



**Česká zemědělská univerzita v Praze  
Fakulta lesnická a dřevařská**

**Vliv smrku ztepilého na biodiverzitu lesa  
v modelovém území CHKO Železných hor a CHKO  
Žďárských vrchů**

**Influence of Norway spruce on biodiversity in model area of Železné hory Protected  
Landscape Area and Žďárské vrchy Protected Landscape Area.**

**Diplomová práce**

**Autor diplomové práce: Bc. Renata Nováková, DiS.**

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

**Praha 2020**



Česká zemědělská univerzita v Praze  
Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autorka práce:	Bc. Renata Nováková, DiS.
Studijní program:	Lesní inženýrství
Obor:	Lesní inženýrství
Vedoucí práce:	doc. Ing. Oto Nakládal, Ph.D.
Garantující pracoviště:	Katedra ochrany lesa a entomologie
Název práce:	<b>Význam dutých stromů smrku ztepilého z hlediska biodiverzity vázané na smrkové porosty v modelovém území CHKO Železných hor a CHKO Žďárských vrchů</b>
Název anglicky:	<b>Importance of hollow Norway spruce on biodiversity related to spruce stands in model area of Železné hory Protected Landscape Area and Žďárské vrchy Protected Landscape Area.</b>
Cíle práce:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Vypracovat literární rešerši na zvolené téma</li><li>2. Porovnat druhové zastoupení na dutých a zdravých stromech.</li><li>3. Vyhodnotit zastoupení vzácných zejména saproxylických druhů.</li></ol>
Metodika:	Studie bude primárně zaměřena na vzácné, zejména saproxylické druhy brouků. Brouci budou monitorováni v hospodářském lese pomocí pasivních nárazových pastí. V modelových územích budou vybrány porosty v mýtním věku s většinovým zastoupením Smrku ztepilého. 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 minimálním množstvím čisticího prostředku Jar pro odstranění povrchového napětí fixační tekutiny. Nachytaný entomologický materiál bude vybírán ve 14 denních intervalech. Mezi jednotlivými výběry student výběr zpracuje v laboratoři. Roztřídí všechny hmyz a spočítá zástupce jednotlivých řádů. U řádu brouci, bude materiál roztríděn do čeledí. U vybraných čeledí dojde k determinaci do druhů. Pro modelová území pak budou stanoveny nejvhodnější podmínky pro největší druhovou diverzitu s akcentem na výskyt druhů vázaných na zdravé stromy a stromy s dutinou.
Doporučený rozsah práce:	50-60 stran

Klíčová slova: Saproxyličtí brouci, smrk, zastoupení, biodiverzita, Coleoptera, dutý strom

Doporučené zdroje informací:

1. Farkač J., Král D. & Škorpík M. (2005): Červený seznam ohrožených druhů České Republiky – Bezobratlí. (Red list of threatened species in the Czech Republic – Invertebrates). 758 pp., AOPK, Praha.
2. Horák J. (2011) Response of saproxylic beetles to tree species composition in a secondary urban forest area. *Urban Forestry & Urban Greening* 10: 213–222.
3. 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: e81541.
4. McNeely J. A. (2002) Forest biodiversity at the ecosystem level: Where do people fit in? *Unasylva* 53: 10–15.
5. Oxborough A., French V., Irwin S., et al. (2012) Can mixed species stands enhance arthropod diversity in plantation forests? *For Ecol Manage* 270: 11-18.
6. Simberloff D. (1999) The role of science in the preservation of forest biodiversity. *For Ecol Manage* 115: 101–111.

**Předběžný termín obhajoby:** 2018/19 LS – FLD

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

**Garantující pracoviště** Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne  
14. 12. 2018

**prof. Ing. Jaroslav  
Holuša, Ph.D.**  
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne  
8. 2. 2019

**prof. Ing. Marek Turčáni,  
Ph.D.**  
Děkan

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně, s použitím citované literatury a po konzultacích s doc. Ing. Otou Nakládačem, Ph.D.

V Praze dne 9. 6. 2020

Bc. Renata Nováková, DiS.

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu práce doc. Ing. Otu Nakládalovi, Ph.D. za jeho trpělivost, vstřícnost a konstruktivní kritiku, Ing. Jiřímu Synkovi, za spolupráci při zpracovávání praktické části této práce v laboratoři a za pomoc v terénu a Tereze Loskotové za spolupráci při práci v terénu.

## Abstrakt

Cílem studie byl monitoring výskytu brouků v modelovém území CHKO Železné hory a CHKO Žďárské vrchy se zaměřením zejména na saproxylické brouky v závislosti na přítomnosti dutých stromů smrku ztepilého *Picea abies*. K zjištění výskytu brouků byly použity pasivní nárazové pasti. Pasti byly umístěny na 16 stromech smrku ztepilého *Picea abies*, 7 pastí bylo umístěno na stromu s dutinou, 9 na stromech zdravých. Celkový odchyt činil 13010 jedinců třídy Insecta, z toho 2438 brouků řazených do 43 čeledí. Nejpočetněji zastoupené saproxylické čeledi byly čeleď větevníčkovití Anthribidae s počtem 354 zjištěných jedinců a čeleď kovaříkovití Elateridae s počtem 281 jedinců. Jediná nesaproxylická čeleď, která překonala hranici 200 zjištěných jedinců, byla čeleď drabčíkovití Staphylinidae čítající 267 jedinců. Zkoumaný vliv dutinových stromů na výskyt saproxylických čeledí nebyl touto studií potvrzen. Relevantních výsledků bylo dosaženo zpracováním mnohorozměrných analýz programem Canoco 5, kde byly zkoumány vlivy environmentálních proměnných na saproxylické čeledi. Jako zásadní byla zjištěna pozitivní korelace čeledi kovaříkovití Elateridae na množství pařezů v okolí pasti, negativní korelaci tato čeleď dle výsledků vykazuje k prostupnosti světla korunovým prostorem. Čeleď větevníčkovití Anthribidae má na základě výstupů těchto analýz pozitivní korelaci k množství dospělých stromů s obvodem větším než 50 cm v okolí pastí. Zásadně negativní vliv na přítomnost čeledí Cleridae, Corylophidae a Erotylidae vykazuje environmentální proměnná představovaná přítomností mrtvého dřeva v porostu. Ze vzácných druhů uvedených v Červeném seznamu ohrožených druhů České republiky byl zjištěn tento výskyt. *Allecula morio* (Fabricius 1787) – téměř ohrožený druh, 7 exemplářů na lokalitách Za Hubským a Tobolky. *Serropalpus barbatus* (Schaller 1783) – jedná se o druh zranitelný, 1 jedinec v lokalitě Tobolky. *Eucnemis capucina* (Ahrens 1812) – druh ohrožený, výskyt 2 jedinců v lokalitě Za Hubským.

Klíčová slova: saproxyličtí brouci, smrk, zastoupení, biodiverzita, Coleoptera

## Abstract

The objective of the study was to monitor the occurrence of beetles in the model area of Železné hory and Žďárské vrchy Protected landscapes with a focus especially on saproxylic beetles depending on the presence of hollow Norway spruce trees *Picea abies*. To find out the occurrence of beetles was used passive window traps. Traps were placed on the 16 Norway spruce trees, 7 traps were placed on the hollow Norway spruce trees, 9 on healthy trees. Total number of trapped individuals insect is 13,010, 2,438 of this number are beetles Coleoptera belonging to 43 families. The most numerous saproxylic families were Anthribidae family with 354 found individuals and Elateridae family with the number of 281 individuals. Only one non-saproxylic family, which had more than 200 found individuals, was Staphylinidae family including 267 individuals. Examined influence of the hollow trees on the occurrence of saproxylic families was not confirmed by this study. Relevant results have been achieved by multivariate processing analysis by PC programme Canoco 5, where were examined influences of environmental variables on saproxylic families. As the essential premise was found positive correlation in the Elateridae family to the number of stumps around the trap. The negative correlation has the family to the Canopy Opens. The Anthribidae family has according to these results of analysis, positive correlation to the number of adult trees with a larger circuit than 50 cm, which were near the trap. Essential negative influence on the occurrence of Cleridae, Corylophidae and Erotylidae families shows environmental variable presented by presence of dead wood in the forest. There have been detected occurrence of rare species from The Red list of threatened species in The Czech republic. *Allecula morio* (Fabricius 1787) – near threatened (NT), 7 individuals in Za Hubským and Tobolky sites. *Serropalpus barbatus* (Schaller 1783) – vulnerable (VU) species, 1 individuals in Tobolky site. *Eucnemis capucina* (Ahrens 1812) – endangered (EN) species, 2 individuals in Za Hubským site.

Key words: saproxylic beetles, Norway spruce, representation, biodiversity, Coleoptera

## OBSAH

1.	CÍL PRÁCE .....	12
2.	ÚVOD .....	13
3.	LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	14
3.1	Definice slova saproxylický organismus/saproxylobiont .....	14
3.2	Definice slova biodiverzita .....	15
3.3	Smrk ztepilý ( <i>Picea Abies</i> ) hlavní dřevina na sledovaných územích CHKO Železné hory a CHKO Žďárské vrchy .....	15
3.4	Duté stromy a mrtvé dřevo v lese .....	16
3.5	Význam saproxylických organismů.....	19
3.6	Studovaná území – CHKO Žďárské vrchy a CHKO Železné hory .....	19
3.7	Možnosti studia saproxylických druhů .....	21
3.8	Přehled saproxylických čeledí .....	22
4.	METODIKA.....	24
4.1	Charakteristika zájmové oblasti .....	24
4.2	Studované lokality a jednotlivé stromy .....	25
4.3	Parametry použitých pasivních nárazových pastí .....	26
4.4	Instalace pastí a výběry.....	27
4.5	Třídění a determinace materiálu .....	28
4.6	Způsob měření environmentálních dat .....	29
4.7	Statistické vyhodnocení .....	31
5.	VÝSLEDKY.....	32
5.1	Celkové počty chycených jedinců .....	32
5.2	Výskyt čeledi Elateridae a její závislost na environmentálních proměnných .....	37
5.3	Míra vlivu environmentálních proměnných na výskyt saproxylických čeledí.....	41
5.4	Rozdíly ve výskytu saproxylických čeledí v závislosti na umístění pasti na dutém a zdravém stromě .....	44



5.5	Zastoupení vzácných saproxylických druhů.....	47
6.	DISKUSE.....	48
6.1	Zhodnocení výsledků studie.....	48
6.2	Výsledky studie a její dopad do faunistického mapování .....	49
6.3	Porovnání výsledků studií z let 2016 a 2017 .....	53
6.4	Podmínky pro zachování druhů a jejich udržení v modelových územích .....	53
7.	ZÁVĚR.....	54
8.	DOPORUČENÍ PRO PRAXI VE ZKOUMANÉ OBLASTI .....	55
9.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:.....	56
10.	FOTO PŘÍLOHY .....	60
11.	TABULKOVÉ PŘÍLOHY .....	62

### Seznam příloh:

Foto přílohy str. 60 - 61

Tabulkové přílohy str. 62 - 64

### SEZNAM OBRÁZKŮ:

<b>Obr. č. 1, str. 18</b>	Pasivní nárazová past umístěna na stromu s dutinou
<b>Obr. č. 2, str. 20</b>	Mapa CHKO Železné hory
<b>Obr. č. 3, str. 20</b>	Mapa CHKO Žďárské vrchy
<b>Obr. č. 4, str. 27</b>	Pasivní nárazová past umístěná na stromu bez dutiny
<b>Obr. č. 5, str. 50</b>	Mapa výskytu <i>Allecula morio</i> z Nálezové databáze ochrany přírody z 9. 6. 2020
<b>Obr. č. 6, str. 51</b>	Mapa výskytu <i>Serropalpus barbatus</i> z Nálezové databáze ochrany přírody z 10. 4. 2019
<b>Obr. č. 7, str. 52</b>	Mapa výskytu <i>Eucnemis capucina</i> z Nálezové databáze ochrany přírody z 10. 4. 2019

- Obr. č. 8, str. 52** Mapa výskytu *Eucnemis capucina* z [www.elateridae.com](http://www.elateridae.com) ze dne 10. 4. 2019
- Obr. č. 9, str. 60** Pasivní nárazová past umístěná na smrku ztepilém *Picea abies* bez dutiny
- Obr. č. 10, str. 60** Pasivní nárazová past umístěná na smrku ztepilém *Picea abies* s dutinou
- Obr. č. 11, str. 61** Příklad mikrostanoviště tvořeného torzem kmene buku *Fagus sylvatica*

#### **SEZNAM TABULEK:**

- Tab. č. 1, str. 23** Přehled čeledí uvažovaných pro tuto práci jako saproxylické
- Tab. č. 2, str. 25** Vybraná data z meteorologické stanice Svratouch
- Tab. č. 3, str. 26** Přehled umístění pastí
- Tab. č. 4, str. 30** Přehled použitých zkratk a terminologie
- Tab. č. 5, str. 30** Přehled rozměrů dutin
- Tab. č. 6, str. 35** Výsledky testování všech čeledí vyskytujících se na zdravých stromech
- Tab. č. 7, str. 37** Výsledky testování všech čeledí vyskytujících se na dutinových stromech
- Tab. č. 8, str. 38** Výsledky testování čeledi Elateridae vyskytující se na dutinových stromech
- Tab. č. 9, str. 39** Výsledky testování čeledi Elateridae vyskytující se na zdravých stromech
- Tab. č. 10, str. 44** Výsledky testování všech saproxylických čeledí a vybraných environmentálních proměnných na všech stromech
- Tab. č. 11, str. 45** Výsledky analýzy saproxylických čeledí zjištěných na stromech s dutinou
- Tab. č. 12, str. 47** Výsledky analýzy saproxylických čeledí zjištěných na stromech bez dutiny
- Tab. č. 13, str. 62** Environmentální proměnné, vstupní data pro mnohorozměrnou analýzu
- Tab. č. 14, str. 62** Přehled saproxylických čeledí na stromech s dutinou vstupní data pro mnohorozměrnou analýzu
- Tab. č. 15, str. 63** Přehled saproxylických čeledí na stromech bez dutiny vstupní data pro mnohorozměrnou analýzu

<b>Tab. č. 16, str. 63</b>	Vstupní data pro T test počtu jedinců čeledi Elateridae na stromech s dutinou a na stromech zdravých
<b>Tab. č. 17, str. 63</b>	Výsledek T-testu počtu jedinců čeledi Elateridae na stromech s dutinou a na stromech zdravých
<b>Tab. č. 18, str. 64</b>	Vstupní data pro T test počtu jedinců všech saproxylických čeledí na stromech s dutinou a na stromech zdravých
<b>Tab. č. 19, str. 64</b>	Výsledek T-testu počtu jedinců všech saproxylických čeledí na stromech s dutinou a na stromech zdravých

#### **SEZNAM GRAFŮ:**

<b>Graf č. 1, str. 33</b>	Přehled počtu jedinců zjištěných čeledí v roce 2017 na území CHKO Žďárské vrchy a CHKO Železné hory
<b>Graf č. 2, str. 35</b>	Analýza všech čeledí vyskytujících se na zdravých stromech
<b>Graf č. 3, str. 36</b>	Analýza všech čeledí vyskytujících se na dutinových stromech
<b>Graf č. 4, str. 38</b>	Analýza čeledi Elateridae vyskytující se na dutinových stromech
<b>Graf č. 5, str. 39</b>	Analýza čeledi Elateridae vyskytující se na zdravých stromech
<b>Graf č. 6, str. 40</b>	Závislost množství kovaříkovitých brouků na počtu pařezů v okolí pastí umístěných na dutých stromech
<b>Graf č. 7, str. 40</b>	Závislost množství kovaříkovitých brouků na počtu pařezů v okolí pastí umístěných na zdravých stromech
<b>Graf č. 8, str. 42</b>	Přehled počtu jedinců zjištěných saproxylických čeledí
<b>Graf č. 9, str. 42</b>	Procentuální přehled zastoupení nejčtenějších saproxylických čeledí
<b>Graf č. 10, str. 43</b>	Výsledky mnohorozměrné analýzy všech saproxylických čeledí a vybraných environmentálních proměnných na všech stromech
<b>Graf č. 11, str. 45</b>	Výsledky mnohorozměrné analýzy saproxylických čeledí zjištěných na stromech s dutinou
<b>Graf č. 12, str. 46</b>	Výsledky mnohorozměrné analýzy saproxylických čeledí zjištěných na stromech bez dutiny

## **1. CÍL PRÁCE**

- Vypracovat literární rešerši na zvolené téma.
- Porovnat druhové zastoupení na dutých a zdravých stromech.
- Vyhodnotit zastoupení vzácných zejména saproxylických druhů.

## 2. ÚVOD

Krajina kolem nás se stále mění a organismy se změnám snaží přizpůsobovat. V souvislosti s lidskou činností se však krajina začíná měnit natolik rychle a na tak velkých plochách, že některé druhy živočichů již nejsou schopny tyto změny akceptovat. Abychom byli schopni reagovat na změny a reflektovat požadavky fauny, flóry a mikroorganismů na jejich potřebné životní podmínky, je nutné neustále prohlubovat naše znalosti o jednotlivých druzích, jejich ekologických nárocích, vlivu podmínek okolního prostředí, s jejich dopadem na jednotlivé druhy. V neposlední řadě studovat interakci mezi jednotlivými druhy a jejich vzájemné ovlivňování, a zjištění pak citlivě implementovat do managementu správy přírody, tak, aby byla akceptovatelná většinou zúčastněných stran. Dosáhnout však stoprocentní shody všech stran ovlivňujících přírodní prostředí, stran, jež do něj zasahují, je v dnešní době střetu různých zájmů účastníků spíše ideální představou, kterou by ovšem kvitovala strana, jíž se bytostně týká, a to ekosystémy se všemi jejími účastníky.

Hmyz, jehož zkoumáním jsem se ve své práci zabývala, je významnou součástí lesní biocenózy, ne zcela prozkoumanou. Vyznačuje se množstvím druhů a také početností. V lesních ekosystémech se v podstatné míře podílí na řadě procesů, jako jsou koloběh živin, dekompozice, potravní řetězce. Hmyz vázaný na les lze dělit dle několika hledisek, například podle potravní specializace či podle jeho škodlivosti v rámci lesního ekosystému. brouci Coleoptera představují nejen druhově nejpočetnější řád hmyzu, ale i se svými více než 350 000 druhů druhově nejpočetnější řád v rámci celé živočišné říše (Hůrka 2017). Je to proto, že byli schopni se přizpůsobit životu na nejrůznějších stanovištích prostřednictvím například potravní specializace, schopnosti přizpůsobit se životu pod zemí, akceptaci vodního prostředí, bohužel ale se zánikem jejich specifických stanovišť bez jakéhokoli náhradního řešení se jejich schopnost přizpůsobit značně snižuje.

