

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta, Katedra ekologie a životního
prostředí



**Demografická charakteristika populace saranče
německé (*Oedipoda germanica*) na lokalitě
Košťálov (České středohoří)**

Bc. Lucie Štěpánová

Diplomová práce

Studijní obor: Ekologie a ochrana životního prostředí - Ochrana
přírody

Vedoucí práce: RNDr. Tomáš Kuras, Ph.D.
Konzultant: Doc. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Štěpánová L. 2012. Demografická charakteristika populace saranče německé (*Oedipoda germanica*) na lokalitě Košťálov (České středohoří). Diplomová práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 42 s., 1 příloha, česky.

Abstrakt

Centrum rozšíření saranče německé (*Oedipoda germanica*) se nachází ve střední a jižní Evropě. Česká republika se nachází na severním okraji areálu a v současné době se zde saranče německá vyskytuje na posledních sedmi lokalitách v Českém krasu a v Českém středohoří. Všechna recentní stanoviště jsou opuštěné lomy s výslunnými biotopy skalních stepí vhodnými pro výskyt tohoto druhu. Na vybrané lokalitě Košťálov v Českém středohoří jsem během tří let 2008 – 2010 studovala demografické charakteristiky populace saranče německé pomocí metody zpětných odchytů. Odhad velikosti populace provedený pomocí software Jolly byl 635, 533, resp. 605 jedinců. Denní míra přežívání během sezóny (software MARK) se pohybovala v rozmezí 0,131 – 1,000. Odhadnutá velikost populace byla malá, navíc v jednotlivých letech kolísala. Lokální izolovaná populace saranče na Košťálově je tedy zřejmě vystavena zvýšenému riziku extinkce. I přes toto riziko populace saranče německé na lokalitě dlouhodobě přežívá (Čejchan 1980). Pro umožnění další existence této populace je nutné zachovat dostatečnou plochu bezlesé skalní stepi a současně také monitorovat velikost populace.

Klíčová slova: saranče německá, velikost populace, Košťálov, ohrožení

Štěpánová L. 2012. Demography of the Red-winged Grasshopper (*Oedipoda germanica*) population on Košťálov (Czech Middle Mountains) site.

MSc. thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacký University of Olomouc, 42 pp., 1 Appendix, in Czech.

Abstract

Red-winged Grasshopper (*Oedipoda germanica*) is distributed mainly in the central and southern Europe, while the Czech Republic represents a northern border of its range. Recently, only seven occupied localities are known in the Czech Republic, particularly in the Czech Karst and Czech Middle Mts. regions. All recent sites are abandoned stone-quarries with suitable south-facing rocky steppe habitats. On the model locality, Košťálov site in the Middle Mts., I studied demography of the Red-winged Grasshopper during the years 2008-2010. Using capture-mark-recapture data analyzed with Jolly and MARK software, estimated population sizes (Jolly) reached 635, 533, and 605 individuals, respectively. Daily survival rate within a season (MARK) ranged from 0,131 to 1,000. Theoretically, estimated population size is not considered large enough and, thus, the isolated population of the Red-winged Grasshopper on the Košťálov site faces increased risk of extinction. Nevertheless, the population seems to be viable as suggested by its long-term existence from the first record in 1836. For the population persistence, it is recommended to maintain the steppe habitats nowadays threatened by shrub sprawl. Future population-size monitoring in this endangered species is recommended.

Keywords: red-winged grasshopper, population size, Košťálov hill, conservation

Prohlášení

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

V Olomouci 10. května 2012

.....
podpis

Obsah

Seznam tabulek	vii
Seznam obrázků	ix
Poděkování	x
1. Úvod	1
1. 1. Biologie a ekologie saranče německé	1
1. 1. 1. Rozšíření saranče německé	1
1. 1. 2. Ekologie saranče německé	1
1. 1. 3. Popis saranče německé	2
1. 1. 4. Ohrožení saranče německé	3
1. 2. Cíle práce	4
3. Metodika	5
3.1. Popis studovaného území	5
3. 2. Sběr dat	5
3. 3. Odhad velikosti populace a přežívání	7
4. Výsledky	9
5. Diskuse	18
5. 1. Demografické charakteristiky	18
5. 2. Metody studia populace saranče německé	19
5. 3. Minimální velikost populace a ohrožující faktory	20
5. 4. Koncept metapopulace	21
5. 5. Introdukce saranče německé	22
5. 6. Návrh ochranných opatření pro saranči německou	23
6. Závěr	25
7. Literatura	26
Přílohy	30

Seznam tabulek

Tabulka 1: Termíny odchyťů saranče německé na lokalitě Košťálov (CHKO České Středohoří) v roce 2008. Rozlišeny jsou počty nově a zpětně odchyćených jedinců.	11
Tabulka 2: Termíny odchyťů saranče německé na lokalitě Košťálov (CHKO České Středohoří) v roce 2009. Rozlišeny jsou počty nově a zpětně odchyćených jedinců.	12
Tabulka 3: Termíny odchyťů saranče německé na lokalitě Košťálov (CHKO České Středohoří) v roce 2010. Rozlišeny jsou počty nově a zpětně odchyćených jedinců.	12
Tabulka 4: Počet všech odchyťů (první + kontrolní) jedinců saranče německé na lokalitě Košťálov v roce 2008 podle pohlaví.	12
Tabulka 5: Počet všech odchyťů (první + kontrolní) jedinců saranče německé na lokalitě Košťálov v roce 2009 podle pohlaví.	12
Tabulka 6: Počet všech odchyťů (první + kontrolní) jedinců saranče německé na lokalitě Košťálov v roce 2010 podle pohlaví.	13
Tabulka 7: Vstupní data a výsledky jejich analýzy v programu Jolly v roce 2008.	13
Tabulka 8: Vstupní data a výsledky jejich analýzy v programu Jolly v roce 2009.	13
Tabulka 9: Vstupní data a výsledky jejich analýzy v programu Jolly v roce 2010.	13
Tabulka 10: Odhad míry přežívání saranče německé na lokalitě Košťálov (České středohoří) mezi jednotlivými kontrolami pro rok 2008 pomocí programu MARK, v závislosti na parametru prostředí: suma slunečního svitu.	14

Tabulka 11: Odhad míry přežívání saranče německé na lokalitě Košťálov (České středohoří) mezi jednotlivými kontrolami pro rok 2009 pomocí programu MARK, v závislosti na parametru prostředí: suma slunečního svitu.	14
Tabulka 12: Odhad míry přežívání saranče německé na lokalitě Košťálov (České středohoří) mezi jednotlivými kontrolami pro rok 2010 pomocí programu MARK, v závislosti na parametru prostředí: suma maximálních denních teplot.	15
Tabulka 13: Odhad míry přežívání saranče německé na lokalitě Košťálov (České středohoří) mezi jednotlivými kontrolami, pro rok 2008, pomocí programu MARK.	15
Tabulka 14: Odhad míry přežívání saranče německé na lokalitě Košťálov (České středohoří) mezi jednotlivými kontrolami, pro rok 2009, pomocí programu MARK.	16
Tabulka 15: Odhad míry přežívání saranče německé na lokalitě Košťálov (České středohoří) mezi jednotlivými kontrolami, pro rok 2010 pomocí programu MARK.	16
Tabulka 16: Maximální délka dožití samců a samic saranče německé na lokalitě Košťálov v Českém středohoří.	17
Tabulka 17: Maximální překonaná vzdálenost saranče německé na lokalitě Košťálov v Českém středohoří v roce 2010 zjištěná u 13 jedinců.	17
Tabulka 18: Odhady velikosti populace s využitím různých modelů výpočtu pro rok 2008 – 2010.	19

Seznam obrázků

- Obrázek 1:** Rozšíření saranče německé na území České republiky (lokalita Košťálov leží ve čtverci 5549). Zahrnuty jsou jak recentní, tak i historické lokality podle (Holuša *et al.* 2009). 2
- Obrázek 2:** Lokalita výskytu saranče německé Košťálov v Českém středohoří (modrý kroužek). Zdroj: <http://www.mapy.cz>. 6
- Obrázek 3:** Kumulativní počet odchycených jedinců během sezon 2008 – 2010. 9
- Obrázek 4:** Sumarizace zpětně odchycených jedinců saranče německé v letech 2008 – 2010 na lokalitě Košťálov v Českém středohoří. 11



Poděkování

Díky saranči německé, která mne provázela téměř celé studium v Olomouci, jsem zažila neuvěřitelné zážitky, poznala novou krajinu, naučila se přistupovat „vědecky“ k problémům a potkala jsem spoustu zajímavých lidí a nových přátel. Proto mé velké díky patří saranči německé žijící v České republice. Dále bych chtěla poděkovat svému vedoucímu Tomáši Kurasovi za cenné rady, za čas strávený konzultacemi a vstřícnost, se kterou přistupoval k mé práci. Velké díky rovněž patří mému odbornému konzultantovi Jaroslavu Holušovi, který mě seznámil se sarančí německou osobně a vždy mi byl dobrým poradcem a podpořil mou práci. Děkuji také svým pomocníkům v terénu, bez jejichž pomoci bych nikdy svou terénní práci nedokončila – Vašek Beran, Pavel Moravec, Ondřej Štěpán, Ivana Štěpánová, Vlastimil Štěpán, Adam Véle, Bětko Honců a Anežka Ernst. Za velkou pomoc v terénu, za přísnou kritiku při psaní práce a za podporu děkuji Martinovi Paclíku. Panu Janu Losíkovi děkuji za rady a pomoc zpracování dat a Michalovi Vlachovi za pomoc s počítačem. Všem mým přátelům patří velké díky za jejich rady, pomoc a naslouchání si při vzájemném stěžování na naše těžké osudy během studia. Celé mé rodině patří veliké díky za obrovskou psychickou podporu, pomoc a péči, kterou mě obohacovali po celou dobu mého studia.

