

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přirodovědecká fakulta

Katedra ekologie a životního prostředí



Habitatové preference sarančí *Stenobothrus nigromaculatus* a *Stenobothrus lineatus*

Michaela Barycharová

Bakalářská práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přirodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Bc. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: Mgr. Stanislav Rada

Olomouc 2016

Barycharová M. (2015): Habitatové preference sarančí *Stenobothrus nigromaculatus* a *Stenobothrus lineatus*. Bakalářská práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého Olomouc, 33 s., v češtině.

Abstrakt

Saranče čárkovaná je hojným druhem, avšak saranče černoskvorná se stává vzácnější kvůli degradaci a ztrátě heterogenity prostředí. Cílem práce bylo porovnat habitatové preference saranče černoskvorné a saranče čárkované a také zjistit poznatky o vzácnější saranči černoskvorné, které by v budoucnu mohly posloužit k její ochraně. Výzkum probíhal na přírodní památce Miroslavské kopce v roce 2015. V srpnu 2015 byla pomocí transektů zaznamenána početnost obou druhů. Na každém transektu byly zaznamenány environmentální charakteristiky a počasí, poté byly na topografické mapě zjištěny sklon a expozice. Na lokalitě bylo zaznamenáno celkem 11 sarančí černoskvorných a 16 sarančí čárkovaných. Vliv habitatových preferencí byl testován pomocí mnohorozměrné analýzy; GLM modelů a t-testů. Obnažená půda byla nejvýznamnější faktor a měla pozitivní vliv na výskyt saranče černoskvorné, a u saranče čárkované byla reakce na obnaženou půdu opačná, tedy negativní. Dalším z faktorů, u kterých se rozcházela preference sarančí, byla pokryvnost travin. Saranče čárkovaná reagovala pozitivně na pokryvnost travin. Aby se saranče černoskvorná nestala ještě vzácnější, je třeba pečovat o lokality, kde se vyskytuje. Je třeba zabránit sukcesi, buď extenzivní pastvou nebo sečí a redukovat náletové dřeviny.

Klíčová slova: Miroslavské kopce, saranče černoskvorná, saranče čárkovaná, vegetace, obnažená půda

Barycharová M. (2016): Habitat preferences of *Stenobothrus nigromaculatus* and *Stenobothrus lineatus*. Bachelor's thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc, 33 pp., in Czech.

Abstract

The stripe winged grasshopper (*Stenobothrus lineatus*) is an abundant species nevertheless the black-spotted grasshopper (*Stenobothrus nigromaculatus*) becomes scarcer because of the environment degradation and heterogeneity loss. The objective of this thesis was to compare habitat preferences of the black-spotted grasshopper and stripe winged grasshopper and also to determine findings about the scarcer black-spotted grasshopper, which could be applied for its protection in the future. The research proceeded in the natural monument Miroslav Hills (Miroslavské kopce) in 2015. Abundance of both species was recorded by means of transects in August 2015. Environmental characteristics and weather were recorded in each of transects; then the gradient and exposition were set in the topographic map. Totally 11 black-spotted grasshoppers and 16 stripe winged grasshopper were recorded in the locality. The influence of the habitat preferences was tested by means of the multi-dimensional analysis; GLM models and t-tests. The exposed soil was the most important factor and affected the occurrence of the black-spotted grasshopper positively and the response of the stripe winged grasshopper to the exposed soil was opposite, i.e. negative. Cover of grasses was another factor, where preferences of grasshoppers differed. The stripe winged grasshopper responded to the grasses cover positively. For the black-spotted grasshopper not to become even scarcer, it is necessary to take care of localities, where it affects. It is necessary to prevent succession, either by an extensive pasture or by felling and to reduce aerochoric woody plants.

Key words: Miroslav Hills, black-spotted grasshopper, stripe winged grasshopper, vegetation, exposed soil

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Stanislava Rady s použitím citované literatury.

V Olomouci 29.července 2016

Podpis:

Obsah

Seznam obrázků	viii
Seznam příloh	ix
Poděkování.....	x
1. ÚVOD	11
1.1. Habitatové preference.....	11
1.2. Rovnokřídli.....	12
1.3. Studované druhy – saranče čárkovaná a saranče černoskvřinná	13
2. CÍLE PRÁCE	16
3. MATERIÁL A METODY	17
3.1. Charakteristika lokality	17
3.2. Terenní metody.....	18
3.3. Analýza dat.....	20
4. VÝSLEDKY	22
5. DISKUSE	26
5.1. Habitatové preference.....	26
5.2. Implikace pro ochranu přírody	27
6. ZÁVĚR.....	30
7. LITERATURA	31
8. PŘÍLOHY	34

Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled výsledků RDA modelu.....	23
Tabulka 2: Výsledky GLM modelu	23
Tabulka 3: Výsledky dvouvýběrového t-testu	24

Seznam obrázků

Obrázek 1: Mapa s vyznačením NPP Miroslavské kopce	18
Obrázek 2: Transekty, na kterých byl prováděn sběr dat	20
Obrázek 3: Ordinační diagram RDA	22
Obrázek 4: Generalizovaný lineární model (GLM).....	23
Obrázek 5: Krabicové grafy pro jednotlivé druhy.....	25

Seznam příloh

Příloha 1: Fotografie saranče čárkované samec a samice.....	34
Příloha 2: Fotografie saranče černoskvřnné samec a samice.....	34
Příloha 3: NPP Miroslavské kopce - pohled z 1. transektu	35
Příloha 4: Pohled z kopce s 4. transektem, severním směrem.	35
Příloha 5: Pohled z 3. transektu.	36

Poděkování

Na tomto místě bych v první řadě ráda poděkovala svému vedoucímu práce Mgr. Stanislavu Radovi, za jeho cenné rady, ochotu a čas, který mi při psaní mé bakalářské práce věnoval. Také mu děkuji za sestrojení krabicových grafů v programu R a za velkou pomoc při statistické analýze v programu Canoco. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za podporu.

1. ÚVOD

1.1. *Habitatové preference*

Fyzikální a chemické podmínky navozují v organismu určitý fyziologický stav, případně indukují odpovídající fyziologické změny. A právě fyziologická odpověď organismu na životní podmínky rozhoduje o tom, zda se v daném prostředí může či nemůže vyskytovat. Organismy obvykle přezívají v celém rozpětí snesitelného kontinua, ale růst mohou jen v omezeném rozpětí a pro rozmnožování potřebují ještě užší hranice (Townsend et. al 2010). Podle přizpůsobení k životu v daných podmínkách rozeznáváme organismy stenotopní a eurytopní. Stenotopní organismy jsou schopné žít v úzkém rozmezí podmínek prostředí, většinou se jedná o specializované druhy a organismy eurytopní jsou schopny tolerovat velký rozsah podmínek prostředí (Jakrllová & Pelikán 1999).

Prostředí populace tvoří biotické a abiotické faktory. K abiotickým faktorům patří podmínky prostředí, které ovlivňují natalitu a mortalitu organismů. Jejich společnou vlastností je, že jsou nezávislé na populaci, kterou ovlivňují. Podmínky prostředí na rozdíl od zdrojů nemohou být konzumovány ani jinak spotřebovávány organismy. Příkladem podmínky mohou být vnější teplota, vlhkost, pH, struktura půdy, proud, salinita, koncentrace polutantů a minerální látky. Nejvýznamnější podmínkou prostředí je teplota. Její izotermy často vymezují severní hranici areálu druhu a mají zásadní vliv na distribuci organismů (Tkadlec 2013).

