

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

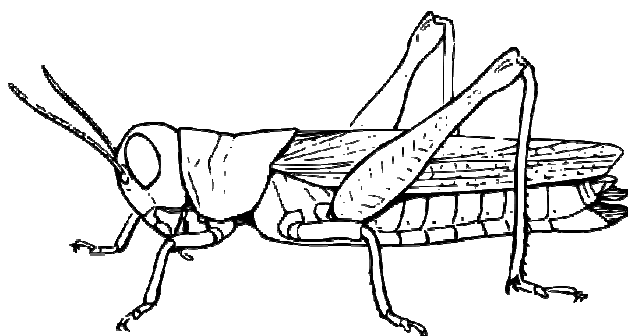
Přírodovědecká fakulta

Katedra ekologie a životního prostředí



# Management travních porostů a jeho vliv na společenstva rovnokřídleho hmyzu

**Stanislav Rada**



Bakalářská práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Bc. v oboru

Ochrana a tvorba životního prostředí

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

Olomouc 2011



Rada S. (2011): Management travních porostů a jeho vliv na společenstva rovnokřídlého hmyzu. Bakalářská práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého Olomouc, 28 s., v češtině.

## **Abstrakt**

Trvalé travní porosty jsou udržovány lidskými zásahy prostřednictvím seče a pastvy. Dobrou indikační skupinou pro posouzení vlivu seče a pastvy na travní ekosystém je rovnokřídlý hmyz (Orthoptera). Pro účely práce byla vybrána modelová lokalita se zastoupením podhorských luk a pastvin v různém stupni zachovalosti a s různou intenzitou managementu. Na studovaných loukách a pastvinách byl identifikován typ a intenzita managementu a doprovodné environmentální charakteristiky. Vzorkování rovnokřídlých probíhalo dvěma metodami – smýkáním vegetace a odchycem do Moerickeho misek. Celkem bylo odchyceno 2253 jedinců ve 14 druzích. Vliv seče a pastvy byl testován pomocí mnohorozměrné analýzy. Seč měla podle těchto modelů průkazný vliv na společenstvo, pastva neprůkazný. Vliv seče na společenstvo rovnokřídlých byl z krátkodobého vývoje negativní. Pastva měla různý vliv a to v závislosti na jednotlivých druzích. Na druh *Gomphocerippus rufus* měla pastva silný pozitivní vliv. Negativní vliv seče na rovnokřídlé je možno omezit zejména snížením její frekvence a ponecháváním dočasně neposečených refugií. Obecným pravidlem pro obhospodařování travních porostů by měla být snaha o co největší heterogenitu.

**Klíčová slova:** louky, Orthoptera, pastva, pastviny, početnost, seč, travní ekosystémy

Rada S. (2011): Farming activities on grasslands and their impact on orthopteran communities. Bachelor's thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc, 28 pp., in Czech.

## **Abstract**

Humans manage anthropogenic grasslands by mowing and grazing. Grasshoppers (Orthoptera) are a good indicatory group for assessment of the impact of mowing and grazing on grassland ecosystems. For purpose of this work, a model locality was chosen. The locality contains submontane meadows and pastures at the various degree of naturalness and intensity of management. Used management and other environmental characteristics were being recorded on the study site. The two sampling methods were used – sweep netting and pan trapping. In total there were collected 2253 individuals of grasshoppers belonging to 14 species. The impact of mowing and grazing was tested by multivariate analysis. The mowing had significant impact on the orthopteran community; the impact of grazing was not statistically significant. The impact of mowing on the community was negative (by a short-term view). Grazing had different effect on different species. The acridid *Gomphocerippus rufus* was strongly positively influenced by grazing. The negative effect of mowing on grasshoppers can be reduced by lesser mowing frequency and by providing of temporarily uncut refuges. A general rule for farming activities on grasslands should be an effort to ensure the biggest habitat heterogeneity.

**Key words:** abundance, grazing, grassland ecosystems, meadow, mowing, Orthoptera, pasture

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením RNDr. Tomáše Kurase, Ph.D. s použitím citované literatury.

V Olomouci 3. května 2011

Podpis:

# Obsah

<b>Seznam tabulek</b> .....	vii
<b>Seznam obrázků</b> .....	viii
<b>Seznam příloh</b> .....	ix
<b>Poděkování</b> .....	x
<b>1. ÚVOD</b> .....	1
1.1. Rovnokřídlí a travní ekosystémy .....	1
1.2. Podaří se zabránit poklesu biodiverzity?.....	1
1.3. Poznatky o vlivu seče na rovnokřídle .....	2
1.4. Poznatky o vlivu pastvy na rovnokřídle.....	2
<b>2. CÍLE PRÁCE</b> .....	4
<b>3. MATERIÁL A METODY</b> .....	5
3.1. Popis lokality.....	5
3.2. Charakteristika studijních ploch.....	6
3.3. Metody .....	9
3.3.1. Odchyt pomocí smýkání .....	9
3.3.2. Odchyt pomocí Moerickeho misek .....	9
3.3.3. Determinace .....	10
3.4. Analýza dat.....	10
<b>4. VÝSLEDKY</b> .....	13
4.1. Druhové složení a počty odchycených rovnokřídělých .....	13
4.2. Vliv seče a pastvy na studované společenstvo rovnokřídělých .....	13
<b>5. DISKUSE</b> .....	19
5.1. Druhové složení a počty odchycených rovnokřídělých .....	19
5.2. Vliv seče.....	20
5.3. Vliv pastvy .....	21
5.4. Implikace poznatků pro management travních porostů .....	22
<b>6. ZÁVĚR</b> .....	24
<b>7. LITERATURA</b> .....	25
<b>8. PŘÍLOHY</b> .....	29

## Seznam tabulek

<b>Tabulka 1:</b> Škálování intenzity seče a pastvy .....	11
<b>Tabulka 2:</b> Charakteristiky použitých ordinačních modelů.....	11
<b>Tabulka 3:</b> Počty odchycených jedinců jednotlivých druhů a skupin pro obě použité metody .....	13
<b>Tabulka 4:</b> Přehled výsledků CCA modelu I (početnosti jednotlivých druhů získané metodou smýkání vegetace v závislosti na managementu) .....	14
<b>Tabulka 5:</b> Přehled výsledků CCA modelu II (početnosti jednotlivých druhů získané metodou Moerickeho misek v závislosti na managementu).....	14
<b>Tabulka 6:</b> Přehled výsledků RDA modelu III (součty početností získané metodou smýkání vegetace v závislosti na managementu) .....	14
<b>Tabulka 7:</b> Přehled výsledků RDA modelu IV (součty početností získané metodou Moerickeho misek v závislosti na managementu).....	14

## Seznam obrázků

<b>Obrázek 1:</b> Přehledová mapka studované lokality .....	5
<b>Obrázek 2:</b> Znázornění vymezených ploch .....	6
<b>Obrázek 3:</b> Pohled na plochu 3 – loukou jsou vedeny 2 nově vysazené remízky (pořízeno 9.7.2010).....	7
<b>Obrázek 4:</b> Transekty, podél kterých byly na lokalitě rozmístěny Moerickeho misky. 10	
<b>Obrázek 5:</b> Ordinační diagramy CCA modelů I a II (početnosti jednotlivých druhů v závislosti na managementu).....	15
<b>Obrázek 6:</b> Ordinační diagramy RDA modelů III a IV (součty početností v závislosti na managementu).....	15
<b>Obrázek 7:</b> Generalizovaný lineární model závislosti druhů rovnokřídlých na faktoru seče (odvozeno z CCA modelu I).....	16
<b>Obrázek 8:</b> Generalizovaný lineární model závislosti druhů rovnokřídlých na faktoru pastvy (odvozeno z CCA modelu I) .....	16
<b>Obrázek 9:</b> Generalizovaný lineární model závislosti druhů rovnokřídlých na faktoru seče (odvozeno z CCA modelu II).....	17
<b>Obrázek 10:</b> Generalizovaný lineární model závislosti společenstva rovnokřídlých na faktorech seče a pastvy (odvozeno z RDA modelu III).....	17
<b>Obrázek 11:</b> Generalizovaný lineární model závislosti společenstva rovnokřídlých na faktoru seče (odvozeno z RDA modelu IV) .....	18



## Seznam příloh

<b>Příloha 1:</b> Sumární přehled dílčích výsledků pro generalizované lineární modely odpovědi druhů rovnokřídlých na seč a pastvu .....	29
<b>Příloha 2:</b> Obrazová příloha.....	30

## **Poděkování**

V první řadě bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce RNDr. Tomáši Kurasovi Ph.D. za podnětné rady a věcné konzultace při přípravách i samotném řešení práce. Děkuji také Mgr. Monice Mazalové za pomoc v terénu i při dohledávání dat. Velké poděkování patří ekozemědělci Ing. Ivanu Purovi, který nejenže mi umožnil provádět výzkum na jeho pozemcích, ale také mi vycházel všemožně vstříc. Mgr. Janu Šipošovi děkuji za několik rad ohledně statistické analýzy. Děkuji také svým rodičům za podporu a poskytnutí dobrého zázemí pro mé zájmy. V neposlední řadě patří díky všem mým přátelům. A nesmím zapomenout na lidi z Mezinárodní asociace přátel dugongů, díky kterým jsem se mohl i při psaní tohoto odstavce zasmát.

# 1. ÚVOD

## ***1.1. Rovnokřídlí a travní ekosystémy***

Rovnokřídlý hmyz (řád Orthoptera) hraje v ekosystémech travních porostů důležitou roli. Kobylinky a zejména saranče konzumují velké množství rostlinné biomasy a podílí se tak významnou měrou na ekosystémovém provozu travních stanovišť (Blumer & Diemer 1996; Köhler et al. 1987; Zhong-Wei et al. 2006). Díky svým početnostem se rovnokřídlí stávají důležitou částí pastevně kořistnického řetězce jakožto zdroj potravy pro další živočichy (Belovski & Slade 1993; O'Leske et al. 1997).

