

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra ochrany lesa a entomologie



**Vliv zastoupení smrku ztepilého na
biodiverzitu lesa v modelovém území
Pelhřimovska**

*Influence of Norway spruce portion in forests on biodiversity in model area
of Pelhřimov city*

Bakalářská práce

Autor bakalářské práce: Milan Kos

Vedoucí práce: doc. Ing. Oto Nakládal, Ph.D.

Praha 2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Milan Kos

Lesnictví

Název práce

Vliv zastoupení smrku ztepilého na biodiverzitu lesa v modelovém území Pelhřimovska

Název anglicky

Influence of Norway spruce portion in forests on biodiversity in model area of Pelhřimov city

Cíle práce

1. Vypracovat literární rešerši na zvolené téma
2. Stanovit pro modelové území prahovou hodnotu zastoupení smrku na základě abundance brouků.
3. Stanovit pro modelové území prahovou hodnotu zastoupení smrku na rozboru vybraných čeledí brouků.
4. Vyhodnotit zastoupení vzácných saproxylických druhů

Metodika

Studie bude primárně zaměřena na saproxylické druhy brouků. Saproxyličtí brouci budou monitorováni v hospodářském lese pomocí pasivních nárazových pastí. V modelovém území bude vybráno 10-15 porostů s různým procentickým zastoupením smrků a ostatních dřevin (listnatých). Pasti budou nainstalovány ve výčetní výšce stromu. Instalace pastí proběhne počátkem dubna a budou aktivní po celou sezónu. Fixační tekutina bude koncentrovaný roztok chloridu sodného s kapkou jaru pro odstranění povrchového napětí fixační tekutiny. Nachytný entomologický materiál bude vybírán ve 14 denních intervalech. Mezi jednotlivými výběry student výběr zpracuje v laboratoři. Tzn., roztřídí se všechny hmyz a spočítají se zástupci jednotlivých řádů. U řádu brouci se materiál roztřídí do čeledí. U vybraných čeledí dojde k determinaci do druhů. Pro modelové území pak bude stanovena prahová hodnota zastoupení smrku, při které je v daném území dosaženo nevyšší biodiverzity.

Doporučený rozsah práce

Saproxyličtí brouci, smrk, zastoupení, biodiverzita, Coleoptera

Klíčová slova

50-60 stran

Doporučené zdroje informací

- Farkač J., Král D. & Škorpík M. (2005): Červený seznam ohrožených druhů České Republiky – Bezobratlí. (Red list of threatened species in the Czech Republic – Invertebrates). AOPK, Praha, 758 pp.
- Horák J. (2011): Response of saproxylic beetles to tree species composition in a secondary urban forest area. *Urban Forestry & Urban Greening* 10: 213–222.
- Horák J. (2013): Effect of site level environmental variables, spatial autocorrelation and sampling intensity on arthropod communities in an ancient temperate lowland woodland area. *PLoS ONE* 8 (12): 1–7.
- McNeely J. A. (2002): Forest biodiversity at the ecosystem level: Where do people fit in? *Unasylva* 53: 10–15.
- Oxbrough A., French V., Irwin S., et al. (2012): Can mixed species stands enhance arthropod diversity in plantation forests? *For Ecol Manage* 270: 11-18.
- Simberloff D. (1999): The role of science in the preservation of forest biodiversity. *For Ecol Manage* 115: 101–111.
-

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Oto Nakládal, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 3. 5. 2016

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 1. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 11. 04. 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Vliv zastoupení smrku ztepilého na biodiverzitu lesa v modelovém území Pelhřimovska, vypracoval samostatně s použitím citované literatury, použitých pramenů a po konzultacích s doc. Ing. Otou Nakládačem, Ph.D.

V Praze dne 20. 3. 2017

Milan Kos

Poděkování

Tímto děkuji doc. Ing. Otu Nakládalovi, Ph.D. za pomoc při vedení bakalářské práce, zapůjčení pomůcek, konzultace, ochotu a hlavně cenné rady, bez kterých bych nebyl schopen práci zkompletovat. Dále děkuji Ing. Jiřímu Synkovi za pomoc při sběru dat a jejich zařídování.

Abstrakt

Pod pojmem saproxyličtí brouci se rozumí velká skupina druhů, kteří žijí v mrtvém dřevě, v různém stupni rozkladu a patří k nejohroženějším součástem biodiverzity naší krajiny a přírody. Avšak nebyla jim věnována dostatečná pozornost, až nyní v posledních letech jsou saproxyličtí brouci celoevropsky studováni. V roce 2016 probíhal sběr dat za pomoci kmenových pasivních nárazových pastí. Studie byla realizována u státních lesů LČR s. p., revír Eustach (oblast Lhotka). Celkem bylo rozvěšeno 15 pastí a to od dubna do začátku září. Odchyceno bylo 1226 brouků (Coleoptera) z celkového počtu 6624 jedinců hmyzu (Insecta). Největší zastoupení měla čeleď kovaříkovitých (Elateridae) s celkovým počtem 241 jedinců. Bylo zjištěno, že prahová hodnota brouků činí 57,3 % zastoupení smrku ztepilého (*Picea abies*) na početnost daného řádu. U čeledi kovaříkovitých (Elateridae) ukázala prahová hodnota 42,7 % zastoupení smrku ztepilého (*Picea abies*) na početnost čeledi Elateridae. Prahová hodnota představuje nejnižší zastoupení smrku na minimální abundanci brouků a čeledi Elateridae. Zastoupení smrku v menší míře ovlivňuje biodiverzitu lesa v modelovém území. Na biodiverzitu má vliv mnoho dalších biotických a abiotických faktorů.

Klíčová slova: Saproxyličtí brouci, smrk, zastoupení, biodiverzita, coleoptera.

Abstract

The term saproxylic beetles defines a large grouping of beetles living in dead wood at a different stage of decomposition which belong to the most threatened parts of biodiversity of the landscape and nature. However; not sufficient attention has been paid to this group thus far, the saproxylic beetles have been investigated only in the recent years within the whole Europe. In 2016 the data collection was conducted through trunk passive traps. The survey was conducted in the state forests of Forests in CR, s. e. (LČR s. p.), territory Eustach (region Lhotka). Altogether 15 traps were hanged from April to the beginning of September. 1226 beetles (Coleoptera) of the total 6624 insects (Insecta) were trapped. The most numerous were beetles of the family Elateridae with the total number of 241. It was discovered that the threshold value of beetles was 57,3 % in (*Picea Abies*) for the order given, in Elateridae the threshold value was 42,7 % in (*Picea abies*) for the family Elateridae. The minimum value is the lowest proportion of spruce minimum abundance of beetles and family Elateridae. The proportion of spruce to a lesser extent, affects the biodiversity of the forest in the study area. Impact on biodiversity has many other biotic abiotic factor.

Keywords: Saproxylic Beetles; spruce; representation; biodiversity; coleoptera

Obsah

1. Cíle práce.....	11
2. Úvod	12
3. Literární rešerše	13
3.1 Brouci – Coleoptera	13
3.2 Definice saproxylických brouků	14
3.3 Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>).....	14
3.4 Čeled' kovařici (Elateridae).....	16
3.5 Pasivní nárazová kmenová past	17
4. Metodika.....	18
4.1 Studované území – Černovice, revír Eustach a jednotlivé pasti	18
4.1.1 Orografické poměry.....	21
4.1.2 Hydrologické poměry	21
4.1.3 Geologické poměry.....	21
4.1.4 Pedologické poměry	21
4.1.5 Klimatické poměry	21
4.1.6 Způsob hospodaření.....	22
4.2 Pasivní nárazové pasti - rozměry	22
4.3 Instalace pastí a výběry	23
4.4 Třídění a určování	24
4.5 Popis porostů.....	24
4.6 Statistické zpracování.....	25
5. Výsledky.....	26
5.1 Počty nacytaných jedinců.....	26
5.2 Počty jedinců v poměru zastoupení smrku.....	28
5.3 Výsledky analýz prahových hodnot	30
5.4 Zastoupení saproxylických druhů	32

6. Diskuse	33
6.1 Pasivní nárazové pasti	33
6.2 Fixační roztok.....	33
6.3 Prahové hodnoty.....	34
6.4 Saproxylické druhy	35
7. Závěr.....	36
8. Doporučení pro praxi.....	37
9. Seznam použité literatury	37
10. Přílohy	41

Seznam příloh:

Seznam obrázků:

Obrázek 1- Mapa studované lokality	18
Obrázek 2-Porostní mapa, rozmístění jednotlivých pastí (oblast Lhotka).....	19
Obrázek 3-Porostní mapa, rozmístění jednotlivých pastí (Městské lesy Černovice)	19
Obrázek 4-Pasivní nárazová past číslo 12	23
Obrázek 5-Četnost jednotlivých nachytaných čeledí.....	27
Obrázek 6-Počty chycených jedinců v závislosti na instalovaných pastech.	28
Obrázek 7-Počet chycených brouků na jednotlivých zastoupeních smrku.....	29
Obrázek 8-Počet chycených kovaříků na jednotlivých zastoupeních smrku.....	29
Obrázek 9-Výsledný trend prahové hodnoty abundance řádu brouci.....	30
Obrázek 10-Výsledný trend prahové hodnoty abundance čeledi kovaříků.	31
Obrázek 11-Past číslo 14	41
Obrázek 12-Past číslo 15	42
Obrázek 13-Pobytové znaky zvěře, past číslo 12	43
Obrázek 14-Dolívání fixační tekutiny u pasti číslo 1	44

Seznam tabulek:

Tabulka 1-Zeměpisné souřadnice.	20
Tabulka 2-Poměr zastoupení dřevin.	20
Tabulka 3 - Saproxyltické druhy kovaříků (Elateridae) a ohrožené druhy.....	32
Tabulka 4 - Přehled proměnných zaznamenaných v lesích u Černovic u Pelhřimova v roce 2016.....	45

Seznam zkratk:

LČR – Lesy České republiky

LHC – Lesní hospodářský celek

1. Cíle práce

- Vypracovat literární rešerši na zvolené téma.
- Stanovit pro modelové území prahovou hodnotu zastoupení smrku na základě abundance brouků.
- Stanovit pro modelové území prahovou hodnotu zastoupení smrku na rozboru vybraných čeledí brouků.
- Vyhodnotit zastoupení vzácných saproxylických druhů.

2. Úvod

Snahy o zabezpečení lesů byly známé už v minulých dobách, avšak zabránit úplné devastaci lesů měl až první ucelený zákonný předpis: Tereziánský lesní řád z roku 1754 z doby vlády Marie Terezie. Největším důvodem byl nedostatek dříví. Dnes jsou lesy zpravidla hospodářské a slouží k produkci dřeva. Nic méně cílem je trvalé zachování biodiverzity, stability a produkční schopnosti obhospodařovaných lesních ekosystémů (Zezula J. 2000). Takto obhospodařované lesy fungují jako zdroj trvale obnovitelné dřevní suroviny, lesních hub, plodů a dalších produktů. Zároveň však takový les poskytuje společnosti mnohostranný užitek v zachování a podpoře druhové pestrosti všech v něm žijících mikroorganismů, hub, rostlin a živočichů, ochraně klimatu, vody a půdy a poskytuje i významný užitek rekreační (Zezula J. 2000). Druhovú skladbu je tím klíčovým faktorem pro biologickou rozmanitost lesů (Oxbrough et al. 2012). Dále to jsou brouci (Coleoptera), kteří jsou jedním z klíčových skupin pro posouzení biologické rozmanitosti (Horák J. 2011). V přírodních lesních ekosystémech se každý biologický druh cenózy podílí na jejich struktuře, dynamice, funkci a produktivitě. Organismy tam svými vlastnostmi a nároky vyplňují ekologické niky (Křístek J. & Urban J. 2013). Avšak díky odlesnění, fragmentaci porostů a změně druhového složení je ohroženo značné množství druhů brouků (Carnus et al. 2006 & Goßner 2004).