1. ÚVOD

1.1. Biologie a ekologie saranče německé

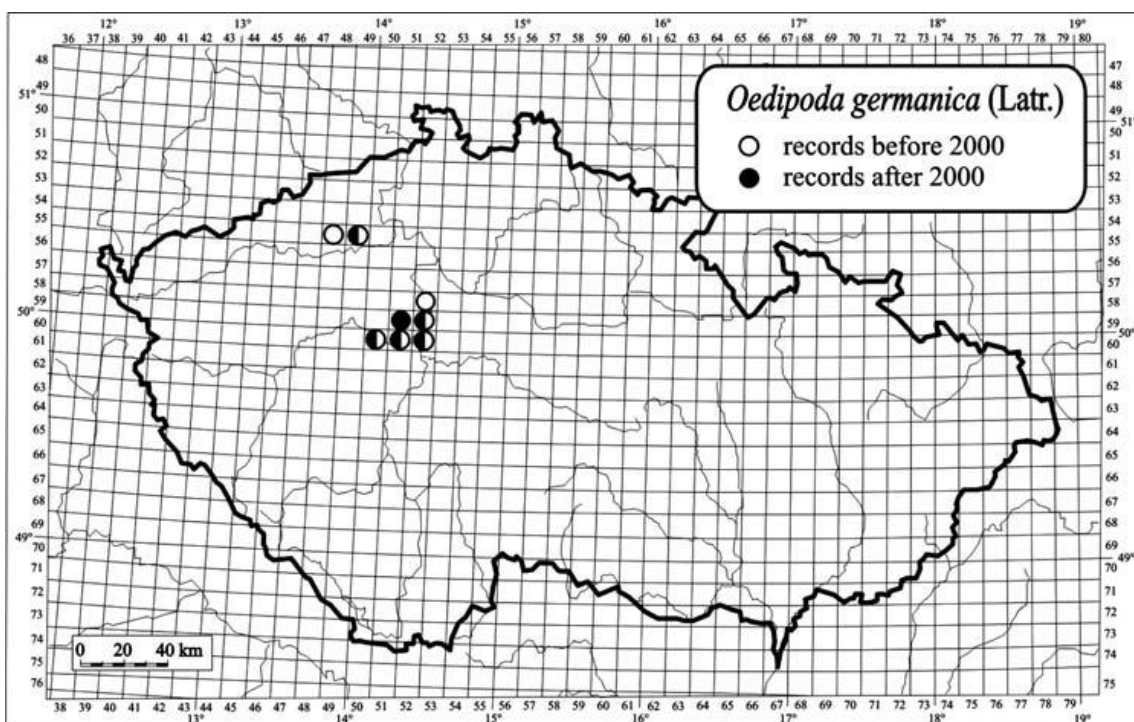
Rod *Oedipoda* je v Evropě zastoupen osmi druhy, z toho se na území České republiky vyskytují pouze dva zástupci: saranče německá (*Oedipoda germanica*) (Latreille, 1804) a saranče modrokřídla (*Oedipoda caerulea*) (Linné, 1758). Obě saranče jsou druhy výhřevných a slunných lokalit, přičemž saranče německá obývá výhradně skalnatá stanoviště (Kočárek *et al.* 2005). Výskyt saranče německé je omezen pouze na jižní a střední Evropu, přičemž severní hranice rozšíření je tvořena Českou republikou a spolkovou zemí Sasko – Anhaltsko (Wagner 2000, Holuša *et al.* 2009). Nálezy saranče německé na našem území (Chuchle u Prahy) jsou datovány již od roku 1836 (Seidel 1836).

1. 1. 1. Rozšíření saranče německé v ČR

Rozšíření saranče německé v České republice je omezeno pouze na území Čech; na Moravě a ve Slezsku nebyl její výskyt zaznamenán (Čejchan 1980, Holuša *et al.* 2009, Štěpánová 2009). Saranče německá se v současné době vyskytuje v České republice pouze v CHKO Český kras a jeho okolí a v CHKO České středohoří. Za centrum rozšíření saranče německé je považován Český kras, kde se nachází většina recentních lokalit, a hlavní oblast výskytu v údolí Radotínského potoka na jihozápadním okraji Prahy (Holuša 2006, Holuša *et al.* 2009). V Českém středohoří se nachází jediná recentní lokalita na vrchu Košťálov. Počet obsazených lokalit oproti minulosti poklesl – z 16 historicky osídlených lokalit, byl recentní výskyt saranče německé potvrzen pouze na sedmi z nich (obr. 1). Všechna recentní stanoviště jsou opuštěné lomy, kde se v minulosti těžil kámen (Štěpánová 2009).

1. 1. 2. Ekologie saranče německé

Saranče německá je typicky stenoekní druh. Ve střední Evropě osídluje výhradně otevřené výslunné biotopy (Wagner 2000). Obsazovanými stanovišti jsou proto zejména holé skály, suťoviště/sutě, nebo rozvolněné stepi (Wagner 2000, Štěpánová 2009). Většinou se jedná o lokality s jižní či jihovýchodní orientací a prudším sklonem svahu, zejména strmé skály se sklonem do 40° (Wagner 2000), nebo opuštěné stupně lomů



Obrázek 1: Rozšíření saranče německé na území České republiky (modelová lokalita Košťálov leží ve čtverci 5549). Zahrnuty jsou jak recentní, tak i historické lokality (podle Holuša *et al.* 2009).

(obr. I. v příloze). Celkově vyšší teploty a rychlejší jarní prohřívání uvedených typů stanovišť (Tichý 1998), umožňují lepší přezimování a následně i líhnutí a vývoj sarančí. K intenzivnějšímu prohřívání svrchních vrstev půdy dochází na místech s minimem vegetace (Tichý 1998). Saranče německá proto preferuje prostředí s jen řídko rozmístěnými trsy travin nebo keřů, které se střídají s odhaleným podložím (Wagner 2000). Taková stanoviště ovšem z naší krajiny rychle mizí. Často se jedná o lokality, kde se v minulosti zemědělsky hospodařilo, zejména formou extenzivní pastvy. Absence hospodaření potom vede k plošnému zarůstání dřevinami a s ním souvisejícímu mizení stepních druhů (Konvička *et al.* 2005).

1. 1. 3. Popis saranče německé

Saranče německá je druh s hemimetabolním ontogenetickým vývojem, který zahrnuje několik instarů (obr. II. v příloze). Jedince raných instarů nalezneme již začátkem června (Wagner 2000) a imaga se vyskytují od července do října (Štěpánová 2009). V jednom roce dospívá pouze jedna generace) a saranče přezimují ve formě vajíček (Křístek & Urban 2004). Zbarvení těla saranče německé odpovídá barvě podkladu stanoviště (odstíny hnědé a žlutohnědé přecházejí v šedohnědou nebo černo – šedou

barvu Wagner 2000). Poznávacím znakem je červeně zbarvený blanitý pár křídel s příčnou černou páskou. Samec (15,5 – 22 mm) je menší než samice (20 – 29 mm). Samci se mohou ozývat velmi slabě femoroalární stridulací, někteří jedinci se však neozývají vůbec. Během páření, na rozdíl od kobylek, bývá samec v pozici na zádech samice (Kočárek *et al.* 2005).

1. 1. 4. Ohrožení saranče německé

Výrazný úbytek lokalit nasvědčuje ohrožení saranče německé na našem území. Jelikož saranče německá není zvláště chráněným druhem podle vyhlášky č. 395/1992, je péče o zbývající lokality druhu ztížena. V Červeném seznamu ohrožených druhů České republiky je saranče německá zařazena v kategorii kriticky ohrožený druh (Kočárek *et al.* 2005, Farkač *et al.* 2005). V Německu, které je považováno potenciální místo, odkud se saranče mohla šířit na naše území, je saranče německá ohrožena vyhynutím a má zde statut kriticky ohroženého druhu (Ingrisch & Köhler 1998, Maier 2003).

Kromě celkového areálu rozšíření druhu, je ovšem velmi důležitá i velikost dílčích populací. K přežití populace bezobratlých živočichů je zapotřebí určité minimální početnosti tzv. životaschopné populace. Tato je velmi orientačně uváděna v rozmezí 500 – 5 000 jedinců (Reed *et al.* 2003). Pokud početnost klesne pod určitou prahovou hodnotu, může být populace ohrožena na přežití mj. v důsledku inbrední deprese a ztráty heterozygotnosti. U malých populací jsou velkým rizikem náhodné fluktuační změny v početnosti populace, která vzniká zpravidla v důsledku proměnlivosti exogenních faktorů, například počasí, potravní nabídky a také různé disturbance (zemětřesení, povodeň aj.). Další ohrožení pak představuje demografická stochastická, kdy např. populace zanikne kvůli fluktuaci v poměru pohlaví (Lande 1980).