Travní ekosystémy tvoří velkou část středoevropské krajiny, neodmyslitelně patří k jejímu vzhledu a jsou stanovištěm pro mnoho druhů organismů. Louky a pastviny (trvalé travní porosty) vznikaly a byly udržovány působením člověka (Šarapatka et al. 2008). Ve středověku byla evropská krajina různorodou mozaikou různých typů lesů a bezlesí, udržovanou rozmanitým a obměňovaným managementem (Konvička et al. 2005; Mládek et al. 2006). Dnešní stav je odlišný – převládají velké uniformní plochy zpravidla s intenzivním obhospodařováním. Unifikace a intenzifikace hospodářských postupů, doprovázená ztrátou heterogenity krajinné mozaiky, je patrně hlavní příčinou celkového poklesu druhové bohatosti a početnosti hmyzu (Benton et al. 2003; Konvička et al. 2005).

## ***1.2. Podaří se zabránit poklesu biodiverzity?***

Velká očekávání byla vkládána do cílených agroenvironmentálních plateb, které měly mimo jiné zabránit poklesu druhové diverzity trvalých travních porostů. Agro-envi dotační programy jsou finančně významným nástrojem, avšak dosavadní zkušenosti s realizací agro-envi a jeho dopadem na biodiverzitu jsou spíše rozpačité (Kleijn et al. 2003; Knop et al. 2006). Také proto vyvstává potřeba studovat reakce rostlinných a živočišných společenstev na praktikovaný management.

Vhodnou indikační skupinou pro posouzení dopadů managementových opatření je rovnokřídlý hmyz. Mnohé studie ukazují, že rovnokřídlí se jeví jako indikačně významný taxon (Báldi & Kisbenedek 1997; O'Leske et al. 1997; Marini et al. 2008, 2009). Výhodou je taky jejich hojné zastoupení v biotopech a relativně snadný sběr a determinace. Bioindikační schopnost rovnokřídlých se dá využít pro hodnocení dopadu různého managementu travních porostů na jejich ekosystém. Zjištění, jak

reagují na různé hospodaření, lze spolu s poznatky o ostatních skupinách využít k vyhodnocení účinnosti agro-envi programů a případně k návrhu jejich pozměnění. Přínosné budou také zjištěné informace o přítomnosti a početním zastoupení konkrétních druhů. Znalosti o rozšíření rovnokřídlého hmyzu na území České republiky jsou zatím stále nedostatečné (Holuša & Kočárek 2005).

### **1.3. Poznatky o vlivu seče na rovnokřídlé**

Okamžitý efekt seče se podle dosavadních výzkumů jeví jako negativní. Jak prokázali Humbert et al. (2010), proces seče způsobuje vysokou mortalitu rovnokřídlých. Bezprostředním dopadem seče na orthopteroidní hmyz se zabývali také ve Velké Británii (Gardiner & Hill 2006; Gardiner & Hassall 2009). Snížení početností rovnokřídlého hmyzu autoři připisují nejen mortalitě při samotné seči, ale i nežádoucímu přehřívání nízkého porostu na slunci.

Vlivem celkové intenzity managementu (včetně seče) se zabývaly studie z hornaté severní Itálie (Marini et al. 2008, 2009a, 2009c). Jejich výsledky shodně ukazují, že s intenzitou managementu klesá diverzita i početnost rovnokřídlých. Kromě intenzivní seče poukázaly i na problém s hnojením luk, které jednak nepříznivě mění strukturu drnu a jednak způsobuje potřebu častější seče.

Ve dlouhodobější studii ze Švýcarska (Braschler et al. 2009) autoři ponechávali neposečené plošky v často sečené okolní matici. Zjistili, že častá seč je pro rovnokřídlé nebezpečná a čerstvě posečená místa k životu nevhodná. Celková diverzita a početnost rovnokřídlých však mírně vzrostla, pravděpodobně díky zvýšené heterogenitě prostředí a lepším možnostem k rozmnožování. Na nutnost udržování travních porostů poukázali Marini et al. (2009b), kteří vyhodnocovali dopad ukončení seče na loukách v severní Itálii. Diverzita rovnokřídlých na opuštěných loukách zůstávala několik let stejná, pak se zarůstáním směrem k lesu začala klesat.

### **1.4. Poznatky o vlivu pastvy na rovnokřídlé**

Působení pastvy na rovnokřídlé bylo testováno například v USA. Výsledky studie vlivu pastvy na saranči *Melanoplus sanguinipes* (Fielding et al. 2001) autoři interpretují tak, že efekt závisí na počasí – ve vlhkých letech (kdy tráva rychle dorůstá) je vliv pastvy pozitivní, v suchých letech negativní. O'Neill et al. (2003) sledovali působení pastvy na společenstvo několika severoamerických druhů sarančí. Výsledek

byl ten, že většina druhů pod pastevním managementem snížila své početnosti, pouze jediný druh je naopak zvýšil. Autoři z Maďarska (Batáry et al. 2007) neshledali vliv pastvy příliš významným. Za možnou příčinu takového výsledku označili celkově nižší intenzitu obhospodařování a větší zachovalost biotopů ve střední a východní Evropě oproti západoevropským zemím.

Kruess a Tschardtke (2002) v severozápadním Německu studovali vliv intenzity pastvy na rovnokřídle i další skupiny hmyzu. Zjistili, že společenstvům rovnokřídlych lépe vyhovují extenzivně pasené plochy než ty intenzivně pasené. Vůbec největší diverzita a početnosti však byly na dočasně opuštěných plochách.

Výsledky studií evropských i amerických autorů na téma managementu travních porostů stále nejsou zcela uspokojivé. Z prostoru České republiky a bezprostředního okolí výzkumy, hodnotící hospodaření na travních porostech ve vztahu k rovnokřídlym, chybí. V této práci se proto budu zabývat vlivem obhospodařování travních porostů na rovnokřídle, konkrétně vlivem seče a pastvy.

## 2. CÍLE PRÁCE

Vzhledem ke značně fragmentárním znalostem vlivů zemědělského hospodaření na skupinu rovnokřídlého hmyzu, je předložená práce zaměřena na tyto stěžejní cíle:

- Podat základní faunistický přehled rovnokřídlého hmyzu na loukách a pastvinách v prostoru Přemyslovského sedla.
- Vyhodnotit vliv managementu travních porostů (seče a pastvy) na společenstvo rovnokřídlého hmyzu podhorských luk a pastvin. Jedná se o zhodnocení krátkodobého vlivu (během jedné sezóny) a to za použití dvou vzorkovacích metod (smýkání vegetace a odchyt do Moerickeho misek).
- Formulovat konkrétní závěry, které povedou k praktickým doporučením ohledně uplatňovaného managementu tak, aby toto hospodaření reflektovalo zjištěné odpovědi rovnokřídlých na seč a pastvu.

### 3. MATERIÁL A METODY

#### 3.1. Popis lokality

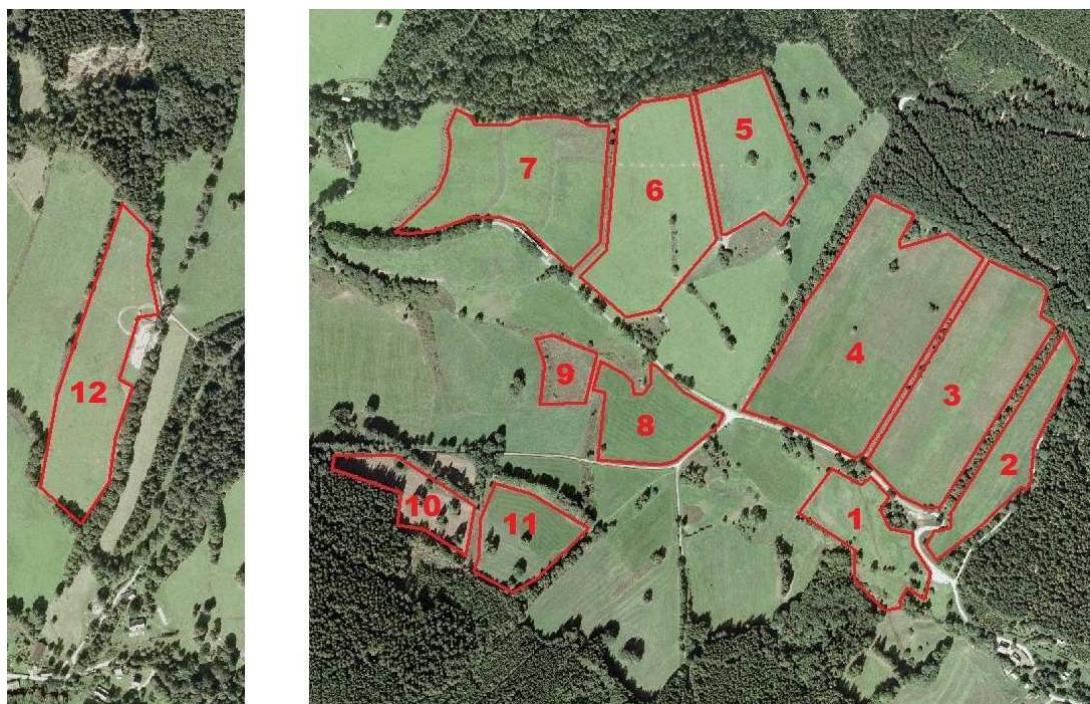
Pro posouzení vlivů managementu travních porostů byly vybrány studijní plochy v oblasti Přemyslovského sedla. Nachází se v okrese Šumperk na katastrálním území Nových Losin (část obce Jindřichov) a Přemyslova (část obce Loučná nad Desnou) v nadmořské výšce 730-830 m n. m. Tyto studijní plochy byly vybrány s ohledem na reprezentativní krajinný typ v ČR. Jedná se o podhorské louky a pastviny v různém stupni zachovalosti a intenzity využívání. Průměrná roční teplota vzduchu je 6,5 °C a průměrný roční úhrn srážek je 900 mm (Tolasz a kol., 2007). Od roku 1994 jsou zdejší travní porosty obhospodařovány místním ekozemědělcem, který zde chová masný skot. Územím probíhá hranice CHKO Jeseníky.



**Obrázek 1:** Přehledová mapka studované lokality (plochy 1-11 se nacházejí pospolu, plocha 12, zaznačená vlevo nahoře, leží dále od ostatních ploch)

### 3.2. Charakteristika studijních ploch

Pro účely vyhodnocení dopadu různého managementu na společenstva rovnokřídlých bylo vymezeno 12 ploch travních porostů (viz obr. 2). Výběr ploch byl proveden tak, aby byl zachycen gradient od zachovalých ploch s velmi extenzivním managementem až po intenzívně obhospodařované plochy. Zdrojem botanických dat v následujícím popisu je botanický průzkum (Hofhanzlová & Ekrt 2006).



