

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

Katedra ochrany lesa a entomologie



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

**Vliv věku porostu na biodiverzitu
smrkového lesa v modelovém území Voltuš**

**Influence of stand age on biodiversity of Norway spruce forest in Voltuš model
area**

Bakalářská práce

Autorka: Barbora Dámková

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

Praha 2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Barbora Dámková

Lesnictví

Název práce

Vliv věku porostu na biodiverzitu smrkového lesa v modelovém území Voltuš

Název anglicky

Influence of stand age on biodiversity of Norway spruce forest in Voltuš model area

Cíle práce

1. Vypracovat literární rešerši na zvolené téma
2. Stanovit pro modelové území dynamiku biodiverzity smrkového lesa z hlediska věku porostu na základě abundance hmyzu
3. Stanovit pro modelové území dynamiku biodiverzity smrkového lesa z hlediska věku porostu na základě abundance brouků
4. Stanovit pro modelové území dynamiku biodiverzity smrkového lesa z hlediska věku porostu na základě abundance čeledí brouků
5. Vyhodnotit zastoupení vzácných saproxylických druhů

Metodika

Bakalářská práce bude primárně zaměřena na modelovou skupinu bezobratlých. Bezobratlí budou monitorováni v hospodářském lese pomocí pasivních nárazových pastí. V modelovém území bude vybráno min 15 porostů s různým věkem porostů s dominancí smrku. Pas budou nainstalovány ve výčetní výšce stromu. Instalace pas proběhne v průběhu března a budou aktivní po celou sezónu. Fixační tekou na bude koncentrovaný roztok chloridu sodného s kapkou jaru pro odstranění povrchového napětí fixační tekou. Nachytný entomologický materiál bude vybírán ve 14 denních intervalech. Mezi jednotlivými výběry student výběr zpracuje v laboratoři. Tzn., roztřídí se všechny hmyz, spočítají se zástupci jednotlivých řádů. U řádu brouci se materiál roztřídí do čeledí. Pro modelové území pak bude pomocí regresní analýzy stanovena dynamika vývoje biodiverzity z hlediska věku porostu.

Doporučený rozsah práce

40-60 stran

Klíčová slova

Saproxyličtí brouci, smrk, biodiverzita, Coleoptera

Doporučené zdroje informací

Farkač J., Král D. & Škorpík M. (2005): Červený seznam ohrožených druhů České Republiky – Bezobratlí.

(Red list of threatened species in the Czech Republic – Invertebrates). 758 pp., AOPK, Praha.

Horák J. (2011) Response of saproxylic beetles to tree species composition in a secondary urban forest area. *Urban Forestry & Urban Greening* 10: 213–222.

Horák J. (2013) Effect of site level environmental variables, spatial autocorrelation and sampling intensity on arthropod communities in an ancient temperate lowland woodland area. *PLoS ONE* 8: e81541.

McNeely J. A. (2002) Forest biodiversity at the ecosystem level: Where do people fit in? *Unasylva* 53: 10–15.

Oxbrough A., French V., Irwin S., et al. (2012) Can mixed species stands enhance arthropod diversity in plantation forests? *For Ecol Manage* 270: 11-18.

Simberloff D. (1999) The role of science in the preservation of forest biodiversity. *For Ecol Manage* 115: 101–111.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FLD

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

Katedra ochrany lesa a entomologie

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Vedoucí katedry

Děkan

V Praze dne 17. 04. 2018

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2018

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2018

Oficiální dokument * Česká zemědělská univerzita v Praze * Kamýcká 129, 165 00 Praha 6 - Suchbát

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, za použití jen řádně citované literatury, pod vedením doc. Ing. Oty Nakládala, Ph.D.

Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. O vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek obhajoby.

V Praze dne 17.4.2018

Barbora Dámková

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat především vedoucímu práce doc. Ing. Otu Nakládalovi Ph.D., za trpělivou pomoc při konzultacích a determinaci čeledí, Ing. Jiřímu Synkovi, díky kterému jsem zvládla porozumět nejrozličnějším čeledím brouků a neztratila se tak v praktické části své práce. Společnosti Kaiser s.r.o., za to, že poskytla přístup i informace potřebné k provedení studie. Dále Renému Kopáčovi z VÚLHM, za pomoc při terénních sběrech a své rodině za trpělivé porozumění během psaní práce.

Abstrakt

Věk porostu významně ovlivňuje biodiverzitu lesního ekosystému. Spolu se stoupajícím věkem se mění i mikroklima stanoviště, jež je stěžejní pro většinu organismů žijících v lese. Typickým příkladem jsou skupiny saproxylických brouků, kteří tvoří významnou část lesního ekosystému a jsou v současnosti často studovanou skupinou. Mnoho z nich se vyskytuje v červených seznamech, což násobí jejich význam pro celoevropskou biodiverzitu. Proto byla práce zaměřena nejen na veškeré členovce, ale speciálně na tyto skupiny brouků. Sběr dat se uskutečnil v roce 2017, v lokalitě Voltuš, nedaleko CHKO (chráněná krajinná oblast) Brdy. Pro odchyt brouků byly použity pasivní kmenové nárazové pasti, které se umístily na vybrané jedince smrku ztepilého (*Picea abies*) do 20 porostů různého stáří. Celkem bylo odchyceno 27 322 členovců, z čehož 4 956 tvořili brouci patřící do 50 čeledí. Věk porostu se ukázal jako zásadní faktor ovlivňující biodiverzitu lesa, a to jak na druhové rozmanitosti na straně jedné, tak na počtech odchycených jedinců na straně druhé. Čeleď Elateridae byla determinována na druhovou úroveň, jelikož se jedná o indikační skupinu lesních ekosystémů a 61 % z celkového počtu jedinců vyskytujících se v ČR je uvedeno v červeném seznamu ohrožených druhů. Druhová i početní křivka Elateridae skutečně kopírovala trend platný i pro skupiny členovců a brouků. Prokázalo se také, že pasivní nárazové pasti jsou na odchyt saproxylických druhů vysoce účinné.

Klíčová slova: saproxyličtí brouci, smrk ztepilý (*Picea abies*), biodiverzita, Coleoptera, Elateridae

Abstract

Age of a stand greatly influences biodiversity of forest ecosystems. With age increasing, microclimate of a stand, which is crucial for most of the forest organisms, is changing. Examples of those organisms are groups of saproxylic beetles, which are an important part of forest ecosystems and are currently largely studied. Many of them are listed on the red list, which makes them even more important for entire European diversity. These are the main reasons why this bachelor thesis is not only focused on arthropods, but it is mainly evaluating those groups of beetles. The data collection was conducted in 2017 in Voltuš area near PLA (protected landscape area) Brdy. For catching beetles flight interception traps were used. Those traps were set on selected trees of Norway spruce (*Picea abies*) on 20 stands of varied age. In total, 27 322 arthropods were caught, 4 956 of them were beetles from 50 families. Age of a stand was evaluated to be the main factor influencing forest biodiversity, meaning both species diversity and number of individuals caught. Family Elateridae was determined to a species level, because it is an indicator group of forests ecosystems and 61% of total species living in the Czech Republic are listed as an endangered species on the red list. The Elateridae species and numerical curve copied a trend valid for groups of arthropods and beetles. It was also proved that flight interception traps are very effective for catching saproxylic beetles.

Keywords: saproxylic beetles, Norway spruce (*Picea abies*), biodiversity, Coleoptera, Elateridae

Obsah

| | | |
|-------|---|--------|
| 1 | Úvod..... | - 12 - |
| 2 | Literární rešerše | - 13 - |
| 2.1 | Vývoj lesa..... | - 13 - |
| 2.1.1 | Velký vývojový cyklus lesa | - 13 - |
| 2.1.2 | Malý vývojový cyklus lesa..... | - 13 - |
| 2.2 | Růstové fáze lesa | - 15 - |
| 2.3 | Stanovištní faktory ovlivňující růstové fáze lesa..... | - 17 - |
| 2.3.1 | Záření | - 17 - |
| 2.3.2 | Teplota..... | - 18 - |
| 2.3.3 | Voda | - 18 - |
| 2.4 | Biodiverzita ovlivněná hospodařením v lese..... | - 19 - |
| 2.5 | Význam mrtvého dřeva pro lesní ekosystém..... | - 20 - |
| 2.6 | Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>) | - 21 - |
| 2.7 | Brouci v lesním ekosystému..... | - 22 - |
| 2.8 | Saproxylické druhy brouků | - 23 - |
| 2.9 | Kovaříkovití (Elateridae)..... | - 25 - |
| 2.10 | Metody a problematika monitoringu saproxylických brouků | - 26 - |
| 2.11 | Nárazové pasti | - 27 - |
| 3 | Metodika | - 29 - |
| 3.1 | Lokalita a porosty vybrané pro výzkum..... | - 29 - |
| 3.2 | Nárazová past | - 30 - |
| 3.3 | Instalace pastí a data jejich výběrů..... | - 32 - |
| 3.4 | Determinace a nomenklatura..... | - 33 - |
| 3.5 | Jednotlivé pasti | - 34 - |
| 4 | Výsledky | - 35 - |

| | | |
|-----|---------------------------------|--------|
| 4.1 | Abundance členovců | - 35 - |
| 4.2 | Abundance brouků..... | - 37 - |
| 4.3 | Elateridae | - 39 - |
| 5 | Diskuze | - 41 - |
| 5.1 | Věk porostu | - 41 - |
| 5.2 | Nárazové pasti | - 43 - |
| 5.3 | Fixační tekutina | - 43 - |
| 5.4 | Čeď Elateridae | - 44 - |
| 6 | Závěr | - 46 - |
| 7 | Doporučení pro praxi | - 47 - |
| 8 | Seznam použité literatury | - 48 - |
| 9 | Přílohy..... | - 54 - |
| 9.1 | Tabulkové přílohy | - 54 - |
| 9.2 | Fotopřílohy | - 55 - |

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1, str. 34 Detailní popis a souřadnice jednotlivých pastí

Tabulka č. 2, str. 54 Druhy Elateridae odchycené v závislosti na věku porostu

Seznam obrázků a map:

Obr. č. 1, str. 31 Nárazová past č. 6

Obr. č. 2, str. 32 Lahvičky na odchycený materiál

Obr. č. 3, str. 55 Past č. 1

Obr. č. 4, str. 55 Past č. 2

Obr. č. 5, str. 56 Past č. 3

Obr. č. 6, str. 56 Past č. 4

Obr. č. 7, str. 57 Past č. 11

Obr. č. 8, str. 57 Past č. 20

Obr. č. 9, str. 58 Determinace na úrovni řádů

Obr. č. 10, str. 58 Determinace na úrovni čeledí

Mapa č. 1 a č. 2, str. 30 Porostní mapa se zakreslenými umístěními pastí

K práci je přiložen dodatek ve formě datového disku se všemi daty, která sloužila pro vyhodnocení výsledků studie.

Cíle práce

- ❖ Stanovit pro modelové území dynamiku biodiverzity smrkového lesa z hlediska věku porostu na základě abundance hmyzu
- ❖ Stanovit pro modelové území dynamiku biodiverzity smrkového lesa z hlediska věku porostu na základě abundance brouků
- ❖ Stanovit pro modelové území dynamiku biodiverzity smrkového lesa z hlediska věku porostu na základě abundance čeledí brouků
- ❖ Vyhodnotit zastoupení vzácných saproxylických druhů

1 Úvod

Lesy jsou jednou z nejdůležitějších částí ekosystému, zajišťujících život většině rostlinných i živočišných druhů (Weiss et al., 2016). Nejzákladnějším aspektem je souhrnně hledisko druhů vytvářejících živá společenstva, tj. aspekt diverzity, biodiverzity, tedy hledisko druhové (Podrázský, 2015). Lesy jsou unikátní ekosystémy s bohatou biodiverzitou. Ta je však celosvětově různorodá a závisí na řadě faktorů. Jedním z těchto faktorů je stáří porostu, jež výrazně ovlivňuje podmínky prostředí a také všechny organismy vyskytující se v něm. Je jisté, že na pasece, můžeme nalézt někdy i zcela rozdílné druhy než v plně zapojeném lese. Druhová diverzita může být odlišná také u různých etáží, kdy z hlediska hmyzu, se ve vyšších patrech bude nacházet především makropterní hmyz, zatímco při zemi jej najdeme pouze zřídka. Opačně tomu bude u hmyzu brachypterního (Krása, 2015).

Dalším faktorem je koloběh živin v lese. Aby byl správný a aby ekosystém jako takový pracoval, je nezbytná produkce, přítomnost a výskyt mrtvého dřeva (Harmon et al., 1986). Živiny se do půdy dostávají rozkladem dřeva, a právě v tom okamžiku nastává stěžejní moment pro saproxylické organismy. Významnou část zde tvoří členovci, kteří jsou nejvíce zastoupeni především skupinami brouků, jež se v současnosti často používají jako indikátory biodiverzity prostředí (Schlaghamerský, 2000, Chobot et al., 2005), a to zejména proto, že byli v minulosti intenzivně studováni v celé Evropě a řada z nich je uvedena v seznamech ohrožených druhů (Nieto & Alexander, 2010, Schlaghamerský, 2000). Dalším, neméně důležitým faktorem je však také teplota, hojnost disturbancí, či lidská intervence, jež ovlivňuje jak lesy přirozené, tak hospodářské (Bače, Svoboda, 2016).

2 *Literární rešerše*

2.1 Vývoj lesa

Pro pochopení vazeb mezi organismy a prostředím v lesním ekosystému, musíme nejprve porozumět jeho tvorbě v přirozených podmínkách, neovlivněných antropogenní intervencí (Bače, Svoboda, 2016). V rámci vývoje a obnovy současných lesů na celé zemi popisujeme velký a malý vývojový cyklus lesa, který nám slouží především k představě o vývoji lesů bez antropogenních vlivů (Podrázský, 2014).