Na organismus mohou působit vlivy, které vyplývají z interakce mezi jednotlivými organismy – sousední organismus stejného či jiného druhu. Tyto vlivy označujeme jako biotické faktory. Podmínky prostředí mohou vstupovat do vzájemných interakcí. Vznikají tak specifická prostředí, do kterých přirozeně vstupují pouze ty druhy, které mají odpovídající nároky na prostředí (Šarapatka & kolektiv 2010). Za důležitý biotický faktor je považován vegetační typ. Mozaika různých podnebí odráží druhovou skladbu vegetace a živočišstva, které se navzájem ovlivňují. Samotné rostliny fungují jako samostatné mikrohabitaty a vytvářejí celou škálu potravních zdrojů pro herbivory. Podoba terestrického společenstva je určena zejména příslušnou vegetací, a proto jsou společenstva tříděna podle ní, označujeme je jako biomy (Townsend et. al 2010). Vegetační pokryv závisí na klimatických podmínkách (světlo, teplota, vlhkost), vlastnostech půdy (půdní typ, minerální bohatost, půdní vlhkost) a znečišťujících látkách

(Šarapatka & kolektiv 2010). Její charakter také určuje nadmořská výška a orientace vůči světovým stranám a lokální topografie terénu – na návětrné straně je jiná druhová skladba vegetace a živočišstva než na závětrné, kde je teplejší vzduch a méně srážek. Rozdílná druhová skladba organismů je také na jižně a severně exponovaných svazích (Townsend et. al 2010).

Charakter vegetace patří mezi významné faktory ovlivňující bezobratlé. Torma, Gallé & Bozsó (2014) sledovali jaký vliv má typ vegetace, okolní půda a fragmentace zemědělské krajiny s posledními plochami luk na složení společenstva bezobratlých v jižním Maďarsku. Zjistili, že vliv typu vegetace byl vyšší u herbivorů (některé druhy ploštic a rovnokřídlých) než u karnivorních druhů (pavouci, kobyly a karnivorní druhy ploštic). Druh vegetace významně ovlivňoval rovnokřídlé. Fartmann et. al (2012) ve své studii zkoumali rovnokřídlé jako ekologické indikátory sukcesních stádií stepních trávníků ve střední Evropě. Zjistili, že nejvyšší druhová bohatost specialistů byla v rané sukcesní fázi. Avšak nejvyšší hustota všech druhů nastala ve střední fázi sukcese. Joern (1982) zjistil, že se rovnokřídlí nevyskytují na plochách náhodně, ale mají jednoznačné habitatové preference v souvislosti s vegetační strukturou. Mnoho druhů bylo nalézáno především nebo výhradně na otevřených plochách, jiné druhy se nacházely v poměrně hustém vegetačním pokryvu. Mezi další zásadní faktory patří: teplota, humidita, intenzita světla a další přírodní podmínky, dále dostupnost potravy, vhodnost habitatu pro kladení vajíček a úkryt.

1.2. Rovnokřídlí

Rovnokřídlí (*Orthoptera*) se řadí do podtřídy *Pterygota* a infratřídy *Neoptera* (Kočárek et. al 2015). Jsou morfologicky mnohotvárnou skupinou, která se dělí na dva podřády – kobyly (*Ensifera*) a saranče (*Caelifera*), v minulosti byly však považovány za samostatné řády. Patří mezi nejpočetnější zástupce hmyzu na bezlesých stanovištích a také k nejlépe prostudovaným skupinám hmyzu v Evropě. V současné době je popsáno přibližně 26 000 druhů v asi 4 200 rodech. Většina zástupců rovnokřídlého hmyzu je teplomilná a největší druhová diverzita řádu je v oblasti tropů a subtropů. V České republice byl prokazatelně zaznamenán výskyt 96 druhů (Kočárek et. al 2005), z nichž 29 druhů je zahrnuto do posledního publikovaného červeného seznamu (Holuša & Kočárek 2005). Některé druhy teplomilných kobylek a sarančí se subpontickým či

submediteránním rozšířením dosahují v České a Slovenské republice severní hranice svého výskytu (Kočárek et. al 2005).

Druhy rovnokřídlého hmyzu, vyskytujícího se ve střední Evropě, dosahují velikosti od 2,5 mm do 75 mm, většina druhů dosahuje velikosti od 15 mm do 30 mm. Celkový tvar těla je relativně rozmanitý od oválných přes stranově po dorzoventrálně zploštělé druhy. Sklerotizace povrchu těla je u sarančí silnější než u kobylek. Jejich první pár křídel je přeměněný v krytky a kryje druhý pár blanitých křídel. Základní zbarvení těla je kryptické. U bylinných a stromových druhů je zbarvení v různých odstínech zelené, žluté a hnědé. U druhů podzemních a zemních je zbarvení těla hnědé nebo černé. Rovnokřídlý hmyz se vyznačuje akustickým dorozumíváním, které se vyvinulo u samečků. Zvuk je vytvářen zejména stridulací. U cvrčků a kobylek může stridulace probíhat vzájemným třením dvou krytek o sebe a u sarančí třením stridulačního hřebenu na vnitřní straně zadního stehna o vystupující žilky na krytkách nebo o zadeček. Stridulace je u většiny skupin druhově specifická a hraje zásadní roli při vzájemném vyhledávání obou pohlaví. Samečci často vyhledávají akusticky výhodná místa – koruny stromů, rezonující dřevo apod. pro zvýšení účinnosti stridulace (Kočárek et. al 2015).

Většina kobylek je všežravá, u některých druhů však převažuje živočišná (např. *Saga pedo*) nebo rostlinná potrava (z našich např. rody *Leptophyes*, *Phaneroptera*, *Polysarcus*). Saranče jsou zpravidla málo specializovaní býložravci, v České republice se dravé druhy nevyskytují. Typickými biotopy rovnokřídlého hmyzu jsou travnobylinná společenstva od mokřadních luk přes horské louky až po xerothermní stepi. Kobylky se vyskytují zpravidla na stromech, keřích a vyšších rostlinách. Cvrčci obývají povrch půdy a krtonožky žijí v podzemních chodbách. Několik druhů koníků se vyskytuje v jeskynních. Obývaná stanoviště sarančí jsou méně rozmanitá než u kobylek. Většina druhů žije na nízké vegetaci, v trávě a na bylinách. Dále se mohou vyskytovat na keřích, stromech nebo obnažené půdě. Saranče jsou v našich podmínkách převážně suchomilné a teplomilné a největší diverzity dosahují na stepních lokalitách. Kobylky jsou na rozdíl od sarančí obecně vlhkomilnější (Kočárek et. al 2015).

