area and isolation
- Shimodaira, H., 2002. An approximately unbiased test of phylogenetic tree selection. *Systematic Biology* 51: 492-508.
- Soffner, J., 1960. Schmetterlinge aus dem Riesengebirge [Lepidoptera of the Giant Mts.]. *Zeitschrift der Wiener Entomologischen Gesellschaft* 45: 70-91.
- Soukupova, L., Kocianova, M., Jenik, J., Sekyra, J. (Eds.), 1995. Arctic – alpine tundra in the Krkonose, the Sudetes. *Opera Corcontica* 32: 5–88.
- Strathdee, A.T., Bale, J.S., 1998. Life on the edge: Insect Ecology in Arctic Environments. *Annu. Rev. Entomol.* 43: 85-106.
- Treml, V., Banas, M., 2000. Alpine Timberline in the High Sudetes. *Acta Universitatis Carolinae, Geographica* 35: 83-99.
- Ulrich, W., Buszko, J., 2003. Species-area relationships of butterflies in Europe and species richness forecasting. *Ecography* 26: 365-373.
- Ulrich, W., Buszko, J., 2005. Detecting biodiversity hotspots using species-area and endemics-area relationships: the case of butterflies. *Biodiversity and Conservation* 14: 1977-1988.
- Varga, Z., Schmitt, T., 2008. Types of orcal and oreotundral disjunctions in the western Palearctic. *Biological Journal of the Linnean Society* 93: 415-430.
- Whittaker, R.J., 1999. *Island Biogeography. Ecology, Evolution, and Conservation.* Oxford Univ. Press.

Tables

Table 1. Sources used for compilation of the species list

Alpine site	Source/s	Author/s	Year
Krkonose	Lepidoptera of the Giant Mts. (orig.: “Schmetterlinge aus dem Riesengebirge”.)	Soffner	1960
	Historical and recent occurrence of Lepidoptera in mountains sites of the Giant Mountains (Czech Republic).	Liska, Skyva	1997
	Lepidopteran fauna of two peatbogs, Upske and Cernohorske, in the Giant Mts. (orig.: “Motyli fauna Upskeho a Cernohorskeho raseliniste v Krkonosich”.)	Liska	1997
Kralicky Sneznik	Massif of Kralicky Sneznik: Changes in natural environment. (orig.: “Masyw Snieznika: Zmiany w srodowisku przyrodniczym”.)	Jahn et al.	1997
Hruby Jesenik	Attempt at comparing lepidopteran fauna of subalpine areas of the High Sudetes. (orig.: “Pokus o srovnani motyli fauny subalpinskych poloh Vysokych Sudet”.)	Liska	2000
	Lepidoptera of the Praded National Nature Reserve (Jeseniky Protected Landscape Area): conservation implications (orig.: “Motyli (Lepidoptera) narodni prirodni rezervace Praded (CHKO Jeseníky): implikace poznatku v ochrane uzemi”.)	Kuras et al.	2009

Table 2. List of diagnostic species occurring on 10 alpine sites in the High Sudetes Mts.

Alpine site/ <i>Species</i>	Krkonose- West	Krkonose- East	Kralicky Sneznik	Serak	Keprnik	Cervena hora	Maly Ded	Mravenecnik- Vresnik	Praded	Vysoka hole
<i>Incurvaria vetulella</i>	+	+	+						+	+
<i>Lampronia rupella</i>	+	+							+	+
<i>Argyrhestia amianthella</i>	+	+								
<i>Rhigognostis senilella</i>	+	+	+							
<i>Elachista kilmunella</i>	+	+	+							
<i>Chioniodes viduellus</i>	+	+	+						+	
<i>Sparganothis rubicundana</i>			+		+				+	+
<i>Clepsia steineriana</i>							+		+	+
<i>Clepsia rogana</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Blastesthia mughiana</i>	+	+								
<i>Olethreutes obsoletanus</i>		+								
<i>Catoptria maculalis</i>	+	+								
<i>Catoptria petrificella</i>					+	+	+	+	+	+
<i>Erebia epiphron*</i>							+	+	+	+
<i>Erebia sudetica</i>			+	+		+	+	+	+	+
<i>Psodos quadrifarius</i>	+	+								
<i>Glacies alpinatus</i>	+	+					+		+	+
<i>Epichnopterix ardua**</i>	+	+	+				+		+	+
<i>Xestia alpicolla</i>		+							+	
<i>Elophos operarius</i>		+								

**Erebia epiphron* was introduced in the Krkonose Mts. in 1932 (Kuras et al. 2001, Schmitt et al. 2005), thus the species is not included to the Krkonose Mts.; ** Several authors mentioned the species as *E. sieboldi* (cf. Lastuvka and Liska 2005).

Table 3. Number of species, area and connectivity value (S_i) of 10 alpine sites in the High Sudetes Mts.

Alpine site	Number of species		S_i
	Macro- and Microlepidoptera	Area (ha)	
Kralicky Sneznik	8	89.6	0.00
Mravenecnik-Vresnik	4	46.7	0.13
Cervena hora	3	65.7	0.52
Serak	2	21.9	1.16
Keprnik	3	80.1	1.49
Krkonose - East	14	3212.6	1.84
Krkonose - West	11	2116.1	1.92
Maly Ded	7	55.0	4.94
Vysoka hole	10	678.5	8.00
Praded	12	142.5	13.26

Table 4. Effect of connectivity (S_i), area (A) and distance (d) on species richness on the basis of “zero isocline” model

No. of species ~ area (km) + distance + S_i					
	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	Pr(Chi)
<none>			9	20.42	
area (km)	1	7.29	8	13.14	0.006 **
S_i	1	6.89	7	6.24	0.007 **
distance	1	0.73	6	5.51	0.38

Figures

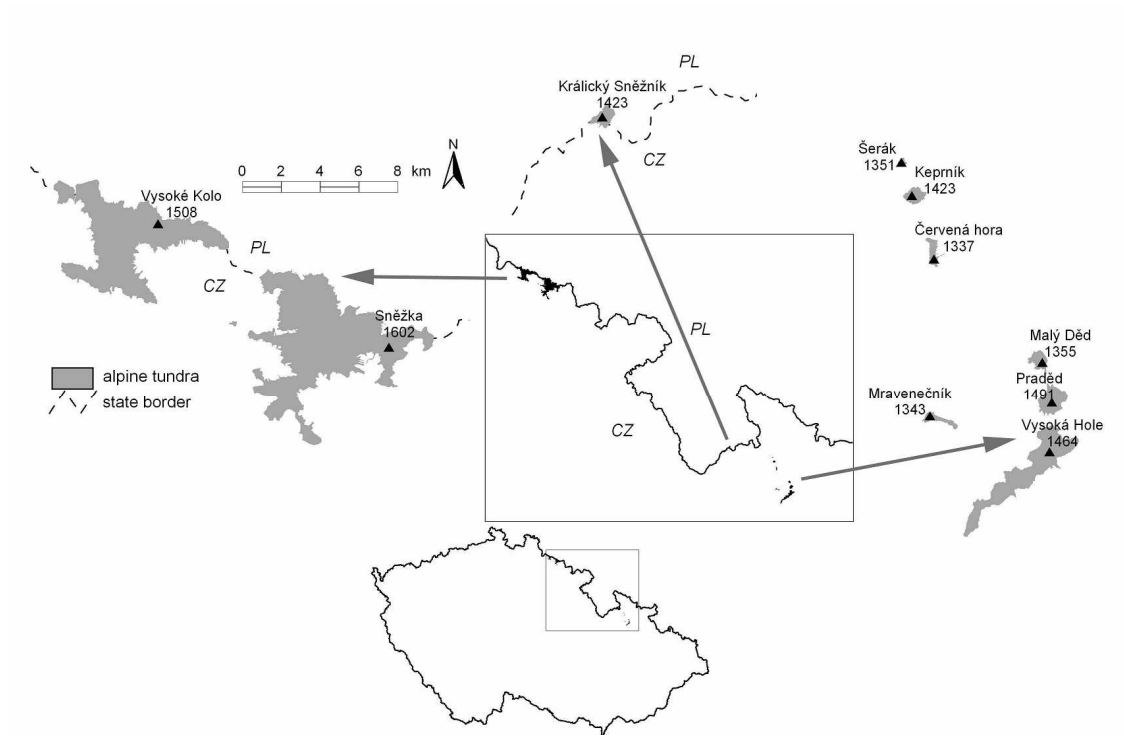


Figure 1. Alpine sites in the High Sudetes Mts. with their highest peaks: Krkonose-West (Vysoké Kolo – 1508 m a.s.l.), Krkonose-East (Sněžka – 1602 m), Kralický Sněžník (1423 m), Šerák (1351 m), Keprník (1423 m), Červená hora (1337 m), Malý Děd (1355 m), Mravenečník-Vresník (1343 m), Praděd (1491 m), Vysoká hole (1464 m).

