

Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra ochrany lesa a entomologie**



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Hodnocení efektivity využití feromonových lapačů
pro monitoring
Polygraphus poligraphus (Curculionidae:
Scolytinae)**

Autor: David Juráš

Vedoucí práce: doc. Mgr. Karolina Resnerová, Ph.D.

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

David Juráš

Lesnictví

Ochrana a pěstování lesních ekosystémů

Název práce

Hodnocení efektivity využití feromonových lapačů pro monitoring *Polygraphus poligraphus* (Curculionidae: Scolytinae)

Název anglicky

Evaluation of the effectiveness of using pheromone traps for monitoring of *Polygraphus poligraphus* (Curculionidae: Scolytinae)

Cíle práce

- vytvořit přehled výskytu lýkohubů rodu *Polygraphus* v České republice
- vyhodnotit efektivitu feromonového odparníku Polywit na monitoring lýkohuba matného
- zjistit necilové druhy kůrovců v pastech navzášených feromonovým odparníkem Polywit

Metodika

Na pěti vybraných lokalitách v oblasti NP Šumava budou instalovány feromonové lapače s odparníky Polywit určených pro odchyt *Polygraphus poligraphus*. Pasti budou instalovány do smrkových porostů starších 60 let. Od dubna do srpna 2022 budou probíhat týdenní kontroly a odběry odchycených jedinců i necilových druhů bezobratlých ve feromonových pastech. Vzorky kůrovců a dalších bezobratlých budou uloženy v mrazu a po ukončení terénních odběrů determinovány. Bude provedena rešerše výskytu lýkohuba matného v České republice a zároveň jeho významu v ochraně lesa.

Výsledky terénní studie budou převedeny do tabulkového procesu a následně standardními statistickými metodami srovnány.

Výsledky budou konfrontovány s obdobnými vědeckými pracemi.

Harmonogram

duben 2022 – příprava feromonových lapačů pro monitoring

květen–červenec 2022 – kontrola lapačů, odběr vzorků

září–prosinec 2022 – zpracování terénních dat, laboratorní analýza a statistické vyhodnocení

leden–březen 2023 – předložení literární rešerše, zpracovaných dat a diskuse ke kontrole

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

lýkohub matný; letová aktivita; rozšíření; feromonové lapače

Doporučené zdroje informací

- Haack, R. A. (2001). Intercepted Scolytidae (Coleoptera) at U.S. ports of entry: 1985–2000. *Integrated Pest Management Reviews*, 6(3/4), 253–282. <https://doi.org/10.1023/A:1025715200538>
- Hekkala, A.-M., Kärvelo, S., Versluijs, M., Weslien, J., Björkman, C., Löfroth, T., & Hjältén, J. (2021). Ecological restoration for biodiversity conservation triggers response of bark beetle pests and their natural predators. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 94(1), 115–126. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpaa016>
- Kärvelo, S., Björkman, C., Johansson, T., Weslien, J., & Hjältén, J. (2017). Forest restoration as a double-edged sword: the conflict between biodiversity conservation and pest control. *Journal of Applied Ecology*, 54(6), 1658–1668. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12905>
- Kohnle, U., Francke, W., & Bakke, A. (2009). Polygraphus poligraphus (L.): Response to enantiomers of beetle specific terpene alcohols and a bicyclic ketal. *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie*, 100(1–5), 5–8. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1985.tb02748.x>
- Smith, S. M., & Hulcr, J. (2015). Chapter 12 – Scolytus and other economically important bark and ambrosia beetles. In F. E. Vega & R. W. Hofstetter (Eds.), *Bark beetles* (pp. 495–531). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417156-5.00012-5>
- Viklund, L., Rahmani, R., Bång, J., Schroeder, M., & Hedenström, E. (2019). Optimizing the attractiveness of pheromone baits used for trapping the four-eyed spruce bark beetle Polygraphus poligraphus. *Journal of Applied Entomology*, 143(7), 721–730. <https://doi.org/10.1111/jen.12641>
- Weiser, J., Handel, U., Wegensteiner, R., & Zizka, Z. (2002). Unikaryon polygraphi sp.n. (Protista, Microspora): a new pathogen of the four-eyed spruce bark beetle Polygraphus poligraphus (Col., Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 126(2–3), 148–154. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2002.00617.x>

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Mgr. Karolina Resnerová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 27. 2. 2023

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 3. 2023

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 04. 04. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Hodnocení efektivity využití feromonových lapačů pro monitoring *Polygraphus poligraphus* (Curculionidae: Scolytinae)" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 5.4.2023

Poděkování

Rád(a) bych touto cestou poděkoval(a) doc. Mgr. Karolině Resnerové, Ph.D. která mi při vedení bakalářské práce poskytla cenné rady a pomohla mi s její realizací včetně poskytnutí pomůcek. Děkuji také mé rodině a přátelům za podporu během celého studia.

Hodnocení efektivity využití feromonových lapačů pro monitoring *Polygraphus poligraphus* (Curculionidae: Scolytinae)

Souhrn

Cílem této bakalářské práce je zjistit účinnost feromonových odparníků Polywit na monitoring lýkohuba matného (*Polygraphus poligraphus*). Vedlejší cíle této bakalářské práce jsou zjistit účinnost feromonových odparníků Polywit na ostatní druhy lýkohubů a vytvoření přehledu výskytu lýkohubů rodu *Polygraphus* v České republice. Práce bude rozdělena do dvou částí, a to na praktickou část, která se bude zabírat samotným výzkumem, jenž odpoví na první dva cíle této bakalářské práce a na teoretickou část, která odpoví na poslední třetí cíl této práce. Data k třetímu cíli budou čerpána hlavně pomocí rešerše.

Klíčová slova: lýkohub matný, Polywit, monitoring, účinnost, efektivita, Česká republika

**Evaluation of the effectiveness of pheromone traps
for monitoring
Polygraphus poligraphus (Curculionidae:
Scolytinae)**

Summary

The goal of this bachelor thesis is to find out the efficiency of pheromone dispenser Polywit for monitoring small spruce bark beetle (*Polygraphus poligraphus*). The side goals of this bachelor thesis are to find out efficiency of pheromone dispenser Polywit to other bark beetle species. The third goal is to create an overview the of appearance of the small spruce bark beetle (*Polygraphus poligraphus*) in the Czech Republic. The thesis is going to be divided into two parts. The practical part is going to be about practical research and it is going to answer to the first and second goals of this bachelor thesis. Theoretical part is going to answer the third goal of this bachelor thesis. Data for this part will be got by research.

Keywords: small spruce bark beetle, Polywit, monitoring, efficiency, Czech Republic

Obsah

1	Úvod	10
2	Cíl práce	11
3	Literární rešerše	12
3.1	Biologie a ekologie rodu <i>Polygraphus</i>	12
3.1.1	Popis taxonomie <i>Polygraphus poligraphus</i>	12
3.2	Lýkohub matný (<i>Polygraphus poligraphus</i>)	13
3.2.1	Životní cyklus	13
3.2.2	Popis stadií vývoje	14
3.2.3	Predátoři	15
3.3	Význam v lesnictví	16
3.3.1	Popis škodlivého působení na stromy	16
3.3.2	Vliv na lesní ekosystémy	17
3.4	Metody monitorování a ochrany	17
3.4.1	Popis metod monitorování	17
3.4.2	Popis metod ochrany lesů před <i>Polygraphus poligraphus</i>	17
3.5	Švédská studie feromonů lýkohuba matného	19
3.5.1	Tři studie	20
3.5.2	Výsledky studií	21
3.6	<i>Polygraphus grandiclava</i> C.G. Thomson, 1886	22
3.6.1	Popis dospělce.....	22
3.6.2	Způsob života a historie taxonomie	23
4	Metodika	24
4.1	Popis lokalit lapačů	24
4.1.1	Lokalita lapače č. 1	25
4.1.2	Lokalita lapače č. 2	25
4.1.3	Lokalita lapače č. 3	26
4.1.4	Lokalita lapače č. 4	27
4.1.5	Lokalita lapače č. 5	28
4.2	Podmínky pro umístění lapače s feromonovým odparníkem	29
4.3	Další postup výzkumu	30
4.4	Metodika určování lýkohuba matného a jeho pohlaví	30
4.5	Metodika sběru dat výskytu rodu <i>Polygraphus</i> v ČR	32
5	Výsledky	33
5.1	Výzkum feromonových lapačů	33
5.1.1	Determinace dle skupin.....	33
5.1.2	Determinace brouků Coleoptera dle čeledí.....	34

5.1.3	Determinace chycených druhů rodu Curculionidae.....	35
5.2	Výskyt rodu <i>Polygraphus</i> v České republice	36
5.2.1	Mapa výskytu <i>Polygraphus poligraphus</i>	36
5.2.2	Mapa výskytu <i>Polygraphus grandiclava</i>	38
5.3	Výskyt rodu <i>Polygraphus</i> v České republice v datech.....	39
5.3.1	Data <i>Polygraphus poligraphus</i>	39
5.3.2	Data <i>Polygraphus grandiclava</i>	41
6	Diskuse	43
7	Závěr	45
8	Literatura	46
8.1	Vyhlášky	48

1 Úvod

Monitoring je činnost, která se provádí za účelem zjištění výskytu cílového druhu organismu v určité oblasti. Tato oblast může být velká od velikosti například porostu až po státní až kontinentální monitoring. Monitoring se v lesnictví využívá pro zjištění stavu množství cílového druhu. Pro případ, že se daný druh přemnoží, můžeme včas aplikovat opatření, která minimalizují nebo alespoň zredukuje škody způsobené přemnožením. V České republice se nejčastěji používá monitoring lýkožrouta smrkového *Ips typographus* (Linnaeus, 1758), který je jeden ze sedmi kalamitních škůdců na českém území. (Vyhláška 101/1996 sb.)

Vzdálený příbuzný druh lýkohub matný *Polygraphus poligraphus* (Linnaeus, 1758) ovšem taktéž patří mezi významné škůdce v lesním hospodářství. Je jedním z prvních popsaných druhů kůrovců, což může naznačovat jeho odvěkou hojnost a rozšířenost, která přetrvává dodnes. Tento druh se vyskytuje po celé Eurasii, a to od Francie přes Čínu až po Japonsko (Knižek, 2005). Lýkohub matný odjakživa poutal pozornost lesníků v lesním hospodářství pro jeho hojný lokální výskyt. Sice velkoplošně nepoškozoval porosty, ale v důsledku zmíněného nadměrného výskytu byl zařazen mezi význačné škůdce smrků. Je uváděno, že lýkohub matný napadá smrkové stromy střední tloušťky v tmavých hustých porostech. Dále napadá pomalu rostoucí stromy v horských oblastech a horských rašeliništích. V dnešní době kvůli expanzi lýkožrouta smrkového je lýkohub matný nucen rozšířit své působení i do starších prosvětlených smrkových porostů. Stále častěji dochází k jeho lokálnímu přemnožení, dokonce je nucen napadat i vizuálně zdravé stromy (Knižek, 2005).