1.3. Studované druhy – saranče čárkovaná a saranče černosvrnná

Saranče čárkovaná (*Stenobothrus lineatus*, Panzer – 1796) patří do čeledi *Acrididae*. Jedná se o stenotopní druh, ale poměrně hojný druh nížin a pahorkatin. Samci dorůstají velikosti 14,7–19,0 mm a samice dorůstají velikosti 20,5–27,0 mm. Saranče

čárkovaná má značně proměnlivé zbarvení, základní zbarvení těla je nejčastěji zelené, méně pak zelenohnědé nebo žlutohnědé. Ve výjimečných případech může docházet k projevu erythrismu, což je atypické růžové nebo fialové zbarvení. Zpevněná přední křídla (krytky) jsou tmavě zbarvená s výraznou bílou skvrnou (stigma), která se nachází v zadní části krytek. Krytky chrání druhý pár blanitých křídel, která jsou zašedlá. Boční žebra štítu jsou bíle lemovaná a zadní holeně jsou žluté až oranžové. Saranče čárkovaná má specifickou a nezaměnitelnou stridulaci, která je však poměrně tichá a slyšitelná přibližně na 5 metrů. Skládá se ze skřípavých zvuků, ve kterých se střídají hlubší a vyšší tóny (Kočárek 2015 et. al).

Saranče černoskvorná (*Stenobothrus nigromaculatus*, Herrich-Schäffer – 1840) patří také do čeledi *Acrididae*. Jedná se o řídce se vyskytující saranči s roztroušenými lokalitami v Čechách a v jižní části Moravy (Holuša 2003). Saranče černoskvorná je teplomilný druh. Samci dorůstají velikosti 10,0–20,0 mm a samice dorůstají velikosti 18,0–25,0 mm. Jejich tělo je většinou zelené, méně často žlutohnědé a výjimečně i šedohnědé. Přední křídla (krytky) jsou světle hnědé s oddělenými černými skvrnami v mediálním poli. V apikální části se nachází bílé stigma. U samic krytky zasahují asi do dvou třetin délky zadečku a u samců nepřesahují zadeček nebo přesahují nepatrně. Blanitá křídla jsou čirá. U samců je zadeček zbarvený oranžově a u samic je zadeček šedavý. Stridulace je dobře slyšitelná, zní jako intenzivní cvrčení, na začátku fráze je tišší a poté postupně zesiluje. Samci stridulují pouze za teplého a slunečného počasí (Kočárek et. al 2015).

Saranče čárkovaná obývá různé typy mezofilních a suchých luk, kde preferuje nízký travní porost – sešlapávané plochy, řídké trávníky a extenzivní pastviny. Xerothermním biotopům s nízkou pokryvností, jako jsou skalní stepi nebo písčiny se vyhýbá. Saranče černoskvorná se vyskytuje na osluněných biotopech s nízkým a řídkým vegetačním pokryvem a velkým podílem obnažené půdy. Přežívá i na velmi malých ploškách vhodného habitatu. Typický habitat saranče černoskvorné je lom, písčina nebo step (Kočárek et. al 2015). Holuša (2003) prováděl v NP Podyjí a okolí faunistický průzkum sarančí, kobylek a švábů. Zjistil, že se saranče čárkovaná vyskytovala hojně v krátkostébelných xerothermních trávnících a řídce porostlých lokalitách. A saranče černoskvorná, která je xerofilním druhem a má areály se středem v provincii stepí, se vyskytovala na mozaikách skalních výchozů se spoře porostlými plochami a na místech spoře porostlých s vyšší vegetací, které tvořily mozaiku. Behrens & Fartmann (2004) studovali saranči černoskvornou v regionu jižního Vestfálska a severního Hessenska, kde

jsou relativně nízké srážky. Saranče černoskvřnná upřednostňovala ve zkoumané ploše nízké porosty travin, suché mikroklima s vysokým slunečním ozářením. Saranče černoskvřnná se vyskytovala v místech s nízkou vegetační pokryvností, která jsou udržována extenzivní pastvou a byla zřetelně silnější xerofil a termofil, než je saranče čárkovaná. Samietz, Berger & Kohler (1996) prováděli výzkum na zranitelnost populace saranče čárkované. Zjistili, že saranče čárkovaná má negativní vztah k vegetaci vyšší než 30 cm a velmi pozitivní vztah ke sveřepu vzpřímenému (*Bromus erectus*), který dodává okolí vyšší vlhkost a vytváří tak mikroklima, které je velmi důležité pro rozmnožování sarančí. Zejména v období kladení vajíček.

I přes dosavadní práce, týkající se habitatových preferencí saranče černoskvřnné a saranče čárkované, není dosud tato otázka uspokojivě dořešena. Je třeba zjistit další poznatky o jejich habitatových preferencích, zejména kvůli potenciální ochraně saranče černoskvřnné. V České republice doposud nebyl proveden výzkum na toto téma.

2. CÍLE PRÁCE

Předložená práce je zaměřena na tyto stěžejní cíle:

- Porovnání habitatových preferencí saranče čárkované a saranče černoskvrnné a identifikace klíčových rozdílů.
- Hlubší poznání habitatových preferencí vzácnější saranče černoskvrnné a návrh opatření pro její ochranu.

3. MATERIÁL A METODY

3.1. Charakteristika lokality

Výzkum byl prováděn v národní přírodní památce Miroslavské kopce (obr. 1) v jižní části obce Miroslav (souřadnice: 48°56'51''N, 16°18'45''E). Administrativně náleží území Jihomoravskému kraji a okresu Znojmo. Lokalita má rozlohu 30,8 ha a je situovaná v nadmořské výšce od 293 do 302 m n. m. Tvoří ji 7 samostatných nížinných pahorků. Miroslavské kopce spadají do geomorfologického celku Dyjsko-svrateckého úvalu a podcelku Drnoholecká pahorkatina. Podle fytogeografického členění se lokalita nachází v oblasti panonského termofytika. Podloží NPP tvoří vrstvy miroslavského slepence, který je řazený k prvohorním horninám svrchního karbonu. Na miroslavské slepence navazují třetihorní miocenní křemenné písky a štěrky. V menší míře se vyskytují neogenní písčité sedimenty a spraše. Na území jsou zastoupeny půdní typy: pararendzina, modální litozem a černozem (Ministerstvo životního prostředí 2004). Podle Quittova klimatického členění spadá NPP do teplé oblasti T2. Průměrná roční teplota je od 8,5 °C. Průměrný roční úhrn srážek je okolo 500 mm (Tolasz 2007).

Na Miroslavských kopcích se vyskytuje charakteristická panonská vegetace. Na většině dílčích ploch NPP se vyskytují subpanonské stepní trávníky. Na výchozech a na obnaženém skalním podkladě se nachází bazifilní vegetace efemér a sukulentů bez převahy netřesku výběžkatého. Menší plochy NPP zarůstají vysokými mezofilními a xerofilními křovinami. Provádí se zde pravidelný management zejména sečí a redukováním invazivních dřevin (trnovník akát, borovice černá). Vhodným managementem je také pastva ovčí, která je významná pro plochy zarůstající ovsíkem nebo třtinou křovištní (Ministerstvo životního prostředí 2004).



Obrázek 1: Mapa s vyznačením NPP Miroslavské kopce.

Mapový podklad: http://www.nature.cz/natura2000/narizeni_vlady/CZ0620147.html.

3.2. Terenní metody

Pozorování jsem prováděla v srpnu 2015. Lokalitu jsem navštěvovala od 6. srpna do 30. srpna. Na jednotlivých stepních enklávách Miroslavských kopců bylo vytyčeno 7 transektů (obr. 2), které byly vymezeny podle jasně viditelných hranic nebo stálých objektů v krajině (cesta, okraj lesa, vodárna, skála). Jejich průměrná délka byla 100 m (nejdelší transekt měřil 120 m, nejkratší 60 m). Transekty o šířce 2 m byly vytyčeny přibližně severojižním směrem a rozděleny na části po 10 metrech.