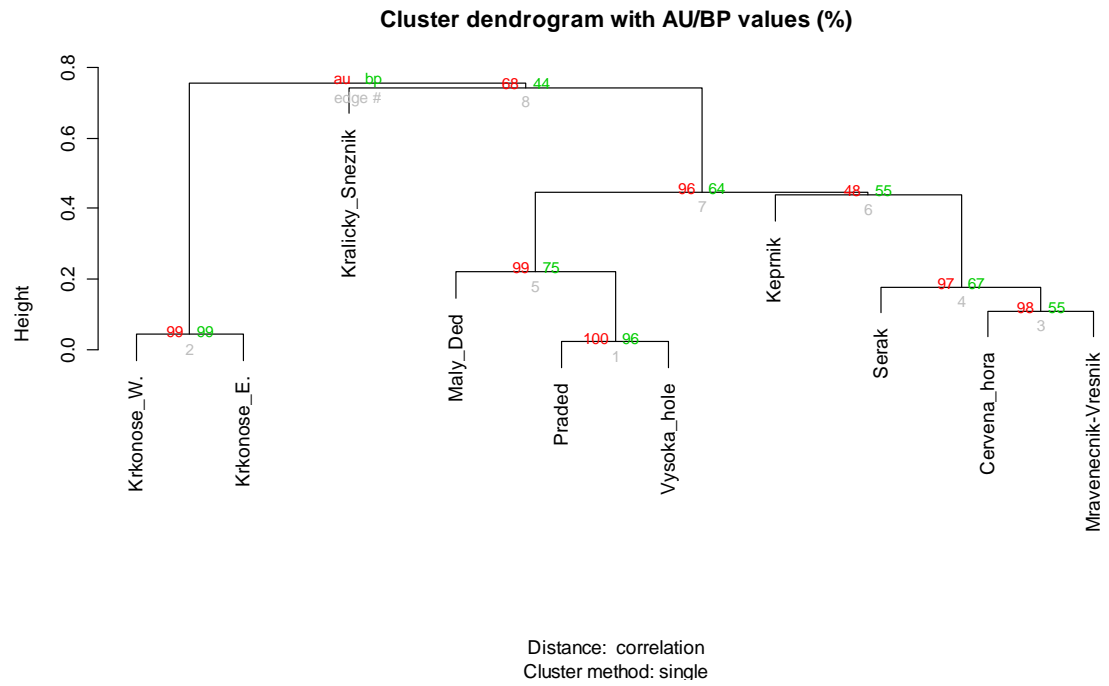


Figure 2. Cluster analysis distinguishing alpine sites of the High Sudetes Mts. according to diagnostic Lepidoptera species. Species were allocated values 1/0 (present/absent) and clustering method Median (Weighted Pair-Group Centroid) was chosen.

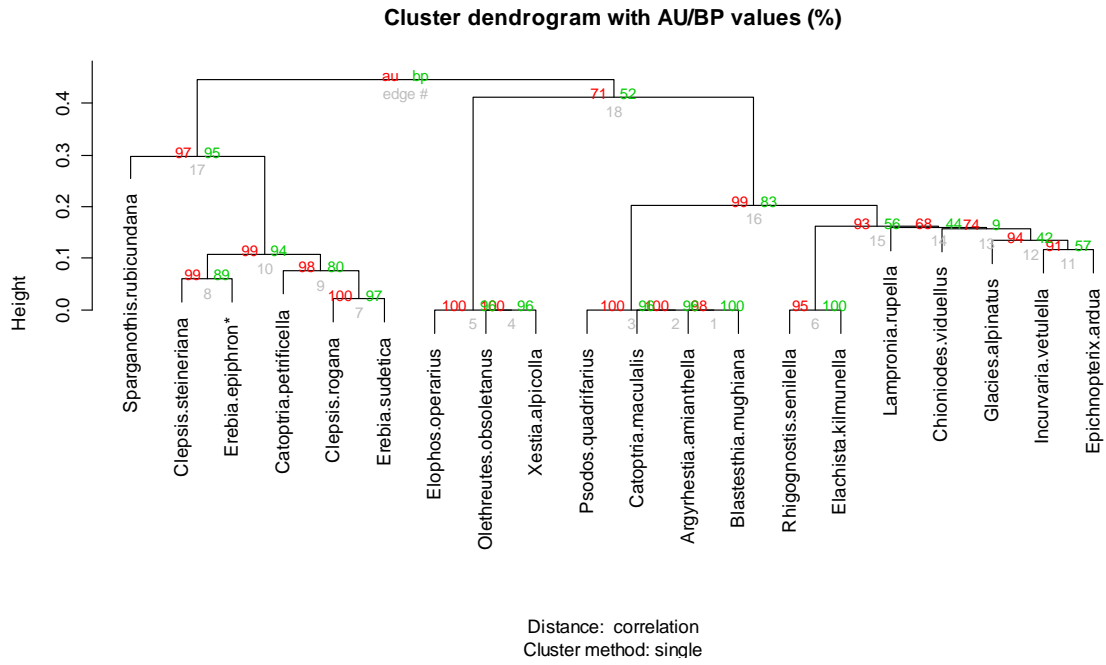


Figure 3. Cluster analysis distinguishing diagnostic Lepidoptera species of the High Sudetes Mts. Species were allocated values 1/0 (present/absent) and Single clustering method with Jaccard distance was chosen.

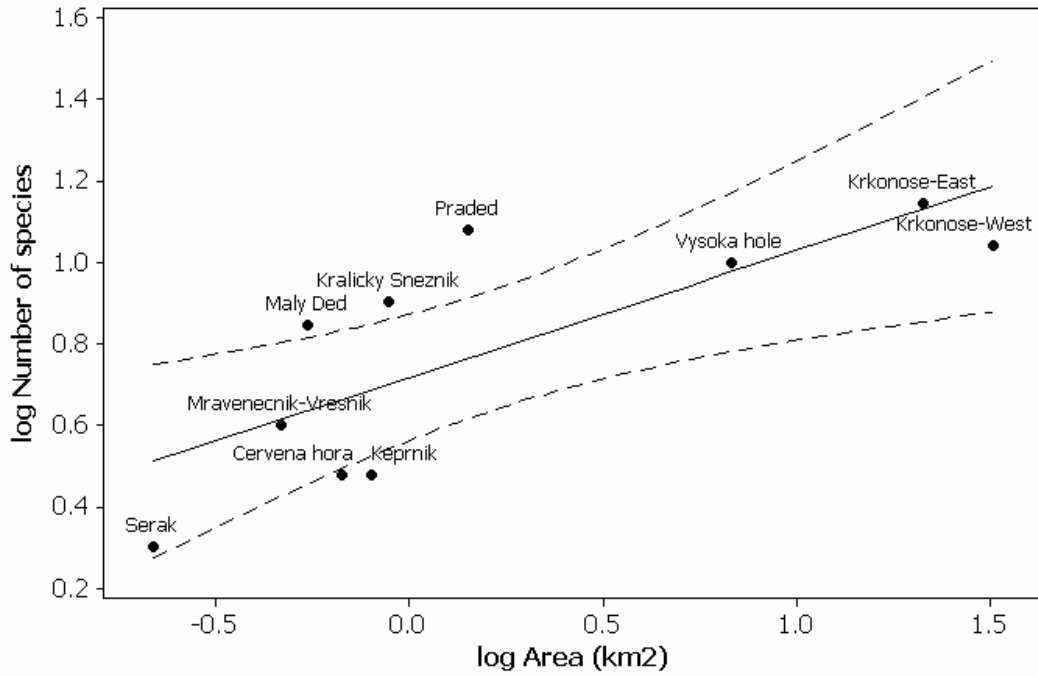


Figure 4. SAR model of diagnostic Lepidoptera species occurring on alpine sites in the High Sudetes Mts. Regression function is $\log S = 0.717 + 0.312 \log A$ (continuous line) and 95% confidence intervals is displayed (dashed lines); R-Sq = 59.1% , P = 0.009.

