

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra zoologie a ornitologická laboratoř



**Vliv konektivity a kvality stanovišť na diverzitu nočních
motýlů (Lepidoptera)**

Filip Tyralík

Diplomová práce

předložená

na Katedře zoologie a ornitologické laboratoři

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Mgr. v oboru

Zoologie

Forma studia: Prezenční

Vedoucí práce: RNDr. Tomáš Kuras, Ph.D.

Olomouc 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením RNDr. Tomáše Kurase Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 10. ledna 2012

.....
podpis

Tyralík F. 2012. Vliv konektivity a kvality stanovišť na diverzitu nočních motýlů (Lepidoptera). [diplomová práce]. Olomouc: Katedra zoologie na PřF UP v Olomouci. 38 s., česky.

Abstrakt

Struktura krajiny (krajinná mozaika) a kvalita jednotlivých částí krajinné mozaiky (zrna mozaiky), představují základní ekologický rámec pro interpretaci přežívání druhů v krajině. Kvalita biotopů a jejich konektivita jsou považovány za rozhodující charakteristiky prostředí pro přežívání druhů. Studoval jsem společenstva motýlů (Lepidoptera) v lesních fragmentech krajinné mozaiky v jihozápadní části CHKO Český Kras a vliv parametrů prostředí (*typ vegetace, plocha fragmentu, vzdálenost od okraje fragmentu, orientace fragmentu*, apod.) a konektivity (počítanou pomocí IFM = *Incidence function model*) na druhovou bohatost a diverzitu nočních motýlů. Za období 2009-2011 bylo zaznamenáno 381 druhů nočních motýlů. Několik z nich patří mezi ohrožené (např. *Watsonarctia casta, Rhyparia purpurata, Orthonamma vittata*). Typ vegetace a konektivita jsou nejprůkaznější faktory ovlivňující druhovou bohatost a diverzitu motýlů. Přesto stálý růst konektivity nepodporuje maximální druhovou bohatost motýlů. Počet druhů se zvyšuje pouze do středních hodnot konektivity a na vyšších hodnotách již neroste.

Klíčová slova: fragmentace krajiny, konektivita, Lepidoptera, CHKO Český Kras, noční motýli

Tyralík F. 2012. The impact of connectivity and habitat quality on the night moths (Lepidoptera) diversity [diploma thesis]. Olomouc: Department of Zoology, Faculty of Science, Palacky University Olomouc. 38 p., in Czech.

Abstract

Landscape structure (landscape mosaic) and qualitative features of the landscape mosaic (grain of mosaic) represent the basic ecological framework for the interpretation of species surveying in the landscape. Habitat quality and connectivity of the habitats are considered to be crucial environmental characteristics for species surveying. I studied the moths communities (Lepidoptera) associated with the forest fragments situated in landscape mosaic of south-western part of the Český Kras Protected Landscape Area. I studied the effect of habitat features (vegetation type, fragments area, ecotone area, orientation of the area, etc.) and connectivity (calculated by IFM = Incidence function model) to the species composition/community structure of night moths. Altogether 381 species of night active lepidoptera was searched during sampling period of 2009-2011. Several of them are classified as endangered (i.e. *Watsonarctia casta*, *Rhyparia purpurata*, *Orthonamma vittata*). As far as, the vegetation type and connectivity are the most significant factors driving species diversity and species richness of the moths. However, connectivity increase does not support the richness of moths absolutely/at all. Number of species increases only to the mid-value of connectivity and then levelled off.

Key words: habitat fragmentacion, connectivity, Lepidoptera, CHKO Český Kras, night moths

Obsah

Seznam obrázků	vii
Seznam tabulek	viii
Poděkování.....	viii
1. Úvod.....	1
2. Cíle práce	3
3. Materiál a metodika	4
3.1 Charakteristika území	4
3.2 Sběr a determinace materiálu	5
3.3 Analýza dat.....	6
3.3.1 Konektivita lokalit.....	6
4. Výsledky	9
4.1 Charakteristika druhového spektra nočních motýlů.....	9
4.2 Struktura společenstev motýlů v kontextu jejich sukcesního vývoje (distribuční modely abundance)	15
4.3 Určující parametry prostředí z hlediska v noci aktivních motýlů	17
5. Diskuse.....	23
Charakteristika druhového spektra nočních motýlů.....	23
Konektivita jako určující parametr prostředí	23
Vegetační typy ve vztahu ke společenstvům motýlů	24
6. Závěr	26
7. Literatura.....	27
Seznam příloh	30

Seznam obrázků

Obr. 1. Orientační grafické vyjádření konektivity lesních fragmentů v jihozápadní části CHKO Český kras.....	8
Obr. 2. struktura společenstev v jednotlivých biotopech pro všechny druhy motýlů.....	15
Obr. 3. struktura společenstev v jednotlivých biotopech pouze pro lesní druhy motýlů	16
Obr. 4. Vyjádření odlišnosti struktury společenstev druhů motýlů zaznamenaných v okolí Měňan (CHKO Český Kras) prostřednictvím shlukové metody.....	17
Obr. 5. Vliv konektivity na počet druhů lesních motýlů.....	20
Obr. 6. Vliv vzdálenosti od okraje fragmentu na počet druhů lesních motýlů	20
Obr. 7. Vliv konektivity na počet druhů lesních motýlů čeledi Geometridae	
Obr. 8. Vliv poměru obvod/plocha na počet druhů lesních motýlů čeledi Geometridae	21
Obr. 9. Vliv konektivity na počet druhů lesních motýlů čeledi Noctuidae.....	22

Seznam tabulek

Tab. 1. Data expozic světelných pastí.....	5
Tab. 2. Základní přehled zastoupení druhů v jednotlivých čeledích tzv. velkých motýlů Macrolepidoptera v okolí Měňan (CHKO Český kras).	10
Tab. 3. Základní přehled zastoupení druhů dle jejich vazby k různým stanovištím (Hrubý 1964) v okolí Měňan (CHKO Český kras).	10
Tab. 4. Význam jednotlivých faktorů prostředí na celkový počet druhů nočních motýlů na studovaných lesních fragmentech v okolí Měňan.	18
Tab. 5. Význam jednotlivých faktorů prostředí pro diverzitu všech motýlů v okolí Měňan.	18
Tab. 6. Význam jednotlivých faktorů prostředí pro celkový počet druhů lesních motýlů v okolí Měňan.	19
Tab. 7. Význam jednotlivých faktorů prostředí na diverzitu lesních motýlů v okolí Měňan.	19
Tab. 8. Význam jednotlivých faktorů prostředí na počet druhů lesních motýlů čeledi Geometridae v okolí Měňan.	21
Tab. 9. Význam jednotlivých faktorů prostředí na počet druhů lesních motýlů čeledi Noctuidae v okolí Měňan.	22

Poděkování

Rád bych poděkoval RNDr. Tomáši Kurasovi Ph.D. za jeho trpělivost, čas a odbornou pomoc, kterou mi během psaní diplomové práce věnoval. Dále bych chtěl poděkovat Janu Šipošovi za statistické zpracování dat a Janu Liškovi za pomoc s determinací části nočních motýlů. Výzkum byl financován z grantu VaV-SP 2d3/139/07.

1. Úvod

Podstatná část území ČR je tvořena fragmentovanou krajinou. Po celá staletí se na našem území formovala charakteristická mozaika biotopů se specifickou skladbou rostlin a živočichů, vázaných na tato stanoviště (Cílek et al. 2003). Je dobře znám pozitivní vztah fragmentované struktury prostředí na diverzitu motýlů a dalších skupin bezobratlých (Tschardt et al. 2002). Tento fenomén je typický např. pro krajinu Valašska, kde ploškovité zastoupení luk, pastvin, remízků a lesů, spolu s původním typem hospodaření, má za následek pestrou skladbu těchto živočichů (Tyrálík & Kuras 2011). S fragmentací krajiny také roste stupeň její heterogenity (časové i prostorové), což znemožňuje dominanci konkurenčně schopných druhů a naopak podporuje konkurenčně méně schopné druhy. Celková druhová diverzita se proto bude zvyšovat (Schmiegelow et al. 1997).

Je však také popsána řada případů, kdy fragmentace krajiny má negativní a nevratné dopady na diverzitu, často spojené s výrazným poklesem druhové rozmanitosti. Typickým příkladem může být rozčlenění původně homogenní lesní matrice do mozaiky různě velkých ploch (Fahrig 2003). Je již dobře doloženo, že fragmentace je z různých důvodů příčinou jevů, které jsou ve svém důsledku limitující pro dlouhodobé přežívání druhů, společenstev, resp. biodiverzitu (Beier & Noss 1998; Vandewoestijne et al. 2005).

Přestože Česká republika patří s 55% zalesněného území mezi nejlesnatější země Evropy, z biologického hlediska je stav našich lesů tristní. Naprostá většina druhů, která je vázána na historické (tzv. střední) lesy Evropy z české krajiny mizí, některé z nich již vyhynuly. Úbytek původních pralesních porostů s sebou logicky nesl zánik pralesních druhů bezobratlých. Staré stromy i jejich zbytky v různých fázích rozkladu poskytují pestrá stanoviště pro řadu bezobratlých, především pro hmyz živící se mrtvým dřevem. Všechny tyto saproxylické organismy jsou ohroženy v celoevropském měřítku. Podstatně méně známou skutečností je, že ze střeoevropských lesů rychle mizí také druhy ranně sukcesních stanovišť, tj. druhy s vazbou na světlé a řídké lesy (dříve pařeziny, pastevní lesy). Situace je natolik dramatická, že co do kvantity skupina ohrožených druhů s vazbou na rozvolněné lesy převyšuje množství druhů s vazbou na pralesní společenstva. Bezobratlí rozvolněných listnatých lesů tedy jednoznačně vedou co do počtu v rámci nejohroženějších druhů Evropy (Konvička et al. 2006).

Plocha biotopů a jejich konektivita jsou považovány za základní charakteristiky prostředí ve vztahu k ochraně druhů. Tradičně známý je vztah mezi plochou stanoviště a druhovou bohatostí (Whittaker 1999; Macarthur & Willson 2001). Podle teorie ostrovní biogeografie je mnohem vyšší rozsah vymírání druhů v plošně menších a izolovaných stanovištích. Kvůli menším populačním hustotám druhů na fragmentovaných lokalitách dochází k větší citlivosti ke klimatickým, demografickým a genetickým vlivům (Reville et al. 1990; Wiens 1995). Mnohonásobně také vzroste okrajový efekt, kdy plocha vystavená podmínkám okolní volné krajiny zabraňuje přirozenému vývoji druhů s vazbou na zapojený lesní interiér. Fragmentací dochází ke vzniku bariér pro tok genetických informací, kolonizační a disperzní procesy. Izolované populace obvykle trpí sníženou genetickou variabilitou a vyšší citlivostí k environmentálním a populačním vlivům, což může vést až k vyhynutí populace (Begon et al. 1997). Znalost míry konektivity, resp. fragmentace zájmových lesních fragmentů tak představuje výchozí interpretační rámec pro diskusi nad teoretickými i aplikovanými otázkami ochranné biologie.

Jak dokazuje řada našich i zahraničních studií, představují bezobratlí vhodnou skupinu pro indikaci změn v životním prostředí (Oostermeijer & van Swaay 1998). Je prokázáno, že bezobratlí (zejména pak motýli) reagují na změny citlivěji, než když tytéž jevy sledujeme například na úrovni vegetace (Samways 2005; Thomas 1995). Změny v prostředí se odráží jak na druhovém složení společenstev, tak na proporčním zastoupení druhů (na jejich abundancích).

Motýli jsou tradičně studovanou skupinou v ekologicky zaměřených pracích. Je to dáno zejména znalostí jejich současného i historického rozšíření, druhovou početností s reprezentativním zastoupením v naprosté většině terestrických společenstev, druhovou rozmanitostí s řadou stenotopních a stenoekních druhů se zřetelnou bioindikační hodnotou a propracovanými metodikami, kterých můžeme efektivně využít při sběru terénních dat (Beneš et al. 2002; Novák 1969).

Z výše uvedeného vyplývá, že noční motýli reprezentují velmi diverzifikovanou skupinu organismů s rozmanitou indikační vahou a vazbou na prostředí. Lze se domnívat, že krajinná struktura a kvalita stanovišť budou mít vztah jak k vlastním druhům motýlů zde žijících, tak ke strukturním vlastnostem jejich společenstev. Proto byla společenstva motýlů podrobena dílčímu studiu. Zájmovým územím, s definovanou fragmentovanou krajinou, byla pro dané účely zvolena CHKO Český kras.

2. Cíle práce

Cílem předložené diplomové práce je:

- (a) Stanovení základního faunistického spektra vybraných čeledí v noci aktivních motýlů tzv. skupiny Macrolepidoptera (Noctuidae, Geometridae, Drepanidae, Notodontidae, Sphingidae, Lymantriidae, Lasiocampidae, Cossidae, Hepialidae, Arctiidae) a vyhodnocení faunisticky a ochránářsky cenných druhů v JZ oblasti Českého krasu.
- (b) Vyhodnocení struktury a podobnosti společenstev motýlů prostřednictvím modelů pořadí početnosti druhů.
- (c) Stanovení váhy základních parametrů prostředí, jež společenstva motýlů formují, s důrazem na testování vlivu konektivity (míry zapojení dílčích krajinných prvků).

3. Materiál a metodika

3.1 Charakteristika území

Fragmentace a její význam pro vybrané skupiny nočních motýlů byl studován na příkladu lesních fragmentů, které jsou izolovány okolní bezlesou (primárně i sekundárně) krajinou. Jako studijní území byla zvolena oblast krajinného segmentu ležícího v jihozápadní části CHKO Český kras, v katastru obce Měňany, Vinařice a nejbližšího okolí (viz příloha č. 1). Celá oblast je vzdálena přibližně 8 km jihovýchodně od Berouna.