Údajně lýkohub matný na feromonové odparníky nereaguje. Z toho důvodu je v této bakalářské práci hodnocen feromonový odparník typu Polywit od rakouské firmy Witasek. Tato firma se zabývá lapači a fyzickými a chemickými přípravky na ochranu rostlin. Firma dále vyrábí přípravky na bázi repelentů, jedů a feromonových odparníků.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnocení vhodnosti feromonových odparníků typu Polywit pro monitoring výskytu lýkohuba matného (*Polygraphus poligraphus*). Práce se dále zabývá zjištěním výskytu a sestavením literárního přehledu lýkohuba rodu *Polygraphus* v České republice. Vedlejším cílem je také zjistit, zdali je feromonový odparník vhodný i pro jiné druhy, jelikož od výrobce je výrobek uváděn jako selektivní feromon.

Hlavní výzkumná otázka:

- Je feromonový odparník Polywit účinný pro monitoring lýkohuba matného?

Dílčí výzkumné otázky:

- Je feromonový odparník Polywit účinný i pro jiné druhy lýkohubů?
- Ovlivňují podmínky a věk porostů účinnost odparníků?
- Jaké je rozšíření rodu *Polygraphus* v České republice?

3 Literární rešerše

Literární rešerše je rozdělena na 3 kapitoly. První kapitola popisuje obecně rod *Polygraphus* včetně taxonomického zařazení. Druhá kapitola je o samotném lýkohubu matném, která popisuje jeho životní cyklus, vzhled a predátory, kteří mají vliv na jeho populaci. Poslední kapitola popisuje dalšího zástupce rodu *Polygraphus*, a to lýkohuba tmavonohého a konkrétně jeho vzhled a způsob života.

3.1 Biologie a ekologie rodu *Polygraphus*

Druhy rodu *Polygraphus* jsou floemofágní polygamní brouci. Tyto druhy nejčastěji napadají jehličnaté stromy z čeledi Pinaceae, stromy s tvrdým dřevem nebo také třešně (*Prunus L. spp.*) (Pfeffer, 1994b; Avtzis et al., 2008).

3.1.1 Popis taxonomie *Polygraphus poligraphus*

Říše:	<i>Animalia</i> – živočichové
Podříše:	<i>Eumetazoa</i>
Oddělení:	<i>Bilateria</i> – dvoustranně souměrní
Pododdělení:	<i>Protostomia</i> – prvoústí
Kmen:	<i>Arthropoda</i> – členovci
Podkmen:	<i>Hexapoda</i> – šestinozí
Třída:	<i>Insecta</i> – hmyz
Podtřída:	<i>Pterygota</i> – křídlatí
Infratřída:	<i>Neoptera</i> – novokřídlí
Řád:	<i>Coleoptera</i> – brouci
Podřád:	<i>Polyphaga</i> – všežraví
Infrařád:	<i>Cucujiformia</i>
Nadčeled':	<i>Curculionoidea</i>
Čeled':	<i>Curculionidae</i> – nosatcovití
Podčeled':	<i>Scolytinae</i> – kůrovci
Tribus:	<i>Polygraphini</i>
Rod:	<i>Polygraphus</i> – lýkohub

3.2 Lýkohub matný (*Polygraphus poligraphus*)

3.2.1 Životní cyklus

Aktivita druhu začíná na jaře, kdy samice naklade v matečné chodbě kolem 30 vajíček, nejčastěji v dubnu a květnu. Následuje druhé rojení, které probíhá v letních měsících – červenci a srpnu. Pokud je příznivý rok, což znamená sucho a teplo, je populace lýkohuba matného schopna na podzim započít třetí rojení. Samice lýkohuba jsou schopné takzvaného sesterského rojení, které spočívá v napadení vícero stromů jednou oplodněnou samicí. Přes zimu lýkohub matný přezimuje ve všech vývojových stádiích kromě vajíčka (Křístek, Urban, 2013).

Lýkohub matný napadá přednostně stromy v probírkovém věku, tedy 20 let a výše. Preferuje slabší kůry, ale dokáže bez problémů osídlit i stromy se silnější borkou. Zpravidla napadá strom po celé jeho délce, takže ostatní druhy kůrovců nemají vzhledem ke konkurenci prostor a napadají poté pouze větve, kde se mohou vyskytovat menší druhy kůrovců. Ovšem při napadení silnějšího stromu se jeho výskyt posouvá do horní úrovně stromu, kde se nachází slabší kůra. Díky tomu v nižší části kmene vzniká prostor pro napadení ostatními kůrovci, jako je například lýkožrout smrkový. Přednostně lýkohub napadá stromy slabší, v podúrovni nebo poškozené abiotickými činiteli (Knížek, 2005; Křístek, Urban, 2013).

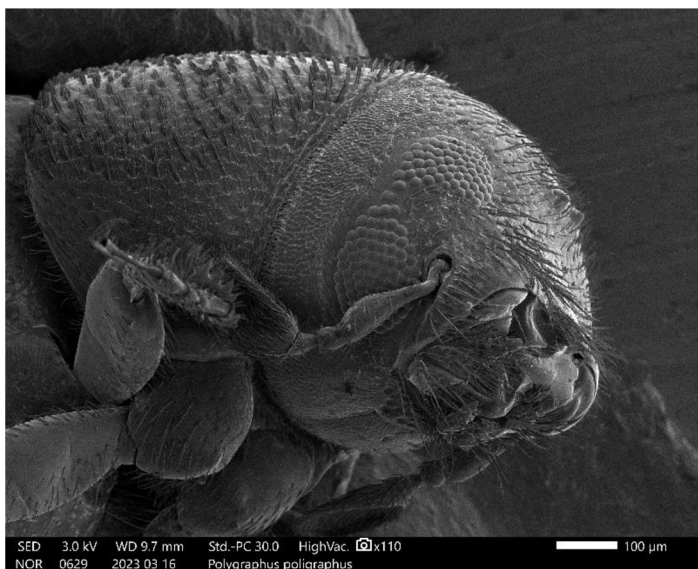
Velká část druhů z čeledi Curculionidae, podčeledi Scolytinae vytváří při napadení stromů požerek, který obsahuje typické, okem rozpoznatelné části, jako jsou: snubní komůrka, kde dochází k oplodňování samice či více samic, a matečná chodba, kterou samice vykouše a naklade zde vajíčka jedno po druhém střídavě na její levou a pravou stranu. To ovšem neplatí u lýkohuba matného, jehož požerek je typicky chaotický. Jelikož je polygamní, samice vykousávají matečné chodby jakýmkoliv směrem. Larvové chodby jsou ovšem tak malé, že se mohou ztratit v kůře a pak se objevit opodál u lýka. V lýku borovice, které lýkohub matný taktéž napadá, je požerek již více čitelný a hvězdicovitý (Zúbrik, 2011).

Jak již bylo zmíněno, lýkohub matný je polygamní druh. Zpravidla jeden samec je schopen oplodnit 3 až 5 samic. Každá matečná chodba má snubní komůrku. Tyto matečné chodby jsou dlouhé od 2 do 6 cm a 1,2 až 1,5 mm široké. Larvové chodby vykousávají larvy od 1 do 7 cm, kde na jejich konci se nachází kukelná kolébka. Zde se vyvíjí 8 až 10 dní a po vylíhnutí se imaga vyvíjí další tři týdny (Knížek, 2005).

3.2.2 Popis stadií vývoje

Vajíčko je podobně jako u všech zástupců rodu *Polygraphus* oválné, lesklé a bílé, může být přibližně 1 mm velké. Larva, která se vylíhne z vajíčka, nemá žádné končetiny. Je zbarvená do světle krémové barvy se žlutohnědou hlavou, která je chitinizována. Celá larva dorůstá do délky 4 až 5 mm. Takto velká se následně zakuklí do volné kukly, což znamená, že na kukle můžeme pozorovat všechny orgány dospělého jedince. Tato kukla může být o něco menší než larva, a sice od 2,5 až do 3 mm (Knížek, 2005).

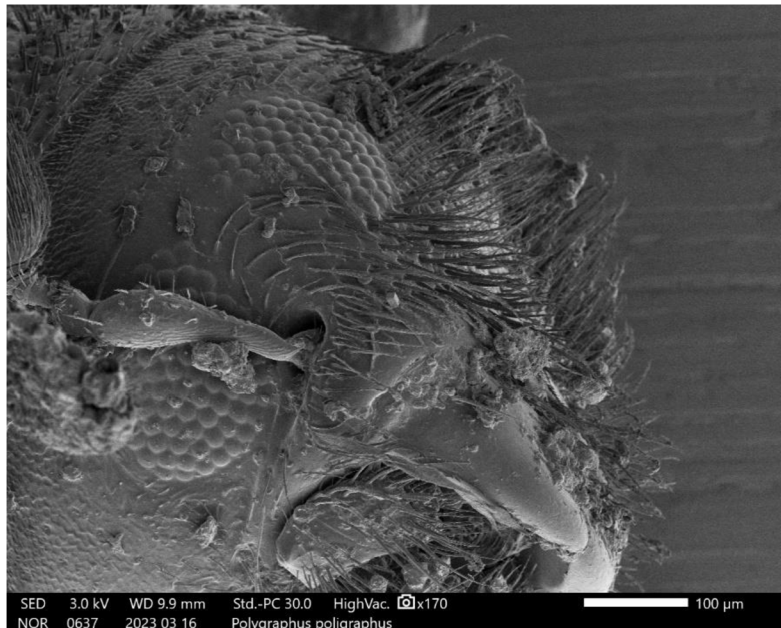
Dospělý jedinec je dlouhý 1,8 až 3,5 mm. Má oválné tělo zbarvené hnědou až černohnědou barvou. Oči, které jsou typické pro rod *Polygraphus*, jsou v půli téměř rozpuřeny na dvě části (viz obrázek č. 1 a 12).



Obrázek č. 1: Snímek rozpuřeného oka u samce *P. matného*

Tykadlový bičík je pětičlenný a je zakončený jednočlennou tykadlovou paličkou. Při pohledu na dospělého shora je tělo rozděleno na štít a krovky. Štít je na hlavě širší než delší. Je mírně tečkovaný a lesklý s jemným, zřetelným podélným kýlem. Krovky jsou válcovité, na zádi rovnoměrně zaoblené, matně šedé až hnědé. V rýhách jsou jemné tečky a mezirýží je hustě pokryté drobnými podlouhlými žlutohnědými šupinkami (Křístek, Urban, 2013).

Pohlavní dimorfismus lze u tohoto druhu rozpoznat na čelní části hlavy, kdy samice má čelo ploché a pravidelně tečkované. Nejlépe z boční části lze vidět velký počet hustě narostlých chloupků (viz obrázek č. 2)



Obrázek č. 2: Chloučky na čelní straně hlavy u samice

Naopak samec má na horní vypouklé části čela dva malé hrbolky (viz obrázek č. 1). Na spodní straně čela se nachází mírná prohlubeň, která má řidší tečkování. Jak je již z popisu jasné, je potřeba určit pohlaví jedince v laboratoři za pomoci mikroskopů a není možné ho určit na místě nálezů (Pfeffer, 1955).