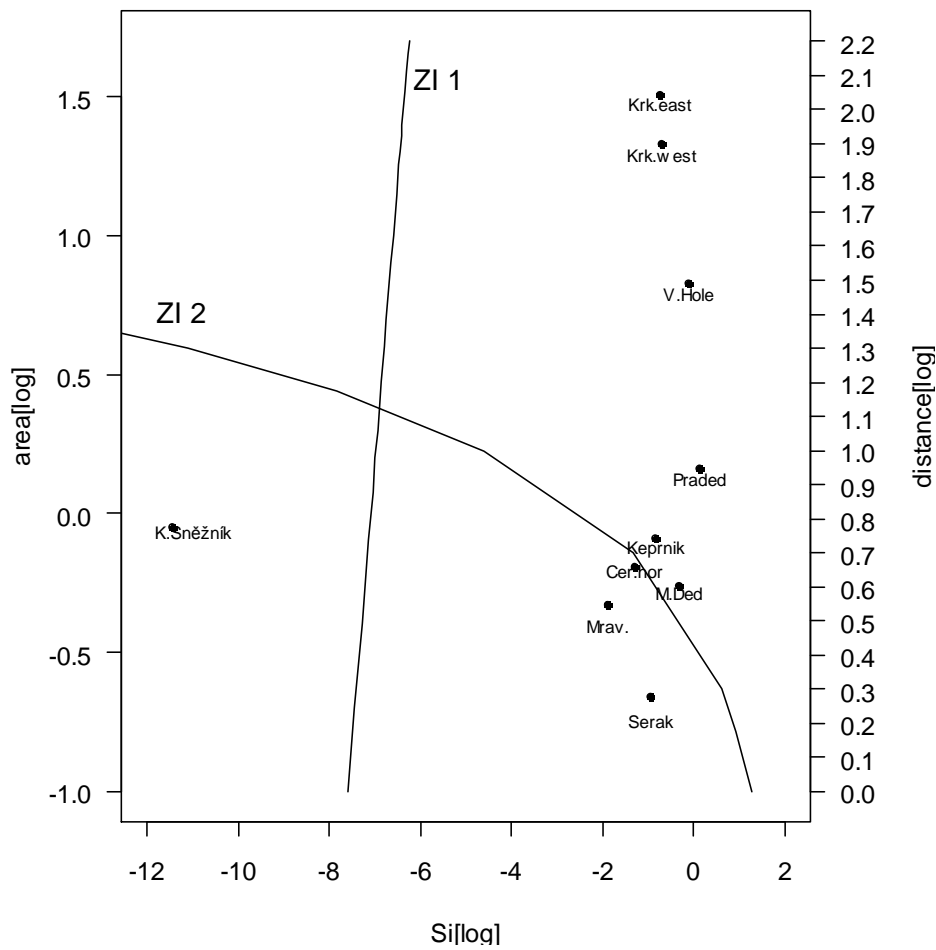


Figure 5. Connectivity factors relationship: ZI 1 - zero isocline 1, i.e. connectivity and area ($S_i \sim A$) relationship with fixed distance; ZI 2 - zero isocline 2, i.e. connectivity and distance relationship ($S_i \sim d$) with fixed area. The nearer is the alpine site situated to the slope of area or distance the more is affected by given factor (i.e. small alpine sites like Keprnik, Cervena hora, Serak, etc. are more affected by distance and large alpine sites like Krkonose-West, Krkonose-East are more affected by area).

Příloha 3

Dwarf pine (*Pinus mugo*) expansion is threatening endangered butterflies associated with alpine habitats in the High Sudetes Mts.

Karolína Černá, Tomáš Kuras, Jan Šipoš a Pavel Kindlmann

(ms submitted to *Biological Conservation*)

Dwarf pine (*Pinus mugo*) expansion is threatening endangered butterflies associated with alpine habitats in the High Sudetes Mts.

Karolina Cerna^{a, b, *}, Tomas Kuras^a, Jan Sipos^a, Pavel Kindlmann^b

^a Faculty of Science, Palacky University Olomouc, tr. Svobody 26, 77146 Olomouc, Czech Republic;

^b Institute of Systems Biology and Ecology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Na sadkach 7, 37005 Ceske Budejovice, Czech Republic

* Corresponding author: tel.: +420 603 108 665; e-mail: kcerna@volny.cz

Abstract

We tested the effect of introduced *Pinus mugo* (dwarf pine) on butterflies in isolated alpine sites of the High Sudetes Mts. (Kralicky Sneznik and Hruby Jesenik Mts.). These sites form unique island habitats with a number of relict and endemic species, where an expansion of non-autochthonous *Pinus mugo* might eventually cause a loss of suitable habitats for butterfly species of a high conservation importance. Here we study, how butterfly species richness and abundance is affected by the extent of *Pinus mugo* cover in individual alpine sites. We sampled the butterflies in eight alpine sites in the High Sudetes Mts. during summer 2005, using the Moericke yellow water traps. The Canonical Correspondence Analysis shows that *Pinus mugo* does not significantly affect butterfly community in the Hruby Jesenik Mts.. However, *Erebia* species tend to avoid sites covered by *Pinus mugo* and the Generalized Linear Model clearly demonstrates that even a relatively low density of *Pinus mugo* might result in a significant decrease in abundance of *Erebia* species. Finally, we determined similarities in species composition among all alpine sites in the High Sudetes Mts. by adding the nearest alpine habitats - Krkonose Mts. (Czech Republic), Harz (Germany), and Babia Gora (Slovakia/Poland) - in the analyses, in order to interpret the effect of *Pinus mugo* in the Central European context. Results imply that all factors such as presence, origin, and extent of *Pinus mugo* have a major impact on faunal development and species composition

Keywords: Central Europe, mountains, alpine habitats, butterflies, *Pinus mugo*.

1. Introduction

Highly elevated alpine habitats are characterized by harsh climatic conditions that largely influence their flora and fauna; thus only very closely adapted species survive here. Decline in species richness becomes increasingly evident as the elevation increases (Gutierrez and Menendez, 1998; Strathdee and Bale, 1998). This is the case of middle-high mountains of temperate regions, which are usually not reaching more than 1700 m above sea level and are defined by a narrow belt of treeless arctic-alpine tundra on the summits. Despite the fact that the Lepidopteran fauna of the middle-high mountains is typically poor in comparison with lower elevations (Dennis et al., 1995; Fleishman et al., 1998), alpine sites of the High Sudetes Mts. host a unique faunal composition comprising arcto-alpine and boreo-montane species with the inclusion of endemic species and glacial relicts (Krampl, 1992). No similar fauna occurs in the whole Central Europe and also individual sites in the High Sudetes Mts. strongly differ in species composition (large β -diversity). Such insular populations can be threatened by increasing degree of isolation and declining area size, caused by either natural processes, (climatic change, increased amount of nutrient immissions) or anthropogenic activities. Planting of non-autochthonous (= not native to the place inhabited) dwarf scrub *Pinus mugo* in the High Sudetes Mts. is a good example of the latter (Jenik and Hampel, 1992; Tremel and Banas, 2000).

Pinus mugo (dwarf pine) is a characteristic species of the Central European mountains that usually forms the margin of the (sub)alpine altitudinal zone. The Czech/Polish state border represents the northernmost distribution of *Pinus mugo*. This species is autochthonous (= indigenous) in the Krkonose Mts. (Riesengebirge/Giant Mts.)

and it is artificially planted in the Hruby Jeseník Mts./Altvatergebirge and the Kralický Sněžník Mts./Glatzer Schneegebirges (Uradniecek et al., 2001). The natural absence of *Pinus mugo* in these mountain ranges indicates former presence of fully forested summits, which is further supported by the fact that no *Pinus mugo* macrofossils have been found here (Jeník and Hampel, 1992). Afforestation with *Pinus mugo* started in the mountain summits of Kralický Sněžník and Hruby Jeseník Mts. at the end of the 19th century, when summer grazing and mowing became uneconomical there. Foresters took over abandoned mountain pastures and tried to elevate and re-establish the alpine timberline to its previous “natural” level with non-autochthonous species, like *Pinus mugo*, *Pinus cembra*, and *Larix decidua*. Out of all introduced species, only *Pinus mugo* is still surviving in the Hruby Jeseník Mts.

Although *Pinus mugo* commonly forms borders of alpine sites and naturally occurs in other Central European mountains (Western Carpathians, Beskydy Mts., Krkonoše Mts./Riesengebirge), it is evidently alien to the Hruby Jeseník Mts. (Klimes and Klimesova, 1991; Rybnicek and Rybnickova, 2004). Currently, expansive stands of introduced *Pinus mugo* may potentially threaten both natural vegetation cover of the alpine areas and their unique entomofauna. The extent and topicality of this threat has, however not been studied yet. This study therefore focuses on (a) effect of *Pinus mugo* on alpine fauna, (b) correlation between Lepidoptera species diversity and *Pinus mugo* presence in individual alpine islands in the High Sudetes Mts. and (c) comparison of Lepidoptera species compositions in selected alpine sites in the Central European context.

2. Methods

2.1 Study area

The High Sudetes Mts. form a natural border between the Czech Republic and Poland (Jeník, 1961) and belong to the middle high mountain systems of Central Europe. They consist of three mountain ranges in the Czech Republic (Fig. 1): the Krkonose Mts. (Riesengebirge/Giant Mts.), Hruby Jeseník Mts. (Altvatergebirge), and the Kralický Sněžník Mts. (Glatzer Schneegebirges). *Pinus mugo* is autochthonous in the Krkonose Mts., but non-autochthonous in the other two mountain ranges. We tested the effect of non-autochthonous *Pinus mugo* presence in eight alpine sites: Kralický Sněžník Mt. plus the highest peaks of the Hruby Jeseník Mts. – Serak, Keprník, Cervena hora, Malý Děd, Prácheň, Mravenecník-Vřesník, and Vysoká hora. These sites were further compared with close alpine habitats (Krkonose Mts., Czech Republic and Babia Góra, Slovakia/Poland - both with autochthonous *Pinus mugo*, and Harz, Germany - without *Pinus mugo*), in order to determine similarities in species composition in a wider context (Fig. 2).

#Figure 1 approximately here#

2.2 Sampling methods

We used yellow plastic traps (“Moericke water traps”), which are suitable and widely used for monitoring nectarophagous insects, including butterflies (Barták, 1997; Benes et al., 2000; Roháček et al., 1998). They provide a simple way of acquiring a large quantitative data set and proved their efficiency for quick faunal surveys within alpine

habitats (Benes et al. 2000).