Doufám, že tedy i tato práce přinese další střípek informací prohlubující, zpřesňující a vědecky potvrzující současné znalosti.

### 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

#### 3.1 Definice slova saproxylický organismus/saproxylobiont

Význam přídavného jména saproxylický je určený spojením významů dvou základních slov, které toto přídavné jméno tvoří, jedná se o podstatné jméno saprofág, což je živočich živící se odumřelými a rozloženými částmi těl rostlin a živočichů (Kolektiv autorů 1960) a řeckou předponou xylo (zde použito jako přípona) znamenající dřevní, přičemž přípona význam hlavní části přídavného jména saproxylický specifikuje. Tato předpona se užívá ve složených vědeckých názvech jako například xylofág – což je živočich živící se dřevem (Kolektiv autorů 1960).

Saproxylické organismy (saproxylobionti) jsou druhy, které jsou v některé části svého vývoje závislé na mrtvém (odumřelém) a tlejícím dřevě v různém stupni rozkladu nebo na jiných saproxylických organismech. Pod pojem dřevo se přitom pro tyto účely zahrnuje lýko i borka, nejenom vlastní dřevo (xylém), které je primárním energetickým zdrojem této skupiny organismů, ale ne jediným. Konzumenty dřeva označujeme jako saproxylofágy (Krása 2014). U saproxylického hmyzu se jedná o velkou řadu druhů od xylofágních (dřevožravých) druhů – tesařici Cerambycidae, krasci Buprestidae, přes xylomycetofágy, kteří se živí dřevem napadeným houbami – drtníci Scolytinae - Xyleborus, lesani Lymexylidae, mycetofágy, kteří požírají plodnice hub, jejich podhoubí či výtrusy – potemníci Tenebrionidae, hubokazi Ciidae. Zatímco kůrovci se řadí převážně do skupiny floemofágních (lýkožravých) druhů (Horák 2008). Dále do této široce pojímané skupiny patří mrchožravé i dravé druhy, které se živí larvami, kuklami či dospělci jiných saproxylických organismů, mezi tyto predátory patří pestrokrovečníci Cleridae, drabčici Staphylinidae nebo lesknáčci Nitidulidae. Patří sem i parazité a parazitoidi, kteří se vyvíjejí v tělech ostatních druhů (Krása 2014). Brouci, zejména saproxylicti jsou jednou z klíčových skupin pro hodnocení lesní biodiverzity (Horák 2011). I s ohledem na tuto skutečnost je z úzkého výběru 38 druhů brouků uvedených v příloze II směrnice 92/43/EHS o stanovištích 18 druhů saproxylických (Chobot 2008).

### 3.2 Definice slova biodiverzita

Důležitým pilířem stability lesních ekosystémů je jejich biodiverzita – tedy biologická rozmanitost. Biodiverzita je obsahově složitý pojem, má několik úrovní: úroveň ekosystémová spočívá v rozmanitosti různých společenstev rostlinných a živočišných, druhová diverzita je založena na bohatství rostlinných i živočišných druhů, v případě lesních ekosystémů je klíčová rozmanitost dendroflóry a vnitrodruhová diverzita je určena v rámci genetické struktury populací jednotlivých druhů. Biodiverzita je tedy rozmanitost existence a evoluce jedinců, populací, druhů a společenstev v daném prostoru a čase, a je nejdůležitější vlastností naší planety (Poleno et al. 2007). Dalším pojetím pojmu biodiverzita je představa, že se jedná pouze o počet druhů v systému, což je obvykle míněno pod tímto pojmem v oblasti ochrany přírody, ale technicky jde o mnohem více. Často je to charakterizováno jako rozmanitost či pestrost na třech úrovních – genetické, druhové a ekosystémové (Simberloff 1999).

### 3.3 Smrk ztepilý (*Picea Abies*) hlavní dřevina na sledovaných územích CHKO Železné hory a CHKO Žďárské vrchy

Smrk ztepilý (*Picea abies*) z čeledi borovicovité je stromem tajgy, má rád chladné klima a vysokou vlhkost. Kromě severských oblastí se v přírodě vyskytuje přirozeně pouze v nejvyšších polohách středně vysokých pohoří v alpském prostoru (u nás na horských svazích), kde panují podobné klimatické podmínky. Při pěstování smrku v nižších polohách stromy sice rostou rychleji a do větší výšky vlivem delší letní sezony, stávají se tak ale zranitelnějšími při abiotických vlivech jako je vichřice, kdy dochází k zlomům, vývrátům a bývá náchylnější k vrcholovým zlomům vlivem váhy sněhové pokrývky, v přehoustlých porostech. Smrk bývá často vysazován na zhutnělých, dříve zemědělsky využívaných plochách, kde zakořeňuje pouze mělce a může se tak snáze vyvrátit. Klimatické podmínky projevující se vyššími teplotami způsobují, že smrky trpí nedostatkem vody a jsou díky tomu často napadány biotickými činiteli, jako je hmyz a houby (Wohlleben 2016).

Smrky jsou stálezelené, vysoké i nižší stromy a existují i ve formě keřů. Stromy jsou v mládí podobné jedlím a celkem jich známe asi 50 druhů. Stromovité typy smrků jsou habitem podobné jedlím, liší se od nich většinou špičatě zakončenými vrcholy koruny. Šišky jsou téměř vždy převislé a jen málokdy odstávající nebo vzprámené. Po uzrání

semene odpadávají vcelku nebo vytrvávají na stromě. Obecně lze konstatovat, že smrky jsou na stanovištní podmínky méně náročné než jedle. Všechny druhy jsou světlomilné a v zápoji rychle ztrácejí spodní větve (Hieke 1978).

Smrk je v současné době dominantní dřevinou v naší republice. Býval vysazován na stanoviště, která nejsou optimální pro jeho přirozený výskyt, velmi často ve formě monokulturních porostů. Jedná se o hojně využívanou hospodářskou dřevinu, oporu dřevařského průmyslu, jejíž další využívání v našich podmínkách je v současné době s ohledem na dopady abiotických a biotických vlivů velmi diskutovaným tématem. Často se také vyskytuje na podmáčených stanovištích inverzních poloh v nadmořských výškách kolem 500 – 800 m. n. m. (Řezáč a kol. 2001). Současné zastoupení smrku v lesích ČR činí 54%, přirozené zastoupení by tvořilo pouze 11% (Musil, Hamerník 2003).

### **3.4 Duté stromy a mrtvé dřevo v lese**

K vzniku dutin stromů může docházet vlivem biotických či abiotických důvodů, většinou však jde o kombinaci obou. K největšímu poškození lesů docházelo prostřednictvím kalamit způsobovaných abiotickými vlivy, jako jsou vítr, sníh, námraza, ledovka, sucho a mráz (Řezáč a kol. 2001). Po působení abiotického vlivu se otevírá například odlomením větve při silném větru brána pro vstup biotických činitelů. Houba, jež napadne pahýl větve a podél mrtvého dřeva putuje do kmene, kůrovec, jež nezaznamená žádnou odvetnou reakci, protože strom soustředí svou energii na opravu prvotních poškození. Strom se snaží uzavřít svou ránu, za rok pokryje až jeden centimetr zraněného dřeva, to ale nikterak nebrání houbovým výtrusům, aby se na obnažené části usadily. Jestliže se však houbě podaří proniknout z běle do jádra dřeva, strom už zpravidla není schopen zareagovat. (Wohlleben 2015).

Vznik dutin je tedy přirozenou a běžnou součástí vývoje stromů s ohledem na vliv okolních faktorů a jejich zdravotního stavu bez ohledu na jejich věk.

Dalším z abiotických důvodů vzniku dutin může být například sluneční úžeh, který se projevuje pukáním kůry a odumřením kambia, zejména při vyšším rozsahu denních a nočních teplot (Kúdela a spol. 2013). Dalším důvodem vzniku dutin může být naopak vliv mrazu a následný vznik mrazových nekrotických korových pletiv, případně vznik mrazových desek. Škodlivost těchto zranění závisí na jejich lokalizaci, rozsahu a



množství energie stromu nutné k opravě narušeného místa. Následný postup vzniku a prohlubování dutin podporují podmínky vhodné pro vývoj biotických činitelů, které následně způsobují tlení a rozpad, jedná se například o působení dřevokazných hub (Hartmann, Nienhaus a Butin 2001). Mrtvé dřevo, atraktivní pro saproxylické organismy můžeme najít i na ještě živých a stojících stromech. Mrtvé dřevo prochází celým řetězcem změn, které určují a mění jeho charakteristické vlastnosti a rozhodují tak také o tom, které druhy ho mohou v daném stavu využívat. Změny záleží na řadě vnějších činitelů, jiná situace nastává ve vlhkém a suchém prostředí, za přítomnosti vzduchu nebo bez něj, za vysokých či nízkých teplot. Velkou roli hraje také to, jací biotičtí činitelé dřevo osídlili v minulosti. Zejména houby a různý hmyz, jež výrazně změnil jeho strukturu, typ hniloby a poréznost (Krása 2014).

Dutina stromu je tedy prostor v kmene nebo v silných větvích, vzniklá většinou přirozeně rozkladem za působení různých faktorů. Dutiny lze dělit na otevřené nebo uzavřené. Dutiny mohou být mělké či hluboké zasahující do celé hloubky kmene. Pro klasifikaci dutin lze využít rozdělení používané například při výzkumu chovných úspěchů v dutých stromech, primárně zaměřených na ptactvo, byly sledovány měřitelné vlastnosti dutin a dutiny byly rozděleny na různé typy. Zjišťovala se výška dutiny nad zemí, fragment stromu, zda se jednalo o kmen nebo větev, stav stromů, tvary otvorů dutin, typy dutin komín, baňka, původ vzniku dutiny, sklon otvoru dutiny. Dat využitelných pro klasifikaci dutin a jejich použití jako možných environmentálních proměnných je tedy velké množství. Součástí dutiny je obsah trouchu. Trough vzniká za pomoci dřevokazných hub z odumřelého dřeva, je to jemný materiál z rozložené dřevní hmoty, který slouží k vývoji některých druhů hmyzu (Rowiński 2013).



*Obrázek č. 1 Pasivní nárazová past umístěna na stromu s dutinou*

Součástí lesního porostu nejsou jen živé stromy, ale i stromy odumřelé. Tlející dřevo v lesních ekosystémech hraje důležitou roli. Přítomnost odumírajících stromů, stojících rozpadajících se souší a tlejících ležících kmenů je jednou z hlavních diferenciací mezi lesem přirozeným a lesem hospodářským (Průša 1985; Korpeľ 1995). Tlející dřevo je významným fenoménem lesních ekosystémů, který reprezentuje kontinuitu lesního ekosystému, kdy spojuje i několik generací lesa. Přítomnost dřeva včetně odumřelého tak výrazně odlišuje les od ostatních suchozemských biotů. Odumřelé dřevo má příznivý vliv na uchování biodiverzity, stability a kontinuity lesních ekosystémů. Odumřelá a tlející hmota ponechaná na daném místě má značný ekologický význam pro celé stanoviště (Vacek a spol. 2016). Spolu s houbami a hmyzem je odumřelé dřevo významným substrátem rovněž pro bakterie, lišejníky, mechorosty, kapradiny, keře, semenáčky dřevin, kroužkovce, pavouky, plže, plazy, obojživelníky, a dokonce i pro ptáky a savce (Fridman, Walheim 2000; Christensen et al. 2005; Pouska et al. 2010). Vedle půdy je tak odumřelé dřevo druhově nejbohatší nikou lesního ekosystému (Míchal 1999; Heilmann-Clausen et al. 2005).

### 3.5 Význam saproxylických organismů

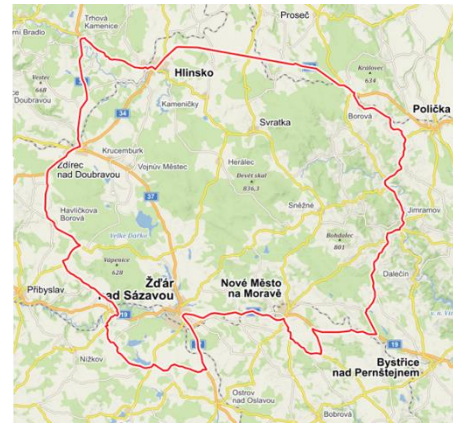
Saproxylické organismy se dělí na tři velké skupiny: mikroorganismy, houby a živočichy. Tyto jsou nedílnou součástí dekompozičního procesu a koloběhu živin na ekologickém stanovišti. Postup dekompozičního procesu se dá definovat slovy od největšího k nejmenšímu a zpět – tedy největší živočich ekologickou nikou (strom) zpřístupní houbám a ty dále bakteriím, po rozkladu dřeva tlením se toto stává přístupné větším živočichům, kteří jej kolonizují. Mrtvé dřevo rozkládají především houby, protože jsou schopny rozkládat jinak toxický lignin. Bakterie se mohou uplatňovat v dalším rozkladu dřeva, ale optimum pro jejich aktivitu se nachází blízko neutrální půdní reakce, a proto v převážně kyselých půdách střední Evropy dominují houby, které jsou značně acidotolerantní (Samec a kol. 2008).

Saproxylické organismy tedy pomáhají zpřístupnit živiny z odumřelých stromů dalším organismům, a proto jsou velmi důležité pro další vývoj v podmínkách ekologického stanoviště (Horák a kol. 2007)

### 3.6 Studovaná území – CHKO Žďárské vrchy a CHKO Železné hory

Na základě zákona číslo 40/1956 Sb., o státní ochraně přírody byla vyhlášena výnosem Ministerstva kultury ČSR č. j. 8908/70-II/2, Chráněná krajinná oblast Žďárské vrchy a to dne 25. 5. 1970 její rozloha činí 709,4km<sup>2</sup>, zaujímá části okresů Žďár nad Sázavou, Havlíčkův Brod, Chrudim a Svitavy. V rámci Chráněné krajinné oblasti jsou vyhlášena maloplošná chráněná území, a to 4 národní přírodní rezervace, 10 přírodních rezervací a 37 přírodních památek (Bárta F. a kol 2007).

A chráněná krajinná oblast Železné hory byla vyhlášena dne 27. 3. 1991 Vyhláškou ministerstva životního prostředí České republiky č. 156/1991 Sb., o zřízení chráněné krajinné oblasti Železné hory, s datem účinnosti 1. 5. 1991. Rozloha čítá 284km<sup>2</sup>, leží na území okresů Chrudim a Havlíčkův Brod. Součástí Chráněné krajinné oblasti Železné hory jsou 1 národní přírodní rezervace, 15 přírodních rezervací a 10 přírodních památek (Bárta F. a kol 2007).



Obrázek č. 2 a 3 Mapa CHKO Železné hory a Žďárské vrchy

Významným fenoménem oblasti CHKO Žďárské vrchy je voda. Žďárské vrchy jsou důležitou pramennou oblastí na hlavní evropské rozvodnici mezi Severním a Černým mořem. Jedním z jejích typických prvků je hustá síť drobných vodních toků, na nichž byla od středověku vytvářena rozsáhlá rybníční soustava. Je pramennou oblastí Sázavy, Svratky a dalších řek. K nejcennějším segmentům náleží zejména rašeliniště a další mokřadní společenstva. Oblast se rozkládá v nadmořských výškách od 490 do 836,3 metrů, nejvyšším vrcholem je Devět skal (Bárta F. a kol 2007).

Krajina Žďárských vrchů je charakteristická svou členitostí a představuje cenný vzorek vcelku zachované kulturní krajiny. Morfologie území odpovídá vrchovinnému až pahorkatinnému typu. Lesy zaujímají 46 % chráněné krajinné oblasti, pokrývají především vyšší partie a jsou značně pozměněné ve prospěch smrku (Holuša a Mückstein 2007).

Cennými biotopy z hlediska výskytu živočichů jsou vlhké rašelinné louky, lady s rozptýlenou dřevinnou vegetací a vřesovištními formacemi, dále pak vodní biotopy s břehovými porosty a na ně navazující mokřady. V těchto zachovaných fragmentech přirozených a přírodě blízkých společenstev žije řada ohrožených druhů živočichů. Vzácné druhy byly zaznamenány například při průzkumu pavoukoviců a střevlíků (Bárta F. a kol. 2007).

I CHKO Železné hory jsou dobře zásobeny vodou. Hlavní řekou CHKO Železné hory je Chrudimka, druhou Doubrava. Obvyklým jevem je s ohledem na místní zdroje vody výskyt rybníků v oblasti. Na to je navázán výskyt vzácných druhů živočichů a rostlin (Bárta F. a kol. 2007).

Toto území vyniká vyváženým zastoupením lesů, luk, polí a zachovalým typem osídlení s prvky původní lidové architektury. Jedná se o geologicky a geomorfologicky

významné území, které doplňují původní společenstva rostlin. Nejvyššími vrcholy CHKO jsou s výškou 668 metrů Vestec a s výškou 662 metrů Spálava, nejnižší místa se nacházejí ve výšce 268 metrů. Původně byla celá oblast pokryta lesy, s výjimkou některých říčních niv, skalisek a skalních sutí. Převažovaly bučiny a bukojedliny, v nejvyšších partiích podmáčené smrčiny. Na některých, zcela specifických místech převládaly bory. Na extrémních stanovištích rostou dnes společenstva reliktních borů. Dodnes se zbytky přirozených společenstev roztroušeně zachovaly v celé CHKO. Na většině míst nyní převládají uměle vysazené smrčiny, které zaujímají zhruba 80 %, z listnatých pak převažují buky (Bárta F. a kol. 2007).

### **3.7 Možnosti studia saproxylických druhů**

Aby bylo možné na základě monitoringu dospět k podloženému závěru, je nutné zvolit vhodnou metodu, splňující základní požadavky kladené na výzkum v biologických či ekologických vědních oborech. Hledisky k výběru vhodné metody jsou požadavky na proveditelnost, pracnost a možnosti finanční, časové a v neposlední řadě požadavky na odbornost účastníků výzkumu, které jsou garantovány účastí odborníků z řad školních pedagogů (Schlaghamerský 2008).