**Obrázek 2:** Znárodnění vymezených ploch

#### Plocha 1:

Jedná se o porosty v PR Přemyslovské sedlo. Plocha se svažuje od severozápadu k jihovýchodu a tímto směrem postupně narůstá gradient vlhkosti. V horní části roste mezofilní luční vegetace svazu *Arrhenatherion*, nejnižší část je silně podmáčená.

Management: Porosty v rezervaci jsou šetrně koseny pro udržení rázu orchidejové louky. Během pozorování v sezóně 2010 nebyla seč provedena.

#### Plocha 2:

Poměrně úzký luční pruh mezi lesem a remízem s vzrostlými stromy. Expozice je jižní, avšak velkou část dne je plocha zastíněna. Dominantní travinou je kostřava červená (*Festuca rubra*).

Management: Louka bývá pravidelně sečena. V sezóně 2010 byla seč provedena 29. června.



### Plochy 3 a 4:

Obě plochy jsou si velmi podobné, s jižní až jihozápadní expozicí. Představují zachovalé, druhově bohaté louky. *Festuca rubra* je postavením i zde dominantním druhem ve vegetaci, přidává se několik dalších druhů trav a bohaté společenstvo kvetoucích bylin. V ploše 3 byly výsadbou stromků založeny 2 nové remízky (viz obr. 3), v ploše 4 je jeden nový remízek.

Management: Středně pozdní seč. V roce 2009 byla přibližně polovina porostu na plochách ponechána neposečená přes zimu. V důsledku toho došlo v sezóně 2010 na neposečených místech k rozvoji dvouděložných rostlin na úkor trav. V roce 2010 byla realizována postupná seč v pruzích, celkem v pěti termínech – od 29.6. do 25.8.



**Obrázek 3:** Pohled na plochu 3 – loukou jsou vedeny 2 nově vysazené remízky (pořízeno 9.7.2010)

### Plochy 5, 6 a 7:

Jihozápadně orientovaný svah, s největším sklonem na ploše 5 a 6. Na ploše 7 se sklon snižuje až je na její západní části téměř nulový. Vegetace se charakterem blíží degradovanému svazu *Arrhenatherion*. Plochy ze severu přiléhají k lesu a vzájemně jsou od sebe odděleny středně vzrostlými remízky. V ploše 7 se nacházejí 2 nově založené mladé remízky.

Management: Plochy mají charakter pastviny, avšak kromě pastvy je uplatňována i seč. V červenci 2009 byla plocha 5 extenzivně přepasena. Plocha 6 byla na začátku července 2009 ošetřena sečí, poté v září přepasena. Na ploše 7 byla v roce 2009 realizována pouze seč. V roce 2010 byla jižní část plochy 5 posečena kolem 17.7., severní část pak 29.7. V druhé polovině srpna byla plocha 5 asi 2 týdny extenzivně pasena. Plochy 6 a 7 byly posečeny plošně 29.6.2010. Na jižních dvou třetinách plochy 6 probíhala 30.8.–15.9.

Plocha 8:

Pastvina s mírným sklonem na sever, v severní části je sklon téměř nulový. Plocha dosti úživná, s vegetací nejbližší degradovanému svazu *Cynosurion*.

Management: Seč a pastva. V červenci 2009 byla plocha posečena, poté od konce září do poloviny října přepasena. V sezóně 2010 byla 29.6. provedena seč, asi o měsíc později se plocha začala pást, avšak skot musel být z organizačních důvodů po 3 dnech přehnan jinam.

Plocha 9:

Rozlohou nejmenší, pouze půlhektarová plocha. Tužebníková lada, vzniklá patrně ucpáním starých meliorací. Postupně zarůstá náletem vrb.

Management: V roce 2009 přístup skotu, v roce 2010 zcela bez managementu.

Plocha 10:

Úzká louka na severně orientovaném svahu, z jihu ohraničená lesem, ze severu pásem listnatých dřevin. Plocha je většinu dne zastíněna a na vegetaci se drží vlhkost. Travniny jsou zde silně potlačeny ve prospěch dvouděložných bylin.

Management: V roce 2009 posečeno až v polovině září, od začátku října do poloviny listopadu extenzivně paseno. V roce 2010 opět provedena pozdní seč (25.8.) a následné přepasení od začátku října.

Plocha 11:

Plocha na severně orientovaném svahu, obklopená lesem a pásy listnatých stromů. Druhově bohatá, květnatá, horská trojštětová louka (svaz *Polygono-Trisetion*) přechodného typu ke svazu *Arrhenatherion*.

Management: Výhradně seč. V roce 2009 severní část posečena v polovině července, jižní část v druhé polovině září. V roce 2010 byla provedena plošná seč v termínu 25.8.

Plocha 12:

Ruderalizovaná, nitrofilní pastvina. Severní část je v rovině, jižní má sklon na jih.

Management: V roce 2009 seč na začátku července, na jižní části také pastva. V roce 2010 severní část ošetřena sečí 29.6. Na jižní části probíhala na přelomu jara a léta pastva, 7.8.2010 seč, od konce srpna do poloviny září zase pastva.

### **3.3. Metody**

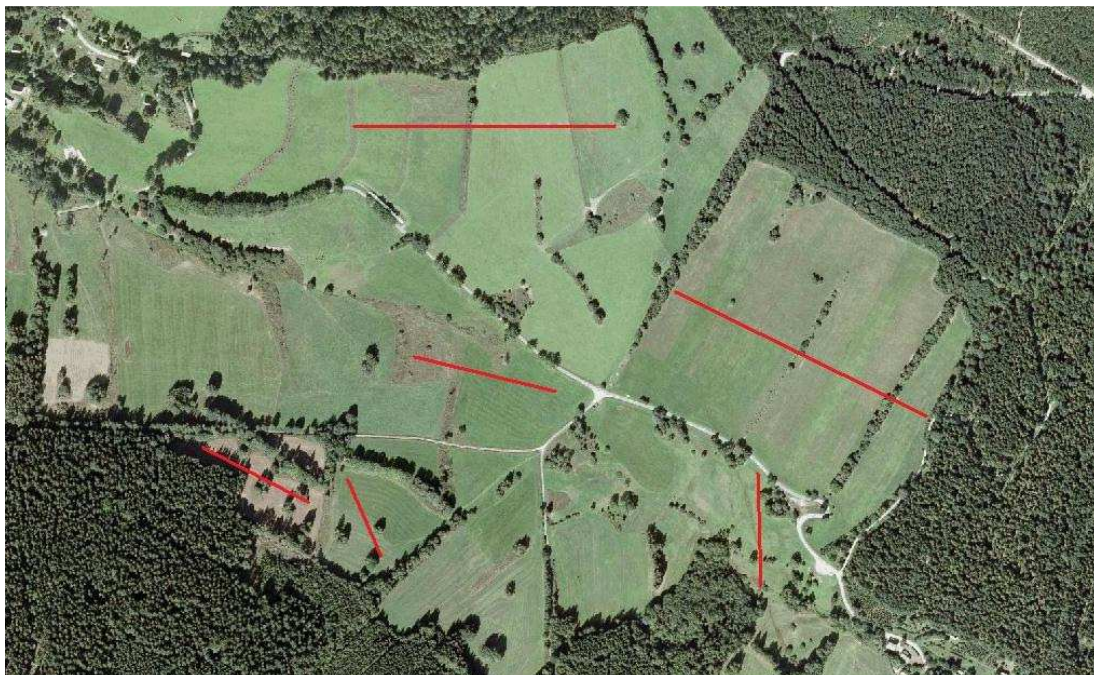
Na lokalitě Přemyslovského sedla jsem vymežil 12 ploch travních porostů s ohledem na podchycení maximálně pestrého způsobu hospodaření. Plochy jsou vyznačeny na obrázku 2. Vzorkování rovnokřídlého hmyzu probíhalo v sezóně 2010, a to dvěma metodami: smýkáním vegetace a odchytom do Moerickeho misek. Při návštěvách lokality jsem také zaznamenával rostlinstvo a jiné environmentální charakteristiky ploch. Důležité bylo získávání dat o provedeném managementu (seč, pastva) od místního hospodáře.

#### **3.3.1. Odchyt pomocí smýkání**

Smýkání vegetace je nejčastěji užívaná metoda pro kvantitativní sběr rovnokřídlého hmyzu (Novák 1969; Gardiner et al. 2005). Pro každou plochu jsem stanovil reprezentativní počet odběrových míst podle její velikosti (1 odběr na 0,5 ha plochy). Ve výsledku tedy bylo vzorkováno na 72 odběrových místech, rovnoměrně rozmístěných na všech studijních plochách (loukách a pastvinách). Jeden odběr reprezentoval sérii 10ti smyků vegetace. V případech, kdy byla početnost rovnokřídlých na daném stanovišti příliš nízká, použil jsem 20, respektive 30 smyků. Početnost odchycených rovnokřídlých jsem v takových případech dělil dvěma, respektive třemi (tzn. standardizoval jsem početnost odebraných jedinců na 10 smyků). Smýkací síť měla průměr 35 cm. Smýkání jsem prováděl při 3 návštěvách lokality (23.7., 15.8. a 19.9.2010).

#### **3.3.2. Odchyt pomocí Moerickeho misek**

Alternativním způsobem vzorkování byla metoda tzv. Moerickeho žlutých misek (Moericke 1951). Misky měly průměr 12 cm a hloubku 6 cm. Do poloviny byly napuštěny vodným roztokem detergentu a kuchyňské soli (pro konzervaci materiálu). Byly volně položeny na povrchu země (okolí misky bylo upraveno tak, aby miska nebyla stíněná vzrostlou vegetací). Princip je velmi podobný padacím pastem, které se pro odchyt rovnokřídlých také používají (Gardiner et al. 2005). Rozmístění misek bylo provedeno v liniích (transektech), které vedly napříč studovanými plochami (viz obr. 4). Výběr materiálu probíhal v cca týdenních intervalech (od 24.6. do 21.9.; celkem 10 odběrů). Úhrnem bylo instalováno 77 misek. Na ploše číslo 12 nebyly misky z důvodu příliš vysoké a husté vegetace umístěny.