Návštěvy lokality byly prováděny pouze za příznivého počasí, což bylo za přímého oslunění, vyšší teploty, bezvětrí a oschlého vegetačního pokryvu. Nepříznivé klimatické podmínky by totiž znamenaly sníženou aktivitu sarančí. Proto jsem lokalitu navštěvovala od 11:00 do 15:00 h. Při příchodu na lokalitu byla zaznamenána teplota vzduchu teploměrem a zapsán čas. Poté byly vytyčeny transekty pomocí pásma. Pro každý desetimetrový úsek transektu byly zaznamenány tyto charakteristiky:

- výška spodní etáže porostu
- výška horní etáže porostu
- procentuální pokryvnost travin
- procentuální pokryvnost dvouděložných rostlin
- procento obnažené půdy

- procentuální pokryvnost stařiny
- procentuální pokryvnost dřevin
- procentuální zastoupení skály a kamení

Charakteristiky porostu jako je pokryvnost a zapojenost porostu jsem odhadovala vizuálně. Výšku spodní a horní etáže jsem měřila svinovacím metrem. Charakteristiky porostu byly pro každý desetimetrový úsek zjišťovány opakovaně každý metr. Později byl z těchto deseti hodnot udělán průměr. Za celou návštěvu lokality byla zohledněna síla větru (0 = bezvětří, 1 = vánek, 2 = slabý vítr) a oblačnost (1 = jasno, 2 = polojasno, 3 = oblačno). Z topografické mapy jsem poté zjistila expozici svahu a sklon svahu. Na každém transektu byla zaznamenána početnost dospělců obou druhů sarančí včetně pohlaví. Transekty byly procházeny rovnoměrně, aby bylo zachováno rovnoměrné vzorkovací úsilí. Saranče jsem vyhledávala sluchem podle stridulace samců, zejména samec saranče čárkované má specifický zvuk stridulace. Dále vizuálním pozorováním anebo odchytom pomocí smýkací sítě.



Obrázek 2: Transekty, na kterých byl prováděn sběr o početnosti sarančí a charakteru vegetace. Mapový podklad: mapy.cz.

3.3. Analýza dat

K testování jsem použila program Canoco 5 (TerBraak & Šmilauer 2012), ve kterém byl sestaven mnohorozměrný RDA model (viz Herben & Münzbergová 2011). Testovanými proměnnými byla početnost dvou sledovaných druhů sarančí a environmentální data. Z důvodu poměrně nízkého zastoupení saranče černoskvřnné a

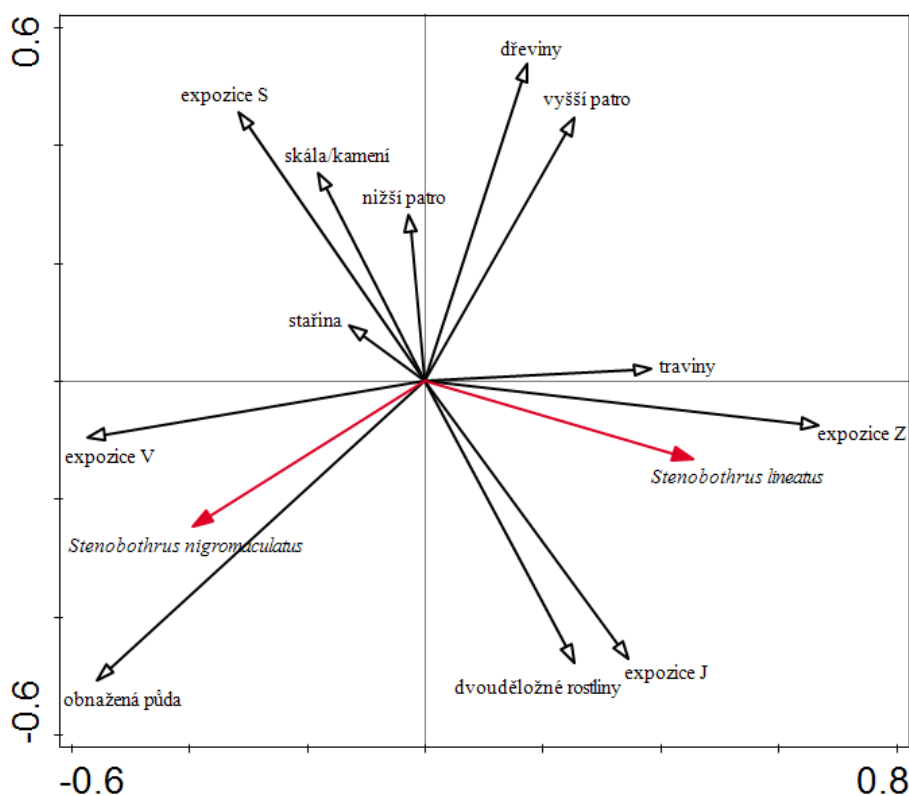
čárkované jsem nezohlednila pohlaví. Závisle proměnnou byly zvoleny početnosti sarančí a nezávisle proměnná zahrnovala environmentální data, tzn. výška horní a spodní etáže a procentuální zastoupení travin, dvouděložných rostlin, dřevin, obnažené půdy, stařiny, skály a kamení. Zahrnut byl též sklon a expozice svahu. Teplota, síla větru, oblačnost a příslušnost k jednotlivému kopci vystupovaly v analýze jako kovariáty. Průkaznost modelu a jednotlivých vysvětlujících proměnných byla testována Monte Carlo permutačním testem (999 opakování). Na základě RDA modelu byl pro každou environmentální charakteristiku zvlášť sestrojen generalizovaný lineární model (GLM) s poissonovou distribucí.

Ve statistickém programu NCSS 9 (Hintze 2013) byly zpracovány t-testy, které hodnotily, zdali je statisticky významný rozdíl (na 5 % hladině významnosti) v hodnotě dané charakteristiky mezi úseky s výskytem daného druhu saranče a úseky bez výskytu daného druhu. Získala jsem tak výsledky, které poukazují na vztah mezi environmentálními daty a výskytem druhů sarančí. Použitím softwaru R 3.2.0 (R Core Team 2015) byly vytvořeny krabicové grafy za účelem vizuálního zobrazení těchto vztahů.

4. VÝSLEDKY

V období od 6. srpna do 30. srpna 2016 bylo metodou transektů na lokalitě NPP Miroslavské kopce zjištěno celkem 11 sarančí černoskvřnných a 16 sarančí čárkovaných. V programu Canoco byl sestrojen mnohorozměrný RDA model vycházející z počtu obou druhů a zjištěných environmentálních charakteristik (obr. 3, tab. 1). V ordinačním diagramu (obr. 3) jsou vidět rozdíly v preferencích dvou zkoumaných druhů. Saranče černoskvřnná reagovala pozitivně hlavně na obnaženou půdu a částečně na stařinu a skálu a kamení. Negativně reagovala na dřeviny a vyšší vegetační pokryv. Saranče čárkovaná pozitivně reagovala na pokryvnost travin a negativně na obnaženou půdu, skálu a kamení. S oběma druhy částečně korelovala pokryvnost dvouděložných rostlin.