Hospodářské lesy jsou zakládány a pěstovány k plnění společenských funkcí, v dřívějším pojetí funkcí produkčních a mimoprodukčních. Vše, co toto plnění ruší je pokládáno za škodlivé, co mu prospívá je užitečné. Tato kritéria se vztahují i na lesní hmyz. Hmyz užitečný, nebo užitečný se v současném lesním hospodářství neprojevuje. Jiným nepřímo užitečným hmyzím druhem jsou parazitoidi a predátoři. Pro lesní hospodářství mají největší význam druhy, které snižují abundanci hmyzích lesních škůdců (Křístek J. & Urban J. 2013). Do této skupiny určitě také patří saprofágové a nekrofágové, kteří se podílejí na dekompozičních procesech. Obecně lze konstatovat, že hospodářské lesy jsou lesními ekosystémy, v nichž má hmyz své funkční zařazení. Obsazuje ekologické niky, účastní se trofických řetězců, má podíl na vztahovém komplexu biocenózy a účastní se regulačních procesů ovlivňujících ekologickou stabilitu (Křístek J. & Urban J. 2013).

3. Literární rešerše

3.1 Brouci – Coleoptera

Brouci (Coleoptera) jsou bezpochyby nejvýznamnějším hmyzím řádem. Zastupují asi 1/3 celkového počtu všech známých živočišných druhů (Nakládal O. 2011). Pro koloběh živin a ekologickou rovnováhu v přírodě jsou nenahraditelnou složkou. Prospěšní jsou především karnivorní, koprofágní, nekrofágní a saprofágní druhy. Řád brouci je na území ČR zastoupen 113 čeleděmi, s počtem kolem 6080 druhů (Křístek J. & Urban J. 2013). Vyplývá tedy, že je třetím nejpočetnějším řádem hmyzu (Insecta), na našem území (Jelínek 1993 & Laštůvka et al. 2001). Na celém světě je popsáno asi 400000 druhů, v Evropě zhruba 20000 druhů (Hůrka 2005). Brouci obývají různá terestrická, nebo akvatická prostředí s ohledem na stanovištní a potravní nároky. Základní stavbou brouků je hlava, hrud', zadeček a tři páry končetin. Hlava brouků je prognátní i ortognátní, volná nebo ukrytá pod štítem. Ústní ústrojí většinou kousací, výjimečně může být lízací či lízavě sací. Mají 3 páry kusadel, 4členná čelistní makadla a 3členná makadla spodního pysku. Tělo brouků je pokryto tvrdou kutikulou. Prvním párem křídel jsou tuhé krovky, které kryjí hrud', někdy i zadeček. Zároveň kryjí druhý pár blanitých křídel složený pod krovkami. Velikost imag se pohybuje od několika desetin mm (Ptiliidae - pírníci) do 16 cm (tesařík, *Titanus giganteus*). Na našem území je největším roháč obecný – *Lucanus cervus* (sameček až 90 mm, samička až 40 mm). Největší brouci se nachází v tropických a subtropických oblastech. Ve střední Africe, Indonésii, nebo jižní Americe a patří sem např. zlatohlávek *Golianthus atlas* Nick., nebo dosud největší brazilský brouk, tesařík - *Titanus giganteus* (Hůrka 2005 & Křístek & Urban 2013). Vývoj brouků probíhá ve čtyřech po sobě jdoucích fázích: vajíčko – larva – kukla – dospělec. Z vajíček, která jsou kladena na části rostlin, do země, na kameny, pod kůru apod., se za různě dlouhou dobu líhnou larvy. Ty mohou být beznohé, nebo mají 3 páry nohou, několikrát se svlékají až do poslední fáze, kdy se zakuklí. Vývoj je poměrně dlouhý, trvající i 1 rok. Dospělci (imaga) žijí jen krátkou dobu, jsou však mezi nimi druhy, u kterých se uvádí délka života i více let. Příkladem mohou být krajníci a někteří nosatci (Hanzák J. et al. 1973). Brouci se díky schopnosti přizpůsobit se podmínkám daného areálu rozšířili téměř po celém světě, kromě nejsevernějších oblastí polokoule, především díky schopnosti letu, sklerentizovanému tělu, které chrání před úbytkem vody a chrání před predátory

(McGavin 2001). Oživují převážnou část nejrůznějších biotopů ve volné přírodě, ale i doprovází člověka v jeho obydlích (Křístek J. & Urban J. 2013).

3.2 Definice saproxylických brouků

Saproxylický organismus (brouk) je druh, který je v některé své části vývoje závislý na mrtvém dřevě (odumřelém) a tlejícím dřevě v různém stupni rozkladu, nebo na jiných saproxylických organismech (Krása A. 2015). Jiná definice charakterizuje saproxylický organismus jako ten, který má buď trofické spojení na mrtvé dřevo, nebo je přímo závislý na stanovišti, které je poskytováno mrtvými nebo nemocnými stromy (Schlaghamerský 2000). Pod pojem dřevo se přitom pro tyto účely zahrnují lýko a borka, nejenom vlastní dřevo (xylém). Primárním potravním (energetickým) zdrojem této skupiny organismů je odumřelé a tlející dřevo, není ale jediným potravním zdrojem, který využívají. Definice pojmu saproxylický je víceméně ustálená, to ale neznamená, že se u různých autorů neliší a v průběhu doby se nemění. Existují užší i širší vymezení, která se liší v tom, jak velkou skupinu organismů řadí mezi saproxylické druhy. Odumírající dřevo odkazuje k procesu, při němž se běžné dřevo stává pro tyto druhy atraktivním, z věcného hlediska je ale zavádějící. Naznačuje totiž delší dobu trvající jev, přechod ze stavu živých tkání k mrtvým je, ale poměrně rychlý (Krása A. 2015). Ve své definici ho používá Speight (1989), který nově definoval pojem saproxylické organismy, jako druhy bezobratlých, které jsou závislé během některé části životního cyklu buď na mrtvém, nebo umírajícím dřevě, umírajících nebo mrtvých stromů (stojících, padlých) nebo dřevo napadajících hub nebo přítomnosti jiných saproxylických organismu.

3.3 Smrk ztepilý (*Picea abies*)

Smrk ztepilý je naší původní, nejvýznamnější dřevinou z hlediska lesnického hospodářství. Je důležitou složkou dřevařského průmyslu, nejen v České republice, ale i střední a severní Evropě. Je velice proměnlivý, díky velkému areálu rozšíření. Jeho původem je severní a střední Evropa, kde se vyskytoval ostrůvkovitě především v horách a podhůřích, vzácně v nižších polohách. Souvislý výskyt smrku je v oblasti boreálních sibiřských lesů (Skalický & Skalická 1988). V ČR je zastoupen horský smrk hercynsko – karpatské oblasti (Chmelař L. 1981). Dokáže vytvořit klimaxové porosty a postupuje i k horní hranici lesa (Větvicka V. 1998). Přirozené zastoupení smrku je 11 %, přičemž současné zastoupení na území ČR je 54 % (Musil I. 2003). Smrk ztepilý je jednodomý, vzdyzelený strom, až do vysokého stáří s výrazně monopodiální, vzpřímenou stavbou

výhonů, s přeslenitým větvením. Výška stromu činí 30 – 40 m (extrémní případy 50 – 69 m). Borka je červenohnědá až šedavá, ve stáří šupinovitě odlupčivá. Jehlice jsou střídavé, přisedající na listové polštářky, ve většině případů 4hranné a zploštělé. Samčí šištice jsou žlutavé až červené, zatímco samičí šištice mají karmínovou, nebo zelenou barvu. Šišky převislé, vejcovité nebo válcovité, s pergamenovitými nebo papírovitými semennými šupinami (Koblížek J. 2006). Dosažitelný věk, nikoli věk pro hospodářské využití je 300 – 400 (600) roků. Je to polostinná dřevina, ve vysokých polohách jsou nároky na světlo vyšší, v mládí snáší zastínění (Kyzlík & Michálek 1963). Není náročná na minerální složení půdy, snáší i nadbytečnou vlhkost a vydrží i stagnující vodu bažin a rašelinišť. Nedostatek vláhy se stává limitujícím faktorem dobrého růstu smrku. Na půdu a geologické podloží nemá smrk velké nároky, na vápencových horninách ustupuje zřetelně buku. Smrk je nenáročný na klima, snáší nízké teploty, naopak je citlivý na vysoké teploty a vlhkost vzduchu, která musí být dostačující (Pagan & Randuška 1987). Smrk je přizpůsoben krátkému vegetačnímu období a vyhovuje mu krátké a chladné léto (Chmelař 1981). Kořenový systém má plošný, povrchový a často je neodolný vůči působení větru, následkem bývají vývraty. Je velmi choulostivý vůči imisím, zejména oxidu siřičitému (SO₂), což se projevilo rozsáhlým fyziologickým poškozováním a hynutím porostů (Kubelka et al. 1992), u nás např. v pohraničních horách (Krušné hory). Původně roste v horských lesích, inverzních údolích, v rašeliništích a lokalitách s vyšší půdní vlhkostí, především na kyselých půdách. Nejlépe roste na písčité - hlinitých půdách. V uplynulých staletích byl vysazován na různá stanoviště. V monokulturních porostech vykazuje velkou ekologickou nestabilitu a má sníženou odolnost vůči patogenním činitelům (Skalický & Skalická 1988). V Evropě rostou autochtonně pouze tři druhy v ČR jen jeden (Musil I. 2003). P. A. Schmidt (1991) rozdělil rod *Picea* na 2 podrody a 4 sekce, a to na základě jehlic a šišek. První podrodem (subgenus) *Picea* jsou šišky typu: „morinda“, tj. semenné šupiny jsou tuhé, neohebné a tmavěji hnědé. Do podrodu patří sekce *Omorika* a *Picea*. Druhým podrodem *Casicta*, šišky rodu „casicta“, tj. semenné šupiny jsou tenké, ohebné a světleji hnědé se sekcemi *Sitcha* a *Pungentes* (Musil I. 2003). Význam smrku ztepilého můžeme hodnotit z několika hledisek. Vzhledem ke svému zastoupení má důležitý ekologický význam v krajině. I když jsou smrkové monokultury labilnější, než smíšené lesy, jsou naopak stabilnější, než zemědělská nebo urbanizovaná a průmyslová krajina. Dřevo je mnohostranně použitelné. Používá se na konstrukce a stavby, vyrábí se z něj nábytek, chemicky se zpracovává a slouží jako palivo. Dříví nejvyšší jakosti s

pravidelnými a úzkými letokruhy je rezonanční a používá se k výrobě hudebních nástrojů. Smrk má i nemalý význam při mimoprodukční funkci lesa, tj. pěstování vánočních stromků, ozdobného klestu. V parcích a zahradách se vyskytuje celá řada kultivarů, lišících se zejména zbarvením jehlic a vzrůstem (Koblížek J. 2006). Jsou to např. zakrslé kultivary s hustým a kompaktním větvením nebo naopak kultivary s redukováným bočním větvením, kdy vzniká dlouhý nevětvený prýt (hadí smrky). Smrk se špatně množí z řízků (s výjimkou zakrslých kultivarů), ale dobře se roubuje. Dříve se pryskyřice používala k výrobě kalafuny a terpentinu, kůra byla zdrojem tříslovin (Chroust L. 1997).