**Obrázek 4:** Transekty, podél kterých byly na lokalitě rozmístěny Moerickeho misky

### 3.3.3. Determinace

Odchycené rovnokřídlé jsem určoval do úrovně druhu, v případě nymfálních stádií do úrovně čeledi (Tettigoniidae a Acrididae, tedy kobylkovití a sarančovítí). Determinaci nasmýkaných rovnokřídlých jsem částečně prováděl rovnou na místě a určené jedince obratem vypouštěl. Determinačně obtížnější druhy jsem ukládal do roztoku etanolu pro pozdější determinaci v laboratoři Katedry ekologie a životního prostředí v Olomouci. Jedince odchycené do Moerickeho misek jsem určoval rovněž v laboratoři. Druhy byly determinovány s použitím monografie Kočárka et al. (2005).

### 3.4. Analýza dat

Stěžejními testovanými proměnnými byly seč a pastva (nezávislé proměnné) a početnosti jednotlivých taxonů rovnokřídlých (závisé proměnné). Seč a pastva byly škálovány podle intenzity zásahu jako 0, 1, 2 a 3 (viz tabulka 1). Intenzitu jsem stanovil jako počet uplynulých dní od zásahu. V případě proměnné pastva jsem zohledňoval i další vlivy – délku pastvy a počet pasoucího se dobytka. Dále byly zahrnuty proměnné: čas, příslušnost ke konkrétní louce, expozice svahu. Tyto proměnné byly do analýz zahrnuty jako kovariáty (covariables). Proměnná čas byla reprezentována číslem kalendářního týdne, ve kterém byl daný odběr proveden. Expozice svahu nabývala 3 stavů – jižní, severní a „rovina“.

**Tabulka 1:** Škálování intenzity seče a pastvy

Počet dní od zásahu	Stupeň intenzity zásahu
0-10	3
11-30	2
31-60	1
nad 60 (bez zásahu)	0

Závislými proměnnými byly početnosti jednotlivých druhů rovnokřídlých. Z datového vzorku byly vyloučeny druhy s celkovou početností menší než 1 % (vztaženo k celému společenstvu). Vyřazeny tedy byly druhy: *Tetrix undulata*, *Chorthippus montanus*, *Metrioptera brachyptera*, *Pholidoptera griseoptera*, *Tettigonia cantans* a *Decticus verrucivorus*. V případě použité metody Moerickeho misek vyvstal problém chybějících vzorků (poškození misek zvěří nebo pasoucím se dobyt看em). Chybějící vzorky byly dopočítány jako průměrné početnosti daného druhu v daném termínu sběru.

K testování dat jsem použil software Canoco for Windows 4.5. Zvláště jsem pracoval s datovými soubory s konkrétními abundancemi druhů získanými metodou smýkání, respektive metodou Moerickeho misek. Kromě modelů počítajících s početností jednotlivých druhů jsem pro obě metody sestavil i modely, které počítaly se součty jedinců – místo druhů obsahovaly abundance všech dospělců, všech nymf a celkovou abundanci všech rovnokřídlých (=celkem). Vedla mě k tomu snaha lépe podchytit odezvu společenstva rovnokřídlých jako celku. Vytvořeny tedy byly 4 ordinační modely, označené římskými číslicemi I-IV (viz tabulka 2).

**Tabulka 2:** Charakteristiky použitých ordinačních modelů

Označení modelu	Typ modelu	Závislé proměnné použité v modelu
I	CCA	početnosti jednotlivých druhů získané metodou smýkání vegetace
II	CCA	početnosti jednotlivých druhů získané metodou Moerickeho misek
III	RDA	součty početností (dospělci, nymfy a celkem) získané metodou smýkání vegetace
IV	RDA	součty početností (dospělci, nymfy a celkem) získané metodou Moerickeho misek

V prvním kroku testování jsem prostřednictvím DCA (Detrended Correspondence Analysis) určil délku gradientů v druhových datech – v případě modelů I a II byly gradienty v druhových datech poměrně dlouhé, proto jsem pro vlastní analýzu zvolil metodu CCA (Canonical Correspondence Analysis). V případě modelů III a IV využívajících součty byly gradienty kratší, tudíž jsem zvolil metodu RDA (Redundancy Analysis). Při CCA i RDA analýzách byly provedeny Monte Carlo permutační testy (5000 opakování) pro určení signifikance modelu i samotných proměnných seče a pastvy. Pro vizualizaci reakce jednotlivých druhů na seč a pastvu byly v programu CanoDraw for Windows 4.0 sestrojeny GLM modely s Poissonovou distribucí. Vstupní proměnné do modelů již nebyly v nastavení analýz dále transformovány.

## 4. VÝSLEDKY

### 4.1. Druhové složení a počty odchytených rovnokřídlých

Během vzorkování v sezóně 2010 bylo na lokalitě Přemyslovské sedlo oběma použitými metodami zaznamenáno celkem 2253 jedinců rovnokřídlého hmyzu ve 14 druzích (viz tabulka 2). Ačkoli jsou početnosti jednotlivých druhů mezi dvěma použitými metodami mírně odlišné, oběma metodami bylo zaznamenáno rámcově stejné druhové spektrum.

**Tabulka 3:** Počty odchytených jedinců jednotlivých druhů a skupin pro obě použité metody

	smýkání	misky
nymfa saranče	560	401
nymfa kobyly	2	27
<i>Chorthippus apricarius</i>	16	32
<i>Chorthippus biguttulus</i>	77	75
<i>Chorthippus montanus</i>	2	2
<i>Chorthippus paralellus</i>	80	54
<i>Chrysochraon dispar</i>	48	88
<i>Euthystira brachyptera</i>	27	89
<i>Gomphocerippus rufus</i>	93	120
<i>Omocestus viridulus</i>	57	306
<i>Tetrix undulata</i>	2	5
<i>Decticus verrucivorus</i>	6	1
<i>Metrioptera brachyptera</i>	3	3
<i>Metrioptera roeselii</i>	40	13
<i>Pholidoptera griseoptera</i>	2	9
<i>Tettigonia cantans</i>	8	5
Caelifera (saranče)	962	1172
Ensifera (kobyly)	61	58
celkem nymf	562	428
celkem dospělců	461	802
celkem jedinců	1023	1230

### 4.2. Vliv seče a pastvy na studované společenstvo rovnokřídlých

Pro data z obou odchyťových metod byly zvlášť sestrojeny ordinační modely vycházející jak z počtu jedinců jednotlivých druhů, tak i ze součtů jedinců napříč druhy. Modely I a II byly sestrojeny jako CCA modely, modely III a IV jako RDA modely. Testováním ordinačních os byly všechny sestrojené modely (I-IV) průkazné. Při samostatném testování vysvětlujících proměnných (seče a pastvy) byl průkazný vliv seče na společenstvo rovnokřídlých, neprůkazný byl vliv pastvy. Souhrnné výsledky jsou uvedeny v tabulkách 4-7, respektive obr. 5 a 6.

**Tabulka 4:** Přehled výsledků CCA modelu I (početnosti jednotlivých druhů získané metodou smýkání vegetace v závislosti na managementu)

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0,039	0,007	0,329	0,301
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0,394	0,167	0,000	0,000
Suma vysvětlené variability všemi osami			1,922	
Suma vysvětlené variability všemi kanonickými osami			0,046	
Test průkaznosti modelu (test všech kanonických os)	F = 2,422		P < 0,001	
Test faktoru seče	F = 3,936		P < 0,001	
Test faktoru pastvy	F = 0,764		P = 0,353	

**Tabulka 5:** Přehled výsledků CCA modelu II (početnosti jednotlivých druhů získané metodou Moerickeho misek v závislosti na managementu)

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0,022	0,002	0,326	0,322
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0,284	0,093	0,000	0,000
Suma vysvětlené variability všemi osami			1,977	
Suma vysvětlené variability všemi kanonickými osami			0,024	
Test průkaznosti modelu (test všech kanonických os)	F = 4,714		P = 0,002	
Test faktoru seče	F = 8,607		P < 0,001	
Test faktoru pastvy	F = 0,775		P = 0,750	

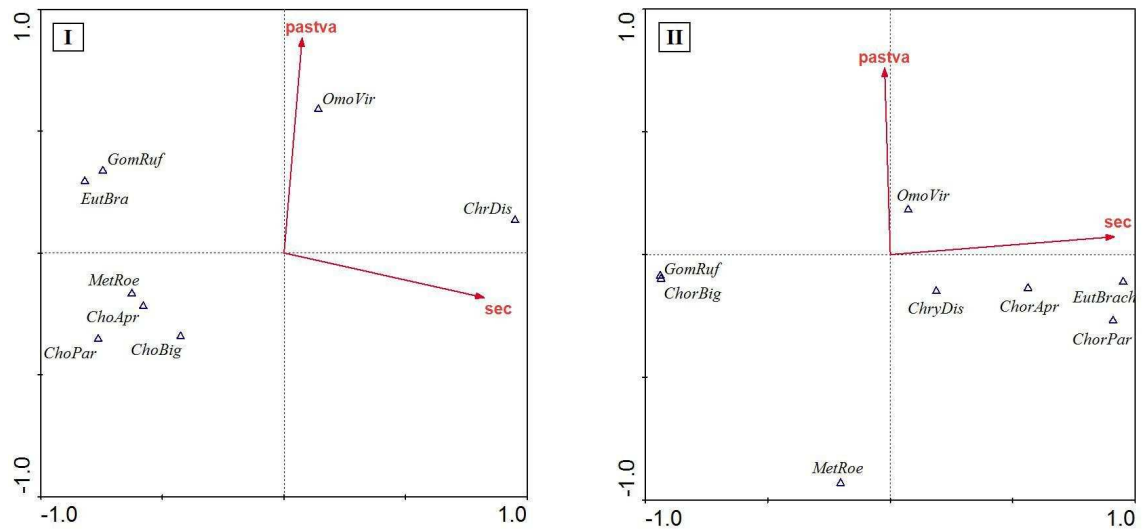
**Tabulka 6:** Přehled výsledků RDA modelu III (součty početností získané metodou smýkání vegetace v závislosti na managementu)