3.2.3 Predátoři

Každý organismus, i *Polygraphus poligraphus* má své přirozené nepřátele, kteří ať už vědomě či nevědomě redukuje populaci tohoto druhu, a to ve všech jeho vývojových stádiích.

Jednou skupinou predátorů jsou některé druhy brouků, kteří mohou napadnout dospělé jedince. Také se však mohou dostat do matečních chodeb a napadnout zde vajíčka, či naklást svá vlastní, která následně napadají larvy lýkohuba matného. Nejběžnější zástupci jsou brouci čeledi drabčíkovitých (Staphilinidae), mršníkovitých (Histeridae) a lesknáčkovitých (Nitidulidae). Typickým predátorem je *Thanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758) z čeledi pestrokrovečnickovitých (Cleridae), který napadá dospělého jedince. Toho otočí na krovky, a tím si zpřístupní měkkou tkáň mezi hlavou a hrudí, kterou se prokouše skrz k potravě (Knížek, 2005).

Další skupinou jsou parazitoidi, kteří po napadení a nakladení vajíček do jedince v určitém stadiu jedince zabijí. Sem patří hmyz z řádu dvoukřídlých (Diptera) a blanokřídlých (Hymenoptera). Typickými parazitoidy jsou například lumčici (Branconidae), chalcidky (Chalcididae) a lumci (Ichneumonidae). V těle lýkohuba matného se mohou objevit mikroorganismy jako jsou hlístice, hromadinky a mikrosporidie, které dospělce značně omezují a mohou ovlivnit i jeho schopnost rozmnožovat se (Knížek, 2005).

Další skupinou přirozených nepřátel zmíněného lýkohuba matného jsou šplhaví ptáci, kteří hledají a vyklovávají z pod kůry jeho larvy. Mezi ně patří například straky, datlové, sýkorky a další. Díky těmto ptákům je možné odhalit napadený strom ještě před jakýmkoliv příznaky napadení, jako je např. padání jehličí, drtinky na úpatí stromu či rezavění jehlic na stromě (Knížek, 2005).

3.3 Význam v lesnictví

3.3.1 Popis škodlivého působení na stromy

Lýkohub matný je vážný škůdce smrku, který roste pomalu v nepříznivých podmínkách pro smrk. Napadá porosty s plným korunovým zápojem ve středním věku, jelikož má rád tenkou kůru. Strom začíná napadat od vrcholu. Kvůli tomu se špatně a často pozdě zjišťuje, který strom je napadený a který ne. Později se po stromu přesouvá níže. Obsazuje stromy poškozené abiotickými činiteli, jako jsou polámané stromy vlivem sněhu, zásahem blesku či ulomené špičky vlivem větru. Poté přechází na zdravé stromy (Křístek, Urban, 2013).

Napadeným stromům, následně jako u všech napadených jehličnatých stromů jakýmkoliv lýkožroutem, začíná opadávat zelenožluté jehličí. Jehličí na koruně stromu se začíná pomalu zabarvovat do rezavé barvy vlivem absence výživných látek, které napadené lýko nedokáže dále přepravovat do koruny stromu. Po zakuklení larev a přeměně v dospělé imago, jedinec opouští strom nebo se schová do hrabanky, kde přezimuje. Mezitím se kůra z kmene stromu začíná po malých částech loupat, na rozdíl od lýkožrouta smrkového *Ips typographus*, při kterém se kůra loupe po velkých kusech. To je známka toho, že strom už nadále nežije. Vlivem abiotických a biotických činitelů strom chradne a rozpadá se (Knížek, 2005).

3.3.2 Vliv na lesní ekosystémy

Polygraphus poligraphus nehledá další stromy na rozmnožování moc daleko od svého matečního stromu. Za to se ale lokálně dokáže rozmnožit ve velké míře a dokáže způsobit mortalitu celých porostů. To je také důvod, proč je lýkohub matný i přesto, že není vypsán ve vyhlášce o kalamitních škůdcích, sledován lesníky a považován za nebezpečný druh pro lesní porosty. V poslední době, kdy se podmínky pro jeho rozmnožování zlepšují, se zvyšuje počet případů lokálního přemnožení. (Zúbrik 2011)

3.4 Metody monitorování a ochrany

3.4.1 Popis metod monitorování

Jako prevence před rozšířením lýkohuba matného se používá několik metod, které mají za úkol buď odhalit přítomnost lýkohuba matného v porostu, nebo zjistit jeho abundanci.

První metodou je metoda pochůzek. Při této metodě pověřená osoba prochází lesní úsek a pozorováním kontroluje stav určitých stromů, jako jsou např. stromy v již zmíněném přehoustlém lese s plným korunovým zápojem, či poškozené stromy abiotickým činitelem, např. bleskem (Zahradník et al., 2014).

Druhá metoda se používá v malém měřítku, a to metoda lapáku. Jedná se o pokácený strom, který může i nemusí být pokrytý klestem z téhož stromu. Jelikož strom již nepřijímá živiny ze země, vytváří primární atraktant pro lýkožrouta, který signalizuje, že je strom oslabený. Je tedy větší pravděpodobnost, že lapák bude napaden a podle počtu závrťů, které jsou menší než u lýkožrouta smrkového, můžeme zjistit početní stav jedince. Avšak oproti lýkožroutu smrkovému lýkohub matný napadá lapák v mnohem menší míře. Lapače se pro lýkohuby nepoužívají (Knížek, 2005).

3.4.2 Popis metod ochrany lesů před *Polygraphus poligraphus*

Mechanická obrana spočívá v mechanické manipulaci s porostem a dřevem v něm. Je možné zde uplatnit rychlý odvoz napadeného dřeva z lesa ven. Dále se používá odkornění pokáceného napadaného dřeva. V případě napadení silných větví, či stromové špice do průměru 7 cm, se může tento klest nechat spálit či naštěpkovat. Poslední možností je preventivní opatření, a to správná výchova porostu (Zahradník et al., 2014).

Odvoz dřeva včas z lesa je asi nejpodstatnější mechanická obrana lesa před opětovným napadením porostů lýkožroutem. Lýkožrout se vyvíjí poměrně rychle, dokážou se vyvinout na

dřevě ležícím na skládce a opět letět zpět do porostu. Dřevo lze dovézt na blízký manipulační sklad a zde ho zbavit kůry (Zahradník et al., 2014).

V případě silnějšího napadení lesa se používá metoda ručního odkornění pokáceného stromu. Tato metoda se používá, když už se z lesa nestíhá odvézt větší množství napadeného dřeva a hrozilo by znovu napadení lesa ze dřeva na skládce. Metoda spočívá v ručním odstranění kůry ze dřeva za pomoci ručních loupáků. Ruční loupání se používá od stádia vajíčka do stádia kukly, jelikož kůra rychle vyschne a tato stádia nepřežijí. Naopak pokud ze dřeva létají dospělí jedinci, ruční odkornění se nepoužívá, jelikož dospělec dokáže v kůře přežít a po odkornění letět dál nebo se zahrabat do hrabanky a přezimovat. (Zahradník, 2014)

Jelikož je tato metoda pomalá a namáhavá, využívá se mechanizační prostředek, a to odkorňovací adaptér na motorovou pilu. Podobně můžeme využít i strojní odkornění. V obou případech je metoda rychlejší a dokáže zničit i imaga, která uhynou na následky mechanického poškození (Zahradník et al., 2014).

Předposlední způsob ochrany je pálení či štěpkování klestu. Pálení se provádí za vhodných podmínek, tedy za vhodného počasí. Pálení klestu je nutné nahlásit příslušnému hasičskému záchrannému sboru s dostatečným časovým předstihem. V dnešní době lze pálení hlásit jak telefonicky, tak i elektronicky. Štěpkování klestu se využívá před výletem brouka a na rozdíl od pálení se nemusí nikomu hlásit (Zahradník et al., 2014).

Poslední ochranou jsou výchovná preventivní opatření porostu. Tato opatření nás mohou ušetřit všech předchozích činností. Výchova porostu spočívá v časném prosvětlení porostu, které lýkohub vyhledává. Zároveň je to i zdravotní výběr stromů, jakkoliv zdravotně poškozených. Tyto stromy je nutné co nejdříve z porostu odstranit (Zahradník et al., 2014).

Chemická ochrana využívá pro boj proti škůdcům chemické přípravky. Ty musí být schváleny a zapsány v seznamu přípravků pro ochranu rostlin v lesním hospodářství. Toto povolení musí být následně uvedeno na etiketě užívaného přípravku (Vyhláška 132/2018 sb.). Pro označení již ošetřeného dřeva se přidává barvivo. Nejvíce se využívají syntetické neboli uměle vytvořené pyrethroidy, které ale nejsou selektivní a ovlivňují tedy i mnoho dalších necílových druhů hmyzu. Taktéž se do přípravku přidává smáčedlo, které snižuje povrchové napětí mezi přípravkem a povrchem kmene, a tím zvyšuje vstřebatelnost přípravku (Zahradník et al., 2014).

Aby byl postřik účinný, musí se provádět za určitých podmínek, které zvyšují efektivitu a trvání účinků aplikovaného postřiku. Taková aplikace musí být provedena po celém povrchu kmene. Je tedy nutné kmenem při postřiku otáčet. Pro udržitelnost přípravku na povrchu musí

být postřik prováděn na suchý kmen, kde také musí zaschnout. Je vhodné postřik provádět za slunečného počasí, které urychlí proces usychání a nehrozí při něm smytí dešťovou vodou.

Denní teploty by zde ale neměly překročit 25 °C kvůli vypařování přípravku. Pokud by však hrozilo nebezpečí z přemnožení druhu, je lepší přípravek i přesto aplikovat. Nežádoucí jsou ovšem také nízké teploty pohybující se kolem bodu mrazu. Aplikace přípravku se provádí okamžitě po náletu, kdy v kůře probíhá kladení vajíček. Aplikace v tomto období se provádí za účelem zamezení přerovování samic a zakládání sesterského pokolení. Postřik lze ovšem provádět až do výletu brouků z kmene stromu. Další období asanace, které je považováno za vhodnější, se užívá v období prvních kukel. Chemický postřik se provádí pouze na kmenech, nikoliv na větvích stromů (Zahradník et al., 2014).

3.5 Švédská studie feromonů lýkohuba matného

Tato bakalářská práce se zabývá v praktické části výzkumem feromonového odparníku. Je známo, že feromon, na který by reagoval čistě jenom lýkohub matný, neexistuje. Náhračky feromonů, které by mohly lýkohuby přilákat, zcela ignorují.

Tímto tématem se zabývá i vědecká studie prováděná ve Švédských lesích, kde při velké kalamitě způsobené lýkožroutem smrkovým, byla přítomnost lýkohuba matného také zjištěna, avšak nevědělo se v jaké míře. Tato studie zkoumala reakci lýkohuba matného na různé chemické látky v různých koncentracích, které měly za úkol lýkohuba matného přilákat. Cílem této práce bylo vyvinout feromonový odparník, který by účinkoval nejlépe pouze na lýkohuba matného. Výsledek funkčního feromonového odparníku by pak mohl vysvětlit, jakou účast lýkohub matný v tamní kalamitě měl (Viklund et al., 2019).