3.4 Čeled' kovařící (Elateridae)

Tato skupina brouků má protáhlé tělo a je dlouhá 10 – 15 mm, zřídka i podstatně menší (2 mm, *Quasimus*) nebo větší (téměř 30 mm, *Elater*, *Stenagostus*). Jsou obvykle hnědí nebo černí, někteří mají červené žluté nebo žlutavě hnědé krovky a černý štít. Kovové zbarvení není tak časté. Hlava je namířena kupředu (prognátní), z velké části je kryta štítem. Tykadla mají 11 článků, jsou někdy nitkovitá, častěji pilovitá a zřídka hřebenitá. Mohou být odlišná u samce a samice. Nohy jsou kráčivé, většinou krátké a tenké. Krovky pokrývají celý zadeček. U většiny druhů jsou rýhované, na každé krovce je 9 rýh, které jsou někdy tečkované, jindy hladké nebo mohou chybět. Mnohdy jsou sloupkované, zřídka porostlé různobarevnými šupinkami (*Agrypnus*). Blanitá křídla jsou zpravidla vyvinuta, brouci však létají pouze na krátké vzdálenosti. Imaga se vyznačují jiným, zcela neobvyklým způsobem pohybu. Zvláštností je, že naspodu hrudi je uložené jakési vymršťovací zařízení, které jim umožňuje vyskočit až do výšky 30 cm. Při skoku se ozve dobré slyšitelné lupnutí. Po dopadu brouk předstírá smrt, což mu mnohdy zachrání život. Sexuální dimorfismus a dichroismus nejsou příliš výrazné. V podstatě jsou samice delší, širší a klenutější než samci. U některých skupin jsou rozdíly patrné v délce a ve stavbě tykadel, případně ve zbarvení (Zahradník J. 2008).

Kovařící obývají rozmanité biotopy. Žijí v lesích, na lesostepích, v polích, na loukách i v zahradách od nížin do alpínského pásma. Někteří jsou denní, jiní noční. Zdržují se na květech, na listech, na křoví, na tlejícím dřevu, ukrývají se pod kůrou, v různých dutinách i pod kameny. Jejich potravou je pyl, nektar, pupeny, mladé listy i součásti květů. Některé druhy jsou karnivorní, loví na rostlinách živé drobnější larvy i mšice, ale přilétají i k mrtvým bezobratlým a požírají jejich tkáň i vajíčka (Laibner S. 2000). Brouci žijí aktivním životem 2 až 4 týdny. Samice většiny druhů kladou vajíčka v průběhu června a

července jednotlivě nebo v malých skupinkách buď volně na zem, nebo mělce do půdy. Počet vajíček se různí, podle druhů, od několika desítek do několika set. Zrozená larva nejprve pozře vaječný žloutek, ale zakrátko již přijímá svou specifickou potravu. Má silný tělní pokryv, je velice štíhlá, protáhlá, žlutavě hnědá. Larvy žijí buď v zemi, nebo v trouchnivějícím dřevě starých stromů i pařezů. Některé jsou dravé, jiné býložravé (včetně mycetofágních), larvy některých druhů vedle rostlinné potravy vyhledávají i potravu živočišnou, kterou tvoří larvy a kukly různého hmyzu. Vývoj larvy trvá několik let. Za to dobu se larva mnohokrát svléká. Přestože starší larvy snášejí i teploty pod bodem mrazu, zalézají k přezimování někdy až půl metru hluboko do země. Dorostlá larva vybuduje komůrku, v níž se zakuklí buď v zemi, nebo v trouchnivějícím dřevě. Brouk, který se v kolébce vylíhl, v ní zůstává přes zimu a opouští ji v časném jaru.

Larvy kovaříků mají v koloběhu přírody svůj pozitivní i negativní význam. Svými chodbičkami větrají půdu. Dravé druhy požírají některé škodlivé druhy hmyzu. Larvy některých druhů (drátovců) způsobují nepříjemné škody, neboť okusují klíčky a kořínky mladých rostlin, které touto činností nevzejdou, nebo jsou oslabené. Drátovci vnikají i do hlíz brambor a řepy, vykusují v nich chodby, a tím je znehodnocují. Čeleď se dělí na 12 až 16 dobře charakterizovaných podčeledí (počet se může různit). Celosvětově je známo na 10000 druhů, ve střední Evropě asi 170 druhů (Zahradník J. 2008).

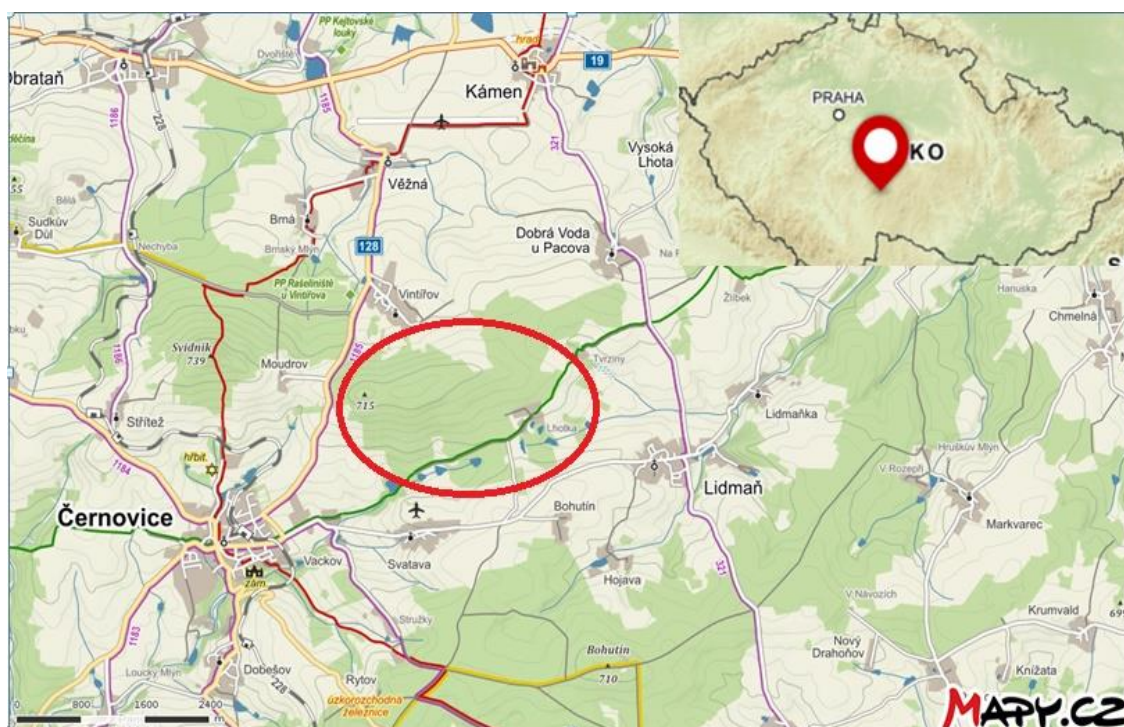
3.5 Pasivní nárazová kmenová past

Pasivní kmenová nárazová past je poslední dobou, ze tří nejvíce užívaných metod pro odchyt různých druhů brouků (Ranius 2002). V současné době se preferuje pro odchyt saproxylických druhů brouků (Schlaghamerský 2000). Nárazové pasti zachytí největší počet brouků, z toho chytí mnoho nedutinových druhů (Ranius & Jansson 2002) a malý počet velkých brouků (Martikainen & Kouki 2003). Nedochozí k poškozování mikrohabitatu a mikroklimatu stanoviště jako při metodě prosívání. Oproti tomu padací pasti umí zachytit velké množství dutinových druhů, kteří se vyskytují na povrchu dutiny, přičemž některé druhy nejsou vůbec přítomni v nárazových pastech. Metoda nárazových pastí je časově nenáročná, délka periody výběrů může být až 14 dní, díky koncentrovanému roztoku soli, která však nepůsobí jako atraktant, nýbrž jako konzervační médium (Schlaghamerský 2000 & 2005 & Bureš 2010 & Synek 2011).

4. Metodika

4.1 Studované území – Černovice, revír Eustach a jednotlivé pasti

Studovaná lokalita se nacházela v České republice na Vysočině blízko města Černovice. Výzkum probíhal u státních lesů LČR s. p., lesní správa Pelhřimov, revír Eustach. Přesné místo se nacházelo v komplexu lesa o rozloze 1379,22 ha, oblast Lhotka, která je východně od Černovic směrem na Lidmaň, na pravém břehu Černovického potoka a soustavou rybníků Chrástecký, Horní a Dolní Švejcar a Váberov (obr. č. 1).

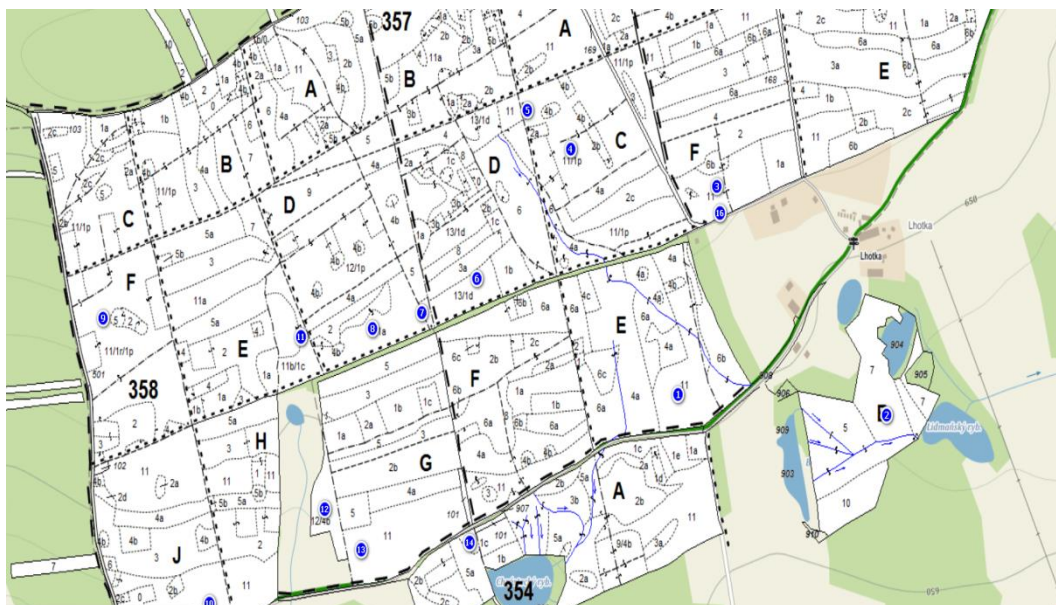


Obrázek 1- Mapa studované lokality

Převzato z <https://mapy.cz/turisticka?x=14.3241583&y=49.2761543&z=6&source=area&id=23303> dne 11.4. 2017