The traps were made of plastic pans (upper diameter: 13 cm, depth: 6 cm) and painted inside with yellow Industrol 6200. We filled them with detergent water solution (1 ml of detergent per 1 l of water, about 2 cm deep). We spaced them along the transects approx. 20 m apart from each other at each study site (with larger sites having more traps) in the Hruby Jeseník Mts. The traps were exposed during the entire course of indigenous Lepidoptera species occurrence (Konvicka et al., 2002; Kuras et al., 2001, 2003) from July 15 to September 3 in 2005 and checked every week; there were seven checks in total (Table 1). We sieved the contents of the traps and recorded species and sex of trapped butterflies (Table 2).

#Table 1 and Table 2 approximately here#

2.3 Vegetation classification

Vegetation classification was based on the Habitat Catalogue of the Czech Republic (Chytrý et al., 2001) which specifies habitats according to dominant, diagnostic and other plant species. There were five habitat types present in the studied alpine sites: (1) Alpine heathlands dominated by *Calluna vulgaris*; (2) Subalpine *Vaccinium* vegetation dominated by *Vaccinium myrtillus* and *Vaccinium vitis-idaea*; (3) Alpine grasslands dominated by *Avenella flexuosa*, *Nardus stricta*, and *Festuca supina*; (4) Subalpine tall-herb vegetation dominated by *Molinia coerulea*; and (5) *Pinus mugo* scrub dominated by dwarf pine. Vegetation cover was analyzed in percent according to the above mentioned habitat types (1 - 5) within 10 m diameter around each trap and proportional habitat

shares for each trap surroundings added up to 100% in total. We used the data on *Pinus mugo* cover and alpine site areas from Hosek and Treml (2007), who classified aerial photographs with the resolution of 0.4 m (Table 3).

#Table 3 approximately here#

2.4 Data analysis

All environmental and species data were tested by means of the CANOCO 4.5 FOR WINDOWS (Ter Braak and Smilauer, 1998) with unimodal direct gradient analysis: CCA (Canonical Correspondence Analysis). Vegetation types (*Calluna*, *Vaccinium*, *Avenella*, *Molinia*, and *Pinus*) were considered as explanatory variables, and seasonality (from July 15 to September 3, 2005) and trapping sites (see Table 1) as covariables. Arrangement of the CCA was as follows: (a) the analysis configuration respects scaling on interspecies distances and (b) species abundances were standardized according to the sunlight period (i.e. $\text{abundance} \times h^{-1}$ where h^{-1} denotes the sum of sunlight hours during the trap exposure – climatological data were provided by the Czech Hydrometeorological Institute in Ostrava). Significance of ordination results was assessed by the Monte Carlo Permutation Test (5000 restricted permutations). Correlations between species abundances and *Pinus mugo* density were analyzed by the CANOCO's Generalized Linear Model (GLM) with Poisson distribution.

Finally, we performed cluster analysis (dendrogram) of selected alpine sites, using R software version 2.7.2. (Everitt and Hothorn, 2006), in order to assess the effect of *Pinus mugo* in the Central European context. Faunal structure and its historical

development with or without occurrence of autochthonous *Pinus mugo* was tested with methods based on presence or absence of diagnostic species, i.e., alpine and boreal species with the highest affinity to alpine habitats above timberline. List of Lepidoptera species was compiled on the basis of conducted field research as well as literature reviews - all available sources related to the studied mountain ranges were critically reviewed (Jahn et al., 1997; Krامل, 1992; , Kuras et. al, 2009; Liska, 1997, 2000; Liska and Skyva, 1997; Soffner, 1960) - and following diagnostic species were selected: *Argyrhestia amianthella*, *Blastesthia mughiana*, *Callisto coffeella*, *Catoptria maculalis*, *Catoptria petrificella*, *Chioniodes viduellus*, *Clepsis rogana*, *Clepsis steineriana*, *Elachista dimicatella*, *Elachista kilmunella*, *Elophos operarius*, *Epichnopterix ardua*, *Erebia epiphron*, *Erebia sudetica*, *Glacies alpinatus*, *Incurvaria vetulella*, *Kessleria zimmermanni*, *Lampronia rupella*, *Olethreutes obsoletanus*, *Psodos quadrifarius*, *Rhigognostis senilella*, *Sparganothis rubicundana*, and *Xestia alpicola*. This similarity analysis takes into account all alpine sites of the High Sudetes Mts. (i.e., Eastern and Western Krkonose Mts., Kralicky Sneznik Mts. and the highest peaks of the Hruby Jesenik Mts.: Serak, Keprnik, Cervena hora, Mravenecnik-Vresnik, Maly Ded, Praded, and Vysoka hole), as well as two of the geographically nearest alpine sites: Harz (Germany), situated to the west of the High Sudetes Mts., and Babia Gora (Slovakia/Poland) situated to the east of the High Sudetes Mts. (Fig. 2). Diagnostic species were allocated values 1/0 (present/absent) and tested with UPGMA (unweighted pair group using arithmetical average) clustering method. Significance of each cluster was estimated with R software and bootstrap methods, so that a dissimilarity matrix of alpine sites was generated for each cluster and bootstrap probabilities were calculated by multiscale bootstrap resampling, in order to acquire AU (Approximately Unbiased) p-

value.

#Figure 2 approximately here#

3. Results

3.1 Effect of *Pinus mugo* on a local scale

Alpine habitats above the timberline are typically species-poor. During the trap exposure, we sampled only 15 species: *Aglais urticae**, *Boloria dia*, *Coenonympha pamphilus*, *Erebia epiphron**, *Erebia euryale**, *Erebia ligea**, *Erebia sudetica**, *Gonepteryx rhamni*, *Inachis io*, *Issoria lathonia*, *Lycaena hippothoe*, *Pieris brassicae*, *Pieris napi*, *Pieris rapae**, and *Polygonia c-album*. Samples of species marked with “*” contained more than 10 specimens (Table 2) and only these are involved in the analysis presented. Although the species richness appeared to be rather low, we collected a total of 7651 individuals during summer 2005.

Environmental variables including “*Pinus mugo*” and their effect on species data were tested with Canonical Correspondence Analysis (see results in Table 4 and Fig. 3). All factors (incl. environmental variables and covariables) explain 46.9% of the species data variability. Additionally, the “site” and “seasonality” factors were included as covariates into the CCA model and summary results are shown in Table 4. Variance explained by individual vegetation types (= species data eigenvalues) was calculated using Monte Carlo test and results for tested variables shows Table 5. Two variables had a significant effect ($p < 0.05$) on species distribution, namely *Calluna vulgaris* and

Avenella flexuosa. As shown in the ordination graph (Fig. 3), the biotopes characterized by the dominance of *Molinia coerulea*, *Vaccinium myrtillus*, and *Pinus mugo* are distinguished from *Avenella flexuosa* and *Calluna vulgaris* by the first canonical axis. The main gradient along the axis can be interpreted as the altitudinal zonation of these biotopes. Low-grass (*Avenella flexuosa*) and heather (*Calluna vulgaris*) habitats are typical for exposed sites of higher altitudes, whereas bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and high-grass (with the dominance of *Molinia coerulea*) habitats are situated in less exposed and lower areas. *Pinus mugo* is accompanying all mentioned vegetation types but prevails in higher elevations. The second canonical axis separates the shrub vegetation (*Pinus mugo*, *Vaccinium myrtillus*, and *Calluna vulgaris*) from the grass vegetation (*Molinia coerulea* and *Avenella flexuosa*) and therefore explains habitat preferences of two endemic *Erebia* taxa (i.e. *Erebia sudetica sudetica* and *Erebia epiphron silesiana*). The habitat affinity of *Erebia s. sudetica* (Kuras et al. 2000) best conforms to high grass dominated by *Molinia coerulea* and its position indicates a distinctive trend to colonize habitats apart from *Pinus mugo* cover. So does the second species, *Erebia epiphron silesiana*, which clearly shows increase in abundance in the biotopes lacking *Pinus mugo*, i.e., in the biotopes with *Avenella flexuosa* and *Calluna vulgaris*. However, the parameter of *Pinus mugo* density did not significantly affect any Lepidoptera species abundance (even when the explained variance of *Pinus mugo* was tested individually). In spite of this fact, some negative influence can be apprehended from the direction of variable *Pinus mugo* that is situated opposite the exposed assemblages of *Avenella flexuosa* and *Calluna vulgaris*, both aligned along the main gradient (the first canonical axis).

#Figure 3, Table 4 and Table 5 approximately here#

To prove or disprove the negative trend resulting from the CCA, we further tested relations between *Pinus mugo* density and species abundance using the Generalized Linear Model (Fig. 4, Table 6). This analysis involves only the most abundant species with the highest affinity to alpine habitats to obtain statistically significant results. According to the results (Table 6), *Pinus mugo* significantly affects mountain specialists (*Erebia sp.*) in comparison with generalists (*Aglais urticae* and *Pieris rapae*). As shown in Fig. 4, where we visualized two species-specialists with the highest abundance (*Erebia epiphron* and *Erebia euryale*), relatively low density of *Pinus mugo* already causes a considerable species decrease in their abundance. We also checked the response of both sexes to the density of *Pinus mugo* and there were no significant differences between males and females (Table 7 and 8) other than the fact that males were caught in higher numbers.