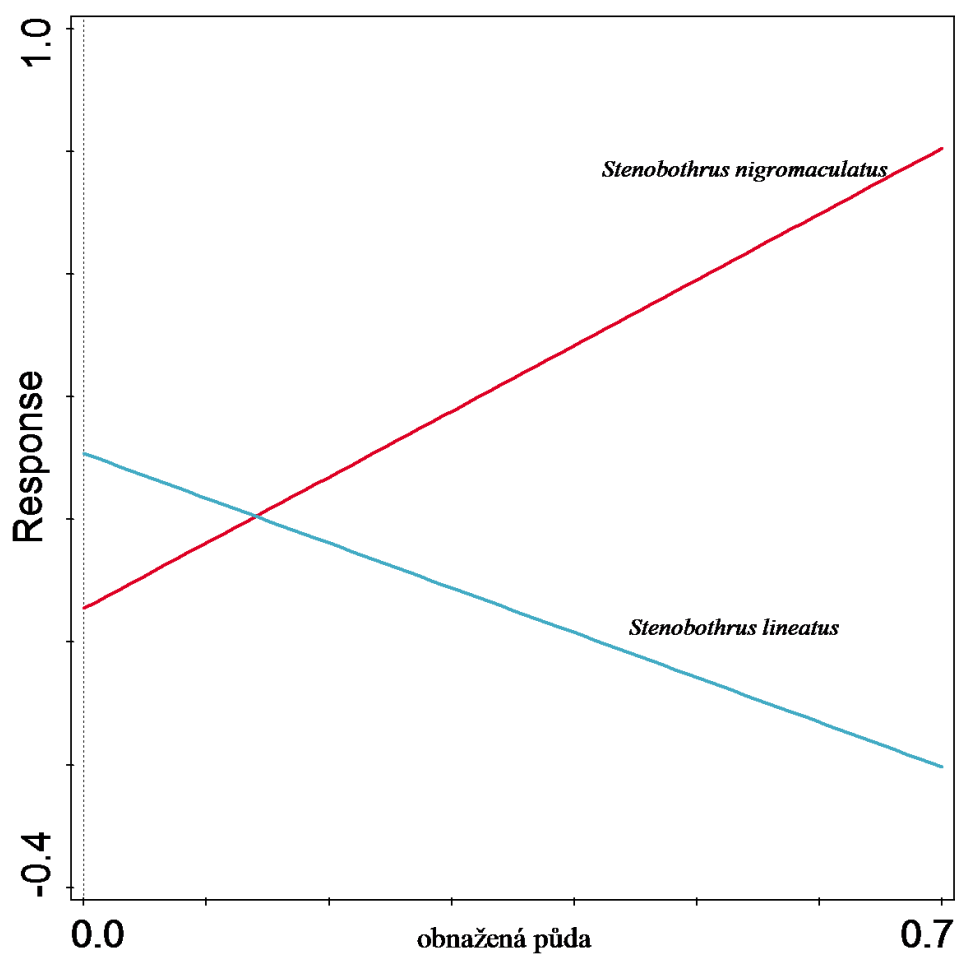
Výsledky GLM modelů jsou v tabulce 2 a na obrázku 4 (pouze statisticky významné vztahy; $P < 0,05$). Ze zhotovených GLM modelů pro jednotlivé charakteristiky byl statisticky průkazný ($P < 0,05$) pouze model pro obnaženou půdu (tab. 2, obr. 4). Ukazuje, že s vyšším procentuálním zastoupením obnažené půdy se zvyšoval výskyt saranče černoskvřnné. Výskyt saranče čárkované se snižoval, ale statisticky neprůkazně. Přesto jsem tento vztah do obr. 4 pro ilustraci zahrnula.



Obrázek 3: Ordinační diagram RDA – habitatové preference sarančí černoskvřnné (*Stenobothrus nigromaculatus*) a čárkované (*Stenobothrus lineatus*).

Tabulka 1: Přehled výsledků RDA modelu. Celková variabilita vysvětlená modelem byla 22,2 %. Test modelu ($F=1,5$; $p=0,119$) i první kanonické osy ($F=13,4$; $p=0,06$) byl na hranici statistické významnosti.

Osa	1	2
Vysvětlená variabilita osy	0,1878	0,0345
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0,5538	0,2985



Obrázek 4: Generalizovaný lineární model (GLM) závislosti sarančí na obnažené půdě.

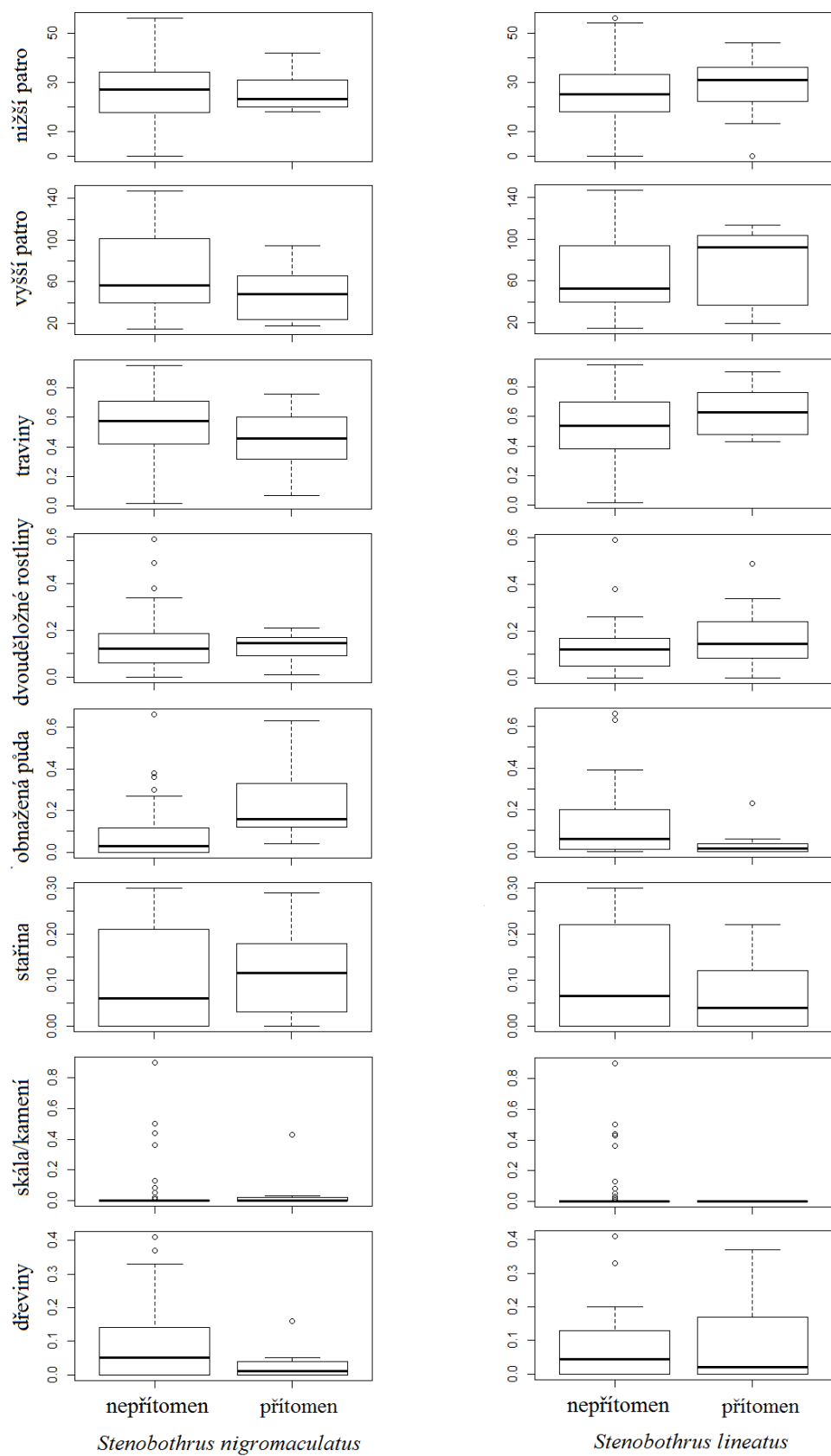
Tabulka 2: Výsledky GLM modelu, preference sarančí na obnažené půdě.