K zjištění aktuálního stavu populace saranče německé a prognózy jejího přežití a návrhu ochranných opatření je tedy nutné znát základní demografické charakteristiky populace. Žádoucí jsou přitom zejména odhady velikosti populace, přežívání jedinců během sezóny, poměru pohlaví a distribuce jedinců na obsazené lokalitě. Jako vhodná metoda studia populace saranče německé se jeví metoda zpětných odchyť označených jedinců (*Capture – Recapture*, Jolly 1965). Její výhodou je mj. to, že se jedná o metodu neinvazivní, např. na rozdíl od metody odchyť do zemních pastí, která nepřipadá u takto vzácného a málo početného druhu vůbec v úvahu (Chrudina 1994). Zjištěné

demografické charakteristiky mohou být podkladem pro ochranu tohoto druhu a jeho stanovišť.

1. 2. Cíle práce

Cílem této diplomové práce bylo na základě odhadu velikosti populace, přežívání během sezóny, poměru pohlaví a distribuce jedinců na lokalitě posoudit životaschopnost populace saranče německé na lokalitě Košťálov v Českém středohoří a vyvodit závěry pro ochranu druhu. Dílčími kroky byly:

- 1) Zjištění základních populačních charakteristik metodou zpětných odchyť.
- 2) Odhad a analýza demografických charakteristik (software Jolly, MARK).
- 3) Vyvození závěrů pro ochranu saranče německé v ČR.

3. Metodika

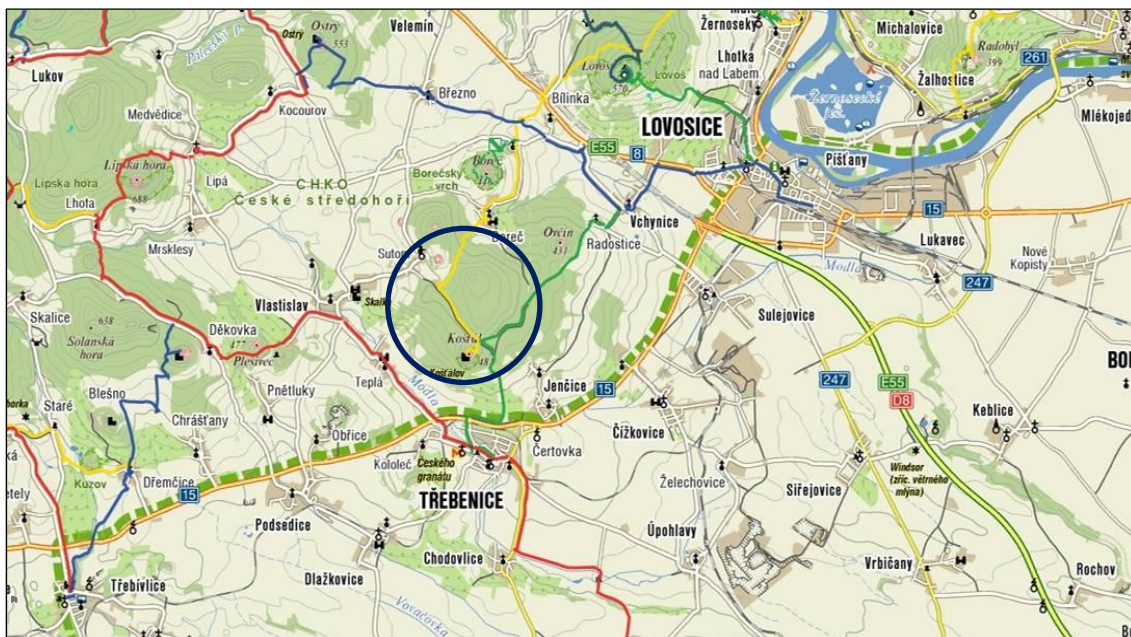
3.1. Popis studovaného území

Studovala jsem populaci saranče německé na lokalitě Košťálov v Českém středohoří, která patří do jedné ze dvou oblastí rozšíření saranče německé na území České republiky. Lokalita se nachází v jihovýchodní části Českého středohoří 1,5 km od obce Třebenice (kvadrát 5549, koordináty 50°29'N 13°59'E, 481,1 m n. m.; obr. 2). Jedná se o mírně teplou klimatickou oblast (Quitt 1971). Výrazný čedičový suk s příkrými (40°-50°) a často i kolmými stěnami a štíty, který tvoří lokalitu Košťálov, byl historicky využíván jako kamenolom pro získávání kamene. Dnes se zde nachází zbytky vytěžených teras (JV svahy), které tvoří několik řad nad sebou.

Na vrcholu stojí zřícenina hradu Košťálov ze 14. století (Demek *et al.* 2006). Lokalita Košťálov byla 9. 1. 1960 vyhlášena přírodní památkou a je vyhledávaným turistickým cílem. Severní svahy jsou zalesněny smrkem (*Picea abies*). Jižní, jiho – východní a jiho – západní svahy jsou bezlesé, s řídkou vegetací lesostepního až stepního charakteru. Z okrajových částí však začínají expandovat dřeviny keřovitého charakteru; jedná se zejména o druhy jilm habrolistý (*Ulmus minor*), javor babyka (*Acer campestre*) a hloh obecný (*Crataegus laevigata*). V místech výskytu vytěžených teras se nachází bylinná vegetace rozchodníku (*Sedum* sp.), ojedinelých trsů travin, keřů šípku (*Rosa* spp.) a zakrslých keřů trnky (*Prunus spinosa*). Převažují zde ovšem holé skály a lavice. Na lokalitě byl zaznamenán výskyt řady teplomilných druhů živočichů a rostlin, např. stepník rudý (*Eresus cinnaberinu*) či koniklece lučního českého (*Pulsatilla pragensia*) (Kuncová *et al.* 1999) (obr. III. v příloze). Výskyt saranče německé na Košťálově byl objeven a literárně datován v roce 1980 (Čejchan 1980).

3. 2. Sběr dat

Pro sběr a zpracování dat jsem použila metodiku vytvořenou již pro mou bakalářskou práci (Štěpánová 2009). Jednalo se o metodu zpětných odchytů značkových jedinců, díky které jsem mohla odhadnout pupulační charakteristiky saranče německé šetrným způsobem (Jolly 1965). Zbarvení těla saranče německé odpovídá podloží lokality Košťálov a její nalezení je zrakem obtížné. Saranče po vzletnutí roztáhne i druhý



Obrázek 2: Lokalita výskytu saranče německé Košťálov v Českém středohoří (**modrý kroužek**). Zdroj: <http://www.mapy.cz>

(blanitý) pár křídel, který je červeně zbarvený, a tím na sebe upoutá pozornost. Pro vyhledávání saranče německé jsem využívala plašičku z pruhu lehké látky, kterou jsem smýkala po zemském povrchu. Vyplašenou saranči jsem po přistání odchytila do entomologické sítky. Každá odchytená saranče byla individuálně označena pomocí barvy na značkování včelích matek (*Uni paint marker*, Unipaint). Značení jsem prováděla v podobě příčných čar na krytkách, přičemž každý jedinec byl označen unikátní kombinací barvy (červená, žlutá a zelená) a počtu (1 – 9) čar na pravé a levé krytce (obr. IV. v příloze).

Návštěvy lokality jsem prováděla cca po 14ti dnech za vhodného počasí, což bylo především jasno, teplo s minimálním větrem. Nevhodné klimatické podmínky (zataženo, déšť) totiž znamenaly sníženou aktivitu sarančí a tím pádem i možnou sníženou efektivitu odchytu (jeden odchyt ze dne 4. 8. 2008 byl prováděn při zatažené obloze a bylo odchyteno abnormálně málo jedinců, pouze čtyři, oproti obvyklým 20; Štěpánová 2009). Ideální denní doba pro odchyt byla mezi 11 a 13 hodinou, kdy už bylo dost teplo a saranče byly aktivní. Velikost plochy, na které se saranče německá mohla vyskytovat, byla dána rozlohou vhodného lesostepního biotopu a činila cca 5 300 m². Z toho přibližně 2 500 m² plochy jsem pečlivě procházela – jednalo se o přístupné skály, římsy a cestičky. Nepřístupná místa (příliš strmé stěny a rokle) představovala plochu velikosti cca 2 730 m². Po odchytení saranče jsem určovala její pohlaví a značila

pomocí čar. Některé již dříve označené jedince nebylo nutné odchytil a stačilo z blízkosti vizuálně odečíst jejich označení přímo na místě nálezu. Čas strávený na lokalitě během jedné kontroly byl 2,5 – 3 hodiny. Ke konci kontroly se často opakovaly odchytů již zkontrolovaných nebo nově označených jedinců, což svědčí o dostatečnosti vynaloženého terénního úsilí. Odchyty saranče byly fyzicky náročné a vyžadovaly pravidelnou pomoc jednoho až dvou pomocníků (viz poděkování).

V první sezoně (rok 2008) jsem prováděla značení odchycených sarančí na jednom místě (obr. V. v příloze) a vypouštěla z tohoto jednoho místa, tj. saranče nebyly navraceny zpět na přesné místo odchytu. V sezoně 2009 a 2010 jsem již saranče vypouštěla co nejbliže k místu odchytu, protože v těchto letech byla navíc studována distribuce jedinců na lokalitě, která by mohla být umělými přesuny jedinců ovlivněna.