Existují různé metody sběru saproxylického hmyzu. Jednou ze základních metod je chov nebo sběr hmyzu z vytěžené dřevní hmoty, jedná se tedy o přímý odběr vzorků z mikrostanoviště. Hmyz je v těchto vzorcích v různých vývojových stádiích a je známo složení prostředí, ve kterém se hmyz vyvíjel. Druhou z metod může být loupání kůry a její prosévání, při této metodě však dochází k zničení mnoha druhů a nezohledňuje druhy žijící přímo ve dřevě. Další metodou jsou záchytné pasti, které sice nesbírají úplné informace o mikrostanovištích ani o larválním vývoji hmyzu, ale jsou velmi efektivní v množství zachyceného hmyzu, oproti prvním dvěma metodám (Økland 1995).

Mezi záchytné pasti patří tzv. okenní pasti, kmenové okenní pasti a záchytné válce. Za okenní pasti se považují pasti, jejichž součástí je pevný průhledný materiál (představovaný sklem, plexisklem, pevným čirým materiálem), který účinně zastaví letící hmyz, a systém záchytné/sběrné komponenty sloužící ke sběru omráčeného hmyzu. Okenní past může být zavěšena volně v prostoru nebo připevněna ke kmenu stromu. Záchytné válce tvoří tkanina připevněná k určitému úseku kmene, za pomoci drátu, který celý pokryje, a jejíž spodní okraj je napojen na sběrnou nádobu zajišťující sběr hmyzu z tohoto úseku kmene (Økland 1995).

Křížové nárazové pasívní kmenové pasti, jež patří mezi záchytné okenní pasti a jejichž používání není dosud standardizováno, zejména co se týká velikosti konstrukce, fixační tekutiny i způsobu rozmístění v terénu (Schlaghamerský 2008) byly využity pro tuto práci, protože dle výsledků porovnání efektivnosti různých metod záchytných pastí určených k chytání saproxylických organismů, tato metoda vyšla jako nejefektivnější, co se týká počtů chycených druhů brouků (Økland 1995).

### **3.8 Přehled saproxylických čeledí**

Druhově nejbohatší skupinou nejsou mezi saproxylobionty houby, ale bezobratlí a z nich zejména hmyz Insecta. Nejprozkoumanější skupinou jsou pak v rámci saproxylického hmyzu brouci Coleoptera. Na rozdíl od zástupců dalších řádů hmyzu využívají většinu potravních zdrojů, které se ve spojení s odumřelým dřevem nabízejí, a jsou tak do jeho využití zapojeni ze všech bezobratlých nejkompexněji. Z větší části je jejich vazba na mrtvé dřevo nebo na něj navázané organismy úzká a neobejdou se bez nich. V tabulce číslo 1 uvádím přehled saproxylických čeledí brouků žijících v ČR (Krása 2015), s poznámkou, že čísla u počtu druhů zahrnují jak saproxylické tak nesaproxylické druhy, saproxylických je ale u většiny taxonů s výjimkou potemníkovitých většina.

Tabulka č. 1 Přehled čeledí uvažovaných pro tuto práci jako saproxylické (Krása 2015)

Přehled čeledí a podčeledí saproxylických brouků žijících v ČR					
Latinský název	Český název	Počet druhů	Latinský název	Český název	Počet druhů
Cerambycidae	Tesaříkovití	216	Colydiinae	Dřevožroutovití	12
Elateridae	Kovaříkovití	154	Rhizophaginae	Lesklecovití	12
Leiodidae	Lanýžovníkovití	144	Erotylidae	Trojáčovití	12
Buprestidae	Krascovití	115	Corylophidae	Lunoštitcovití	12
Cryptophagidae	Maločlencovití	112	Bostrichidae	Korovnkovití	11
Scolytinae	Kůrovcovití	111	Bothrideridae	Skrytopyskovití	11
Ptinidae	Vrtavcovití	104	Silvanidae	Lesákovití	10
Tenebrionidae	Potemníkovití	90	Trogositidae	Kornatcovití	9
Latrididae	Hlodníkovití	76	Lucanidae	Roháčovití	7
Ciidae	Hubokazovití	40	Aderidae	Hrubookovití	7
Melyridae	Bradavičnickovití	32	Cerylonidae	Koropasovití	7
Melandryidae	Lencovití	31	Pyrochroidae	Červenáčkovití	4
Oedemeridae	Stehenáčovití	27	Biphylidae	Dvojčlencovití	3
Cleridae	Pestrokrovečnickovití	22	Pythidae	Plochohřbetcovití	2
Anthrribidae	Větevničkovití	21	Rhysodidae	Rýhovcovití	2
Cucujidae	Lesákovití	20	Boridae	Borošovité	1
Melasidae	Dřevomilovití	18	Cerophytidae	Hrbočelcovití	1
Cetoniidae	Zlatohlávkovití	16	Prostomidae	Čelistníkovití	1
Endomychidae	Pýchavníkovití	16	Platypodinae	Jádrohlodovití	1
Mycetophagidae	Houbožroutovití	15	Phloiphilidae	Lýkomilovití	1

Druhý nejvyšší počet druhů 154 čítá saproxylická čeleď kovaříkovití Elateridae (Krása 2014). Dobře popsány jsou znalosti habitatu, znalosti o místě výskytu i ekologické nároky druhů této čeledi včetně nároků potřebných k vývoji. Kovaříci obývají rozmanité biotopy. Žijí v lesích, na lesostepích v polích, na loukách i v zahradách od nížin do alpinského pásma (Zahradník 2008). Čeleď je poměrně velká, zahrnuje zhruba 160 druhů rozdělených do 55 rodů (Pokorný 2002). Brouci příslušné čeledi jsou nenápadní a tvar těla mají oválně protáhlý, barvy většinou hnědé nebo černé, ale někteří mají krovky zbarvené do červena či žluta. Dříve se této čeledi říkalo pružníci z důvodu jejich schopnosti se vymrštit a otočit se tak ze zad zpět na nohy. K vymršťování je uzpůsobena stavba těla díky prosternálnímu výběžku zapadajícímu do jamky na předním okraji mesosterna. Čeleď se vyznačuje velkým a značně pohyblivým štítem, jehož zadní rohy jsou obvykle zašpičatělé (Křístek, Urban 2013), tykadla mají 11 článků, jsou někdy nitkovitá, častěji pilovitá a zřídka hřebenitá (Zahradník 2008). Larvy, tak zvaní drátovci jsou tuhé, štíhlé, mají dobře vyvinuté nohy a jsou většinou karnivorní (masožraví), žijí v půdě nebo v trouchnivějícím dřevě stromů, pařezů včetně jejich podzemních částí nebo vyhledávají dutiny stromů, kde loví larvy jiných bezobratlých. Brouci žijí na travinách,

nalezneme je na keřích, květech, často i na dřevě a pod kůrou, živí se často kůrou mladých výhonků listnáčů a jehličnanů, které mohou uvadat. Brouci jsou fytofágové, tedy konzumují potravu rostlinnou, nejčastěji čerstvou (živou) či v jisté fázi vadnutí dřeva a lýka (Nakládal 2015).

## **4. METODIKA**

### **4.1 Charakteristika zájmové oblasti**

Pro tuto práci byly zvoleny lokality nacházející se v CHKO Ždárské vrchy a v CHKO Železné hory. V obou oblastech v současné době převažují smrkové porosty, současný stav lesů je značně odchylný od přirozeného stavu, a lze jej z biologického, ekologického i hospodářského hlediska považovat za více než neuspokojivý, smrk (*Picea abies*) je zastoupen více jak 80 %, dalšími zastoupenými druhy jsou borovice (*Pinus silvestris*), nepůvodní modřín (*Larix decidua*) a z listnatých zejména buk (*Fagus sylvatica*) případně olše (*Alnus glutinosa*) a bříza (*Betula pendula*). Původně převažovaly jedlobukové porosty (Bárta F. a kol. 2007).

Co se týká stavu smrku ztepilého v hospodářských lesích obou oblastí, vliv abiotických a biotických faktorů se stále, v negativním slova smyslu, zesiluje. Postupně dochází k rozpadu velkých ploch monokulturních smrkových porostů, případně k jejich vytěžení. Navíc smrk ztepilý prokazatelně zhoršuje půdní vlastnosti, ne vždy je však za acidifikaci půd plně zodpovědný, roli zde hraje více faktorů, příkladem za všechny jsou vysoké srážky a propustné půdy podporující vyluhování (Borůvka 2004).

CHKO patří klimaticky do oblasti chladnější vlhčí a značně větrné (Holuša, Mückstein 2007). Informace ke klimatickým údajům za relevantní období uvedené v tabulce č. 2 jsou průměry evidované na meteorologické stanici Svratouch, jejímž provozovatelem je Český hydrometeorologický ústav. Stanice je umístěna v 737 metrech nad mořem.



Tabulka č. 2 Vybraná data z meteorologické stanice Svratouch

Přehled klimatických údajů za rok 2017							
Měsíc	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
Průměrná měsíční teplota v °C	6,7	11,6	14,6	16,5	16,6	11,9	7
Srážky v mm	45	71	71	79	75	66	44

#### 4.2 Studované lokality a jednotlivé stromy

Lokality pro rozmístění pastí jsem volila dle zadání diplomové práce zejména se zaměřením na výskyt dutých a zdravých stromů v dospělých porostech s většinovým zastoupením smrku ztepilého (*Picea abies*), přičemž zastoupení bylo ve všech porostech vyšší jak 65%. Celkově se jednalo o 16 pasivních nárazových pastí, 7 pastí bylo umístěno na dutých stromech a 9 na zdravých. Za okolí pasti byla počítána plocha kruhu do vzdálenosti 40 metrů, a pasti byly rozmístěny tak, aby se okolní prostor jednotlivých pastí nepřekrýval. Lokality se nacházely na územích CHKO Železné hory a CHKO Žďárské vrchy nedaleko společných hranic obou CHKO blízko městyse Trhová Kamenice. Jednalo se celkem o 4 lokality. Nejvíce pastí 11, bylo umístěno v lokalitě Tobolky, nacházející se v CHKO Žďárské vrchy. Jedná se o zemní depresi s dobrým hydrickým režimem díky přítomnosti dvou potoků a dvou rybníků. Dospělý porost je zde obklopen ze dvou stran smrkovým mlázím a díky tomu se jedná o relativně uzavřenou plochu, vzhledem k okolnímu charakteru krajiny.

Na druhé lokalitě s místním názvem „Za Hubským“ byla umístěna jedna past, polovinu okraje porostu lemovala paseka, druhou polovinu tvořil dospělý porost, i přes nedaleký rybník se jedná o lokalitu výše položenou bez vlastních vodních zdrojů, jedná se tedy o lokalitu odkázanou na srážky a spodní hladinu vody.

Třetí lokalitu „Na Bučině“, kde byly umístěny 3 pasti, tvoří plocha s částečným prosvětlením porostu za účelem podpory přirozeného zmlazení. Za hranicí 40 metrů od pastí se nachází paseka vzniklá větrnými disturbancemi. Poslední past byla umístěna na lokalitě „Svárovský“, kde se jedná o dospělý smrkový porost ze dvou stran prosvětlovaný, s postupným snižováním zakmenění, opět se zaměřením na postupnou výchovu přirozeně vzniklého zmlazení. Lokalita Bučina a Svárovský se nachází nedaleko Velkého Rohozenského rybníka, ale s ohledem na průběh letního počasí v posledních dvou letech

se jedná taktéž o lokality odkázané na vodní režim závislý zejména na srážkách. Lokality se nachází v rozmezí nadmořských výšek od 534 do 607 metrů nad mořem. Konkrétní rozmístění jednotlivých pastí s uvedením souřadnic, údajů o nadmořské výšce, půdním lesním typu a informací, zda se jedná o dutinový strom, je uvedeno v tabulce č. 3.

Některé oblasti, v jejichž okolí byly vybrány lokality pro umístění pastí, byly zařazeny mezi Evropsky významné lokality v rámci systému Natura 2000. Pět pastí bylo umístěno nedaleko dvou z nich. Jedná se o oblast s Rohozenským velkým rybníkem, okolí je vyhlášeno za Přírodní rezervaci Strádovka, v jehož dosahu byly umístěny 4 pasti. Pátá past byla umístěna nedaleko rybníka Hubský, jehož oblast je vyhlášena za Přírodní rezervaci Hubský. Tyto oblasti byly vyhlášeny za Přírodní rezervace z důvodu výskytu zrašeliněných luk s mnoha ohroženými druhy rostlin a živočichů (Bárta F. a kol. 2007).

Tabulka č. 3 – Přehled umístění pastí

Číslo pasti	Strom s dutinou	CHKO	Lokalita	Souřadnice	m.n.m.	Typ lesní půdy
1.	D	CHKO Železné Hory	Za Hubským	N49,81062; E15,82927	588	6O1
2.		CHKO Železné Hory	Bučina	N49,80846; E15,79403	607	5S6
3.		CHKO Železné Hory	Bučina	N49,81128; E15,79799	602	5S6
4.	D	CHKO Železné Hory	Bučina	N49,81106; E15,79801	601	5S6
5.		CHKO Železné Hory	Svárovský	N49,81230; E15,80762	585	5S6/6O1
6.		CHKO Žďárské vrchy	Tobolky	N49,76451; E15,82045	546	6V9
7.	D	CHKO Žďárské vrchy	Tobolky	N49,76435; E15,81989	550	6V9
8.	D	CHKO Žďárské vrchy	Tobolky	N49,76544; E15,82048	544	6V9
9.	D	CHKO Žďárské vrchy	Tobolky	N49,76605; E15,81974	541	6P2/5L5
10.	D	CHKO Žďárské vrchy	Tobolky	N49,76651; E15,81860	539	6P2
11.		CHKO Žďárské vrchy	Tobolky	N49,76535; E15,81884	542	6P2
12.		CHKO Žďárské vrchy	Tobolky	N49,76560; E15,81853	541	6P2
13.	Đ	CHKO Žďárské vrchy	Tobolky	N49,76554; E15,81777	542	6P2/6V9
14.		CHKO Žďárské vrchy	Tobolky	N49,76823; E15,81913	534	6P2/6P1
15.		CHKO Žďárské vrchy	Tobolky	N49,76777; E15,82157	540	6P1/5K1
16.	D	CHKO Žďárské vrchy	Tobolky	N49,76415; E15,82032	547	6V9

Pasti na zdravých stromech byly umístěny ve výčetní výšce, tedy 1,3m od země a pasti umístěné na stromech s dutinou byly umístěny před dutinu stromu jak je vidět na obrázku č. 1.

#### 4.3 Parametry použitých pasivních nárazových pastí

Metoda využívající pasivní nárazové pasti byla zvolena na základě její dostupnosti, efektivity, určeného cíle a záměru této diplomové práce, již jsou získaná data zejména o

saproxylickém hmyzu, který je většinou vázán na dutiny a odumřelé dřevo v porostu. Proto byly pasti umístovány na duté a zdravé stromy. Dalším hlediskem je dostupnost komponentů k sestavení jednotlivých pastí a finanční náklady s tím spojené.

Past je složená z kulaté stříšky tvořené obrácenou miskou pod květináč o průměru 40 cm, dále dvou do kříže spojených plexiskel o rozměrech 40x50 cm (šířka x výška), trychtýře tvořeného z voděodolného materiálu, v horní i dolní části vyztuženého drátem, horní průměr trychtýře je 40cm, dolní průměr pak 9cm, a sběrné nádoby vytvořené z poloviny plastové lahve (dna) o obsahu 2 litrů přibližně 12cm vysoké. Tyto části jsou pak spojené umělohmotnými stahovacími páskami, případně drátem. Celková výška pasti se pohybuje okolo 100 cm. V záchytných sběrných nádobách pastí se jako fixační látka používá koncentrovaný roztok chloridu sodného s kapkou Jaru pro odstranění povrchového napětí fixační tekutiny, protože tento roztok optimálně uchovává sebraný hmyz do doby dalšího výběru. Fotografie pasti na obrázku č. 4



*Obrázek č. 4 Pasivní nárazová past umístěná na stromu bez dutiny*

#### **4.4 Instalace pastí a výběry**

Instalace pastí byla realizována 19. března 2017 včetně nádobek se solným roztokem. Pasti byly umístěny na vybrané stromy a připevněny k nim prostřednictvím drátu protaženého spojovacím okem v horní a dolní části plexiskla, zhruba ve výšce 1 – 1,5 metru v závislosti na tom, zda byl zvolený strom dutinový či nikoli. Pokud byl strom

dutinový, byla past situována na strom s ohledem na umístění a rozsah dutiny. Výběry pastí byly prováděny v přibližně třítydenních až měsíčních intervalech a to ve dnech 8. 4., 12. 5., 27. 5., 24. 6., 8. 7., 22. 7., 13. 8., 9. 9., 1. 10. a 4. 11. 2017, kdy po provedení posledního výběru došlo i k sejmutí pastí ze stromů.

Materiál z výběrů byl uzavřen do skleněných nádob, které byly označeny etiketou s těmito údaji: název lokality, číslo pasti a datum výběru. Sběrné nádoby byly po provedení výběru opět doplněny solným roztokem, aby byly zajištěny podmínky pro pokračování pasivního sběru hmyzu do doby dalšího výběru pasti. Zajištěné výběry byly v označených nádobách skladovány v prostorách s konstantní chladnější teplotou.