	R^2	F – test	P
Saranče černoskvřnná	11,9	9,2	0,00344

Získaná data byla dále zpracována v programu NCSS 9 dvouvýběrovým t-testem. Cílem bylo zjistit, jestli existuje statisticky významný rozdíl v hodnotě dané environmentální charakteristiky mezi úseky, kde se daný druh saranče vyskytoval a úseky bez výskytu saranče. T-testy byly spočítány pro všechny environmentální charakteristiky, v tabulce 3 uvádím pouze výsledky statisticky významné ($P < 0,05$). T-testy poukazují na průkaznou reakci saranče čárkované na obnaženou půdu a skálu a kamení; saranče černoskvnné na obnaženou půdu a dřeviny. V dodatečně sestrojených krabicových grafech (obr. 5) vidíme zobrazení těchto průkazných vztahů i dalších (neprůkazných) vztahů. Reakce saranče černoskvnné na zastoupení obnažené půdy byla pozitivní, zatímco reakce saranče čárkované negativní. Na zastoupení dřevin byla reakce saranče černoskvnné negativní a reakce saranče čárkované na zastoupení skály a kamení negativní. Za povšimnutí stojí také rozdílné reakce obou druhů na pokryvnost travin (neprůkazné, ale přesto viditelné) – pozitivní u saranče čárkované, negativní u saranče černoskvnné.

Tabulka 3: Výsledky dvouvýběrového t-testu spočítané v programu NCSS 9 (pouze průkazné testy).

	Saranče černoskvnná		Saranče čárkovaná	
	t	p	t	p
Dřeviny	2,579	0,017	–	–
Skála/kamení	–	–	2,683	0,010
Obnažená půda	2,923	0,005	3,280	0,002



Obrázek 5: Krabicové grafy zobrazující hodnoty environmentálních charakteristik mezi úseky, kde se daný druh saranče vyskytoval a úseky bez výskytu saranče.

5. DISKUSE

Cílem práce bylo porovnat habitatové preference saranče černoskvorné a saranče čárkované a identifikovat klíčové rozdíly mezi těmito zkoumanými druhy na lokalitě NPP Miroslavské kopce. Zjištěné poznatky přispějí k hlubšímu poznání habitatových preferencí vzácnější saranče černoskvorné a případně k její ochraně. Podle GLM analýzy a dvouvýběrového t-testu mělo zastoupení obnažené půdy průkazný vliv na výskyt saranče černoskvorné. Z analýz byly zjištěny rozdíly mezi habitatovými preferencemi dvou studovaných druhů a jako nejvýznamnější faktor vystupuje ve všech analýzách procento obnažené půdy, přičemž na saranče černoskvorné má pozitivní vliv a na saranče čárkované negativní.

Celkem bylo pozorováno 16 sarančí čárkovaných a 11 sarančí černoskvorných. Velikost populací sarančí byla na lokalitě poměrně malá, což znamená snížení hodnoty analýz. I přesto však tato řídká data umožnila odhalení hlavních patrností v habitatových preferencích obou druhů a byly zjištěny jejich rozdíly. Behrens & Fartmann (2004) také ve svém výzkumu nenalezli saranče černoskvorné hojně, vyskytovala se na 11 % studijních ploch (na 9 z 82). Celkem bylo nalezeno 25 dospělců na 20 m². Tyto plochy byly jižně orientované. Poniatowski & Fartmann (2008) našli na svých studijních lokalitách saranče čárkovannou poměrně hojně. Celkem bylo zjištěno 79 dospělců.

5.1. Habitatové preference

RDA model (obr. 3, tab. 1) vysvětlil 22,2 % variability v datech. Významnými faktory jsou charakteristiky porostu, zejména obnažená půda a pokryvnost travin. Saranče černoskvorná se vyskytovala na plochách s vyšším podílem obnažené půdy, a negativně reagovala na vyšší patro vegetace. V GLM modelu (obr. 4, tab. 2) je signifikantně významná pozitivní korelace obnažené půdy a výskytu saranče černoskvorné. T-testy poukazují na průkaznou reakci saranče černoskvorné na obnaženou půdu a dřeviny; saranče čárkované na obnaženou půdu.

Behrens & Fartmann (2004) došli ve své studii k podobným závěrům, že se saranče černoskvorná vyskytuje na lokalitách se zastoupením travin, kde je celková pokryvnost vegetace 50 – 95 %. A i při vyšší pokryvnosti vegetace byla vždy zastoupena obnažená půda. Samietz, Berger & Köhler (1996) poukázali na negativní reakci saranče čárkované na pokryvnost bylin a keřů, které jsou vyšší než 30 cm a pozitivní reakci na traviny. Dle mých výsledků saranče čárkovaná pozitivně reaguje na traviny a

dvouděložné rostliny, avšak negativní reakci má na skálu a kamení. Podle studie Samietz, Berger & Köhler (1996) je velmi důležitým faktorem pokryv vegetace, protože udržuje vlhkost vzduchu a společně s vysokým slunečním ozářením poskytuje saranči vhodný mikrohabitat. Takové mikroklima je zásadní při vývoji nymf a kladení vajíček. Poniatowski & Fartmann (2008) studovali také habitatové preference rovnokřídlých včetně saranče čárkované, která se vyskytovala na bohatých loukách a pastvinách s vegetačním pokryvem dvouděložných rostlin. Výskyt saranče čárkované klesal při velké hustotě vegetace a při narůstající výšce. Při kompletním vegetačním krytu a výšce téměř 35 cm byla saranče čárkovaná poměrně vzácná. Zásadní je také u rovnokřídlého hmyzu interakce habitatových a potravních nároků. Výběr habitatu je významně ovlivněn potravními nároky sarančí (Masloski et. al 2014). V mé studii reagovala saranče čárkovaná pozitivně na pokryvnost travin, jedním z důvodů její reakce jsou potravní nároky – saranče čárkovaná se živí rostlinnou potravou, především listy různých trav (Kočárek et. al 2015). Saranče černoskvrnná v mé studii naopak reagovala na pokryvnost travin negativně, což je v rozporu s jejími potravními nároky, ale dá se to vysvětlit tím, že potřebuje výrazně řidší vegetační porost. Saranče černoskvrnná pozitivně reagovala na obnaženou půdu, a saranče čárkovaná měla reakci negativní. U travin byla reakce sarančí naopak. Saranče černoskvrnná reagovala negativně na traviny, a saranče čárkovaná reagovala pozitivně. Dále reagovala saranče čárkovaná negativně na skálu a kamení. Studované druhy se lišily hlavně v reakci na obnaženou půdu (pozitivní u saranče černoskvrnné, negativní u saranče čárkované) a neprůkazně též na pokryvnost travin (negativní u saranče černoskvrnné a pozitivní u saranče čárkované).