V roce 2015, 2016 a 2018 byly provedeny tři terénní studie v Medelpadu, kraji Västernorrland. Bylo testováno různé množství a enantiomerická čistota feromonu lýkohuba matného (–)-terpinen-4-olu, aby bylo možné najít co nejúčinnější složení pro nalákání těchto jedinců. Feromon byl také otestován s racemickým frontalinem, který prokázal společný účinek již zmíněným feromonem (–)-terpinen-4-olem. Dále byl tento feromon testován i s jinými látkami za účelem co nejselektivnějšího účinku (Viklund et al., 2019).

Agregační feromon (–)-terpinen-4-ol, byl objeven v roce 1985 (Schurig et al., 1985). Bylo zjištěno, že samci vylučují tuto sloučeninu ve vysoké enantiomerické čistotě (více než 96,3% ee), když se zavrtávají do kůry svého stromu (Rahmani et al., 2015). Enantiomerická čistota následně klesá na 67,7% ee po tom, co se dospělí jedinci spáří. Existuje možnost, že (+)-

terpinen-4-ol inhibuje přitažlivost brouků k jejich feromonu, protože racemický terpinen-4-ol s čistotou 50% ee již brouky nezajímá (Schurig et al., 1985).

Jak již bylo zmíněno, pro tento výzkum byl využit i agregační feromon. Zjistilo se, že lýkohub matný reaguje na jeho účinky (Kohnle et al., 1985), i přestože tento feromon vylučují jiní kůrovci, jako je *Dendroctonus ponderosae*, nikoliv on samotný (Blomquist et al., 2010). Různé koncentrace tohoto feromonu u těchto druhů mají odlišné účinky. Pokud je koncentrace nízká, účinkuje jako atraktant. Naopak když je koncentrace vysoká, má feromon opačný účinek. Když je strom napadený velkým počtem producentů tohoto feromonu, zvyšuje se koncentrace feromonu, a tím dává signál pro další druhy, že je strom již obsazený (Viklund et al., 2019).

U dalších druhů bylo zjištěno, že jejich reakci na osidlování stromů podněcují samotné chemické reakce stromů po napadení, nikoliv feromon vypouštěný samotným kůrovcem. Je možné, že této metody využívá i lýkohub matný, poněvadž byla zjištěna přítomnost látek, které se po napadení stromu lýkohubem uvolňují. Ovšem nebylo dosud testováno, zdali mají přitažlivé účinky (Rahmani et al., 2015; Wajs et al., 2006; R. Rahmani a L. Viklund, nezveřejněné výsledky).

3.5.1 Tři studie

V těchto studiích se zkoumala atraktivita různých sloučenin a jejich kombinací pro lýkohuba matného. Výzkumy probíhaly v porostech s převažujícím zastoupením smrku. Do těchto porostů se rozmístilo minimálně 20 metrů od začátku porostů černé Ecotrapy s nádobami na odchyt se vzájemným odstupem 30 metrů. Feromonové odparníky byly následně pověšeny do výšky cca 80-90 centimetrů. Každý feromon byl náhodně rozdělen do těchto odparníků bez ohledu na jeho složení. Umístění lapačů mělo simulovat hromadné napadení porostu až na poslední tři místa, která byla od sebe vzdálena 50 metrů a simulovala tím oslabené jedince v porostu. Lapače se vybíraly podobně jako u této bakalářské práce, a sice jednou až dvakrát týdně. Vzorky byly uskladněny v mrazáku v -18°C do doby určování druhů hmyzu a jeho pohlaví (Viklund et al., 2019).

První studie navázala na předchozí práci (Rahmani et al., 2015) a předběžné experimenty, které doplňovaly určité informace. Zde by testován feromon (-)-terpinen-4-ol v jiných enantiomerních čistotách. Tato studie se inspirovala již zmíněným racemickým frontalinem, který působí jako atraktant i odpuzovač. Dále se zkoumal účinek kombinace těchto dvou feromonů v různých poměrech. Devět různých kombinací bylo zkoumáno na deseti odlišných místech. Hlavním úkolem této studie bylo zjistit důležitost enantiomerní čistoty (-)-terpinen-4-olu. Dalším cílem bylo vyzkoumat synergické účinky (-)-terpinen-4-olu společně

s frontalinem. Tato studie probíhala od 7.července do 30.září 2015. Feromonové odparníky, které obsahovaly frontalin pro pomalé uvolňování, byly vyměněny za nové mezi 23. a 24. srpnem (Viklund et al., 2019).

Cílem další studie bylo zjistit důležitost poměrů a rychlost uvolňování látek, které lákají cílové brouky. V tomto testu bylo otestováno devět variant. První varianta byla čistý feromon (-)-terpinen-4-ol, který měl různé rychlosti uvolňování a různou enantiomerickou čistotu. Dále byl testován racemický frontalin pro porovnání výsledků s výsledky kombinací racemického frontalinu společně s (-)-terpinen-4-olem. Studie opět probíhala na deseti místech v období od 21. června až do 18. srpna 2016 (Viklund et al., 2019).

Poslední studie využila metody, která se nazývá elektroantennografie. Jedná se o metodu, při které se na tykadla hmyzu připevní elektrody. Ty při reakci hmyzu na chemické látky vyvolávají elektrický signál, který je snímán v počítačovém softwaru. Podle aktivity tykadel lze následně určit, jaké chemické látky nejvíce působí na chování hmyzu. Dle této metody lze zjistit, jakým způsobem jsou různé druhy citlivé na podněty kolem sebe. Podle této metody byly vybrány sloučeniny α -terpineol, estragol a (+)-trans-sabinenhydrát. Pro pokus byly tyto sloučeniny zkombinované s (-)-terpinen-4-olem s 99% ee. Testy probíhaly tentokrát pouze na osmi různých místech. V období od 2. srpna až 7. září 2018 rotovaly feromonové odparníky napříč všemi lapač (Viklund et al., 2019).

3.5.2 Výsledky studií

Výsledky studií ukázaly, že enantiomerická čistota feromonu (-)-terpinen-4-olu výrazně ovlivňuje přitažlivost lýkohuba matného. Nejvíce účinný zde byl (-)-terpinen-4-ol s vysokou čistotou, která byla v rozmezí 90% ee až 99% ee. Naopak druhý enantiomer (+)-terpinen-4-ol prokázal inhibiční funkci feromonu, nebo dokonce působí jako repelent. Zatím se jedná o první studie enantiomerů v terénních studiích. V jiných studiích byl použit enantiomericky obohacený (-)-terpinen-4-ol s čistotou 52% ee (Kohnle et al., 1985). Problém u těchto studií ale je, že nebyly zavedeny kontrolní lapače, takže nelze říci, zda feromon v této studii byl sám o sobě atraktivní (Viklund et al., 2019).

Výsledky ale také potvrdily několik výsledků předešlých studií, např. že kůra, která je napadená samci je pro ostatní samce velice atraktivní (Kohnle et al., 1985). Dále výsledky potvrdily výsledky předběžného výzkumu z roku 2014, které naznačovaly, že (+)-terpinen-4-ol může inhibovat přitažlivost. Dále se zvyšující se enantiomerickou čistotou stoupalo i množství odchycených brouků v lapačích. V horních hodnotách čistoty (-)-terpinen-4-olu mezi 90% ee

až 99% ee začaly být výsledky velice podobné a zdá se, že je ovlivňovalo pouze okolní prostředí lapačů (Viklund et al., 2019).

Dále studie prokázaly, že čistota ee (-)-terpinen-4-olu po kopulaci samce klesá, zřejmě z důvodu odpuzení dalších samců od vytváření nových snubních komůrek, které by se na strom již nevešly (Viklund et al., 2019).

Výsledkem těchto studií bylo zjištění, že pro monitoring a brzkou detekci těchto brouků může být kombinace (-)-terpinen-4-olu (50% ee) a frontalinu účinná volba. Ačkoliv tato směs není moc pochopená z důvodu původu frontalinu, který se vytváří v symbiotických houbách pro kůrovce na stromech. Tyto symbiotické houby uvolňují látky, které mohou zvýšit přitažlivost stromu pro tyto škůdce. (Kandasamy et al., 2016). Po napadení stromu kůrovcem je symbiotické houby využijí jako vektory pro rozšíření populace do okolí. (Jankowiak, Kolarik, & Bilanski, 2014; Kirschner, Begerow, & Oberwinkler, 2001; Rollins, Jones, Krokene, Solheim, & Blackwell, 2001). Nicméně, frontalin nebyl nalezen mezi látkami sbíranými z vrtajících *P. poligraphus* (Rahmani et al., 2015), což by mohlo být z důvodu produkce frontalinu ze symbiotických hub (Viklund et al., 2019).

Čistý enantiomer není prodejně dostupný a jeho získání v laboratoři je časově náročné. Každopádně pro účely kontroly by bylo lepší použít čistý enantiomer s čistotou 99% ee, protože v tomto případě jsou prioritou nejvyšší možné úlovky a čistý enantiomer se zatím zdá být nejatraktivnější pro obě pohlaví (Viklund et al., 2019). Proto se kombinace s frontalinem nebude pro monitoring využívat, ačkoliv by byla částečně účinná.

3.6 Polygraphus grandiclava C.G. Thomson, 1886

Dalším druhem, který bude v práci analyzován je *Polygraphus grandiclava*, česky lýkohub tmavonohý. Tento druh se jako jediný společně s lýkohubem matným plošně monitoruje v České republice a níže je stručně popsána jeho morfologie a bionomie.

3.6.1 Popis dospělce

Lýkohub tmavonohý dorůstá do velikosti 3 mm. Jeho tělo je ku délce těla robustní a široké a je zbarvené do černé tmavé barvy. Končetiny jsou taktéž tmavé, někdy i černohnědé až na chodidla. Tykadla jsou zbarvena do žluté barvy a zakončuje je zašpičatělá palička, která je skoro stejně tak dlouhá, jako zbylé části tykadla. Na rozdíl od samců lýkohuba matného nemá čelní strana hlav samců lýkohubů tmavonohých žádné hrbolky. Rozpoznávací znaky pohlaví

jsou jinak stejné jako u lýkohuba matného. Štít je hustě tečkovaný, šupinovitý, je opatřen málo viditelným podélným jemným kýlem a má téměř matnou barvu. Krovky obsahují jemné rýhy s jemně hrbolkovitým mezirýžím, které je pokryto dlouhými šupinkami (Pfeffer, 1955).