#### **4.5 Třídění a determinace materiálu**

K třídění sebraného materiálu docházelo postupně, nejdříve v domácích podmínkách došlo k výběru hrubých nečistot ze vzorků a následně došlo k třídění materiálu do řádů, za pomoci entomologické pinzety, Petriho misek, solného roztoku, přisvícení a občasného využití lupy, výsledek o počtu jedinců jednotlivých řádů byl neprodleně evidován do formuláře. Data byla tříděna dle čísla pasti a termínu výběru a následně přepisována do tabulky v programu Excell a posléze odesílána ke zpracování souhrnu spolupracovníkům vedoucího práce. Následně byl ze zpracovaných vzorků vytříděn cílový řád brouci Coleoptera, který byl uzavřen do umělohmotných uzavíratelných nádob, tak zvaných mikrozkmavek, s vyznačením data výběru a čísla pasti. Poté byl předtříděný materiál dopraven do laboratorních podmínek školy, konkrétně do entomologické laboratoře, kde byl do doby dalšího třídění uskladněn v chladicí místnosti s konstantně udržovanou chladnou teplotou určenou k přechovávání vzorků. Dalším krokem bylo třídění řádu Coleoptera do jednotlivých čeledí za pomoci Petriho misek, přisvícením chladným světlem, binokulární lupy a entomologické pinzety, pod metodickým dohledem a vedením přítomného doktoranda. Tyto vzorky, opětovně značené číslem pasti, lokalitou a datem výběru, byly ukládány dle roztříděných čeledí, přičemž po dotřídění všech vzorků do čeledí byly vybrány čeledi: Aderidae, Anthribidae, Cerambycidae, Cleridae, Curculionidae, Dermestidae, Elateridae, Erotylidae, Lucanidae, Lycidae, Lymexilidae, Melandryidae, Melasidae, Melyridae a Tenebrionidae, a odeslány k determinaci do jednotlivých druhů panu Brestovanskému. Zvolené čeledi byly vybrány pro hojně zastoupení saproxylických druhů. A s výsledky determinace těchto druhů jsou nadále v této práci zpracovávány statistické výstupy, pokud není uvedeno jinak.

#### 4.6 Způsob měření environmentálních dat

Pro tuto diplomovou práci byly zjišťovány tři druhy environmentálních dat. Sada údajů týkajících se konkrétního stromu, na kterém byla umístěna past, data k okolnímu prostředí v okruhu 40 metrů od stromu s pastí a velikost a rozměry dutiny na stromě. Data byla měřena za pomoci metrového pásma, optického zjišťování údajů například o počtu objektů v okolí stromu a byl využit odhad množství mrtvého dřeva v okolí stromu a další, data pak byla následně zpracována do tabulek.

Ke stromům s umístěnou pastí byla prvotně zjištěna jejich lokace, tedy jejich konkrétní zeměpisné souřadnice dle GPS systému, bylo určeno, zda se jedná o strom s dutinou nebo bez dutiny, přehled uveden v tabulce č. 3. Dále bylo přikročeno ke konkrétnímu měření. Byl změřen obvod jednotlivých stromů s umístěnou pastí a to ve výčetní výšce. Zjištění zastoupení přimíšených dřevin včetně jejich druhového zařazení a převod na procentuální zastoupení. Následně byla určena vzdálenost 40 metrů od stromu s pastí, který představoval střed kruhu, v jehož ploše byla data zjišťována. Kruh byl následně rozdělen na menší – dosah 10 a 20m od středového stromu. V těchto kruzích 0 – 10 metrů, 10 – 20 metrů a 20 – 40 metrů od středového stromu, byla zjišťována data o počtu vzrostlých stromů, dutin, pařezů. Množství holin, nelesních ploch, pokrytí půdy keři, bylinami a mechy bylo určeno v procentech pokrytí plochy pásma. Posledními zjišťovanými údaji v určené ploše bylo odhadnutí množství výskytu mrtvého dřeva v m<sup>3</sup> a zápoj korun v porostu uváděný jako informace z kolika procent jsou koruny stromů otevřené přístupu světla, tedy tak zvané Canopy openness. Poslední uváděná data byla zjišťována za pomoci fotografického snímání zápoje korun stromů ze středu kruhu prostřednictvím speciálního objektivu se záběrem 180°. Snímky byly dále vyhodnocovány prostřednictvím programu GLA (Gap Light Analyzer, Version 2.0) (Brestovanská 2019). Pro přehlednost uvádím použitou terminologii a zkratky v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4 Přehled použitých zkratk a terminologie

Zkratka	Celý název/význam
Bare soil	Holá půda
Buffer	Plocha
CanpOpen	Canopy Openness/otevřenost korunového patra
Circuit	Obvod
Clearcuts	Holiny
DW_SUM	Dead wood summary/mrtvé dřevo celkem
Herbs	Byliny
Holes	Dutiny
Mosses	Mechy
Nonforest	Nelesní plochy
Shrubs	Keře
SM %	Smrk procentuelní zastoupení
Stumps	Pařezy
Trap	Past
Trees>50cm	Stromy s obvodem větším než 50 cm
TreeSpec	Tree Species/druhy stromů

Poslední sada zjišťovaných údajů se týkala pouze stromů s dutinou. Byla zjištěna bližší specifikace jednotlivých dutin. Dolní a horní výška okraje dutiny, měřeno od paty stromu, velikost otvoru dutiny, objem dutiny. Byla zjišťována přítomnost trouchu a jeho množství. Přehled uveden v tabulce č. 5.

Tabulka č. 5 Přehled rozměrů dutin

DUTINY							
č. pasti	výška okraje (cm)		L	hloubka trouchu (cm)		dm <sup>2</sup>	stupeň rozkladu
	dolní	horní	objem	dole	nahoře	plocha otvoru	
<b>1</b>	0	107	60	15	x	10	1-2
<b>4</b>	91	115	2	5	x	2	3
<b>7</b>	28	63	2	>30	x	3	0-2
<b>8</b>	0	140	30	6	x	50	2-3
<b>9</b>	110	119	1	0	x	0,5	3
<b>10</b>	0	60	3	5	x	2	2-3
<b>13</b>	x	x	x	x	x	x	x
<b>16</b>	0	3	1	20	x	1	0-1

#### 4.7 Statistické vyhodnocení

Ke zpracování dat byly vytvořeny sady zahrnující celkové počty jedinců všech čeledí, počty jedinců saproxylických čeledí, počty druhů saproxylických čeledí, počty čeledí a druhů nalezených na zdravých a dutinových stromech a následné zaměření zejména na čeledi Elateridae a Anthribidae. Data byla následně porovnáována s environmentálními proměnnými, které byly na lokalitách zjištěné. Přehledy sad vstupních dat jsou uvedeny v tabulkách č. 13, 14, 15. Ke zpracování a vyhodnocení dat byly využity tři statistické modely, jimiž jsou regresní analýza, mnohorozměrná analýza vytvořená v programu Canoco 5 a T-test provedený v programu Statistica.

➤ Primárně byla využita mnohorozměrná analýza (Šmilauer at. Lepš 2014) zpracovávaná v programu Canoco 5, která řeší vazby primárních dat tj. vyskytujících se jednotlivých čeledí na změřené environmentální proměnné představované zápojem porostu, množstvím mrtvého dřeva v okolí pasti, množstvím dutin, pařezů a obvodem stromu s umístěnou pastí. Byly zpracovány analýzy PCA (principal component analysis) tedy analýza hlavních komponent, a RDA redundantní analýza, což je omezená forma lineární ordinační metody, při které osy odpovídají směru největší variability v datovém souboru. Statistická průkaznost vztahů byla testována pomocí Monte Carlo testu s 9999 permutacemi.

➤ Druhou statistickou metodou použitou pro účely této práce je regresní analýza, touto metodou - již se testuje hodnota náhodné proměnné, která se určuje na základě jiných veličin vstupních primárních dat. Byla využita ke stanovení závislosti primárních dat na jedné z proměnných.

➤ Jako poslední byl použit t-test pro nezávislé vzorky programem Statistica (verze 13.4.0.14) k ověření existence statisticky významného vlivu environmentální proměnné na vzorek primárních dat.

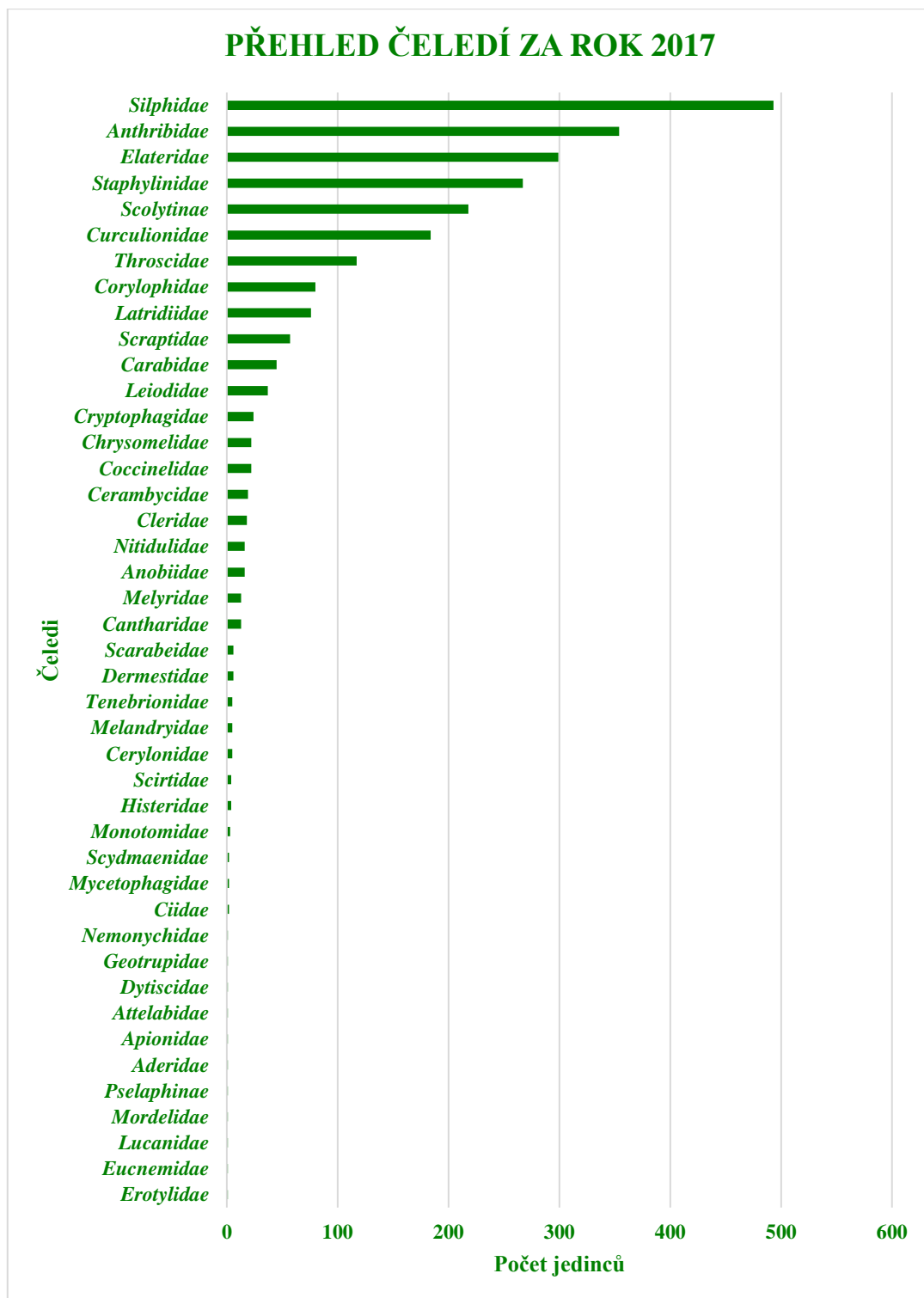
## **5. VÝSLEDKY**

### **5.1 Celkové počty chycených jedinců**

Za rok 2017 bylo v pasivních nárazových pastech zachyceno a evidováno 13 010 jedinců z 30 řádů, do kterých byl hmyz roztríděn. Průměrně tedy na jednu past vychází 813 jedinců z třídy hmyz.

Zjištěno bylo 2 438 jedinců řádu brouci Coleoptera, což činí z celkového počtu necelých 19 %. Tedy skoro pětina získaného materiálu představuje cílový řád, který byl dále tříděn s výsledkem 43 zjištěných čeledí. Přehled počtu jedinců zjištěných čeledí je uveden v grafu č. 1.





Graf č.1 Přehled počtu jedinců zjištěných čeledí v roce 2017 na území CHKO Žďárské vrchy a CHKO Železné hory

V sedmi pastech umístěných na dutinových stromech bylo celkem zjištěno 1 033 jedinců, z toho bylo 472 exemplářů z 18 saproxylických čeledí, v ostatních 18 čeledích bylo zjištěno 561 jedinců. V ostatních 9 pastech umístěných na zdravých stromech byl

zjištěn výskyt 1 405 jedinců, 680 z nich bylo z 18 saproxylických čeledí, zbylé exempláře v počtu 725 bylo roztríděno do 18 čeledí.

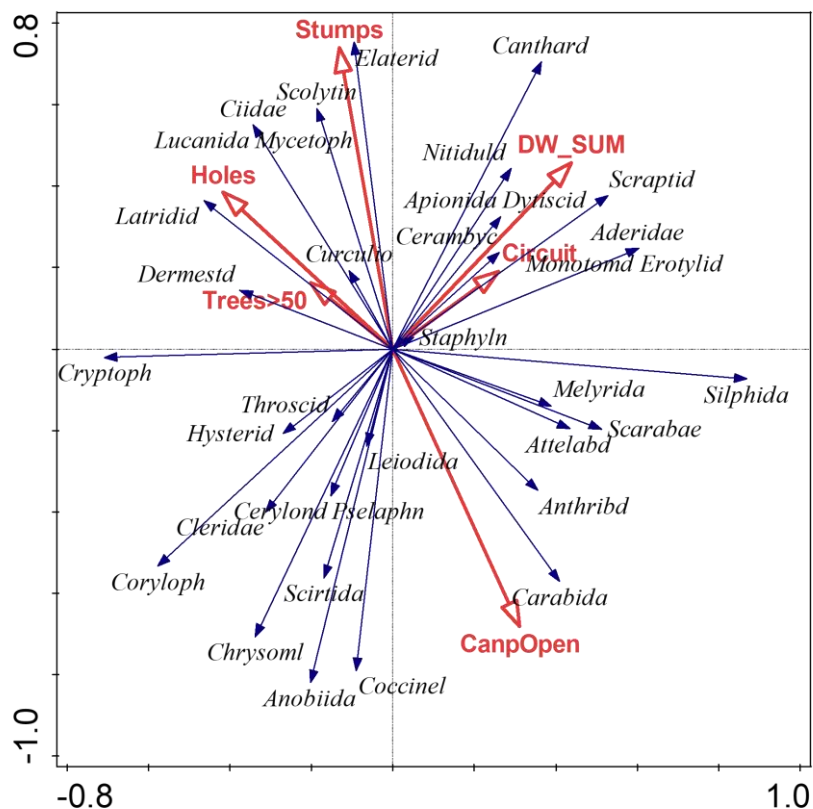
Z celkového množství byla nejpočetněji zastoupena čeleď Anthribidae větevníčkovití s 354 jedinci a Elateridae kovaříkovití s 281 jedincem. Přehled dalších zjištěných čeledí je možné zjistit z grafu č. 1.

Z celkového množství vytríděných čeledí jich bylo osm přítomno ve všech pastech, z toho čtyři čeledi saproxylické, v nejhojnějším počtu 354 jedinců se jednalo o čeleď Anthribidae (větevníčkovití), další v pořadí s počtem 281 exemplářů pak byla čeleď Elateridae (kovaříkovití), třetí v pořadí byla s číslem 267 zástupců čeleď Staphylinidae (drabčíkovití), která jako jediná nesaproxylická překonala hranici dvou set zjištěných jedinců vyskytujících se ve všech umístěných pastech.

Naopak devět čeledí bylo zastoupeno pouze jedním jedincem v jedné z pastí. Dvě z těchto čeledí jsou saproxylické Erotylidae (trojáčkovití) a Lucanidae (roháčovití).

Provedla jsem mnohorozměrnou analýzu samostatně pro všechny čeledi vyskytující se na zdravých a dutinových stromech.

V grafu č. 2 zobrazujícím zastoupení čeledí zjištěných v pastech umístěných na zdravých stromech lze vidět úzkou korelaci čeledi Elateridae kovaříkovití s přítomností množství pařezů v okolí pasti, další environmentální proměnné, který výskyt čeledi ovlivňuje, jsou počet dutin a množství stromů s obvodem větším než 50 cm a o málo méně je závislá na množství mrtvého dřeva přítomného v okolí pasti. Obdobné environmentální nároky dle této analýzy preferují také čeledi Scolytinae, Mycetophagidae, Ciidae, Curculionidae, tyto jsou závislé zejména na přítomnosti pařezů a dutin stromů a naopak čeledi Cantharidae, Nitidulidae a Cerambycidae prokazují závislost na přítomnosti pařezů a větší preferenci množství mrtvého dřeva v okolí pasti. S ohledem na další výsledky, lze upozornit na významnou negativní korelaci výše uvedených čeledí s environmentální proměnnou, představovanou zápojem korunového patra porostu. S ohledem na výši hladiny významnosti reprezentovanou údajem 0,2398 však nelze data na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  potvrdit. Vysvětlující proměnné dosahují úrovně 79,73 %.