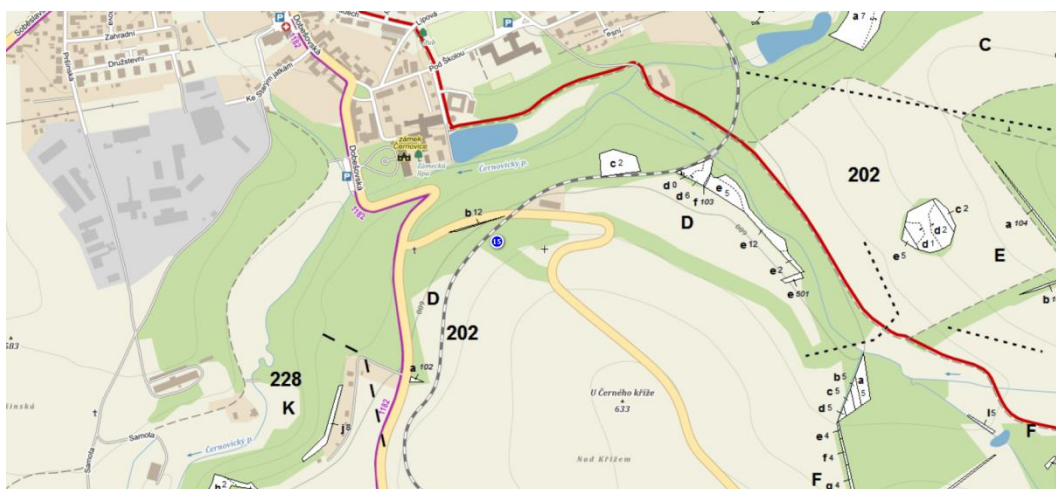
Studie byla zaměřená na saproxylické druhy brouků v hospodářském lese za pomoci pasivních nárazových pastí a měla několik kritérií. Nárazové pasti byly instalované v mýtních porostech o minimální rozloze 50,24 ar, což odpovídalo poloměru zkusné plochy 40 m. Z toho vyplývalo, že minimální vzdálenost (krajní dotek) zkusných ploch od sebe činil 80 m. Pasti byly připevněné vázacím drátem ke stromu, v prsní výšce 1,3 m ve většině případů na dřevinu smrk. Pouze u pastí číslo 1, 14 a 15 se jednalo o jinou dřevinu. U pasti číslo 1 to byl dub cer (*Quercus rubra*), u 14 se jednalo o buk lesní (*Fagus sylvatica*) a past číslo 15 byla lípa srdčitá (*Tilia cordata*). Celkem bylo rozvěšeno 15

nárazových pastí (Obr. č. 2 a 3) s různou škálou zastoupení smrku. Od nejmenšího zastoupení 5 % do maximálního zastoupení smrku 100 % (tab. 2). Každá past byla zaměřena souřadnicemi a označena příslušným číslem (tab. 1.). Přitom na každé zkusné ploše byl změřen obvod (krejčovským metrem) vybraného stromu, na kterém byla instalována past. Dále se ve studovaném porostu zaznamenala veškerá druhová skladba, mrtvé dřevo, vzrostlé stromy, dutiny, pařezy, holiny, keře, byliny, mechy, obnažená půda (viz. tab. 3). Za pomoci zrcadlového fotoaparátu (rybího oka) se dále zaznamenala procentická otevřenost korun. Navíc byla instalována past č. 16, která byla umístěna u lesní cesty v dutině starého javoru klen (*Acer pseudoplatanus*).



Obrázek 2-Porostní mapa, rozmístění jednotlivých pastí (oblast Lhotka)

Převzato z <http://geoportal.uhul.cz/mapy/mapylho.html>, dne 30. 11. 2016



Obrázek 3-Porostní mapa, rozmístění jednotlivých pastí (Městské lesy Černovice)

Převzato z <http://geoportal.uhul.cz/mapy/mapylho.html>, dne 30. 11. 20

Tabulka 1-Zeměpisné souřadnice.

zeměpisné souřadnice - WGS 84		
čísla pastí	°North	°East
1	49.3841667	15.0091667
2	49.3838889	15.0152778
3	49.3869444	15.0102778
4	49.3875	15.0058333
5	49.3880556	15.0047222
6	49.3858333	15.0030556
7	49.3852778	15.0016667
8	49.385	15
9	49.3852778	14.9922222
10	49.3811111	14.9952778
11	49.385	14.9980556
12	49.3825	14.9986111
13	49.3819444	14.9997222
14	49.3819444	15.0027778
15	49.3669444	14.9663889

Tabulka 2-Poměr zastoupení dřevin.

Poměr dřevin v %		
číslo pastí	jehličnaté	listnaté
1	5	95
2	5	95
3	15	85
4	40	60
5	50	50
6	55	45
7	55	45
8	65	35
9	75	25
10	80	20
11	90	10
12	90	10
13	95	5
14	100	0
15	100	0

4.1.1 Orografické poměry

Podle základního horopisného členění náleží LHC Pelhřimov do České vysočiny se zvlněným reliéfem s nadmořskou výškou v rozpětí od 440 m n. m. u obce Nečice, nejvyšší vrchol Křemešník 765 m n. m. Studovaná oblast je v severní, Catorazské části LHC a je dobře zachována plošina ohraničená po západním okraji dlouhým hřbetem Svidníkem 740 m n. m. a na severním okraji křemencovým Stražištěm 744 m n. m. Nejvyšší bod dané oblasti Lhotka činí Vrchy 716 m n. m.

4.1.2 Hydrologické poměry

Celá oblast je velmi důležitým zdrojem kvalitní a pitné vody. V severní části LHC je sběrná oblast pro vodní nádrž Želivka, patřící do povodí řeky Želivky. Pramení pod vrchem Křemešník jako Jankovský potok. Na jihozápadě LHC u Černovic je rozlohově menší území spadající do povodí Lužnice, která zde má prameniště svého přítoku Černovického potoka. Průměrný roční úhrn srážek je v rozmezí 650 – 700 mm, ve vegetačním období 400 mm. Nejsušší měsíc je březen, nejvlhčí měsíc je červenec. Sněhová pokrývka dosahuje maxima 50 cm. Častý výskyt vlhkého sněhu působící škody na lesních porostech (Lesinfo 2019 & Quitt 1971).

4.1.3 Geologické poměry

Oblast patří do Českého masivu, konkrétně do moldanubické části, která je hlubinně metamorfovaným krystalinikem. Severovýchodní část tvoří pararuly, a to biotické a silimaniticko-biotické. Jejich složení je tvořeno křemenem, živci, biotitem a muskovitem v menším množství. Na menších lokalitách tj. hřeben Stražiště se vyskytují kvarcity a kvarcité ruly. Svorové ruly biotiticko-muskovitické a muskoviticko-biotitické tvoří podloží v oblasti Svidníku (Lesinfo 2019).

4.1.4 Pedologické poměry

Půdy na svorových rulách (především oblast Svidník a Lhotka) jsou středně bohaté, dobře zvětrávají. Obecně lze říci, že převažuje oligotrofní a mezotrofní kambizem, oglejená kambizem, pseudogleje a částečně hnědozemě.

4.1.5 Klimatické poměry

Severní polovina LHC spadá do klimatického okrsku B 5, což je mírně teplý, mírně vlhký, vrchovinový do 1000 m n. m. a jihovýchodní částí náleží do klimatického okrsku B 8. Je charakterizován jako mírně teplý, vlhký a vrchovinový do 1000 m n. m., s počtem letních

dnů pod 50. Klima je poměrně drsné a podnebí nepříliš vlhké. Vzrůst absolutní nadmořské výšky má vliv na pokles teploty (až o 0,6° C na 100 metrech), na rostoucí srážky a oblačnost a také na pokles absolutní vlhkosti vzduchu. Průměrná roční teplota je mezi 6 – 7° C, ve vegetačním období 12 – 13° C. Průměrný počet letních dnů s teplotou, která dosáhla během dne alespoň 20° C v roce je 20 – 30 dnů (Lesinfo 2019 & Quitt 1971 & Moravec & Votýpka 1998).

4.1.6 Způsob hospodaření

Základním hospodářským způsobem v oblasti Lhotka, jak mi bylo řečeno od místního revírníka Ing. Kodeše, je podrovní způsob hospodaření, který využívá dobré přirozené obnovy smrku v kombinaci s předsunutými skupinami nebo podsadbami melioračních a zpevňujících dřevin (MZD). Optimálně na středně bohatých, nezabuřenělých a dobře zmlazujících se stanovištích. Obnova zde byla řešena formou clonných sečí a s dostatečnou hloubkou a intenzitou, ne ovšem celoplošné prosvětlování porostů. Naopak ve smrkových porostech silně zabuřenělých, přestárých a rozvrácených kalamitou se používá holosečný způsob.

4.2 Pasivní nárazové pasti - rozměry

Past byla složena do kříže z průhledných plexisklových desek o rozměrech 50 cm x 35 cm (výška a šířka). Byla opatřena plastovou stříškou proti dešti o průměru 40 cm. Spodek pasti byl opatřen plastovým, drátem vyztuženým trychtýřem o horním průměru 40 cm a spodním 9 cm. Trychtýř byl opatřen ústící sběrnou nádobkou, ze spodní části plastové láhve vysoké zhruba 12 cm. Jako fixační tekutina byla použita směs vody, soli a kapka jaru na snížení povrchového napětí. Vše bylo zkompletováno vázacím drátkem a stahovací páskou (obr. č. 4.).



Obrázek 4-Pasivní nárazová past číslo 12

4.3 Instalace pastí a výběry

Samotná instalace pastí proběhla začátkem dubna tj. 3. 4. 2016 a byla aktivní po celou dobu sezóny (aktivity hmyzu). Pasti byly důkladně připevněny ke stromu s dolitým roztokem fixační tekutiny. Zhruba v pravidelných intervalech 14 dní byl roztok s nachytnými exempláři vybírán do připravených nádob (v mém případě zavařovací sklenice) a řádně označen číslem pasti a datem výběru. Pro přefiltrování materiálu jsem použil papírové filtry s buničiny, které se mi více osvědčily, např. oproti plastovému sítku. Sebraný, přefiltrovaný materiál jsem zakonzervoval v nové směsi vody, soli a byl uložen v chladu. Každým výběrem byly pasti očištěny, zejména od nežádoucích pavučin, spadaneho listí, jehličí či větví, ve výjimečných případech opraveny. Data jednotlivých výběrů v roce 2016 byly 17. 4., 1. 5., 15. 5., 29. 5., 12. 6., 26. 6., 10. 7., 24. 7., 7. 8., 4. 9. Poslední datum výběru byl prodloužen na 4 týdny, kvůli malému množství nachytného

hmyzu a taktéž díky snížení denních teplot. Při posledním výběru došlo k demontování, očištění, opravě a uložení pastí na další sezónu.