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0,012	0,004	0,453	0,094
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0,328	0,098	0,000	0,000
Suma vysvětlené variability všemi osami			0,563	
Suma vysvětlené variability všemi kanonickými osami			0,016	
Test průkaznosti modelu (test všech kanonických os)	F = 2,886		P = 0,019	
Test faktoru seče	F = 4,163		P = 0,033	
Test faktoru pastvy	F = 1,695		P = 0,060	

**Tabulka 7:** Přehled výsledků RDA modelu IV (součty početností získané metodou Moerickeho misek v závislosti na managementu)

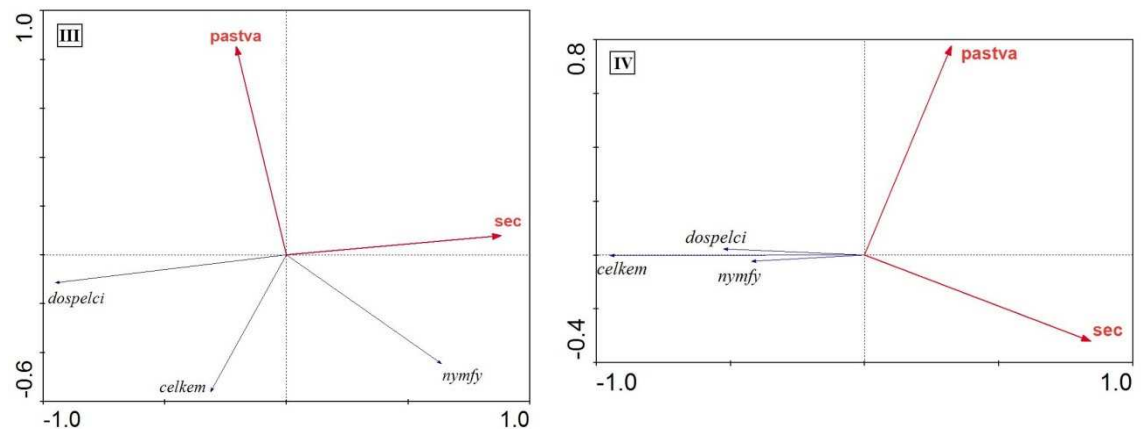
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0,012	0,000	0,631	0,180
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0,137	0,007	0,000	0,000
Suma vysvětlené variability všemi osami			0,822	
Suma vysvětlené variability všemi kanonickými osami			0,012	
Test průkaznosti modelu (test všech kanonických os)	F = 5,569		P = 0,019	
Test faktoru seče	F = 9,721		P = 0,009	
Test faktoru pastvy	F = 1,639		P = 0,293	





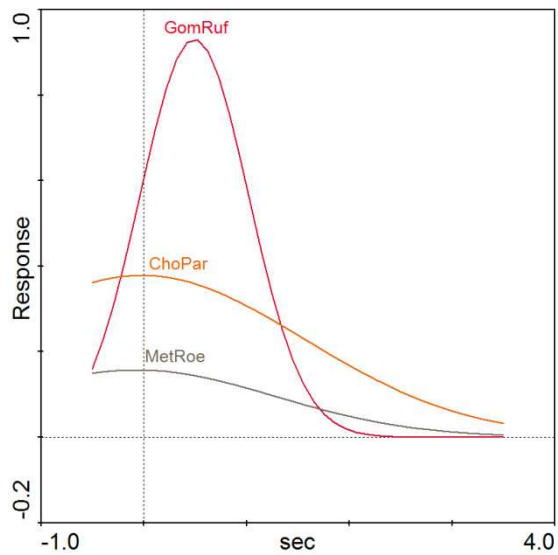
**Obrázek 5:** Ordinační diagramy CCA modelů I a II (početnosti jednotlivých druhů v závislosti na managementu)

Pozn.: ChoApr = *Chorthippus apricarius*, ChoBig = *Chorthippus biguttulus*, ChoPar = *Chorthippus parallelus*, ChrDis = *Chrysochraon dispar*, EutBra = *Euthystira brachyptera*, GomRuf = *Gomphocerippus rufus*, MetRoe = *Metrioptera roeselii*, OmoVir = *Omocestus viridulus*



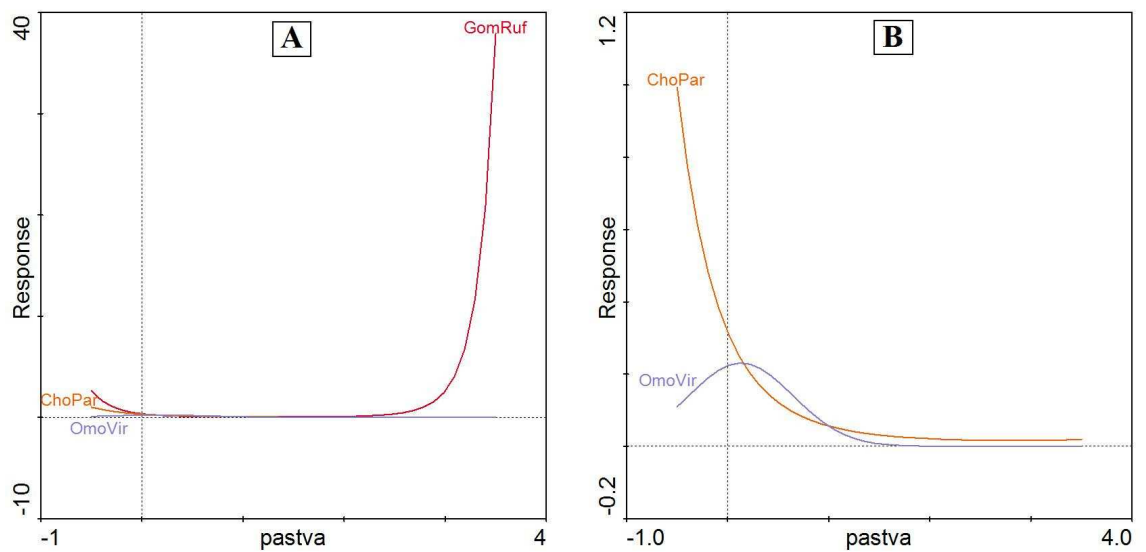
**Obrázek 6:** Ordinační diagramy RDA modelů III a IV (součty početností v závislosti na managementu)

V programu CanoDraw byly sestrojeny generalizované lineární modely (GLM), které zobrazují odpověď jednotlivých druhů na seč a pastvu (obr. 7-11). Tyto modely byly sestrojeny pro všechny druhy, v textu práce uvádím pouze modely statisticky průkazné ( $P < 0,05$ ). Tyto pravděpodobnosti i jiné číselné charakteristiky vztahující se k následujícím GLM modelům jsou uvedeny v příloze 1 (str. 29).



**Obrázek 7:** Generalizovaný lineární model závislosti druhů rovnokřídlých na faktoru seče (odvozeno z CCA modelu I)

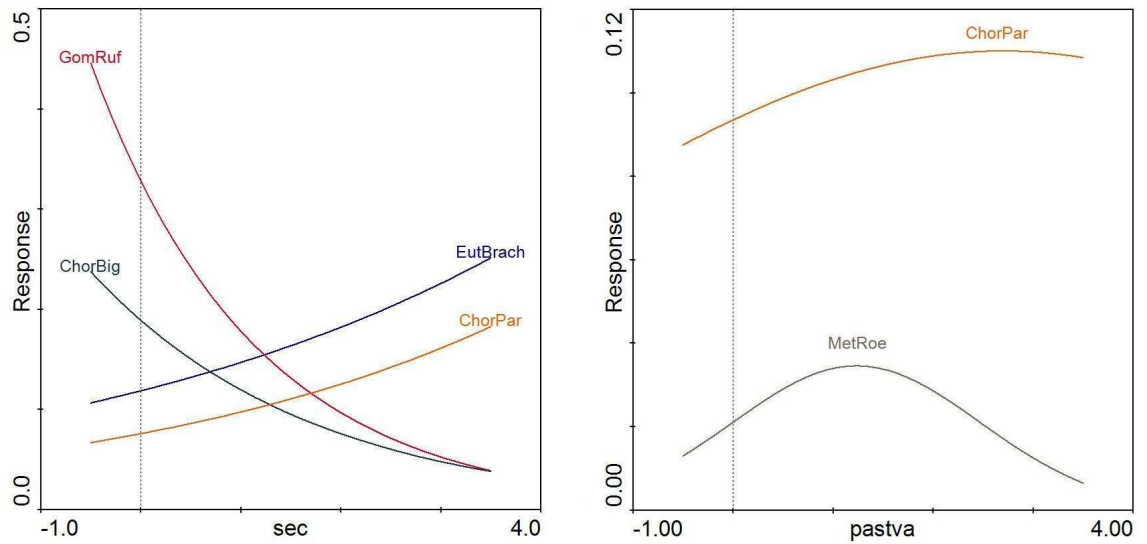
Pozn.: GomRuf = *Gomphocerippus rufus*, ChoPar = *Chorthippus paralellus*, MetRoe = *Metrioptera roeselii*



**Obrázek 8:** Generalizovaný lineární model závislosti druhů rovnokřídlých na faktoru pastvy (odvozeno z CCA modelu I)

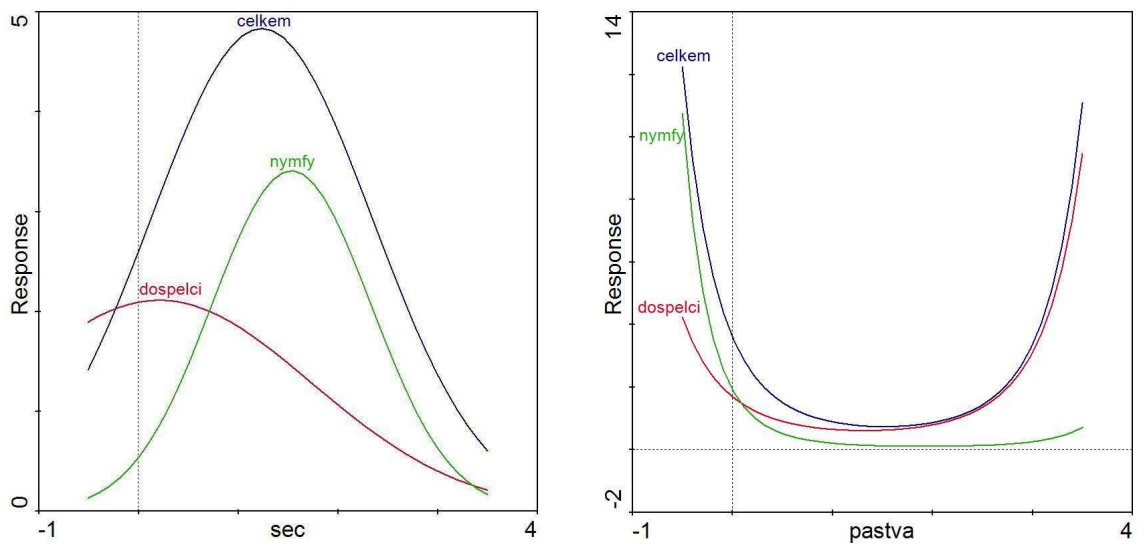
Pozn. 1: GomRuf = *Gomphocerippus rufus*, ChoPar = *Chorthippus paralellus*, OmoVir = *Omocestus viridulus*