#Figure 4, Table 6, Table 7 and Table 8 approximately here#

3.2 Effect of *Pinus mugo* on a regional scale

Cluster analysis (Fig. 5) was calculated in order to show dissimilarities among selected alpine sites of the Central European middle high mountains where *Pinus mugo* plays its role in faunal development and species differentiation.

#Figure 5 approximately here#

The first cluster identifies alpine habitats with autochthonous *Pinus mugo* cover (Krkonoše-West and Krkonoše-East), which significantly differ from other sites. The autochthonous *Pinus mugo* origin also explains why the Babia Gora summit is clearly distinguished (Multiscale Bootstrap Resampling, AU = 89, $p < 0.5$) from the nearest alpine sites of the Hruby Jeseník Mts. Alpine islands (Vysoká hora, Prácheň, and Malý Děd) are grouped in the next cluster (AU = 93, $p < 0.1$), which presumably results from two aspects: (1) their large alpine area and (2) non-autochthonous *Pinus mugo* cover. The last cluster visibly separates Kralický Sněžník and Harz, both sites without *Pinus mugo* presence, from small areas with a dense cover of introduced *Pinus mugo* (Table 3): Keprník, Červená hora, and Šerák. Mravenecník-Vrtník also belongs to this group but it is rather exceptional because of the absence of *Pinus mugo* on its top. The major species richness predictor in this case might be its very small extent of alpine area.

As we supposed, all factors such as presence, origin, and extent of *Pinus mugo* have a significant impact on faunal development and species composition according to the conducted cluster analysis (Fig. 5).

4. Discussion

4.1 Effect of *Pinus mugo* on a local scale

The High Sudetes Mts. serve as an applicable example, how different stages of the vegetation cover of *Pinus mugo* affect species richness and composition. We found significant dissimilarities (Fig. 5) in Lepidopteran fauna of individual alpine sites in the High Sudetes Mts. according to differences in historical occurrence of *Pinus mugo*.

The most important question is, how the introduced *Pinus mugo* will affect small alpine areas of the Hruby Jeseník Mts., where it clearly represents a highly expansive element (see Table 3). According to CCA analysis, *Erebia* species and *Aglais urticae* tend to colonize habitats without *Pinus mugo* (Fig. 3) however, its effect is not significant in this case (Table 5). To prove or disprove the negative effect, we used the GLM model (Table 6, Fig. 4) which significantly demonstrates a distinct trend of *Erebia* species to avoid *Pinus mugo*. It is supposed that this scrub represents a migration barrier for these butterflies (Konvicka et al., 2002; Kuras et al., 2001). Similar phenomenon was documented by Matter and Roland (2002) and Roland et al. (2000) with an example of species *Parnassius smintheus* from alpine grasslands in the Rocky Mts. (USA). Moreover, parnassian males showed a higher distribution variance among different biotopes of alpine tundra. We found no significant difference between males and females in their response to the amount of *Pinus mugo*, although males occurred in higher numbers. The higher male abundance can be explained by increased diurnal activity of males compared to females. Males actively search for food sources, such as flowering plants, because they consume more energy than females (e.g., when patrolling) and they are more prone to be caught due to their frequent movements.

Ecological theories assume that endemic species or species with a restricted range size are more vulnerable to extinction and higher probability of their survival might be ensured by sufficiently large areas of suitable habitats (Dennis et al., 1995; Ricklefs and Schluter, 1993). Although *Pinus mugo* is no longer planted, this species with a high competitive ability might cause a successive afforestation of present alpine sites and consequently habitat and vegetation alteration or food (nectar) reduction. According to this study, relatively low density of *Pinus mugo* already results in a significant decrease

of abundance of some species, especially of the genus *Erebia*, which is strictly adapted to the (sub)alpine environment. Therefore measurements preventing further loss of their unique habitat shall be implemented. Of the first priority here are the hotspots of Lepidopteran diversity in the High Sudetes Mts. (Vysoka hole, Praded, and Maly Ded), which host the highest number of valuable species, i.e., alpine and boreal species with number of endemics or relicts (Jahn et al., 1997; Liska, 2000). The elimination of extensive *Pinus mugo* cover in these sites should start immediately, followed by the other sites of the High Sudetes Mts., in order to stop the expansion of this non-autochthonous element. Negotiations regarding this problem have already been launched with authorities from the Protected Landscape Area Jeseniky (incl. Kralicky Sneznik and Hruby Jesenik Mts.) and the first experimental cutting was implemented. This management corresponds to the Czech legislation prohibiting alteration of autochthonous plant compositions and areas in the protected landscape areas.

4.2 Effect of *Pinus mugo* on a regional scale

The effect of *Pinus mugo* on postglacial biota development was already mentioned in studies by Cizek et al. (2003), Gutierrez (1997) and Jenik (1961). The effect of *Pinus mugo* on species composition supports the fact that no relict species with trophic affinity to *Pinus mugo* were described in the studied alpine sites without any, autochthonous or non-autochthonous, *Pinus mugo* cover (the Hruby Jesenik Mts., the Kralicky Sneznik Mts., and Harz). On the contrary, the alpine sites with autochthonous *Pinus mugo* (the Krkonose Mts., Babia Gora) host these characteristic species.

The cluster analysis (Fig. 5) clearly differentiates alpine sites pursuant to the presence, origin, and extent of *Pinus mugo*. Next and also important role in the faunal

development might be the alpine area size and isolation of the studied islands. For example, the cluster of Vysoka hole, Praded, and Maly Ded comprises the largest alpine sites and in spite of the non-autochthonous *Pinus mugo* presence, these are the most diverse sites in the Hruby Jesenik Mts. They host the highest number of diagnostic species including endemics and glacial relicts. From the point of view of species richness, *Pinus mugo* cover has not markedly affected these sites yet, probably because of their large extent. On the contrary, even insignificant extent of introduced *Pinus mugo* affects very small areas, such as Keprnik, Cervena hora, Serak and probably results in the low species richness. These alpine sites are most threatened, because even a minimum area reduction can lead to the total habitat loss, particularly in the case of Serak, which is almost overgrown by *Pinus mugo*.

Acknowledgments

We thank Vaclav Treml for providing the data regarding timberline and alpine sites locations in the High Sudetes Mts. as well as for his permission to print maps related to the study area (Fig. 1 and Fig. 2). This research was funded by the Ministry of Environment of the Czech Republic (project VaV SM/6/70/05), grant No. IG UP 913104041/31 and by the MSMT grant LC06073.

References

- Bartak, M., 1997. The biomonitoring of Diptera by means of yellow pan water trap. Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Masarykianae Brunensis, Biologia, 95: 9-16.
- Benes, J., Kuras, T., and Konvicka, M., 2000. Assemblages of mountainous day-active

- Lepidoptera in the Hruby Jeseník Mts., Czech Republic. *Biologia Bratislava*, 55: 159-167.
- Boggs, C.L., 1997. Resource allocation in variable environments: Comparing insects and plants. In Bazzaz, F., and Grace, J. (Eds.), *Plant resource allocation*. Academic Press: 73-92.
- Chytrý, M., Kucera, T., and Koci, M. (Eds.), 2001. *Habitat Catalogue of the Czech Republic*. AOPK ČR, Masaryk university in Brno, AV ČR.
- Cizek, O., Bakesova, A., Kuras, T., Benes, J., and Konvicka, M., 2003. Vacant niche in alpine habitat: the case of an introduced population of the butterfly *Erebia epiphron* in the Krkonose Mountains. *Acta Oecologica*, 24: 15-23.
- Dennis, R.L.H., 1993. *Butterflies and climate change*. Manchester University Press.
- Dennis, R.L.H., Shreeve, T.G., and Williams, W.R., 1995. Taxonomic differentiation in species richness gradients among European butterflies (Papilionoidea, Hesperioidea): contribution of macroevolutionary dynamics. *Ecography*, 18: 27-40.
- Everitt, B., and Hothorn, T., 2006. *A Handbook of Statistical Analyses Using R*. Chapman and Hall/CRC.
- Fleishman, E., Austin, G.T., and Weiss, A.D., 1998. An empirical test of Raport's rule: Elevational gradients in mountane butterfly communities. *Ecology*, 79: 2482-2493.
- Grace, J., Berninger, F., and Nagy, L., 2002. Impacts of Climate Change on the Tree Line. *Annals of Botany*, 90: 537-544.
- Gutierrez, D., 1997. Importance of historical factors on species richness and composition of butterfly assemblages (Lepidoptera: Rhopalocera) in northern Iberian mountain range. *Journal of Biogeography*, 24: 77-88.
- Gutierrez, D., and Menendez, R., 1998. Stability of butterfly assemblages in relation to