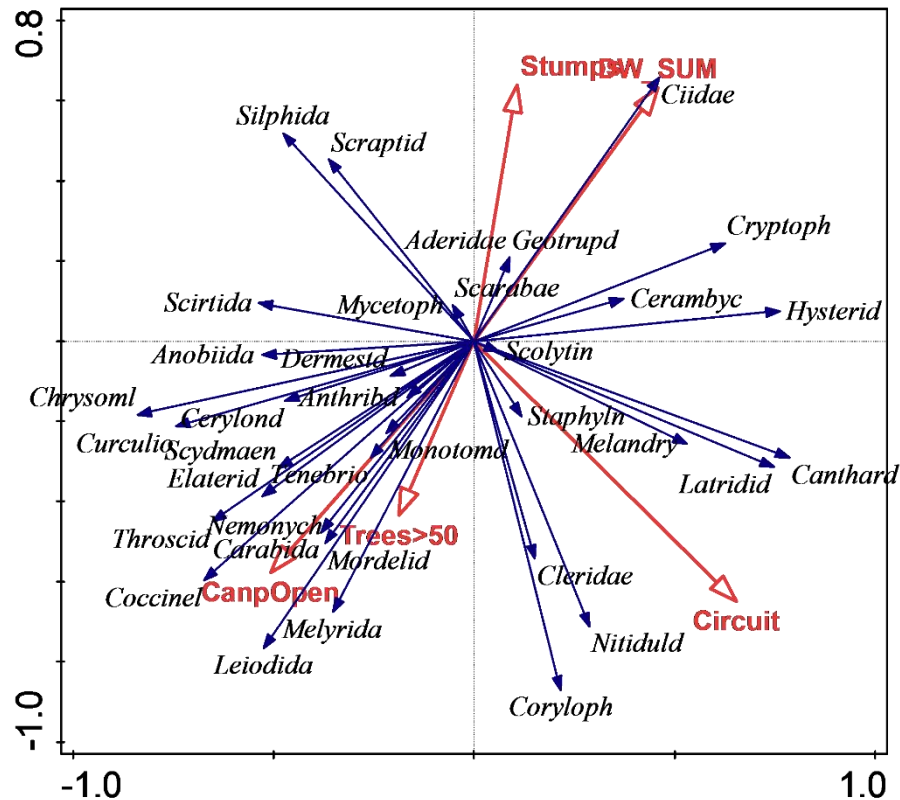
Graf č. 2 Analýza všech čeledí vyskytujících se na zdravých stromech

Tabulka č. 6 Výsledky testování všech čeledí vyskytujících se na zdravých stromech

Analysis "Constrained"				
Method: RDA				
Total variation is 96,72429, explanatory variables account for 79,73 % (adjusted explained variation is 18,91 %)				
Summary Table:				
Statistic	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4
Eigenvalues	0,3388	0,1583	0,1134	0,0811
Explained variation (cumulative)	33,88	49,71	61,05	69,15
Pseudo-canonical correlation	0,9510	0,9880	0,9355	0,9895
Explained fitted variation (cumulative)	42,49	62,35	76,57	86,74
Permutation Test Results:				
On All Axes	pseudo - F = 1,3		P = 0,2398	

S ohledem na předchozí byla analýza zobrazená v grafu č. 3 zpracována na základě údajů získaných z pastí umístěných na dutinových stromech. Vyhodnocuje závislosti všech čeledí zjištěných na dutinových stromech. Zde si můžeme povšimnout zásadní změny a to negativní korelace čeledi Elateridae na množství pařezů v okolí pasti a naopak

korelace s proměnnými, představovanými zápojem korun porostu a množství stromů s obvodem větším než 50cm. Obdobné environmentální nároky, jsou reprezentovány zástupci čeledí Tenebrionidae, Nemonychidae, Throscidae a dalšími. Ani tuto analýzu nelze na hladině  $\alpha = 0,05$  potvrdit vzhledem k vyšší hladině významnosti určené programem na hranici 0,8417. Vysvětlující proměnné zde čítají 78,91 %.



Graf č. 3 Analýza všech čeledí vyskytujících se na dutinových stromech

Tabulka č. 7 Výsledky testování všech čeledí vyskytujících se na dutinových stromech

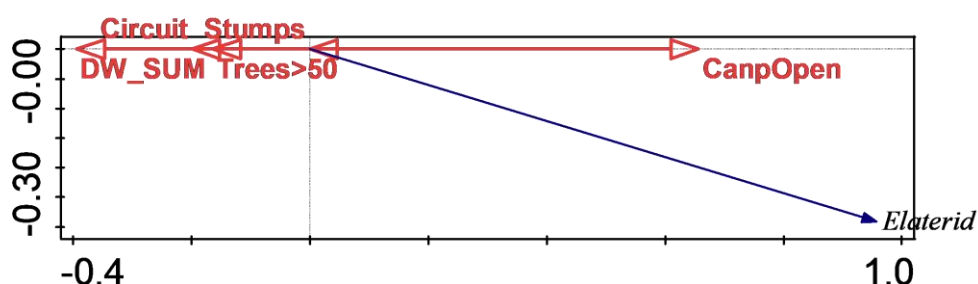
Analysis "Constrained"				
Method: RDA				
Total variation is 75,64742, explanatory variables account for 78,91 % (adjusted explained variation is 0,00 %)				
Summary Table:				
Statistic	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4
Eigenvalues	0,2463	0,2296	0,1225	0,1080
Explained variation (cumulative)	24,63	47,59	59,84	70,64
Pseudo-canonical correlation	0,9828	0,9585	0,9825	0,9472
Explained fitted variation (cumulative)	31,22	60,32	75,84	89,53
Permutation Test Results:				
On All Axes	pseudo - F = 0,7		P = 0,8417	

## 5.2 Výskyt čeledi Elateridae a její závislost na environmentálních proměnných

Čeď Elateridae (kovaříkovití) byla v rámci této studie zjištěna ve všech umístěných pastech v celkovém počtu 281 jedinců, v těchto sedmi druzích: *Ampedus balteatus* (Linnaeus, 1758), *Ampedus nigrinus* (Herbst, 1784), *Athous subfuscus* (O. G. Müller, 1764), *Athous zebei* (Bach, 1852), *Dalopius marginatus* (Linnaeus, 1758), *Melanotus castanipes* (Paykull, 1800) a *Melanotus villosus* (Geoffroy in Fourcroy, 1785). Průměrný výskyt je 17 jedinců na past, 117 exemplářů bylo zjištěno na stromech s dutinou, což činí 41,6%, zbylých 164 jedinců na zdravých stromech, tedy 58,4%.

V grafu č. 4, který je výsledkem mnohorozměrné analýzy, je zobrazen vztah environmentálních proměnných k čeledi Elateridae nalezené na stromech s dutinou. Byla provedena redundanční analýza s omezenými ordinačními osami. Hladina významnosti je sice na velmi nízké úrovni  $\alpha = 0,4487$ , z tohoto důvodu nelze analýzu na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  potvrdit. I přesto nám výsledek této analýzy zřetelně vykresluje pozitivní závislost zjištěných primárních dat na vložených environmentálních proměnných reprezentovaných otevřeností korunového patra, a negativní vůči environmentálním proměnným, reprezentovaným obvodem kmene stromu s umístěnou pastí, množstvím stromů s obvodem větším než 50 cm, počtem pařezů a množstvím mrtvého dřeva vyskytujícího se v prostoru okolo pasti. Environmentální proměnná

vyjádřená údaji o počtu stromů s obvodem větším než 50 cm v okolí pasti je s ohledem na stav našich lesů s vysokou pravděpodobností příčinou možného vzniku dutin a zvyšování množství mrtvého dřeva na lesním stanovišti z důvodu jejich napadení houbami, které způsobují hnilobu a odumírání dřeva. Minimální závislost na ostatních proměnných zahrnujících mrtvé dřevo lze vysvětlit umístěním pasti na stromu s dutinou a tím pádem i přítomnost dostatku mrtvého dřeva, jehož potřeba je přítomností dutiny saturována.



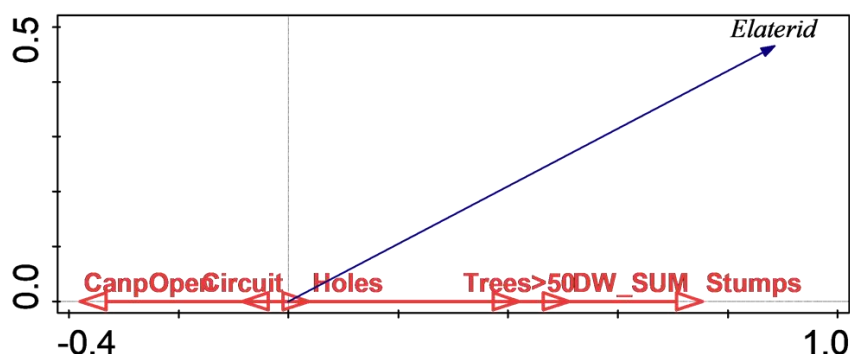
Graf č. 4 Analýza čeledi Elateridae vyskytující se na dutinových stromech

Tabulka č. 8 Výsledky testování čeledi Elateridae vyskytující se na dutinových stromech

Analysis "Constrained"				
Method: RDA				
Total variation is 327,42857, expalantory variables account for 91,54 % (adjusted explained variation is 49,24 %)				
Summary Table:				
Statistic	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4
Eigenvalues	0,9154	0,0846		
Explained variation (cumulative)	91,54	100,00		
Pseudo-canonical correlation	0,9568	0,0000		
Explained fitted variation (cumulative)	100,00			
Permutation Test Results:				
On All Axes	pseudo - F = 2,2	P = 0,4887		

Popsaná domněnka je sice podpořena výsledkem zobrazeným v následujícím grafu č. 5, který zobrazuje vztah čeledi Elateridae zjištěné v pastech umístěných na zdravých stromech. Hladina významnosti je opět na velmi nízké úrovni  $p = 0,5178$ , takže nelze na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  výsledky této analýzy potvrdit. Vzhledem k zobrazení

údajů v grafu č. 5 se jeví opačná míra závislosti na environmentálních proměnných zahrnujících mrtvé dřevo v okolí pasti oproti výsledkům uvedeným v grafu č. 4. V těchto případech je čeleď Elateridae přímo závislá na výskytu mrtvého dřeva, s ohledem na nutnost získání potravních zdrojů a jejich zajištění pro další generace.



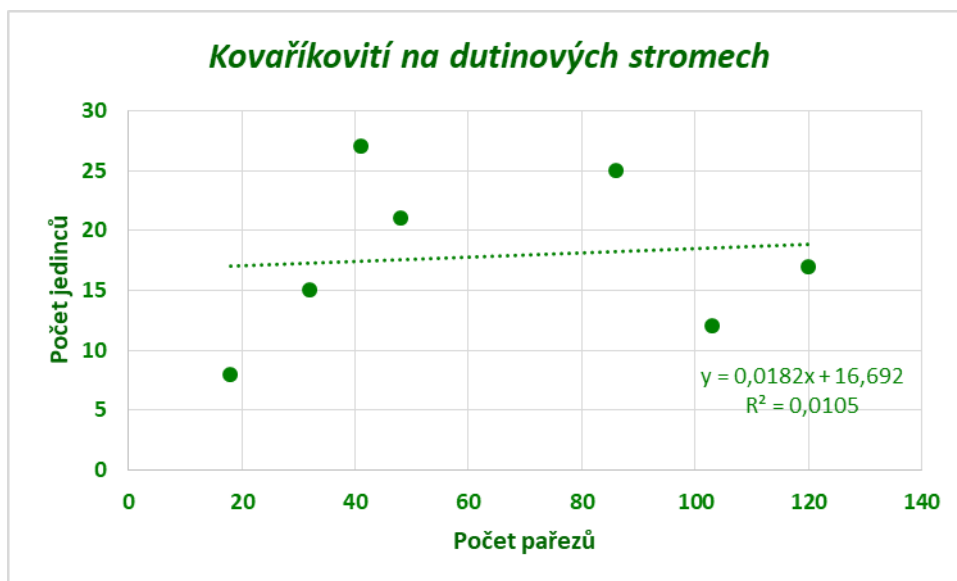
Graf č. 5 Analýza čeledi Elateridae vyskytující se na zdravých stromech

Tabulka č. 9 Výsledky testování čeledi Elateridae vyskytující se na zdravých stromech

Analysis "Constrained"				
Method: RDA				
Total variation is 615,55556, explanatory variables account for 78,38 % (adjusted explained variation is 13,54 %)				
Summary Table:				
Statistic	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4
Eigenvalues	0,7838	0,2162		
Explained variation (cumulative)	78,38	100,00		
Pseudo-canonical correlation	0,8853	0,0000		
Explained fitted variation (cumulative)	100,00			
Permutation Test Results:				
On All Axes	pseudo - F = 1,2		P = 0,5178	

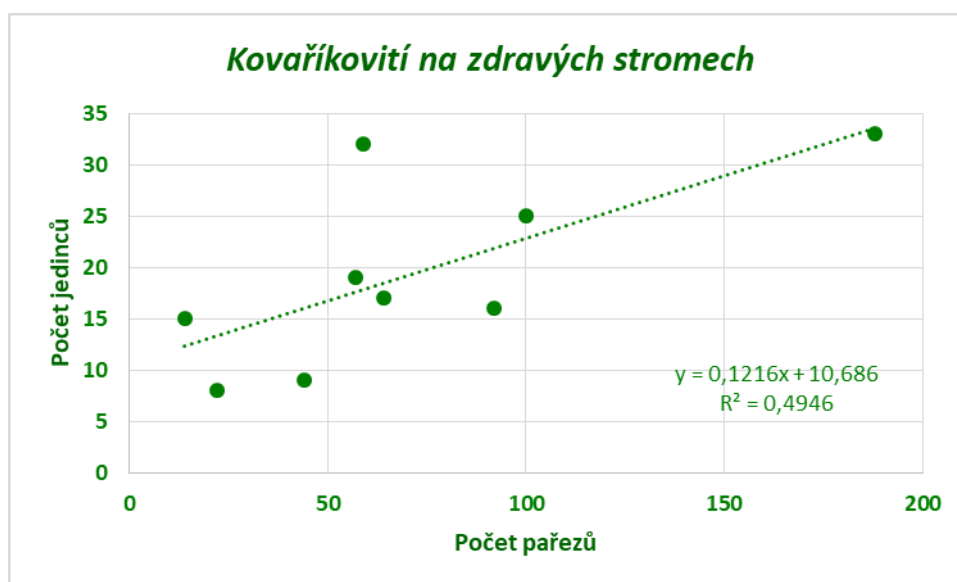
Jako další byla provedena regresní analýza týkající se této čeledi, zvláště pro zdravé a dutinové stromy, kde jsem se zabývala vztahem množství pařezů v okolí pasti a zjištěných jedinců této čeledi.

Koeficient determinace s hodnotou 0,0105 vyjadřuje velmi nízkou míru závislosti počtu jedinců čeledi Elateridae zjištěných na dutinových stromech na množství pařezů v okolí pasti jak je zřejmé z grafu č. 6.



Graf č. 6 Závislost množství kovaříkovitých brouků na počtu pařezů v okolí pastí umístěných na dutých stromech

Analýzou vztahu zjištěných jedinců čeledi Elateridae vyskytujících se na zdravých stromech a počtu pařezů byla zjištěna mnohem vyšší míra závislosti výskytu jedinců této čeledi na počtu pařezů zjištěných v okolí pastí. Koeficient determinace je na hodnotě 0,4946, to znamená, že 50% podíl variability počtu zjištěných jedinců této čeledi je vysvětlen množstvím pařezů v okolí stromu s umístěnou pastí. Výsledky jsou zobrazeny v grafu č. 7.



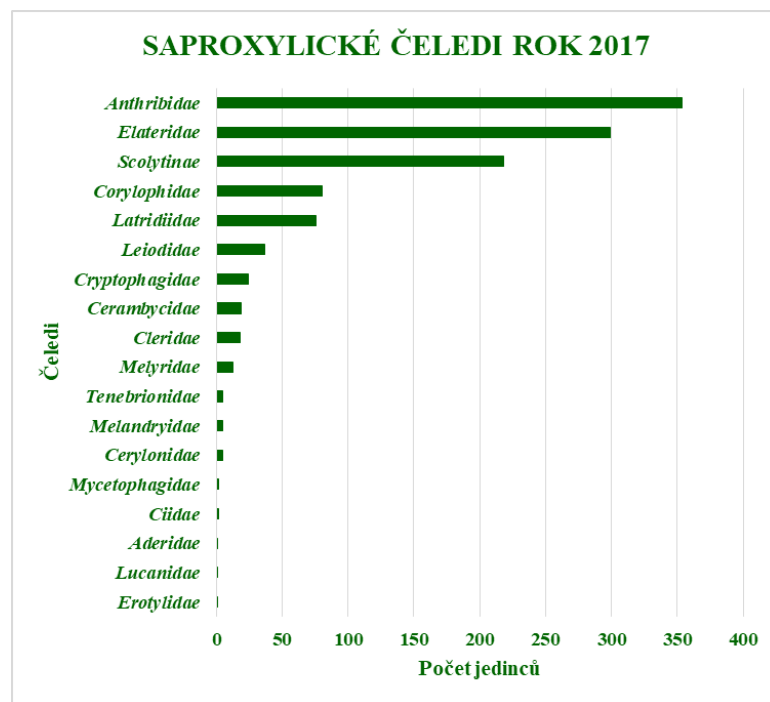
Graf č. 7 Závislost množství kovaříkovitých brouků na počtu pařezů v okolí pastí umístěných na zdravých stromech



Pro zjištění vlivu proměnné představované umístěním pasti na stromu s dutinou nebo na stromu zdravém na čeledi Elateridae byl proveden T-test programem Statistica. Vliv této proměnné na základě výsledku testu nelze na hladině  $\alpha = 0,05$  potvrdit vzhledem k úrovni zjištěné hodnoty  $p = 0,736$ . Sada vstupních dat a výsledky testu jsou uvedeny v tabulkách č 16 a 17.

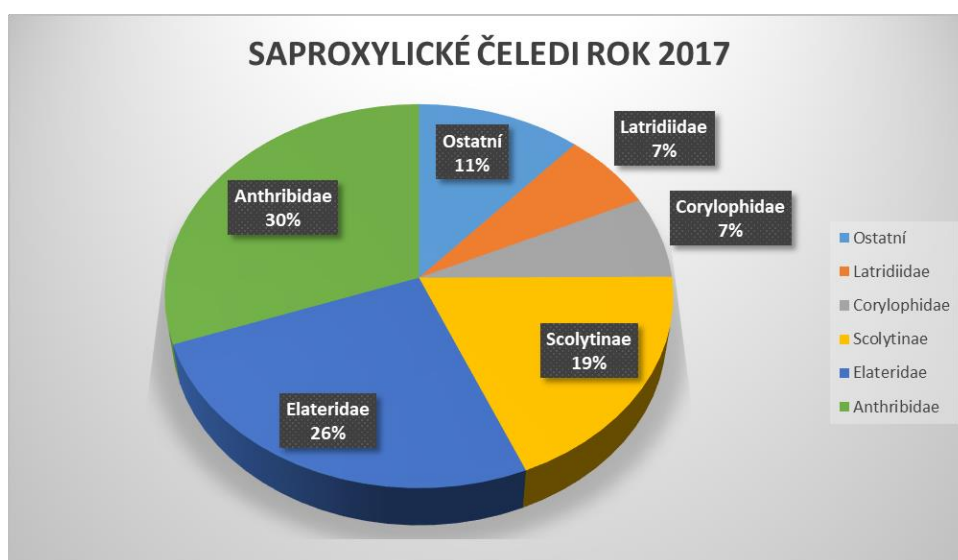
### **5.3 Míra vlivu environmentálních proměnných na výskyt saproxylických čeledí**

Z celkového počtu 43 zjištěných čeledí je za saproxylické považováno 18 z nich. Jedná se o tyto čeledi: Aderidae (hrubookovití), Anthribidae (větevníčkovití), Cerambycidae (tesaříkovití), Cerylonidae, (koropasovití), Ciidae (hubokazovití), Cleridae (pestrokrovečnickovití), Corylophidae (lunoštitcovití), Cryptophagidae (maločlencovití), Elateridae (kovaříkovití), Erotylidae (trojáčovití), Latridiidae hlodníkovití), Leiodidae (lanýžovníkovití), Lucanidae (roháčovití), Melandryidae (lencovití), Melyridae (bradavičnickovití), Mycetophagidae (houbožroutovití), Curculionidae: Scolytinae (kůrovci) a Tenebrionidae (potemníkovití) (Krása 2014). Ve výše uvedených čeledích se ve zkoumaných vzorcích vyskytovalo 1 152 jedinců, celkem je tedy považováno za příslušníky saproxylických čeledí 47% zjištěných jedinců. Zbylých a pro tuto práci neuvažovaných čeledí bylo 25 se zjištěným výskytem 1 286 jedinců. Přehled četnosti jednotlivých saproxylických čeledí je zpracován v grafu č. 8 a č. 9. V grafu č. 8 je uvedeno zastoupení všech 18 saproxylických čeledí seřazeno od nejvyššího počtu jedinců z čeledi Anthribidae.