3. 3. Odhad velikosti populace a přežívání

Zpracování dat z odchytů jsem provedla pomocí software Jolly a MARK s cílem odhadnout celkový počet jedinců v populaci a jejich přežívání. Hodnota $\Phi V'$ byla počítána jako denní míra přežívání, tj. pravděpodobnost, s jakou se jedinec bude na lokalitě vyskytovat následující den. Hodnota má interval 0 – 1 s tím, že hodnota jedna je rovna 100% pravděpodobnosti výskytu jedince následující den. Poměr pohlaví byl určován relativním počtem samců a samic v odchycené části populace (Tkadlec 2008). Maximální doba dožití byla počítána jako počet dní mezi prvním a posledním odchycením daného jedince. Maximální překonaná vzdálenost sarančí německou byla počítána jako vzdálenost mezi dvěma nejvzdálenějšími místy odchytu daného jedince.

Program Jolly počítá velikosti populace v jednotlivých značkovacích dnech a uvádí směrodatnou odchylku (SE) daného odhadu. Použila jsem tzv. model A' pro uzavřenou populaci, který počítá s mortalitou jedinců během odchytové sezony, ale nepočítá s imigrací nových jedinců (Hines nedatováno). Pro získání celkového odhadu velikosti populace (N_G) za všechny značkovací dny jsem postupovala podle rovnice 1 (Matsumoto 1985),

$$N_G = \sum (B_i \cdot \Phi_i) \quad (1)$$

kde B_i = celkový počet jedinců, kteří doplní populaci během intervalu mezi značením i a $i+1$ (ve výstupu z programu Jolly, jako $B(i)$) a Φ_i = pravděpodobnost s jakou se

jedinec označený v čase i dožije další kontroly (ve výstupu z programu Jolly jako $PHI(i)$). Odhad velikosti populace byl určen pro obě pohlaví dohromady kvůli nízkému počtu jedinců. Pro výpočet odhadu přibližné denní míry přežívání (Φ_V), tj. pravděpodobnosti, s jakou se bude značený jedinec na lokalitě vyskytovat následující den, jsem postupovala podle rovnice 2 (Konvička & Kuras 1999),

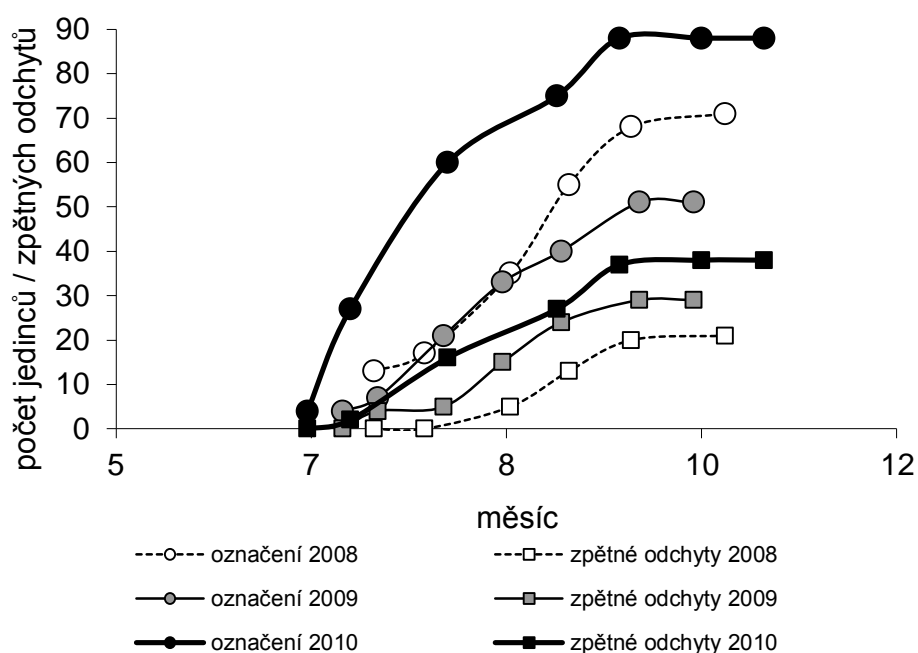
$$\Phi_V = \frac{\sum [\Phi_i] / d_i}{\sum [V(\Phi_i) - 1/2]} \quad (2)$$

kde d_i = počet dnů mezi jednotlivými odlovy a $V(\Phi_i)$ = střední chyba Φ_i (ve výstupu z programu Jolly jako $SE(PHI)$).

Program MARK pomocí modelu Cormack – Jolly – Seber vypočítává odhady míry přežívání, emigraci, velikost populace a pravděpodobnosti odchyty. Je schopen parametry modelovat/modifikovat a testovat různé hypotézy (rozdíly mezi skupinami podle vnějších prediktorů). Výpočty odhadů hodnot demografických parametrů jsou založené na teorii maximum likelihood (White & Burnham 1999, Losík *et al.* 2007). Pomocí programu MARK jsem odhadovala míru přežívání mezi jednotlivými odchyty dny. Zároveň jsem do analýzy v programu MARK zapojovala parametry prostředí (suma denních úhrnů srážek, suma slunečního svitu, suma maximálních denních teplot a suma průměrných denních teplot). Vždy se jednalo o součet hodnot mezi jednotlivými intervaly odchyty. Tyto parametry byly měřeny na meteorologické stanici Milešovka (8km vzdušnou čarou od Košťálova) a zjišťovala jsem odhad míry přežívání v závislosti na těchto parametrech. Interval má rozmezí 0 – 1, hodnota 1 je rovna 100% pravděpodobnosti výskytu jedince následující den (White & Burnham 1999).

4. Výsledky

Populaci saranče německé na lokalitě Košťálov jsem sledovala po dobu tří sezón 2008 – 2010. V jednotlivých letech jsem odchytila 71, 51 a 88 jedinců. Každá odchyťová sezona se lišila počtem označených jedinců, počasím po dobu odchyťů a počtem zpětně odchytených jedinců (obr. 3).



Obrázek 3: Kumulativní počet odchytených jedinců saranče německé během sezón 2008 – 2010.

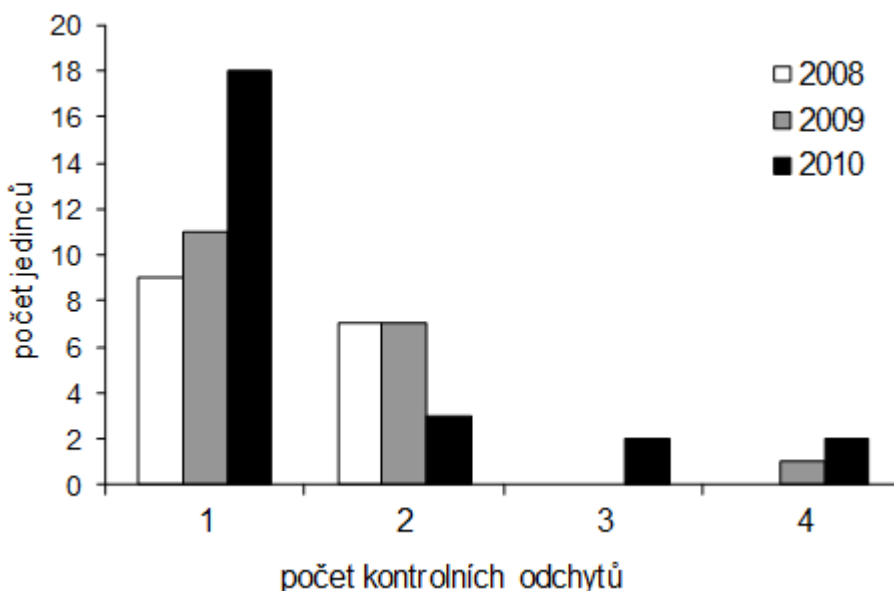
V sezoně roku 2008 jsem lokalitu navštívila celkem sedmkrát od prvního výskytu imag, tj. 22. 7. 2008, až do doby, kdy na Košťálově nebyla nalezena žádná žijící saranče, tj. 4. 11. 2008. Úhrnem jsem označila 71 jedinců. Počet zpětně odchytených imag byl 15 a počet kontrolních odchyťů těchto jedinců se pohyboval mezi jedním a třemi (tab. 1, 4, obr. 3, 4). Stanovila jsem poměr pohlaví 1,36:1 s vychýlením ve prospěch samců (tab. 4). V roce 2008 byl celkový odhad velikosti populace (NG) 635 jedinců saranče německé (tab. 7). Propočtení pravděpodobnosti, s jakou se jedinec bude na lokalitě vyskytovat následující den (ΦV) program Jolly, byla 0,9701. Jako další metodu výpočtu odhadu denní míry přežívání jsem zvolila program MARK, s modelem Cormack – Jolly – Seber. Na základě hodnot parametrů prostředí (suma

denních úhrnů srážek, suma slunečního svitu, suma maximálních denních teplot a suma průměrných denních teplot), jsem vypočítala odhad denní míry přežívání. V roce 2008 se nejvýznamnějším parametrem jevila suma slunečního svitu. Hodnota přežívání kolísala v intervalu 0,8238 – 0,9925 (tab. 10). Odhad denní míry přežívání, bez zohlednění vnějších parametrů, mezi jednotlivými kontrolami pomocí programu MARK, se pohyboval v intervalu 0,6061 – 0,9873 (tab. 13). Hustota jedinců při přepočtu na 100m² u obou pohlaví, byla 12 jedinců. Maximální dosažený věk u saranče německé jsem určila na základě zpětně odchycených jedinců – rozdílem mezi prvním a posledním odchytem (Štěpánová 2009). Většinu jedinců (56) se mi podařilo odchytit pouze jednou a 15 jedinců jednou až třikrát (tab. 4). Maximální dosažený věk jedné samice byl 85 dní, tato samice byla označena 22. 7. 2008 a naposledy byla zpětně odchycena 20. 10. 2008 (tab. 16).