5.2. Implikace pro ochranu přírody

Saranče čárkovaná je poměrně hojný druh, ale v porovnání s ostatními druhy rovnokřídlých je poměrně stenoekní (Schädler 1998). Saranče černoskvrnná je vzácnější (Holuša 2003) a je více stenoekní než saranče čárkovaná (Behrens & Fartmann 2004). Reinhardt et. al (2005) ve svém výzkumu uvádí, že se postupně snižuje populace saranče černoskvrnné v Německu a hrozí postupné vymírání. Od roku 1980 vymizela saranče černoskvrnná ze 44 % faunistických čtverců. Saranče černoskvrnná má dle autorů také nízkou mobilitu, což ji činí náchylnou k vymření.

Z výsledků mé práce i studií jiných autorů vyplývá, že pro saranči černoskvrnnou je zásadní zastoupení obnažené půdy a řídký porost. Na lokalitách výskytu této saranče, je proto důležité zabránit sukcesi. Pro udržení lučních biotopů je nezbytné kosení nebo

extenzivní pastva, které zachovávají rozmanitost biodiverzity. Nicméně nedávné studie poukázaly na negativní vliv seče a pastvy na rovnokřídlé a další luční hmyz. Je třeba zachovat mozaikovitost ploch a zachovávat pruhy bez seče (Humbert et. al 2012). Humbert et. al (2012) ve svém výzkumu zjistili, že pokud zachovají 10% neposečené vegetace, tak se populace zvýší o 53 %, než kdyby se posekala celá plocha. Dle Humberta et. al (2010) způsobuje mechanizovaný proces seče snížení populace rovnokřídlých o 9 až 60 %. Každý další krok sklizně sena má negativní vliv na rovnokřídlé a ostatní hmyz. Ke zmírnění negativního dopadu seče je tedy vhodné ponechat neposečené pruhy vegetace (Marini 2009, Humbert 2012).

Pastva může ovlivnit kvalitu habitatu rovnokřídlých. Díky pastvě dochází ke změně vegetačního pokryvu, mikroklimatu pro kladení vajíček a k nedostatku potravy pro rovnokřídlé (O'Neill et. al 2010). Extenzivní pastva je ale mnohem šetrnější než seč, protože se projevuje nerovnoměrným spásáním, takže na lokalitách zůstávají různorodé úkryty a zdroje potravy nejen pro rovnokřídlé, ale i brouky a čmeláky. Hospodaření na sekundárních bezlesých stanovištích je zcela nezbytné. Cílem hospodaření na loukách a pastvinách je takový management, který navodí heterogenitu prostředí (Šarapatka et. al 2010).

Heterogenita prostředí je spojena s vyšší biologickou rozmanitostí. Je zřejmé, že dnešní zemědělské postupy snižují heterogenitu prostředí (Benton et. al 2003). V Evropě je doporučena jedna nanejvýš dvě seče za rok podle podmínek na louce (Jantunen et. al, Antonsen & Olsson 2005). Marini et. al (2009) doporučuje pro alpské louky seč jednou za 3 – 5 let, kvůli snížení úmrtnosti rovnokřídlého hmyzu. Také je důležité, aby se na loukách zachovaly nekosené pruhy vegetace, které by sloužily jako úkryt, a také by mohly sloužit jako zdrojové populace pro rekolonizaci louky (Marini et. al 2009, Humbert et. al 2012).

Podle plánu péče na Miroslavských kopcích je zde třeba eliminovat akát a to na celém území NPP. Prioritou by mělo být odstranění všech akátů, skupinek i jednotlivců. Potřeba je taktéž odstranit skupinky a jedince javoru jasnolistého a borovice černé. Důležité je také udržovat travnobylinné porosty střídáním extenzivní pastvy (ovce, kozy) a kosením. Management na kopcích byl upraven, kdy se upřednostňuje nepravidelná mozaikovitá seč či pastva k dosažení co nejpestřejší mozaiky biotopů. Případně se ponechávají neposečené pásy o vhodné šířce. Důležité je vždy pokosenou a nežádoucí biomasu odstranit z plochy rezervace (Ministerstvo životního prostředí 2004). Saranče černoskvřnná preferuje plochy s nízkým a řídkým porostem a s místy obnažené půdy

(Behrens a Fartmann 2004). Takové podmínky lze vytvořit extenzivní pastvou, která však bude šetrná, aby nedocházelo k nadměrné mortalitě rovnokřídlých (Šarapatka et. al 2010). Při údržbě lokality sečí je důležité dodržovat včasný úklid biomasy a ponechávat neposečená refugia, čímž se sníží mortalita hmyzu (Humbert et. al 2012). Na Miroslavských kopcích je také třeba vyčistit některé enklávy od akátů a černých borovic, které se zde stále nacházejí.

6. ZÁVĚR

Bakalářská práce se věnovala habitatovým preferencím sarančí – saranče černoskvorné (*Stenobothrus nigromaculatus*) a saranče čárkované (*Stenobothrus lineatus*). Saranče čárkovaná je hojným druhem, avšak saranče černoskvorná se stává vzácnější kvůli degradaci a ztrátě heterogenity prostředí. Zjištěné poznatky o habitatových preferencích těchto druhů pomohou k zjištění klíčových rozdílů mezi těmito druhy a napomohou k návrhu o ochraně vzácnější saranče černoskvorné. Výzkum byl prováděn v národní přírodní památce Miroslavské kopce v roce 2015. Na každém transektu byla zaznamenána početnost dospělců sarančí pomocí smýkání, vizuálního pozorování a podle stridulace – sluchem. Při návštěvách lokality byly také zaznamenány environmentální charakteristiky, počasí a poté na topografické mapě zjištěna expozice a sklon svahu.

Celkem bylo zjištěno 16 sarančí čárkovaných a 11 sarančí černoskvorných. Vliv charakteristiky porostu byl testován pomocí mnohorozměrných statistických metod. RDA model vysvětlil 22,2 % variability. Z RDA modelu vyplývá, že saranče černoskvorná pozitivně reaguje na obnaženou půdu, částečně na stařinu, skálu a kamení. Negativní reakci projevowała na dřeviny a vyšší vegetační pokryv. Dále z modelu RDA vyplývá, že saranče čárkovaná pozitivně reagovala na traviny, což souvisí s jejími potravními nároky a negativní reakce měla na obnaženou půdu a skálu s kamením. Ze zhotovených GLM modelů pro jednotlivé charakteristiky byl statisticky průkazný pouze model pro obnaženou půdu. Ukazoval, že s vyšším procentuálním zastoupením obnažené půdy, se zvyšuje výskyt saranče černoskvorné. Výsledky t-testů poukazují na průkaznou reakci saranče čárkované na obnaženou půdu a skálu a kamení; saranče černoskvorné na obnaženou půdu a dřeviny.