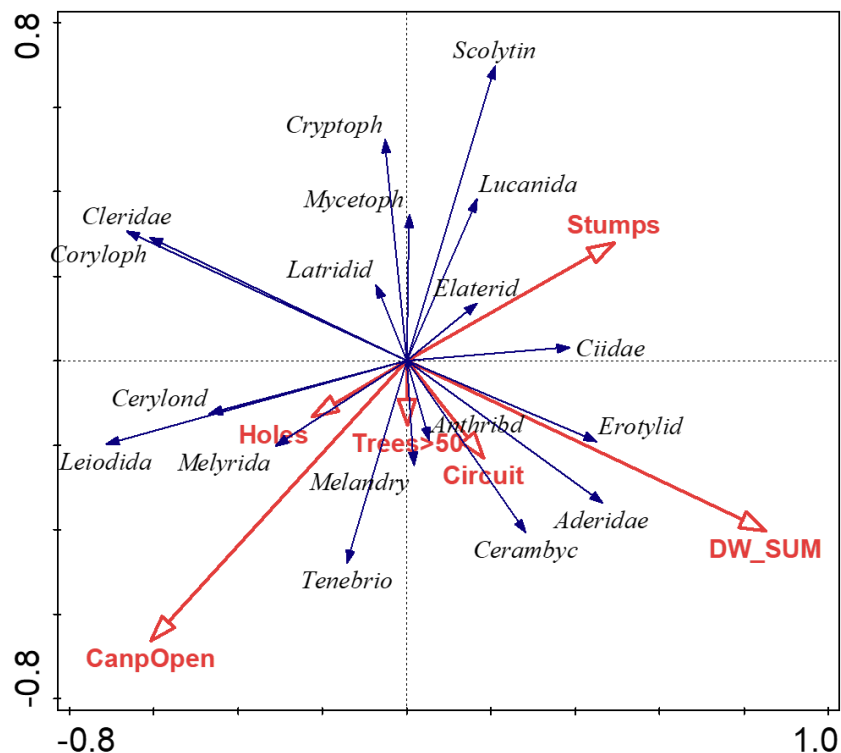
Graf č.8 Přehled počtu jedinců zjištěných saproxylických čeledí

Upravený graf č. 9 počítá se stejnými daty jako graf č. 8 pouze je pro přehlednost zjednodušený, za účelem porovnání procentuálního zastoupení nejpočetnějších saproxylických čeledí. Vyplyvá z něj, že více jak polovinu, celých 56 % zjištěných jedinců tvoří jedinci z čeledí Anthribidae a Elateridae. Na zbylých 16 čeledí tedy připadá 44 %.



Graf č. 9 Procentuální přehled zastoupení nejčetnějších saproxylických čeledí

Po provedení mnohorozměrné analýzy zahrnující všechny saproxylické čeledi a vybrané environmentální proměnné na všech stromech, jejíž výstup je uveden v grafu č. 10 lze dovozovat, že dvě nejpočetněji zastoupené čeledi nejsou jednoznačně závislé na stejných environmentálních proměnných. Čeď Anthribidae vykazuje závislost na množství stromů s obvodem větším než 50 cm v okolí pasti (Trees>50), obvodu stromu na kterém byla past umístěna (Circuit) a množství mrtvého dřeva v okolí pasti (DW\_SUM), zásadní negativní korelace této čeledi není z grafu zřejmá. Naopak druhá nejpočetnější čeď Elateridae vykazuje pozitivní korelaci s množstvím pařezů vyskytujícím se v okolí pasti (Stumps) a jako velmi negativní korelace se zde jeví vztah k množství dutin v okolí pasti. Z dalších čeledí lze upozornit na zásadní pozitivní korelaci čeledi Erotylidae na množství mrtvého dřeva v okolí pastí, na obvodu stromu s umístěnou pastí vykazují závislost jedinci čeledi Cerambycidae, na množství dospělých stromů v okolí pastí pak čeď Melandryidae a na množství dutin v okolí stromů s pastí čeď Melyridae. Tyto hypotézy lze na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  s ohledem na dosaženou hodnotu 0,0245 potvrdit.



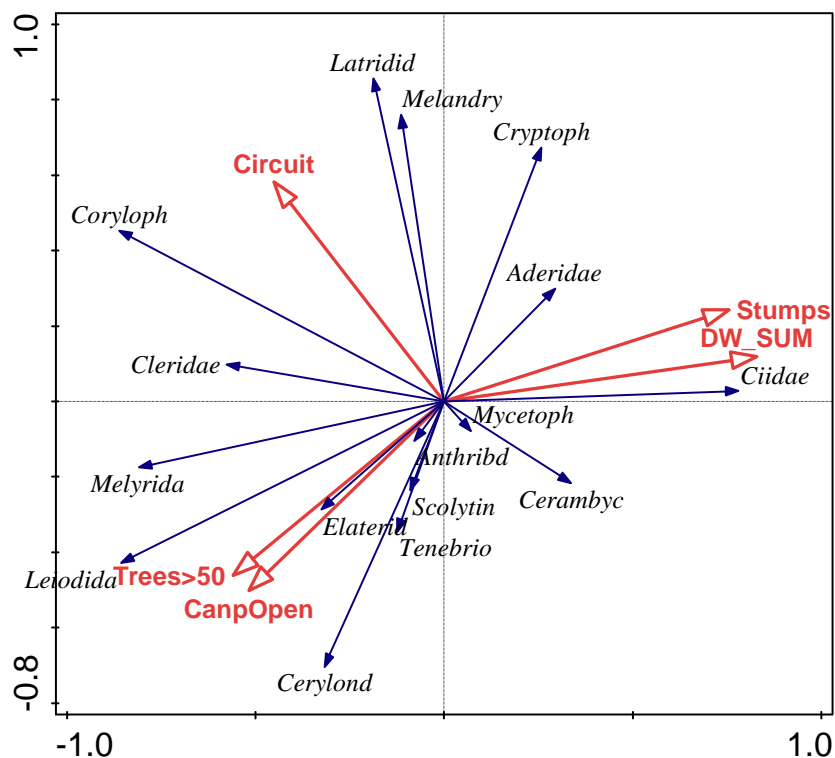
Graf č. 10 Výsledky mnohorozměrné analýzy všech saproxylických čeledí a vybraných environmentálních proměnných na stromech s dutinou i stromech zdravých

Tabulka č.10 Výsledky testování všech saproxylických čeledí a vybraných environmentálních proměnných na stromech s dutinou i stromech zdravých

<b>Analysis "Constrained"</b>				
<b>Method: RDA</b>				
Total variation is 73,18590, expalantory variables account for 50,19 % (adjusted explained variation is 16,98 %)				
Summary Table:				
Statistic	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4
Eigenvalues	0,1929	0,1532	0,0855	0,0375
Explained variation (cumulative)	19,29	34,61	43,15	46,90
Pseudo-canonical correlation	0,8905	0,8982	0,8596	0,7746
Explained fitted variation (cumulative)	38,44	68,95	85,98	93,45
Permutation Test Results:				
On All Axes	pseudo - F = 1,5		P = 0,0245	

#### 5.4 Rozdíly ve výskytu saproxylických čeledí v závislosti na umístění pasti na dutém a zdravém stromě

Pro přehlednost rozdílů ve výskytu saproxylických čeledí vyskytujících se na stromu zdravém nebo s dutinou byla také zpracována mnohorozměrná analýza v programu Canoco 5, s tím, že byly využity dvě sady dat, rozdělené podle umístění pastí na stromy dutinové a zdravé. Jako první je zde uvedena v grafu č. 11 analýza saproxylických čeledí zjištěných na stromech s dutinou. Výsledky této analýzy nelze na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  potvrdit, protože tento údaj byl stanoven programem na hodnotě 0,7986. Pozitivní korelaci vyjadřuje umístěním v grafu čeledí Elateridae tentokrát k proměnné Canopy Openes a dospělým stromům v okolí pasti, negativní k množství pařezů a množství mrtvého dřeva v okolí pasti což lze vysvětlit saturací potřeby mrtvého dřeva této čeledi uspokojenou existencí dutiny na stromě s pastí. Čeledí Anthribidae vykazuje taktéž pozitivní korelaci s proměnnou Canopy Openes a negativní také jako Elateridae k množství pařezů v okolí pastí. Překvapivě se tady jeví zásadní negativní korelace čeledi Cerambycidae k velikosti obvodu stromu v porovnání s výsledkem z grafu č. 10, kde se korelace s velikostí obvodu stromu jeví jako zásadně pozitivní.



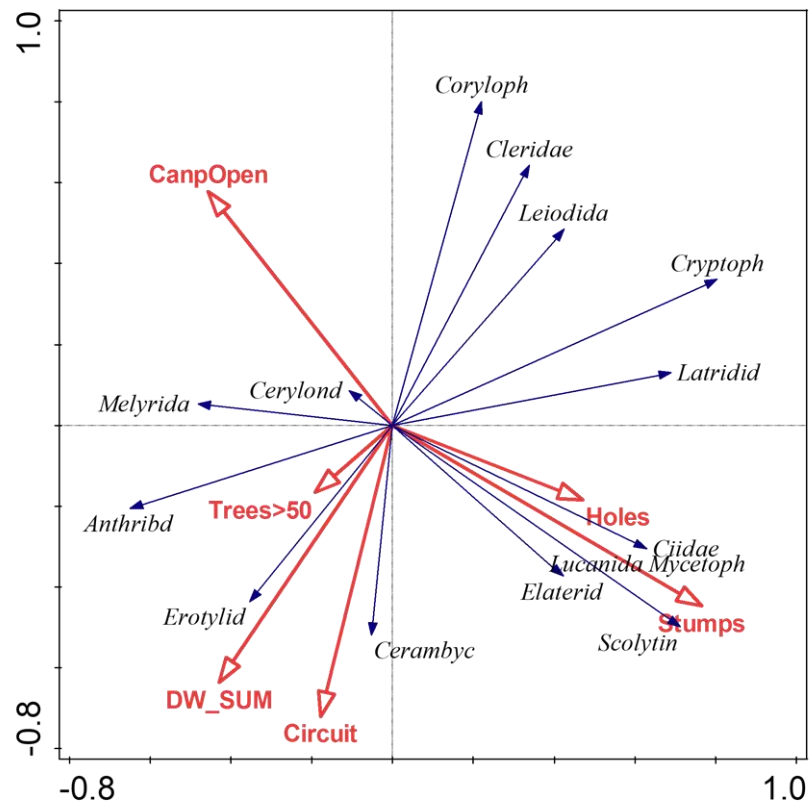
Graf č. 11 Výsledky mnohorozměrné analýzy saproxylických čeledí zjištěných na stromech s dutinou

Tabulka č. 11 Výsledky analýzy saproxylických čeledí zjištěných na stromech s dutinou

Analysis "Constrained"				
Method: RDA				
Total variation is 29,70350, explanatory variables account for 79,46 % (adjusted explained variation is 0,00 %)				
Summary Table:				
Statistic	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4
Eigenvalues	0,3231	0,2049	0,1478	0,0657
Explained variation (cumulative)	32,31	52,80	67,58	74,15
Pseudo-canonical correlation	0,9980	0,9996	0,9953	0,9577
Explained fitted variation (cumulative)	40,66	66,45	85,05	93,32
Permutation Test Results:				
On All Axes	pseudo - F = 0,8		P = 0,7986	

Redundantní analýza, jejíž výsledky jsou v grafu č. 12 je analýza vztahu saproxylických čeledí a environmentálních proměnných zjištěných na stromech zdravých. Data vyplývající z této analýzy lze potvrdit na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  vzhledem k dosažené hodnotě 0,03. Tato analýza potvrzuje zvýšenou potřebu přítomnosti

pařezů a dutin v okolí zdravých stromů s umístěnou pastí, čeledi Elateridae, čeleď zde vykazuje k těmto dvěma proměnným zásadní pozitivní korelaci, naopak není tato čeleď závislá na otevřenosti stromového patra a průniku světla, představované proměnnou nazvanou Canopy openes. Čeleď Anthribidae v této analýze vykazuje pouze pozitivní korelaci a to ke dvěma environmentálním proměnným a to dospělým stromům reprezentovaným jedinci s obvodem větším než 50 cm nacházejícím se v okolí pastí a na množství mrtvého dřeva v okolí pastí. Dále se zde znovu potvrzuje závislost čeledi Cerambycidae na velikosti obvodu stromu s umístěnou pastí, ve které byli jedinci této čeledi zjištěni. Další čeledi se zásadní pozitivní korelací vyplývající z provedené analýzy je čeleď Erotylidae, která vykazuje závislost na množství stromů s obvodem větším než 50 cm a na množství mrtvého dřeva v okolí pastí, negativní korelaci nevykazuje. Dále lze dle této analýzy popsat negativní korelaci čeledí Corylophyidae, Cleridae a Leiodidae na environmentálních proměnných představovaných mrtvým dřevem, obvodem stromů s umístěnou pastí a množstvím stromů s obvodem větším než 50 cm vyskytujících se v okolí stromů s pastí.



Graf č. 12 Výsledky mnohorozměrné analýzy saproxylických čeledí zjištěných na stromech bez dutiny

Tabulka č. 12 Výsledky analýzy saproxylických čeledí zjištěných na stromech bez dutiny

Analysis "Constrained"				
Method: RDA				
Total variation is 38,78207, explanatory variables account for 84,99 % (adjusted explained variation is 39,95 %)				
Summary Table:				
Statistic	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4
Eigenvalues	0,2956	0,2604	0,1133	0,0924
Explained variation (cumulative)	29,56	55,60	66,93	76,17
Pseudo-canonical correlation	0,9896	0,9649	0,9725	0,9906
Explained fitted variation (cumulative)	34,78	65,42	78,76	89,62
Permutation Test Results:				
On All Axes	pseudo - F = 1,9		P = 0,0323	

Na závěr byl ověřen vliv proměnné představované umístěním pasti na stromu s dutinou nebo na stromu zdravém, a to za pomoci T-testu programem Statistica, na výskyt všech jedinců saproxylických čeledí. Výsledkem je, že se závislost nepodařilo na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  potvrdit, vzhledem k zjištěné hodnotě 0,452. Sada vstupních dat a výsledky testu jsou uvedeny v tabulkách č. 18 a 19.

### 5.5 Zastoupení vzácných saproxylických druhů

V rámci studie byly zjištěny i druhy evidované v tak zvané červené knize, tedy v Červeném seznamu ohrožených druhů České republiky se seznamem bezobratlých živočichů (Hejda a kol. 2017). Celkem se jedná o tři druhy, jeden v zastoupení 7 jedinců, druhé dva v množství 1 a 2 kusů. Konkrétně se jedná o druhy *Allecula morio*, *Serropalpus barbatus* a *Eucnemis capucina*. Všechny tyto druhy byly zjištěny na stromech s dutinou.

*Allecula morio* (Fabricius 1787), čeleď Tenebrionidae, potěmnikovití byl nalezen v počtu 7 jedinců v pastech číslo 1 a 16, jedná se o lokality Za Hubským a Tobolky, obě pasti byly umístěny na stromech s dutinou, nejvyšší výskyt v počtu 4 exemplářů byl v pasti číslo 1. Tito jedinci byli zachyceni v období červenec – srpen 2017. Dle červeného seznamu z roku 2017 se jedná o druh „téměř ohrožený“, který se v seznamu z roku 2005 (Farkač a kol. 2005) ještě nevyskytoval.

*Serropalpus barbatus* (Schaller 1783) (lenec smrkový), čeleď Melandryidae, zjištěn v počtu 1 jedince v pasti číslo 8, v lokalitě Tobolky, která byla umístěna na stromu s dutinou. Termín sběru byl v rozmezí dat 25. června až 8. července 2017. V červeném seznamu z roku 2005 (Farkač a kol. 2005) je tento druh uveden jako „zranitelný“, v seznamu z roku 2017 (Hejda a kol. 2017) se jeho status změnil na „téměř ohrožený“.

*Eucnemis capucina* (Ahrens 1812) (dřevomil bukový) z čeledi Eucnemidae (dřevomilovití), jedná se o saproxylický druh, zjištěni byli dva jedinci v pasti č. 1 na lokalitě Za Hubským, umístěné na stromě s dutinou, výskyt byl zjištěn v časovém intervalu 28. května až 24. června 2017. V Červeném seznamu ohrožených druhů ČR z roku 2005 (Farkač a kol. 2005) je uveden jako ohrožený a v seznamu z roku 2017 (Hejda a kol. 2017) je tento jeho status potvrzen.