2.1.1 Velký vývojový cyklus lesa

Dle Baláže a Kuneše (2014) je typický pro severské (boreální) jehličnaté lesy (tajgu), ale sklon k tomuto typu vývoje mají rovněž středoevropské horské jehličnaté lesy. Cyklus je spojen s katastrofickým rozpadem lesa na velkých plochách, což je v přírodě zejména způsobeno velkými větrnými smrštěmi, požáry, či přemnožením některých herbivorů. Určité typy lesa mají značné predispozice k výskytu těchto událostí, u některých je na těchto kalamitách závislá dokonce i obnova (Podrázský, 2014). Cyklus začíná na volné ploše vzniklé po rozpadu starého porostu. Následuje zpravidla sekundární sukcese světlomilných pionýrských dřevin a vznik tzv. přípravného lesa, kdy se v jeho zástinu postupně uchycují stín tolerantní dřeviny. Během následného růstu pak vzniká dvouvrstevná struktura tzv. přechodného lesa. Přípravné dřeviny jsou vytlačovány a odumírají. Časem se ustálí tzv. klimaxový les s téměř jednovrstevnatou strukturou a převahou stín tolerantních dřevin, které na počátku vyrůstaly v zástinu přípravného lesa (Baláž, Kuneš, 2014). Tento les je v daných podmínkách nejproduktivnější a vyznačuje se maximální akumulací biomasy. Rovněž je považován za nejstabilnější typ ekosystému, jaký se v daných podmínkách může vytvořit (Podrázský, 2014). Vzhledem ke svému vzniku je klimaxový les víceméně stejnověký, takže po jeho zestárnutí dochází k velkoplošnému rozpadu, čímž se cyklus uzavírá (Baláž, Kuneš, 2014).

2.1.2 Malý vývojový cyklus lesa

Tento vývojový cyklus je typický pro smíšené středoevropské lesy středních poloh. Charakterizuje jej maloplošné střídání jednotlivých vývojových stádií (Baláž, Kuneš,

2014). Jako výchozí můžeme označit stadium optima, kdy dochází k vytvoření výškově vyrovnaného porostu s větší tloušťkovou diferenciací a s velkými věkovými rozdíly. Stadium je zpravidla reprezentováno malým počtem jedinců velkých dimenzí na plošné jednotce lesa, s výraznou dominancí největších tloušťkových tříd. Ztrácí se vrstevnatá struktura porostu, vytváří se horizontální zápoj a na konci tohoto stadia se porost dostává do fáze stárnutí, kdy dochází k odumírání jedinců a nastupuje první obnova (Podrázský, 2014). Vlivem odumírání starých stromů dochází k dalšímu uvolňování horní etáže a k rozvoji nové generace stromů, které postupně osidlují uvolněný prostor, až dosáhnou hlavní porostní úrovně a výměna generací je tak dokončena (stadium dorůstání s fází dožívání) (Baláž, Kuneš, 2014). A následně se opět vracíme ke stadiu optima, čímž se kruh uzavírá.

V přirozeném vývoji lesa nastávají tyto dva cykly automaticky. V lese hospodářském, však uměle napodobujeme velký vývojový cyklus lesa, jeho vytěžením v mýtním věku, což simuluje větší rozpad porostu a malý vývojový cyklus například probírkami, či výběrným stylem hospodaření. Bez semenných stromů a rozpadajícího se starého lesa se přirozená obnova objeví jen částečně. Proto je v hospodářském lese většinou nutné, paseky zalesnit uměle. Tyto sazenice následně vychováváme, pro dosažení optimálních podmínek setrvávajících jedinců a kvalitní dřevní suroviny. Hospodářský les, tedy člověk ovlivňuje v celém průběhu jeho vývoje (Čížek, 2008, Vačkář, 2005). Musíme tedy vědět co možná nejvíce o tom, jak se les chová v jednotlivých fázích svého vývoje, abychom byli schopni jej kvalitně pěstovat.

2.2 Růstové fáze lesa

Kultura

Uměle založený mladý lesní porost o výšce do 50 cm. Často vyžaduje ochranu proti buření a zvěři (Chroust, 1997, Kupka, 2005). Je zde vysoký podíl světla a teplota půdy je také vyšší. Voda se zde snadno dostane k půdě, díky nízké intercepci a tomu, že zde není prozatím vytvořen zápoj. Šanci dostávají rostliny, jež by se v zapojeném lese neuchytily. Biodiverzita se tudíž zvyšuje. Pro hmyz jsou zde výborné letové podmínky (Chobot et al. 2005, Schlagmaherský, 2000).

Kultura odrostlá

Porost se střední porostní výškou od 0,6 do 1,3 m. Stoupající výškový přírůst a postupné zapojování korun (Chroust, 1997). Neměla by již vyžadovat intenzivní ochranu. Podíl světla je zde nižší, ale pořád dost vysoký, spolu s teplotou. Intercepce narůstá a s ní pomalu klesá zásobování půdy vodou. Rostliny v zapojených místech ustupují a setrvávají tam, kde je porost dosud nezapojený. Letové podmínky jsou stále vhodné, proto je biodiverzita snížena jen o malý podíl (Vačkář, 2005).

Nálet

Fáze, vzniklá přírodním nasemeněním. Výška do cca 50 cm (Baláž, Kuneš, 2014). Biodiverzita stejná jako u kultury.

Nárost

Porost vzniklý přirozenou obnovou o střední porostní výšce 0,6–1,3 m (Chroust, 1997). Biodiverzita je zde stejná jako je tomu u odrostlé kultury.

Mlazina

Uměle založený, či přirozeně vzniklý porost se střední porostní výškou větší než 1,3 m. Výčetní tloušťka do 5 cm (Chroust, 1997, Kupka, 2005). Postupně se snižuje intenzita záření a spolu s tím i teplota půdy a propustnost porostu. Nižší bude rovněž vlhkost půdy, spolu s narůstající intercepcí. Podrost v důsledku ztráty světla a změny mikroklimatu není přítomen v takové míře. Biodiverzita je díky tomu nižší než u předešlých případů (Chobot et al., 2005).

Tyčkovina

Porost se střední výčetní tloušťkou 6–12 cm, zpravidla 10–20 let starý. Vlivem zástinu dochází k potlačování a odumírání jedinců spodní vrstvy a odumírání spodních větví u všech stromů (Chroust, 1997). V důsledku zástinu se mikroklima razantně mění. Klesá ozáření i teplota půdy. Bylinné patro zaniká. Letové podmínky jsou značně zhoršené. Biodiverzita opět klesá (Vačkář, 2005, Horák, 2008).

Tyčovina

Střední výčetní tloušťka se v tomto porostu pohybuje od 13 do 19 cm. Dochází k poklesu výškového přírůstu, pokračuje však přírůst tloušťkový. Vrcholí objemový přírůst. I zde vysoká intercepce a transpirace (Baláž, Kuneš, 2014, Chroust, 1997). Ozáření a propustnost porostu nízká. Teplota mikroklima taktéž. Letové podmínky jsou zde rovněž zhoršené. Podrost v minimální míře, téměř chybí. Biodiverzita na poklesu. V případě rozvolnění porostu však dochází k nárůstu druhové bohatosti.

Dospívající kmenovina

U toho porostu je střední výčetní tloušťka kolem 20 cm. Porost postupně začíná plodit. Věk je obvykle nad 50 let. Porost už je v této fázi po výchovném zásahu rozvolněn. Proto zde dochází ke zlepšení podmínek (Chroust, 1997, Kupka, 2005). Celý porost reaguje na uvolnění a s tím spojený nárůst světla, teploty i vody, jež se dostane na půdní povrch. Letové podmínky pro hmyz se zlepšily a šanci dostává i podrost, který se vyskytuje na světlinách po zásahu. Vyskytuje se zde již v malé míře i mrtvé dřevo, a to v podobě pařezů i jiných zbytků po zásahu. Biodiverzita se díky tomu zvyšuje (Vačkář, 2005).

Dospělá kmenovina

Porost dozrává a již pravidelně plodí. Rozlišujeme tenkou kmenovinu, střední kmenovinu, tlustou kmenovinu a velmi tlustou kmenovinu. Porost vykazuje charakteristiku klimaxového lesa (Baláž, Kuneš, 2014). Dochází zde opět k nárůstu světla, tepla i vody dopadající na půdní pokryv, jelikož les je již ideálně rozvolněný. Ve světlinách nachází místo podrost a byliny, i když ne v takové míře jako je tomu u kultury. Letové podmínky jsou opět vhodné. Dochází zde ke zvýšení počtu mrtvých

stromů a těžebních zbytků, které prospívají zvýšení biodiverzity (Marhoul, 2008, Chobot et al., 2005).

2.3 Stanovištní faktory ovlivňující růstové fáze lesa

2.3.1 Záření

Lesní porost zadržuje záření již od svého vzniku, kdy se po vytvoření listoví z korunové zóny stává aktivní povrch, který nejen že záření absorbuje, ale i odráží a přeměňuje. Množství listoví, výstavba korun a další aspekty jsou u všech druhů dřevin rozdílné, stejně jako jejich schopnost radiaci zadržovat či propouštět. Výstavba koruny ovlivňuje radiační klima, propustnost pak klima kmenového porostu (Chroust, 1997).

Již ve stadiu mlazin je v době zapojování zadrženo 23 % z celkové radiace a dochází zde tedy k vysoké intercepci, kterou způsobuje plocha jehličí, jež soustavně přibývá, neboť setrvávají starší ročníky a neustále přibývají nové, a to i na spodních přeslenech. Dochází zde tak k vyplňování nitra koruny a korunového prostoru mlaziny, což se již u starších porostů neděje.

Redukcí hustoty mlaziny se současně snižuje množství listoví s jeho intercepčním povrchem a část slunečního záření poté proniká rozvolněným zápojem k povrchu půdy a je dále využívána přízemní vegetací. Ve stadiu tyčkovin se v závislosti na stupni rozvolnění zvyšuje ozáření celého profilu porostu.

Ve starších porostech je propustnost korun větší, především kvůli přirozenému prořezávání a stavu porostní struktury. Zde je možnost regulace a zvyšování ozáření snižováním zápoje nižší. S věkem se tedy vliv výchovných sečí na ozáření porostu zmenšuje (Chroust, 1997).

Důležitou roli v každém ekosystému má teplota a světlo. Z těchto dvou faktorů, jež můžeme souhrnně nazývat klimatické vlastnosti jsou pro organismy stěžejní především výkyvy během dne i roku. Pro skupinu bezobratlých je klíčovým faktorem zejména mikroklima, měnící se s věkem porostu a lišící se často od hodnot, které můžeme naměřit běžnými meteorologickými postupy (Chobot et al., 2005, Thomas et al., 1999).

2.3.2 Teplota

Teplota porostu se odlišuje od bezlesí dle toho, jak je les hustý, vysoký, jakou má stavbu, tepelnou kapacitu apod. Liší se tedy i v závislosti na věku porostu.

Stejně jako záření, i teplota porostu začíná ihned po založení kultury, nebo vzniku mlaziny. I když ještě koruny netvoří plný zápoj, teplota přízemní vrstvy vzduchu se již snižuje. S tím souvisí i pokles teploty půdy pod zapojující se mlazinou.

Ve stadiu tyčkoviny se teplota přízemní vrstvy vzduchu oproti teplotě mimo les ještě více snížila. V kmenovém prostoru teplota během dne od povrchu mírně stoupá až do korun, kde dosahuje maximálních hodnot.

V důsledku většího ozáření korun, a tedy i vyšších teplot, dochází u stromů k vyšší transpiraci. Tento jev však není dlouhodobý, neboť v reakci na rozvolnění porostu, stromy vykazují rychlejší rozrůstání korun (Chroust, 1997).

2.3.3 Voda

Voda je nezbytnou součástí fotosyntézy a koloběhu živin všeobecně. Bez ní, by nemohl žádný ekosystém správně fungovat. V konkrétních podmínkách voda více než jiné faktory ovlivňuje vnější i vnitřní utváření orgánů rostlin a určuje fyziologii vegetace. I sebemenší změny mohou porost výrazně ovlivnit.

Nezbytnými složkami jsou transpirace – velikost fyziologického výparu a intercepce – zadržování srážek na povrchu. Kvůli těmto i jiným faktorům je nejvýznamnější částí porostu množství jeho asimilační biomasy, která mimo jiné ovlivňuje jak transpiraci, tak intercepci (Chroust, 1997).

První příznaky můžeme opět sledovat již ve stadiu zapojování mlazin. Zápoj zde hraje důležitou roli především proto, že na povrchu jehličí ulpívají dešťové kapky. Ty se poté přímo z jehlic odpaří zpět do ovzduší a zabrání tak kontaktu s půdou. Tento fakt je velkým problémem zejména v aridních oblastech a nížinných polohách, kde tímto smrkové porosty velice trpí. Naproti tomu v polohách vyšších a humidních oblastech je tento podíl takřka bezvýznamný, což zapříčiňuje výskyt kladné intercepce z mlh. (Krečmer, 1968).

V hustých nevychovávaných tyčkovinách vrcholí nárůst asimilačních orgánů a spolu s ním i intercepce. V důsledku toho je ekosystém ochuzován o podstatnou část vody, což se děje proto, že s rostoucí intercepční kapacitou jedince, je třeba rovněž větší objem vody. Ve starších porostech intercepce opět klesá.

2.4 Biodiverzita ovlivněná hospodařením v lese

Veškeré faktory ovlivňující růstové fáze lesa ovlivňují i jeho biodiverzitu (Thomas et al., 1999, du Bus de Warnaffe and Lebrun, 2004) a rovněž se podílejí na edafických vlastnostech stanoviště. Ty ovlivňují především rostliny, neméně však také druhy, jež jsou na tyto rostliny vázány. Dále také například i jedince, přicházející do úzkého styku se substrátem. Ti si v něm tvoří úkryty, hledají zde potravu, kladou do něj vajíčka. I tyto druhy jsou edafickými vlastnostmi stanoviště velmi ovlivněny (Økland et al., 1996).

Dalším významným faktorem stanoviště jsou jeho cenologické vlastnosti. U fytofágních druhů je zřejmá přímá závislost na výskytu živné rostliny na stanovišti, kde však musí být také vhodné podmínky stanoviště pro dané druhy rostlinstva (Chobot et al., 2005). Spojíme-li si tento fakt s tím, že v řádu Coleoptera jsou potravní generalisté spíše v menšině, vyvstává zde zřetelný problém. Značně totiž převažuje úzká potravní specializace brouků a mnoho druhů je tak se svým stanovištěm a rostlinami, jež se zde vyskytují existenčně spjata (Špryňar, Strejček 2012). V případě že spolu ovlivňující faktory korelují, není jasné, který z nich má na výskytu větší podíl a je tedy limitujícím. Je jisté, že o výskytu či naopak ztrátě druhů rozhoduje klima, edafické podmínky a další faktory. S rostoucí vzdáleností se stanovištní podmínky více liší (Chobot et al., 2005).