Krajina Českého krasu je typická svou mozaikovitostí. V historii zde došlo k rozčlenění původně lesní matrice do mozaiky různě velkých ploch na recentní matici agrárně-sídelní (pole, louky, vesnice). Lesní biotopy, které dříve zaujímaly rozsáhlé plochy jsou v důsledku lidského působení rozděleny na mnoho malých fragmentů. Tyto krajinné fragmenty jsou v dnešní době od sebe velmi často odděleny antropicky pozměněným, či jinak ovlivněným prostředím (intenzivní zemědělské plochy, obytná výstavba). Zájmové území obsahuje 24 lesních fragmentů, jejichž vzájemné uspořádání je patrné z přílohy č. 2. Rozměrové charakteristiky a počet studijních ploch zvolených fragmentů jsou patrné z přílohy č. 3. Přehled základních vegetačních typů studovaných ploch je předmětem přílohy č. 4. Umístění odběrových ploch v kontextu studovaných fragmentů a vegetačních typů schematicky znázorňuje příloha č. 5.

Charakteristika fragmentů ve vztahu k zastoupeným společenstvům motýlů byla studována na dvou úrovních (a) z hlediska plochy, míry izolace a konektivity fragmentu a (b) z hlediska zastoupení dominantních lesních typů.

Fragmenty krajinné mozaiky se liší vzájemnou vzdáleností, izolovaností a velikostí, což následně ovlivňuje diverzitu druhů jednotlivých fragmentů. Z přirozených lesních společenstev jsou nejrozšířenější habrové doubravy. Podobu dubohabrového lesa určují převládající druhy stromů: dub zimní (*Quercus petraea*), habr obecný (*Fraxinus excelsior*) a lípa srdčitá (*Tilia cordata*). Dnešní charakter tohoto typu lesa je také výsledkem dlouhodobého intenzivního lesního hospodaření pařezinovým způsobem především ve středověku.

3.2 Sběr a determinace materiálu

Jako zájmová skupina byly zvoleny vybrané čeledi nočních motýlů ze skupiny Macrolepidoptera (Noctuidae, Geometridae, Arctiidae, Lymantriidae, Hepialidae, Notodontidae, Drepanidae, Sphingidae, Cossidae).

Noční motýli byli studováni na úrovni celých lesních fragmentů a to metodou přenosných světelných lapačů (pastí). Každý fragment byl vzorkován prostřednictvím světelných pastí, přičemž počet instalovaných pastí odpovídal velikosti fragmentu a charakteru zde zastoupené lesní vegetace. Světelná past představovala konstrukčně jednoduchou přenosnou světelnou past typu Minnesota, kde je jako atraktant užito lineárního zářivkového tělesa o světelném výkonu 8W. Pro zvýraznění UV složky emitovaného spektra je zabudována UV zářivka Philips TL 8W/08 s elektronickým systémem spínání zářiče. Napájení z bateriového zdroje 12Ah/12V, smrtící médium chloroform. Světelné pasti byly instalovány do jednotlivých lesních fragmentů vždy na jednu noc a to do definovaných vegetačních typů. Každý fragment byl vzorkován umístěním nejméně jedné světelné pasti (ve větších fragmentech 5-6 pastí). Celkově bylo nasazeno 52 pastí, které byly exponovány 5-6x za danou vegetační sezónu. Data expozic světelných pastí za studované období 2009-2011 uvádí Tab. 1.

Tab. 1. Data expozic světelných pastí

Rok	Výběr	Datum expozice pastí
2009	1	25.4. 2009
	2	30.6. 2009
	3	2.7. 2009
	4	23.7. 2009
	5	1.9. 2009
	6	30.9. 2009
2010	1	11.6.2010
	2	21.7.2010
	3	19.8.2010
	4	22.9.2010
	5	2.11.2010
2011	1	26.5. 2011
	2	29.6. 2011
	3	27.7. 2011

Nasbíraný materiál byl uložen do plastových dóz s číselným kódem vzorkovací plochy a datem sběru. Následně byl materiál uložen v mrazícím zařízení a skladován do pozdější determinace. Determinace byla provedena převážně na základě vnější morfologie jedinců. Poškození a obtížně determinovatelní jedinci byli určováni podle preparace kopulačních orgánů. Rody *Eupithecia* a *Euxoa* byly pro svou obtížnost determinace a početné zastoupení ve vzorcích odloženy na pozdější determinaci. Ve statistických analýzách tedy není s těmito druhy pracováno. Faunisticky významné a vzácné druhy byly odkládány pro pozdější revizi či sbírkově uloženy.

3.3 Analýza dat

Data o početnostech motýlů z jednotlivých let a z jednotlivých odběrových ploch byla přepsána do programu Microsoft Excel tak, aby byla statisticky zpracovatelná. Následné statistické analýzy a grafické výstupy byly provedeny v programu R (R Development Core Team 2010).

3.3.1 Konektivita lokalit

Jako vhodný způsob vyjádření konektivity lesních fragmentů se jeví pomocí IFM (= *Incidence Function Model*). IFM zahrnuje informace charakteru velikosti plochy, vzdálenosti plochy od ploch ostatních, míru emigrace a imigrace a schopnosti disperze bezobratlých živočichů (např. průměrná maximální délka letu imag). Hodnoty týkající se vlastností fragmentů (plocha a vzájemná vzdálenost) byly stanoveny v GIS (užitím programu ArcView GIS 3.2.).

IFM představuje sofistikovaný metodický postup pro hodnocení konektivity geograficky vymezených fragmentů (ostrovů). Objektivně stanovuje význam daného prostředí z hlediska přežívání druhů, a to zejména proto, že v rámci kalkulací vychází z velikostí všech fragmentovaných ploch a jejich vzájemných vzdáleností (Moilanen & Nieminen 2002). Fakticky model vychází z teorie ostrovní biogeografie, přičemž konektivita daného fragmentu stoupá s velikostí plochy a vzájemnou blízkostí k okolním fragmentům. Prostřednictvím hodnot IFM lze interpretovat nejen ekologické vztahy na úrovni druhové rozmanitosti daného fragmentu, ale též význam jednotlivých fragmentů pro přežívání dílčích populací jednotlivých druhů (Hanski et al. 2000).

Základní formule pro výpočet IFM je tato (Moilanen & Nieminen 2002):

$$S_i = \frac{1}{\alpha} \exp\left(-\frac{d_{ij}}{\alpha}\right) \frac{A_j}{A_i}$$

kde: S_i představuje konektivitu plochy i , d_{ij} je vzdálenost mezi plochami i a j (všechny vzdálenosti byly měřeny od okraje k okraji bezlesí), parametr α určuje vliv vzdálenosti na migraci ($1/\alpha$ je průměrná vzdálenost migrace) a proměnné b a c stanovují míru emigrace a imigrace (Moilanen & Nieminen 2002).

Model byl počítán pro 3 arbitrárně zvolené hladiny parametru α (tj. 0,5; 1,5 a 5), které představují různou míru disperze u bezobratlých živočichů (Moilanen 1999; Vos et al. 2001). Vycházíme z faktu, že vzdálenost mezi studovanými lesními fragmenty v průměru nepřesahuje 3 km, hladiny α jsou tudíž voleny takto:

$\alpha = 5,0$ (pro druhy pohybující se do vzdálenosti 0,1 – 1 km)

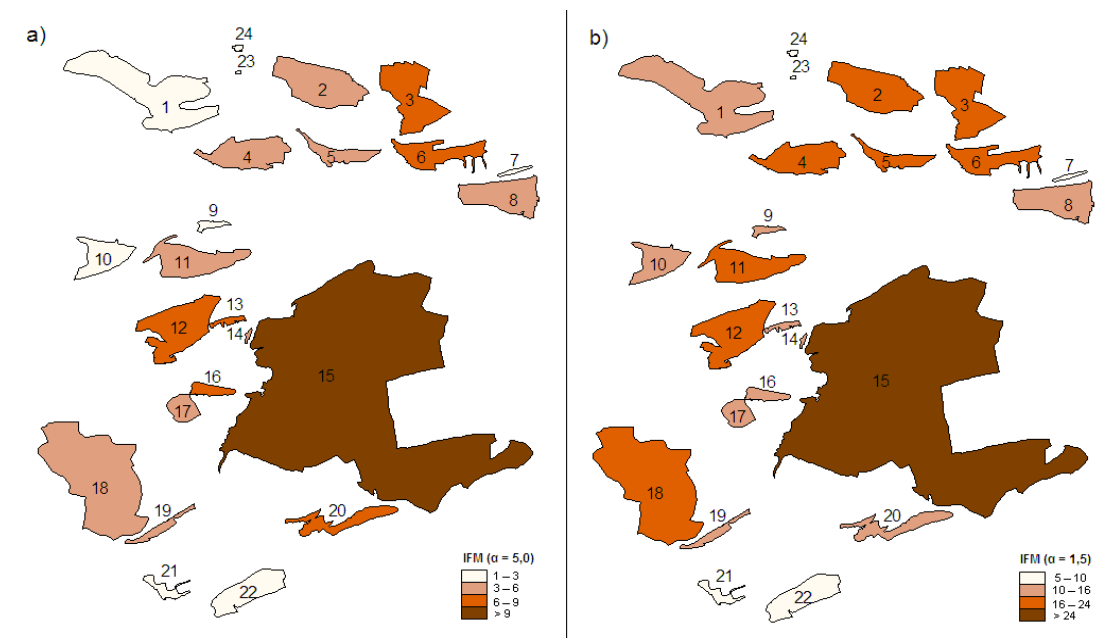
$\alpha = 1,5$ (pro druhy pohybující se do vzdálenosti 1 – 3,5 km)

$\alpha = 0,5$ (pro druhy pohybující se do vzdálenosti 5 – 10 km)

Tyto hodnoty by měly pokrýt jak druhy méně pohyblivé (některé druhy čeledi Geometridae), tak druhy mobilnější (např. čeledi Noctuidae, Sphingidae). Pro míru emigrace a imigrace byly dosazeny přibližně střední hodnoty ($b = 0,3$ a $c = 0,2$), charakteristické pro motýly (Hanski et al. 2000).

Zapojení lesních fragmentů v krajinné matici stoupá s rostoucí hodnotou IFM, čímž se zvyšuje jejich konektivita. Na základě zjištěných výsledků modelu IFM (orientační schéma Obr. 1; konkrétní hodnoty Příloha č. 6) lze identifikovat plochy s vyšší mírou konektivity, tudíž předpokládáme i druhově bohatší plochy a plochy izolovanější, na kterých již může docházet k nedostatečnému plnění ekologických funkcí, a tím i možnému vymírání druhů. Lesní plochy dosahující vyšších hodnot IFM budou dle předpokladu vystupovat jako zdrojové („source“) plochy pro okolní fragmenty ve smyslu migrace jedinců v rámci metapopulačního přežívání druhů ve fragmentované krajině. Hlavním zjištěním IFM na vymezených hladinách α je jednoznačně nejvyšší míra konektivity centrálního a současně největšího lesního fragmentu č. 15. Lze tedy předpokládat, že tento fragment na sebe bude vázat maximum druhové rozmanitosti lesních druhů. Z teoretického hlediska bude tento fragment vystupovat jakožto zdroj jedinců pro menší lesní fragmenty v okolí.

Příloha č. 6 tedy zahrnuje základní referenční hodnoty konektivity (zapojení) lesních fragmentů, které představují výchozí teoretický podklad pro testování fenoménu fragmentace ve studované krajině JZ oblasti CHKO Český kras.



Obr. 1. Orientační grafické vyjádření konektivity lesních fragmentů v jihozápadní části CHKO Český kras. Konektivita (kalkulována prostřednictvím IFM) je znázorněna intenzitou podbarvení ploch pro dvě arbitrárně zvolené hodnoty $\alpha = 5,0$ (a) a $\alpha = 1,5$ (b).

Pozn.: Zde upozorňuji na metodický artefakt grafického vyjádření konektivity fragmentů na Obr. 1. Konektivita je vyjádřena mírou zbarvení fragmentů a směrem k okraji má tendenci vyznívat (viz světlejší plochy při okrajích vymezené oblasti). Pro znázornění principu vyjádření konektivity (viz plochy velké a shloučené mají vyšší skóre než plochy malé a vzdálené) ponechávám toto grafické vyjádření, které ale neodpovídá skutečné konektivitě okrajových ploch. V datových souborech (viz Příloha č. 6) je ale pracováno s reálnou konektivitou kalkulovanou na základě IFM, pro kterou bylo zahrnuto také širší okolí ve vzdálenosti do 5 km od okrajových fragmentů.

4. Výsledky

4.1 Charakteristika druhového spektra nočních motýlů

Motýli byli hodnoceni na úrovni velkých druhů, tzv. skupiny Macrolepidoptera (čeledi: Geometridae, Noctuidae, Drepanidae, Arctiidae, Lasiocampidae, Sphingidae, Lymantriidae, Notodontidae, Cossiidae a Hepialidae). Během tří let studia v noci aktivních druhů motýlů (2009-2011) byl nashromážděn rozsáhlý materiál čítající 23 752 jedinců motýlů o 381 druzích. Přehled všech druhů zaznamenaných motýlů je uveden v příloze č. 7. Sumární přehled druhů v jednotlivých lesních stanovištích podává příloha č. 8.

Dle očekávání jsou druhově nejpočetněji zastoupeny čeledi Noctuidae (můrovití) a Geometridae (píďalkovití), jedná se současně o druhově nejrozmanitější čeledi fauny motýlů České republiky. Reálné počty zaznamenaných druhů motýlů jednotlivých čeledí uvádí Tab. 2. Z hlediska biotopové vazby (*sensu* Hrubý 1964) bylo zaznamenáno nejvíce druhů klasifikovaných jako druhy s vazbou na lesní prostředí, zejména pak na listnaté lesy. To je dáno obecně zvýšeným zastoupením těchto druhů v naší fauně a zjevně také vzorkováním lesních stanovišť. Relativně vysoký podíl ovšem reprezentovaly druhy s vazbou na nelesní prostředí, především stepní a lesostepní druhy (Tab. 3). Je zřejmé, že krajina v okolí Měňan hostí vysoký podíl nelesních druhů, které pronikají ve zvýšené míře také do lesních fragmentů.