V sezoně roku 2009 jsem lokalitu navštívila celkem sedmkrát od prvního výskytu imag, tj. 14. 7. 2009, až do 12. 10. 2009, kdy nebyla nalezena již žádná saranče. Úhrnem jsem označila 51 jedinců. Počet zpětně odchycených imag byl 29 a počet kontrolních odchytů těchto jedinců se pohyboval mezi jedním a pěti (tab. 2, 5, obr. 3, 4). Poměr pohlaví byl 1,12:1 s vyšším počtem samců (tab. 6). V roce 2009 byl celkový odhad velikosti populace (*NG*) 533 jedinců saranče německé (tab. 8). Propočet pravděpodobnosti, s jakou se jedinec bude na lokalitě vyskytovat následující den (ΦV), program Jolly, byla 1,000. V roce 2009 se jako nejvýznamnější parametr odhadu denní míry přežívání ukázala opět suma slunečního svitu. Hodnota přežívání kolísala v intervalu 0,3710 – 0,9995 (tab. 11). Odhad denní míry přežívání, bez zohlednění vnějších parametrů, mezi jednotlivými kontrolami pomocí programu MARK, se pohyboval v intervalu 0,3710 – 1,000 (tab. 14). Hustota jedinců při přepočtu na 100m² u obou pohlaví byla 10 jedinců. Většinu jedinců (32) se mi podařilo odchytit pouze při značení a 19 jedinců opakovaně jednou až pětkrát (tab. 5). Maximální dosažený věk samce byl 76 dní, tento samec byl označen 14. 7. 2009 a naposledy byl zpětně odchycen 28. 9. 2009 (tab. 16).

V sezoně roku 2010 jsem lokalitu navštívila celkem sedmkrát od prvního výskytu imag, tj. 5. 7. 2010, až 30. 10. 2010, kdy nebyla nalezena již žádná saranče. Úhrnem jsem označila 88 jedinců. Počet zpětně odchycených imag byl 38 a počet kontrolních odchytů těchto jedinců se pohyboval mezi jedním a pěti (tab. 3, 6, obr. 3, 4). V roce 2010 byl celkový odhad velikosti populace (*NG*) 605 jedinců saranče německé (tab. 9). Zjištěn byl poměr pohlaví 1,5:1 s výrazně vyšším počtem samců (tab. 11).

Propočet pravděpodobnosti, s jakou se jedinec bude na lokalitě vyskytovat následující den (ΦV), byla 0,9876. V roce 2010 se jako nejvýznamnější parametr odhadu denní míry přežívání ukázala suma maximálních denních teplot. Hodnota přežívání kolísala v intervalu 0,0289 – 1,000 (tab. 12). Odhad denní míry přežívání bez zohlednění vnějších parametrů, mezi jednotlivými kontrolami pomocí programu MARK, se pohyboval v intervalu 0,1311 – 0,9925 (tab.15). Hustota jedinců při přepočtu na 100m² u obou pohlaví byla 11 jedinců. Většinu jedinců (63) se mi podařilo odchytit pouze jednou a 25 jedinců jednou až pětkrát (tab. 6). Maximální dosažený věk jedné samice byl 101 dní, tato samice byla označená 5. 7. 2010 a naposledy byla zpětně odchycena 14. 10. 2010 (tab. 16).



Obrázek 4: Sumarizace zpětně odchycených jedinců saranče německé v letech 2008 – 2010 na lokalitě Košťálov v Českém středohoří.

Tabulka 1: Termíny odchytů saranče německé na lokalitě Košťálov (CHKO České Středohoří) v roce 2008. Rozlišeny jsou počty nově a zpětně odchycených jedinců.

den	označeno nově	počet zpětných odchytů
22.7.2008	13	0
4.8.2008	4	0
26.8.2008	18	5
10.9.2008	20	8
26.9.2008	13	7
20.10.2008	3	1
4.11.2008	0	0
celkem	71	21

Tabulka 2: Termíny odchyťů saranče německé na lokalitě Košťálov (CHKO České Středohoří) v roce 2009. Rozlišeny jsou počty nově a zpětně odchycených jedinců.

den	označeno nově	počet zpětných odchyťů
14.7.2009	4	0
23.7.2009	3	4
9.8.2009	14	2
24.8.2009	12	10
8.9.2009	7	9
28.9.2009	11	5
12.10.2009	0	0
celkem	51	29

Tabulka 3: Termíny odchyťů saranče německé na lokalitě Košťálov (CHKO České Středohoří) v roce 2010. Rozlišeny jsou počty nově a zpětně odchycených jedinců.

den	označeno nově	počet zpětných odchyťů
5.7.2010	4	0
16.7.2010	23	2
10.8.2010	33	14
7.9.2010	15	11
23.9.2010	13	10
14.10.2010	0	1
30.10.2010	0	0
celkem	88	38

Tabulka 4: Počet všech odchyťů (první + kontrolní) jedinců saranče německé na lokalitě Košťálov v roce 2008 podle pohlaví.

pohlaví / počet odchyťů	1	2	3	Σ jedinců
samci	35	6	0	41
samice	21	3	6	30

Tabulka 5: Počet všech odchyťů (první + kontrolní) jedinců saranče německé na lokalitě Košťálov v roce 2009 podle pohlaví.

pohlaví / počet odchyťů	1	2	3	4	5	Σ jedinců
samci	14	7	5	0	1	27
samice	18	4	2	0	0	24

Tabulka 6: Počet všech odchyťů (první + kontrolní) jedinců saranče německé na lokalitě Košťálov v roce 2010 podle pohlaví.

pohlaví / počet odchyťů	1	2	3	4	5	Σ jedinců
samci	44	11	1	1	2	59
samice	19	7	2	1	0	29

Tabulka 7: Vstupní data a výsledky analýzy programu Jolly v roce 2008.

návštěva	chyceno celkem	odhad velikosti populace	SE
1	13	178	70,21
2	4	78	22,48
3	23	127	32,61
4	28	119	40,54
5	7	83	–
6	4	3	–
7	0	–	–

Tabulka 8: Vstupní data a výsledky analýzy programu Jolly v roce 2009.

návštěva	chyceno celkem	odhad velikosti populace	SE
1	4	50	0,00
2	7	81	39,32
3	15	59	7,93
4	22	78	18,70
5	16	95	7,52
6	16	16	–
7	0	–	–

Tabulka 9: Vstupní data a výsledky analýzy programu Jolly v roce 2010.

návštěva	chyceno celkem	odhad velikosti populace	SE
1	4	109	30,88
2	25	110	12,04
3	47	190	46,37
4	26	74	18,20
5	23	47	–
6	1	1	–
7	0	–	–

Tabulka 10: Odhad míry přežívání saranče německé na lokalitě Košťálov (České středohoří) mezi jednotlivými kontrolami pro rok 2008 pomocí programu MARK, v závislosti na parametru prostředí: suma slunečního svitu.

interval	Pohlaví	míra přežívání	SE
1	♂	0,9516	0,0182
2	♂	0,9738	0,0207
3	♂	0,9461	0,0193
4	♂	0,8989	0,0678
5	♂	0,9574	0,0183
6	♂	0,8238	0,1903
1	♀	0,9859	0,0122
2	♀	0,9925	0,0061
3	♀	0,9843	0,0144
4	♀	0,9695	0,0410
5	♀	0,9877	0,0101
6	♀	0,9428	0,1041

Tabulka 11: Odhad míry přežívání saranče německé na lokalitě Košťálov (České středohoří) mezi jednotlivými kontrolami pro rok 2009 pomocí programu MARK, v závislosti na parametru prostředí: suma slunečního svitu.

interval	Pohlaví	míra přežívání	SE
1	♂	1,0000	0,0000
2	♂	0,9676	0,0207
3	♂	1,0000	0,0000
4	♂	1,0000	0,6660
5	♂	0,9481	0,0388
6	♂	0,9921	0,0000
1	♀	1,0000	0,0000
2	♀	1,0000	0,0000
3	♀	1,0000	0,0000
4	♀	1,0000	0,0000
5	♀	1,0000	0,0000
6	♀	1,0000	0,0000

Tabulka 12: Odhad míry přežívání saranče německé na lokalitě Košťálov (České středohoří) mezi jednotlivými kontrolami pro rok 2010 pomocí programu MARK, v závislosti na parametru prostředí: suma maximálních denních teplot.