## 6. DISKUSE

### 6.1 Zhodnocení výsledků studie

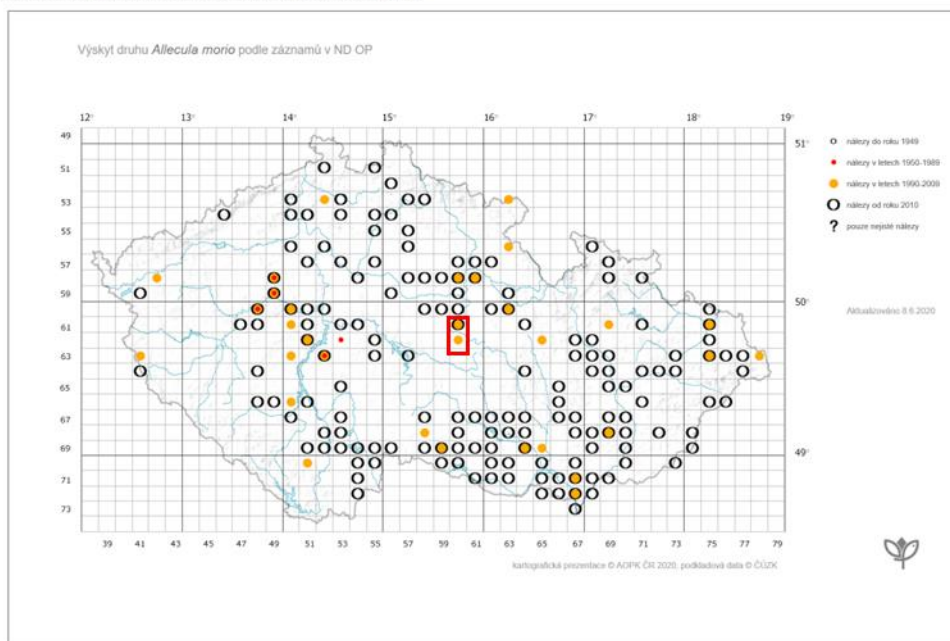
Výsledky studie nevykazují žádný rozdíl mezi počtem čeledí zjištěných na zdravých a dutinových stromech, na obou bylo zjištěno z celkového počtu 43 čeledí, 18 saproxylických a 18 ostatních čeledí. Zásadní rozdíly nejsou zřejmé ani z čísel týkajících se množství zjištěných brouků Coleoptera, kdy na stromech s dutinou bylo zjištěno 42 % z celkového počtu. Počet saproxylických jedinců je na stromech s dutinami na úrovni 46 %, a na stromech zdravých byl výskyt zjištěn v 48 %. Vliv proměnné představované umístěním pasti na stromu s dutinou nebo stromu zdravém na výskyt saproxylických čeledí a výskyt jedinců čeledi Elateridae byl testován prostřednictvím T-testu provedeného v programu Statistica. Závislost výskytu jedinců saproxylických čeledí a jedinců čeledi Elateridae na dutinových stromech se nepodařilo potvrdit. Za statisticky relevantní lze považovat dvě z vytvořených mnohorozměrných analýz a to porovnání všech saproxylických čeledí ze všech pastí s vybranými environmentálními proměnnými a porovnání saproxylických čeledí s environmentálními proměnnými na zdravých



stromech. I s ohledem na tyto výsledky lze studii považovat za přínosnou, protože porovnáním výsledků těchto dvou analýz lze učinit konkrétní závěry týkající se závislosti ať už negativní či pozitivní konkrétních čeledí na jednotlivých proměnných. Na základě těchto výsledků lze určit pozitivní závislost čeledi Elateridae na množství pařezů v okolí pasti a negativní vliv otevřenosti stromových korun světlu, u čeledi Anthribidae výsledky potvrdily pozitivní závislost na množství dospělých stromů s obvodem větším než 50 cm v okolí pasti. Čeleď Cerambycidae je nejvíce závislá na velikosti obvodu stromu s umístěnou pastí, pro výskyt čeledi Lucanidae, Scolytinae a Ciidae má největší váhu proměnná představovaná množstvím pařezů, stejně tak i Mycetophagidae a Cryptophagidae, kteří pozitivně reagují navíc ještě na množství dutin v okolí, množství dutin pozitivně ovlivňuje i přítomnost čeledi Latrididae. Tři z čeledí reagují zásadně negativně na proměnnou, kterou představuje množstvím mrtvého dřeva v porostu, jedná se o čeledi Cleridae, Corylophyidae a Erotylidae, negativní závislost vykazují i čeledi Cerylonidae a Melyridae na množství pařezů v okolí stromů s umístěnou pastí. Podmínky představované částečně i environmentálními proměnnými na jednotlivých stanovištích se v současné době mění, a z výsledků studie lze tedy zjistit závislosti jednotlivých čeledí na okolním prostředí, případně jejich přizpůsobení se měnícím se podmínkám jejich života. U některých čeledí nejsou ještě zcela dopodrobna prozkoumány podmínky pro jejich vývoj, tato studie nebere v potaz vývojovou fázi života, ale její výsledky mohou ukázat směr, v jakém prostředí je možné i tuto skrytou část vývoje hmyzu zkoumat.

## 6.2 Výsledky studie a její dopad do faunistického mapování

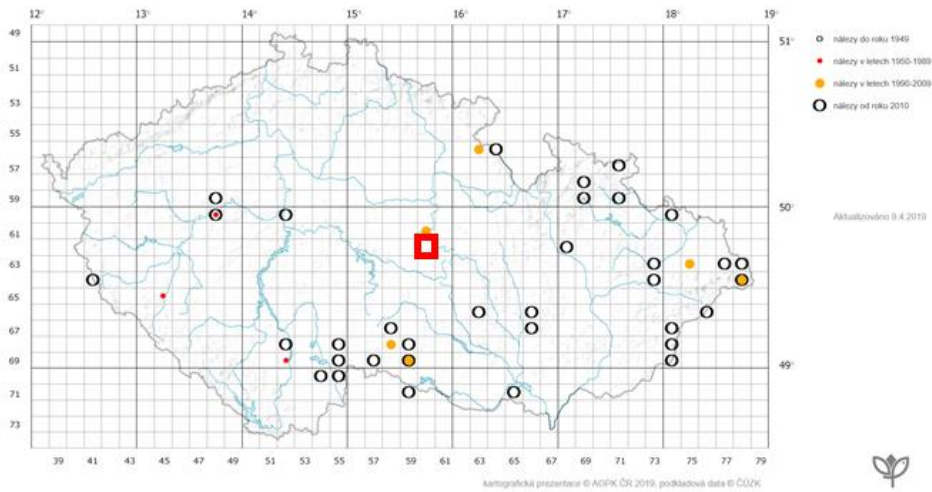
*Allecula morio* (Fabricius 1787), čeleď Tenebrionidae, potěmnikovití je v některých publikacích (Zahradník 2008) zařazena v samostatné čeledi Alleculidae květomilovití, v jiných (Hůrka 2017) je tento druh řazen do čeledi Tenebrionidae potěmnikovití a do podčeledi Alleculinae květomilové. Vývoj tohoto druhu je vázán na trouchnivějící dřevo a trouchu starých dutých listnatých stromů. Vyskytují se na květech bylin a keřů a zdržují se pod kůrou stromů, v trouchu a v houbami napadeném dřevě. Velikost dospělců je 6 – 8 mm a larev až 20 mm (Hůrka 2017). Zjištěný nález potvrdil dříve mapovaný výskyt tohoto druhu ve faunistických čtvercích 6160 a 6260. Výskyt zobrazen na obrázku č. 5.



Obrázek č. 5 Mapa výskytu *Allecula morio* z Nálezové databáze ochrany přírody ze dne 9. 6. 2020

***Serropalpus barbatus* (Schaller 1783)** (lenec smrkový), čeleď Melandryidae, vývoj této čeledi je vázán na volný prostor pod kůrou starých stromů, na trouchnivějícím dřevě, na škvíry suchých větví, ve kterých žijí imága této čeledi. Larvy žijí ve dřevě mrtvých stromů a v pařezech (Hůrka 2017). *Serropalpus barbatus* patří do podčeledi Melandryinae, což je druhově i rodově nejpočetnější podčeleď. *Serropalpus barbatus* je náš největší zástupce této čeledi a dosahuje velikosti 8 – 18 mm. Larvy se vyvíjejí v poškozených smrcích a jedlích (Hůrka 2017). Jeho výskyt v roce 2017 potvrdil existenci tohoto druhu ve faunistickém čtverci 6260 tak, jak bylo původně zjištěno v rámci výzkumu k mé bakalářské práci v roce 2016.

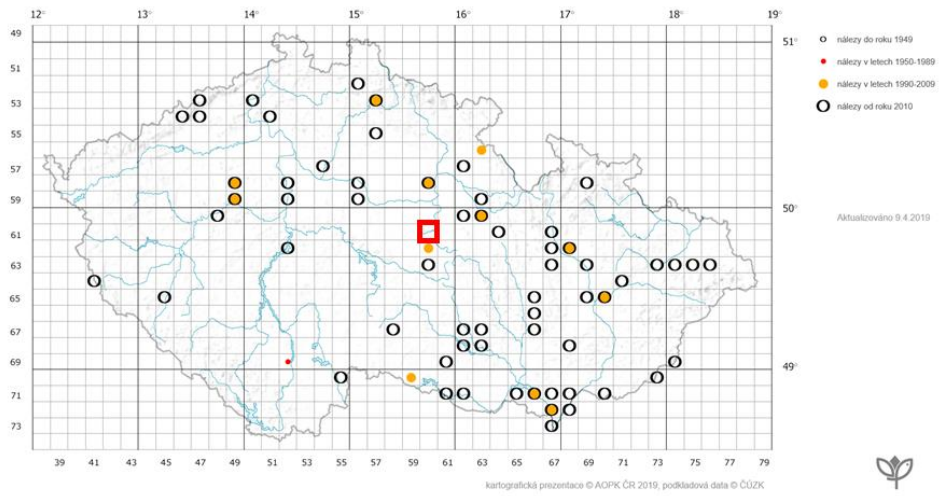
Výskyt druhu *Serropalpus barbatus* podle záznamů v ND OP



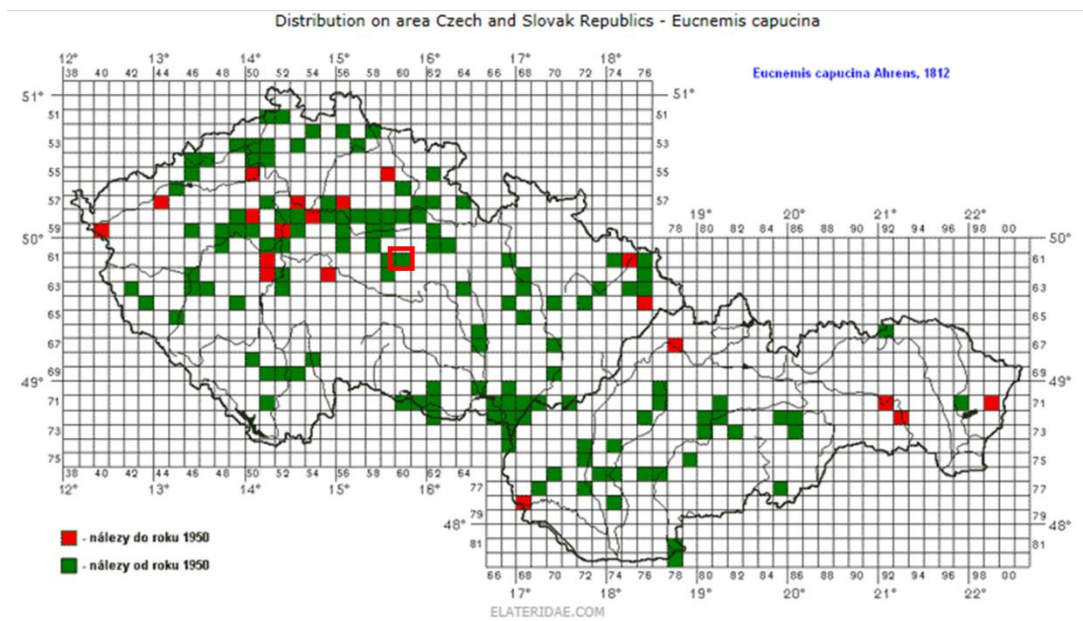
Obrázek č. 6 Mapa výskytu *Serropalpus barbatus* z Nálezové databáze ochrany přírody z 10. 4. 2019

*Eucnemis capucina* (Ahrens 1812) (dřevomil bukový) z čeledi Eucnemidae (dřevomilovití), tento druh se vyvíjí v rozkládajícím se dřevě dutin živých stromů. Dřevomilovití je nepříliš početná čeleď vyskytující se na suchém i tlejícím dřevě, někdy i na stromových houbách. Druh se vyskytuje na padlých kmenech listnatých stromů, larva se vyvíjí v odumřelém dřevě dutin starých listnatých stromů (Hůrka 2017). Podle Agentury ochrany přírody a krajiny ČR jako zdroje faunistické mapy se jedná o prvotní výskyt tohoto druhu ve faunistickém čtverci 6160, ovšem dle informací informačního portálu [www.elateridae.com](http://www.elateridae.com) se jedná o potvrzení výskytu tohoto druhu (Mertlík 2007).

Výskyt druhu *Eucnemis capucina* podle záznamů v ND OP



Obrázek č. 7 Mapa výskytu *Eucnemis capucina* z Nálezové databáze ochrany přírody z 10. 4. 2019



Obrázek č. 8 Mapa výskytu *Eucnemis capucina* z [www.elateridae.com](http://www.elateridae.com) ze dne 10. 4. 2019 (Mertlík 2007)

### 6.3 Porovnání výsledků studií z let 2016 a 2017

Diplomová práce navazovala na prvotní studii z roku 2016, kdy jsem zkoumala v rámci zpracování Bakalářské práce na téma Vliv zastoupení smrku ztepilého na biodiverzitu lesa v modelovém území CHKO Železných hor rozdíl ve výskytu brouků, zejména ze saproxylických čeledí, v závislosti na míře zastoupení smrku ztepilého *Picea abies* v porostu, kdy studované lokality měly různé procentuální zastoupení smrku ztepilého a to od 100 % do 0 %, kdy na opačném spektru byly pasti umístěny pouze v prostředí listnatého porostu představovaného zejména bukem lesním *Fagus sylvatica*.

Porovnáním výsledků obou studií bylo zjištěno, že v roce 2016 tvořili jedinci ze saproxylických čeledí 10 % z celkového počtu brouků Coleoptera a v roce 2017 činil jejich podíl celých 19 %. V roce 2016 byl zjištěn výskyt 45 čeledí a v roce 2017 byl zjištěn výskyt 43. Nejpočetněji zastoupené čeledi v roce 2016 korespondují v první čtveřici shodou 3 čeledí s rokem 2017, kdy byly shodně nejpočetněji zastoupené čeledi Anthribidae větevníčkovití a Elateridae kovaříkovití ze saproxylických čeledí a nesaproxylická čeleď Staphylinidae drabčíkovití. S ohledem na tato zjištění se lze dovozovat, že tyto čeledi nejsou primárně závislé na druhovém zastoupení smrku v porostu, ale hraje zde roli řada dalších faktorů ať už v podobě mnou zjišťovaných environmentálních proměnných v podobě například výskytu mrtvého dřeva, či jiných specifických podmínek jednotlivých stanovišť.

### 6.4 Podmínky pro zachování druhů a jejich udržení v modelových územích

Otázkou, kterou je velmi těžké zodpovědět je zachování rovnováhy podmínek pro co největší počet druhů a jejich udržení v modelových územích. Pokud bude naším primárním cílem podporovat pouze ohrožené živočichy a všechny podmínky budeme směřovat k jejich zachování je možné, že se na červených seznamech objeví další druhy. Zachování podmínek v mikrostanovištích a podpora podmínek vyhovujících ohroženým druhům je možná pouze s citlivým přístupem, neboť zde do hry zasahuje spousta proměnných jako je klima – teplota, množství srážek a další, které člověk není schopen ovlivnit ani predikovat. V souvislosti s touto informací je „diskutabilní“ zachování mrtvého dřeva v lese. Dřevo, které by bylo přirozenou nikou pro spoustu druhů, v současném hospodářském přístupu k pěstování lesa, není pokaždé v porostu k dispozici. A v současné situaci, kdy se všude uvádí slova „kůrovcová kalamita“, decimující člověkem uměle vytvořené porosty, které zrovna rovnováhu

environmentálních podmínek neposkytují, je nutnost napadené smrkové dřeviny z porostů eliminovat. Z těchto důvodů i v CHKO dochází k holosečnému způsobu hospodaření, kdy kompaktní lesní porosty byly nahrazeny holinami nepříznivými pro zachování druhů. Doufejme, že se podaří i v této situaci zvolit postupy, díky kterým se podaří zachovat dostatečné množství mikrostanovišť potřebných k přežití množství druhů a po rychlé obnově lesa dojde k jejich opětovnému rozšíření. V současné době mohou tato mikrostanoviště být v podobě ponechání listnatých stromů zejména buků *Fagus sylvatica* a dubů *Quercus petraea* na dožití v porostu a pro budoucnost jejich okamžité doplnění do dřevinné skladby porostů. Tento způsob je již v odborné literatuře nazýván jako nášlapné kameny biodiverzity, které by měly vytvářet v krajině kostru nebo hrubý filtr umožňující přežití populací mnoha druhů (Kjučukov, Svoboda 2018).

## 7. ZÁVĚR

Výsledkem této studie je zjištění míry vlivu konkrétních proměnných na různé saproxylické čeledi brouků Coleoptera. Dvě z mnohorozměrných analýz nám vykreslily vliv jednotlivých environmentálních proměnných. Překvapivě se nejednalo o analýzu týkající se stromů s dutinou, ale o mnohorozměrnou analýzu, zahrnující všechny saproxylické čeledi na všech stromech s vybranými environmentálními proměnnými, a o saproxylické čeledi zjištěné v pastech umístěných na zdravých stromech. Z výsledků analýz je zřejmé, že ne všechny čeledi vyhledávají totožné ekologické niky umožňující život populací jejich druhů, i přes tuto variabilitu je škála možností, jak reagovat na měnící se ekologické podmínky v lesních společenstvích poměrně úzká, vzhledem k délce času nutnému ke vzniku vhodných podmínek. Ve všech případech by opatření měla fungovat koncepčně a být zaváděna s citlivým přístupem. Zachovávání tak zvaných nášlapných kamenů biodiverzity představovaných například ponecháváním starých stromů v lesním společenství tak zvaně na dožití, i jejich mrtvého dřeva po různých disturbancích. Ponechávání výstavků, ať už jsou využívány na přirozenou obnovu, nebo po jejich odumření jsou k dispozici druhům, pro něž tvoří stěžejní životní podmínky, a to s koncepčním prostorovým rozvržením. Řešením může být i postupná věková diferenciací porostů, která sice až v dlouhodobějším časovém horizontu zajistí kontinuální výskyt přirozených ekologických podmínek pro výskyt různých i saproxylických druhů.