- the level of numerical resolution and altitude. *Biodiversity and Conservation*, 7: 967-979.
- Hosek, J., and Tremel, V. (Eds.), 2007. Final report of project No. VaV SM/6/70/05: "Effects of dwarf pine (*Pinus mugo*) on patterned ground, a case study from the Hruby Jeseník Mts. (High Sudetes), Czech Republic". Project granted by the Czech Ministry of Environment.
- Jahn, A., Kozłowski, S., and Pulina, M., 1997. Masyw Śnieżnika: Zmiany w środowisku przyrodniczym [Massif of Kralický Sněžník: Changes in natural environment]. Polska agencja ekologiczna s.a..
- Jeník, J., 1961. Alpínská vegetace Krkonoš, Králického Sněžníku a Hrubého Jeseníku: teorie anemo-orografických systémů [Alpine vegetation of the High Sudetes: theory of Anemo-Orographic systems]. Prague: Nakl. CSAV .
- Jeník, J., and Hampel, R., 1992. Die waldfreien Kammlagen des Altvatergebirges (Geschichte und Ökologie) [Treeless summits of the Hruby Jeseník Mts. (History and Ecology)]. Stuttgart: MSSGV.
- Klimes, L., and Klimesová, J., 1991. Alpine tundra in the Hruby Jeseník Mts., the Sudeten, and its tentative development in the 20th century. *Preslia*, 63: 245-268.
- Konvíčka, M., Benes, J., and Kuras, T., 2002. Microdistribution and diurnal behaviour of two sympatric mountain butterflies (*Erebia ephron* and *E. euryale*): relations to vegetation and weather. *Biologia Bratislava*, 57/2: 223-233.
- Krahulec, F., 1990. Alpine vegetation of the Kralický Sněžník Mts. (The Sudeten Mts.). *Preslia*, 62: 307-322.

- Krampl, F., 1992. Boreal macro-moths in Central Europe (Czechoslovakia) and their eco-geographical characteristics (Lepidoptera: Geometridae, Noctuidae, Notodontidae). *Acta Entomologica Bohemoslovaca*, 89: 237-262.
- Kuras, T., Benes, J., and Konvicka, M., 2000. Differing habitat affinities of four *Erebia* species (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae) in the Hruby Jesenik Mts, Czech Republic. *Biologia Bratislava*, 55/2: 169-175.
- Kuras, T., Benes, J., and Konvicka, M., 2001. Behaviour and within-habitat distribution of adult *Erebia sudetica sudetica*, endemic of the Hruby Jesenik Mts., Czech Republic (Nymphalidae, Satyrinae). *Nota Lepidopterologica*, 24: 69-83.
- Kuras, T., Konvicka, M., Benes, J., and Cizek, O., 2001. *Erebia sudetica* and *Erebia epiphron* (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae) in the Czech Republic: review of present and past distribution, conservation implication. *Casopis Slezskeho Muzea Opava*, (A) 50: 57-81.
- Kuras, T., Benes, J., Fric, Z., and Konvicka, M., 2003, Dispersal patterns of endemic alpine butterflies with contrasting population structures: *Erebia epiphron* and *E. sudetica*. *Population Ecology*, 45: 115-123.
- Kuras, T., Sitek, J., Liska, J., Mazalova, M., and Cerna, K., 2009. Motyli (Lepidoptera) narodni prirodni rezervace Praded (CHKO Jeseniky): implikace poznatku v ochrane uzemi [Lepidoptera of the Praded National Nature Reserve (Jeseniky Protected Landscape Area): conservation implications]. *Cas. Slez. Muz. Opava (A)*, 58: 250-288.
- Liska, J., 1997. Motyli fauna Upskeho a Cernohorskeho raseliniste v Krkonosich [Lepidoptera of the Upske and Cernohorske raseliniste bogs in the Krkonose Mts.]. In: *Geokologiczne problemy Karkonoszy. Materialy z sesji naukowej w Przesiecu* 15.-

18. X. 1997, Tom II. – Poznan, Wydawnictwo Acarus 1998.

Liska, J. and Skyva, J., 1997. Historical and recent occurrence of Lepidoptera in mountains sites of the Giant Mountains (Czech Republic). *Biologia Bratislava* 52: 163-165.

Liska, J., 2000. Pokus o srovnani motyli fauny subalpinskych poloh Vysokych Sudet [Attempt at comparing lepidopteran fauna of subalpine areas of the High Sudetes]. *Opera Corcontica*, 37: 286-290.

Matter, S.F., and Roland, J., 2002. An experimental examination of the effects of habitat quality on the dispersal and local abundance of the butterfly *Parnassius smintheus*. *Ecological Entomology*, 27: 308-316.

Nagy, L., Grabherr, G., Körner, C., and Thompson, D.B.A. (Eds.), 2003. *Alpine Biodiversity in Europe (Ecological Studies)*. Springer, Berlin Heidelberg New York.

Ricklefs, R.E., and Schluter, D. (Eds.), 1993. *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*. University of Chicago Press.

Rohacek, J., Bartak, M., and Kubik, S., 1998. Diptera Acalyptrata of the Hranicni (Luzenska) slat peat-bog in the Sumava Mts. (Czech Republic). *Casopis Slezskeho Muzea Opava, (A)* 47: 1-12.

Roland, J., Keyghobadi, N., and Fownes, S., 2000. Alpine *Parnassius* butterfly dispersal: Effects of landscape and population size. *Ecology*, 81: 1642-1653.

Rybnicek, K., and Rybnickova, E., 2004. Pollen analyses of sediments from the summit of the Praded range in the Hruby Jesenik Mts (Eastern Sudetes). *Preslia Praha*, 76: 331-347.

Soffner, J., 1960. Schmetterlinge aus dem Riesengebirge [Lepidoptera of the Giant Mts.].

Zeitschrift der Wiener Entomologischen Gesellschaft 45: 70-91.

Strathdee, A.T., and Bale, J.S., 1998. Life on the edge: Insect Ecology in Arctic Environments. *Annual Review of Entomology*, 43: 85-106.

Ter Braak, C.J.F., and Smilauer, P., 1998. *Canoco Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows. Software for Canonical Community Ordination (version 4). Centre for Biometry Wageningen (NL) and Microcomputer Power, USA.*

Treml, V., and Banas, M., 2000. Alpine Timberline in the High Sudetes. *Acta Universitatis Carolinae, Geographica*, 35: 83-99.

Treml, V., and Banas, M., 2008. The Effect of Exposure on Alpine Treeline Position: a Case Study from the High Sudetes, Czech Republic. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 40: 751–760.

Uradniecek, L., Madera, P., Klibacova, S., Koblizek, J., and Sefl, J., 2001. *Dreviny Ceske republiky [Woody species of the Czech Republic]. Matice Lesnicka, spol. s r.o., Pisek.*

Tables

Table 1. Trapping sites with the number of traps and checking terms

Site	No. of traps	Checking terms
Kralicky Sneznik*	10	19.7., 23.7., 1.8., 9.8., 16.8., 26.8., 2.9. 2005
Hruby Jesenik - Serak*	7	19.7., 23.7., 1.8., 9.8., 16.8., 26.8., 2.9. 2005
Hruby Jesenik - Keprník*	10	19.7., 23.7., 1.8., 9.8., 16.8., 26.8., 2.9. 2005
Hruby Jesenik - Cervena hora*	10	19.7., 23.7., 1.8., 9.8., 16.8., 26.8., 2.9. 2005
Hruby Jesenik - Maly Ded**	7	20.7., 24.7., 2.8., 10.8., 17.8., 27.8., 3.9. 2005
Hruby Jesenik - Praded**	13	20.7., 24.7., 2.8., 10.8., 17.8., 27.8., 3.9. 2005
Hruby Jesenik - Vresnik**	10	20.7., 23.7., 2.8., 9.8., 16.8., 26.8., 2.9. 2005
Hruby Jesenik - Vysoka hole**	17	20.7., 24.7., 2.8., 10.8., 17.8., 27.8., 3.9. 2005
Total	84	7

*Installed July 15, 2005, ** installed July 16, 2005.

Table 2. Number of butterflies collected with Moericke water traps in the High Sudetes Mts. during summer 2005

Alpine site/ Species	Kralicky Sneznik	Serak	Keprnik	Cervena hora	Maly Ded	Praded	Mravenecnik- Vresnik	Vysoka hole
<i>Aglais urticae</i> ♂♂	35	2	40	20	3	26	18	25
<i>Aglais urticae</i> ♀♀	32	0	53	26	9	37	22	39
<i>Boloria dia</i> ♀♀	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Coenonympha pamphilus</i> ♀♀	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Erebia epiphron</i> ♂♂	0	1	0	0	195	156	257	509
<i>Erebia epiphron</i> ♀♀	0	0	0	0	96	70	76	149
<i>Erebia euryale</i> ♂♂	893	264	76	591	379	534	594	287
<i>Erebia euryale</i> ♀♀	405	109	20	391	222	307	289	182
<i>Erebia ligea</i> ♂♂	0	1	0	14	1	0	27	0
<i>Erebia ligea</i> ♀♀	0	0	0	7	1	1	26	0
<i>Erebia sudetica</i> ♂♂	0	5	0	0	24	9	1	0
<i>Erebia sudetica</i> ♀♀	0	0	0	0	30	12	0	0
<i>Gonepteryx rhamni</i> ♂♂	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Gonepteryx rhamni</i> ♀♀	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Inachis io</i> ♂♂	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>Inachis io</i> ♀♀	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Issoria lathonia</i> ♀♀	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Lycaena hippothoe</i> ♀♀	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pieris brassicae</i> ♂♂	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pieris brassicae</i> ♀♀	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Pieris napi</i> ♂♂	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Pieris napi</i> ♀♀	0	0	0	1	1	0	0	1
<i>Pieris rapae</i> ♂♂	0	2	1	0	2	1	2	3
<i>Pieris rapae</i> ♀♀	1	3	4	2	3	1	2	3
<i>Polygonia c-album</i> ♂♂	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Polygonia c-album</i> ♀♀	0	0	1	0	0	1	0	0

Table 3. *Pinus mugo* cover and extent of studied alpine sites in the High Sudetes Mts.