Výchovné seče pomáhají rozvolnit zápoj a optimálně upravují ozáření co největší plochy listoví, aby se plně využilo jeho fotosyntetického potenciálu. Dále při nich dochází k porušení korunového zápoje a teplota povrchu půdy se zvyšuje, v důsledku většího pronikání slunečního záření. Je také jisté, že bezlesí není ovlivněno zápojem a pojme tedy mnohem větší objem vody, než je tomu v neproředěném lese (Chroust, 1997, Baláž, Kuneš, 2014). V úvahu musíme vzít také fragmentaci současné krajiny. Jedná se zde o snižování kvality, velikosti a propojenosti biotopů, vyváření bariér v krajinném měřítku, což ovlivňuje přežívání populací druhů (Vačkář, 2005). Dnešní

hospodářství, a to jak zemědělské, tak lesní je utvářeno do obrovských ploch, které se původnímu modelu hospodářství našeho území příliš nepodobají. V této krajině není mnoho prostoru pro živočichy, jež jsou úzce vázáni na své stanoviště, či jedince brachypterní, s nižší adaptabilitou ke změnám prostředí (Boukal, 2008). Brouci se používají jako indikační druhy biodiverzity stanoviště, kontinuity apod. Jsou to živočichové, jež se s jakoukoli změnou prostředí vyrovnávají jen s těží. Dalším faktorem bezesporu je situace dnešních lesů. Ačkoliv lesy zabírají v současnosti 1/3 rozlohy území a stále přibývají, faktem je, že lesní biodiverzita je mnohdy horší, než tomu bylo v minulosti, kdy byly lesy řídké a prosté mrtvého dřeva (Čížek, 2008). Příčinou tohoto úbytku není nic jiného než změny v hospodářském využívání lesů v minulých staletích, spojené s přeměnou struktury lesa. Důležité je zmínit, že v mnohých případech nepomohla ani ochrana přírody a kriticky ohrožené druhy se tak ztratily z rezervací stejně rychle, jako z intenzivně obhospodařovaných porostů (Vačkář, 2005). Konvička a Kuras (2006), studovali faktory prostředí ve vztahu ke struktuře společenstva xylofágního hmyzu. Výzkum se zabýval obvodem kmene, vývojovou a druhovou strukturou okolního porostu, či stanovištěm stromu (ekoton, souvislý porost). Potvrdilo se, že diverzita brouků (alespoň těch saproxylických) roste s velikostí obvodu kmene. Většina studovaných jedinců však přesahovala věk obmýtí. Z výsledků dále vyplývá, že není zcela podstatné, co roste v okolí stromu. Důležitější je stav jedince. Svou roli opět obhájily solitérní stromy, a to jak v zapojeném lese, tak na okrajích porostů, jelikož v obou případech mají na biodiverzitu porostu velký vliv. Díky výsledkům bylo možné stanovit i skupiny brouků charakteristické pro jednotlivé stromy.

2.5 Význam mrtvého dřeva pro lesní ekosystém

Mrtvé dřevo hraje v ekosystému jako takovém nezaměnitelnou roli. Je na něm závislých cca 30 až 50 % všech lesních organismů (Matějka, 2016). V opadavém lese mírného pásma tvoří mrtvé dřevo 5-30 % porostní zásoby (Mansourian et al., 2005). Ve střední Evropě je každý pátý až šestý druh brouka vázaný na mrtvé dřevo. Dle mnohých výzkumů, rozmanitost a počet kriticky ohrožených druhů roste s množstvím mrtvého dřeva (Komonen et al., 2008). Tyto výsledky byly zjištěny na několika místech na světě a vyvstává proto otázka, zda je pro biodiverzitu stěžejní množství, či

rozmanitost mrtvého dřeva (Bače, Svoboda, 2016). Na tuto otázku dosud není možné odpovědět. Jisté však je, že diverzita dřevin je klíčem k biodiverzitě a stabilitě celého lesa, a tedy i trvale udržitelného lesního hospodářství (Gamfeldt et al., 2013, Scolastri et al., 2017).

Mrtvé dřevo slouží v ekosystému jako rezervoár vody v období sucha, ovlivňuje povrchový odtok, geomorfologii půd a malých vodních toků v lesních ekosystémech, dále je také důležitým stanovištěm pro houby a látky které se uvolňují při rozkladu dřeva a zvyšují sorpční komplex půd (Samec, Formánek, 2007). Nezbytné je taktéž zmínit plodnice saproxylických hub, jež vyrůstají na mrtvém dřevě. Poukazují na hnilobu ve dřevě, mění jeho strukturu (Krása, 2015) a poskytují tak prostředí a potravu pro další druhy, především brouky, motýly, dvoukřídlé a ploštice (Bače, Svoboda, 2016).

2.6 Smrk ztepilý (*Picea abies*)

Smrky obecně jsou stromy s průběžným kmenem, přeslenitým větvením a kuželovitou korunou. Šišťice mají rozmístěny jednotlivě, samčí postranně, samičí na konci prýtu. Šišťice v témže roce dozrávají a v celku opadávají.

Rod obsahuje více než 40 druhů a zasahuje do evropského, asijského i severoamerického areálu a řada druhů je dřevařsky významná (Fér, Pokorný, 1993). Na našem území je domácí pouze jediný druh a sice, smrk ztepilý, jež je naší nejdůležitější hospodářskou dřevinou. Podobně je tomu i v jiných státech střední a severní Evropy (Úradníček, Chmelař, 1998).

Jedná se o druh dorůstající výšky 50 m a průměru kmene až 1,5 m. I ve starším věku se setkáváme se štíhlým, kuželovitým vrcholem. Koruna horských typů je mnohdy štíhlá, s jemným ovětvením, jindy smrk ztepilý vytváří korunu širokou se silnými větvemi. Začíná plodit od 60. roku. Jedná se o světlomilnou dřevinu, která však v mládí snáší zástin. Je náročný na půdní vlhkost a suchá léta, mu rozhodně neprospívají. Dobře snáší nadbytečnou vlhkost a vydrží i stagnující vodu bažin i rašelinišť (Úradníček, 2003).

Kořenový systém rozložen do plochy, zůstává při povrchu. V monokulturách, jak je známo, se svrchní vrstva půdy díky tomu značně vyčerpává. Smrková monokultura je

tedy schopna si svou biodiverzitu udržet, je však zapotřebí, věnovat mimořádnou pozornost genetické kvalitě této dřeviny, aby nedocházelo k velkoplošnému rozpadu příčinami abiotických i biotických činitelů (Leugner, 2016).

Kořenové náběhy zpravidla kvalitně vyvinuty, jelikož dokáže dobře klíčit na pařezech i padlých kmenech, často dochází k tvorbě chůdovitých kořenů.

Celé naše území je zastoupeno horským smrkem hercynsko-karpatské oblasti. Největší těžiště rozšíření nacházíme v okrajových horstvech: Novohradské hory, Šumava, Český les, Krkonoše, Jeseníky. Řidší, ale rovněž přirozené zastoupení smrku je i ve vnitrozemských horských skupinách, jako je Českomoravská vrchovina, Brdy, Slavkovský les, Oderské vrchy apod. Hercynský smrk u nás obsazuje nejčastěji polohy od 550 do 1000 m.n.m. a vystupuje k lesní hranici. Karpatský smrk je rozšířen ve všech vyšších oblastech karpatského systému: Vsacké vrchy, Javorníky, Beskydy, dále pak ve všech pohořích centrálních Karpat (Úradníček, Chmelař, 1998).

2.7 Brouci v lesním ekosystému

V lesním ekosystému rozlišujeme základní složky, jež se podílejí na jeho chodu a přeměně energie a hmoty. Mezi tyto složky řadíme také producenty a konzumenty. Zatímco producenti jsou autotrofní organismy, u konzumentů se jedná především o závislost na produkci autotrofních organismů. Konzumenty můžeme také dále dělit a to na: Saprofágní druhy – živící se organickou hmotou, Zoofágní druhy – konzumující jiné živé organismy (dravci) a Fytofágní druhy – organismy konzumující především biomasu rostlin. Jelikož se zabýváme lesním prostředím a jeho změnami souvisejícími s věkem porostu, a tedy změnou mikroklimatu a stanovištních podmínek, nejvhodnější skupinou pro studii budou fytofágové, jelikož jejich vazba na rostliny je nejužší. Mezi nejpočetnější skupinu fytofágních organismů patří především členovci, proto se budeme zabývat studiem těchto skupin, a to speciálně brouků. Jsou nejvíce probádanou skupinou, a proto můžeme čerpat informace z množství publikací a přesněji tak odhadnout co zapříčinilo který jev.

Brouci jsou jedním z druhově nejpočetnějších řádů hmyzu, ale také nejpočetnějším řádem v rámci celé živočišné říše (více než 350 000 druhů). Tato hojnost je způsobena schopností brouků, přizpůsobit se nejrozličnějším přírodním prostředím (Hůrka, 2017).

To je zapříčiněno zejména vlastnostmi, jež si vyvinuli v průběhu vývoje. Jedná se například o schopnost letu, díky níž se populace lépe rozšiřuje v rámci vhodných stanovišť, nebo schopnost úniku při náhlé změně podmínek prostředí. Další výhodou je tvorba krovek a zpevnění pokožky celého těla, jež značně omezuje úbytek vody v těle a usnadňuje tak broukům obývat i extrémně suchá stanoviště. Dále také fakt, že larvy často žijí v jiném substrátu než dospělci a využívají rozdílné zdroje potravy, umožnilo úspěšnost nejpočetnějších skupin, jako jsou střevlíkovití (Carabidae), drabčíkovití (Staphylinidae), tesaříkovití (Cerambycidae), krascovití (Buprestidae) a další (Hůrka, 2017).

2.8 Saproxylické druhy brouků

Existuje mnoho definic pro toto označení, zpravidla se setkáváme s výrazy typu: organismy, které jsou během jakékoliv části svého životního cyklu závislé na mrtvém, či umírajícím dřevě (Speight, 1989). Dle jiných pramenů: hmyz, stýkající se se dřevem, mrtvými, či živými stromy (tzn. saproxylický hmyz), tvořen především brouky, tvoří základní část lesní biodiverzity (Marhoul, 2008).

Tito brouci dokáží díky svým vlastnostem stromy oslabit, či dokonce zahubit a započít tak dekompoziční proces (Wermelinger B., 2004). Důležité je bezesporu také to, že každý druh umožňuje kolonizaci mrtvého dřeva dalšími organismy (houbami, bezobratlými). Tohoto faktu jsou si dobře vědomi zejména kůrovci (Scolytinae), ale také např. tesařík obrovský (*Cerambyx cerdo*). Tyto druhy tak mohou strom napadat v mnohem větší míře, zejména pokud je primárně narušen jinými biotickými, či abiotickými vlivy (Krása, 2015). Z tohoto důvodu je mnoho brouků považováno za neodmyslitelný pilíř dynamiky přirozeného lesa, ale jsou rovněž vnímáni jako závažní škůdci lesů hospodářských (Wermelinger B., 2004, Muller a kol., 2008).

Dle Krásky (2015) je většina brouků obligátními saproxylobionty, a jejich vazba na mrtvé dřevo je tedy zásadní. Patří zde ale i druhy živící se houbami napadeným dřevem, či plodnicemi saproxylických hub, dále pak mrchožravé i dravé druhy, a dokonce také parazité i parazitoidi, jež se vyvíjejí na tělech nebo v tělech ostatních druhů. Z toho vyplývá, že ve tlejícím dřevě můžeme nacházet komplexní potravní sítě i potravní pyramidy, a v rozkladu dřeva jde tedy o složitý proces.

Záleží zde také na stupni rozkladu mrtvého dřeva. Zatímco na značně zetlelém dřevě se vyvíjejí například roháčovití (Lucanidae), jiné druhy se živí dřevem, které je sice mrtvé, ale je ještě tvrdé, nebo jeho rozklad ještě nezapočal. Jsou to zejména krascovití (Buprestidae), či mnoho dalších druhů tesaříkovitých (Cerambycidae). Pro tyto druhy je typická vyšší hostitelská specializace než u druhů, které využívají dřevo již značně zetlelé. Vybírají si často jen jeden druh, či několik příbuzných druhů. Je prokázáno, že ubývá těchto specialistů, a naopak roste počet generalistů, pro které je stěžejní fáze rozkladu, nikoliv druh dřeviny (Konvička, Kuras, 2006, Krása, 2015).

Saproxylické druhy byly intenzivně studovány zejména kvůli jejich statusu škůdců, ale rovněž také jako cílové skupiny, které by se měly v přírodě zachovat (Stokland, 2004). Mimo jiné nám totiž mohou sloužit jako model organismu pro trvale udržitelný lesní management (Grove, 2002). Jedná se rovněž o skupinu, jež má vynikající indikační vlastnosti, a to zejména proto, že mají na rozdíl od jiných druhů omezenou schopnost pohybu na větší vzdálenosti. Díky tomu, nám mohou podat nejuvěrohodnější informace o místě odchyty, kvalitě stanoviště a celkově biodiverzitě (Bače, Svoboda, 2016). Předpokládá se pak, že dojde-li k ústupu některého indikátoru ze společenstva, druhová diverzita se snižuje (Boháč, 2003, Bače, Svoboda, 2016).

Navzdory mnoha studiím, pojednávajících o ekologii saproxylických druhů, víme jen velmi málo o tom, jak reagují na nadmořskou výšku. Je známa studie, která prokázala úbytek v abundanci kůrovců, v závislosti na nadmořské výšce, jiná naopak prezentovala rozdíly ve složení komunit kůrovců, mezi nížinnými a horskými lesy. Určité vzorce, jež by vysvětlovaly diverzitu, či komunitní složení mezi těmito dvěma oblastmi, jsou však dosud společností neznámy (Procházka a kol., 2015).

Saproxyličtí brouci jsou zpravidla považováni za více početnou a rozmanitou skupinu v podrostu lesů mírného pásu (Brin et al., 2011). Studie prokázaly, že pro tyto druhy jsou důležité nížinné listnaté lesy, avšak ani horské lesy nejsou pro některé druhy méně významné. Ukázalo se, že určité druhy se vyskytují pouze v nížinných, či naopak horských lesích a početnost druhů odchycených na obou lokalitách zároveň je nízká. Oba tyto habitaty tedy skýtají jedinečné útočiště pro mnohdy velmi vzácné druhy. (Weiss et al., 2016). Jedná se o skupinu s největší diverzitou a závislostí na mrtvém dřevě, vyskytují se ve velkém počtu v Červené knize a značný podíl druhů je

endemický (Bače, Svoboda, 2016). Pokles množství hmoty mrtvého dřeva a starých stromů, jsou příčinami značného úbytku řady druhů (Økland et al., 1996).