interval	Pohlaví	míra přežívání	SE
1	♂	1,0000	0,0000
2	♂	1,0000	0,5465
3	♂	0,9537	0,0124
4	♂	0,9472	0,0246
5	♂	0,3145	0,2417
6	♂	0,0023	1,8046
1	♀	0,9997	0,0018
2	♀	1,0000	0,1806
3	♀	1,0000	0,6927
4	♀	0,9862	0,0278
5	♀	0,9192	0,0448
6	♀	0,0289	0,2120

Tabulka 13: Odhad míry přežívání saranče německé na lokalitě Košťálov (České středohoří) mezi jednotlivými kontrolami, pro rok 2008, pomocí programu MARK.

interval	pohlaví	míra přežívání	SE
1	♂	0,9253	0,0593
2	♂	0,9873	0,0191
3	♂	0,9412	0,0354
4	♂	0,9057	1,5406
5	♂	0,6061	155,6780
6	♂	0,6137	26,3083
1	♀	0,9823	0,0209
2	♀	0,9928	0,0108
3	♀	0,9856	0,0177
4	♀	0,9722	1,5232
5	♀	0,7003	19,3970
6	♀	0,6640	27,6955

Tabulka 14: Odhad míry přežívání saranče německé na lokalitě Košťálov (České středohoří) mezi jednotlivými kontrolami, pro rok 2009, pomocí programu MARK.

interval	pohlaví	míra přežívání	SE
1	♂	0,9993	0,0040
2	♂	0,9791	0,0243
3	♂	0,9993	0,0040
4	♂	0,9978	0,0108
5	♂	0,9418	3,8671
6	♂	0,3710	46,5444
1	♀	0,9995	0,0036
2	♀	0,9913	0,0159
3	♀	0,9994	0,0042
4	♀	0,9987	0,0121
5	♀	0,9576	6,5442
6	♀	0,4011	42,8402

Tabulka 15: Odhad míry přežívání saranče německé na lokalitě Košťálov (České středohoří) mezi jednotlivými kontrolami, pro rok 2010, pomocí programu MARK.

interval	pohlaví	míra přežívání	SE
1	♂	0,9964	0,0158
2	♂	1,0000	0,0007
3	♂	0,9533	0,0127
4	♂	0,9598	0,1815
5	♂	0,6836	11,1518
6	♂	0,1026	102,0755
1	♀	0,9975	0,0113
2	♀	0,9997	0,0024
3	♀	0,9756	0,0145
4	♀	0,9784	0,0182
5	♀	0,9061	1,8140
6	♀	0,1311	90,8059

Tabulka 16: Maximální délka dožití samců a samic saranče německé na lokalitě Košťálov v Českém středohoří.

max. věk/dní	0–18	19–36	37–54	55–72	73–90	91–108	Σ jedinců
2008 ♂	5	0	2	0	1	0	8
2008 ♀	2	2	2	2	0	0	8
2009 ♂	5	5	2	0	1	0	13
2009 ♀	3	0	2	1	0	0	6
2010 ♂	1	7	2	2	2	0	14
2010 ♀	2	3	2	2	0	1	10

Tabulka 17: Maximální překonaná vzdálenost saranče německé na lokalitě Košťálov v Českém středohoří v roce 2010 zjištěná u 13 jedinců.

vzdálenost / m	0	1 - 5	6 - 10	11- 15	16 - 20	21 - 25
♀	1	3	1	0	0	0
♂	2	0	2	1	1	3

Maximální překonaná vzdálenost sarančí německou byla 24 metrů (♂). Samci překonávali většinou větší vzdálenosti než samice. Někteří jedinci se mezi jednotlivými kontrolami prakticky vůbec nepřemístili (tab. 17).

5. Diskuse

Cílem mé práce bylo zjistit (a) charakteristiky populace saranče německé na modelové lokalitě Košťálov v Českém středohoří a (b) pokusit se o posouzení životaschopnosti populace a vyvodit možné závěry pro ochranu druhu. Během tří odchytových sezon 2008, 2009 a 2010 jsem stanovila odhady velikosti populace a další demografické charakteristiky.

5. 1. Demografické charakteristiky

Denní míra přežívání (ΦV) byla během tří studijních sezón stabilní a pohybovala se v intervalu od 0,9701 – 1,000, program Jolly. Přibližná denní míra přežívání byla pro rok 2008 0,9701, pro rok 2009 1,000 a pro rok 2010 0,9876. Odhad míry přežívání může být snižován migrací jedinců na jiné stanoviště (Kuras *et al.* 2004). U saranče německé na Košťálově ovšem migrace na jiné stanoviště není pravděpodobná, avšak pravděpodobná je migrace na nepřístupné (a tudíž nekontrolované) části v rámci lokality.

V roce 2008 jsem z celkového počtu 71 odchycených a označených jedinců vypočítala odhad velikosti populace 635 jedinců. Za předpokladu, že hodnota 635 se blíží skutečnosti, bylo odchyceno a označeno 11 % všech jedinců. V roce 2009 bylo odchyceno a označeno 9 % všech jedinců a v roce 2010 14 % všech jedinců. Rozdíly v početnosti nejsou mezi roky 2008 a 2010 velké, pouze 30 jedinců. Rozdíly oproti roku 2009, jsou mezi 72 – 102 jedinci, což je 19% populace z roku 2009. Sezóna výskytu saranče v roce 2009, však byla zkrácená příchodem mrazu již v začátku října. Čím větší jsou rozdíly v početnosti populace mezi jednotlivými lety, tím je populace méně stabilní a více ohrožena vymřením (Tkadlec 2008).

Poměr pohlaví u odchycených jedinců, byl vždy lehce vychýlen ve prospěch samců (2008 – 1,3 : 1, 2009 – 1,1 : 1, 2010 – 2,0 : 1). Hodnota poměru pohlaví kolísá v rozmezí hodnot 1,1 – 2,0 : 1. V německém Steudnitz se hodnota poměru pohlaví pohybovala v rozmezí 1,29 – 0,99 : 1, také s převahou samců (Wagner 2000).

Stáří jedinců na Košťálově je možné určit pouze na základě zpětných odchytů. Nejstarší jedinci tří odchytových sezón se dožili minimálně 91 – 101 dní (samice). Nejstarší samci se dožívali přibližně 80 dní. Zjištěné hodnoty jsou srovnatelné s výsledky, dosaženými při obdobném výzkumu (Wagner 2000) v Německu, kde měl nejstarší odchycený jedinec 109 dní.

5. 2. Metody studia populace saranče německé

Pro zjištění velikosti populace saranče německé jsem využila metodu zpětných odchyťů značkových jedinců a program Jolly s modelem A'. Při psaní bakalářské práce (Štěpánová 2009) na stejné téma jsem využívala model B, který se vztahuje na uzavřené populace (Hines nedatováno). Tento model předpokládá konstantní míru přežívání po celou sezónu a početnost populace podhodnocuje (tab. 18).

Tabulka 18: Odhady velikosti populace s využitím různých modelů výpočtu pro rok 2008 – 2010.

rok	Lincolnův index	model A'	model B
2008	175	635	102
2009	123	533	130
2010	252	605	104

Metoda zpětných odchyťů označených jedinců je velice šetrná ke studovanému druhu. Z tohoto důvodu je využívána zejména u ohrožených druhů (Hagler & Jackson 2001, Čížek *et al.* 2009). V Německém Galgenberku (Maier 2003) používali pro výpočet velikosti populace saranče německé i tzv. Lincolnův index, který však na rozdíl od programu Jolly nepočítá s natalitou a mortalitou během existence populace (= předpoklad neměnné velikosti populace během vzorkování). Kvůli tomu poskytuje nepřesný odhad.

Při využití programu MARK se jako nejvýznamnější parametr, který ovlivňoval přežívání saranče německé ve všech letech značení jedinců, ukázala časová proměnlivost. Při zohlednění parametrů prostředí, byl v letech 2008 – 2009 nejvýznamnější parametr suma slunečního svitu, což odpovídá ekologickým nárokům saranče. Čím vyšší suma slunečního svitu, tím je hodnota přežívání vyšší. V roce 2010 se jako nejvýznamnější parametr ukázala suma maximálních denních teplot. Parametr suma slunečního svitu v roce 2010 neměla zásadní vliv na přežívání jedinců. Během tří studijních sezon se mi však nepodařilo zcela odhalit proměnnou, která by měla zásadní vliv na přežívání saranče německé. Vhodné by bylo využít další sezóny a sbírat data jiným způsobem – například: během kontrol odchyťovat a značit jedince v kratších intervalech za sebou (po několika hodinách opakovat odchyty).