Relativně nejvyšší počty jedinců (abundance) i druhů byly zaznamenány v prostoru listnatých a jehličnatých výsadeb, dále pak v xerothermních doubravách a bukových dubohabřinách (příloha č. 8). V případě bukových dubohabřin a doubrav je zvýšená diverzita dána také častějším vzorkováním v daném lesním typu. Obdobný trend nacházíme také v případě srovnání druhové rozmanitosti. Mladé výsadby se tudíž jeví jakožto nejatraktivnější pro většinu studovaných čeledí motýlů. Dle druhového spektra se lze domnívat, že vysoká druhová rozmanitost i abundance motýlů jsou dány zastoupením druhů lesních, nelesních i druhů ekotonálních. Stejně tak se mladé lesní porosty listnatých dřevin jeví jako vhodným stanovištěm pro motýly, kteří zde vytvářejí početné populace.

Tab. 2. Základní přehled zastoupení druhů v jednotlivých čeledích tzv. velkých motýlů Macrolepidoptera v okolí Měňan (CHKO Český kras).

čeleď	počet druhů	%
Geometridae	130	34,12
Noctuidae	185	48,556
Drepanidae	8	2,099
Arctiidae	21	5,511
Lasiocampidae	6	1,574
Sphingidae	6	1,574
Lymantriidae	4	1,049
Notodontidae	16	4,199
Saturniidae	1	0,262
Cossidae	2	0,524
CELKEM	381	100%

Tab. 3. Základní přehled zastoupení druhů dle jejich vazby k různým stanovištím (Hrubý 1964) v okolí Měňan (CHKO Český kras).

Biotop	počet druhů	%
Step	91	23,8845
Listnatý les	141	37,0078
Lesostep	104	27,2965
Louka	26	6,8241
Jehličnatý les	16	4,1994
Bažina	3	0,7874
CELKEM	381	100 %

Mezi zaznamenanými druhy bylo nalezeno několik, které jsou uvedeny v Červeném seznamu ČR (Farkač et al. 2005). Jednalo se zejména o dva druhy přástevníků, tj. *Watsonarctia casta* (CR) a *Rhyparia purpurata* (EN), lišaje *Hyles galii* (VU) a mokřadní píďalku *Orthonama vittata* (VU).

Mezi faunisticky a ekologicky cenné druhy lze zařadit tyto druhy motýlů:

Asthena anseraria - Lokální píďalka osidlující mokřadní biotopy. Typicky se vyskytuje v bažinných olšínách s podrostem svídy krvavé (*Swida sanguinea*), na jejichž listech se housenka živí (Fajčík 2003). Na lokalitě se píďalka vyskytuje vzácně, dva nálezy pochází z roku 2010.

Aleucis distinctata – je známý především ze západní části střední Evropy, kde je velmi lokální na křovinatých stanovištích s vápencovým podkladem. Housenka je monofágní na trnce (*Prunus spinosa*) (Fajčík 2003). Na lokalitě nehojný druh, zaznamenaný jednotlivě pouze v roce 2009.

Apeira syringaria – lokální a nehojná píďalka obývající stinná, chladnější místa v okolí potoků a na severních svazích. Více rozšířená v nižších polohách. Housenka se vyvíjí na jasanu (*Fraxinus excelsior*) a šeříku (*Syringa vulgaris*) (Fajčík 2003). V ČR rozšířená na více místech, ale jen jednotlivě. Na lokalitě zaznamenáni 3 jedinci v roce 2009.

Cyclophora quercimontaria – je lokální a vzácná píďalka rozšířená v teplých dubových lesích. Housenka je troficky vázána na duby (*Quercus* spp.) (Fajčík 2003). Na lokalitě vzácný druh, zaznamenáni pouze dva jedinci v roce 2010.

Gnophos furvata – je lokální píďalka s vazbou na teplé a travnaté stanoviště. Preferuje vápencový podklad. Housenka je polyfágní na bylinách a křovinách (Fajčík 2003). Na lokalitě pozorovaný ve více letech, ale vždy jen jednotlivě.

Gymnoscelis rufifasciata – Druh rozšířený více na jihu střední Evropy. V ČR lokální a vzácný na teplých křovinatých stanovištích. Housenka je polyfágní na listech a květech různých bylin a keřů (Fajčík 2003). Na lokalitě zaznamenán pouze jeden jedinec v roce 2010.

Hydria cervinalis – je více rozšířený v teplejších oblastech na křovinatých stanovištích. Upřednostňuje svahy s vápencovým podkladem. Housenka je monofágní na listech dřevníku (*Berberis vulgaris*) (Fajčík 2003). Na lokalitě zaznamenáni dva jedinci v roce 2009.

Orthonamma vittata – druh rozšířený více v severní části střední Evropy. Je lokální a vzácný v mokřadech a bažinách. Housenka je monofágní na svízelu bahenním (*Galium palustre*) (Fajčík 2003). Na lokalitě zaznamenán pouze jeden jedinec v roce 2010. V Červeném seznamu zařazen v kategorii zranitelný (VU). Druh je ohrožen odvodňováním a vysušováním jeho stanoviště.

Pseudopanthera macularia – druh rozšířený zejména v jihovýchodní části střední Evropy. V její západní části však jen lokálně. Preferuje čerstvá travnatá stanoviště. Housenka požírá rostliny z čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae*). (Fajčík 2003). Na lokalitě zaznamenán velmi vzácně v letech 2009 a 2010.

Abrostola asclepiadis – lokální můra vázaná na lesostepi, lesní lemy a světlé lesy nížin a pahorkatin. Housenka je monofágní na toliť lékařské (*Vincetoxicum hircinum*) (Fajčík 1998). Na lokalitě poměrně hojný druh pozorovaný ve více letech.

Ammoconia caecimacula - rozšířený ale jednotlivě se vyskytující druh stepních biotopů a křovinatých xerothermních porostů. Polyfágní housenky žijí na různých bylinách (Fajčík 1998). Na lokalitě vzácný druh, zaznamenání pouze dva jedinci v roce 2010.

Agrochola humilis - Pontomediterránní druh s těžištěm rozšíření v jihovýchodní Evropě. Vyskytuje se lokálně a vzácně na teplých křovinatých stanovištích a podél lesních okrajů. Housenka je polyfágní na bylinách (Macek et al. 2008). Na lokalitě jednotlivě zaznamenaný ve více letech.

Agrochola laevis – Pontomediterránní druh rozšířený ve střední a jihovýchodní Evropě. V ČR lokální druh vázaný na teplé listnaté lesy a lesostepi. Housenka je polyfágní na dřevinách a později i na bylinách (Macek et al. 2008). Na lokalitě nehojně se vyskytující druh pozorovaný ve více letech.

Athetis pallustris – lokální můra s vazbou na vlhčí biotopy (mokřady, slatiny, podmáčené louky, údolní louky, aj.). Housenky jsou polyfágní na různých bylinách a travách (Macek et al. 2008). Na lokalitě nehojný druh, zaznamenaný pouze v roce 2010.

Conistra ligula – lokální můra preferující lesostepi a teplejší křovinatá stanoviště nížin a pahorkatin. Housenka je polyfágní na dřevinách i bylinách (Macek et al. 2008). Na lokalitě nehojně se vyskytující druh, pouze v roce 2009.

Calophasia lunula – je rozšířený, ale nehojný druh. Zpravidla na suchých, pustých, stepních a písčitých stanovištích. Housenka se vyvíjí na lnici (*Lunaria vulgaris*) (Fajčík 1998). Na lokalitě vzácný druh, zaznamenaný jen jeden jedinec v roce 2010.

Eublemma purpurina – lokálně rozšířená a nehojná můra, častější na východě republiky na suchých a teplých stanovištích. Housenka žije na kořenových výhoncích pcháče rolního (*Cirsium arvense*) (Fajčík 1998). Na lokalitě zaznamenan pouze jeden jedinec v roce 2010.

Eugnorisma glareosa – Atlantomediterránní druh, rozšířený v jihozápadní a střední Evropě. Preferuje borové lesy, vřesoviště, hlavně na písčitém podkladě. Housenka je polyfágní na travách a bylinách (Macek et al. 2008). Na lokalitě nehojně se vyskytující druh pouze v roce 2009.

Hoplodrina respersa – lokální druh vázaný na křovinaté a skalnaté stepi, xerofilní louky, zejména na vápencovém podkladě. Housenka je polyfágní na různých nízkých bylinách (Macek et al. 2008). Na lokalitě poměrně hojný druh zaznamenaný ve více letech.

Hoplodrina superstes – lokální a vzácný druh preferující výslunné svahy, křovinaté a skalní stepi a lesostepi, zejména na vápencovém podkladě. Českou republikou probíhá severní hranice rozšíření tohoto druhu. Housenky žijí na různých nízkých bylinách (Macek et al. 2008). Na lokalitě jednotlivě pozorovaný pouze v roce 2010.

Chersotis multangula - lokální, dosti vzácný xeromontánní druh žijící především v horských oblastech, v nížinách obývá skalní stepi, skalnatá údolí, především na vápencovém podkladu. Housenka je polyfágní na bylinách a travách (Macek et al. 2008). Na lokalitě velmi vzácný, zaznamenaný jeden jedinec v roce 2009.

Lacanobia aliena - lokální mûra žijící na otevřených stepních biotopech, travnatých srázích a skalních svazích se sporou křovitou vegetací, též na vřesovištích. Polyfágní housenky žijí na bylinách a nízkých keřích (Macek et al. 2008). Na lokalitě zaznamenaný pouze jeden jedinec v roce 2009.

Lygephila craccae – poměrně vzácná mûra žijící na křovinatých stepích, pastvinách a lesostepích. Housenky žijí na bobovitých rostlinách (*Vicia*, *Coronilla*, *Lathyrus*, aj.) (Macek et al. 2008) Na lokalitě poměrně hojný druh zaznamenaný v několika letech.

Leucania obsoleta – lokální mûra vázaná na mokřady, slatiny a rákosiny. Vyžaduje zachovalé biotopy v souvislých celcích. Housenka je monofágní, vývoj probíhá na rostlinách rákosu (*Phragmites australis*) (Fajčík 1998). Na lokalitě velmi vzácný, zaznamenaný pouze jeden jedinec v roce 2009.

Noctua interjecta – atlantomediteránní, poměrně rozšířený, ale nehojný druh. V posledních letech expandující i na východ Evropy. Housenky jsou polyfágní na travách a bylinách (Macek et al. 2008). Motýl se značnou schopností disperze, s preferencí mezofilních stanovišť, ale obvykle bez specifické vazby ke konkrétnímu biotopu. Na lokalitě nehojně pozorovaný každý rok.

Pachetra sagittigera - lokální, na místech výskytu však často hojný druh stepi, lesních okrajů, lesostepi, křovitých porostů. Housenky žijí na různých lučních a lesních travách (Macek et al. 2008). Na lokalitě velmi hojný druh, často přilétal v počtu desítek jedinců a nezdá se zde být ohrožen.

Simyra albovenosa – lokální druh s výraznou afinitou k bažinatým stanovištím, podmáčeným loukám a mokřadům. Polyfágní housenky se vyvíjí na vlhkomilné vegetaci (Macek et al. 2008). Na lokalitě velmi vzácný druh, zaznamenaný pouze jeden jedinec během roku 2010.

Sideridis turbida – dosti vzácný druh s preferencí xerothermních biotopů (stepi, xerothermní louky, výslunné svahy a náspy) převážně na písčitém podkladu. Housenky žijí na různých nízkých bylinách (Macek et al. 2008). Na lokalitě velmi vzácný druh, zaznamenaný pouze jeden jedinec během roku 2010.

Atolmis rubricollis – Nehojně se vyskytující motýl zejména ve vyšších polohách, kde vyhledává starší jehličnaté a smíšené lesy. Housenky se vyvíjejí na stromových lišejnicích (Macek et al. 2007). Na lokalitě velmi vzácný druh, zaznamenaný pouze jeden jedinec během roku 2010.

Dysauxes ancilla - Lokální a poměrně vzácný druh spíše jižnějších partií Evropy, obývající křovinaté teplé biotopy a světlé listnaté lesy. Polyfágní housenky žijí na různých nízkých bylinách (Macek et.al. 2007). Na lokalitě velmi hojný, každoročně pozorovaný druh.

Nudaria mundana - Lokální a spíše jižněji rozšířený druh žijící na skalnatých biotopech (rokle, zastíněné skalní převisy) s bohatým výskytem lišejníků, jimiž se živí housenky (Macek et.al. 2007). Na lokalitě velmi vzácný druh, zaznamenán pouze jeden jedinec během roku 2010.

Rhyparia purpurata – lokální a vzácný druh vyhledávající lesnaté oblasti (lesní louky, paseky) v nížinách a středních polohách. Polyfágní housenky žijí na různých bylinách (Macek et.al. 2007). V Červeném seznamu veden v kategorii „ohrožený“ (EN). Na lokalitě velmi vzácný druh, zaznamenán pouze jeden jedinec během roku 2010.

Watsonarctia casta – lokální a vzácný druh. Na území republiky obývá jen kvalitní xerothermní biotopy (skalní stepi, lesostepi) na písčitém nebo kamenitém podkladu. Hlavní živnou rostlinou housenek je svízel (*Galium* spp.) (Macek et.al. 2007). V Červeném seznamu veden v kategorii „kriticky ohrožený“ (CR). Na lokalitě zaznamenán v celkovém počtu dvou jedinců v letech 2010 a 2011.