Pozn. 2: Grafy A i B představují stejnou situaci, pouze u grafu B byl odebrán druh *Gomphocerippus rufus* a zmenšeno měřítko svislé osy, aby byly lépe patrné i reakce dalších dvou druhů

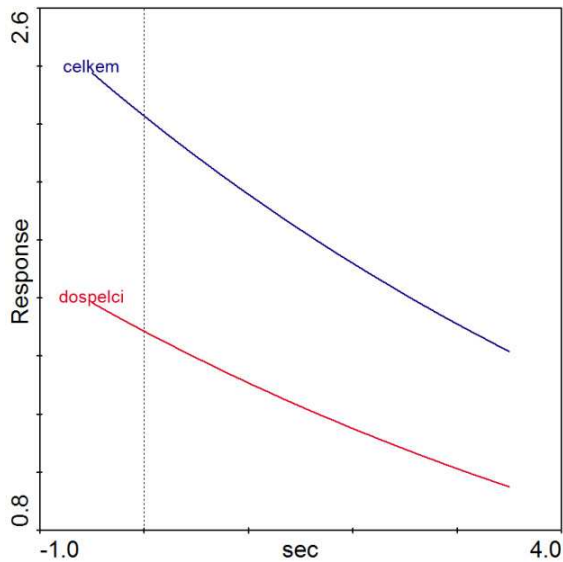


**Obrázek 9:** Generalizovaný lineární model závislosti druhů rovnokřídělých na faktoru seče (odvozeno z CCA modelu II)

Pozn.: ChorBig = *Chorthippus biguttulus*, ChorPar = *Chorthippus paralellus*, EutBrach = *Euthystira brachyptera*, GomRuf = *Gomphocerippus rufus*, MetRoe = *Metrioptera roeselii*



**Obrázek 10:** Generalizovaný lineární model závislosti společenstva rovnokřídělých na faktorech seče a pastvy (odvozeno z RDA modelu III)



**Obrázek 11:** Generalizovaný lineární model závislosti společenstva rovnokřídlých na faktoru seče (odvozeno z RDA modelu IV)

GML modely ukazují (obr. 7-11), že s rostoucí intenzitou seče se snižuje početnost rovnokřídlých, případně že při velké intenzitě dojde k poklesu, ale při malé k nárůstu početností (intenzita seče je zde ovšem reprezentována počtem dní od zásahu, tzn. menší intenzita znamená dorůstající plochy sečené před delší dobou). Pouze u analýzy modelu II (obr. 9) zaznamenaly dva druhy (*Euthystira brachyptera* a *Chorthippus paralellus*) zvyšování početnosti s intenzitou seče.

Výsledky vlivu pastvy jsou druhově specifické, některé GLM modely naznačují pokles druhových početností, jiné nárůst nebo nárůst a pak pokles. Překvapivá je průkazná pozitivní odezva početnosti druhu *Gomphocerippus rufus* na pastvu (viz obr. 8).

## 5. DISKUSE

Cílem práce bylo vyhodnotit vliv seče a pastvy na rovnokřídlý hmyz. Vzorkování probíhalo dvěma metodami (smýkáním vegetace a odchycem do Moerickeho misek) na modelové lokalitě u Nových Losin. Vliv seče a pastvy byl testován pomocí CCA a RDA mnohorozměrných metod. Seč měla průkazný vliv na společenstvo rovnokřídlých, pastva vliv neprůkazný. Podle GLM analýzy byl vliv seče na společenstvo rovnokřídlých negativní. Vliv pastvy byl druhově specifický, bez jednotného trendu. V případě saranče *Gomphocerippus rufus* měla pastva průkazně pozitivní vliv na zvýšenou početnost druhu.

### 5.1. Druhové složení a počty odchycených rovnokřídlých

Znalost druhové rozmanitosti rovnokřídlých v Jeseníkách je známa jen okrajově. Fakticky neexistuje práce, jež by se regionu systematicky věnovala. Staré nálezy je možno vyhledat v kompendiální práci Kolenatiho (1859). Jednotlivé nálezy z regionu a okolí uvádí Dobšík (1951, 1959).

Na lokalitě Přemyslovského sedla bylo dle provedeného vzorkování zaznamenáno 14 druhů. Mezi zjištěnými druhy se nenachází žádný chráněný druh nebo druh z červeného seznamu (Holuša & Kočárek 2005). Dominovaly běžné druhy sarančí – *Omocestus viridulus*, *Gomphocerippus rufus*, *Chorthippus biguttulus*, *Chorthippus parallelus*, *Chrysochraon dispar* a *Euthystira brachyptera*. Hojnými druhy byly také *Metrioptera roeselii* a *Chorthippus apricarius*, ostatní zaznamenané druhy byly odchyceny v nízkých počtech. Za povšimnutí stojí výskyt kobylky hnědé (*Decticus verrucivorus*). Tato kobylka je sice lokálně hojná, ale poslední dobou se stává stále vzácnější (Kočárek 2005).

Výskyt zaznamenaných druhů na lokalitě odpovídá jejich stanovištním nárokům (Kočárek et al. 2005). V porovnání se záznamy z nedalekých Rychlebských hor (Dobšík 1959) nebo inventarizačním průzkumem luk v CHKO Jizerské hory (Vlk et al. 2008) je možno zjištěné druhové složení označit jako obvyklé pro daný typ lokality.

Vzhledem k poměrně intenzivnímu vzorkování lokality lze tyto faunistické údaje považovat za reprezentativní údaj o druhovém složení společenstva rovnokřídlých na loukách a pastvinách Přemyslovského sedla. Pravděpodobné je pouze opomenutí druhů špatně postihnutečných použitými metodami, např. *Barbitistes constrictus* jako stromový druh nebo *Gryllus campestris* jako druh pozemní.

## 5.2. Vliv seče

Provedené analýzy naznačují negativní vliv seče na početnost rovnokřídlých na studované lokalitě. Toto zjištění koresponduje se zjištěními jiných autorů (Braschler et al. 2009; Gardiner & Hassall 2009; Gardiner & Hill 2006; Humbert et al. 2010). Snížení abundancí je z největší části dáno mortalitou při samotném procesu seče (Gardiner & Hill 2006; Humbert et al. 2010). Podle Humberta et al. (2010) dosahuje mortalita způsobená sečí 65–85 %. Další snížení početnosti po seči bývá způsobeno větším rizikem predace (Braschler et al. 2009) či nevhodnými mikroklimatickými podmínkami (Gardiner & Hassall 2009), což vyústí v další mortalitu a emigraci přeživších jedinců (Gardiner & Hassall 2009; Humbert et al. 2010).

Výsledky RDA modelu III (tj. modelu pracujícímu se součty početností, viz obr. 10) dokumentují snížení početností při velké intenzitě seče<sup>1</sup>, při vyznívání vlivu seče (tzn. při střední intenzitě) naopak nárůst. Při seči patrně mnoho jedinců rovnokřídlého hmyzu zemřelo a část přeživších nevhodný habitat opustila. Po nějaké době travní porost povyrostl a plocha mohla být rekolonizována. V takovémto středně vysokém porostu lze předpokládat větší úspěšnost odchyty, neboť smýkání je snazší než ve vysokém, složitě strukturovaném porostu (Gardiner et al. 2005). Tento efekt bude zřejmě silný zejména u drobných nymf, což koresponduje s grafem. Jiné grafy už jasněji indikují negativní vliv seče na společenstvo (obr. 6 a 11).

Saranče *Gomphocerippus rufus* se v zaznamenaném druhovém spektru jeví jako druh na seč nejcitlivější. Početnosti této saranče po provedení seče dramaticky klesly a s vyzníváním vlivu jen pomalu rostly. To je zajímavé i ve srovnání s opačnou odezvou abundance druhu na vliv pastvy (viz níže).

GLM model reprezentující výsledky z metody odchyty do misek (obr. 9) naznačuje zvyšující se početnosti s rostoucí intenzitou seče pro druhy *Euthystira brachyptera* a *Chorthippus paralellus*. Zvýšení počtu jedinců těchto sarančí bezprostředně po seči je velmi nepravděpodobné. Je možné, že po změně podmínek se tyto saranče snažily uniknout z nízkého porostu před predací a přehřátím (Gardiner & Hassall 2009), vykazovaly tudíž větší mobilitu a byly častěji zachyceny v miskách. Pak by se jednalo o metodický artefakt. Saranče *Euthystira brachyptera* je tradičně chápána

---

<sup>1</sup> Termín „intenzita seče“ zde představuje počet uplynulých dní od zásahu – čerstvě posečená louka má tedy nejvyšší intenzitu a tato intenzita s časem postupně klesá (viz tabulku 1, str. 11). Nemá nic společného se způsobem provedení seče – ten byl na všech sledovaných plochách obdobný.

jako typický obyvatel nenarušených stanovišť (Ingrisch & Köhler 1998 in Braschler et al. 2009). Je možno předpokládat, že po provedení seče tento druh usiloval o únik do příznivějších podmínek s vyšší vegetací, což se projevilo vysokou mobilitou. Ordinační diagram CCA modelu (obr. 5) vyhodnotil také blízkce příbuznou saranči *Chrysochraon dispar* jako druh s pozitivním vztahem k seči. V GLM modelu však tento vztah nebyl statisticky průkazný.