5. 3. Minimální velikost populace a ohrožující faktory

Životaschopnost populace je obecně závislá na mnoha faktorech. Jedním z nich je dostatečná velikost populace daného druhu. Pokud se jedná o malou populaci, navíc izolovanou v prostoru, je taková populace více ohrožena extinkcí (Konvička *et al.* 2005). Reed *et al.* (2003), uvádí minimální velikost hmyzí populace 500 jedinců k odolání genetické erozi a alespoň 5000 jedinců k odolání demografickým a ekologickým výkyvům. Z dosud zjištěných informací o demografických charakteristikách populací saranče německé vyplývá, že se jedná o vzácně se vyskytující druh s přirozeně malými populačními početnostmi. Odhad velikosti populace saranče německé na Košťálově byl v rozmezí 533 – 635 jedinců. V Německu se odhady velikosti jednotlivých populací saranče německé pohybují v rozmezí 230 – 870 jedinců (Wagner 2000). Otázkou zůstává, zda populaci o počtu 635 jedinců považujeme za příliš malou pro přežití druhu, nebo dostačující. Podle Konvičky *et al.* (2005) se populace saranče německé na Košťálově, již nachází na spodní teoretické hranici životaschopnosti. Populace saranče německé na Košťálově by tedy měla odolat genetické erozi, avšak vzhledem ke snížené odolnosti vůči demografickým a ekologickým výkyvům, jsou šance na dlouhodobé udržení životaschopné populace do značné míry nejisté.

V Německu byla obdobnou metodou studována populace saranče německé s tím rozdílem, že se nejednalo o izolovanou populaci, ale o několik dílčích populací v jednom velkém lomu. Početnost saranče německé zde byla v roce 1992 odhadnuta na 871 jedinců. V roce 1997 byl odhad již jen 209 jedinců, při hustotě 13,4 jedinců /100 m² (Wagner 2000). Hustota jedinců na lokalitě Košťálov se pohybuje v rozmezí 10 – 12 jedinců/100 m². Oba odhady hustoty jedinců jsou tedy srovnatelné. V Německu však bylo uvedené hodnoty dosaženo až po výrazném propadu početnosti, který souvisel s výraznou změnou stanoviště (Wagner 2000). Autoři zároveň uvádějí jako kritickou početnost 10 jedinců/100m², kdy už se pro saranče komplikuje nalezení jedince opačného pohlaví (Wagner 2000). Maier (2003) uvádí souvislost mezi vymíráním populace saranče německé a poklesem plochy vhodného stanoviště. Pokud došlo k plošnému rozšíření vhodného biotopu, zvýšil se počet jedinců a snížila se pravděpodobnost vymření populace. Saranče německá na Košťálově aktuálně obývá plochu o rozloze zhruba 5 300 m². Tento stav je nutno nazírat jako maximální možný, neboť ani rozsáhlejší odstranění křovin nepovede ke zvětšení vhodného stanoviště.

Okolní stráně by ani po odstranění dřevin nesplňovaly biotopové nároky druhu - jedná se o plochy nevhodné expozice bez dostatečného oslunění nebo o místa bez skal, která saranči nevyhovují.

Saranče si však navzdory své poměrně nízké početnosti zachovala v České republice kontinuální existenci z dob minulých až do současnosti. Pravděpodobně přežívá na Košťálově již od období borealu, resp. subboreálu, kdy u nás převládalo stepní klima a kdy druh zřejmě invadoval na naše území (Čejchan 1980). Při zachování vhodných ekologických podmínek, by její výskyt na Košťálově mohl být i v budoucnu. Saranče německá by mohla být potencionální tzv. deštníkový druhu, při jehož ochraně zároveň chráníme i řadu organismů s podobnými ekologickými nároky (Zimmermann 2011). Po vytvoření vhodného plánu péče tak lze zajistit existenci teplomilné fauny a flory na Košťálově včetně saranče německé.

5. 4. Koncept metapopulace

Některé populace mohou existovat ve formě souboru malých populací, které jsou vzájemně propojené migrujícími jedinci a jsou tak základem tzv. metapopulace. Tento výraz je dnes často nadužíván/nepřesně používán i pro druhy, které mají ploškovitou distribuci v prostoru bez ohledu na koncepci Levinse (Appelt & Poethke 1997). V Českém středohoří se se v případě saranče německé o metapopulaci nejedná – jediná existující lokalita, Košťálov, je oddělena od historických lokalit Milá a Oblík (Holuša *et al.* 2009) velkou vzdáleností (16 km) a těžko překonatelnými bariérami v podobě lesů, luk a široké silnice. Tyto lokality, i kdyby byly recentně osídlené, nemohou své jedince vzájemně doplňovat a budou vystupovat jako lokality vzájemně izolované. Také vhodná stanoviště v blízkém okolí Košťálova nejsou osídlena sarančí německou (Holuša *et al.* 2009, vlastní pozorování).

V Českém krasi je situace odlišná, několik recentních lokalit saranče německé, které se nacházejí v Radotínském údolí (Cikánka II., Hvížd'alka, Lochkovský profil, Černá rokle pod Kosoří a Radotínské skály), jsou od sebe vzdálené několik set metrů. Historicky bylo zřejmě osídlené celé údolí Radotínského potoka (Holuša *et al.* 2009). Až v průběhu sukcesního vývoje území, ke kterému došlo po ukončení pastvy a obhospodařování, se začala tato populace rozdělovat bariérami v podobě lesů a křovin na jednotlivá izolovaná stanoviště. Za vhodných podmínek by jedinci mezi ploškami mohli částečně migrovat a vzájemně tak doplňovat početnosti populací. Dnes ale mezi

sebou dílčí populace již zřejmě nekomunikují a některým hrozí zánik. Takto je ohrožena populace saranče např. na lokalitě Černá rokle pod Kosoří, kde se vlivem expanze dřevin zmenšila rozloha potenciálního stanoviště druhu na 400 m² a velikost zbytkové populace je velmi malá, v řádu maximálně několika desítek jedinců (Holuša *et al.* 2009).

Důležitým faktorem podmiňujícím vznik fungující metapopulace je, schopnost migrace druhu. V případě saranče německé, je determinantou šíření v prostoru – pohlaví jedince. Samice vykazují menší schopnost přemísťování na větší vzdálenosti (Wagner 2000). Během sezóny 2010, kdy byla disperze a distribuce jedinců v prostoru sledována, překonávaly samice mezi jednotlivými intervaly návštěv vzdálenosti pouze v řádu metrů. Maximální překonaná vzdálenost byla 10 m (tab. 17). Podle Wagnera (2000) byly samice během dne schopny překonat vzdálenost mezi 2,8 – 3,6 m. Stejnou schopnost přemísťování vykazují i samice saranče modrokřídle jedná se o vzdálenosti kolem 5 m (Maes *at al.* 2006). V předkládané práci sice nebyla sledována denní pohybová aktivita jedinců, ale i z dat o překonaných vzdálenostech mezi intervaly odchytů (tab. 17), je patrné, že samice se přemísťují pouze na menší vzdálenosti. Samci saranče německé vykazovali mnohem větší schopnost přemísťování. Překonané vzdálenosti mezi intervaly návštěv byly mezi 8 – 12 m. Maximální překonaná vzdálenost byla 25 m (tab. 17). V Německu samci během dne překonávali vzdálenosti mezi 6,8 – 11 m (Wagner 2000). Samci blízkce příbuzné saranče modrokřídle běžně překonávají vzdálenosti kolem 47 m (Maes *at al.* 2006). K osídlení nového stanoviště jsou však potřebné i samice, které jsou schopné reprodukce. Z tohoto důvodu nemohou nová stanoviště vznikat ve větších vzdálenostech od existujících. Tohoto zjištění by se dalo využít pouze v oblasti Radotínského potoka, kde vzdálenosti stávajících lokalit nejsou větší než několik set metrů. Vhodné zásahy redukující vegetační kryt by mohly strukturu stanoviště přizpůsobit potřebám druhu.

5. 5. Introdukce saranče německé

V Německém Leutratal provedli experiment introdukce saranče německé na nové stanoviště s odpovídajícími podmínkami, situované asi 20 km od lokality Steudnitz, kde se druh dosud vyskytuje. Bylo zde vypuštěno 32 jedinců saranče německé (19♀♀ a 13♂♂). Experiment trval čtyři roky, s pravidelnými kontrolami. Po dvou letech bylo nalezeno 7 jedinců (4 ♀♀ a 3 ♂♂), třetí rok byly nalezeny pouze tři samice a poslední

rok nebyl nalezen žádný jedinec. Ze svého experimentu Wagner (2000) odhaduje, že minimální počet pro dlouhodobější přežití populace, by měl být vyšší než 20 samic, počet samců není uveden. Zároveň připouští, že pozorování v přírodě ukazují, že i malý počet jedinců by měl principiálně stačit k založení nové populace (Wagner 2000). Další pokus o introdukci a založení nové populace byl proveden na stejné lokalitě Leutratal s menšími úpravami stanoviště. Tentokrát bylo na lokalitu introdukováno 61 sarančí (36♀♀/25♂♂), přesto ani tato populace (samic bylo více než 20), nepřežila déle než 3 roky (Wagner *et al.* 2005). V České republice z důvodu nízkého počtu jedinců na lokalitách nejsou pokusy o odchyt a následnou introdukci na jiné lokality vhodným řešením.

5. 6. Návrh ochranných opatření pro saranči německou

Pro budoucí existenci saranče německé na území České republiky, je nezbytně nutné zachovat nebo zlepšit stav recentních lokalit saranče, a to prostřednictvím dodržování následujících zásad. Saranče německá jako stenoekní druh vyžaduje holé, osluněné stanoviště. Proto je nezbytné, zabránit zarůstání lokality travním drnem. Řešením je strhávat drn a obnažit skalní lavice, což lze na vhodných lokalitách zajistit obnovením pastvy koz nebo ovcí. Aby stanoviště bylo důkladně osluněné, je nutno pravidelně vyřezávat šířící se křoviny a stromy, které by mohly zastínit skály nebo lavice s výskytem saranče. Pro zjištění dalších informací o populaci, její početnosti a možném ohrožení, je vhodné, dále se věnovat studiu populace saranče německé na Košťálově a do studia zapojit i další recentní stanoviště v Českém krase.