2.9 Kovaříkovití (Elateridae)

Tato čeleď v sobě zahrnuje jak významné škůdce lesních ekosystémů, tak především řadu indikačních druhů, jež jsou pro biodiverzitu lesa velmi důležité. Spojíme-li si tento fakt s tím, že ze 149 druhů známých z ČR je 61 % uvedeno v červeném seznamu ohrožených druhů, zájem o tyto jedince ještě vzroste. Všechny druhy vyskytující se u nás se dále člení do 7 podčeledí a 56 rodů (Zbuzek, 2017).

Vyznačují se protáhlým, silně sklerotizovaným tělem (Hůrka, 2005). Tykadla mají krátká, pilovitá, nitkovitá, řidčeji hřebenitá. Štít bývá velký, pohyblivý, se zašpičatělými zadními nohama. Nohy celého těla jsou kráčivé, relativně krátké. (Křístek, Urban, 2013). Díky mechanismu na spodní straně předohrudi jsou schopni se vymrštit za slyšitelného „lupnutí“ z polohy na zádech do vzduchu (Hůrka, 2005), odtud nejspíše pochází anglický název *click beetles*, či v minulosti využívaný název *pružníci* (Křístek, Urban, 2013). Larvy jsou protáhlé, štíhle válcovité, či zploštělé s rýčovitou, silně sklerotizovanou hlavou. Vývoj bývá jednoletý, či víceletý v závislosti na druhu (Hůrka, 2005). Živí se pylem, nektarem, částmi květů, rašícími listy, i mladými rostlinami. Mnohé druhy jsou karnivorní, napadající vývojová stadia menších xylofágů, i kolonie na rostlinách žijících larev. Většinou bývají současně i nekrofágy, kdy požírají mrtvá těla bezobratlých i jejich vajíčka (Leibner, 2000).

Mají velmi širokou ekologickou rozšířenost. Na jedné straně mezi ně patří závažní zemědělstí škůdci, na straně druhé, skupiny vzácných xylofágních druhů, které jsou vázány na původní lesní porosty s tzv. doupnými stromy (Zbuzek, 2017). Většina druhů z Evropy je vázána na lesní a lesostepní formace, ale najdeme i takové, jež sídlí na otevřených stanovištích včetně polních kultur (Laibner, 2000). Z celkového počtu 149 druhů na území ČR jsou 3 řazeny mezi druhy pro ČR vymizelé, 27 spadá do kategorie kriticky ohrožených druhů, 25 do kategorie ohrožených druhů 22 je pak řazeno mezi zranitelné druhy a 14 do kategorie téměř ohrožených druhů (Zbuzek, 2017).

2.10 Metody a problematika monitoringu saproxylických brouků

Monitoring obecně, slouží především k hodnocení stavu životního prostředí člověka, či biotopu. Důležité je si uvědomit, čeho přesně chceme pomocí monitoringu dosáhnout. Pokud nám jde pouze o sledování určitého druhu brouků, bude metodika jiná než při sledování celého společenstva brouků vázaných na tlející, mrtvé dřevo. Například pokud naším zájmem bude pouze jeden či málo podobných druhů, budeme se opírat o znalost jejich ekologických a binomických vlastností a přizpůsobíme těmto faktům druhy odchytných zařízení. Pakliže si zvolíme tuto metodu, měli bychom rovněž odchyt provádět v delším časovém intervalu, pro možnost získání informací o dlouhodobém trendu, díky kterému lépe statisticky vyhodnotíme získaná data. Pokud je však naším zájmem studovat celé saproxylické společenstvo brouků, budeme muset postupovat jinak. Získané informace nám budou sloužit ke zjištění orientační početnosti jednotlivých druhů a pomohou nám vyhodnotit stanoviště z hlediska jeho přírodní kvality a ochranné hodnoty (Alexander, 2004, Schlaghamerský, 2008).

Při studiích saproxylických společenstev brouků se ve standardizaci metod zdaleka nepokročilo tak, jak tomu je například u společenstev epigeických, kde se prosadilo používání zemních pastí. Entomologové zabývající se studiem saproxylických společenstev často prosazují vlastní metody, či sadu metod. Žádná jednotlivá metoda nezachytí celé společenstvo, a proto autoři srovnávající různé metody odchytné zpravidla konstatují, že nejvhodnější je použití několika metod, jež se vzájemně doplňují (Knapp, 2015). Pro samotný monitoring, který by měl probíhat opakovaně a na řadě lokalit, je však toto doporučení většinou příliš nákladné, a tedy mnohdy neproveditelné (Schlaghamerský, 2008).

Jednou z metod odchytné saproxylických brouků je sběr. Sběr by v rámci jedné ekologické studie měl probíhat v určitém časovém intervalu, či na standardizované ploše a za optimálních povětrnostních podmínek, aby se minimalizoval vliv aktuálního počasí na aktivitu hmyzu (Knapp, 2015). Sběr je tradičně prováděn vyhledáváním zrakem na předpokládaných stanovištích (dutiny, pařezy, ležící dříví). Ke sběru můžeme použít nejrůznějších pomůcek, jako jsou smýkadla či sklepače. Smýkat můžeme kvetoucí i nekvetoucí rostliny v lesích, na loukách i stepích. Sklepat je vhodnější brzy ráno, nebo když se ochladí, a to zejména z toho důvodu, že brouci jinak často odletí dříve, než dopadnou na sklepač. Tato metoda je

výhodná, jelikož s ní můžeme nalézt mnoho druhů jinak jen těžko získatelných (Sláma, 1998).

Pokud se v posledním desetiletí objevuje jakýsi standard, tak v podobě letových nárazových pastí. Jako takové, můžeme označit různé typy pastí, které lapají hmyz za letu. Tyto typy pastí, jsou používány zejména proto, že pro odchyt ostatních skupin létajícího hmyzu jsou málo efektivní. To snižuje počet usmrcených jedinců z necílových skupin, což je z hlediska ochrany živočichů jistě žádoucí (Knapp, 2015, Schlaghamerský, 2008).

Setkáváme se zde také s další výhodou odchyty do pastí, a to díky tomu, že se jedná o neinvazivní metodu. Na rozdíl od metod sběru, jako např. loupání kůry, prosévání trouchu, odnášení substrátu k dochování larev, zde nedochází k narušování či ničení biotopu a zachovává se tak tedy estetičnost daného prostředí. Nárazové pasti, prezentují letovou aktivitu. Ta není přímo úměrná jejich populačním hustotám. Nárazové pasti nejsou stejně efektivní pro všechny čeledi brouků. Příčinou bývají různé způsoby letu apod. (Schlaghamerský, 2008). Dobrou metodou je také použití různých světelných zdrojů. Brouky můžeme vyhledávat po osvětlení kmenů, dutin, či použít osvětlení plátna. Není-li to však dokonale zdůvodnitelné, neměl by se při tomto způsobu používat odchyt do nádob, jelikož zde pak dochází k poškození a úhynu mnoha set i tisíců jedinců (Sláma, 1998). Opylovači jsou zase lákáni na barvy svých oblíbených květů (odchyt probíhá pomocí barevných misek). Za výhodu považujeme bezesporu to, že několik pastí zahrnutých do jedné studie může chytat hmyz na desítkách lokalit a instalaci zvládne i jen krátce zaškolený laik (Knapp, 2015).

2.11 Nárazové pasti

Klasickou pastí je tzv. „oknová past“, která má skutečně podobu oknové tabule. Je to deska z průhledného materiálu, mezi dvěma kůly, pod kterou je umístěna podélná nádoba s fixační tekutinou. Podobnou adaptací bývají křížové nárazové pasti menší velikosti. Zachycený materiál je zadržován pomocí velké nálevky zavěšené pod průhlednými deskami, zavěšenými kolmo na sebe do kříže. Kromě snazší manipulace, mají výhodu v tom, že jsou založeny na větším počtu nezávislých oděrů, což je opět důležité pro statistiku. Díky menší nárazové ploše, představují pak menší hrozbu pro ptáky i jiné větší živočichy (Schlaghamerský, 2008). Nárazové pasti jsou účinné

především pro makropterní hmyz, jež se v nich odchytí i ze vzdálenějšího okolí a řadí se mezi poměrně mladší typy pastí, jež jsou však pro velkou skupinu saproxylických brouků velmi účinné (Økland, 1996, Kaila, 1993).

Řadíme mezi ně např. Malaiseho past, kterou používají především dipterologové. Nárázové pasti, v pravém slova smyslu však fungují, jak je zřejmé již z názvu, na principu nárazu letícího hmyzu do překážky, což vede k jeho omráčení a pádu do fixační tekutiny, umístěné zpravidla v nádobě pod překážkou (Schlaghamerský, 2008).

Proto je dalším problémem, který musíme vyřešit, před samotnou instalací právě fixační tekutina. Jako nejvhodnější se nabízejí dvě varianty. A to buď sycený solný roztok, nebo roztok formaldehydu nízké koncentrace (2,5 %). Oba roztoky mají své plusy i minusy. Solný roztok hůře konzervuje a u preparovaných jedinců může sůl dlouhodobě vystupovat na povrch, oproti tomu, roztok formaldehydu má daleko lepší konzervační vlastnosti. Avšak brouci v něm ztvrdnou a pro následnou preparaci jsou poté ne zcela vhodné. Také není zcela vyloučeno selektivní vábení, či naopak odpuzování dalších druhů, a i když se jedná o látku rychle rozložitelnou, stále je zdraví škodlivá (Schlaghamerský, 2000).

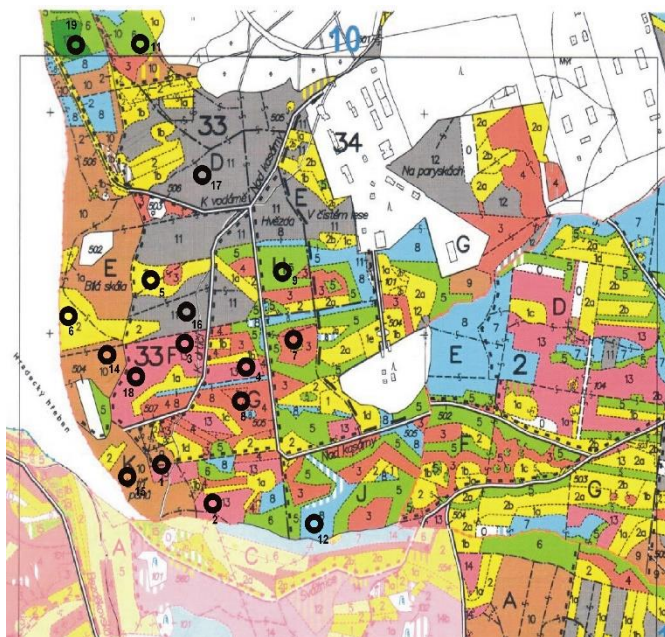
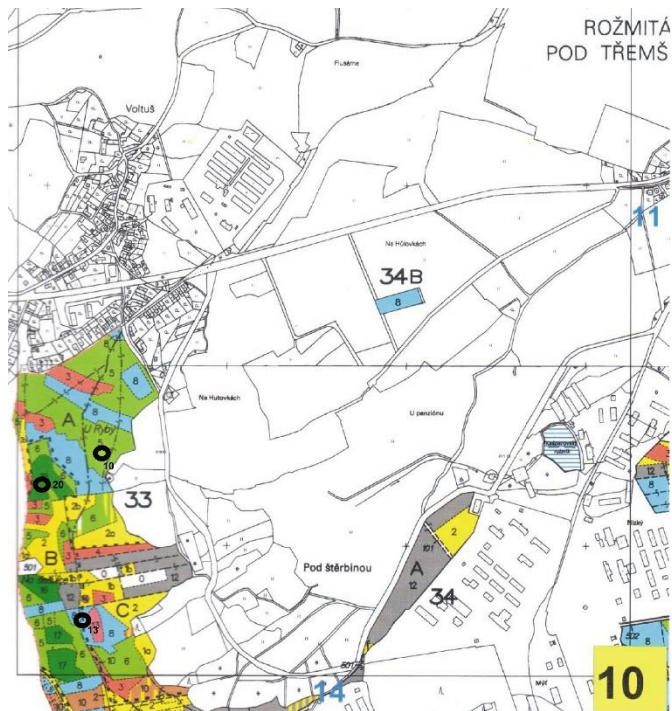
3 Metodika

3.1 Lokalita a porosty vybrané pro výzkum

Lokalita, na které byl prováděn výzkum se nachází nedaleko CHKO Brdy, což může ovlivnit také zdejší krajinu i biodiverzitu celé oblasti. Průměrný roční úhrn srážek se v Brdech pohybuje od 550 mm v nižších polohách, po 800 mm v polohách vrcholových. Průměrná roční teplota se pohybuje v nejnižších oblastech okolo 9 °C, v nejvyšších od 5 po 5,5 °C. Zatímco u teploty je patrné pozvolné zvyšování hodnot, u srážek podobný trend není. Setkáváme se zde s poměrně náhlými vegetačními přechody od teplých hájů a doubrav až po rašelinné smrčiny. Každých 100 výškových metrů znamená rozdíl teplot cca o 0,7 °C. Brdy leží ve srážkovém stínu Krušných hor, což má za následek menší sněhovou pokrývku. Průměrná roční maxima jsou v nižších částech jen okolo 10 cm, ve vrcholových partiích pak 45 cm (Čílek et al., 2015).

Lokalita leží u obce Voltuš, 2,7 km od Rožmitálu pod Třemšínem. Vlastnické právo k pozemkům, na nichž byla studie prováděna, náleží taktéž městu Rožmitál pod Třemšínem. Oblast spadá do PLO 7 – Brdská vrchovina, cílový hospodářský soubor je ve většině zastoupen číslem 53 – Hospodářství kyselých stanovišť vyšších poloh a 57 – Hospodářství oglejených stanovišť vyšších poloh. Tomu rovněž odpovídá zařazení do základních SLT, a to 5K a 5P. Tyto fakty potvrzuje i složení bylinného patra, které je tvořeno zpravidla brusnicí borůvkou (*Vaccinium myrtillus*), bělomechem sivým (*Leucobryum glaucum*) a na pasekách pak hojně zastoupenou metličkou křivolakou (*Avenella flexuosa*). V lese místy nacházíme také šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*), na světlinách narážíme i na krušinu olšovou (*Frangula alnus*).

Jedná se o klasický hospodářský les. Porost ve všech případech tvoří monokultura smrku ztepilého (*Picea abies*). Cíleně byly vybírány porosty rozdílného stáří. A to od zalesněných pasek až po stromy ve věku obmýtí. Instalovalo se 20 nárazových pastí (viz. mapa č.1 a č.2), jež se umístily na jedince reprezentující daný porost v jeho cca výčetní výšce. V případě zalesněných pasek, se v jejím přibližném středu zarazil do země dřevěný kůl a past se umístila na něj.