4.4 Třídění a určování

Mezi jednotlivými daty výběru byl entomologický materiál převezen do laboratoře České zemědělské univerzity v Praze a následně tříděn a determinován. Nachytaný materiál se v laboratoři rozlil do Petriho misky, v případě nedostatku fixační tekutiny se dolila rozpuštěná sůl ve vodě, aby nedocházelo k vysoušení materiálu. Pinzetou, jehlou, s podsvícenou lampou a mikroskopem byl hmyz tříděn. Třídění probíhalo napřed rozdělení hmyzu (Insecta) na základní řády, především bylo důležité vytrítit řád brouků (Coleoptera). Ostatní řády se pouze zaznamenaly do papírových archů a vyhodily. Z každé pasti samostatně byl vytríděný řád brouků (Coleoptera) uskladněn do epruvet s roztokem a nalepeným štítkem poznačen: datem výběru a číslem pasti. Po výběru a vytrídění všeho materiálu následovala, ještě konkrétnější determinace brouků na čeledi. Označené epruvety s brouky jsem opět rozplavil v Petriho misce a začal třídít na základě čeledí. Roztríděné čeledi opět zakonzervoval a poznačil štítkem v nové epruvetě. Na vše dohlížel Ing. Jiří Synek, popř. doc. Ing. Oto Nakládal Ph.D., kterému byl následně předán lokalizovaný materiál. Na druhovou úroveň byla determinována pouze čeleď Elateridae s významnými saproxylickými druhy. K určování a determinaci byla použita systematika díla Brouci České a Slovenské republiky (Hůrka 2005).

4.5 Popis porostů

Zkusné plochy nárazových pastí byly realizovány v porostech 357 E 11, 354 B 7, 356 F 3, 357 C 11/1p, 357 D 13/1d, 358 D 14/1a, 358 F 11/1r/1p, 358 J 11, 358 E 11b/1c, 358 G 12/4b, 358 G 11 a 45 C 14/10. Všechno jsou to porosty státních lesů LČR s. p., lesní správa Pelhřimov, vyjma posledního porostu 45 C 14/10, který spadá pod Městské lesy Černovice. Oba celky spadají pod přírodní lesní oblast číslo 16, což je Českomoravská vrchovina. Pasti byly zavěšeny v intervalu nadmořských výšek od 610 m n. m. do 700 m n. m., což je třetí lesní vegetační stupeň, tedy dubobukový. V každém porostu, kde byla instalována past je zaznamenán přehled stavu proměnných (viz. tab. 3) s danou lokální biodiverzitou.

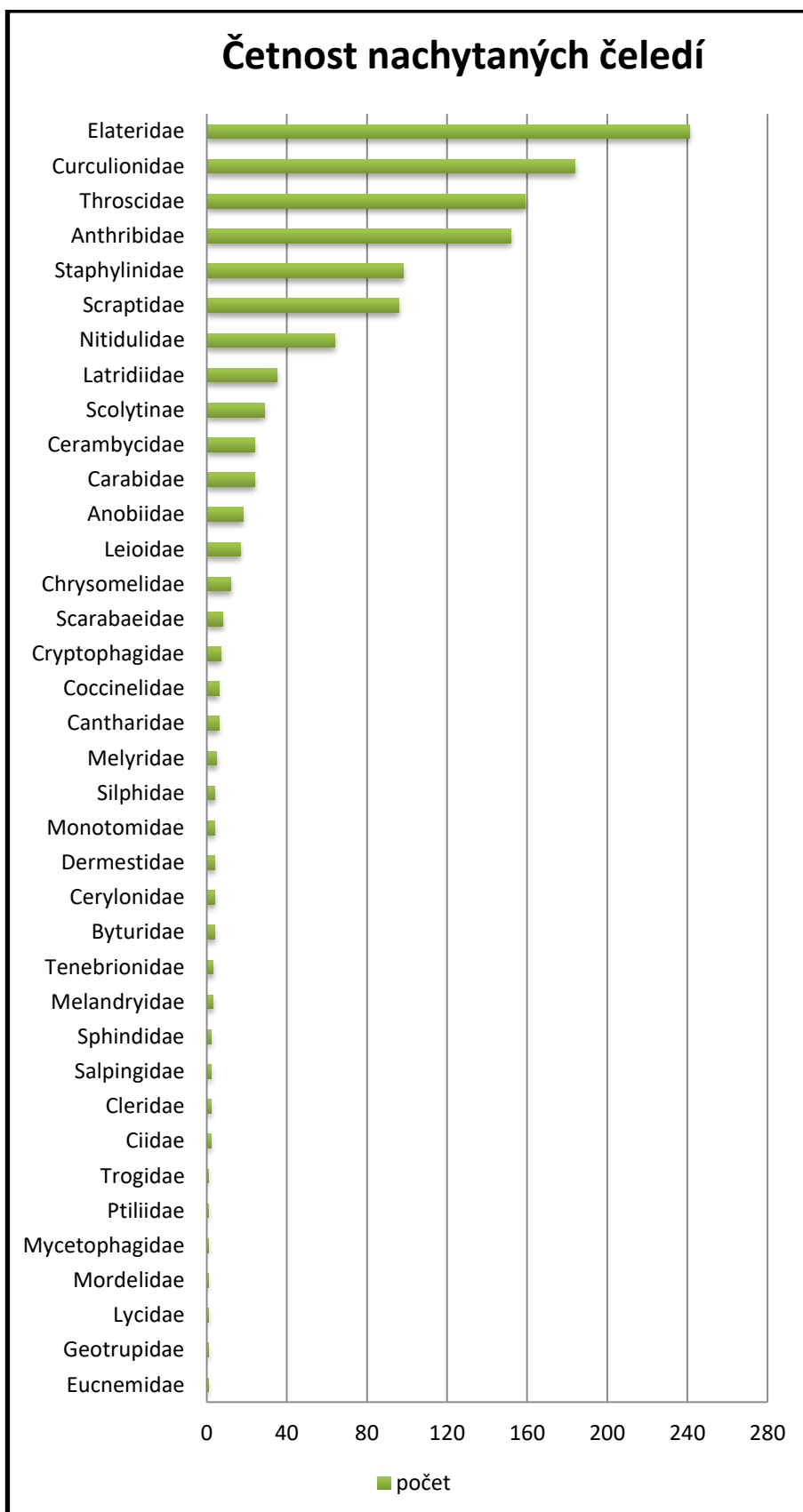
4.6 Statistické zpracování

Na základě početnosti chyceného a roztríděného řádu brouci (Coleoptera) a čeledi (Elateridae) byly vytvořeny grafy a trendy znázorňující prahové hodnoty zastoupení smrku na základě rozmanitosti řádu brouků (Coleoptera) a čeledi kovaříků (Elateridae). Pro zjištění minimální abundance byl použit trend 2. stupně, zpracován v programu Microsoft Office Excel. Pro ostatní čeledi a jiné zobrazení byly použity sloupcové grafy a vytvořené tabulky zachycující počty chycených jedinců.

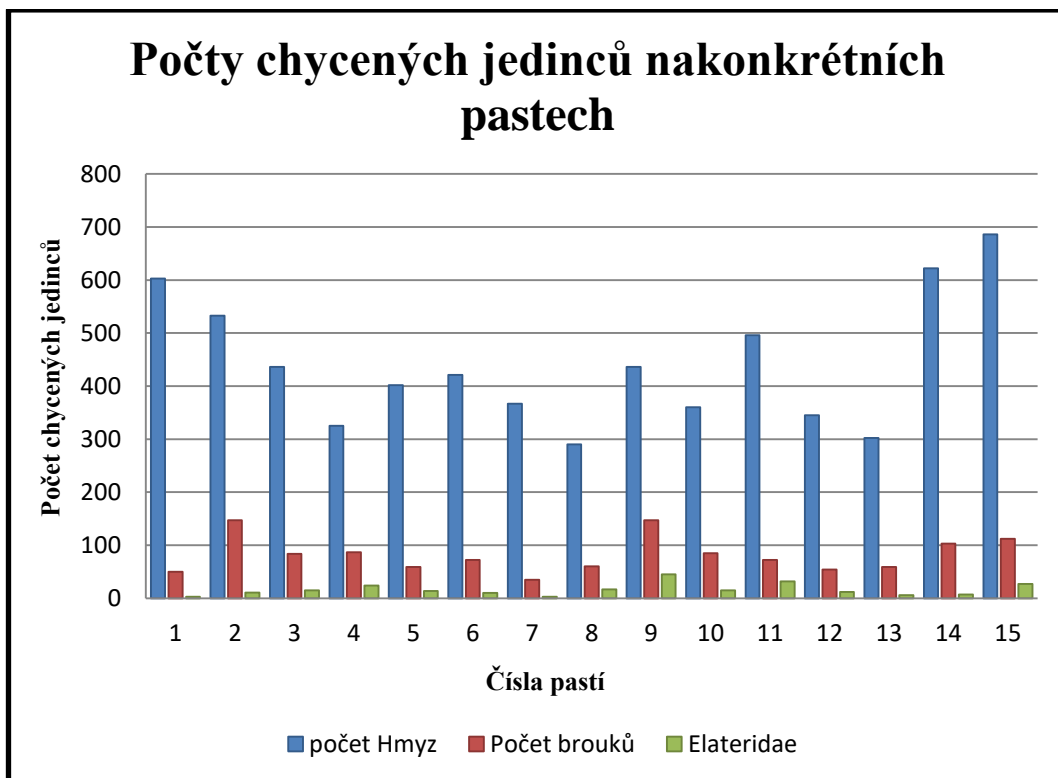
5. Výsledky

5.1 Počty nachytaných jedinců

Celkový počet nachytaných jedinců z 15 nárazových pastí byl 1226 brouků (Coleoptera) v roce 2016. Z toho bylo přetříděno 37 různých čeledí (obr. č. 5) s jejich celkovým zastoupením. Největší zastoupení měla tedy čeleď Elateridae s 241 jedinci. Naopak nejmenší počet nachytaných brouků, tedy 1 ks byl u čeledí Eucnemidae, Geotrupidae, Lycidae, Mordelidae, Mycetophagidae, Ptiliidae, Trogidae. Celková hojnost podle nárazových pastí (obr. č. 6) byla u hmyzu (Insecta) 6624 jedinců. Nejvíce nachytaného hmyzu (Insecta) bylo v pasti č. 15, počtem 147 jedinců brouků (Coleoptera) ovládla past č. 2, 9, naopak nejméně bylo v pasti č. 7. Nakonec největší počet kovaříků (Elateridae) byl v pasti č. 9 a nejméně past č. 1 a 7. V oblasti výzkumu bylo nachytáno 13 řádů hmyzu.