Leuconta bicoloria – v rámci republiky poměrně rozšířený, ale jednotlivě se vyskytující druh. Vyhledává světlé lesní porosty s dominantním zastoupením břízy převážně v nižších nadmořských výškách. Housenky se vyvíjí na břízách (*Betula* spp.) (Macek et.al. 2007). Na lokalitě nehojně pozorován ve více letech.

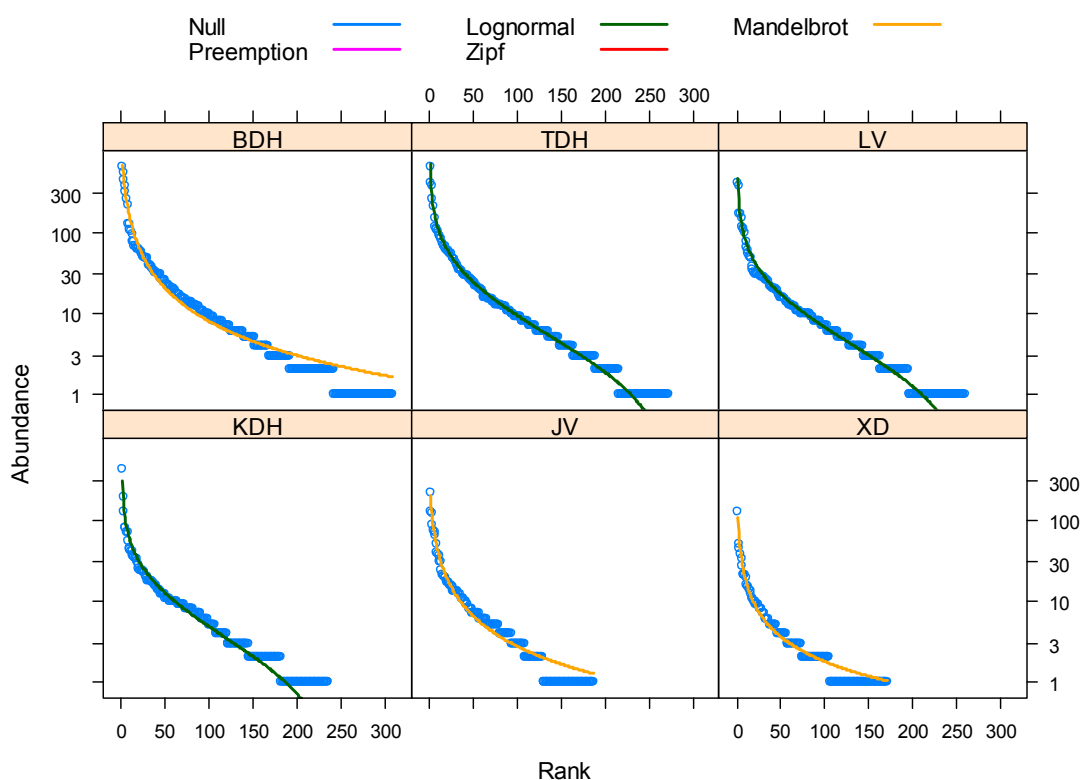
Notodonta torva – lokální a vzácný motýl lužních lesů a břehových porostů, hojnější ve vyšších polohách. Housenky se vyvíjejí na topolech (*Populus* spp.) (Macek et.al. 2007). Na lokalitě velmi vzácný druh, zaznamenán pouze jeden jedinec během roku 2011.

Hepialus fusconebulosus – lokální druh obývající zejména horské oblasti s porosty kapradin, v nižších polohách vzácně. Housenky se vyvíjejí na kapradinách, popř. dalších lesních bylinách (Macek et.al. 2007). Na lokalitě velmi vzácný druh, zaznamenán pouze jeden jedinec během roku 2009.

4.2 Struktura společenstev motýlů v kontextu jejich sukcesního vývoje (distribuční modely abundance)

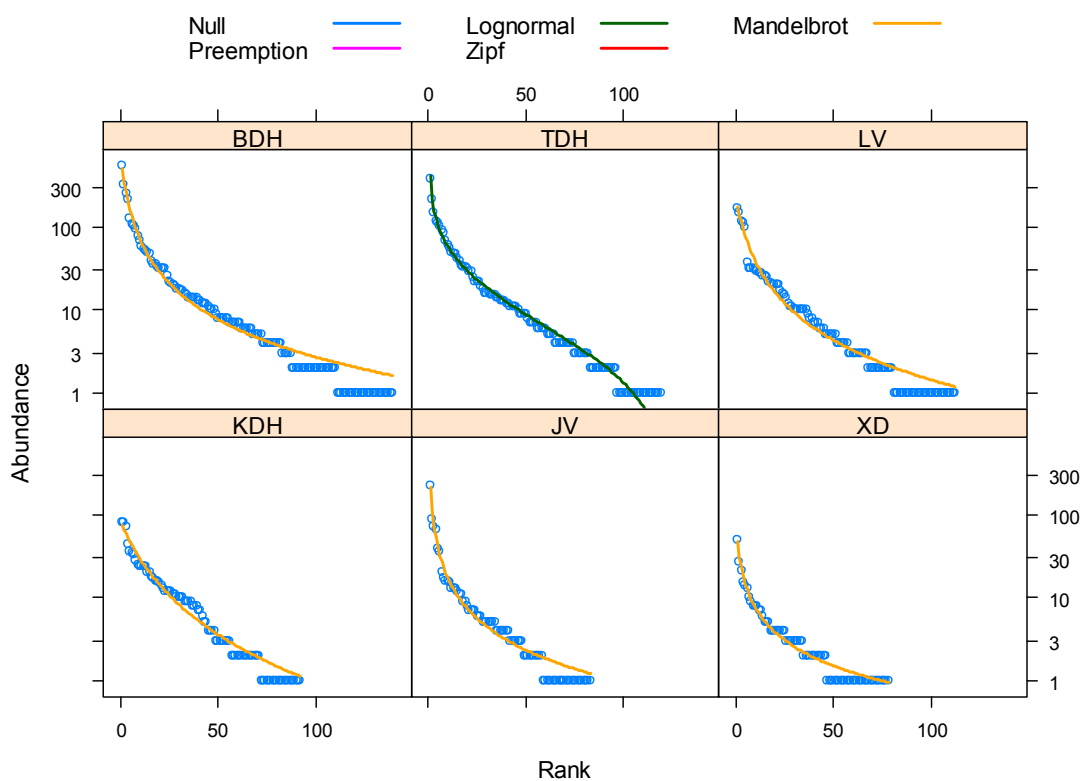
Strukturu společenstva motýlů můžeme znázornit prostřednictvím několika základních typů modelů. Konstrukce modelu charakteristicky odpovídá typům společenstev v sukcesní sérii, resp. míře jejich narušení: (1) **Preemption** (geometrická) distribuce značí společenstva v raném stádiu sukcese s převahou r-strategů, (2) **Zipf** a (3) **Mandelbrot** distribuce jsou si velmi podobné a poukazují na společenstva mezi iniciálním a pozdním stadiem sukcese (dochází ke kolonizaci novými druhy), (4) **Lognormální** distribuce je interpretována podobně jako Zipf nebo Mandelbrot, ale společenstva se více blíží maturovaným fázím vývoje ekosystémů (klimaxu).

Pokud pracujeme s výběrem všech zaznamenaných druhů motýlů s vazbou na široké spektrum biotopů (druhy lesní, stepní, luční, apod.), tak dojdeme k závěru, že distribuci druhů ve většině studovaných lesních typů popisuje nejlépe Mandelbrotův a Lognormální model distribuce (Obr. 2).



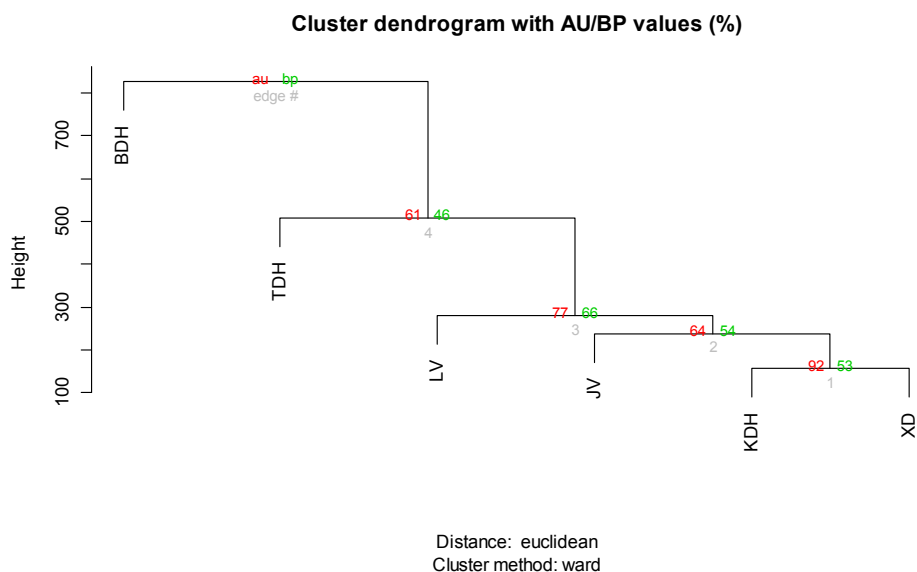
Obr. 2. struktura společenstev v jednotlivých biotopech pro všechny druhy motýlů

Podobnou distribuci dostaneme, pokud pracujeme pouze s výběrem druhů motýlů s vazbou na lesní biotopy (*sensu* Hrubý 1964, kategorie „listnatý a jehličnatý les“) v různé věkové i druhové skladbě. Charakter společenstva se však v tomto případě více blíží Mandelbrotovu modelu distribuce (Obr. 3).



Obr. 3. struktura společenstev v jednotlivých biotopech pouze pro lesní druhy motýlů

Rovněž byl testován charakter stanovišť (typ vegetace) a na něm závislá kompozice lesních motýlů (Obr. 4). Ze shlukové analýzy vyšly jako nejpodobnější biotopy kyselá dubohabřina (KDH) a xerothermní doubravy (XD). Výrazněji odlišné spektrum motýlů bylo v bukové dubohabřině (BDH).



Obr. 4. Vyjádření odlišnosti struktury společenstev druhů motýlů zaznamenaných v okolí Měňan (CHKO Český Kras) prostřednictvím shlukové metody.

4.3 Určující parametry prostředí z hlediska v noci aktivních motýlů

V rámci testování vlivů na společenstvo v noci aktivních motýlů, byly testovány vlivy různých faktorů prostředí (*typ vegetace, poměr plocha/obsah fragmentu, sklon terénu, vzdálenost k nejbližšímu okraji fragmentu, orientace, konektivita, plocha a obvod fragmentu*). Hodnoty jednotlivých parametrů uvádí příloha č. 8. V prvním kroku byly testovány všechny druhy zaznamenaných motýlů, následně pak pouze lesní druhy (*sensu* Hrubý 1964, kategorie „listnatý a jehličnatý les“). Pro každou kategorii (*všechny druhy, lesní druhy*) jsem následně hledal určující faktory prostředí, které by průkazně vysvětlily variabilitu v počtu zaznamenaných druhů a v druhové diverzitě (počítanou pomocí Shannon-Wienerova indexu diverzity).

V kategorii „*všechny druhy*“ ve vztahu k celkovému počtu druhů, byly určující proměnné prostředí - *typ vegetace, vzdálenost od kraje fragmentu a plocha fragmentu* (Tab. 4). Nejlepší kombinace faktorů vysvětlující druhovou bohatost je pak „*poč.druhů ~ Typ vegetace + poly(vzd.od.kraje,2) + poly(plocha,2)*“ (R-squared: 0, 4463).

Tab. 4. Význam jednotlivých faktorů prostředí na celkový počet druhů nočních motýlů na studovaných lesních fragmentech v okolí Měňan.

Faktor	df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev.	F	Pr(>F)
NULL			51	259,32		
<i>Typ vegetace</i>	5	86,961	46	172,359	6,8221	0,0001812 ***
<i>poly(vzd. od kraje,2)</i>	3	50,314	43	122,045	6,5785	0,0013113 **
<i>poly(plocha,2)</i>	3	27,566	40	94,480	3,6042	0,0013113 **
<i>poly(konektivita.5,3)</i>	3	5,032	37	89,447	0,6580	0,5837695
<i>obvod</i>	1	1,761	36	87,687	0,6906	0,4119220
<i>poměr</i>	1	2,846	35	84,841	1,1163	0,2983907
<i>orientace</i>	1	1,728	34	83,113	0,6778	0,4162688
<i>sklon</i>	1	0,313	33	82,800	0,1227	0,7283859

Charakteristika modelu: quasipoisson, link: log

V kategorii „všechny druhy“ ve vztahu k diverzitě, byl určující parametr prostředí *konektivita* a *vzdálenost od okraje fragmentu* (Tab. 5.). Ostatní testované faktory prostředí jsou statisticky nevýznamné. Nejlepší kombinace faktorů vysvětlující druhovou diverzitu je: „diverzita ~ *poly(konektivita0.5,3)* + *poly(vzd.od.kraje,2)* + *obvod* + *poměr*“ (R-squared: 0,3068)

Tab. 5. Význam jednotlivých faktorů prostředí pro diverzitu všech motýlů v okolí Měňan.