Mapa č. 1 a č. 2 – Zobrazení rozmístění pastí v lesnické mapě

Zdroj: <http://www.uhul.cz/mapy-a-data/katalog-mapovych-informaci>

3.2 Nárazová past

Pro studii v lokalitě Voltuš byla použita pasivní nárazová past. Ta se skládala z kulaté plastové stříšky (miska pod květináč) o průměru 40 cm, pod ní byl umístěn kříž

z plexiskel o rozměrech: 35 cm na šířku a 50 cm na výšku, na který navazoval trychtýř z pevné, nepromokavé plachty. Pod tento trychtýř se poté přichytila sběrná nádoba, vysoká zhruba 15 cm a vytvořená ze spodního konce plastové lahve. Veškeré výše uvedené komponenty k sobě byly spojeny za pomoci drátů a celková výška zkompletované pasti činila cca 105 cm. Takto zhotovená past se umístila v d 1,3 každého stromu.



Obr. č. 1 – Nárazová past v lokalitě Voltuš

3.3 Instalace pastí a data jejich výběrů

Pasti jsme instalovali 09.03.2017. Každá past, se drátem připevnila okolo kmene stromu, a to ve dvou místech pro její lepší stabilitu. Do sběrné nádoby se při instalaci nalila fixační tekutina a na stříšku jsme napsali číslo, pro lepší přehlednost. Výběry pak následovaly v intervalu týdne – 14 dní, podle klimatických podmínek, klíčovou roli hrála především teplota. Následovaly takto: 23.3., 21.4., 16.5., 9.6., 27.6., 22.7., 9.8., 1.9., 17.9. a 11.10. Při výběrech se chycený materiál přecedil přes plastové sítko a uzavřel do umělohmotné lahvičky, ve které byla rovněž fixační tekutina stejného typu jako tomu bylo u pastí. Každá tato lahvička byla opatřena nálepkou s číslem pasti a datem výběru (Obr. č. 2). Nádobka na pasti se poté opět připevnila k pasti a byla do ní nalita fixační tekutina. Tato tekutina se skládala ze solného koncentrátu s nepatrným množstvím jaru, aby se narušilo povrchové napětí roztoku a chytil se tak i velmi drobný hmyz. Všechny vzorky byly následně uloženy v chladu, aby nedošlo k jejich poškození.



Obr. č. 2 - Lahvičky na odchycený materiál

3.4 Determinace a nomenklatura

Po odebrání odchyčeného hmyzu z pastí, bylo nutné tento materiál roztřídit do řádů. Determinace probíhala v sídle VÚLHM v Jílovišti, v době celého výzkumu a za pomoci pracovníků tohoto ústavu. Vzorky byly rozplaveny ve větší Petriho misce a pro lepší determinaci nasvíceny pod lupou. Brouci, jež se nacházeli ve vzorcích se spočítali a spolu se štítkem byli vloženi do menší zkumavky, opatřené rovněž štítkem s datem výběru a číslem pasti. Ostatní řády se spočítaly a následně byly odstraněny. Veškeré zjištěné počty jednotlivých řádů jsem zaznamenávala do tabulky a převedla do PC. Brouky bylo následně nutno třídit dále do čeledí. Všechny zkumavky se tedy převezly na naši fakultu, kde jsem za pomoci doc. Ing. Oty Nakládala, Ph.D. a Ing. Jiřího Synka všechny brouky roztřídila do čeledí. Každý vzorek byl znovu spočítán, opatřen štítkem s datem sběru i číslem pasti a přidán k dalším vzorkům stejné čeledi. Takto se determinovalo 50 čeledí a 2 podčeledi, a to podčeleď Scolytinae a Pselaphinae. Tyto podčeledi mají odlišné životní strategie i ekologické niky než jejich příbuzní z čeledí Curculionidae a Staphylinidae, a z toho důvodu byli také dříve uváděni jako samostatná čeleď. Dalšími skupinami, jež se třídily zvlášť byli mravenci, vosy a včely, jelikož se jedná o eusociální hmyz. Samostatnou skupinu tvořily také larvy s proměnou dokonalou. Jako klíč k determinaci sloužila kniha Brouci České a Slovenské republiky (Hůrka, 2005), ze které byla použita i systematika. Čeleď Elateridae byla k druhové determinaci předána odborníkovi J. Brestovanskému.

3.5 Jednotlivé pasti

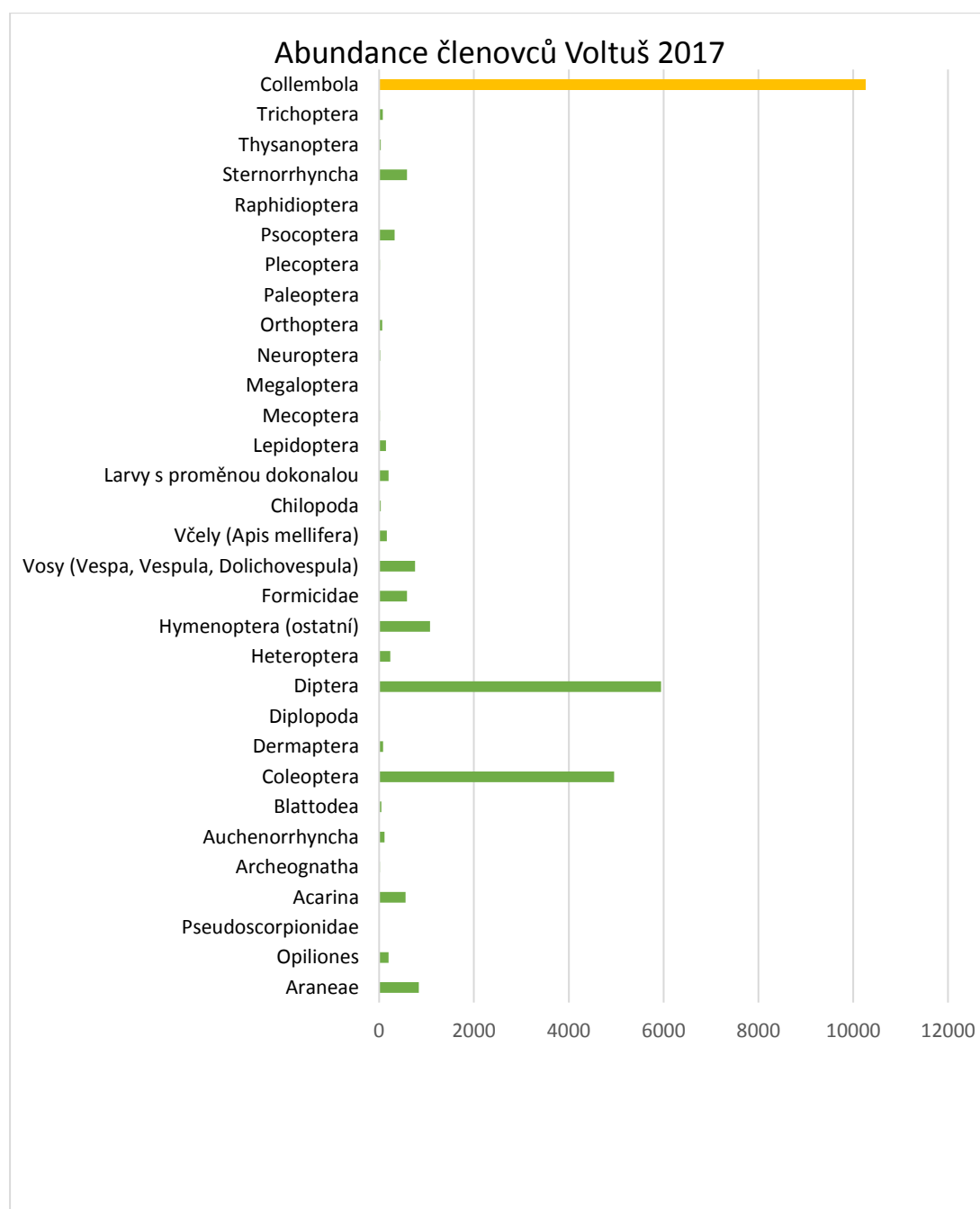
Tabulka č. 1 – GPS souřadnice pastí a věk porostu

| | | |
|-------------------|---------------------------|---------|
| <i>Past č. 1</i> | 49°34'26.9"N 13°50'50.5"E | 2 roky |
| <i>Past č. 2</i> | 49°34'23.7"N 13°51'01.6"E | 8 let |
| <i>Past č. 3</i> | 49°34'32.4"N 13°50'53.6"E | 3 roky |
| <i>Past č. 4</i> | 49°34'34.3"N 13°51'00.4"E | 2 roky |
| <i>Past č. 5</i> | 49°34'38.9"N 13°50'46.8"E | 19 let |
| <i>Past č. 6</i> | 49°34'34.4"N 13°50'35.9"E | 30 let |
| <i>Past č. 7</i> | 49°34'36.0"N 13°51'05.4"E | 40 let |
| <i>Past č. 8</i> | 49°34'30.9"N 13°50'59.7"E | 41 let |
| <i>Past č. 9</i> | 49°34'41.4"N 13°51'02.3"E | 59 let |
| <i>Past č. 10</i> | 49°35'14.5"N 13°50'32.7"E | 65 let |
| <i>Past č. 11</i> | 49°34'49.6"N 13°50'42.0"E | 59 let |
| <i>Past č. 12</i> | 49°34'23.8"N 13°51'12.8"E | 95 let |
| <i>Past č. 13</i> | 49°35'01.6"N 13°50'27.8"E | 86 let |
| <i>Past č. 14</i> | 49°34'32.4"N 13°50'41.7"E | 113 let |
| <i>Past č. 15</i> | 49°34'25.3"N 13°50'44.5"E | 106 let |
| <i>Past č. 16</i> | 49°34'35.7"N 13°50'52.4"E | 122 let |
| <i>Past č. 17</i> | 49°34'45.3"N 13°50'49.1"E | 123 let |
| <i>Past č. 18</i> | 49°34'31.2"N 13°50'45.3"E | 144 let |
| <i>Past č. 19</i> | 49°34'49.0"N 13°50'37.6"E | 181 let |
| <i>Past č. 20</i> | 49°35'11.5"N 13°50'27.4"E | 173 let |

4 Výsledky

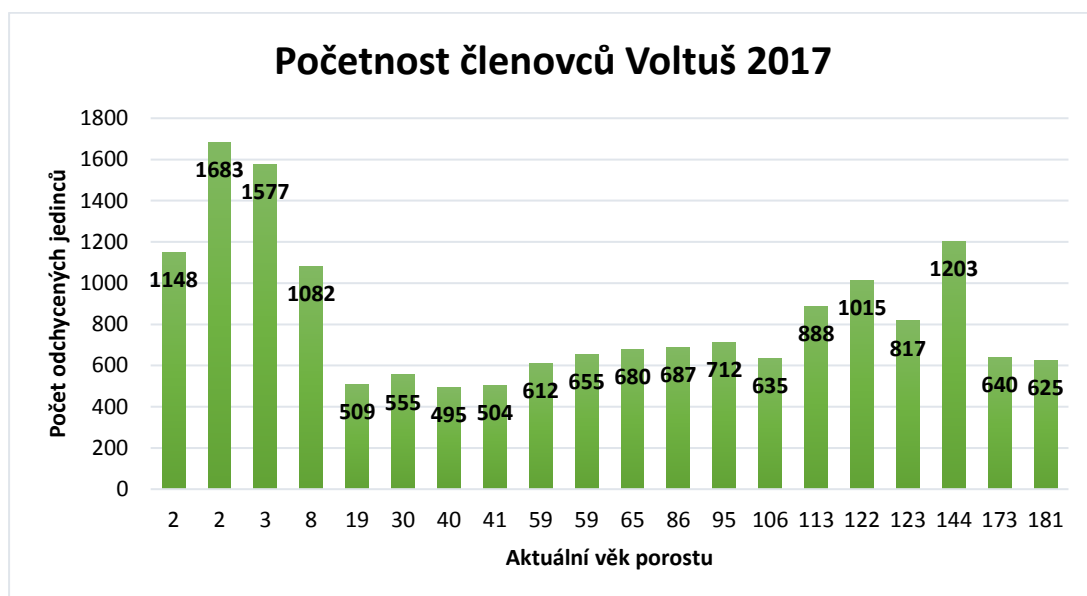
4.1 Abundance členovců

V roce 2017 bylo ve Voltuši celkem odchyceno 27 322 jedinců členovců, kteří se dále třídili do 31 skupin. Jak je patrné z grafu č. 1, nejpočetnější skupinou byla Collembola, z hmyzu to byly řády Diptera a Coleoptera.



Graf č. 1 – Členovci odchycení ve všech porostech, Voltuš 2017

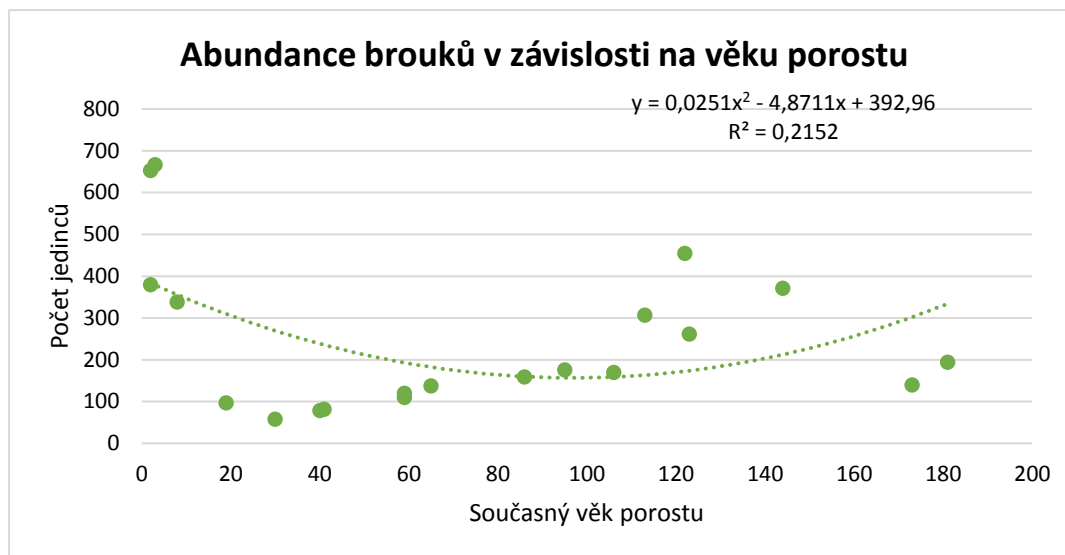
Důležitým cílem bylo také vyhodnotit závislost na umístění pasti a počtu odchycených jedinců (Graf č. 2). Největší abundanci členovců měla past umístěná v porostu ve věku 2 a 3 roky, kde jsme zaznamenali nejvyšší počty lapených jedinců. Naopak nejmenších hodnot dosahovaly pasti umístěné ve středně starých porostech 19, 30, 40 a 41 let. Průměrně bylo odchyceno 836 jedinců hmyzu na past za sezonu.