Alpine site	Area (ha)	<i>Pinus mugo</i> (%)
Serak	21.9	36.0
Mravenecnik-Vresnik	46.7	0
Maly Ded	55.0	24.7
Cervena hora	65.7	35.7
Keprnik	80.1	37.3
Kralicky Sneznik	89.6	12.5*
Praded	142.5	22.1
Vysoka hole	678.5	14.3

**Pinus mugo* occurs on the Polish side; in the Czech Rep. only sporadic seedlings are present.

Table 4. Summary of Monte Carlo test in CCA model "species ~ vegetation"

Axes	I.	II.	III.	IV.
Eigenvalues	0.027	0.003	0.000	0.000
Species-environment correlations	0.291	0.141	0.033	0.029
Sum of all eigenvalues			1.008	
Sum of all canonical eigenvalues			0.030	
Test of significance of first canonical axis	F-ratio = 11.650		P-value = 0.0068	
Test of significance of all canonical axes	F-ratio = 2.637		P-value = 0.0100	

Table 5. Significance of environmental variables in CCA model "species ~ vegetation"

Env. variable	Lambda 1	Lambda A	p	F
<i>Calluna</i>	0.02	0.02	0.008	7.86
<i>Avenella</i>	0.00	0.01	0.008	3.88
<i>Molinia</i>	0.01	0.00	0.465	0.78
<i>Vaccinium</i>	0.00	0.00	0.763	0.40
<i>Pinus mugo</i>	0.00	0.00	0.847	0.26

Table 6. Results of GLM regression between species abundance and *Pinus mugo* cover

Species	Beta	SE	T-value	F	p	ACI
<i>Aglais urticae</i> ♂♂	-0.014	0.004	-3.75	3.85	> 0.05	1077.618
<i>Aglais urticae</i> ♀♀	-0.012	0.003	-3.81	3.96	< 0.05	1297.152
<i>Erebia ligea</i> ♂♂	-0.005	0.006	-0.88	0.17	> 0.05	530.437
<i>Erebia ligea</i> ♀♀	-0.062	0.020	-3.16	7.27	< 0.01	389.823
<i>Erebia epiphron</i> ♂♂	-0.027	0.002	-15.07	12.45	< 0.01	7035.796
<i>Erebia epiphron</i> ♀♀	-0.019	0.003	-7.35	7.94	< 0.01	2445.229
<i>Erebia euryale</i> ♂♂	-0.010	0.001	-15.70	6.17	< 0.05	1.51e+004
<i>Erebia euryale</i> ♀♀	-0.015	0.001	-15.26	18.68	< 0.01	5853.988
<i>Erebia sudetica</i> ♂♂	0.000	0.005	0.09	0.00	< 0.05	620.972
<i>Erebia sudetica</i> ♀♀	-0.119	0.034	-3.54	8.47	< 0.01	614.618
<i>Pieris rapae</i> ♂♂	0.020	0.008	2.67	3.53	> 0.05	165.006
<i>Pieris rapae</i> ♀♀	0.003	0.009	0.34	0.05	> 0.05	217.394

Key: Model resid. DF (all models) = 442, Link function Log, Poisson`s distribution. „Beta“ indicates the slope of regression line.

Table 7. *Erebia euryale*: Interaction between sex and *Pinus mugo* cover

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)
NULL			167	474.07		
Sex	1	63.66	166	410.41	29.6261	1.880e-07 ***
<i>Pinus mugo</i> cover	1	50.35	165	360.06	23.4310	2.971e-06 ***
Sex : <i>Pinus mugo</i> cover	1	1.32	164	358.74	0.6143	0.4343

Table 8. *Erebia epiphron*: Interaction between sex and *Pinus mugo* cover

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)
NULL			167	473.95		
Sex	1	62.49	166	411.46	25.3442	1.252e-06 ***
<i>Pinus mugo</i> cover	1	32.66	165	378.80	13.2447	0.0003659 ***
Sex : <i>Pinus mugo</i> cover	1	0.39	164	378.40	0.1592	0.6903689

Figures

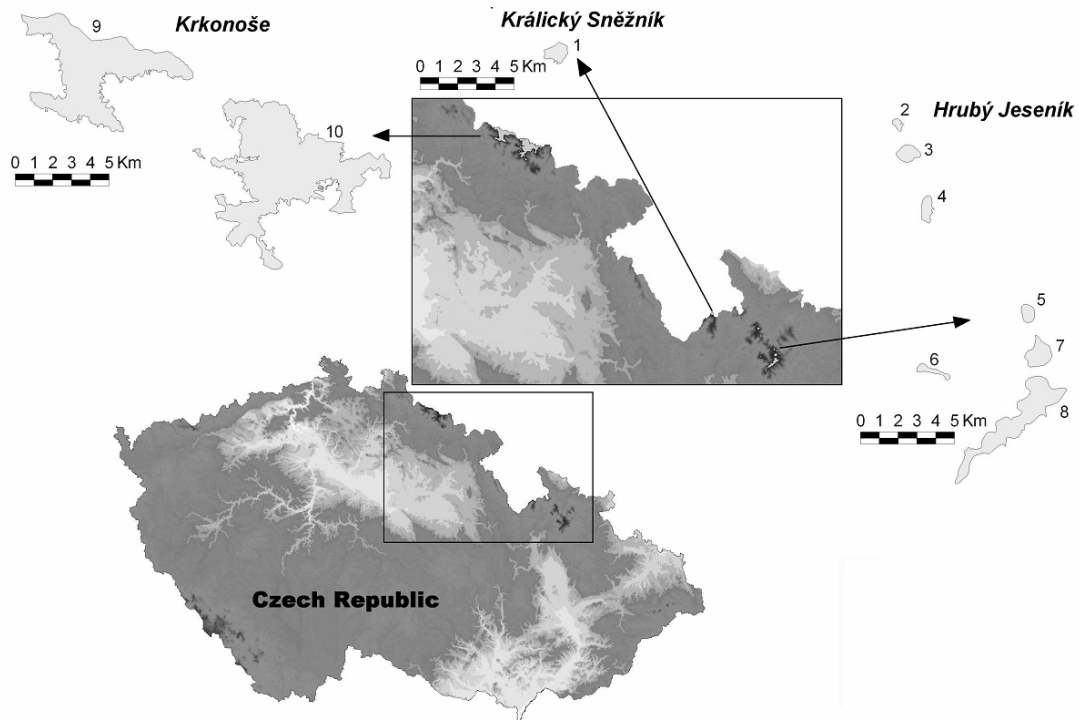


Figure 1. Map of the High Sudetes Mts., which incorporates three mountain ranges (the Krkonoše Mts., the Kralicky Sneznik Mts., and the Hruby Jeseník Mts.) with all alpine sites studied: 1. Kralicky Sneznik; 2. Serak; 3. Keprnik; 4. Cervena hora; 5. Malý Ded; 6. Mravenecnik-Vresnik; 7. Praded; 8. Vysoka hole; 9. Krkonoše-West; and 10. Krkonoše-East.



Figure 2. Map of the study region on the Central European scale.