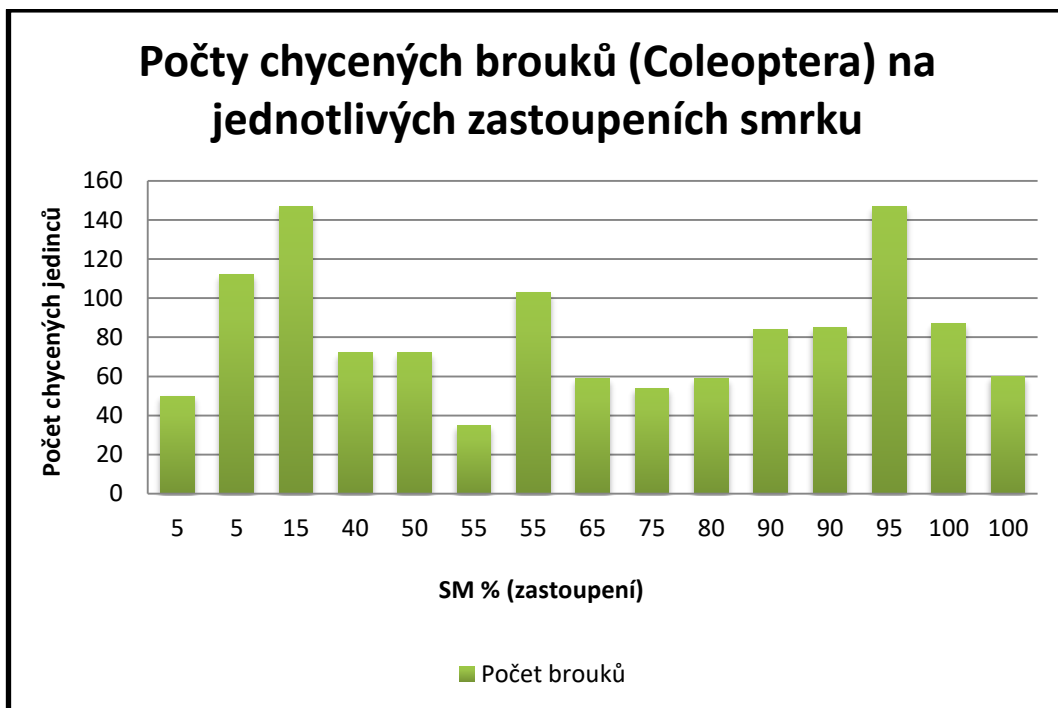
Obrázek 5-Četnost jednotlivých nachytaných čeledí.



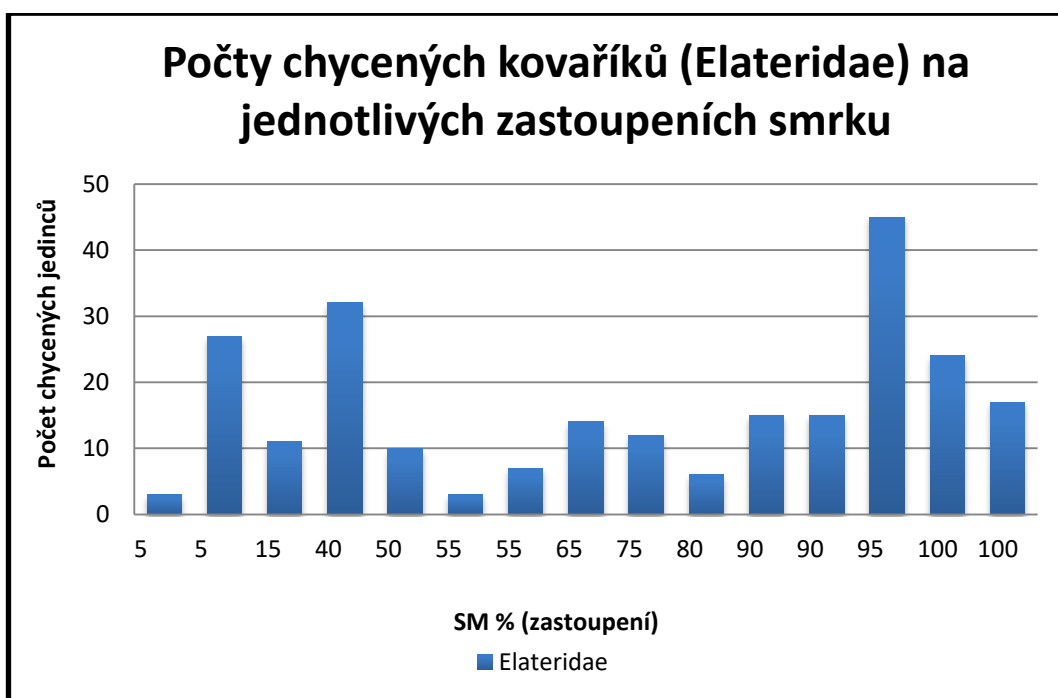
Obrázek 6-Počty chycených jedinců v závislosti na instalovaných pastech.

5.2 Počty jedinců v poměru zastoupení smrku

Největší počet brouků (Coleoptera), počtem 147 ks (past č. 2 a 9) byl při zastoupení smrku 15 % s příměsí 85 % listnatých dřevin a 95 % smrku s příměsí 5 % listnatých dřevin (obr. č. 7). Bylo zjištěno, že při 55 % zastoupení smrku se vyskytoval nejmenší počet jedinců 35 ks, což odpovídalo pasti č. 7. Při zastoupení 95 % smrku bylo chyceno 45 kovaříků (Elateridae) v pasti č. 9 (obr. č. 8). Nejméně kovaříků (Elateridae) bylo v pasti č. 1 a 7 odpovídající počtu 3 jedinců.



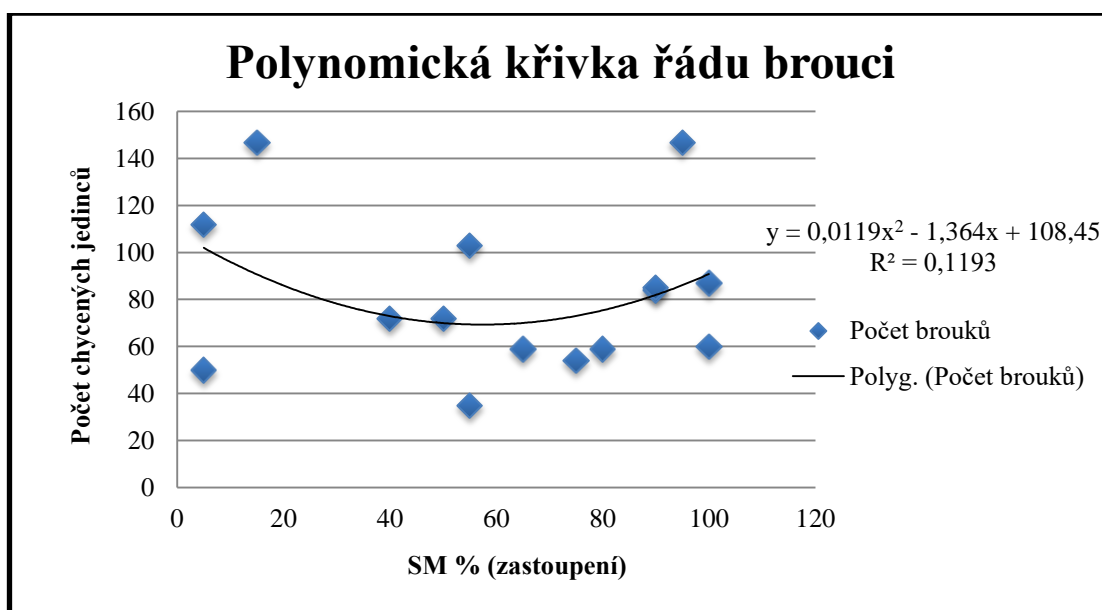
Obrázek 7-Počet chycených brouků na jednotlivých zastoupeních smrku.



Obrázek 8-Počet chycených kovaříků na jednotlivých zastoupeních smrku.

5.3 Výsledky analýz prahových hodnot

Na základě zjištěné početnosti brouků (Coleoptera) a čeledi kovaříků (Elateridae) byla provedena analýza zjišťující prahové hodnoty obou zmíněných skupin. U skupiny brouků (obr. č. 9) zobrazující závislost mezi početností a jednotlivými zastoupeními smrku bylo analyzováno, že koeficient determinace R^2 se rovná 0,1193. To vypovídá o volné závislosti znamenající, že právě tento koeficient vynásobený 100 % vyjadřuje, z kolika procent je zastoupení smrku závislé na biodiverzitě daného stanoviště. Odpovídá tedy 11,93 % závislosti daného počtu a zastoupení, zbylých 88,07 % vyjadřuje jinou závislost na abundanci brouků. Dále bylo zpracováno, že spojnice trendů má prahovou hodnotu pro řád brouci (Coleoptera) 57,3 % zastoupení smrku. Je patrná, mírná rostoucí početnost k hodnotám 0 % a 100 % zastoupení smrku.



Obrázek 9-Výsledný trend prahové hodnoty abundance řádu brouci.

***Výpočet prahové hodnoty brouků pomocí derivace kvadratické funkce.**

$$y = 0,0119x^2 - 1,364x + 108,45$$

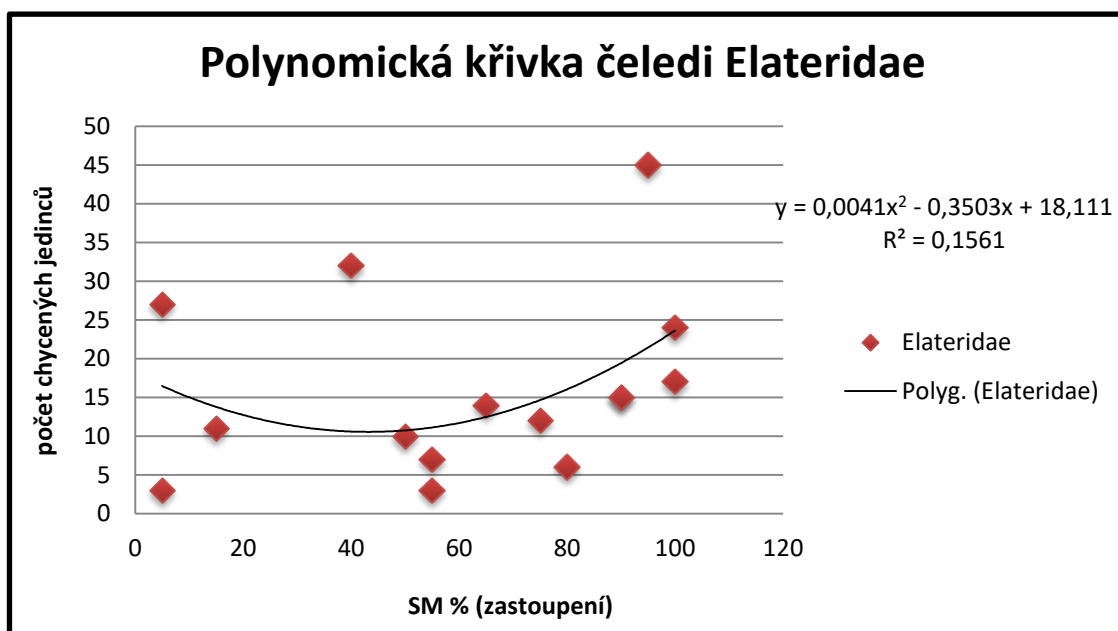
$$y' = 0$$

$$0 = 2 \times 0,0119x - 1,364$$

$$- 2 \times 0,0119x = - 1,364 / :(-2)$$

$$0,0119x = 0,682 / : (0,0119)$$

$$x = 57,3 \%$$



Obrázek 10-Výsledný trend prahové hodnoty abundance čeledi kovaříků.

Skupina kovaříků (Elateridae) prokázala statisticky opět malý vliv spolehlivosti $R^2 = 0,1561$ na biodiverzitu lesa (obr. č. 10). Závislost spolehlivosti je 15,61 % na zastoupení a abundanci čeledi Elateridae. Z toho vyplývá, že 84,39 % vyjadřuje další jinou závislost na růst čeledi Elateridae. Práhová hodnota je v tomto případě 42,7 % zastoupení smrku. Více značná je regrese početnosti směrem k hodnotám zastoupení 100 % smrku.