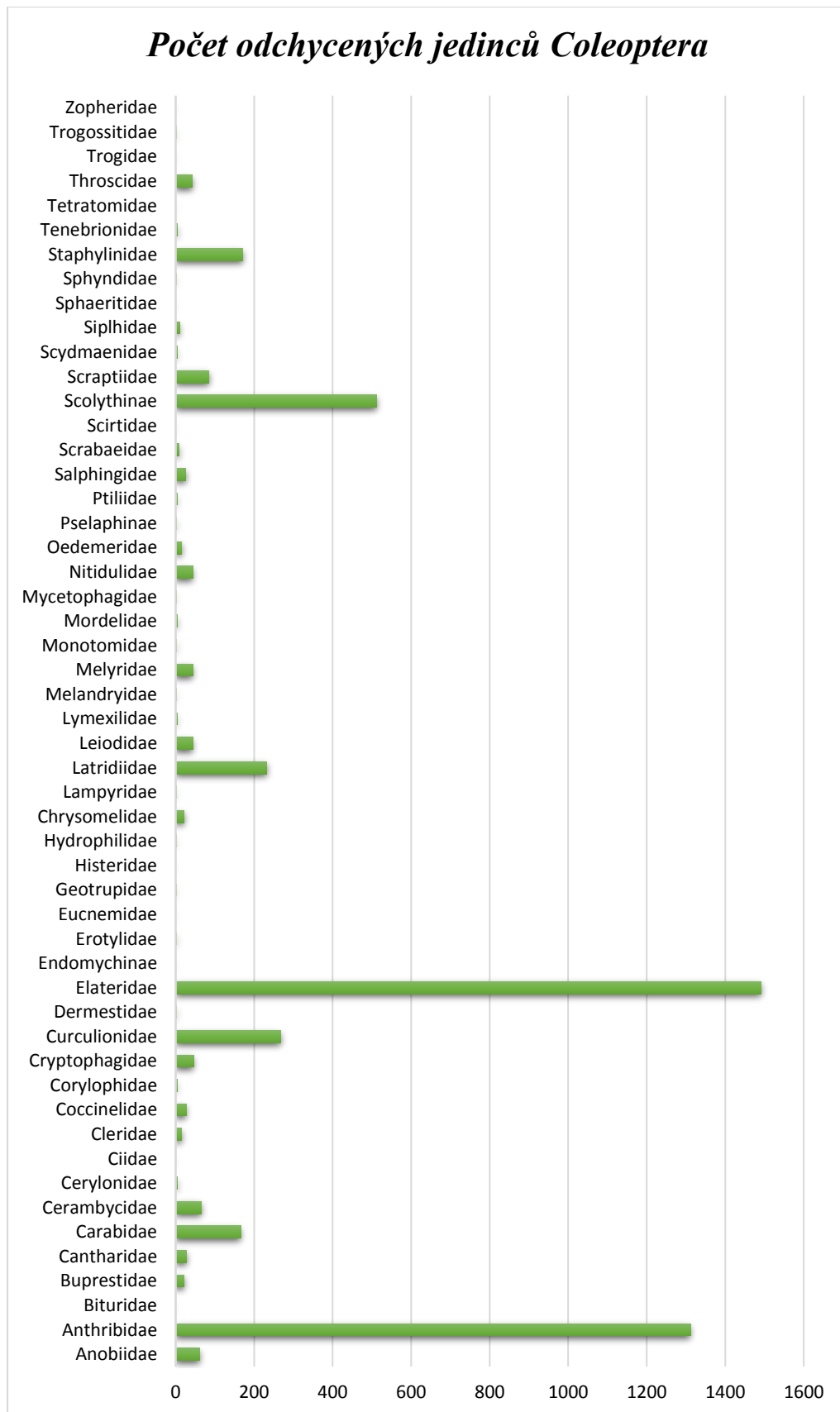
Graf č. 2 – Počet odchycených jedinců v závislosti na věku porostu (vyjma řádu Collembola)

4.2 Abundance brouků

Byla vyhodnocena rovněž abundance odchyteného řádu Coleoptera. V lokalitě Voltuš se v roce 2017 odchytilo 4 956 brouků. Z grafu č. 3 je patrné, že nejúčinnější pastí na odchyt Coleoptera byla past s věkem porostu 3 roky. Jedinci se dále třídili do 50 čeledí a 2 podčeledí (Graf č. 4). Nejpočetnější je čeleď Elateridae a Anthribidae.



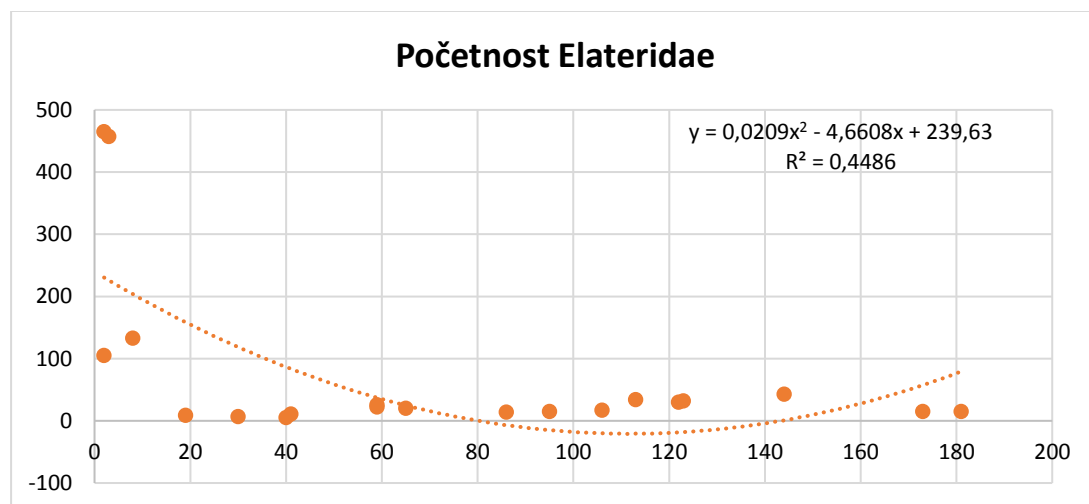
Graf č. 3 – Počet odchytených brouků v závislosti na věku porostu v okolí pasti



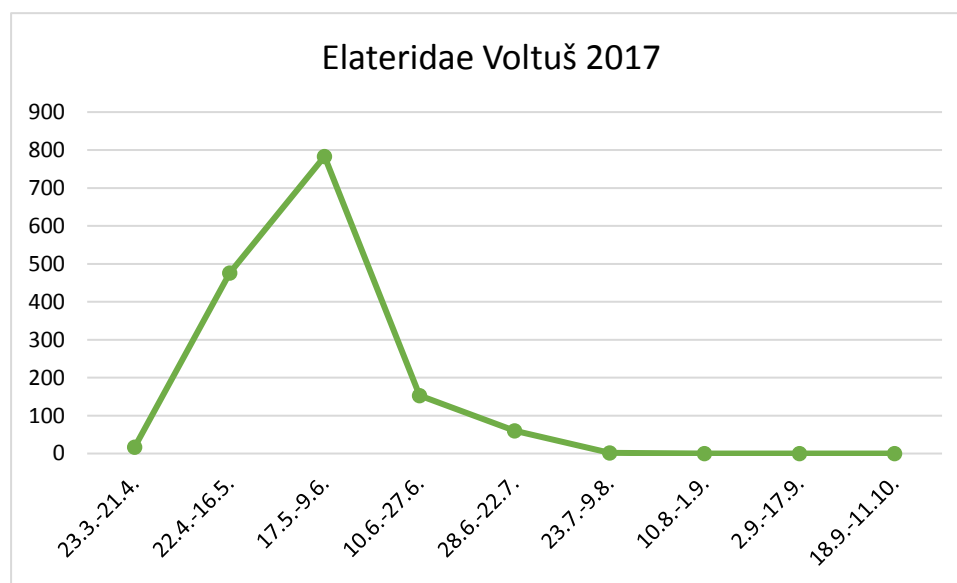
Graf č. 4 – Počty odchycených jedinců v rámci čeledí a podčeledí řádu Coleoptera.

4.3 Elateridae

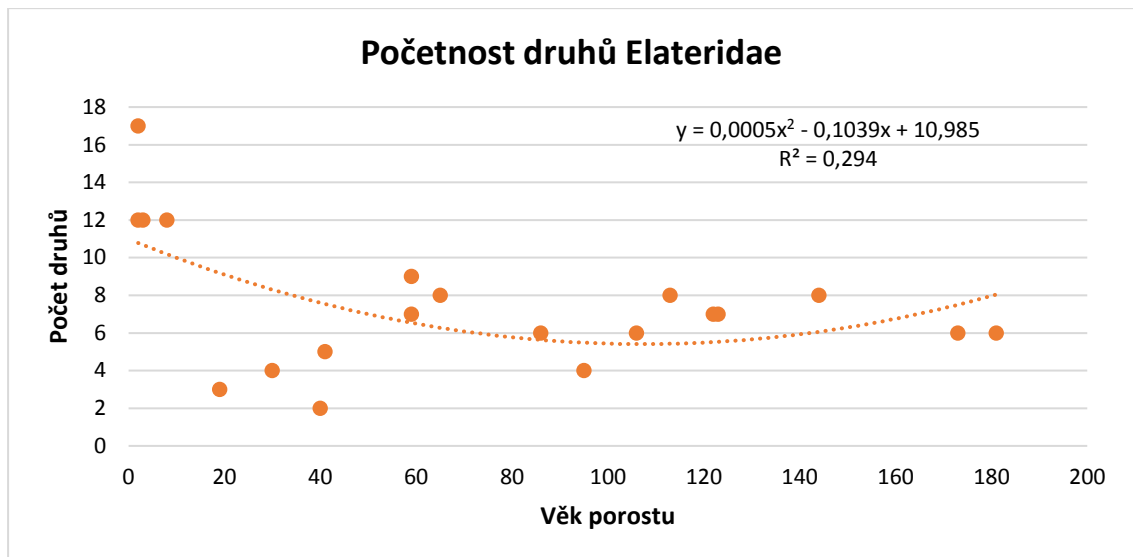
K determinaci do druhů byli zasláni všichni jedinci čeledi Elateridae. Celkem se odchytilo 1 475 jedinců, patřících do 18 druhů.



Graf č. 5 – Počet jedinců Elateridae v závislosti na věku porostu v okolí pasti



Graf č. 6 – Letová aktivita čeledi Elateridae, během celé letové sezony



Graf č. 7 – Druhová početnost v pastech v závislosti na věku porostu, kde byla past umístěna.

5 *Diskuze*

5.1 **Věk porostu**

Věk porostu se ukázal jako zásadní faktor ovlivňující počet odchycených jedinců. Jak vyplývá z grafu č. 2, kdy nejvyšší stavy členovců zaznamenáváme v nejmladších porostech, pro skupiny brouků je zpravidla klíčový na jednu stranu výskyt pasek, a již starých jedinců v rozpadu na straně druhé, což se shoduje s názory několika studií (Konvička, Kuras, 2006, Krása, 2015). Tento fakt se potvrzuje i pro početnost brouků a graf č. 3 zde zaujímá velmi podobný trend.

Paseky, na nichž byly pasti umístěny, mají pro Coleoptera a Insecta z hlediska početnosti jedinců vhodné podmínky. Tento fakt se potvrdil také v početnosti čeledi Elateridae, která jak se potvrdilo je díky tomu vhodnou indikační skupinou pro lesní ekosystémy. Jelikož po smýcení porostu dojde k velkému nárůstu světla i teploty na stanovišti, vzniká tak nový biotop a objevují se zde i druhy nelesní, jež by se v zapojeném porostu nevyskytovaly. Jedná se o různé trávy a byliny, které jsou z hlediska květů, a tudíž nektaru pro hmyz velmi atraktivní (Vačkář, 2005, Chroust, 1997). Díky tomu zde můžeme nalézt i druhy hmyzu z širšího okolí, které sem tyto atraktivní látky přilákají. Neméně důležitý faktor je voda, na pasece neovlivněná velkou transpirací a intercepcí, což je opět výhodou pro rostliny, které se po uvolnění zápoje objevují. Další výhodou, jež skýtá prostředí paseky, jsou rozkládající se pařezy, v nichž se vyvíjí larvy různého hmyzu. Nesmíme opomenout ani fakt, že na pasece jsou pro všechny řády hmyzu výborné letové podmínky (Chobot a kol., 2005).

Porosty od 19 do 41 let tyto podmínky nesplňují. Je zde nižší teplota, hustý zápoj, který zhoršuje letové podmínky a žádná složka bylinného patra, jež by byla atraktivní pro tyto druhy. Brouci (Coleoptera) se v těchto podmínkách chytali spíše výjimečně a v mnohem menší míře, než tomu bylo u ostatních pastí. Hovoříme zde o pasti č. 5, 6, 7 a 8, kdy se věk porostu pohyboval mezi I. a II. věkovou třídou, přičemž počet jedinců Coleoptera odchycených do těchto pastí byl od 58 do 97 ks. Bavíme-li se o třídě Insecta počet jedinců v těchto pastích se pohybuje okolo 500 ks bez řádu Collembola. Ten jsem do celkového výčtu grafu nezohlednila z toho důvodu, že tento řád byl naopak v pastích nevyhovujících jiným řádům velmi početný, a to zejména nárazově. Docházelo tak ke zkreslení výsledků grafu (viz Graf č. 1).