Je třeba pečovat o lokality, kde se vyskytuje saranče černoskvorná, aby se nestala ještě vzácnější. Na lokalitách je třeba zabránit sukcesi a tudíž je třeba lokality obhospodařovat sečí a pastvou. Dále je třeba se zbavit náletových dřevin jako je trnovník akát, borovice černá a další.

7. LITERATURA

Antonsen H. & Olsson P. A. (2005): Relative importance of burning, mowing and species translocation in the restoration of a former boreal hayfield: responses of plant diversity and the microbial community. British Ecological Society. In: Journal of Applied Ecology, str. 334–347.

Behrens M. & Fartmann T. (2004): Habitatpräferenzen und Phänologie der Heidegrashüpfer *Stenobothrus lineatus*, *Stenobothrus nigromaculatus* und *Stenobothrus stigmaticus* in der Medebacher Bucht (Südwestfalen/Nordhessen). *Articulata*.19(2):141–165

Benton T.G., Vickery J.A. & Wilson J.D. (2003): Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends Ecol. Evol.*, 18: 182-188.

Fartmann T., Krämer B., Stelzner F. a Poniatowski (2012): Orthoptera as ecological indicators for succession in steppe grassland. University of Münster. In: *Ecological Indicators*, str. 337-344.

Herben T. & Münzbergová (2001): *Zpracování geobotanických dat v příkladech*. Praha

Hintze, J. (2013). NCSS 9. NCSS, LLC. Kaysville, Utah, USA. www.ncss.com

Holuša J. (2003): Výsledky faunistického průzkumu sarančí (Orthoptera: Caelifera), kobylek (Orthoptera: Ensifera) a švábů (Dictyoptera: Blattodea) na území národního parku Podyjí a na několika lokalitách v okolí. *Thayensia (Znojmo)*. 1212-3560

Holuša J. & Kočárek P. (2005): Orthoptera (rovnokřídlí). In: Farkač J., Král D. & Škorpík M. (eds.) (2005): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

Jakrlová J. & Pelikán J. (1999): *Ekologický slovník terminologický a výkladový*. Fortuna, Praha.

Jantunen J., Saarinen K., Valtonen A. & Saarnio S. (2007): Flowering and seed production success along roads with different mowing regimes. *Applied Vegetation Science*. Opulus Press Uppsala, 10: 285-292.

Kočárek P., Holuša J., Vidlička L. (2005): Blattaria, Mantodea, Orthoptera & Dermaptera České a Slovenské republiky. Kabourek, Zlín.

Kočárek P., Holuša J., Vlk R., Marhoul P. (2015): Rovnokřídli (Insekta: Orthoptera) České republiky. Academia. Praha

Marini L., Fontana P., Battisti A. & Gaston K. J. (2009): Agricultural management, vegetation traits and landscape drive orthopteran and butterfly diversity in a grassland–forest mosaic: a multi-scale approach. The Royal Entomological Society. (Insect Conservation and Diversity 2). In: *Insect Conservation and Diversity*, str. 213–220.

Ministerstvo životního prostředí (2004): Plán péče o Národní přírodní památku Miroslavské kopce na období 2010-2019.

O'Neill K. M., Olson B. E., Wallander R., Rolston M.G., Seiber C.E. (2010): Effects of Livestock Grazing on Grasshopper Abundance on a Native Rangeland in Montana. *Environmental Entomology*, 39(3): 775–786.

Poniatowski D. a Fartmann T. (2008): The classification of insect communities: Lessons from orthopteran assemblages of semi-dry calcareous grasslands in central Germany. *Eur. J. Entomol*, 105: 659–671.

R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

Reinhardt K., Köhler G., Maas S. & Detzel P. (2005): Low dispersal ability and habitat specificity promote extinctions in rare but not in widespread species: the Orthoptera of Germany. *ECOGRAPHY*. 28: 593 – 602.

Šarapatka B a kolektiv (2010): Agroekologie východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření. Bioinstitut, o.p.s., Olomouc.

Samietz J., Berger U. & Köhler G. (1996): A population vulnerability analysis of the stripewinged grasshopper, *Stenobothrus lineatus* (Caelifera: Acrididae). In: Settele J., Margules Ch., Poschlod P. & Henle K. (str. 299–311). Kluwer academic publishers.

Schädler M. (1998): Habitatnutzung dreier sympatrischer Feldheuschreckenaften (orthoptera: Gomphocerinae) in einem xerothermen Lebensraummosaik. *ARTICULATA*. 13(2): 149 – 162

TerBraak C.J.F., Šmilauer P. (2012): Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0. Microcomputer Power, Ithaca, USA

Tkadlec E. (2013): Populační ekologie, struktura růst a dynamika populací. Univerzita Palackého v Olomouci. Olomouc.

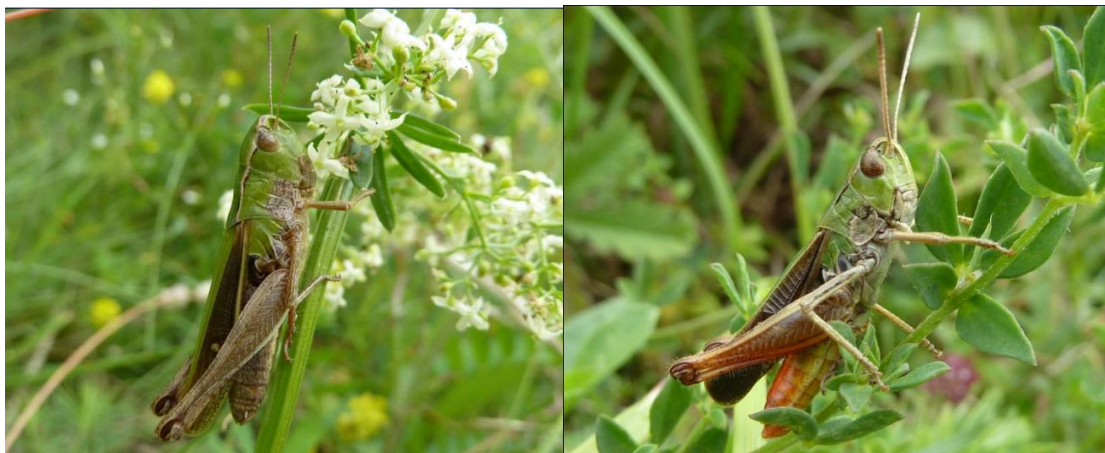
Tolasz R. (ed.) (2007): Atlas podnebí Česka. ČHMÚ, Praha & Vydavatelství UP, Olomouc.

Torma A., Gallé R. & Bozsó M. (2014) Effects of habitat and landscape characteristics on the arthropod assemblages (Araneae, Orthoptera, Heteroptera) of sand grassland remnants in Southern Hungary. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 196: 45–50.

Townsend C., Begon M. & Harper J. (2010): Základy ekologie. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.

8. PŘÍLOHY

Příloha 1: Fotografie saranče čárkované samice (vlevo) a samec (vpravo). Autor: Mgr. Stanislav Rada.



Příloha 2: Fotografie saranče černoskvřnné samec (vlevo) a samice (vpravo). Autor: Mgr. Stanislav Rada.



Příloha 3: NPP Miroslavské kopce - pohled z 1. transektu.



Příloha 4: Pohled z kopce se 4. transektem, severním směrem.



Příloha 5: Pohled ze 3. transektu.