Lze tedy shrnout, že okamžitý vliv seče na společenstvo rovnokřídlých na Přemyslovském sedle byl průkazně negativní. *Gomphocerippus rufus* se projevil jako nejcitlivější druh na seč, jeho početnosti se sečí výrazně klesaly. Druhy *Euthystira brachyptera* a *Chorthippus paralellus* své početnosti vlivem seče zvýšily, jedná se však pravděpodobně o metodický artefakt.

### 5.3. Vliv pastvy

Pastva, na rozdíl od seče, není jednorázovým zásahem – její vliv je kontinuální (až do jejího přerušení). Vliv pastevního managementu může být rozdílný podle druhu pasených zvířat, intenzity pastvy i jiných podmínek. Pastva je specifická také rozvolňováním struktury drnu a vznikem plošek obnažené půdy (Mládek et al. 2006).

Saranče *Gomphocerippus rufus* vykazuje průkazně pozitivní reakci na pastvu (obr. 8). Druhu patrně vyhovuje rozrušená struktura drnu a plošky obnažené půdy, které vytváří dobytek pohybem na pastvině (Kočárek *in verb*). S kladným vlivem pastvy kontrastuje záporný vliv seče na tuto saranči. Seč zřejmě vytváří jiné, nevhodné podmínky a navíc způsobuje vysokou mortalitu (Humbert et al. 2010).

Odpovědi ostatních druhů na pastevní management (obr. 8 a 9) jsou vesměs málo výrazné. Funkční odpovědi početností saranče *Chorthippus paralellus* jsou mezi dvěma použitými metodami dokonce protichůdné. To koresponduje s neprůkazností samotného faktoru pastvy v ordinačních modelech a malou vysvětlenou variabilitou. Příčinou může být relativně malé zastoupení pastvy na studované lokalitě. Z ordinačních diagramů (obr. 5 a 6) vyplývá spíše negativní vliv na společenstvo.

GLM pro model III (obr. 10) dokumentuje bimodální odpověď společenstva rovnokřídlých, kdy početnosti jsou nejvyšší bez působení pastvy a při její největší intenzitě. Při nižších intenzitách jsou pak menší. Nabízí se vysvětlení, že některé druhy pod pastevním managementem své početnosti snižují, jiné zvyšují. Odlišné reakce

různých druhů rovnokřídlého hmyzu na pastvu už byly prokázány (Batáry et al. 2007; O'Neill et al. 2003).

Vliv pastvy je hůře posuzovatelný než vliv seče. Některé studie jej vyhodnocují jako spíše negativní (Kruess & Tschardtke 2002), některé naopak jako pozitivní (Holmes et al. 1979) nebo nevýznamný (Batáry et al. 2007). Efekt se může lišit podle druhů rovnokřídlých (Batáry et al. 2007; O'Neill et al. 2003) nebo podle vnějších faktorů, například počasí v dané sezóně (Fielding et al. 2001).

Vliv samotné pastvy na rovnokřídlé Přemyslovského sedla byl dle použitých ordinačních modelů neprůkazný. Ordinační diagramy naznačují spíše negativní vliv, ale celkově se odpověď rovnokřídlých jeví bez jednotného trendu a druhově specifická. Druh *Gomphocerippus rufus* vykazoval průkazně pozitivní reakci na pastvu.

#### **5.4. Implikace poznatků pro management travních porostů**

Samotný proces seče má na společenstva rovnokřídlého hmyzu negativní efekt, což vyplývá z výsledků této práce i prací dřívějších (Braschler et al. 2009; Gardiner & Hill 2006; Humbert et al. 2010). Jako řešení se nabízí snížení frekvence seče (Braschler et al. 2009; Humbert et al. 2010; Marini et al. 2009a) či posunutí termínu seče na pozdější dobu, aby se hmyz stihl rozmnožit (Gardiner & Hassall 2009; Wettstein & Schmid 1999). Dalším důležitým opatřením je ponechávání neposečených refugií, například ve formě pásů při okrajích luk (Braschler et al. 2009; Humbert et al. 2010; Marini et al. 2009a), nesečená místa je však třeba střídat, aby nezarostla dřevinami (Šarapatka et al. 2008). Rozsáhlá velkoplošná seč v jednom termínu představuje pro rovnokřídlé i jiné obyvatele luk velké nebezpečí (Braschler et al. 2009; Marini et al. 2009a; Šarapatka et al. 2008).

I přes negativní okamžitý efekt seče je potřeba louky aktivně udržovat. Jak zjistili Marini et al. (2009b), diverzita rovnokřídlých prvních několik let po opuštění louky zůstává stejná a po asi 5 letech začíná postupně klesat. Pro udržení společenstev rovnokřídlého hmyzu je tedy možná i seč jednou za 2 až 5 let (Marini et al. 2009b). Další studie dokládají, že nízký porost poskytuje dobré termické podmínky pro vývoj vajíček rovnokřídlých (van Wingerden et al. 1991) a že malé pravidelně sečené plošky zvyšují početnost a diverzitu rovnokřídlého hmyzu (Braschler et al. 2009).

Extenzivní pastevní management představuje také dobrý způsob údržby travních porostů. Výhodou je vytváření mikrohabitátů v rámci pastviny – od silně vypasených



a rozdupaných míst po málo ovlivněné plošky (Mládek et al. 2006). Kruess a Tschardtke (2002) navrhuji na pastvinách kombinaci extenzivní pastvy a občasného ponechávání ploch bez managementu po 5 až 10 let. Podle jejich zjištění diverzita (nejen) rovnokřídlých po tuto dobu roste, poté začne klesat.

Obečným doporučením pro hospodaření na travních porostech je snaha o co největší heterogenitu stanovišť (Benton et al. 2003; Konvička et al. 2005; Mládek et al. 2006; Šarapatka et al. 2008). Pracovat v rámci malých půdních bloků, managementové zásahy časově a prostorově odstupňovat, dočasně ponechávat místa bez managementu a tak dále. Různým druhům zpravidla vyhovují různé podmínky a krajina složená z dynamicky se měnících plošek, mezi kterými se druhy stěhují, může být řešením pro aspoň část současných problémů s úbytkem evropské biodiverzity (Benton et al. 2003).

## 6. ZÁVĚR

Rovnokřídlý hmyz (řád Orthoptera) představuje významnou část fauny travních ekosystémů a lze jej vhodně použít pro bioindikaci kvality těchto stanovišť. Práce si klade za cíl vyhodnotit, jak společenstva rovnokřídлых reagují na management travních porostů, tedy seče a pastvu. Pro potřeby terénního výzkumu byl vybrán komplex podhorských luk a pastvin v oblasti Přemyslovského sedla (okres Šumperk), který reprezentuje mozaiku různě zachovalých ploch s různou intenzitou managementu. Vzorkování rovnokřídлых probíhalo pomocí dvou odlišných metod – smýkání vegetace a odchytu do Moerickeho misek. Při návštěvách lokality byl zaznamenáván uplatňovaný management i jiné environmentální charakteristiky.

Celkem bylo odchyceno 2253 jedinců rovnokřídлого hmyzu ve 14 druzích. Vliv seče a pastvy byl testován pomocí mnohorozměrných statistických metod. Seče měla průkazný vliv na studované společenstvo rovnokřídлых, pastva vliv neprůkazný. Efekt seče i pastvy byl dále studován na úrovni odezvy početností jednotlivých taxonů. Většina druhů po provedení seče zaznamenala pokles v početnostech. Vliv pastvy v provedených analýzách nebyl průkazný. Na druhové úrovni se projevila různá odezva početností druhů. V případě saranče *Gomphocerippus rufus* měla pastva průkazně pozitivní vliv, v případě ostatních druhů vliv pastvy nebyl průkazný, respektive byl opět negativní.

Negativní vliv seče na rovnokřídle je možno omezit snížením její frekvence (zpravidla na 1, maximálně 2 seče ročně), oddálením termínu seče (aby hmyz stihl dokončit vývoj) a ponecháváním dočasně neposečených refugií, nejlépe ve formě pásů při okraji pozemku. Je ale důležité si uvědomit, že přes negativní vlivy nelze od managementu upustit, neboť by to znamenalo zánik stanovišť. Kromě seče má své místo v udržování trvalých travních porostů pastva, která by však měla být extenzivní. Obecným doporučením pro jakékoli obhospodařování luk a pastvin by měl být cíl co nejvyšší prostorové i časové heterogenity. Jako nevhodné se v daném ohledu jeví jednorázové velkoplošné seče.

## 7. LITERATURA

- Báldi A., Kisbenedek T. (1997): Orthopteran assemblages as indicators of grassland naturalness in Hungary. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 66: 121–129.
- Batáry P., Orci K.M., Báldi A., Kleijn D., Kisbenedek T., Erdős S. (2007): Effects of local and landscape scale and cattle grazing intensity on Orthoptera assemblages of the Hungarian Great Plain. *Basic Appl. Ecol.*, 8: 280–290.
- Belovski G.E., Slade J.B. (1993): The role of vertebrate and invertebrate predators in a grasshopper community. *Oikos*, 68: 193–201.
- Benton T.G., Vickery J.A., Wilson J.D. (2003): Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends Ecol. Evol.*, 18: 182–188.
- Blumer P., Diemer M. (1996): The occurrence and consequences of grasshopper herbivory in an alpine grassland, Swiss central Alps. *Arctic Alpine Res.*, 28: 435–440.
- Braschler B., Marini L., Thommen G.H., Baur B. (2009): Effects of small-scale grassland fragmentation and frequent mowing on population density and species diversity of orthopterans: a long-term study. *Ecol. Entomol.*, 34: 321–329.
- Dobšík B. (1959): Rovnokřídlý hmyz (Orthoptera) Rychlebských hor. I. část. In: Krkavec F. (ed.): Rychlebské hory. Sborník prací o přírodních poměrech. Krajské nakladatelství v Ostravě, Ostrava.
- Dobšík B. (1951): K poznání Orthoptera a Dermaptera Slezska. *Přír. Sbor. Ostrav. Kraje*, 12: 102–114.
- Fielding D.J., Brusven M.A., Shafii B., Price W.J. (2001): Spatial heterogeneity of low-density populations of *Melanoplus sanguinipes* (Orthoptera: Acrididae) associated with grazing and vegetation treatments. *Can. Entomol.*, 133: 843–855.
- Gardiner T., Hassall M. (2009): Does microclimate affect grasshopper populations after cutting of hay in improved grassland? *J. Insect Conserv.*, 13: 97–102.
- Gardiner T., Hill J. (2006) Mortality of Orthoptera caused by mechanised mowing of grassland. *Br. J. Entomol. Nat. Hist.*, 19: 38–40.
- Gardiner T., Hill J., Chesmore D. (2005): Review of the methods frequently used to estimate the abundance of Orthoptera in grassland ecosystems. *J. Insect Conserv.*, 9: 151–173.
- Haes E.C.M., Harding P.T. (1997): Atlas of grasshoppers, crickets and allied insects in Britain and Ireland. The Stationery Office, London.