***Výpočet prahové hodnoty kovaříků pomocí derivace kvadratické funkce.**

$$y = 0,0041x^2 - 0,3503x + 18,111$$

$$y' = 0$$

$$0 = 2 \times 0,0041x - 0,3503$$

$$- 2 \times 0,0041x = - 0,3503 / :(-2)$$

$$0,0041x = 0,17515 / :(0,0041)$$

$$x = 42,7 \%$$

5.4 Zastoupení saproxylických druhů

Bylo odchyceno 5 saproxylických jedinců, což odpovídá asi 2 % z celkového počtu 241 kovaříků (Elateridae). Jde o druhy: *Ampedus balteatus*, *Ampedus nigrinus*, *Ampedus pomorum*, *Denticollis linearis* (tab. 4.). Druhy byly odchyceny v pastech č. 3, 6, 9, 11, a to v porostech nad 40 % (včetně) zastoupení smrku. V pasti č. 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 12 a 15 se chytil druh napsaný v Červeném seznamu ohrožených druhů České republiky bezobratlých. Jednalo se o druh téměř ohrožený (NT) *Athous zebei* (Bach, 1854).

Tabulka 3 - Saproxylické druhy kovaříků (Elateridae) a ohrožené druhy.

Kovaříci (<i>Elateridae</i>)	Počet	Sapro. druhy + červená kniha
<i>Ampedus balteatus</i> (Linnaeus, 1758)	1	Saproxylický
<i>Ampedus nigrinus</i> (Herbst, 1784)	1	Saproxylický
<i>Ampedus pomorum</i> (Herbst, 1784)	1	Saproxylický
<i>Denticollis linearis</i> (Linnaeus, 1758)	2	Saproxylický
<i>Adrastus pallens</i> (Fabricius, 1792)	1	
<i>Athous haemorrhoidalis</i> (Fabricius, 1801)	9	
<i>Melanotus villosus</i> (Geoffroy in Fourcroy, 1783)	17	
<i>Athous zebei</i> (Bach, 1854)	23	NT - téměř ohrožený druh
<i>Melanotus castanipes</i> (Paykull, 1800)	53	
<i>Athous subfuscus</i> (O. F. Muller, 1767)	62	
<i>Dalopius marginatus</i> (Linnaeus, 1758)	71	

6. Diskuse

6.1 Pasivní nárazové pasti

Nárazové pasti ukázaly svoji velikou funkčnost a použití pro odchyt různého druhu hmyzu. Za aktivní sezónu v roce 2016 se chytlo 442 jedinců hmyzu (Insecta) a 82 jedinců z řádu brouci (Coleoptera) průměrně na jednu past. Nabízí se zde i malé porovnání, kdy na 15 nárazových pastí bylo chyceno 6624 jedinců hmyzu a na pasti č. 16 se nachytalo 1380 jedinců. Odpovídá to tedy zhruba 1/5 všech chycených jedinců za sezónu 2016. Doplnková past č. 16 byla umístěná v dutině starého stromu Javoru klen (*Acer pseudoplatanus*), předpokladem bylo chycení vzácných saproxylických druhů. To se sice nezdařilo, nicméně se potvrdilo, že nárazová past je velice efektivní pro odchyt v dutinách starých stromů. Nejvyšší počet chycených řádů hmyzu byl 13. To především v pastech číslo 6 a 14, při zastoupení smrku 50 % a 55 %. Nejpočetnější čeledi byly kovařici (Elateridae), celkovým počtem 241 jedinců, což je asi 25 % z počtu všech nachytaných čeledí. Je zřejmé, že účinnost nárazových pastí nikterak neovlivňuje konstrukce nebo fixační tekutina, ale je to výběr vhodné lokality (místa). Především druhově bohaté místo, ať už mrtvé dřevo, bylinné patro, mechy, druhová skladba atd., je zárukou chycení většího počtu jedinců. Příkladem mohou být pasti č. 6 a 7, kdy past č. 6 zachytila 72 ks brouků a past č. 9 zachytila o 1/2 méně brouků, přitom jsou od sebe vzdálené na minimální povolenou délku 80 m a jejich zastoupení smrku se liší pouze o 5 %. Nejméně odchycených jedinců bylo v čeledi Eucnemidae, Geutrupidae, Lycidae, Mordelidae, Mycetophagidae, Ptiliidae a Trogidae. Tyto čeledi se nachytaly v pastech s vysokým procentickým zastoupením smrku nad 90 % v porostech se značným bylinným patrem.

6.2 Fixační roztok

Fixační tekutinou byl, už několikrát zmíněný přesycený roztok vody, soli a kapka jaru na rozrušení povrchového napětí vody. Měla několik výhod i nevýhod. Výhodou byla okamžitá a efektivní smrt hmyzu (Insecta), který spadl do nádržky s tekutinou. Jar dokázal bezprostředně rozrušit hladinu roztoku tak, aby hmyz (Insecta) neměl sebemenší šanci uniknout. Zároveň je třeba poznamenat, že fixační

roztok nepůsobil jako atraktant hmyzu, nýbrž jako šetrné usmrcení daného hmyzu. Nelákal tedy hmyz (Insecta) na způsob feromonového odparníku. Ostatně při použití feromonu by se mohly lákat nežádoucí druhy, které se v dané lokalitě mohou vyskytovat jen ojediněle (Olekša et al. 2013). Další výhodou byla, že nachytaný materiál zůstal měkký a snadno preparovatelný a následné třídění bylo bez větších problémů. Nevýhodou bylo, že při vyšších teplotách a velkém množství nachytaného materiálu, docházelo k zahnívání (zkažení) vody, ale to jen výjimečně. Zvláštností bylo, že fixační tekutina (slaná voda) lákala zvěř, jako slanisko. V některých případech došlo tedy k poškození, či vyhlížení nádoby. Častější byly vyhrabané, hluboké díry od zvěře, přímo pod nárazovými pastmi (obr. č. 13).

6.3 Prahové hodnoty

Prahová hodnota byla u řádu brouci (Coleoptera) na hodnotě 57,3 % zastoupení smrku. Analýza nám tedy ukázala, že nejmenší možná abundace řádu je právě v tomto procentickém zastoupení smrku. Křivka měla rostoucí potenciál na obě strany. Vysvětlením by mohlo být, že zastoupení smrku hraje sice významnou roli na početnosti řádu, ne však takovou, aby ovlivnilo početnost nějak významněji. Polynomická křivka více gradovala směrem k hodnotě 0 % zastoupení smrku. To by mohl vysvětlovat větší podíl chyceného materiálu, především v pastech č. 2 a 15, celkovým počtem 147 a 112 jedinců. Důvodem zvýšeného počtu chyceného materiálu právě v těchto pastech byla, rozmanitější dřevinná skladba, větší zastoupení listnatých dřevin (bříza, osika, habr, javor, lípa) a zároveň lepší mikroklimatické podmínky. Z analýzy vyplynulo, že faktorů ovlivňujících biodiverzitu je více. I proto vyšlo, že koeficient $R^2 = 11,93 \%$ je velice nízký. Koeficient determinace nám tedy ukázal, že 88,07 % jiných faktorů, než je zastoupení smrku, ovlivňuje místní biodiverzitu. Příčin by mohlo být více např. odstraňování mrtvého dřeva, nedostatek makro a mikro habitatů, antropogenní změna prostředí, změna druhové skladby stanoviště, taktéž historické odlesňování místní lokality, a proto i ztrátu areálu místní populace. Minimální hodnota zastoupení smrku u čeledi kovaříkovití (*Elateridae*) vyšla 42,7 %, což odpovídá nejmenšímu možnému počtu jedinců této čeledi. Křivka má vzrůstající tendenci na obě strany, k hodnotě 0 % a 100 % zastoupení smrku. Strmější vzrůst je však

k zastoupení 100 %. To ovlivnily především pasti č. 4, 8 a 9. Vysvětlením by mohlo být dostatečné pokrytí bylinného a keřového patra, velké množství ležícího dřeva, pařeziny a dostatek vzrůstajících stromů. Počet vzrostlých stromů byl v pastech č. 4, 8 a 9, asi 24 % z celkového počtu 752 ks vzrostlých stromů v daném poloměru 40 m. Vyplývá tedy, že hustota dřevinné skladby mírně zlepšuje početnost výskytu a bohatost kovaříkovitých (Elateridae).

6.4 Saproxylické druhy

Celkově bylo chyceno 241 druhů kovaříků (Elateridae), z toho 2 % saproxylických brouků. Saproxylické druhy se chytly v pasti č. 3, 6, 9 a 11. Maximální počet chycených saproxylických kovaříků (Elateridae) byl 2 ks na past. To se podařilo v pasti č. 6, která měla nejvyšší zastoupení ležícího mrtvého dřeva ($3,7 \text{ m}^3$), oproti ostatním. Dokazovalo to tedy, že mrtvé (tlejícího) dřevo má dost zásadní vliv na život a početnost saproxylických organismů. Ovšem nebylo to jen tlející dřevo. Potvrdila se i přítomnost vegetace podle (Köhler 2000) na bohatost saproxylických druhů. Past č. 9 byla v poloměru 40 m pokrytá zhruba 75 % vegetace a přítomnost mrtvého dřeva byla $0,3 \text{ m}^3$. Z výsledků plyne, že odchyt saproxylických druhů byl hodně ovlivněn lokální diverzitou stanoviště. Ukázalo se, že malé množství 5 ks saproxylických druhů bylo chyceno v pastech s bohatou vegetací, dostatečnou přítomností tlejícího dřeva, druhovou diverzitou. Taktéž se ukázalo, že úspěšné pasti se nacházely v přibližně stejných nadmořských výškách, z čehož vyplývá důležitost klimatických podmínek na zastoupení saproxylických druhů.

7. Závěr

Pro odchyt veškerého hmyzu (Insecta) bych označil kmenové pasivní nárazové pasti jako velice účinné. Ještě více se osvědčily pro odchyt hmyzu v dutinách stromů, kdy zachytily zhruba třikrát více hmyzu, než na zdravých stromech. To ovšem nebylo cílem výzkumu. Zastoupení smrku ztepilého (*Picea abies*) se ukázalo jako potřebné při tvorbě a zlepšení rozmanitosti modelového území. Neukázalo se však prioritně důležité, aby ovlivňovalo biodiverzitu ve větším rozsahu, i když je to naše nejběžnější hospodářská dřevina.

Faktorů ovlivňující biodiverzitu v oblasti Lhotka bylo více. Právě kombinace abiotických a biotických činitelů byla zásadní pro sběr nachytaného materiálu. Koeficient determinace nám ukázal, velmi nízkou hodnotu vlivu zastoupení smrku na vybraný řád brouci (Coleoptera) a vybranou čeleď kovařici (Elateridae). Vyplynulo tedy, že nezáleží tolik na zastoupení smrku, nýbrž na spoustu dalších ekosystémových složek. Dřevinná skladba, dutiny, pařezy, mrtvé dřevo, vegetace, zakmenění, zastoupení atd., to mělo vliv na abundanci brouků (Coleoptera) v daném místě a zároveň ovlivnilo výsledky biodiverzity. Naopak se zcela jasně prokázalo, že nedostatkem mikro a makro habitatů vlivem lesního hospodářství nebo historicky, dále antropogenními změnami prostředí a změnami druhové skladby dřevin má za následek ubývání saproxylických druhů kovaříků (Elateridae). Lokalita Lhotka, revír Eustach v modelovém území Pelhřimovska prokázala, že smrk je významný na hojnost hmyzu (Insecta) a svou důležitostí je bezpochyby nepostradatelný, ale je pouze jedním z mnoha faktorů ovlivňující biodiverzitu na stanovišti.