Faktor	df	Deviance	Resid. Df	Resid Dev	F	Pr(>F)
NULL			51	3,2869		
poly(konektivita.5,3)	3	0,65690	48	2,6300	4,5399	0,009021 **
poly(vzd. od kraje,2)	3	0,42146	45	2,2086	2,9127	0,048871 *
obvod	1	0,14213	40	2,0664	2,9469	0,095417
poměr	1	0,10123	37	1,9652	2,0988	0,156850
orientace	1	0,05326	37	1,9120	1,1043	0,300965
Veg.	5	0,03489	36	1,6479	1,0948	0,381724
sklon	1	0,03281	36	1,6130	0,7234	0,401151
poly(plocha,2)	3	0,02138	33	1,5916	0,1478	0,930385

Charakteristika modelu: quasipoisson, link: identity

Podstatnou část spektra nočních motýlů zaznamenaných v CHKO Český Kras tvořily druhy s vazbou na les (*sensu* Hrubý 1964, kategorie „listnatý a jehličnatý les“). Tyto druhy byly podrobeny samostatné analýze. V kategorii „lesní druhy“ s vlivem na celkový počet druhů, byl určující parametr prostředí jednoznačně *plocha fragmentu*, *typ vegetace* a *vzdálenost od okraje fragmentu* (tab. 6). Nejlepší kombinace faktorů vysvětlující druhovou bohatost je: „*poč.druhů* ~ *poly(plocha,2)* + *poly(vzd.od.kraje,2)* + *Veg.* + *obvod*“ (R-squared: 0.6174).

Ve všech následujících statistických analýzách je již nadále pracováno pouze s lesními druhy motýlů (*sensu* Hrubý 1964, kategorie „listnatý a jehličnatý les“).

Tab. 6. Význam jednotlivých faktorů prostředí pro celkový počet druhů lesních motýlů v okolí Měňan.

Faktor	df	Deviance	Resid. Df	Resid Dev	F	Pr(>F)
NULL			51	138,716		
poly(plocha,2)	3	39,983	48	98,733	11,7626	2,126e-05 ***
poly(vzd. od kraje,2)	3	32,733	45	66,000	9,6299	0,0001030 ***
Veg.	1	25,623	40	40,376	4,5229	0,0029974 **
obvod	1	2,137	37	38,239	1,8859	0,1789207
poměr	1	0,168	37	38,072	0,1481	0,7028625
orientace	5	0,145	36	37,926	0,1284	0,7224252
sklon	1	0,023	36	37,903	0,0202	0,8878396
poly(konektivita.5,3)	3	0,373	33	37,530	0,1098	0,9537663

Charakteristika modelu: quasipoisson, link: log

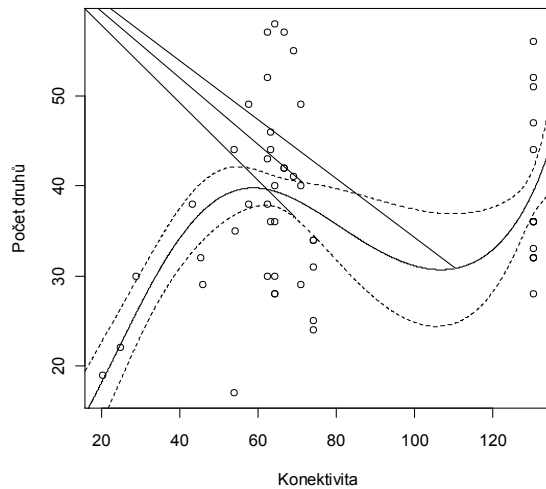
V kategorii „lesní druhy“ s vlivem na *druhovou diverzitu*, byl určující parametr prostředí *konektivita* spolu s *vegetačním typem* (Tab. 7). Nejlepší kombinace faktorů vysvětlující druhovou diverzitu je: „*diverzita* ~ *poly(konektivita1.5,3)* + *Veg.* + *poly(vzd.od.kraje,2)*“ (R-squared: 0.4531).

Tab. 7. Význam jednotlivých faktorů prostředí na diverzitu lesních motýlů v okolí Měňan.

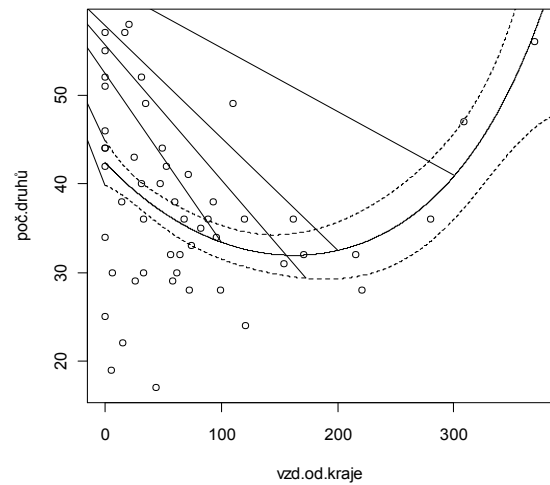
Faktor	df	Deviance	Resid. Df	Resid Dev	F	Pr(>F)
NULL			51	6,4003		
poly(konektivita.5,3)	3	1,85126	48	4,5490	8,1812	0,000329 ***
Veg.	5	1,21438	43	3,3346	3,2200	0,017784 *
poly(vzd. od kraje,2)	3	0,58926	40	2,7454	2,6041	0,068331
obvod	1	0,09382	39	2,6515	1,2439	0,272786
poměr	1	0,04845	37	2,6031	0,6423	0,428615
sklon	1	0,00184	36	2,6013	0,0243	0,877000
orientace	1	0,00025	36	2,6010	0,0034	0,954012
poly(plocha,2)	3	0,11189	33	2,4891	0,4945	0,688594

Charakteristika modelu: quasipoisson, link: identity

Jedním z hlavní cílů práce je testování významu parametru *konektivity*, proto se tato charakteristika testovala také zvlášť (Obr. 5). Pokud do samostatného grafu vyneseme pouze konektivitu, kde závislou proměnnou je počet druhů, pak konektivita (na hladině alfa = 0,5) má statisticky významný vliv ($Pr(>F) = 0.01542$ *) na počet druhů lesních nočních motýlu. Je patrné, že průběh konektivity a počtu druhů roste do hodnoty cca 60-70 a dále se výrazněji nezvyšuje. Dá se proto předpokládat, že s přibývajícím počtem lesních fragmentů, resp. zvyšováním ploch stávajících fragmentů v krajině se počet studovaných druhů motýlů od tohoto stavu konektivity již dále zvyšovat nebude.



Obr. 5. Vliv konektivity na počet druhů lesních motýlů



Obr. 6. Vliv vzdálenosti od okraje fragmentu na počet druhů lesních motýlů

Samostatně analyzován byl také parametr *vzdálenost od okraje fragmentu* (Obr. 6). Z grafu je patrné, že počet druhů v rámci jednotlivých fragmentů není konstantní, ale mění se v závislosti na vzdálenosti od okraje. Obecně lze konstatovat, že směrem od okraje druhů ubývá a směrem do středu fragmentu pak počet druhů opět roste. Důležitý je zejména vztah, kdy klesá počet druhů motýlů směrem od okraje 150-200 m do středu fragmentu. Je velmi pravděpodobné, že řada lesních druhů, které se vyvíjejí na dřevinách (a jsou tak klasifikováni jako „lesní druhy“), bude patřit spíše mezi druhy ekotonální. Vyšší druhovou diverzitu okrajů fragmentů bude podporovat také větší heterogenita prostředí (více druhů dřevin, rozmanitá věková struktura, rozmanitý vlhkostní režim, světelný režim, apod.).

V další části práce byly statisticky vyhodnoceny dvě čeledi lesních motýlů. Cíleně byly vybrány čeledi Geometridae a Noctuidae. Jedná se o monofyletické taxony s odlišnou ekologií. Zatímco píďalky (Geometridae) představují skupinu gracilních motýlů s horší schopností disperze krajinou, můry (Noctuidae) zahrnují vesměs robustní druhy s dobrou schopností se šířit (Burke et al. 2011). Současně se jedná o taxony dostatečně početně zastoupené. *A priori* tak můžeme očekávat odlišnou funkční odezvu obou skupin ke studovaným faktorům a zejména pak ke konektivitě území.

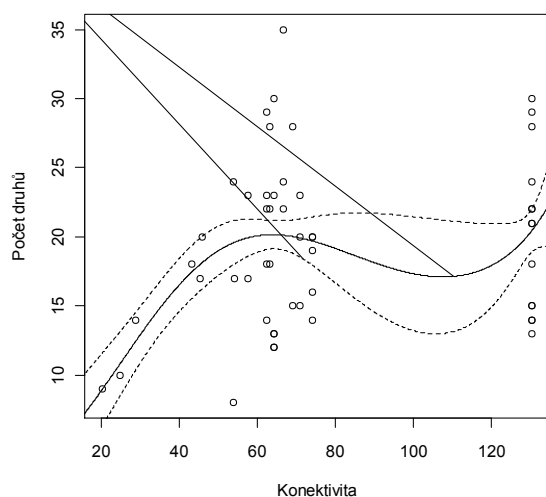
Z konstruovaného modelu pro čeleď Geometridae vyplývá, že počet druhů lesních píďalek determinuje opět *vegetační typ, vzdálenost od okraje* a tentokrát i *poměr obvod/plocha* fragmentu (Tab. 8)

Tab. 8. Význam jednotlivých faktorů prostředí na počet druhů lesních motýlů čeledi Geometridae v okolí Měňan.

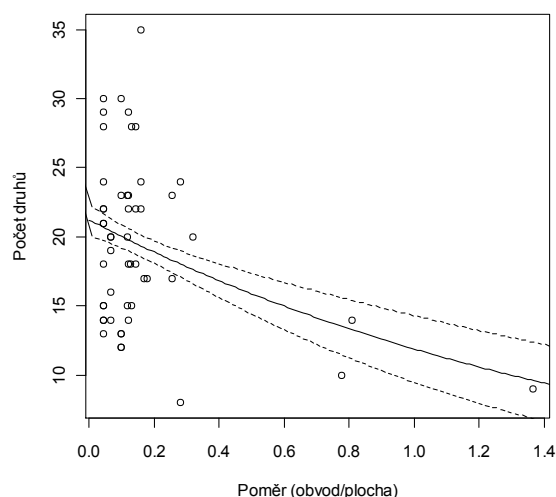
Faktor	df	Deviance	Resid. Df	Resid Dev	F	Pr(>F)
NULL			51	95,366		
Veg.	5	29,2640	48	66,102	6,4519	0,0002769 ***
poly(vzd. od kraje,2)	3	15,4536	43	50,648	5,6785	0,0029968 **
poměr	1	15,4839	40	35,165	17,0689	0,0002313 ***
orientace	1	0,3775	39	34,787	0,4161	0,5233328
obvod	1	0,1880	37	34,599	0,2072	0,6519494
sklon	1	0,2289	36	34,370	0,2523	0,6188014
poly(plocha,2)	1	3,4240	36	30,946	1,2581	0,3046946
poly(konektivita,5,3)	3	0,5636	33	30,383	0,2071	0,688594

Charakteristika modelu: quasipoisson, link: log

Testujeme-li pak samostatně vliv konektivity ve vztahu k počtu zjištěným druhům čeledi Geometridae, tak tato má významný vliv na počet zastoupených druhů (Obr. 7). Trend vzestupu počtu druhů píďalek je obdobný jako v případě vztahu konektivity a všech lesních druhů motýlů. I tady konektivita (hladina $\alpha = 0,5$) dosahuje maxima při hodnotách 60-70 a dále neroste.



Obr. 7. Vliv konektivity na počet druhů lesních motýlů čeledi Geometridae



Obr. 8. Vliv poměru obvod/plocha na počet druhů lesních motýlů čeledi Geometridae

Když vyneseme do samostatného grafu statisticky významný parametr *poměru obvodu a plochy* fragmentu, závislost počtu lesních druhů čeledi Geometridae (Obr. 8),

pak ukazuje, že je zde patrný výrazný vzestup druhů na menších fragmentech, tedy fragmentech, jež mají větší obvod ku vnitřní ploše. Lze tedy konstatovat, že pídálky jsou druhy s vyšší vazbou na ekotonální společenstva.

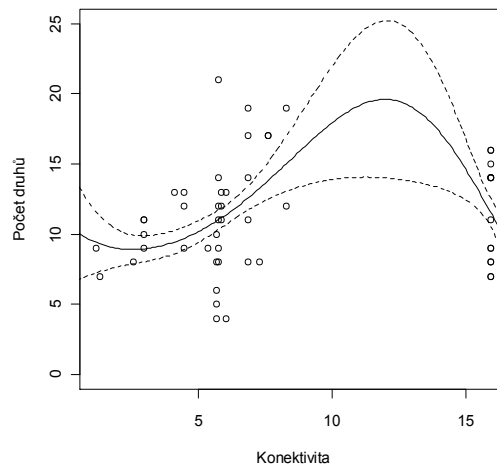
Poněkud odlišných výsledků bylo dosaženo při analýze čeledi Noctuidae (Tab. 9). V rozporu s předešlým se ukazuje, že typ *vegetace* nemá na druhovou rozmanitost můr průkazný vliv. Počet druhů můrovitých je tedy nezávislý na *vegetačním typu*, přičemž lépe druhovou rozmanitost můrovitých vysvětlují faktory jako *velikost plochy fragmentu* a *vzdálenost od okraje fragmentu*.

Tab. 9. Význam jednotlivých faktorů prostředí na počet druhů lesních motýlů čeledi Noctuidae v okolí Měňan.

Faktor	df	Deviance	Resid. Df	Resid Dev	F	Pr(>F)
NULL			51			
poly(plocha,2)	3	21,4682	48	47,726	8,9971	0,0001694 ***
poly(vzd. od kraje,2)	3	12,8846	45	34,841	5,3998	0,0039013 **
poly(konektivita,5,3)	3	5,0410	42	29,800	2,1126	0,1174495
sklon	1	0,0486	41	28,426	0,0611	0,8063099
obvod	1	1,3262	39	28,270	1,6674	0,2055749
orientace	1	0,1555	38	28,270	0,1955	0,6612518
poměr	1	0,0365	36	28,234	0,0458	0,8317791
Veg.	5	2,0674	33	26,166	0,5198	0,7593859

Charakteristika modelu: quasipoisson, link: log

Individuální testování vztahu *konektivity* a počtu druhů můrovitých je na hranici statistické významnosti ($Pr(>F) = 0.07268$). Narozdíl od pídálek nejlépe predikuje druhovou početnost můrovitých konektivita počítaná s parametrem $\alpha = 5,0$ tedy pro druhy s nízkou schopností disperze (Obr. 9).