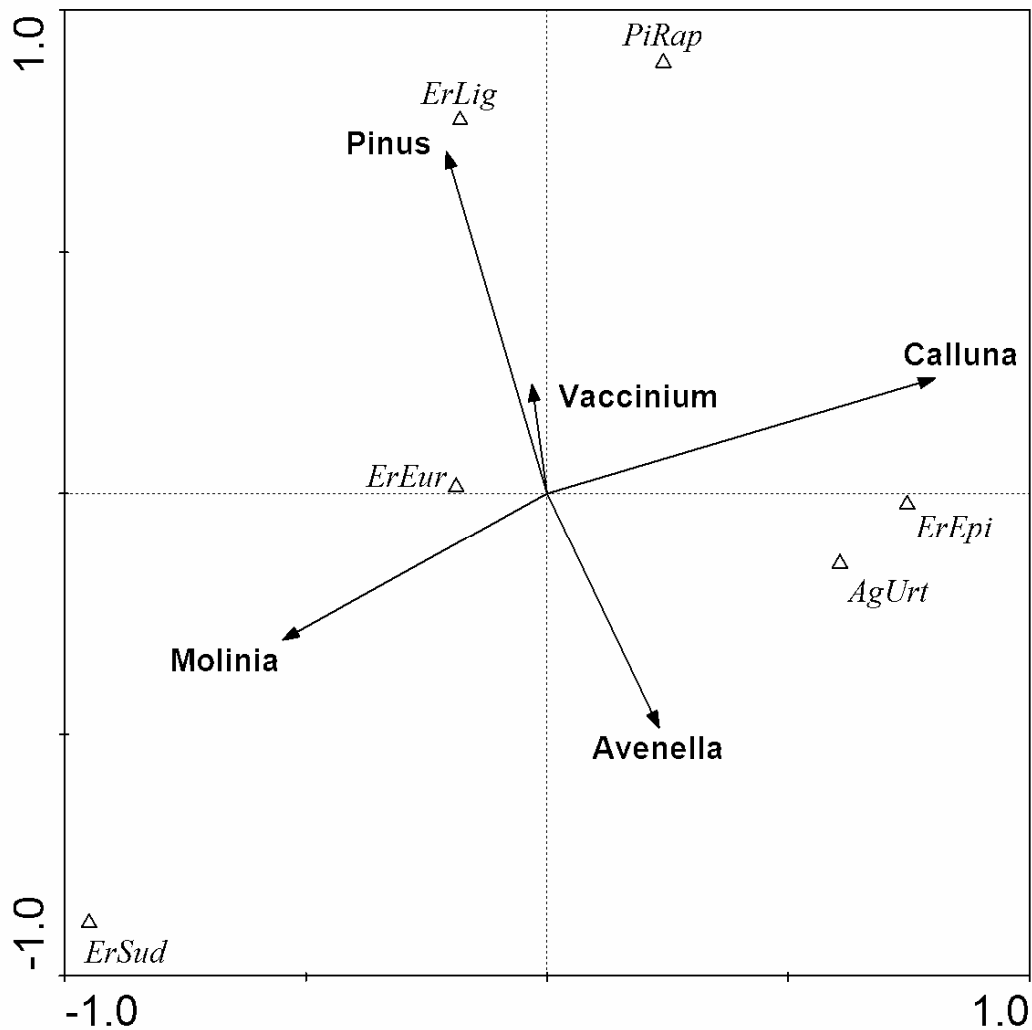


Figure 3. CCA ordination graph with environmental variables and butterflies occurring on alpine sites in the Kralicky Sneznik and Hruby Jesenik Mts. Species positions are expressed by triangles in the reduced ordination area of the first and second canonical axes. Acronyms for species: *AgUrt* (*Aglais urticae*), *ErEpi* (*Erebia epiphron*), *EuEur* (*Erebia euryale*), *ErLig* (*Erebia ligea*), *ErSud* (*Erebia sudetica*), and *PiRap* (*Pieris rapae*).

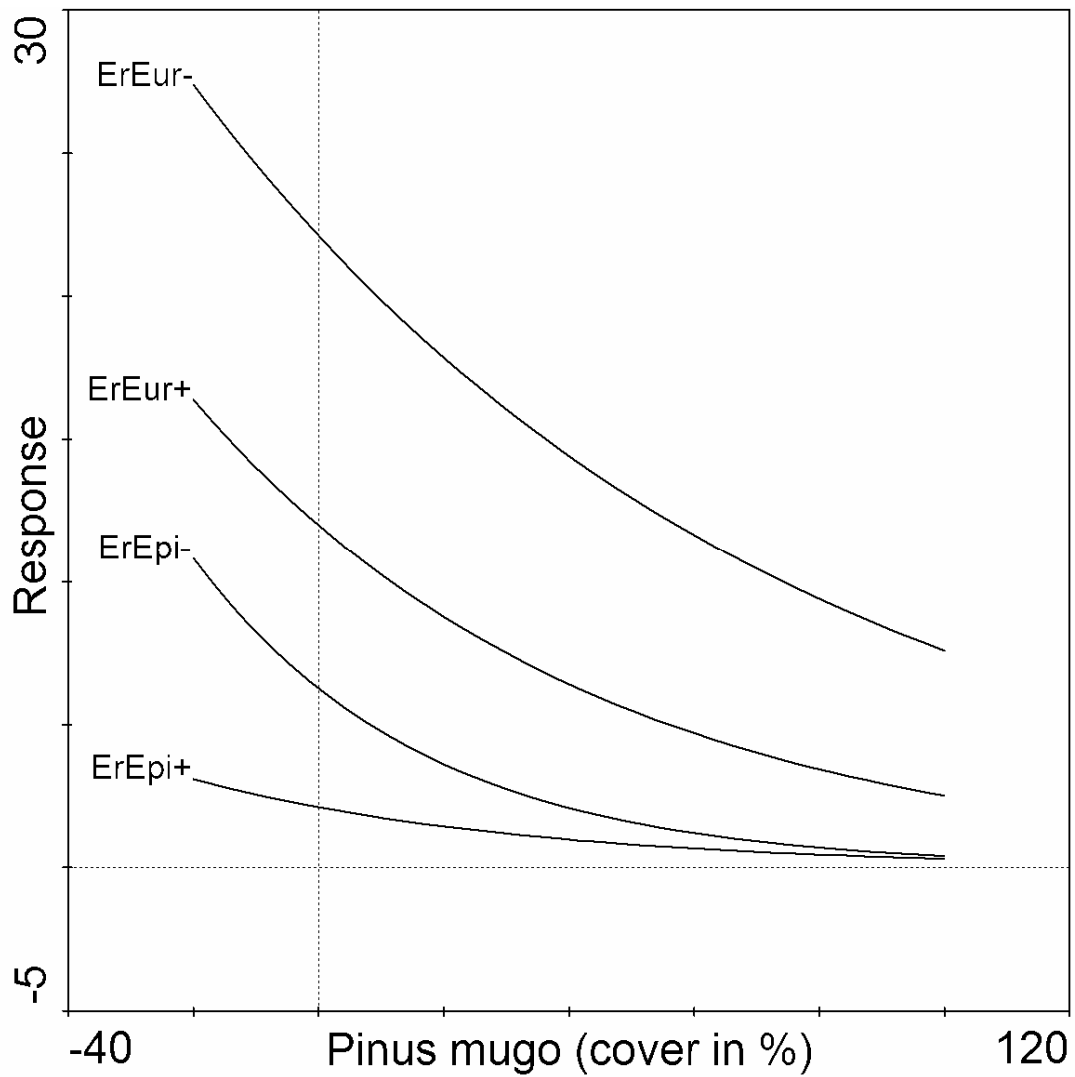


Figure 4. GLM regression shows relations between the two most abundant species and *Pinus mugo* cover [%]. Species names are abbreviated and differentiated according to gender: *ErEpi* (*Erebia epiphron*), *EuEur* (*Erebia euryale*); + ... female, - ... male.

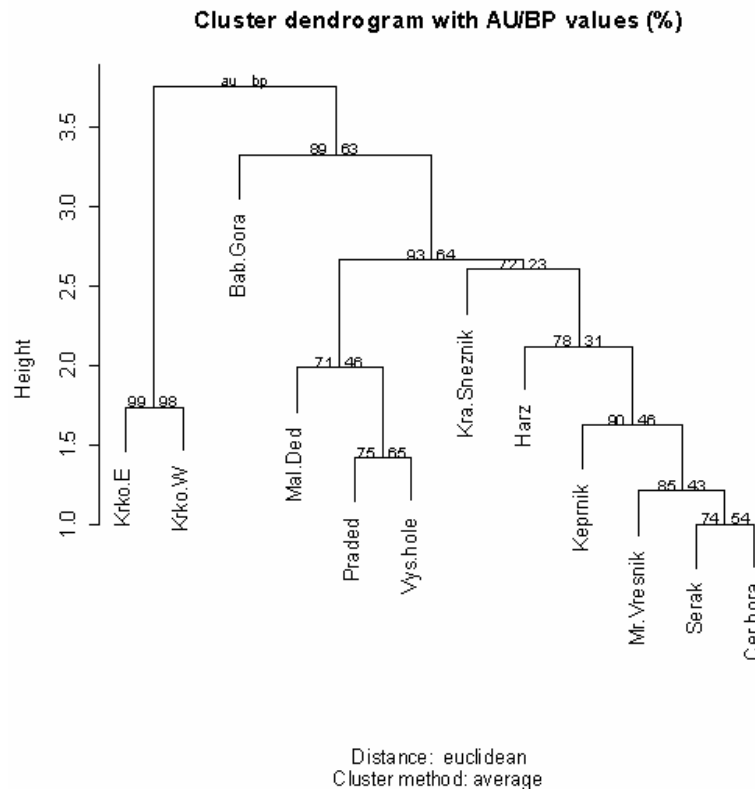


Figure 5. Cluster analysis (dendrogram) shows dissimilarities among selected alpine sites of the Central European middle high mountains calculated on the basis of diagnostic Lepidoptera species (see chapter Methods – Data analysis) with clustering method UPGMA (unweighted pair group using arithmetical average). AU/BP values: AU (Approximately Unbiased) p -value is more accurate than BP value as unbiased p -value and it is computed by multiscale bootstrap resampling; BP (Bootstrap Probability) value is a simple statistic computed by bootstrap resampling and it tends to be biased as p -value when the absolute value of c (i.e., the value related to geometric aspects of hypotheses) is large.