6. Závěr

Saranče německá je v Červeném seznamu ohrožených druhů bezobratlých živočichů České republiky (Farkač *et al.* 2005) vedena jako kriticky ohrožený druh. Není však uvedena v prováděcí vyhlášce č. 395/1992 zákona ČNR č. 114/1992 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Na území České republiky, se nachází posledních sedm osídlených lokalit, které však bez zásahů mohou zmizet během několika let. Populace na lokalitě Košťálov v Českém středohoří během let 2008 – 2010 vykazovala výkyvy v početnosti. Velikost kolísala mezi 533 – 635 jedinci. Hodnoty denní míry přežívání kolísaly v závislosti na využitém softwaru v intervalu 0,970 – 1,000 (Jolly) a 0,131 – 1,000 (MARK). Zásadními parametry prostředí, ovlivňujícími přežívání saranče se zdají být suma slunečního svitu a suma maximálních teplot. Poměr pohlaví byl vždy vychýlen ve prospěch samců. Populace o početnosti 533 – 635 jedinců se nachází na spodní teoretické hranici životaschopnosti, navíc výkyvy početnosti mezi jednotlivými lety mohou nasvědčovat nestabilitě populace a většímu ohrožení druhu. Pro budoucí existenci saranče německé na území České republiky, je nezbytně nutné zachovat nebo zlepšit stav recentních lokalit, zabránit zarůstání a zastínění stanovišť.

7. Literatura

- Appelt M. & Poethke H. J. 1997. Metapopulation dynamics in a regional population of the bluewinged grasshopper (*Oedipoda caerulescens*; Linnaeus, 1758). *Journal of Insect Conservation* 1: 205 – 214.
- Čejchan A. 1980. K poznání orthopteroidního hmyzu (S. L.) ČSSR. *Časopis Národního muzea* 149: 125 – 138.
- Čížek L., Pokluda P., Hauck D., Roztočil O. & Honců M. 2009. Monitoring tesařika alpského v Ralské pahorkatině. *Bezděz* 18: 125 – 140.
- Demek J., Mackovičín P., Balatka B., Buček A., Cibulková P., Culek M., Čermák P., Dobiáš D., Havlíček M., Hrádek M., Kirchner K., Lacina J., Pánek T., Slavík P. & Vašátko J. 2006. *Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČR. 2. upravené vydání.* Brno MŽP ČR. 582 s.
- Hagler J. & Jackson Ch. G. 2001. Methods for marking insects: Current Techniques and Future Prospects. *Annual Review of Entomology* 46: 511 – 543.
- Farkač J., Král D. & Škorpík M. 2005. Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. List of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha. 760 s.
- Hines J. Program JOLLY: User instructions. dostupné z: http://nhsbig.inhs.uiuc.edu/wes/jolly_info.html.
- Holuša J. & Kočárek P. 2005. Orthoptera (rovnokřídlí). In: Farkač J., Král D. & Škorpík M. (eds): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha.
- Holuša J. 2006. Saranče (Orthoptera: Caelifera) a kobylky (Orthoptera: Ensifera) Kokořínska. *Bohemia centralis*. Praha. 27: 255 – 265.

- Holuša J., Marhoul P., Štěpánová L. & Kočárek P. 2009. Occurrence of red winged grasshopper *Oedipoda germanica* (Orthoptera: Acridiidae) in the Czech Republic. *Acta Musei Moraviae, Scientiae biologicae*. Brno. 94: 15 – 21.
- Chrudina Z. 1994. Sběr epigeonu do padacích zemních pastí. In: Absolon K. (ed.): *Metodika sběru dat pro biomonitoring v chráněných územích*. ČSOP, Praha: 37 – 54.
- Ingrisch S. & Köhler G. 1998. Rote Liste Geradflügler (Orthoptera s. l.). In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): *Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands*. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz. Bonn. 55: 252 – 254.
- Jolly G., 1965. Explicit estimates from capture – recapture data with both death and immigration – stochastic model. *Biometrika* 52: 225 – 247.
- Lande R., 1980. Genetic variation and phenotypic evolution during allopatric speciation. *American Naturalist* 116: 463 – 479.
- Losík J., Lisická L., Hříbková J. & Tkadlec E. 2007. Demografická struktura a procesy v přírodní populaci křečka polního (*Cricetus cricetus*) na Olomoucku. *Lynx*. Praha. 38: 21 – 29.
- Kočárek P., Holuša J. & Vidlička L. 2005. Blattaria, Mantodea, Orthoptera & Dermaptera České a Slovenské republiky. *Kabourek, Zlín*. 349 s.
- Konvička M., Čížek L. & Beneš J. 2005. Ohrožený hmyz nelesních stanovišť: ochrana a management. *Sagittaria Olomouc*. 127 s.
- Konvička M. & Kuras T. 1999. Population structure, behaviour and selection of oviposition sites of an endangered butterfly, *Parnassius mnemosyne*, in Litovelské Pomoraví, Czech Republic. *J. Insect Conserv* 3: 211 – 223.
- Křístek J. & Urban J. 2004. *Lesnická entomologie*. Academia. Praha. 445 s.

- Kuncová J. et al. 1999. Ústecko. In: Mackovčín P. & Sedláček M. (eds): Chráněná území ČR, svazek I. Agentura ochrany přírody a krajiny a Ekocentrum Brno. Praha. 808 s.
- Kuras T., Lebloch B. & Marková H. 2004. Modrásek bahenní – klíčový druh mokřadních společenstev CHKO Poodří. Závěrečná zpráva rozvojového projektu č. 65/2003 G4, b., nepublikováno.
- Maes D., Ghesquiere A., Logie A. & Bonte D. 2006. Habitat Use and Mobility of Two Threatened Coastal Dune Insects: Implications for Conservation. *Journal of Insect Conservation*. Volume 10: 105 – 115.
- Maier C. 2003. Untersuchungen zur Populationsentwicklung von *Oedipoda germanica* (Latr.) im Naturdenkmal „Galgenberg“, Main – Tauber – Kreis (Caelifera: Acrididae). *Articulata* 18: 193 – 208.
- Matsumoto K. 1985. Population dynamics of the Japanese Clouded Apollo *Paranassius glacialisbutles* (Lepidoptera: Papilionidae). I. Changes in population size and related population parameters for three successive generations. *27*: 301 – 312.
- Quitt E. 1975. Klimatické oblasti ČSR, 1: 500 000. Geografický ústav ČSAV. Brno. 75 s.
- Reed D. H., O'Grady J. J., Brook B. W., Ballou J. D. & Frankham R. 2003. Estimates of minimum viable population sizes for vertebrates and factors influencing those estimates. *Biological Conservation* 113:23 – 34.
- Seidl W. 1836. Die Orthopteren Böhmens. *Weitenweber's Beiträge*: 205 – 223.
- Štěpánová L. 2009. Rozšíření saranče německé (*Oedipoda germanica*) v České republice a demografická charakteristika modelové populace na lokalitě Košťálov. [Bakalářská práce]. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého. 32 s.

- Tichý L. 1998. Dlouhodobá teplotní měření na lokalitě Sloní hřbet (NP Podyjí) ve vztahu ke struktuře a fenologickým projevům vegetačního krytu. *Thayensia* 1: 67 – 82.
- Tkadlec E. 2008. Populační ekologie: struktura, růst a dynamika populací. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 400 s.
- Wagner G. 2000. Eine Populationsgefährdungsanalyse der Rotflügeligen Ödlandschrecke, *Oedipoda germanica* (Latr. 1804) (Caelifera: Acrididae). *Articulata* 9: 1 – 118.
- Wagner G., Köhler G., Berger U. & Davis A. J. 2005. An experiment to re-establish the red-winged grasshopper, *Oedipoda germanica* (Latr.) (Caelifera, Acrididae), threatened with extinction in Germany. *Journal for Nature Conservation* 13: 257 – 266.
- White G. & Burnham K. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46: 120 – 139.
- Zimmermann K. 2011. Ekologie denních motýlů tradičně obhospodařovaných podhorských luk. [Dizertační práce]. [České Budějovice (CZ)]: Jihočeská Univerzita. 42 s.

Přílohy

Obrázek I. Lokalita Košťálov v Českém středohoří, kde byly studovány demografické charakteristiky populace saranče německé.

Obrázek II. Nedospělý jedinec saranče německé na lokalitě Košťálov.

Obrázek III. Lokalita Košťálov s bývalým lomem.

Obrázek IV. Způsob značení odchycených sarančí formou příčných čar na krytkách.

Obrázek V. Provizorní terénní základna.

Obrázek I. Lokalita Košťálov v Českém středohoří.



Obrázek II. Nedospělý jedinec saranče německé na lokalitě Košťálov.



Obrázek III. Lokalita Košťálov, s bývalým lomem. Pohled shora na terasy lomu.



Obrázek IV. Způsob značení sarančí formou příčných čar na krytkách.



Obrázek V. Provizorní terénní základna.