Obr. 9. Vliv konektivity na počet druhů lesních motýlů čeledi Noctuidae

5. Diskuse

Charakteristika druhového spektra nočních motýlů

Během poměrně intenzivního terénního průzkumu zájmového území v jihozápadní části CHKO Český Kras, bylo za období let 2009–2011 zaznamenáno 381 druhů nočních motýlů nesytematické skupiny Macrolepidoptera. Tento počet je poměrně vysoký a reálně odpovídá 36% druhovému bohatství studovaných taxonů v ČR (Laštůvka 2010). Navíc je zřejmé, že se nejedná o konečný stav. Ze zájmového území CHKO Český Kras je dokladován výskyt nespočtu dalších, ve vzorku z okolí Měňan dosud nezaznamenaných, druhů nočních motýlů (Sterneck 1929; Krušek 1980; Vrabec 2003). Dalším monitoringem proto bude druhové zastoupení zcela jistě i nadále vzrůstat. Na druhovém spektru se podílí pestré společenstvo lesních, lučních a stepních motýlů. Vzhledem k charakteru území lze za nejčinnější považovat právě druhově rozmanité společenstvo motýlů otevřených stanovišť. Populace těchto motýlů prodělaly v poválečné historii dramatický ústup, přičemž jejich přežívání je bezprostředně spojeno s extenzivní činností člověka v krajině (Beneš et al. 2002). Poloha lokality a charakter okolních stanovišť jsou zřejmě dalším fenoménem, jenž se odráží na druhové rozmanitosti území. Členitá krajina Českého Krasu protkána sítí vodotečí a údolních niv, přírodě blízkých lesů a skalních výchozů, je předpokladem vysoké rozmanitosti v nadregionálním měřítku. Společenstvo motýlů Českého Krasu je proto velmi pestré. Nacházejí se zde prvky stepní a teplomilné (např. *Watsonarctia casta*, *Agrochola humilis*, *Sideridis turbida*), druhy lučních biotopů (*Lacanobia aliena*, *Noctua interjecta*), prvky mokřadní (*Leucania obsoleta*, *Orthonamma vittata*, *Athetis pallustris*) a rozmanité společenstvo motýlů s vazbou na lesní společenstva různých nadmořských výšek (*Atolmis rubricollis*, *Rhyparia purpurata*, *Leucodonta bicoloria*).

Konektivita jako určující parametr prostředí

V předložené diplomové práci jsem se mimo jiné detailněji zaměřil na analýzu druhového spektra nočních motýlů ve vztahu k různým strukturálním charakteristikám krajiny. Pokusil jsem se nastínit možná vysvětlení, které parametry prostředí se výrazněji podílejí na změně počtu druhů nebo na jejich diverzitě ve zkoumané oblasti.

Podrobněji jsem se zabýval zejména testováním konektivity ve vztahu k různým skupinám nočních motýlů (všechny druhy, lesní druhy, vybrané čeledi). Stěžejním zjištěním je, že predikovaná konektivita vysvětluje průkazně vysoké množství

variability druhového bohatství. Konektivita je tedy významným parametrem prostředí, jež v krajině udržuje druhovou rozmanitost. Na podobný závěr lze narazit v mnoha ekologicky zaměřených studiích, které se zabývají vlivem zapojené krajiny na druhovou bohatost (Schneider CH & Fry 2001; Junker & Schmidt 2010). Za zásadní zjištění této práce považuji fakt, že počet druhů s narůstající konektivitou roste jen do „určité výše“ (taxonově specifické) a dále se již s rostoucí konektivitou významněji nemění. Zdá se, že počet druhů v dané hodnotě dosáhne maxima „druhového poolu“ území. Z praktického hlediska je tak možno říci, že nemá smysl podporovat maximální konektivitu, která by překročila „druhový pool“.

Dalším důležitým zjištěním bylo, že v případě čeledi Geometridae vyšla jako průkazná pouze konektivita počítaná s hodnotou $\alpha = 0.5$, tedy konektivita maximálně propojených fragmentů. Hodnota 0,5 předpokládá dobrou schopnost disperze do vzdálenosti 5-10 km (Moilanen 1999). Píďalky jsou však skupinou, u které bychom takovou schopnost disperze nečekali. Jejich tělo obecně není stavěno na překonávání velkých vzdáleností (Burke 2011). Přesto zde však jisté vysvětlení existuje. Píďalky jsou druhy poměrně málo mobilní, což lze také nepřímo odvodit i vlastními testovacími daty, kdy vysoce průkazný vliv na počet druhů píďalek má typ vegetace (Tab. 16), tedy píďalky mají oproti jiným druhům, např. můrám, větší afinitu ke stanovištím. Lze se tak domnívat, že jsou biotopům věrnější a tudíž méně mobilní. Protože jsou málo mobilní, vyžadují v krajině vysokou konektivitu (zapojení) fragmentů a vysoké zapojení fragmentů předpokládá právě nízký parametr α .

Jako skupinu motýlů s dobrou schopností disperze lze uvést např. čeleď Noctuidae (Feng 2005; Franzén & Betzholts 2011). Potvrzují to i testovaná data, kdy dobrou mobilitu můr můžeme odvodit podle minimálního vlivu vegetačního typu na druhovou bohatost (Tab. 16). Dobře mobilním můrám tedy zřejmě nečiní problém překonat i větší vzdálenosti a najít si potřebné stanoviště pro vývoj i v nezapojené krajině. Konektivita počítaná pro tuto čeleď vyšla nejlépe na hladině $\alpha = 5$, tedy pro krajinu s minimálním zapojením fragmentů.

Vegetační typy ve vztahu ke společenstvům motýlů

Samostatně byly testovány distribuční modely abundance pro grafické znázornění struktury společenstva motýlů v jednotlivých vegetačních typech. Reálná zjištění o početnostech jednotlivých druhů můžeme konfrontovat s teoretickými předpoklady o rozložení početností druhů a tak usuzovat na míru přirozenosti

společenstev. Struktura společenstev byla studována s ohledem na vymezené lesní typy. Distribuci druhů, ve většině studovaných lesních typech popisuje Mandelbrotův a Lognormální model distribuce. Distribuce druhů dle zmíněných typů modelu je typická pro společenstva, která se nacházejí v širokém sukcesním gradientu, tj. od iniciálních stádií po pozdní stadium sukcese. Jinými slovy můžeme konstatovat, že struktura společenstev nočních motýlů v daných lesních typech jsou poměrně pestrá, což naznačuje na trvalou míru narušování přírodě blízkého prostředí. Z praktického hlediska se může jednat o lesní hospodářskou činnost v prostředí "sukcesně vyzrálého" lesa.

Shluková analýza vyhodnotila jako nejméně podobné druhové spektrum motýlů, vzhledem k ostatním vegetačním typům, bukovou dubohabřinu (BDH). Tento paradox lze vysvětlit na základě zastoupení sledovaných vegetačních typů ve zkoumané oblasti Českého Krasu. Bukové dubohabřiny a mezofilní dubohabřiny (ve statistických analýzách jsou tyto dva typy sloučeny pod BDH) jsou v zájmové oblasti převažujícím lesním typem, který na sebe „naváže“ většinu druhového spektra dané oblasti. Druhy motýlů preferující ostatní, plošně méně zastoupené vegetační typy, jsou pak výrazněji odlišné od druhů preferující BDH.

6. Závěr

Předkládaná diplomová práce představuje výsledky výzkumu nočních motýlů (nesystematická skupina Macrolepidoptera) ve fragmentované krajině v jihozápadní části CHKO Český Kras. Motýli byli vybráni jakožto modelová skupina organismů díky jejich vysoké druhové rozmanitosti a relativně dobré znalosti ekologie jednotlivých druhů.

Během tříletého období (2009-2011) se podařilo zaznamenat 381 druhů nočních motýlů. Provedený průzkum a množství ohrožených a faunisticky cenných druhů (*Orthonamma vittata*, *Watsonarctia casta*, *Rhyparia purpurata*, atd.), dokládá nadprůměrnou biologickou hodnotu této oblasti. Většina druhového spektra (41%) má vazbu k lesním biotopům (*sensu* Hrubý 1964, kategorie „listnatý a jehličnatý les“).

V rámci vyhodnocení vlivů prostředí na společenstvo v noci aktivních motýlů, byly testovány vybrané faktory prostředí (*typ vegetace, poměr plocha/obsah fragmentu, sklon terénu, vzdálenost k nejbližšímu okraji fragmentu, orientace, konektivita, plocha a obvod fragmentu*). Tyto faktory byly studovány z hlediska vlivu na všechny zaznamenané druhy motýlů, na lesní druhy motýlů, na diverzitu motýlů a na vybrané čeledi (Noctuidae, Geometridae). Jako určující parametr prostředí byl statisticky průkazný zejména *typ vegetace* a *vzdálenost od okraje fragmentu*.

Jakožto významný strukturní parametr krajiny se vztahem k diverzitě i druhové rozmanitosti motýlů se jeví konektivita. Vztah konektivita a diverzita, resp. počet druhů nevykazuje lineární závislost. Stejně tak se ukazuje, že i v rámci motýlů vykazují různě (ekologicky i taxonomicky) vymezené skupiny druhů ke konektivitě různou odezvu. Obecně lze ale konstatovat, že se nárůst počtu druhů s mírou vzrůstající konektivity projevuje jen do určité (taxonomicky specifické) hladiny a dále již se významněji počet druhů s narůstající mírou konektivity nemění. Konektivita a její stanovení se tak ukazuje, jako vhodné kritérium pro udržení druhové rozmanitosti v krajině a aplikovanou ochranu přírody.

7. Literatura

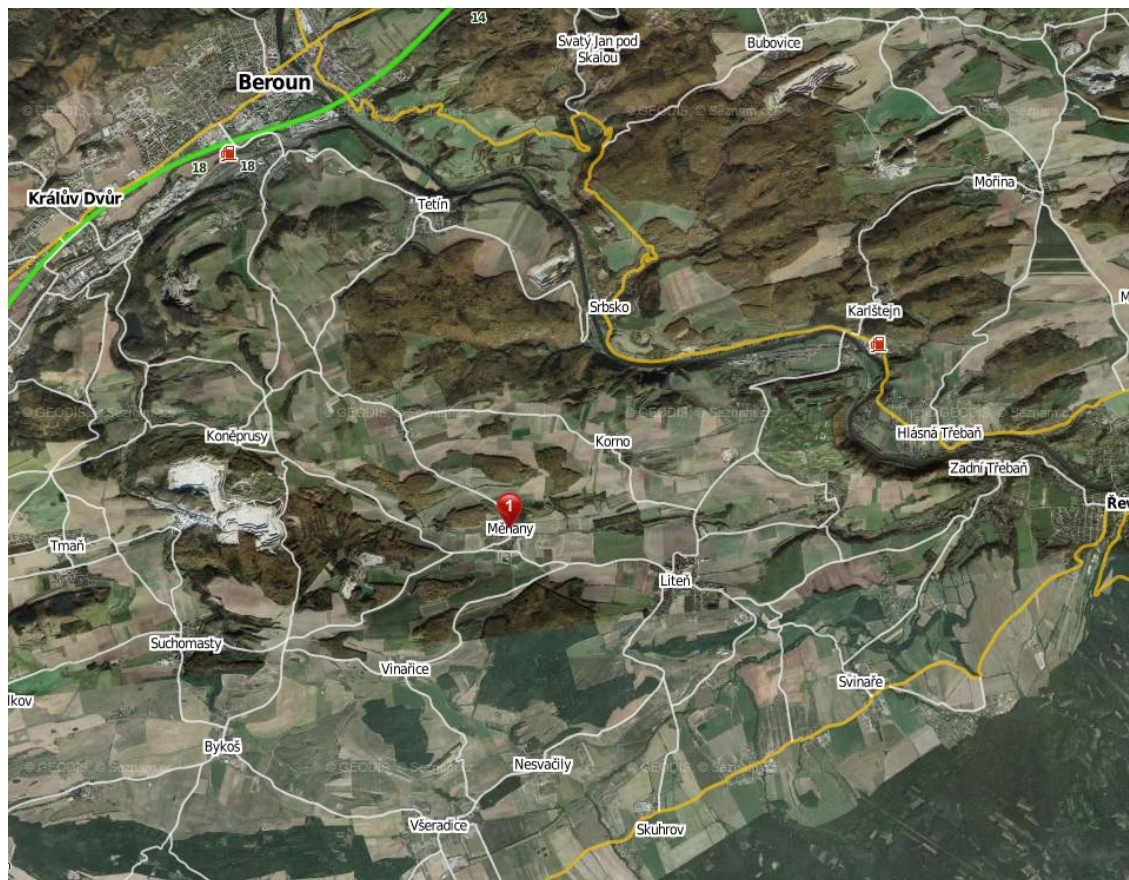
- BEGON M, HARPER JL, TOWNSEND CR. 1997. Ekologie: jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc.
- BEIER P, NOSS RF. 1998. Do habitat corridors provide connectivity? Conservation biology 12: 1241-1252.
- BENEŠ J, KONVIČKA M, DVOŘÁK J, FRIC Z, HAVELKA Z, PAVLÍČKO A, VRABEC V, WEIDENHOFFER Z. 2002. Motýli České republiky: Rozšíření a ochrana I, II / Butterflies of the Czech Republic: Distribution and conservation I, II. Společnost pro ochranu motýlů, Praha.
- BURKE RJ, FITZSIMMONS JM, KERR JT. 2011. A mobility index for Canadian butterfly species based on naturalists' knowledge. Biodiversity and Conservation, Volume 20, Number 10, 2273-2295.
- CÍLEK V, LOŽEK V, KUBÍKOVÁ J. 2003. Střední Čechy. Příroda, člověk, krajina. Dokořán, Praha.
- FAHRIG L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Reviews of Ecology and Systematics 34: 487-515.
- FAJČÍK J. 1998. Noctuidae. Bestimmung – Verbreitung – Flugstandort – Bionomie. Die Schmetterlinge Mitteleuropas.II. Band. František Slamka, Bratislava, p. 170.
- FAJČÍK J. 2003. Die Schmetterlinge Mittel- und Nordeuropas. Bestimmung – Verbreitung – Flugstandort – Bionomie. Drepanidae, Geometridae, Lasiocampidae, Endromidae, Lemoniidae, Saturniidae, Sphingidae, Notodontidae, Lymantriidae, Arctiidae. František Slamka, Bratislava, p. 172.
- FARKAČ J, KRÁL D, ŠKORPÍK M, ET AL. 2005. Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, p. 760.
- FENG HQ, ET AL. 2005. High-Altitude Windborne Transport of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Mid-Summer in Northern China. Journal of Insect Behavior, Volume 18, Number 3, 335-349.
- FRANZÉN M, BETZHOLTZ PE. 2011. Species traits predict island occupancy in noctuid moths. Journal of Insect Conservation, Online First™, 1 May 2011.
- HANSKI I, ALHO J, MOILANEN A. 2000. Estimating the parameters of migration and survival for individuals in metapopulations. Ecology, 81: 239-251.
- HRUBÝ K. 1964. Prodrómus lepidopter Slovenska, SAV, 962 pp, Bratislava.