3.6.2 Způsob života a historie taxonomie

Obecně se lýkohub tmavonohý vyskytuje v nížinách a pahorkatinách, kde napadá jehličnaté stromy, jako borovici vejmutovku nebo smrk ztepilý. Dále napadá i listnaté stromy z čeledi Rosaceae, jako je třešeň ptačí nebo višně obecná. Také se vyskytuje i v horských oblastech, kde obývá odumírající, avšak stále stojící borovice limby, borovice vejmutovky a slabší části stromů smrků. (Pfeffer, 1955)

Takováto polyfagie, čili výskyt lýkohuba na více druzích dřevin, dělá z lýkohuba tmavonohého unikátní druh, jelikož toto chování není u kůrovců vůbec obvyklé. Taktéž v minulém století tato polyfagie vedla k velkým spekulacím, zdali se jedná o jeden nebo dva odlišné druhy. Zpočátku byl tento druh rozdělen na dva. Lýkohub na borovici limbě byl pojmenován jako *Pseudopolygraphus cembrae* a na třešni ptačí jako *Pseudopolygraphus cembrae* (Avtzis et al., 2008). Ovšem pro nedostatečné morfologické rozdíly, byly tyto dva druhy synonymizovány jako *Polygraphus grandiclava* (Pfeffer, 1955).

Požerek na smrku má hvězdicovitý tvar a jeho chodby jsou širší oproti lýkohubovi matnému. Ve vysokých polohách mívá jedno pokolení a přezimuje ve všech stadiích vývoje. Tento druh se řadí mezi druhotné nehojné lýkohuby, které patří mezi řidší druhy (Pfeffer, 1955).

4.1.1 Lokalita lapače č. 1

Stanoviště lapače č. 1 se vyskytuje na vrcholku kopce, dle místního názvu „Nad školou“. Terén je mírně exponovaný na jižní stranu. Holina zde vznikla přibližně před dvěma roky po napadení porostu lýkožroutem smrkovým a následné nahodilé těžbě. Vlivem prosvětlení porostu došlo k silnému zabuřnění. To souvisí i s vlhkostí, která se vlivem slunečního svitu snížila. Přes rok se holina rozšířila vlivem působení abiotického činitele větru, který poškodil již lýkožroutem oslabený porost. Dřevinné zastoupení porostu je tvořeno smrkem a jedním bukem.



Obrázek č. 4: Fotografie okolí umístěného lapače č. 1

4.1.2 Lokalita lapače č. 2

Lokalita lapače č. 2 se nachází na vrcholu výše zmíněného kopce. Zde se však terén naklání na severní stranu. Tato holina vznikla před 2 až 3 lety. Holina je kromě západní strany obklopena dospělými stromy. Z toho důvodu na ní dopadá malé množství slunečního světla a nedochází tak k intenzivnímu růstu travin. Na rozdíl od předchozí lokality je terén prudší, v důsledku čehož dochází k odtoku a rychlému vsakování vody a prosychání půd. Převažujícím

dřevinným druhem je smrk ztepilý, jako meliorační a zpevňující dřevina je zastoupen buk v řádu desítek jedinců na okrajích holiny.



Obrázek č. 5 a č. 6: Fotografie okolí lapače č. 2

4.1.3 Lokalita lapače č. 3

Na lokalitě lapače č. 3 se pravděpodobně nachází nejideálnější podmínky pro výskyt lýkohuba matného. Z jižní strany se vyskytuje dospělý smrkový porost a ze severní mladý probírkový porost s tenkou kůrou, kterou lýkohub matný vyhledává. Reliéf terénu se zde svažuje na západní stranu. V důsledku činnosti lesní techniky za účelem zpracování kůrovcového dřeva se na holině nachází umělé výmoly, v nichž se dlouhodobě zadržuje voda a dochází tak k oglejení. K tomu přispívá faktor zástínu a nízkého množství dopadajícího slunečního svitu, kvůli čemuž je evaporace nízká. Dřevinná skladba je tvořena pouze smrkem ztepilým.



Obrázek č. 7: Fotografie okolí lapače č. 3

4.1.4 Lokalita lapače č. 4

Lokalita stanoviště č. 4 se nachází v čerstvé holině vytvořené před dvěma lety v důsledku větrné kalamity. Z jižní a severní strany je holina obklopena dospělým smrkovým porostem. Západní strana je v důsledku zmíněných bořivých větrů vytěžena a prosvítá zde slunce. Vlivem polohy lokality pod svahem je stanoviště obohacené vodou a nedochází zde k prosychání půd. Stejně jako na předchozí lokalitě, i v této tvoří smrk stoprocentní zastoupení.



Obrázek č. 8: Fotografie okolí lapače č. 4

4.1.5 Lokalita lapače č. 5

Poslední lokalita lapače č. 5 vznikla po rozsáhlé těžbě v důsledku napadení lýkožroutem smrkovým. Lokalita je zcela tvořena smrkem ztepilým a je orientována na západní stranu. Stejně jako předchozí lokalita, i tato se nachází v úpatí svahu a je poměrně bohatá na půdní vlhkost. Vlivem přítomnosti mladé bukové kultury na lokalitu po většinu dne dopadá sluneční světlo.



Obrázek č. 9: Fotografie okolí lapače č. 5

4.2 Podmínky pro umístění lapače s feromonovým odparníkem

Aby bylo možné umístit lapače s feromonovým odparníkem, bylo nutné splnit určité podmínky, aby nebyly ohroženy okolní porosty napadením škůdci. Tyto podmínky byly takové, aby byl lapač od stěny porostu vzdálený minimálně 20-30 metrů, a tím pádem aby nedocházelo k přitahování brouků do porostu místo do lapače. Další podmínka byla, aby byl okolo převážně smrkový porost, jelikož cílový druh *Polygraphus poligraphus* se nachází právě ve smrkových porostech. Lapače byly zavěšeny na dřevěné kůly do výšky cca 140 cm.

Do lapačů byly nainstalovány na háček po jednom kusu feromonové odparníky určené pro druhy rodu *Polygraphus* typu Polywit (WITASEK PflanzenSchutz GmbH, Rakousko).



Obrázek č. 10: Uchycení feromonových odparníků v nárazovém lapači

4.3 Další postup výzkumu

Poté, co byly umístěny nárazové lapače s feromonovými odparníky, probíhala pravidelná kontrola v intervalu každých sedmi dnů. Při každé kontrole byly vybírány chycené vzorky, které byly následně skladovány v plastových nádobách s popisem čísla lapače a datem odběru. Vzorky byly následně skladovány v teplotě $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, aby nedošlo k rozkladu a poškození vzorků.

V desátém týdnu odběrů proběhla výměna odparníků téhož druhu stejné značky za nové. Kontroly a odběry poté probíhaly dalších deset týdnů. Na podzim byly nasbírané vzorky determinovány do řádu a čeledí, byly určeny druhy kůrovců.

4.4 Metodika určování lýkohuba matného a jeho pohlaví

Pro určení druhu lýkohuba je pro jejich velikost důležité použít stereomikroskop, díky kterému je možné vidět typické rozpoznávací znaky každého druhu. Těmi jsou tvar zadečku, tvar těla, takzvané tečkované rýhy a mezirýží, tvar hlavového štítu, ochlupení těla, složené oči a tykadla. Pro bližší určení lýkohuba matného bylo podrobně pozorováno jeho rozpůlené složené oko. Dále, aby bylo možné určit účinnost feromonového odparníku na pohlaví

lýkohuba, bylo potřeba se zaměřit na čelní část hlavy. U samců se vyskytuje na čele menší počet chloupků a dva výrůstky, které na první pohled připomínají malé růžky. Pro samice je naopak typické velké množství chloupků na čelní straně hlavy.

Pro pořízení ilustračních fotografií byli odebráni zástupci rodu *Polygraphus* z chovů na Fakultě lesnické a dřevařské. Byl použit binokulární mikroskop Olympus SZ61, přes který bylo typické rozdvojené oko perfektně viditelné. Fotky byly následně pořízeny přes zmíněný binokulární mikroskop pomocí fotoaparátu Infinity 2, viz obrázek č. 1 a 2.



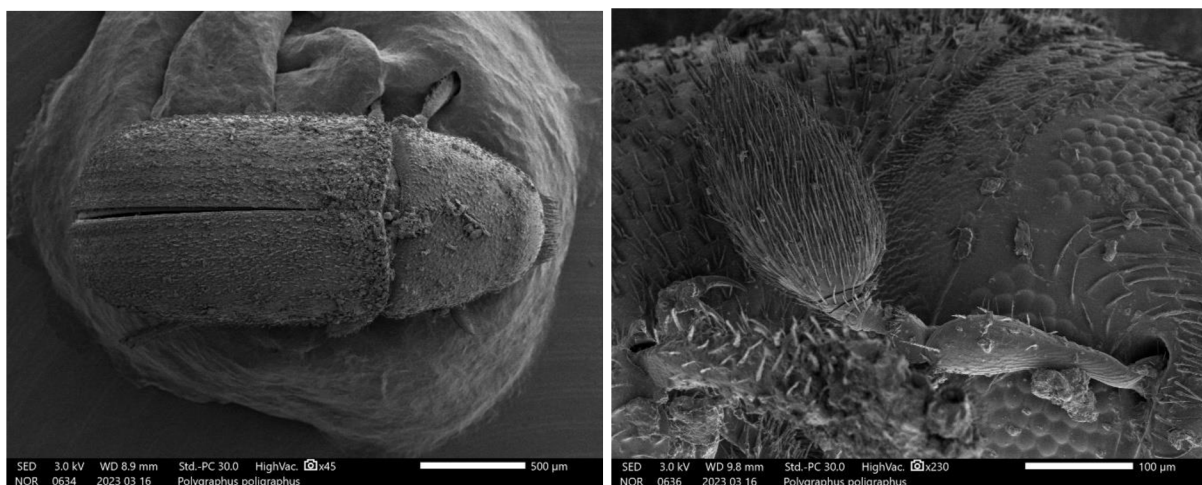
Obrázek č. 11: Snímek dospělého lýkohuba matného



Obrázek č. 12: Snímek imaga před zralostním žírem s kontrastním rozpůleným složeným okem

I přesto, že pohlaví lze určit pomocí již zmíněných chloupků na čelní straně hlavy, pro přesnější určení byl použit skenovací elektronový mikroskop. Pro upevnění vzorků lýkohubů byla použita lepicí stříbrná pasta, která byla nanášena na kovové terčíky. Před zaschnutím stříbrné pasty se na kovových terčících vzorky brouků upravily do požadovaných poloh různých úhlů pohledu.

Pro mikroskopování byl použit již zmíněný elektronový mikroskop JEOL JSM-IT500HR. Tento mikroskop s vysokým rozlišením využívá ke snímání využívá dva režimy. Při prvním režimu využívá nízké vakuum, díky kterému nemusí být vzorky pokoveny zlatou vrstvou. Druhý režim využívá naopak vysoké vakuum, které bylo použito při pozorování a následné pořizování snímků č. 1, 2. Pro možnost využití tohoto režimu bylo potřeba za pomoci pozlacení vytvořit vodivý vzorek. K tomuto účelu byl použit přístroj nazývaný naprašovačka typu JFC 1300 Auto Fine Coater, která slouží k vytvoření vodivosti nevodivých zkoumaných prvků nánosem zlaté vrstvy na jejich povrch (Fakulta lesnická a dřevařská ČZU, n. d.). Po pokovení vzorků 4 nanometry zlata byly následně mikroskopem snímány při napětí 3 kV.