Porosty mýtního a předmýtního věku nacházející se v lokalitě Voltuš vykazovaly rovněž vysokou početnost hmyzu i brouků. Setkáváme se zde s mnoha faktory podobnými jako u pasek. Po rozvolnění porostu dochází opět ke zlepšení letových podmínek. Zároveň s uvolněním zápoje se tu a tam nachází rostlinstvo, které v porostech středního věku (19-41) nenajdeme. Stěžejní především pro řád Coleoptera je však přítomnost mrtvého dřeva, na které jsou přímo vázány saproxylické druhy brouků. Ti se tímto dřevem živí a kladou do něj svá vajíčka, tudíž je přímá vazba samozřejmostí. Tyto porosty jako by v sobě spojovaly mikroklima různých mladších stanovišť. Je zde více světla, ale i vlhkosti, jež zadržují jak odumřelé stromy, tak i rostliny rostoucí na nich. Tento fakt se promítl do výsledků mé studie. Byl zde patrný vysoký odchyt řádu Coleoptera, ale také řád Collembola, jež se nejvíce vyskytoval v pasti č. 19, která se nachází v jednom z nejstarších porostů na lokalitě (188 let). Mimo tuto past se vysoký podíl Collembola odchytl do pasti č. 5, kde je však porost mnohem mladší (19 let) a podmínky stanoviště jsou naprosto odlišné. Zajímavé bylo rovněž zjištění rozdílu v diverzitě porostů mýtního věku a porostů ve věku po obmýtí. Ačkoliv jsou saproxylobionti všeobecně vázáni především na výskyt mrtvého a tlejícího dřeva, a tudíž bychom čekali velký nárůst v jejich početnosti i druhovém zastoupení především v porostech po věku obmýtí, nebylo tomu tak. Nejvyšších hodnot početnosti brouků dosahovaly po pasekách, porosty ve věku 113 až 144 let. Tento jev může být způsoben právě hospodařením v lese, kdy se v našich nejstarších porostech ve věku 173 a 181 let nevyskytuje vysoký podíl mrtvého dřeva, zpravidla proto, že vše bývá z porostu vyklizeno. Není-li tedy ve starém porostu výskyt mrtvého dřeva ve vysoké míře, nedosahuje poté ani druhová a početní diverzita takových hodnot, jakých by v přirozeném lese mohla dosáhnout. Díky tomu se saproxylické druhy z lesa ztrácejí, a to poměrně rychlým tempem (Barnosky et al., 2011). Předmětem ochrany by se proto měly stát především tyto porosty, kde by bylo vhodné, vždy ponechat alespoň několik málo jedinců samovolnému rozpadu, což by byla možnost zvýšení početní i druhové pestrosti těchto stanovišť.

5.2 Nárazové pasti

Pasivní kmenové nárazové pasti se ukázaly jako velmi vhodný prostředek k odchyťování jedinců cílových skupin. Kromě cílových druhů saproxylických brouků se odchytilo také mnoho nesaproxylických čeledí brouků. Celkově bylo odchyceno 27 322 jedinců členovců. Z tohoto celku byly nejpočetnější řád Collembola (10 259), řád Diptera (5 950) a řád Coleoptera (4 956). Veškerý odchycený materiál řádu Coleoptera se dále třídil do 50 čeledí a 2 podčeledí. Z řádu brouků měla největší abundanci čeleď Elateridae s počtem 1 475 jedinců. Dále čeleď Anthribidae, jež se odchytila v celkovém počtu 1 312 jedinců a podčeleď Scolytinae v množství 512 ks. Elateridae ve svém počtu tvoří tedy přibližně 31 % z celkového počtu brouků odchycených ve Voltuši. Anthribidae potom 27 % a Scolytinae 11 %. Ostatní čeledi brouků se nevyskytují v takto hojném počtu a jejich hodnoty tvoří v průměru 2 % z celkového počtu. Z těchto hodnot tedy vyplývá, že pasivní kmenové nárazové pasti se pro cílovou skupinu saproxylických brouků velmi osvědčily a jsou pro jejich odchyt vhodné (Schlaghamerský, 2000). Menší procentuální zastoupení brachypterního hmyzu zase poukazuje na to, že pro tyto skupiny bude vhodnější zaměřit se na odchyt prostřednictvím zemních pastí, či barevných misek.

5.3 Fixační tekutina

Fixační tekutina ze solného roztoku se v některých ohledech velmi osvědčila. Velkým plusem je bezesporu fakt, že nepůsobila jako atraktant, a proto velké množství tvořila především cílová skupina brouků. Brouci po vyjmutí z lahvičky i po delší době byli měkkí, a tedy snadno preparovatelní. Výhodou rovněž bylo, že její příprava trvala velmi krátkou dobu a byla tvořena snadno dostupnými látkami. Další plus je také to, že ke zhotovení roztoku stačila krátká instruktáž, a tak i laik dokázal během chvíle roztok připravit. Bohužel roztok měl i své mínusy, ke kterým je nutno přihlédnout. Například to, že tekutina špatně zabraňovala rozkladu. Především v letních měsících, se tak pasti stávaly díky hnilobnému zápachu atraktivními pro brouky čeledi Silphidae, kteří by se za normálních podmínek možná vůbec neodchytili. Tento problém byl způsoben především tím, že se čas od času do pasti odchytili i drobní savci či plazi. Velmi častým jevem, který bylo možné pozorovat od prvního výběru až po deinstalaci pastí, byla přítomnost řádu Gastropoda. Slimáci se pravidelně

odchytávali do všech pastí. Často jsme se setkávali i s ještěrkami, které se nejvíce vyskytovaly v pastech umístěných poblíž světlin, či přímo na pasekách. Jediným zážitkem bylo odchycení jedince z řádu Lepidoptera, kterého jsme našli v pasti č. 8. Problém se zvěří, která by k pastem přicházela a hledala v nich obdobu lizu (Synek, 2013), na lokalitě Voltuš nebyl pozorován. Nedošlo k poškození ani jedné pasti během všech výběrů. Slaná voda se proto jeví jako vhodná fixační tekutina, jak uvádí i jiní autoři (Schlagmaherský, 2008, Krása 2015).

5.4 Čeleď Elateridae

Jako skupinu indikující druhovou rozmanitost neboli diverzitu jsem si vybrala právě tuto čeleď. Důvodů je hned několik. Za prvé se v mnohých případech jedná o škůdce, a to jak v lesním hospodářství, tak i v zemědělství, dalším důvodem mé volby je jejich přímý vztah s mrtvým dřevem a jedná se tedy o saproxylické druhy, jež se jako bioindikátory druhové diverzity používají v mnoha vědeckých studiích (Siitonen, 2001, Speight, 1989). Dále pak také obývají mnoho stanovišť různých nadmořských výšek a obývají zejména lesní prostředí. I jejich způsob života nám může napovědět proč právě kovaříkovití. Najdeme mezi nimi druhy xylofágní, karnivorní, i nekrofágní.

Z celkového počtu odchycených kovaříkovitých (1 475), byl nejpočetnější druh *Ampedus balteatus* zastoupený 517 jedinci. Jak uvádí (Laibner, 2000), tento druh patří do podrodu *Ampedus*. Podrod je v ČR a SR zastoupen 32 druhy. Jedná se o druhy s denní aktivitou. Imaga nacházíme na pařezech, stojících i padlých kmenech, v křovinách a podrostu světlin, na okrajích lesa, či mýtinách. Často se vyskytuje na květech dubu, jehličnanů či keřů. Odchycen byl také druh uvedený v Červeném seznamu ohrožených druhů ČR. *Paraphotistus impressus* v počtu 5 jedinců, z čehož 2 byli odchyceni do pasti č. 4, další 2 byli nalezeni v pasti č. 10 a jeden jedinec se nacházel v pasti č. 11. Vzhledem k věku porostu v okolí pastí, nám tento výsledek napovídá, že je možné tyto druhy nalézt i ve starších fázích lesa, v tomto případě konkrétně věk činil 65 a 59 let, kromě paseky u pasti č. 4, kde se kovaříkovití chytali hojněji. Tento druh obývá ve stadiu imaga nízké větve stromů, pařezy a kmeny na mýtinách. Nalezneme ho na okraji lesa a paloucích. V ČR, SR, ale i Evropě se z podrodu *Paraphotistus* vyskytuje jediný zástupce, a to tento druh.

Letová aktivita Elateridae (Graf č. 6), ačkoliv se jedinci chytali pravidelně téměř ve všech datech výběrů, velký nárůst zaznamenáváme v dubnu a květnu až do konce června. Následně zaznamenáváme velký postupný pokles až k nule.

Čeď Elateridae, jak z výsledků vyplývá (Graf č. 5) se skutečně vyskytovala nejhojněji v pastech které byly umístěny na pasekách a v mladých kulturách. Tento výsledek tedy prokázal pravdivost tvrzení některých autorů (Laibner, 2000), jež popisují tuto čeď jako hojně se vyskytující na světlinách a pasekách, a to zejména z důvodu její vázanosti na mrtvé dřevo a rostliny vyskytující se poblíž něj.

Co se týče druhové diverzity (Graf č. 7), zaznamenáváme zde střídání poklesů a nárůstů v průběhu růstu lesa. To může být zapříčiněno výskytem tlejícího dřeva, ale také letovými podmínkami a dalšími faktory specifickými pro výskyt daných druhů kovaříků. Z druhů Elateridae vyskytujících se v ČR je 61 % uvedeno v červeném seznamu ohrožených druhů. Z těchto druhů byl odchycen jeden v počtu 5 jedinců. Tento výsledek není zanedbatelný a poukazuje na to, že se i ve smrkové monokultuře může vyskytovat vzácný druh.

6 Závěr

Ve Voltuši se nárazové pasti velice osvědčily, a to jak pro druhovou diverzitu, tak pro cílové skupiny saproxylických brouků. Fixační tekutina se rovněž velice pozitivně osvědčila, především na cílové druhy a nepůsobila jako příliš atraktivní pro druhy ostatní. Klíčovým aspektem biodiverzity smrkové monokultury byl věk porostu, což se potvrdilo také ve výsledcích. Druhová rozmanitost, jak se ukázalo, je nejbohatší na pasekách, v porostech překračujících dobu obmýetí, či na světlinách, kde se mají šanci vyskytnout i rostliny, které v zapojeném lese potkáme jen zřídkakdy. Právě na tyto rostliny je vázána řada skupin brouků, pro které je prostředí paseky velmi atraktivní. Mezi tyto skupiny patří i čeleď Elateridae, jež je s nimi úzce spjata. Jelikož se jedná o indikační druhy brouků, můžeme díky tomu usuzovat, jaký management lesa podporuje biodiverzitu (Nilsson et al., 2001). Potvrdilo se, že faktory měnící jakýmkoliv způsobem mikroklima porostu, byly pro biodiverzitu limitujícím aspektem. V porostech mladých, hustých a plně zapojených biodiverzita značně klesla, a to jak z hlediska druhového, tak početního.

Z výsledků vyplynulo, že smrková monokultura si umí zachovat druhovou pestrost, avšak s poklesy v průběhu růstu. Doba obmýetí, jež smrkový les limituje, může být klíčovým problémem nízké biodiverzity. Pro další výzkum by tedy bylo vhodné pokračovat v této studii i nadále a sledovat, zda se křivka trendu diverzity bude spolu s rostoucím věkem skutečně navyšovat či nikoliv. Smrková monokultura se tedy ukázala jako vhodná pro zhodnocení biodiverzity a lokalita Voltuš dobře reprezentovala množství věkových stupňů smrkových porostů v jednom lesním celku. Bylo by proto přínosné ve studii pokračovat i nadále aby bylo možné porovnat mezi sebou jednotlivé roky a určit, zda se biodiverzita postupně bude zvyšovat či nikoliv.

7 Doporučení pro praxi

- ❖ Smrková monokultura je pro sledování vlivů a změn biodiverzity velmi vyhovující, proto bude vhodné ve výzkumu i nadále pokračovat
- ❖ Monokultura smrku, může vykazovat nižší druhovou diverzitu než přirozený smíšený les v podobných podmínkách, vyskytovaly se zde však i druhy vzácné, a proto její význam není zanedbatelný
- ❖ Výskyt mrtvého dřeva v porostu zvyšuje diverzitu saproxylických brouků, ke zvýšení této diverzity může napomoci ponechání alespoň malého procenta jedinců samovolnému rozpadu, pro zamezení výskytu podkorního hmyzu, bude vhodné tyto stromy například odkornit
- ❖ Nárázové pasti jsou účinné jak pro skupiny členovců, tak i pro skupiny brouků a saproxylické druhy, spíše však pro druhy makropterní
- ❖ Fixační tekutina v podobě roztoku slané vody je pro odchyt členovců i brouků dobrá, musíme však zajistit pravidelné výběry, a to zejména v letních měsících
- ❖ Elateridae jsou jako indikační druhy více než vhodné, jelikož jak se potvrdilo, jejich druhová i početní křivka kopíruje trend platný i pro abundanci členovců a skupin brouků

8 Seznam použité literatury

ALEXANDER, K.N.A. Revision of the Index of Ecological Continuity as used for saproxylic beetles, *English Nature Research Report*. 2004, no 574, 60 s.

BAČE, R.; SVOBODA, M. *Management mrtvého dřeva v hospodářských lesích: Certifikovaná metodika*. č. 6. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Strnady, 2016. 44 s. ISBN 978-80-7417-118-5 (brožováno)

BALÁŠ, M.; KUNEŠ, I. *Biologické základy pěstování lesů*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014. 120 s. ISBN 978-80-213-2499-2

BARNOSKY, A.D.; MATZKE, N.; TOMIYA, S.; WOGAN, G.O.U.; SWARTZ, B.; QUENTAL, T.B.; MARSHALL, CH.; McGUIRE, J.L.; LINDSEY, E.L.; MAGUIRE, K.C.; MERSEY, B.; FERRER, E.A. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?. *Nature*. 2011, vol 471, 51-57.

BOUKAL, M. Fragmentace krajiny a druhy indikující kontinuitu. In HORÁK, J. (ed). *Brouci vázaní na dřeviny*. 1. vyd. Pardubice: Pardubický kraj & Česká lesnická společnost, 2008. 60 s. ISBN 978-80-02-01983-1

BRIN, A; BOUGET, CH.; BRUSTEL, H.; JACTEL, H. Diameter of downed woody debris does matter for saproxylic beetle assemblages in temperate oak and pine forests. *Journal of Insect Conservation*. 2011, vol 15, s. 653-669.

CÍLEK, V. et al. *Střední Brdy*. 1. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2009. 376 s. ISBN 80-7084-266-0

ČÍŽEK, L. Les nebo plantáž? Lesní hospodaření a jeho vliv na biodiverzitu. In HORÁK, J. (ed). *Brouci vázaní na dřeviny*. 1. vyd. Pardubice: Pardubický kraj & Česká lesnická společnost, 2008. 60 s. ISBN 978-80-02-01983-1

du BUSS de WARNAFFE; G., LEBRUN, P. Effects of forest management on carabid beetles in Belgium: implications for biodiversity conservation, *Biological Conservation*. 2004, vol 118, 219-34.