- JUNKER M, SCHMITT T. 2010. Demography, dispersal and movement pattern of *Euphydryas aurinia* (Lepidoptera: Nymphalidae) at the Iberian Peninsula: an alarming example in an increasingly fragmented landscape? *Journal of Insect Conservation*, 2010, Volume 14, Number 3, 237-246.
- KONVIČKA M, ČÍŽEK L, BENEŠ J. 2006. Ohrožený hmyz nížinných lesů: ochrana a management. *Sagittaria*, Olomouc.
- KRUŠEK K, SOLDÁT M. 1980. Motýlí fauna Karlštejska - 2. část. *Bohemia Centralis*, 9: 109-161.
- LAŠTUVKA Z, LIŠKA J. 2010. Seznam motýlů České republiky. Checklist of Lepidoptera of the Czech Republic (Insecta: Lepidoptera) . Available on: <http://www.lepidoptera.wz.cz/>. Last update 08.08.2010.
- MACARTHUR RH, WILSON EO. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press. p 287.
- MACEK J, DVOŘÁK J, TRAXLER L, ČERVENKA V. 2007. Motýli a housenky střední Evropy – Noční motýli I. *Academia*, Praha, p. 340.
- MACEK J, DVOŘÁK J, TRAXLER L, ČERVENKA V. 2008. Motýli a housenky střední Evropy – Noční motýli II. *Academia*, Praha, p. 490.
- MOILANEN A, NIEMINEN M. 2002. Simple connectivity measures in spatial ecology. *Ecology* 83(4), 1131-1145.
- MOILANEN A. 1999. Patch occupancy models of metapopulation dynamics: efficient parameter estimation using implicit statistical inference. *Ecology*, 80: 1031-1043.
- NOVÁK K, ET AL. 1969. *Metody sběru a preparace hmyzu*. NČSAV Praha.
- OOSTERMEIJER JGB, VAN SWAAY CAM. 1998. The relationship between butterflies and environmental indicator values: a tool for conservation in a changing landscape. *Biological Conservation* 86: 271–80.
- REVILLE BJ, TRANTER JD, YORKSTON HD. 1990. Impact of forest clearing on the endangered seabird, *Sula abbotti*. *Biological Conservation* 51: 23-38.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM 2010. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0.
- SAMWAYS M. 2005. *Insect Diversity Conservation*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

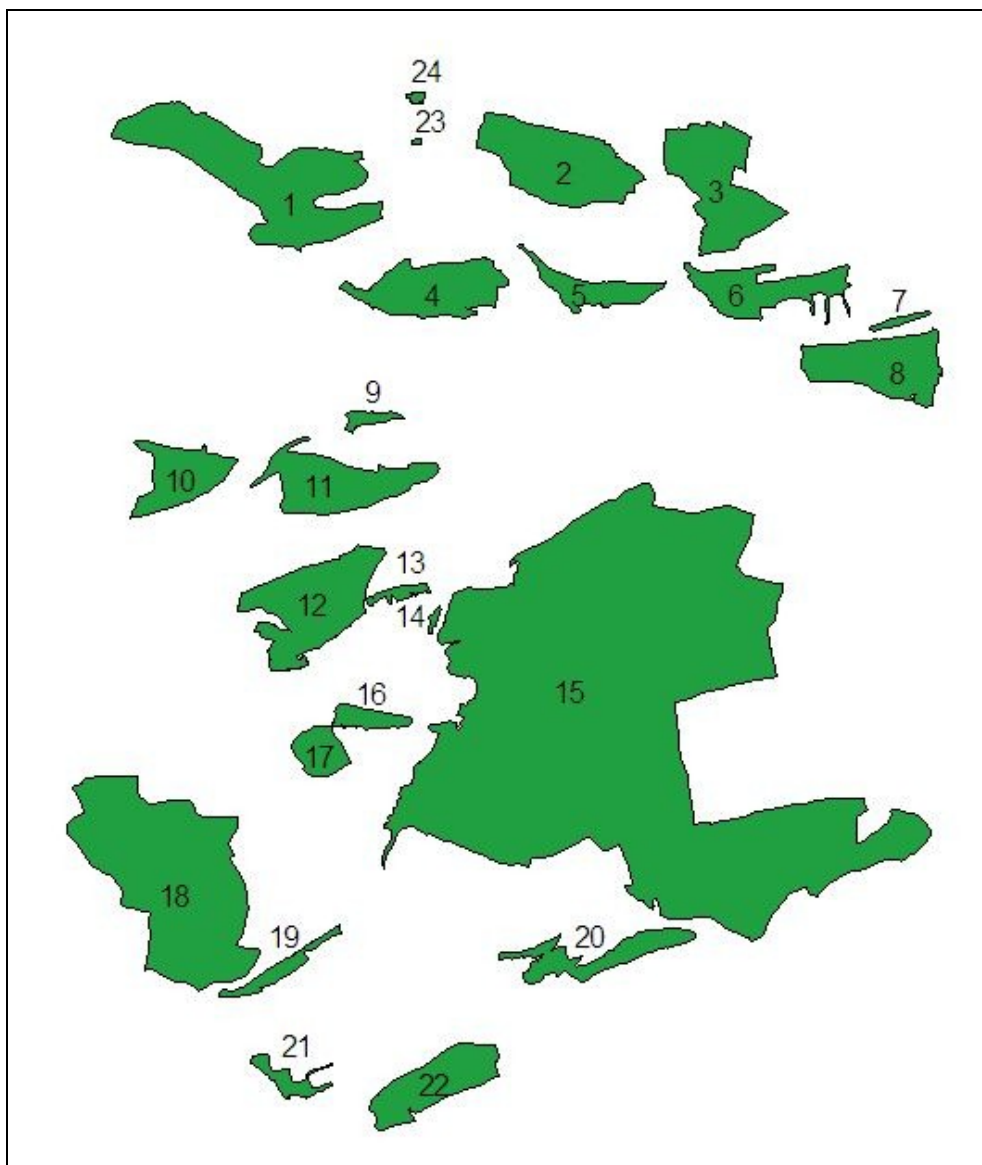
- SCHMIEGELOW FKA, MACHTANS CS, HANNON SJ. 1997. Are boreal birds resistant to forest fragmentation: an experimental study of short-term community responses. *Ecology* 78: 1914-1932.
- SCHNEIDER CH, FRY GLA. 2001. The influence of landscape braun size on Butterfly diverziry in Grasslands. *Journal of Insect Conservation*, Volume 5, Number 3, 163-171.
- STERNECK J. 1929. *Prodromus der Schmetterlingsfauna Böhmens*. Selbstverlag, Karlsbad, p 297.
- THOMAS JA, MORIS MG. 1995. Rates and patterns of extinction among British invertebrates. 111-130.
- TSCHARNTKE T, STEFAN-DEVENTER I, KRUESS A, THIES C. 2002. Contribution of small habitat fragments to conservation of insect communities of grassland-cropland landscapes. *Eccol Appl.* 12:354-63.
- TYRALÍK F, KURAS T. 2010. Noční motýli (Lepidoptera) severovýchodní části Hostýnských vrchů. *Acta Carpathica occidentalis*, 1:40-52.
- VANDEWOESTIJNE S, POLUS E, BAGUETTE M. 2005. Fragmentation and insects: theory and application to calcareous grasslands. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 9: 139-142.
- VOS CC, VERBOOM J, OPDAM PFM, TER BRAAK CJF. 2001. Toward ecologically scaled landscape indices. *American Naturalist*, 183: 24-41.
- VRABEC V, MATOUŠ J, MAREK S, SOLOVKA I. 2003. Příspěvek k poznání motýlů (Lepidoptera) CHKO Český kras - výsledky Entomologických dnů 2002. *Bohemia centralis, Praha*, 26: 137-147.
- WHITTAKER RJ. 1999. *Island Biogeography. Ecology, Evolution, and Conservation*. Oxford University Press, USA.
- WIENS JA. 1995. Habitat fragmentation: island vs. landscape perspectives on bird conservation. *Ibis* 137: S97-S104.

Seznam příloh

Příloha č.1. Mapa zájmové oblasti v jihozápadní části CHKO Český Kras



Příloha č. 2 Vzájemné uspořádání zkoumaných lesních fragmentů v CHKO Český Kras.



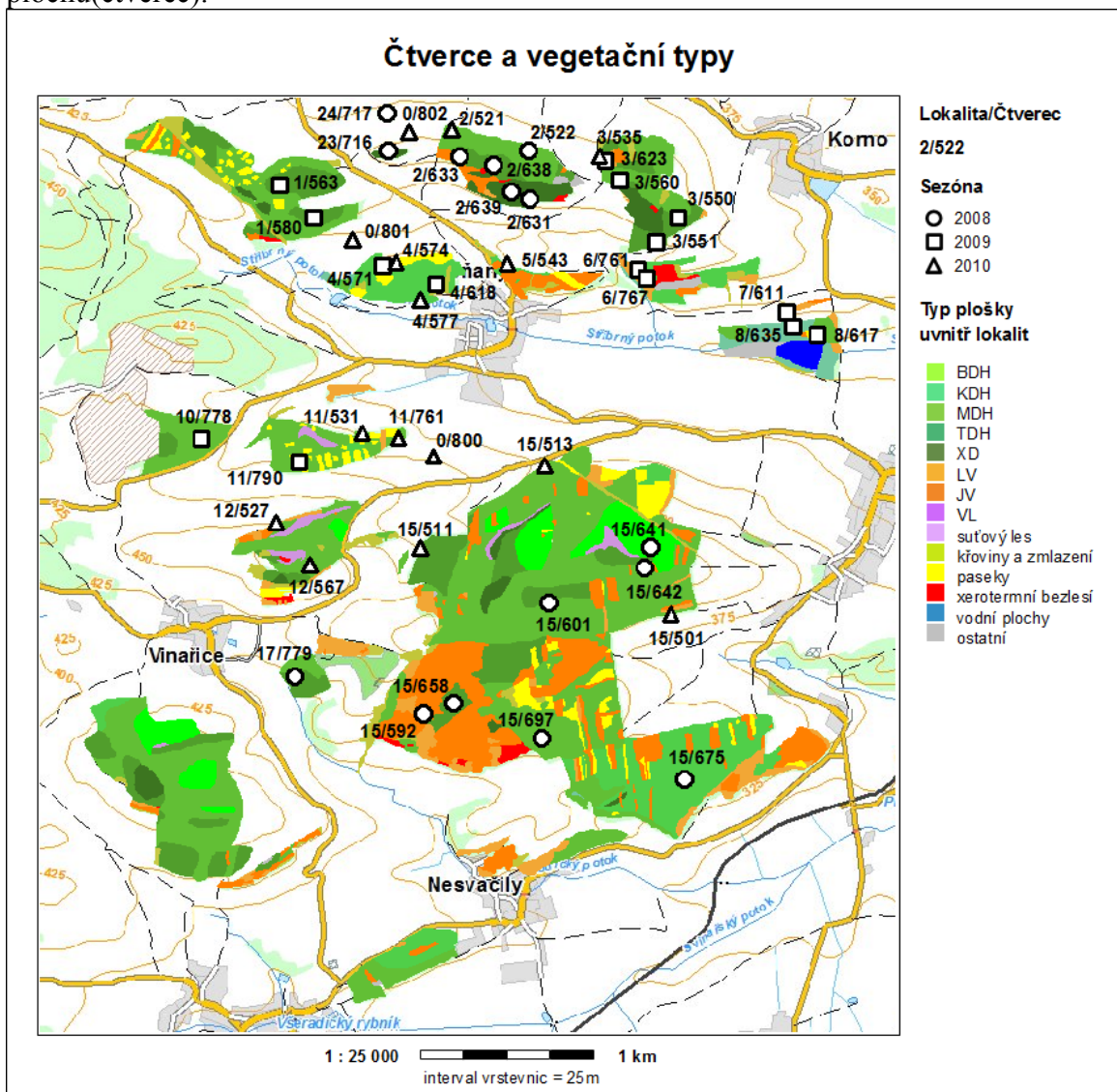
Příloha č. 3. Rozměrové charakteristiky a počet vzorkovacích ploch zkoumaných lesních fragmentů.