Obrázek č.13 a č. 14: Snímky z elektronového mikroskopu z pohledu shora l. matné a jeho tykadlo

4.5 Metodika sběru dat výskytu rodu *Polygraphus* v ČR

Výzkumná data byla použita z české státní instituce pod názvem Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Souřadnice těchto dat byly převedeny do programu ArcMap, ve kterém byla zhotovena mapa s výskytem rodu *Polygraphus*.

5 Výsledky

5.1 Výzkum feromonových lapačů

Výsledky odchyty lapačů na feromonový odparník typu Polywit byly rozděleny do tří skupin, a sice jako přehled skupin bezobratlých, přehled čeledí brouků a přehled zástupců z čeledi Curculionidae.

5.1.1 Determinace dle skupin

Skupina/Lapač	1	2	3	4	5	celkem
Aranea	0	0	0	1	0	1
Coleoptera	29	43	41	49	46	208
Diptera	0	2	0	3	1	6
Heteroptera	0	0	0	1	0	1
Hymenoptera	0	0	0	0	2	2

Tabulka č. 2: Přehled skupin bezobratlých zjištěných ve feromonových lapačích během výzkumu v roce 2022

V tabulce se v prvním řádku vyskytuje rozdělení sloupců na „Skupina“, kde jsou pojmenovány řády bezobratlých, které se do lapačů odchyty. Následuje očíslování sloupců od 1 do 5, které reprezentují číslo lapače a pod nimi počet výskytu řádů. Poslední sloupec je součet všech jednotlivců každého řádu ze všech lapačů.

První skupinou je skupina pavouků (Aranea) s jedním jedincem.

Další skupinou, která se v lapačích vyskytovala v nejhojnějším počtu (konkrétně 208 jedinců), jsou brouci (Coleoptera). Nejvíce se objevily ve čtvrtém lapači. V ostatních lapačích kromě prvního se vyskytly přibližně ve stejné míře.

Zbýlé skupiny zahrnující dvoukřídle (Diptera), plošnice (Heteroptera) a blanokřídle (Hymenoptera) se v lapačích objevily v řádu jednotek. Pravděpodobně tak byli jednotlivci chyceni náhodným průletem a feromonový odparník na ně neměl žádný vliv. Nejčetnější z těchto tří skupin byla skupina Diptera s počtem šesti jednotlivců, poté Hymenoptera se dvěma jednotlivci a poslední Heteroptera s jedním zástupcem.

5.1.2 Determinace brouků Coleoptera dle čeledí

Čeď/Lapač	1	2	3	4	5	celkem
Cerambycidae	1	0	3	1	3	8
Ciidae	0	0	1	0	0	1
Cleridae	0	0	1	0	0	1
Coccinellidae	1	0	0	0	0	1
Corylophidae	0	0	1	0	0	1
Cryptofagidae	0	0	0	1	0	1
Curculionidae	12	8	5	15	7	47
Dermestidae	0	0	0	0	3	3
Elateridae	4	11	3	5	0	23
Histeridae	1	0	3	0	6	10
Hydrophilidae	4	7	16	8	10	45
Leiodidae	1	2	1	8	4	16
Monotomidae	0	1	0	0	1	2
Mycetophagidae	1	0	1	1	0	3
Nitidulidae	1	2	2	7	2	14
Scarabaeidae	0	2	0	0	1	3
Scraptiidae	0	2	0	0	0	2
Silphidae	0	1	0	1	0	2
Staphylinidae	3	6	4	1	5	19
Throscidae	0	1	0	1	4	6

Tabulka 3 Přehled čeledí brouků Coleoptera zaznamenaných ve feromonových lapačích během výzkumu v roce 2022

Tabulka č. 3 znázorňuje počet výskytu čeledí řádu brouci (Coleoptera). V prvním sloupci je vypsáno dvacet čeledí, které se chytly do lapačů. V dalších sloupcích je rozdělení stejně jako v tabulce č. 2, a sice rozdělení na lapače 1 až 5 a jejich celkový součet.

První čeledí v tabulce je čeleď tesařkovitá (Cerambycidae), kteří se v lapačích vyskytly dohromady osmkrát.

Čeledi hubokazovitá (Ciidae), pestrokrovečnickovitá (Cleridae), slunéčkovitá (Coccinellidae), Corylophidae a maločlencovitá (Cryptophagidae) se v lapačích nacházeli po jednom jedinci.

Nejpočetnější čeledí zde byla čeleď nosatcovitá (Curculionidae) s celkem 47 jedinci. Největší množství polapil lapač číslo 4 a hned za ním lapač číslo 1. Tato čeleď bude dříve rozdělena v tabulce č. 4, kde jsou vypsány všechny druhy této čeledi, které se do lapačů chytly.

Další čeledi s malým počtem jedinců byli kožojedovitá (Dermestidae), kteří byli detekováni pouze v pátém lapači.

Poměrně hojnou čeledí se stala čeleď kovaříkovití (Elateridae) s celkovým počtem 23 jedinců, z toho nejhojnější zastoupení bylo v lapači číslo dva.

Druhou nejpočetnější čeledí se 45 jedinci zde je čeleď vodomilovití (Hydrophilidae). Tato čeleď doslova popsala stav vlhkosti na stanovištích u všech lapačů, jelikož se vodomilovití dle názvu vyskytují na vlhkých, vodou bohatých místech.

Další čeledi jako mršníkovití (Histeridae), lanyžovníkovití (Leiodidae), lesknáčkovití (Nitidulidae) a drabčíkovití (Staphylinidae) se zde objevily v podobných hodnotách, a to v rozmezí od 10 do 19 jedinců. Tato čísla ukazují, že se v těchto místech tyto čeledi hojně vyskytují, ale feromonový odparník na ně neměl vliv.

Zbytek čeledí zde měl minimální počet zastoupení a vypadá to na náhodný průlet. Mezi tyto čeledi patří lesklecovití (Monotomidae), houbožroutovití (Mycetophagidae), vrubounovití (Scarabaeidae), Scaptiidae, mrchožroutovití (Silphidae) a Throscidae. Jejich počty se pohybují od 2 do 6 kusů.

5.1.3 Determinace chycených druhů rodu Curculionidae

Druh/Lapač	1	2	3	4	5	celkem
<i>Dryocoetes autographus</i>	3	1	0	2	2	8
<i>Gnathotrichus materiarius</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Hylastes angustatus</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Hylastes ater</i>	2	2	0	0	0	4
<i>Hylastes cunicularius</i>	0	1	1	0	0	2
<i>Ips typographus</i>	0	1	0	2	0	3
<i>Orthotomicus laricis</i>	2	0	2	1	0	5
<i>Pityogenes chalcographus</i>	5	2	2	7	0	16
<i>Trypodendron lineatum</i>	0	0	0	3	4	7

Tabulka č. 4 Přehled zástupců čeledi Curculionidae zaznamenaných ve feromonových lapačích během výzkumu v roce 2022

Dle tabulky č. 4 vidíme druhy čeledi nosatcovití (Curculionidae) odchycených do lapačů. V prvním sloupci se nachází latinská jména druhů. V dalších sloupcích jsou opět čísla lapačů a celkový součet jedinců.

Již z počtů si můžeme všimnout, jak moc byl feromonový odparník účinný. Nejčastěji chycený druh zde byl lýkožrout lesklý *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1761), který se v lapačích objevil celkem šestnáctkrát. Nejvíce se objevil v lapači 4 a 1.

Druhý nejčastěji chycený druh je kůrovec pařezový *Dryocoetes autographus* (Ratzeburg, 1837). Vyskytl se ve všech lapačích s výjimkou lapače č. 3. Celkové množství jeho nálezů je 8 jedinců.

Třetí nejčastější druh zde je dřevokaz čárkovaný *Trypodendron lineatum* (Olivier, 1795), který byl odchycen v počtu 7 jedinců.

Již s nižšími počty se také chytl lýkožrout lesklý *Orthotomicus laricis* (Fabricius, 1792) v počtu pěti jedinců do lapačů 1, 3 a 4. O jednoho jedince méně se také chytl lýkohub borový *Hylastes ater* (Paykull, 1800) do lapačů 1 a 2.

Další druhy se chytlly v rozmezí od 1 až 3 kusů. Tyto druhy jsou *Gnathotrichus materiarius* (Fitch, 1858), *Hylastes angustatus* (Herbst, 1793), lýkohub drvař *Hylastes cunicularius* (Erichson, 1836) a lýkožrout smrkový (*Ips typographus*).

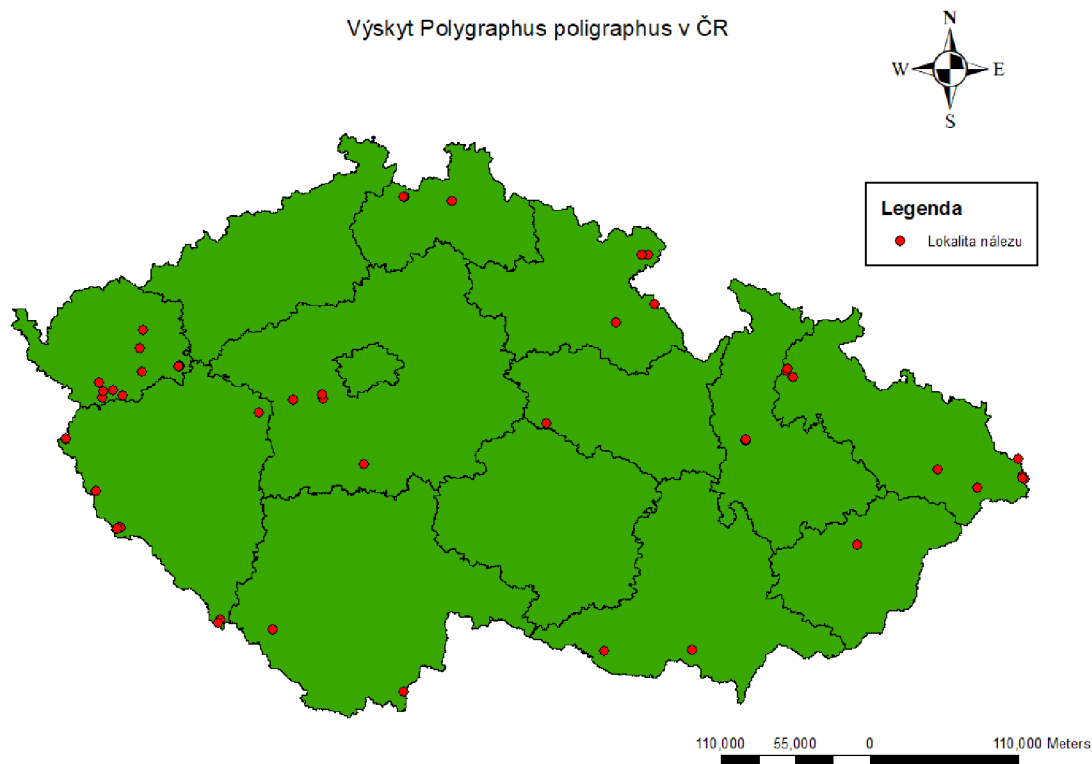
5.2 Výskyt rodu *Polygraphus* v České republice

V České republice se první výskyt rodu *Polygraphus* se záznamem v databázi BioLog datuje již od roku 1985. Avšak dlouho poté nikdo monitoring neprováděl a nezapisoval. To je důvod, proč zápisů výskytu tohoto rodu je velice málo a spíše se data dají použít na obrazné zjištění, kde v České republice byl tento rod zaznamenán. Navíc se zapisují pouze dva druhy. Je jím samotný lýkohub matný (*Polygraphus poligraphus*) a lýkohub tmavonohý (*Polygraphus grandiclava*). V posledních letech se tento rod v České republice monitoruje aktivněji.