FÉR, F.; POKORNÝ, J. *Lesnická dendrologie*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola zemědělská. Publikace Matice lesnické, 1993. 131 s. (neváz.)

GAMFELDT, L.; SNÄLL, T.; BAGCHI, R.; JONSSON, M.; GUSTAFSSON, L.; KJELLANDER, P.; RUIZ-JAEN, M.C.; FRÖBERG, M.; STENDAHL, J.; PHILIPSON, C.D.; MIKUSIŃSKI, G.; ANDERSSON, E.; WESTERLUND, B.; ANDRÉN, H.; MOBERG, F.; MOEN, J.; BENGTSSON, J. Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species, *Nature communications*. 2013, vol 4

GROVE, S.J. Saproxyllic Insect Ecology and the Sustainable Management of Forests, *Annual review of Ecology and systematics*. 2002, vol 33, 1-23

HARMON, M.E.; FRANKLIN, J.F.; SWANSON, F.J.; SOLLINS, P.; GREGORY, S.V.; LATTIN, J.D.; ANDERSON, N.H.; CLINE, S.P.; AUMEN, N.G.; SEDDEL, J.R.; LIENKAEMPER, G.W.; CROMACK, K.; CUMMINS, K.W. Ecology of Coarse Woody Debris in Temperate Ecosystems, *Advances in Ecological research*. 1986, vol 15, 1–87 s.

HEDIN J.; ISACSSON G.; JONSELL M.; KOMONEN A. Forest fuel piles as ecological traps for saproxyllic beetles in oak, *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2008, vol 23, no 2, s 348-357.

HORÁK, J. (ed). *Brouci vázaní na dřeviny*. 1. vyd. Pardubice: Pardubický kraj & Česká lesnická společnost, 2008. 60 s. ISBN 978-80-02-01983-1

HŮRKA, K. *Brouci České a Slovenské republiky = Beetles of the Czech and Slovak Republics*. 2. nezměněné vyd. Zlín: Nakladatelství KABOUREK, s.r.o., 2017. 390 s. ISBN 978-80-86447-17-9

CHOBOT, K.; ŘEZÁČ, M.; BOHÁČ, J. Epigeické skupiny bezobratlých a jejich indikační schopnosti. In Vačkář, D. (ed.). *Ukazatele změn biodiverzity*. 1. vyd. Praha: Academia, 2005. 300 s. ISBN 80-200-1386-5.

CHROUST, L. *Výchovy lesních porostů*. Opočno: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Strnady, Výzkumná stanice Opočno, 1997. 277 s. ISBN 80-238-0889-3

KAILA, L. A new method for collecting quantitative samples of insects associated with decaying wood or wood fungi. *Entomologica Fennica*, 1993, vol 4, 21-23.

KNAPP, M. Kdo je v pasti, aneb problémy sběru terénních dat o hmyzu. *Časopis ŽIVA* [online]. Praha, Nakladatelství Academia, Středisko společných činností Akademie věd ČR, v. v. i., 2015, č. 6. ISSN 0044-4812.

KONVIČKA, O.; KURAS, T. Staré stromy a jejich hmyzí obyvatelé. *Časopis ŽIVA* [online]. Praha, Nakladatelství Academia, Středisko společných činností Akademie věd ČR, v. v. i., 2006, č. 4. ISSN 0044-4812.

KREČMER, V. K intercepci ve středohorské smrčtině. In *Opera Corcontica*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1968, s. 83-96

KŘÍSTEK, J.; URBAN, J. *Lesnická entomologie*. 2. upr. vyd. Praha: Academia, 2013. 445 s. ISBN 978-80-200-2237-0 (váz.)

KUPKA, I. *Základy pěstování lesa*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2005. 175 s. ISBN 80-213-1308-0

LAIBNER, S. *Elateridae of the Czech and Slovak Republics = Elateridae České a Slovenské republiky*. Zlín: Kabourek, s.r.o., 2000. 292 s. ISBN 80-901466-2-7

LEUGNER, J. Péče o vnitrodruhovou diverzitu. In MATĚJKA, K.; LEUGNER, J. (ed). *Katalog pěstebních opatření pro zvýšení biodiverzity v lesích v chráněných územích*. Opočno: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Strnady, Výzkumná stanice Opočno, 2016. 64 s. ISBN 978-80-7417-109-3

MANSOURIAN, S.; VALLAURI, D.; N. DUDLEY (eds). *Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees*, Springer, New York, USA. Springer Science and Business Media, Inc. 2005. 438 s. ISBN 0-387-25525-7

MARHOUL, P. Význam červených seznamů a červených knih pro ochranu ohrožených druhů. In HORÁK, J. (ed). *Brouci vázaní na dřeviny*. 1. vyd. Pardubice: Pardubický kraj & Česká lesnická společnost, 2008. 60 s. ISBN 978-80-02-01983-1

NIETO, A.; ALEXANDER, K.N.A. *European Red List of Saproxylic Beetles*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2010. 44 s. ISBN 978-92-79-14152-2

- NILSSON S.; HEDIN J.; NIKLASSON M. Biodiversity and its assessment in boreal forests and nemoral forests, *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2001, vol 3, 10-26.
- ØKLAND, B.; BAKKE, A.; HÅGVAR, S.; KVAMME, T. What factors influence the diversity of saproxylic beetles? A multiscaled study from a spruce forest in southern Norway, *Biodiversity and Conservation*. 1996, vol 5, 75-100.
- ØKLAND, B. A comparison of three methods of trapping saproxylic beetles. *European Journal of Entomology*. 1995, vol 93, 195-209. ISSN 1210-5759
- PODRÁZSKÝ, V. *Základy ekologie lesa*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014. 144 s. ISBN 978-80-213-2515-9
- SAMEC, P.; FORMÁNEK, P. *Mikrobiologie lesních půd*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. 126 s. ISBN: 978-80-86386-93-5 (brož.)
- SCOLASTRI, A.; CANCELLIERI, L.; IOCCHI, M.; CUTINI, M. Old coppice versus high forest: the impact of beech forest management on plant species diversity in central Apennines (Italy), *Journal of Plant Ecology*. 2017, vol 10, no 2, s 217-280
- SCHLAGHAMERSKÝ, J. Monitoring saproxylických brouků: Od sběru dat po jejich interpretaci. In HORÁK, J. (ed). *Brouci vázaní na dřeviny*. 1. vyd. Pardubice: Pardubický kraj & Česká lesnická společnost, 2008. 60 s. ISBN 978-80-02-01983-1
- SCHLAGHAMERSKÝ, J. The saproxylic beetles (Coleoptera) and ants (Formicidae) of Central European hardwood floodplain forests, *Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis: Biologica*. 2000, vol 103, s. 1–205.
- SIITONEN J. Forest management, Coarse woody debris and saproxylic organism: Fennoscandian Boreal Forests as an Example, *Ecological Bulletins*. 2001, vol 49, 11-41.
- SLÁMA, M.E.F. *Tesaříkovití-Cerambycidae České a Slovenské republiky. (Brouci – Coleoptera): Výskyt, bionomie, hospodářský význam, ochrana*. 1. vyd. Krhanice: Tercie spol. s.r.o., 1998. 383 s. ISBN 80-238-2627-1.

SPEIGHT M. *Saproxylic invertebrates and their conservation*, Strasbourg: Council of Europe, Publications and Documents Division, 1989. 79 s. ISBN 92-871-1680-6

SYNEK, J. *Význam dutých jasanů (Fraxinus excelsior) ve vztahu k výskytu syproxylických brouků (Coleoptera) v NPR Vrapač*. Unpublished bachelor thesis. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2013. 59 s.

ŠPRYŇAR, P.; STREJČEK, J. Potravní vazby herbivorního hmyzu: Nástroj pro hodnocení biotopů a krajiny. *Časopis ŽIVA* [online]. Praha, Nakladatelství Academia, Středisko společných činností Akademie věd ČR, v. v. i., 2012, č. 4. ISSN 0044-4812.

THOMAS S.C.; HALPERN CH.B., FALK D.A.; LIGUORI, D.A.; AUSTIN, K.A. Plant diversity in managed forests understory responses to thinning and fertilization, *Ecological Applications*. 1999, vol 9, 864-79.

ÚRADNÍČEK, L.; CHMELAR, J. *Dendrologie lesnická*. Dotisk 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1998. 97 s. ISBN 80-7157-162-8.

VAČKÁŘ, D. Souhrn a závěry. In Vačkář, D. (ed.). *Ukazatele změn biodiverzity*. 1. vyd. Praha: Academia, 2005. 300 s. ISBN 80-200-1386-5.

WEISS, M.; PROCHÁZKA, J.; SCHLAGHAMERSKÝ, J.; ČÍŽEK, L. Fine-scale vertical stratification and guild composition of saproxylic beetles in lowland and montane forests: similar patterns despite low faunal overlap, *PLoS ONE*, 2016, vol 11, no 3

WERMELINGER, B. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*-A review of recent research, *Forest ecology and management*. 2004, vol 202. 67-82

ZAHRADNÍK, P. *Seznam brouků (Coleoptera) České republiky a Slovenska = Check list of beetles (Coleoptera) of the Czech republic and Slovakia*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 2017. 544 s. ISBN 978-80-7458-092-5

ZBUZEK, B. Elateridae (kovaříkovití). In HEJDA, R.; FARKAČ, J.; CHOBOT, K. (eds). *Červený seznam ohrožených druhů České republiky: Bezobratlí*. č. 36. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2017. s. 343-347. ISBN 978-80-88076-53-7

Příspěvky v elektronických monografiích a články v el. periodikách:

BURIÁNEK, V. Duben: Biodiverzita lesních ekosystémů. *eAgri* [online]. 2011-05-31 [cit.2018-04-15]. Dostupné z WWW:

<<http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/lesnictvi/mezinarodni-rok-lesu-2011/tema-mesice/duben-biodiverzita-lesnich-ekosystemu.html>>

DUŠEK, D.; NOVÁK, J.; SLODIČÁK, M.; KACÁLEK, D. Výchova chřadnoucích smrkových mlazin = Health condition of norway spruce thickets after first precommercial thinning in localities affected by spruce decline. *Silvarium* [online]. 2017-04-13 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z WWW:

<<http://www.silvarium.cz/lesnictvi/vychova-chradnoucich-smrkovych-mlazin>>.

HRON, M. Jak levně podpořit biodiverzitu v lesích. *Veronica: Časopis pro ochranu přírody a krajiny* [online]. 2012. no. 6 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z WWW:

<<http://www.casopisveronica.cz/clanek.php?id=831>>.

KRÁSA, A. *Ochrana saproxylického hmyzu a opatření na jeho podporu: Metodika AOPK ČR* [online]. Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2015 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.ochranaprirody.cz/publikacni-cinnost/publikace/ochrana-saproxylickeho-hmyzu-a-opatreni-na-jeho-podporu/>>

9 Přílohy

9.1 Tabulkové přílohy

Tabulka č.2 – Počet odchytených jedinců Elateridae v rámci druhů

| Druh | Počet jedinců |
|--|---------------|
| <i>Agrypnus murinus</i> (Linnaeus, 1758) | 3 |
| <i>Ampedus balteatus</i> (Linnaeus, 1758) | 517 |
| <i>Ampedus erythrogonus</i> (P.W. & J. Müller, 1821) | 20 |
| <i>Ampedus nigrinus</i> (Herbst, 1784) | 38 |
| <i>Ampedus pomorum</i> (Herbst, 1784) | 47 |
| <i>Ampedus sanguineus</i> (Linnaeus, 1758) | 24 |
| <i>Anostirus castaneus</i> (Linnaeus, 1758) | 3 |
| <i>Anostirus purpureus</i> (Poda, 1761) | 1 |
| <i>Athous subfuscus</i> (O.F. Müller, 1767) | 162 |
| <i>Athous zebei</i> (Bach, 1854) | 63 |
| <i>Cardiophorus ruficollis</i> (Linnaeus, 1758) | 55 |
| <i>Dalopius marginatus</i> (Linnaeus, 1758) | 120 |
| <i>Limonius minutus</i> (Linnaeus, 1758) | 4 |
| <i>Melanotus castanipes</i> (Paykull, 1800) | 70 |
| <i>Melanotus villosus</i> (Geoffroy, 1785) | 31 |
| <i>Paraphotistus impressus</i> (Fabricius, 1792) | 5 |
| <i>Pheletes aeneoniger</i> (DeGeer, 1774) | 85 |
| <i>Sericus brunneus</i> (Linnaeus, 1758) | 227 |

9.2 Fotopřílohy



Obr. č. 3 – Past č. 1



Obr. č. 4 – Past č. 2 v porostu



Obr. 5- Past č. 3



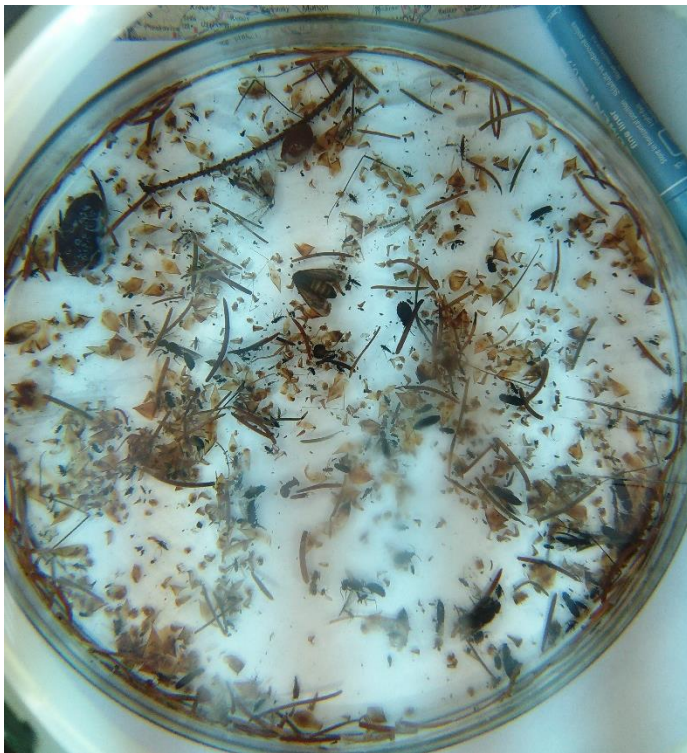
Obr. č. 6- Past č. 4



Obr. č. 7- Past č. 11



Obr. č. 8 – Past č. 20



Obr. č. 9- Třídění odchycených členovců



Obr. č. 10- Determinace čeledí brouků v laboratoři