Fragment č.	Plocha [ha]	Obvod [km]	Počet studijních ploch
1	35,94	4,16	2
2	20,87	2,08	6
3	18,88	2,32	5
4	14,19	2,05	4
5	6,20	1,75	1
6	11,20	2,85	2
7	0,76	0,62	1
8	13,62	3,09	2
9	1,40	0,69	nevzorkováno
10	9,52	1,61	1
11	15,30	2,46	3
12	20,39	2,68	2
13	1,30	0,80	nevzorkováno
14	0,38	0,33	nevzorkováno
15	254,53	11,06	10
16	2,81	0,90	1
17	4,54	0,82	1
18	52,80	3,52	5
19	3,15	1,47	nevzorkováno
20	8,38	2,70	nevzorkováno
21	2,61	1,34	nevzorkováno
22	11,73	1,70	nevzorkováno
23	0,1	0,14	1
24	0,33	0,26	1

Příloha č. 4. Studované vegetační typy a jejich zařazení ke studovaným plochám.

Zkratka	Název	Specifikace a příslušnost studijních ploch
JV	Jehličnaté výsadby	ve stromovém patře jsou výsadby borovice černé, borovice lesní, smrku ztepilého a modřinu opadavého čtverec: 585, 592, 609, 633 a 794
KDH	Kyselá dubohabřina	naturový biotop L3.1 Hercynská dubohabřina čtverec: 543, 571, 577, 618, 675 a 767
LV	Listnaté výsadby	výsadby autochtonních (jasan, lípa, dub) a alochtonních (akát, jírovec a dub červený) druhů dřevin čtverec: 527, 535, 611, 623, 674, 761 a 774
MDH	Buková dubohabřina	naturový biotop L3.1 Hercynská dubohabřina čtverec: 501, 513, 521, 522, 531, 560, 567, 578, 617, 697, 764, 778, 790, 641 a 665
TDH	Tepломilná dubohabřina	naturový biotop L3.1 Hercynská dubohabřina čtverec: 511, 517, 519, 550, 551, 563, 574, 580, 601, 638, 642, 653, 658, 666 a 779
XD	Xerothermní doubrava	naturový biotop L6.5 čtverec: 631, 639, 716 a 586

Příloha č. 5. Umístění vzorkovacích ploch a vegetační typy lesních fragmentů v jihozápadní části CHKO Český kras, kde číselný kód označuje fragment/vzorkovací plochu(čtverec).



Příloha č. 6. Míra konektivity lesních fragmentů v okolí Měňan (CHKO Český kras) vyhodnocená na základě metody *Incidence function model* (IFM) pro hladiny $\alpha = 5$, $\alpha = 1,5$ a $\alpha = 0,5$.

lesní fragment	Area (m ²)	IFM ($\alpha_{5,0}$)	IFM ($\alpha_{1,5}$)	IFM ($\alpha_{0,5}$)
1	349189	2,95	15,05	70,9
2	208656	5,76	18,62	64,2
3	188788	6,88	17,02	62,3
4	141878	4,47	18,51	63,3
5	61965	6,05	18,27	53,9
6	112044	8,30	17,97	57,6
7	7641	2,97	6,89	29,0
8	151873	4,10	13,27	43,2
9	nebylo vzorkováno	-	-	-
10	95185	2,59	12,30	54,2
11	153016	5,85	20,99	66,8
12	203935	7,62	23,83	69,0
13	nebylo vzorkováno	-	-	-
14	nebylo vzorkováno	-	-	-
15	2545288	15,93	46,30	130,2
16	28100	7,30	15,91	46,23
17	45424	5,36	15,97	45,4
18	528000	5,72	24,51	74,21
19	nebylo vzorkováno	-	-	-
20	nebylo vzorkováno	-	-	-
21	nebylo vzorkováno	-	-	-
22	nebylo vzorkováno	-	-	-
23	1026	1,33	5,02	20,3
24	3348	1,17	5,39	24,8

**Příloha č. 7. Seznam všech pozorovaných druhů nočních motýlů ve zkoumané oblasti
CHKO Český Kras. Nomenklatura i řazení druhů je podle (Laštůvka 2010).**

GEOMETRIDAE	L. griseata	A. sordens	M. albipuncta	HEPIALIDAE
A. aceraria	L. halterata	A. sphinx	M. albula	H. fusconebulosus
A. anseraria	L. hirtaria	A. sublustris	M. alpium	H. sylvinus
A. aurantiaria	L. marginata	A. tragopoginis	M. brassicae	
A. bajaria	L. suffumata	A. triplasia	M. confusa	SPHINGIDAE
A. bastelbergeri	L. temerata	B. bicolorana	M. conigera	D. elpenor
A. derivata	M. albicillata	B. viminalis	M. ferrago	D. porcellus
A. distinctata	M. alternata	C. affinis	M. furuncula	H. gallii
A. plagiata	M. liturata	C. algae	M. impura	L. populi
A. prunaria	M. murinata	C. clavipalpis	M. l-album	S. ligustri
A. repandata	M. notata	C. coryli	M. lunaris	S. pinastri
A. sylvata	M. procellata	C. erythrocephala	M. pallens	
A. syringaria	M. wauaria	C. fulminea	M. persicariae	LYMANTRIIDAE
B. betularia	O. brumata	C. ligula	M. satura	C. pudibunda
C. advenaria	O. luteolata	C. ligustri	M. secalis	L. dispar
C. annularia	O. sambucaria	C. lunula	M. strigula	L. monacha
C. bajularia	O. vittata	C. luteago	N. asiatica	O. antiqua
C. bilineatum	P. alchemilatum	C. morpheus	N. comes	
C. cinctaria	P. berberata	C. promissa	N. confusalis	ARCTIIDAE
C. cucullata	P. comitata	C. pyralina	N. cuculatella	A. caja
C. elinguararia	P. dolabraria	C. rubiginea	N. fimbriata	A. rubricollis
C. exanthemata	P. macularia	C. rubiginosa	N. interjecta	C. dominula
C. fulvata	P. pulveraria	C. sponsa	N. interposita	C. mesomella
C. linearia	P. rectangulata	C. trapezina	N. janthina	D. ancilla
C. margaritaria	P. rhomboidaria	C. tridens	N. pronuba	D. mendica
C. ocellata	P. similaria	C. vaccinii	N. revayana	D. sannio
C. olivata	P. transversata	D. bankiana	O. cerasi	E. complana
C. pectinataria	P. vetulata	D. brunnea	O. gothica	E. depressum
C. pennaria	R. vibicaria	D. coeruleocephala	O. gracilis	E. lurideola
C. porata	S. dentaria	D. deceptoria	O. incerta	E. lutarellum
C. punctaria	S. floslactata	D. eremita	O. latruncula	E. pygmaeolum
C. pusaria	S. chenopodiata	D. pygarga	O. musculosa	E. quadripunctaria
C. quercimontaria	S. immorata	D. rubi	O. plecta	E. sororcula
C. rubidata	S. lineata	D. scabriuscula	O. polygona	M. miniata
D. citrata	S. lunularia	D. tutti	O. strigilis	N. mundana
D. ribeata	S. nigropunctata	E. conspicillaris	O. versicolor	P. fuliginosa
D. truncata	S. tetralunaria	E. depuncta	P. bombycina	R. purpurata
E. alternata	T. comae	E. glareosa	P. candidula	S. lubricipeda
E. atomaria	T. dubitata	E. lucipara	P. flammea	S. luteum
E. autumnaria	T. fimbrialis	E. purpurina	P. fluxa	W. casta
E. badiata	T. obeliscata	E. trabecalis	P. meticulosa	
E. biangulata	T. smaragdaria	E. transversa	P. nebulosa	SATURNIIDAE
E. crepuscularia	X. biriviata	E. venustula	P. prasinana	A. tau
E. defoliaria	X. designata	E. virgo	P. sagittigera	
E. dilutata	X. ferrugata	G. augur	P. selini	COSSIDAE
E. erosarius	X. fluctuata	G. flavago	P. strigilata	C. cossus
E. fuscantaria	X. montanata	H. ambigua	P. tentacularia	Z. pyrina
E. galiata	X. quadrifasciata	H. blanda	P. tristalis	
E. chrystii	X. spadicearia	H. capsincola	P. umbra	NOTODONTIDAE
E. populata		H. crassalis	R. sericealis	C. curtula
E. prunata	NOCTUIDAE	H. grisealis	S. albovenosa	C. pigra
E. pyraliata	A. aceris	H. micacea	S. megacephala	D. dodonaea
E. quercinaria	A. anceps	H. octogenaria	S. reticulatus	D. ruficornis
E. rivata	A. asclepiadis	H. plebeja	S. rivularis	H. milhauseri
E. silaceata	A. auricoma	H. proboscidalis	S. turbida	L. bicoloria
E. tristata	A. berbera	H. respersa	T. atriplicis	N. dromedarius
G. furvata	A. caecimacula	H. superstes	T. aurago	N. torva
G. papilionaria	A. circellaris	H. tarsicrinalis	T. cespitis	N. ziczac
G. ruffasciata	A. crenata	H. tarsipennalis	T. citrigo	P. anceps

H. aestivaria	A. epomidion	H. viriplaca	T. decimalis	P. bucephala
H. cervicalis	A. exclamationis	Ch. ferruginea	T. emortualis	P. capucina
H. fasciaria	A. fucosa	Ch. hyperici	T. luctuosa	P. cucullina
H. flammeolaria	A. gamma	Ch. multangula	T. matura	P. plumigera
H. furcata	A. humilis	Ch. trigrammica	X. baja	P. tremula
H. punctinalis	A. ipsilon	I. retusa	X. c-nigrum	S. fagi
H. roboraria	A. laevis	I. subtusa	X. ditrapezium	
H. tersata	A. lithoxylaea	L. aliena	X. rhomboidea	LASIOCAMPIDAE
H. undulata	A. litura	L. contigua	X. sexstrigata	E. potatoria
Ch. clathrata	A. lutulenta	L. cracca	X. togata	M. neustria
Ch. siterata	A. lychnidis	L. flexula	X. triangulum	M. rubi
Ch. v-ata	A. macilenta	L. literosa	X. vetusta	P. populi
I. aversata	A. monoglypha	L. obsoleta	X. xanthographa	P. tremulifolia
I. biselata	A. nitida	L. oleracea		T. crataegi
I. dilutaria	A. oculea	L. ornitophus	DREPANIDAE	
I. dimidiata	A. oxyacanthae	L. pastinum	C. glaucata	
I. fuscovenosa	A. pallustris	L. socia	D. falcataria	
I. humiliata	A. polyodon	L. suasa	H. pyritoides	
I. moniliata	A. putris	L. testacea	S. harpagula	
I. muricata	A. pyramidea	L. thalassina	T. batis	
I. ochrata	A. rumicis	L. viciae	T. or	
L. adustata	A. scolopacina	L. w-latinum	W. binaria	
L. bimaculata	A. segetum	M. acetoselae	W. cultraria	

Příloha č. 8. Počet druhů, vegetační typ a ostatní parametry jednotlivých odběrových ploch.

rok	odběrová vegetační		vzdálenost			výměra	obvod	počet	
	plocha	typ	sklon	od okraje	fragment			druhů	orientace
2009	550	TDH	16,1	61,8	3	18,8788	2,315	36	137
2009	551	TDH	15	14,4	3	18,8788	2,315	44	169
2009	560	BDH	6,7	25	3	18,8788	2,315	35	217
2009	563	TDH	9	110,1	1	34,9189	4,087	58	237
2009	571	KDH	6,9	33,1	4	14,1878	2,046	54	267
2009	580	TDH	20,6	48	1	34,9189	4,087	56	173
2009	611	LV	29,8	6,3	7	0,7641	0,617	31	170
2009	617	BDH	9,9	93,4	8	15,1873	1,929	34	176
2009	618	KDH	9,1	49	4	14,1878	2,046	52	153
2009	623	LV	5,5	31,7	3	18,8788	2,315	38	252
2009	761	LV	25,5	35	6	11,2044	2,854	33	198
2009	767	KDH	24,3	60	6	11,2044	2,854	53	206
2009	778	BDH	7,7	82,2	10	9,5185	1,605	28	88
2009	790	BDH	8,7	52,7	11	15,3016	2,464	35	334
2010	501	BDH	14	0	15	254,5288	11,057	42	172
2010	511	TDH	10,2	0	15	254,5288	11,057	42	335
2010	513	BDH	25,6	0	15	254,5288	11,057	30	328
2010	521	BDH	6,7	20,6	2	20,8656	2,079	32	5
2010	527	LV	8,1	0	12	20,3935	2,677	66	358
2010	531	BDH	4,9	0	11	15,3016	2,464	46	221
2010	535	LV	5,8	0	3	18,8788	2,315	48	301
2010	543	KDH	20,7	0	5	6,1965	1,751	46	187
2010	567	BDH	6,8	71,8	12	20,3935	2,677	27	79
2010	574	KDH	9,8	0	4	14,1878	2,046	53	346
2010	577	KDH	15,9	0	4	14,1878	2,046	34	180
2010	764	BDH	10	17,4	11	15,3016	2,464	22	42
2011	517	TDH	9,8	0	18	52,7968	3,524	40	46
2011	519	TDH	11,4	0	18	52,7968	3,524	35	175
2011	573	XD	24,3	58,3	1	34,9189	4,087	60	199
2011	585	JV	14,6	88,5	15	254,5288	11,057	27	131
2011	586	XD	11	121,1	18	52,7968	3,524	48	221
2011	601	BDH	12,5	369	15	254,5288	11,057	53	153
2011	609	JV	8,6	120,1	15	254,5288	11,057	55	69
2011	618	KDH	9,1	49	4	14,1878	2,046	52	153
2011	631	XD	24,7	68,5	2	20,8656	2,079	45	161
2011	653	TDH	16,4	221,2	15	254,5288	11,057	65	289
2011	665	BDH	11,8	154	18	52,7968	3,524	10	20
2011	666	TDH	19,2	95,7	18	52,7968	3,524	34	165
2011	674	LV	11,4	65	15	254,5288	11,057	38	142
2011	774	LV	9,7	26	16	2,8069	0,902	45	210
2011	794	JV	15	44,3	5	6,1965	1,751	68	167