Pro odchyt lýkohubů se nejčastěji používaly nárazové pastě, lapáky, studijní plochy či napadené stromy, na nichž se nacházely požerky lýkohubů.

5.2.1 Mapa výskytu *Polygraphus poligraphus*

Díky souřadnicím, které se k nálezům zapisují, je možné zjistit poměrně přesnou polohu nálezu. První zápis byl proveden roku 1987, poté se do roku 2018 zapisovaly nálezy v řádech jednotek a výskyty v některých letech úplně chybí.



Obrázek č. 15: Výskyt lýkohuba matného (*Polygraphus poligraphus*) v České republice

Na obrázku č. 15 je vyjádřeno rozšíření lýkohuba matného na celém území České republiky. Kromě Ústeckého kraje a Vysočiny byl lýkohub matný zaznamenán v každém kraji nejméně jednou, což ukazuje jeho velký areál, který pokračuje dále do Evropy.

Nejvíce rozmístěných zápisů výskytu se nachází na západě v Karlovarském kraji, kde bylo zapsáno 9 různých ohnisek. Vzhledem k malému počtu zápisů v celkové historii monitoringu lýkohuba tento počet nálezů nijak nedokazuje, že by se lýkohub matný vyskytoval nejvíce na západní straně České republiky, pouze zde došlo k podrobnějšímu výzkumu a intenzivnějším zápisům vykázaných výskytů lýkohuba. Dále můžeme vidět, že se tento lýkohub objevil v příhraničí Plzeňského a Jihočeského kraje, kde se vyskytuje velké množství smrkových lesů v Národním parku Šumava a v CHKO Český les. Dále byl v Jihočeském kraji zapsán nález v Novohradských horách.

Ve Středočeském kraji i přesto, že se zde nachází převážně smíšené lesy, byly zapsány nálezy v CHKO Křivoklátsko a ve Středočeské pahorkatině u Sedlčan.

Severně od nálezů ve Středočeském kraji byla zapsána dvě ohniska v Libereckém kraji západně od samotného Liberce. Jeden nález se vyskytl v Lužických horách a druhý u Jizerských hor.

V Královéhradeckém kraji byl výskyt lýkohuba zapsán v CHKO Broumovsko konkrétněji u Broumovské stěny. Další dvě ohniska vznikla v Orlických horách a v jejich předhoří.

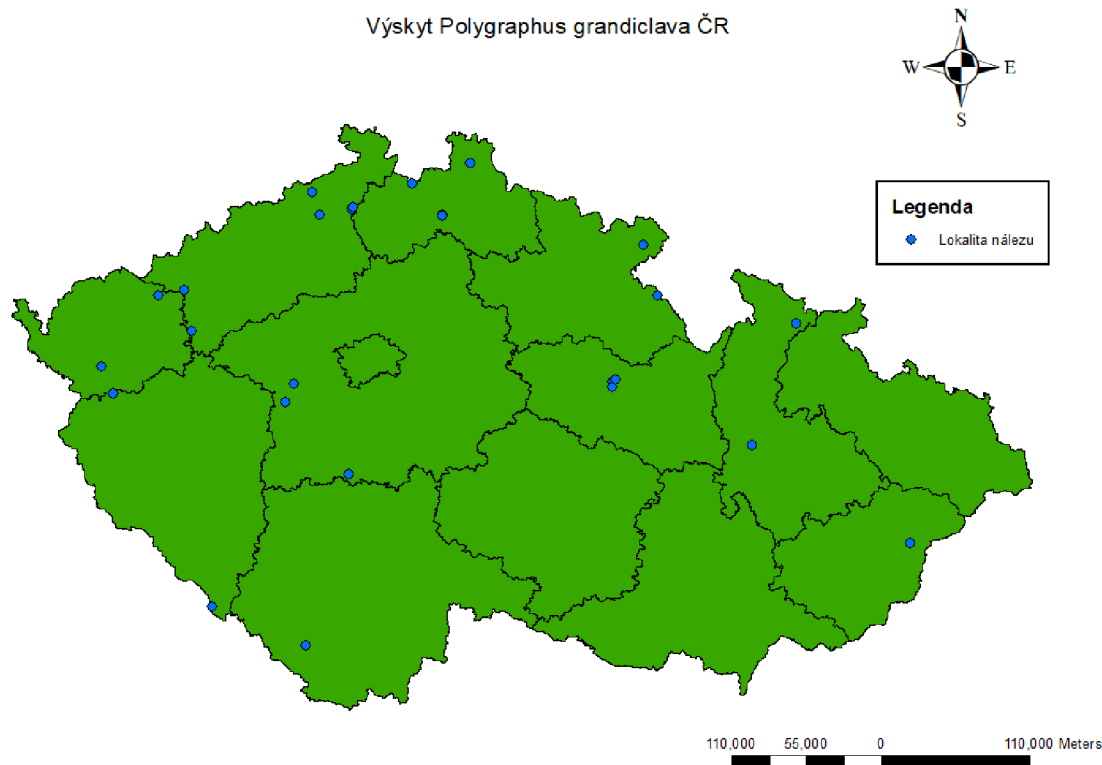
Kraj s druhým nejrozšířenějším monitoringem je Moravskoslezský kraj se sedmi ohnisky výskytu. První dvě ohniska byla evidována v Hrubém Jeseníku. Zbývá čtyři se nacházela v okolí Moravskoslezských Beskyd.

V Jihomoravském kraji byl lýkohub matný zapsán na dvou místech. Jedno v Národním parku Podyjí a druhé v CHKO Pálava.

Pardubický, Olomoucký a Zlínský kraj mají po jednom zápisu. V Pardubickém kraji se objevil v CHKO Železné hory. V Olomouckém kraji v CHKO Litovelské Pomoraví a ve Zlínském kraji v přírodním parku Hostýnské vrchy.

5.2.2 Mapa výskytu *Polygraphus grandiclava*

Monitoring podobně jako lýkohuba matného byl i u lýkohuba tmavonohého (*Polygraphus grandiclava*) ze začátku velmi opomíjen. První záznam byl zapsán roku 1985. Poté se další záznamy zapisovaly až od roku 2004.



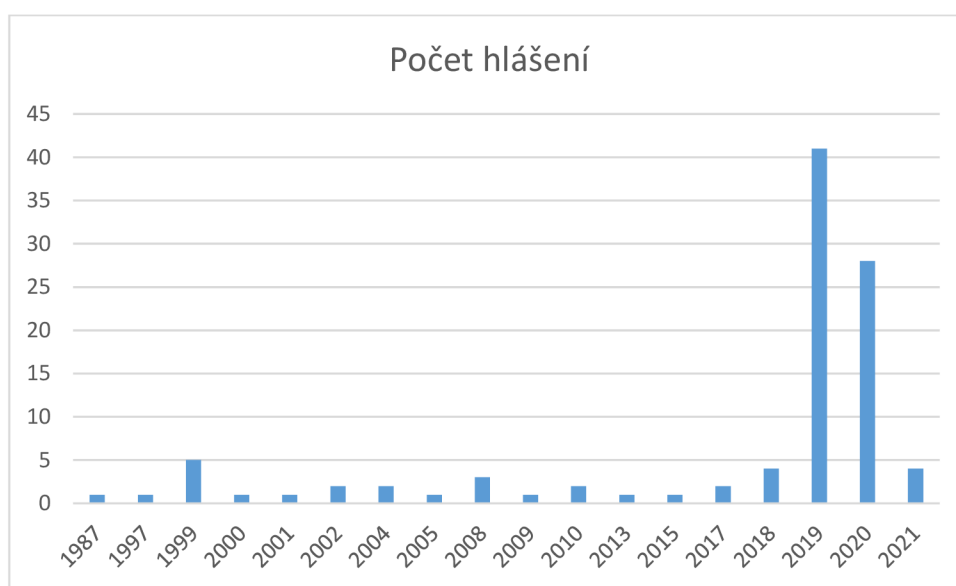
Obrázek č. 16: Výskyt lýkohuba tmavonohého (*Polygraphus grandiclava*) v České republice

V porovnání s lýkohubem matným bylo nálezů lýkohuba tmavonohého méně. Výskyty lýkohuba matného (viz obrázek č. 14) byly zaznamenány v podobných oblastech. To svědčí o tom, že lýkohub tmavonohý vyhledával stejné podmínky jako lýkohub matný. S výjimkou Jihomoravského kraje, Vysočiny a kraje Moravskoslezského se lýkohub tmavonohý objevil v každém kraji v České republice minimálně v jednom ohnisku

5.3 Výskyt rodu *Polygraphus* v České republice v datech

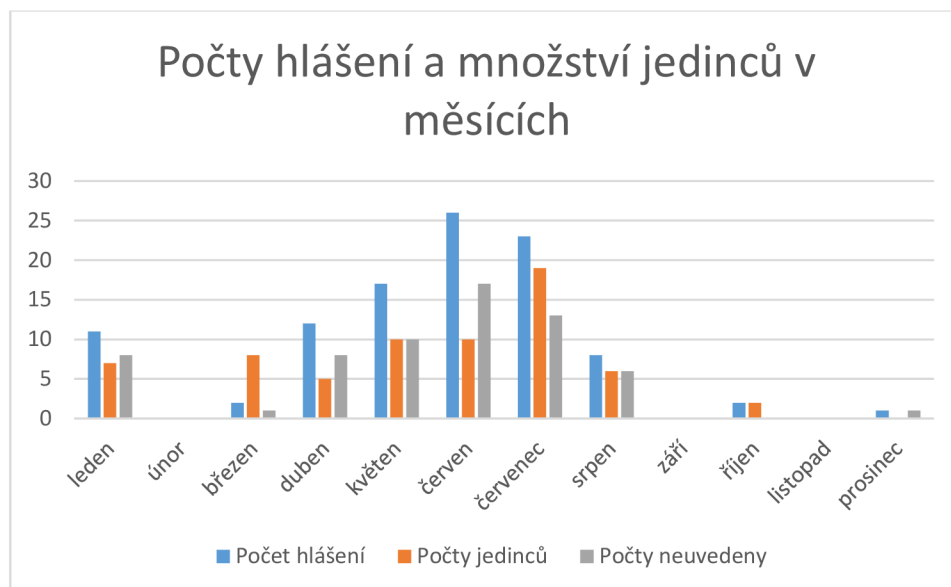
Do nálezů se kromě souřadnic zapisovaly i informace jako datum, rok a stanoviště nálezu. Taktéž se zapisoval počet nalezených jedinců a jejich stádium. V následujících grafech byly zhodnoceny počty hlášení v určitých letech pro jednotlivé druhy. Pokud byly zapsány počty a stádia druhu, byly do grafů taktéž zaneseny.