8. Doporučení pro praxi

- Smrky jsou významné pro výskyt rozmanitější abundance brouků a zlepšují tak biodiverzitu stanoviště.
- Nárazové pasti jsou vhodné pro zjištění početnosti jedinců a výskytu čeledí.
- Vzhledem k počtu chycených jedinců bych nárazové pasti doporučil jako velice výhodné pro odchyt v dutinách stromů.
- Při veliké početnosti chycených jedinců ve fixační tekutině a zároveň při horkém létě bych doporučil zkrácení intervalu výběru.
- V modelovém území Pelhřimov revír Eustach (oblast Lhotka) bych, vzhledem vypovídajícím výsledkům doporučil hospodaření spíše jehličnatých monokultur a listnatých monokultur s nepatrným zastoupením smrku na zlepšení biodiverzity.
- Zároveň bych doporučil při výběrech nachytaného materiálu, zbytečně nevylévat fixační tekutinu na zem k instalované pasti, nýbrž kousek dále. Roztok soli je velkým atraktantem pro zvěř jako slanisko a tudíž dochází k odírání kořenových náběhů a někdy i k poškozování pastí.

9. Seznam použité literatury

BUREŠ M. 2010: *Vliv okusu na přirozenou obnovu na LS Luhačovice, revír Hluboček.*

CARNUS J. M. & PARROTTA J. & BROCKERHOFF E. & ARBEZ M. & JACTEL H. & KREMER A. & LAMB D. & O'HARA K. & WALTERS B. 2006: *Planted Forests and Biodiversity*, 65–77 pp.

FARKAČ J. & KRÁL D. & ŠKORPÍK M. 2005: *Červený seznam ohrožených druhů České Republiky – Bezobratlí.* (Red list of threatened species in the Czech Republic – Invertebrates). AOPK, Praha, 758 pp

Goßner 2004: *Strafprozessordnung Gerichtsverfassungsgesetz Nebengesetze und ergänzende Bestimmungen 47.*, neu bearb. Aufl. 2004. LIX, 2067 S.: In Leinen ISBN: 9783406517303

- HANZÁK J. & HALÍK L. & MIKULOVÁ M. 1973: *Světlem zvířat, V. díl* (1. část). Bezobratlí. Albatros, Praha, 322 pp.
- HORÁK J. 2011: *Response of saproxylic beetles to tree species composition in a secondary urban forest area*. Urban forestry & urban greening 10: 213–222 pp.
- HŮRKA K. 2005: *Brouci české a slovenské republiky*. Monografie 1. vyd. Zlín: Kabourek, 2005, 1047 obr. Česká republika, 390 pp.
- CHMELAŘ J. 1981: *Dendrologie s ekologií lesních dřevin: (prozatímní učební text)*., část II., Hospodářský významné listnáče. Brno: Vysoká škola zemědělská.
- CHROUST L. 1997: *Ekologie výchovy lesních porostů*. Opočno, VÚLHM-VS 1997, 277 pp.
- JELÍNEK J. 1993: *Check-list of Czechoslovak insects IV: (Coleoptera) = Seznam československých brouků*. Folia Heyrovskyana. Supplementum; 1., 172pp.
- KOBLÍŽEK J. 2006: *Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků. 2., rozš. vyd.* Tišnov: Sursum. ISBN 80-7323-117-4.
- KÖHLER, F. 2000: *Totholzkäfer in Naturwaldzellen des noerdlichen Rheinlandes. Vergleichende Studies zur Tot-holzkäferfauna Deutschlands und deutschen Naturwaldforschung*. Landesamt für Agrarordnung NordRhein-Westfalen, 351 pp.
- KRÁSA A. 2015: *Ochrana saproxylického hmyzu a opatření na jeho podporu: metodika AOPK ČR, 1. vyd.* – Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky 2015, 156 pp.
- KŘÍSTEK J. & URBAN J. 2013: *Lesnická entomologie*. Praha: Academia, 445 pp.
- KUBELKA L. & KARÁSEK L. & RYBÁŘ V. & BADALÍK V. & SKOLIČÁK M. 1992: *Obnova lesa v imisemi poškozené oblasti severovýchodního Krušnohoří*. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 133 pp.
- KYZLÍK L. & MICHÁLEK J. 1963: *Lesnícka botanika*. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 465 pp.
- LAIBNER S. 2000: *Elateridae of the Czech and Slovak Republics = Elateridae České a Slovenské republiky*, 292 pp.
- LAŠTŮVKA Z. 2001: *Zoologie pro zemědělce a lesníky. 2. vyd.* Brno: Konvoj, ISBN 80-7302-008-4.
- LESINFO 2019: *Textová část LHP, Lesní hospodářský celek Pelhřimov. 1. 1. 2010 – 31. 12. 2019*, 250 pp.

- MARTIKAINEN P. & KOUKI J. 2003: *Sampling the rarest: threatened beetles in boreal forest inventories*. *Biodiversity and Conservation* 12: 1815–1831.
- MCGAVIN G. C. 2001: *Essential Entomology*. ISBN: 9780198500025, 328 pp.
- MORAVEC D. & VOTÝPKA J. 1998: *Klimatická regionalizace České republiky*. Karolinum – nakladatelství Univerzity Karlovy, vydání 1., 87 pp.
- MUSIL I. & HAMERNÍK J. 2007: *Jehličnaté dřeviny*. *Lesnická dendrologie* 1. Academia, Praha, 352 pp.
- NAKLÁDAL O. 2011: *Results of a faunistic survey of beetles (Coleoptera) in Vrapač National Nature Reserve (Czech Republic, Northern Moravia, Litovelské Pomoraví Protected Landscape Area) in 2009* = Výsledky faunistického průzkumu (Coleoptera) NPR Vrapač (Česká republika, severní Morava, CHKO Litovelské Pomoraví) provedeného v roce 2009. *Klapalekiana*, 47: 213–236 pp.
- OLEKSA A. & CHYBICKI I. J. & GAWRONSKI R. & SVENSSON P. G. & BURCZYK J. 2013: *Isolation by distance in saproxylic beetles may increase with niche specialization*. *Insect Conserv*, 17: 219–233 pp.
- OXBROUGH A. & FRENCH V. & IRWIN S. ET AL. 2012: *Can mixed species stands enhance arthropod diversity in plantation forests?* *For Ecol Manage* 270: 11–18 pp.
- PAGAN J. & RANDUŠKA D. 1987: *Atlas dřevín 1, (Pôvodné dřeviny)*. Bratislava: Obzor, 1987.
- QUITT E. 1971: *Klimatické oblasti Československa*, 73 pp.
- RANIUS T. & JANSSON N. 2002: *Biodiversity and Conservation* 11: 1759. doi:10.1023/A:1020343030085
- RANIUS T. 2002: *Population ecology and conservation of beetles and pseudoscorpions living in hollow oaks in Sweden*. *Animal Biodiversity and Conservation*, 25.1: 53–68 pp.
- RANIUS T. & JANSSON N. 2002: *A comparison of three methods to survey saproxylic beetles in hollow oaks*. *Biodiversity and Conservation* 11: 1759–1771
- SCHLAGHAMERSKÝ J. 2005: *The saproxylic beetles (Coleoptera) and ants (Formicidae) of Central European hardwood floodplain forests*, 168 pp.
- SCHLAGHAMERSKÝ J. 2000: *The saproxylic beetles (Coleoptera) and ants (Formicidae) of Central European hardwood floodplain forests*. *Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis, Biologica*, 103: 205 pp.

SKALICKÝ V. & SKALICKÁ A. 1988: *Picea A. Dieter* – smrk. – In: HEJNÝ S. SLAVÍK B. (eds.): *Květena ČR 1*, Academia, Praha, 317–322 pp.

SPEIGHT M. C. D. 1989: *Saproxyllic invertebrates and their conservation*. *Nature and Environment Series*, No. 42. Council of Europe, Strasbourg, 101 pp.

SYNEK J. 2013: *Význam dutých jasanů (Fraxinus excelsior) ve vztahu k výskytu saproxyllických brouků (Coleoptera) v NPR Vrapač*. Unpublished bachelor thesis. Deposited in: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra ochrany lesa a entomologie, Praha, 59 pp.

ZAHRADNÍK J. 2008: *Brouci*, ISBN: 978-80-86858-43-2., Praha: Aventinum, 288 pp.

ZEZULA J. 2000: *Program trvale udržitelného hospodaření v lesích*, LČR 2015, s. p., Hradec Králové

10. Přílohy



Obrázek 11-Past číslo 14



Obrázek 12-Past číslo 15



Obrázek 13-Pobytové znaky zvěře, past číslo 12



Obrázek 14-Dolívání fixační tekutiny u pasti číslo 1

Tabulka 4 - Přehled proměnných zaznamenaných v lesích u Černovic u Pelhřimova v roce 2016.

past	poloměr	dřevina	obvod	mrtvé dřevo	dřevinná skladba v %															vzrostlé stromy	dutiny	pařezy	holiny	keře	byliny	mechy	obnažená půda	otevřenost korun
					č.	m	cm	m ³	SM	BO	JD	DGL	BK	DB	DBC	BR	JV	MD	OL									
1	40	DBC	139	2,4	5	5	0	0	0	5	40	10	20	0	0	5	5	0	5	27	11	22	0	0	35	0	40	8,3
2	40	SM	146	24	15	15	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	10	0	17	6	19	0	5	15	5	75	9,4	
3	40	SM	153	2	90	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	70	20	32	0	0	20	5	75	15	
4	40	SM	119	3,9	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	9	119	0	0	20	60	20	14	
5	40	SM	149	2	65	0	0	0	0	15	0	0	15	0	5	0	0	0	67	10	53	0	0	25	10	45	15	
6	40	SM	98	3,7	50	0	0	0	0	30	0	10	10	0	0	0	0	0	55	7	69	0	0	30	5	60	8,8	
7	40	SM	189	4,1	55	0	0	0	0	5	0	0	20	20	0	0	0	0	66	9	33	0	0	30	0	60	13	
8	40	SM	142	3,2	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	9	56	0	5	25	30	20	21	
9	40	SM	95	0,3	85	0	5	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	6	55	0	0	60	5	20	21	
10	40	SM	125	2	90	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	67	12	25	0	5	60	0	30	16	
11	40	SM	135	4,5	40	0	0	5	0	0	0	0	10	40	5	0	0	0	54	5	31	0	20	20	10	50	17	
12	40	SM	54	3,3	75	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	37	2	52	0	0	10	0	90	13	
13	40	SM	190	5,9	80	0	0	0	0	10	0	0	10	0	0	0	0	0	62	13	53	0	0	50	0	50	15	
14	40	BK	118	4,1	55	0	0	5	5	0	0	0	10	0	0	20	5	0	20	7	91	0	0	35	0	56	8,6	
15	40	LP	126	2	5	5	0	0	0	0	0	10	10	30	0	40	0	0	29	6	27	0	0	20	0	60	13	