I z úhlu pohledu majitele lesa si uvědomuji, že udržet rovnováhu mezi produkčními a mimoprodukčními funkcemi lesa je v dnešní době víc a víc složitější. Proto říkám, že pokud stále ještě není žádná kompletní koncepce vytváření podmínek pro zachování a podporu biodiverzity v lesním ekosystému, jako majitelé lesa na ni nečekejme. Nejdůležitější je začít co nejdříve. A pokud začnou s různými opatřeními jednotlivci, může to pomoci urychlit vznik komplexního řešení a zajištění opatření podporujícím zachování biodiverzity i pro budoucí generace.

## **8. DOPORUČENÍ PRO PRAXI VE ZKOUMANÉ OBLASTI**

- Vytipovat lokality, které by mohly být využity jako mikrostanoviště sloužící k zachování biodiverzity.
- Ponechat vybrané stromy na dožití v porostu ve formě výstavků, torza kmene a vytvořit tím podmínky pro vznik mikrostanovišť, obrázek č. 11.
- Ponechávat v porostu stromy dutinové, protože zejména na tyto jsou vázány vzácné druhy uvedené v Červeném seznamu ohrožených druhů.
- Eliminovat snahu o úpravu stanovišť, například omezit snižování, frézování pařezů, neboť i jejich přítomnost v porostu může vytvářet náhradní prostředí pro zachování druhů čeledí, jako jsou například kovaříkovití Elateridae.
- Hospodaření v lesích CHKO přizpůsobit v zájmu zachování biodiverzity a to ve formě zvýšení množství druhů dřevin, které v budoucnu vytvoří ekologické niky vhodné pro různé druhy živočichů, se zaměřením na postupnou věkovou diferenciaci porostů zajišťující kontinuitu existence různých stanovišť.

## 9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

BÁRTA F. a kol. (2007): Chráněná území okresu Chrudim. *In: Faltysová H., Bárta F. a kol. (2007): Chráněná území ČR – Pardubicko, svazek IV. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha, 44 pp.*

BORŮVKA, Luboš; MLÁDKOVÁ Lenka; DRÁBEK Ondřej; VAŠÁT Radim. *Prostorové rozložení ukazatelů acidifikace půdy na území Jizerských hor, Sborník z konference Obnova lesních ekosystémů Jizerských hor. Kostelec nad Černými lesy 2004. Česká zemědělská univerzita v Praze. 160 pp, ISBN 80-213-1244-0.*

BRESTOVANSKÁ (LOSKOTOVÁ), Tereza. *Kovaříkovití brouci a jejich vztah k lesním ekosystémům. Disertační práce, ČZU 2019.*

FARKAČ, Jan; KRÁL, David; ŠKORPÍK, Martin. *Červený seznam ohrožených druhů České republiky, Bezobratlí, Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny, 2005. 760 pp, ISBN 80-86064-96-4.*

FRIDMAN, Jonas, WALHEIM, Mats. *Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed foresland in Sweden, 2000. Forest Ecology and Management, 131: 23 – 26.*

HARTMANN, Günter; NIENHAUS Franz; BUTIN, Heinz. *Atlas poškození lesních dřevin. Praha, Brázda 2001. 296 pp, ISBN 80-209-0297-X.*

HEILMAN-CLAUSEN, Jacob; AUDE, Erik; CHRISTENSEN, Morten. *Cryptogam communities on decaying deciduous wood – does tree species diversity matter? 2005. Biodiversity and Conservation, 14: 2061 – 2078.*

HEJDA, Radek; FARKAČ, Jan; CHOBOT, Karel. *Červený seznam ohrožených druhů České republiky, Bezobratlí (Red list of threatened species of the Czech republic, Invertebrates), Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny, 2017. 612 pp, ISBN 978-80-88076-53-7.*

HIEKE, Karel. *Praktická dendrologie (1). Praha 1978, Státní zemědělské nakladatelství. 533 pp, publikace č. 2981.*

HOLUŠA, Otakar; MÜCKSTEIN, Petr. *Vážky Žďárských vrchů. Faunisticko – ekologická studii, Hlinsko. Agentura ochrany a přírody krajiny, 2007. 77 pp, ISBN 978-80-254-1228-2.*

HORÁK, Jakub. *Ochrana saproxylického hmyzu: chceme řešit příčiny nebo pouze následky?. Brouci vázaní na dřeviny, Sborník referátů. Pardubice 2008, Česká lesnická společnost Pardubický kraj, Lesnická práce. 64pp, ISBN 978-80-02-01983-1.*

HORÁK, Jakub. *Response of saproxylic beetles to tree species composition in a secondary urban forest area. Urban forestry & Urban greening 10-213-222.*

HORÁK, Jakub; ADAMOVÁ, Jana; BOUKAL, Milan; ČÍŽKOVÁ, Dana; KOŠTÁLOVÁ, Veronika; LEMBERK, Vladimír; LEMBERKOVÁ, Marcela;



MERTLIK, Josef; PITUCHOVÁ, Lenka; PŘÍHODA, Jan; ŘEHOUNEK, Jiří; SIGL, Tomáš; VRÁNA, Vladimír; ŽALOUDKOVÁ, Romana. *Proč je důležité mrtvé dřevo?*, Pardubice, Pardubický kraj 2007. 20 pp, ISBN 978-80-903496-2-9.

HŮRKA, Karel. *Brouci České a Slovenské republiky/Beetles of the Czech and Slovak Republics*, Zlín, Kabourek 2005. 391 pp, ISBN 80-86447-11-1.

CHRISTENSEN, Morten; HAHN, Katrine; MOUNTFORD, P., Edward; ÓDOR, Péter; STANDOVÁR, Tibor; ROZENBERGAR, Dusan; DIACI, Jurij; WIJDEVEN, Sander; MEYER, Peter; WINTER, Susanne; VRSKA, Tomas. *Dead wood in European beed (Fagus sylvatica) forest reserves*. 2005. *Forest Ecology and Management*, 210:267 – 282.

CHOBOT, Karel. *Monitoring a saproxylické druhy brouků příloh směrnice o stanovištích. Brouci vázaní na dřeviny, Sborník referátů*. Pardubice 2008, Česká lesnická společnost Pardubický kraj, Lesnická práce. 64pp, ISBN 978-80-02-01983-1.

KJUČUKOV, Petr; SVOBODA Miroslav. *Minimum pro ochranu biologické rozmanitosti v českých lesích*. *Lesnická práce*, ročník 97, č. 3/2018. Pp 28-31.

KOLEKTIV AUTORŮ. *Naučný slovník lesnický III*. Praha 1960, Československá akademie zemědělských věd ve Státním zemědělském nakladatelství Praha, zde Pfeffer a Nováková autoři hesel.

KORPEL, Štefan. *Die Urwälder der Westkarpaten*. Gustav Fischer, Stuttgart, Jena, New York 1995. 310 pp, ISBN 978-34-37307-02-7.

KRÁSA, Antonín. *Ochrana saproxylického hmyzu a opatření na jeho podporu*, Metodika AOPK ČR Praha 2015, Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. 150 pp, ISBN 978-80-87457-98-6 (brož.).

KŘÍSTEK, Jaroslav; JANČAŘÍK, Vlastislav; MENTBERGER, Jaroslav; VICENA, Ivo; VOLNÝ, Stanislav. *Ochrana lesů a přírodního prostředí*. Matice lesnická, Písek 2002. 386 pp, ISBN 80-86271-08-0.

KŘÍSTEK, Jaroslav; URBAN, Jaroslav, *Lesnická entomologie*, Praha 2013, Academia. 446 pp, ISBN 978-80-200-2237-0.

KŮDELA, Václav; ACKERMANN, Petr; PRÁŠIL, Ilja, Tom; ROD, Jaroslav; VEVERKA, Karel. *Abiotikózy rostlin: poruchy, poškození a poranění*, Praha, Academia 2013. 566 pp, ISBN 978-80-200-2262-2.

MERTLIK, Josef. *Faunistické mapování druhů čeledí Cerphytidae, Elateridae, Eucnemidae, Lissomidae a Throscidae (Coleoptera: Elateroidea) České republiky a Slovenska*. 2007 Permanentní elektronická publikace k dispozici na [http://www.elateridae.com/pag\\_uni.php?idp=46](http://www.elateridae.com/pag_uni.php?idp=46) (Verze: 1. 1. 2020)

MÍCHAL, Igor. *Ponechávání odumřelého dřeva z hlediska péče o biologickou rozmanitost*. In: Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech, Vranov nad Dyjí 1999. 9 – 17 pp. ISBN 80-238-4739-2.

MUSIL, Ivan; HAMERNÍK, Jan. *Lesnická dendrologie 1*, Jehličnaté dřeviny, přehled nahosemenných (i výtrusných) dřevin, Praha 2003, Česká zemědělská univerzita v Praze. 177 pp, ISBN 80-213-0992-X-2. ed.

NAKLÁDAL, Oto. *Entomologie obecná a systematická*. Praha 2015, Česká zemědělská univerzita v Praze. 256 pp, ISBN 978-80-213-2602-6.

ØKLAND, Bjørn. *A comparison of three methods of trapping saproxylic beetles*, European Journal of Entomology 93, Norway 1995, Norwegian Forest Research Institute. Pp 195-209, ISSN 1210-5759.

POKORNÝ, Vladimír. *Atlas brouků*. Paseka, Praha – Litomyšl 2002. 144 pp, ISBN 80-7185-484-0.

POLENO, Zdeněk; VACEK, Stanislav a kol. *Pěstování lesů I., Ekologické základy pěstování les*. Kostelec nad Černými lesy 2007, Lesnická práce. 315 pp, ISBN 978-80-87154-07.

POUSKA, Václav; SVOBODA, Miroslav; LEPŠOVÁ, Anna. *The diversity of wood fungi in relation to changing site conditions in an old-growth mountain spruce forest, Central Europe*. 2010, European Journal of Forest Research, 129: 1 – 13.

PRŮŠA, Eduard. *Die böhmischen und mährischen Urwälder – ihre Struktur und Ökologie*. Academia, Praha 1985. 577 pp.

ROWIŃSKI, Patryk. *Czynniki decydujące o sukcesie łęgowym dziuplaków wtórnych w lasach pierwotnych Białowieskiego Parku Narodowego – studium porównawcze*. Warszawa, SGGW 2013. 91 pp, ISBN 978-83-7583-511-3.

ŘEZÁČ, Jan a kol. *Lesy a lesní hospodářství na přelomu tisíciletí*, Kostelec nad Černými lesy 2002, Ministerstvo zemědělství ČR v nakladatelství Lesnická práce. 104 pp, ISBN 80-86386-22-8.

SAMEC, Pavel a kol. *Biochemické vlastnosti a vztahy ležícího mrtvého dřeva a nadložního humusu v přirozených bučinách*, Zprávy lesnického výzkumu, Reports of forestry research, Svazek 53 číslo 1/2008.

SCHLAGHAMERSKÝ, Jiří. *Monitoring saproxylických brouků: od sběru dat po jejich interpretaci, Sborník referátů*. Pardubice 2008, Česká lesnická společnost Pardubický kraj, Lesnická práce. 64pp, ISBN 978-80-02-01983-1.

SIMBERLOFF, Daniel. *The role of science in the preservation of forest biodiversity*. Forest Ecology and Management 115 101-110.

ŠMILAUER, Petr; LEPŠ, Jan. *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO 5*. 2nd edition, Cambridge 2014, Cambridge university press. 376 pp.

VACEK, Stanislav; VACEK, Zdeněk; REMEŠ, Jiří; BÍLEK, Lukáš; BALÁŠ, Martin; PODRÁZSKÝ, Vilém; ŠTEFANČÍK, Igor. *Dynamika a management přírodních a*

*přírodě blízkých lesů*. Praha 2016, Česká zemědělská univerzita v Praze. 257 pp, ISBN 978-80-213-2654-5.

WOHLLEBEN, Peter. *Tajný život stromů*. Ráječko, Kazda Václav 2017. 208 pp, ISBN 978-80-905788-6-9.

WOHLLEBEN, Peter. *Zvířata a rostliny v lese, Průvodce lesním ekosystémem*. Praha, Euromedia group – Knižní klub v edici Universum, 2016. 256 pp, ISBN 978-80-242-5765-5.

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

### **Zdroje map a informací**

Webové rozhraní Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky <http://zeleznehory.ochranaprirody.cz/charakteristika-oblasti/lesy/>, <http://zeleznehory.ochranaprirody.cz/charakteristika-oblasti/klimaticke-pomery/>, verze k datu 9.6.2020.

Webové rozhraní [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) verze k datu 6. 6. 2020.

Nálezová databáze ochrany přírody ve správě Agentury ochrany přírody a krajiny, odkaz <https://portal.nature.cz/kartydruhu/> verze k datu 10. 4. 2019 a 9. 6. 2020.

## 10. FOTO PŘÍLOHY



*Obrázek č. 9 Pasivní nárazová past umístěná na smrku ztepilém *Picea abies* bez dutiny*



*Obrázek č. 10 Pasivní nárazová past umístěná na smrku ztepilém *Picea abies* s dutinou*



*Obrázek č. 11 Příklad mikrostanoviště tvořeného torzem kmene buku lesního *Fagus sylvatica**

## 11. TABULKOVÉ PŘÍLOHY

Tabulka č. 13 Environmentální proměnné, vstupní data pro mnohorozměrnou analýzu

Trap	Canopy Openness	DW_SUM	SM %	Tree species	Trees>50cm	Holes	Stumps	Circuit
1	18,34	1,90	93	4	8	1	120	142
2	13,27	3,8	68	4	24	0	59	123
3	13,25	3,65	80	3	18	0	64	131
4	15,07	3,1	83	4	12	1	103	132
5	11,65	1,85	97	2	24	0	188	117
6	21,39	0,25	70	5	15	0	57	11
7	17,4	0	97	2	23	1	18	124
8	17,24	0,15	98	2	16	1	32	182
9	14,9	0	97	2	12	1	48	112
10	18,73	0	95	3	11	1	86	117
11	21,33	0	100	1	9	0	44	119
12	18,94	0	100	1	4	0	100	105
13	0	0,3	93	3	8	1	92	119
14	18,47	0,6	82	3	20	0	14	106
15	13,56	1,95	77	4	25	0	22	152
16	24,5	0,6	98	2	19	1	41	145

Tabulka č. 14 Přehled saproxylických čeledí na stromech s dutinou vstupní data pro mnohorozměrnou analýzu

Trap	Aderidae	Anthribidae	Cerambycidae	Cerylonidae	Ciidae	Cleridae	Corylophidae	Cryptophagidae	Elateridae	Erotylidae	Latriidae	Leiodidae	Lucanidae	Melandryidae	Melyridae	Mycetophagidae	Scolytinae	Tenebrionidae
1	1	47	1	0	0	1	1	1	14	0	8	1	0	3	0	0	7	2
4	0	9	6	0	1	0	0	2	10	0	4	0	0	0	0	0	4	0
7	0	18	1	2	0	2	2	1	8	0	4	6	0	0	1	0	19	0
8	0	13	2	0	0	2	22	2	13	0	12	4	0	2	1	0	5	0
9	0	23	2	1	0	2	3	0	20	0	6	1	0	0	0	1	13	0
10	0	10	1	0	0	0	3	1	25	0	3	4	0	0	1	0	1	0
16	0	24	4	1	0	1	3	0	27	0	3	13	0	0	1	0	6	3
<b>Celkem</b>	<b>1</b>	<b>144</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>34</b>	<b>7</b>	<b>117</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>29</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>55</b>	<b>5</b>

Tabulka č. 15 Přehled saproxylických čeledí na stromech bez dutiny vstupní data pro mnohorozměrnou analýzu

Trap	Aderidae	Anthribidae	Cerambycidae	Cerylonidae	Citidae	Cleridae	Corylophidae	Cryptophagidae	Elateridae	Erotylidae	Latrididae	Leiodidae	Lucanidae	Melandryidae	Melyridae	Mycetophagidae	Scolytinae	Tenebrionidae
2	0	31	3	0	0	0	1	0	31	0	5	0	0	0	3	0	4	0
3	0	20	1	0	0	0	0	0	16	1	1	0	0	0	0	0	11	0
5	0	17	1	0	5	1	1	6	32	0	7	1	1	0	0	1	27	0
6	0	10	0	0	0	2	10	2	18	0	7	3	0	0	1	0	3	0
11	0	39	0	0	0	2	1	1	7	0	1	0	0	0	4	0	8	0
12	0	21	2	0	0	2	4	2	17	0	5	3	0	0	1	0	18	0
13	0	14	1	0	0	1	5	2	19	0	5	0	0	0	0	0	82	0
14	0	32	1	0	0	2	22	3	14	0	2	0	0	0	0	0	4	0
15	0	26	2	1	0	0	2	1	9	0	3	1	0	0	0	0	6	0
<b>Celkem</b>	<b>0</b>	<b>210</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>46</b>	<b>17</b>	<b>163</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>163</b>	<b>0</b>

Tabulka č. 16 Vstupní data pro T test počtu jedinců čeledi Elateridae na stromech s dutinou a na stromech zdravých

Elateridae Počet jedinců	
Stromy s dutinou	Zdravé stromy
14	31
10	16
8	32
13	18
20	7
25	17
27	14
	9
	19

Tabulka č. 17 Výsledek T-testu počtu jedinců čeledi Elateridae na stromech s dutinou a na stromech zdravých

T-test for Independent Samples (Spreadsheet1)											
Note: Variables were treated as independent samples											
Group 1 vs. Group 2	Mean	Mean	t-value	df	p	Valid N	Valid N	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio	p
Stromy s dutinou vs. zdravé stromy	16,71429	18,11111	-0,3426	14	0,73699	7	9	7,387248	8,579692	1,348895	0,735538

Tabulka č. 18 Vstupní data pro T test počtu jedinců všech saproxylických čeledí na stromech s dutinou a na stromech zdravých

Saproxylické čeledi	
Počet jedinců	
Stromy s dutinou	Zdravé stromy
87	78
36	49
64	98
79	56
72	63
49	75
86	80
	50
	132

Tabulka č. 19 Výsledek T-testu počtu jedinců všech saproxylických čeledí na stromech s dutinou a na stromech zdravých

T-test for Independent Samples (Spreadsheet1)											
Group 1 vs. Group 2	Mean	Mean	t-value	df	p	Valid N	Valid N	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio	p
Stromy s dutinou vs. zdravé stromy	67,57143	75,66667	-0,67899	14	0,50821	7	9	19,24281	26,49056	1,895158	0,451651