- Hofhanzlová E., Ekrť L. (2006): Botanický floristický a vegetační průzkum, návrhy managementu na pozemcích ekofaremu Letní stráň, Nové Losiny a Zempol s.r.o., Vítkov. nepubl. spis, depon. in: Katedra botaniky, Biol. fakulta, JČU, Branišovská 31, České Budějovice.
- Holmes N.D., Smith D.S., Johnston A. (1979): Effect of grazing by cattle on the abundance of grasshoppers on fescue grassland. *J. Range Manage.* 32: 310–311.
- Holuša J., Kočárek P. (2005): Orthoptera (rovnokřídli). In: Farkač J., Král D. & Škorpík M. (eds.) (2005): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- Humbert J.Y., Ghazoul J., Richner N., Walter T. (2010): Hay harvesting causes high orthopteran mortality. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 139: 522–527.
- Ingrisch S., Köhler G. (1998): Die Heuschrecken Mitteleuropas. Westarp Wissenschaften, Magdeburg. In: Braschler B., Marini L., Thommen G.H., Baur B. (2009): Effects of small-scale grassland fragmentation and frequent mowing on population density and species diversity of orthopterans: a long-term study. *Ecol. Entomol.*, 34: 321–329.
- Kleijn D., Sutherland W.J. (2003): How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity. *J. Appl. Ecol.*, 40: 947–969.
- Knop E., Kleijn D., Herzog F., Schmid B. (2006): Effectiveness of the Swiss agri-environment scheme in promoting biodiversity. *J. Appl. Ecol.*, 43: 120–127.
- Kočárek P. (2005): Rovnokřídli hmyz (Orthoptera) České republiky. <http://www1.osu.cz/orthoptera>
- Kočárek P., Holuša J., Vidlička L. (2005): Blattaria, Mantodea, Orthoptera & Dermaptera České a Slovenské Republiky. Kabourek, Zlín.
- Köhler G., Brodhun H.-P., Schaller G. (1987): Ecological energetics of Central European grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Oecologia* 74: 112–121.
- Kolenati F. (1859): Naturhistorische Durchforschung des Altvatergebirges. *Jh. naturwiss. Sect. mähr-schles. Gesell.*, 1: 1–83.
- Konvička M., Beneš J., Čížek L. (2005): Ohrožený hmyz nelesních stanovišť: ochrana a management. Sagittaria, Olomouc.
- Kruess A., Tschardt T. (2002): Grazing intensity and the diversity of Orthoptera, butterflies and trapnesting bees and wasps. *Conserv. Biol.*, 16: 1570–1580.
- Marini L., Fontana P., Battisti A., Gaston K.J. (2009a): Agricultural management, vegetation traits and landscape drive orthopteran and butterfly diversity in a grassland–forest mosaic: a multi-scale approach. *Insect Conserv. Diver.*, 2: 213–220.

- Marini L., Fontana P., Battisti A., Gaston K.J. (2009b): Response of orthopteran diversity to abandonment of semi-natural meadows. *Agric. Ecosyst. Environ.* 132: 232–236.
- Marini L., Fontana P., Klimek S., Battisti A., Gaston K.J. (2009c): Impact of farm size and topography on plant and insect diversity of managed grasslands in the Alps. *Biol. Conserv.*, 142: 394–403.
- Marini L., Fontana P., Scotton M., Klimek S. (2008): Vascular plant and Orthoptera diversity in relation to grassland management and landscape composition in the European Alps. *J. Appl. Ecol.*, 45: 361–370.
- Mládek J., Pavlů V., Hejman M., Gaisler J. (eds.) (2006): *Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích*. VÚRV, Praha.
- Moericke V. (1951): Eine Farbfalle zur Kontrolle des Fluges von Blattläusen, insbesondere der Pflanzschädlerin *M. ersicae* (Sulz.). *Nachrbl. Dtsch. Pflanzschutzd.*, 3: 23–24.
- Novák K. (ed.) (1969): *Metody sběru a preparace hmyzu*. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha.
- O'Leske D.L., Robel R.J., Kenneth E.K. (1997): Sweepnet-collected invertebrate biomass from high- and low-input agricultural fields in Kansas. *Wildlife Soc. B.*, 25: 133–138.
- O'Neill K.M., Olson B.E., Rolston M.G., Wallander R., Larson D.P., Seibert C.E. (2003): Effects of livestock grazing on rangeland grasshopper (Orthoptera: Acrididae) abundance. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 97: 51–64.
- Šarapatka B., Čížková S., Kuras T., Zámečník V. (2008): Trvalé travní porosty a jejich význam pro zvýšení biodiverzity v krajině. In: Šarapatka B., Niggli U. (eds.) (2008): *Zemědělství a krajina: cesty k vzájemnému souladu*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.
- Tolasz R. (ed.) (2007): *Atlas podnebí Česka*. ČHMÚ, Praha & Vydavatelství UP, Olomouc.
- van Wingerden W.K.R.E., Musters J.C.M., Maaskamp F.I.M. (1991): The influence of temperature on the duration of egg development in West-European grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Oecologia*, 87: 417–423.
- Vlk R., Holuša J., Kočárek P. (2008): Kobyly (Orthoptera: Ensifera) a saranče (Orthoptera: Caelifera) Jizerských hor. *Sborník Severočeského Muzea, Přírodní Vědy*, 26: 79–88
- Wettstein W., Schmid B. (1999): Conservation of arthropod diversity in montane wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers. *J. Appl. Ecol.* 36: 363–373.

Zhong-Wei G., Hong-Chang L., Ya-Ling G. (2006): Grasshopper (Orthoptera: Acrididae) biodiversity and grassland ecosystems. *Insect Sci.*, 13: 221–227.

## 8. PŘÍLOHY

**Příloha 1:** Sumární přehled dílčích výsledků pro generalizované lineární modely odpovědi druhů rovnokřídlých na seč a pastvu

Druh <sup>a</sup>	Prediktor	Model	F	P	AIC <sup>b</sup>	Hodnoty regresní rovnice					
						pro intercept			pro prediktor		
						B	SE	T	B	SE	T
GomRuf	seč	I	0,89	< 0,001	371,7	-0,5043	0,1334	-3,7788	1,7613	0,6435	2,7372
ChoPar	seč	I	3,43	0,034	188,2	-0,9722	0,1670	-5,8217	-0,0091	0,4956	-0,0183
MetRoe	seč	I	3,29	0,039	98,9	-1,8539	0,2614	-7,0934	-0,0409	0,8589	-0,0477
GomRuf	pastva	I	5,03	0,007	394,1	-1,0453	0,1204	-8,6799	-3,3703	1,5094	-2,2328
ChoPar	pastva	I	3,56	0,030	187,9	-1,1533	0,1268	-9,0929	-2,1057	2,2301	-0,9442
OmoVir	pastva	I	3,89	0,021	147,9	-1,5006	0,1516	-9,8971	0,4912	6,9086	0,0711
EutBra	seč	II	4,17	0,042	428,9	-2,1334	0,1274	-16,744	0,2149	0,0888	2,4188
GomRuf	seč	II	9,08	0,003	992,2	-1,1145	0,0805	-13,850	-0,6123	0,1102	-5,5539
ChoBig	seč	II	6,67	0,010	570,2	-1,6675	0,1060	-15,729	-0,4586	0,1270	-3,6114
ChoPar	seč	II	5,31	0,022	306,9	-2,5826	0,1590	-16,244	0,2521	0,1081	2,3331
ChoPar	pastva	II	0,017	0,017	314,2	-2,3694	0,1183	-20,036	0,1209	1,6928	0,0714
MetRoe	pastva	II	0,033	0,032	117,7	-3,8609	0,2495	-15,474	0,8053	3,2428	0,2483
celkem	seč	III	6,00	0,003	940,9	0,9532	0,0636	14,989	1,0061	0,1365	7,3684
dospělci	seč	III	9,11	< 0,001	411,0	0,7377	0,0713	10,349	0,0904	0,2026	0,4464
nymfy	seč	III	16,21	< 0,001	913,9	-0,6313	0,1377	-4,5834	2,4198	0,2352	10,2864
celkem	pastva	III	3,57	0,030	964,0	1,2818	0,0375	34,1512	-2,0997	0,4413	-4,7580
dospělci	pastva	III	3,74	0,025	432,7	0,5232	0,0550	9,5187	-1,5450	0,4844	-3,1913
nymfy	pastva	III	3,59	0,029	1050,8	0,6497	0,0517	12,577	-3,0539	1,0975	-2,7826
celkem	seč	IV	6,47	0,011	2244,6	0,8012	0,0302	26,547	-0,1296	0,0276	-4,6983
dospělci	seč	IV	4,24	0,040	2080,0	0,3957	0,0372	10,638	-0,1281	0,0338	-3,7878

a): ChoBig = *Chorthippus biguttulus*, ChoPar = *Chorthippus paralellus*, ChrDis = *Chrysochraon dispar*,  
EutBra = *Euthystira brachyptera*, GomRuf = *Gomphocerippus rufus*, MetRoe = *Metrioptera roeselii*,  
OmoVir = *Omocestus viridulus*

b): AIC = Akaikeho informační kritérium

Pozn.: Uvedeny pouze statisticky průkazné položky (P<0,05)

**Příloha 2: Obrazová příloha**

Západní část komplexu luk a pastvin – v pozadí plochy 5 a 6, uprostřed plocha 8 (pořízeno 8.8.2010)



Pohled z plochy 4 jižním směrem (pořízeno 9.7.2010)