5.3.1 Data *Polygraphus poligraphus*



Graf č. 1: Množství hlášení za dobu monitoringu v jednotlivých letech

Jak je z grafu 1 viditelné, monitoring lýkohuba matného se prováděl ze začátku čistě sporadicky. Pokud by se provádělo po celé České republice, bylo by zápisů mnohem více.



Graf č. 2: Počet hlášených jedinců rozdělených do měsíců v roce

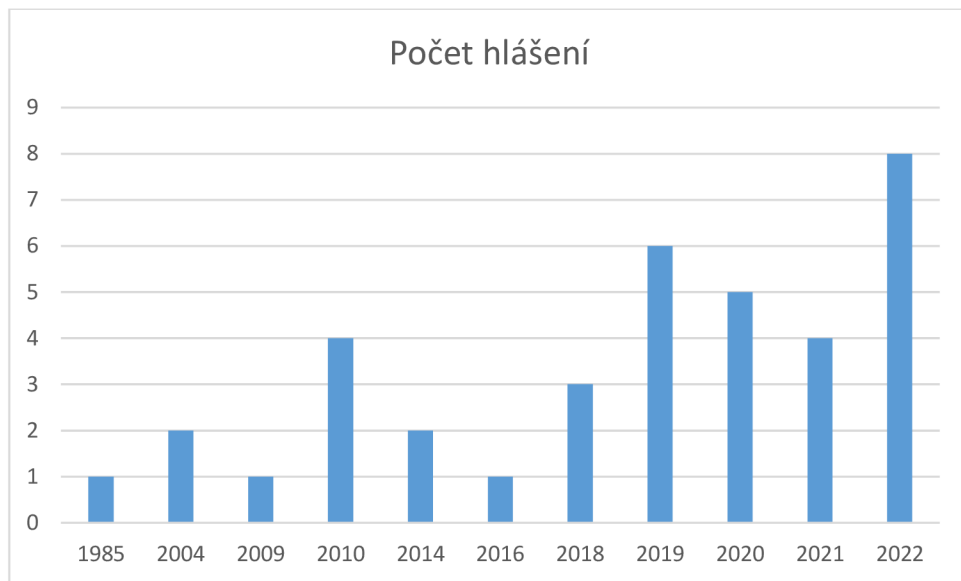
Do dat lýkohuba matného se zapisuje datum, který určuje počet hlášení a počet jedinců, kteří se nacházeli v daném nálezu. V důsledku metodické chyby se ne při každém hlášení zapisovaly všechny potřebné informace, a tak u některých hlášení chybí počet jedinců (Graf 2).

Z pohledu na graf 3 je vidět, že největší aktivita lýkohuba matného byla v letních měsících. Z šedých sloupců můžeme vidět potenciál většího množství jedinců, než je uvedeno v oranžových sloupcích. Z toho vyplývá, že vrchol aktivity se odehrával v červenci, a to i přesto, že bylo o 3 podaná hlášení méně.

Data zapsána v lednu byla zapsána pravděpodobně chybně, jelikož jako jejich datum byl uveden 1.ledna 1993.

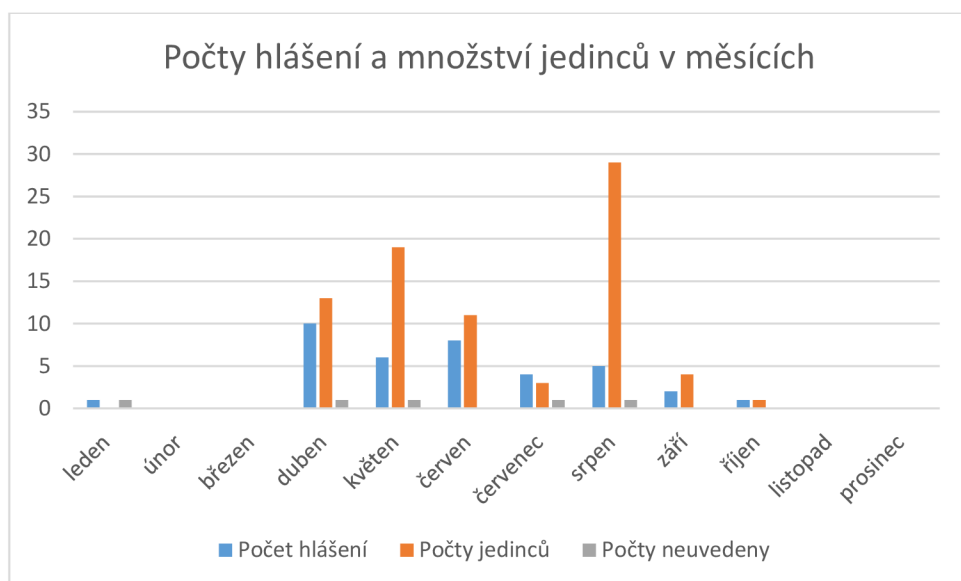
Z dalších dat začíná aktivita lýkohuba matného v březnu, kdy za vhodných teplých podmínek na jaře začíná jeho aktivní životní cyklus. Duben potvrzuje probouzení lýkohuba z hibernačního klidu, kdy se jeho počty začínají navyšovat. V květnu počty hlášení dále stoupají v důsledku prvního rojení lýkohuba. Vrchol počtu hlášení zde dosáhl v červnu, ale počty jedinců a neuvedené počty jsou stále menší oproti červenci. Tam počet hlášení dosáhl podobných hodnot, ale počty jedinců a neuvedené počty dokazují vrchol výskytu lýkohuba. Počty v srpnu se markantně téměř o dvě třetiny oproti měsíci minulému snížily. V říjnu se lýkohub našel v řádu jednotek, což svědčí o konci jeho aktivity v roce.

5.3.2 Data *Polygraphus grandiclava*



Graf č. 3: Množství hlášení za dobu monitoringu v jednotlivých letech

Ačkoliv se první nález rodu *Polygraphus* v roce 1985 týkal lýkohuba matného, jeho další monitorování započalo až po skoro dvaceti letech, konkrétně v roce 2004.



Graf č. 4: Počet hlášených jedinců rozdělených do měsíců

Do dat lýkohuba tmavonohého se zapisuje datum, které určuje počet hlášení a počet jedinců, kteří byli objeveni v daném nález. V důsledku metodické chyby se ne při každém hlášení zapisovaly všechny potřebné informace, a tak u některých hlášení chybí počet jedinců, který je v grafu zapsán jako „Počty neuvedeny“.

Aktivita lýkohuba tmavonohého zde začíná v dubnu, kdy je taktéž nejvíce počtu hlášení. To je z důvodu začínajícího jarního rojení. Ačkoliv počty jedinců v následujícím měsíci stoupají, počet hlášení klesá skoro o polovinu. Vyšší počet může ukazovat na pokračující letovou aktivitu lýkohubů po přezimování, po které se následně rozmnožuje. Červen a červenec zde ukazuje prudký úbytek nalezených jedinců, ačkoliv počtů nálezů je podobné množství. V tyto měsíce se mohou ve vyšších oblastech kvůli nepříznivým chladným podmínkám uchovávat k zimní hibernaci. V srpnu čísla jedinců prudce narostla. Pravděpodobně zde došlo k druhému rojení, které probíhá v nižších nadmořských výškách. Po tomto druhém rojení se druh lýkohub tmavonohý chystá na zimní hibernaci, což dokazují počty nálezů a jedinců v září a říjnu, kde jsou počty zcela minimální a pohybují se v řádu jednotek.

6 Diskuse

Dle již zmíněných studií, které probíhaly mezi roky 2015-2018 ve Švédsku, je patrné, že účinnost feromonových odparníků pro druh lýkohuba matného je zatím nevyřešeným problémem. Cílem této studie bylo vyvinout co nejúčinnější feromonový odparník, který by sloužil k monitoringu početního stavu l. matného.

Stejně jako v této bakalářské práci, byl i v rámci švédské studie rozmístěn určitý počet lapačů do smrkových porostů s feromonovými odparníky. V této studii byly použity odparníky vlastní výroby, které obsahovaly různé množství a koncentraci feromonu l. matného (-)-terpinen-4-olu. Tento feromon byl také kombinován s dalšími chemickými látkami, které měly zvýšit efektivitu lákání tohoto druhu (Viklund et al., 2019). V této bakalářské práci byl použit feromonový odparník Polywit značky Witasek, který podle výrobce slibuje účinný selektivní odchyt l. matného. Taktéž je to jediný feromonový odparník pro l. matného na trhu, což může dokazovat problém ignorace těchto odparníků l. matným a také to, že se účinný feromonový odparník dále vyvíjí. Přesné složení feromonového odparníku Polywit není známo.

Podobně jako ve Švédsku, tak i zde výzkum probíhal v letních měsících, kdy je aktivita l. matného na vrcholu (Křístek, 2013). Vzhledem k zeměpisné poloze Švédska, které leží v severní části Evropy, jsou zde kratší a chladnější léta než v České republice, která leží ve středu Evropy. Z tohoto důvodu zde některé výzkumy trvaly pouze měsíc a půl (Viklund et al., 2019). Oproti tomu výzkum pro bakalářskou práci trval téměř půl roku. Tyto podmínky by měly zvýhodnit výzkum bakalářské práce z důvodu teplejšího počasí, které zde trvá déle a které obecně hmyzu prospívá.

Ačkoliv podmínky pro tuto práci byly optimální a výskyt lýkohuba matného byl v oblasti výskytu potvrzen dle zápisu CZ (7148), Šumava NP, Stožec – Medvědice (Houška, 2014), tak druh na studovaném území nebyl odchycen do feromonových lapačů potvrzen. Je tedy možné, že složení feromonového odparníku Polywit bylo inspirováno výzkumem, při kterém byl použit enantiomericky obohacený (-)-terpinen-4-ol s enantiomerickou čistotou 52% ee (Kohnle et al., 1985), který ovšem nebyl testován v terénu a nelze tedy říci, zda je účinný. Domněnku o účinnosti vyvrátila právě již zmíněná studie, která dokázala, že čím enantiomericky čistší feromon, tím lákavější pro l. matného je, přičemž nejúčinnější je v procentech 90% ee až 99% ee (Viklund et al., 2019).

I přes neúspěch odchytu lýkohuba matného se podařilo chytit vícero druhů hmyzu. Nejčastějším zástupcem zde byla čeleď Curculionidae s celkovým počtem 47 jedinců. Ačkoliv se jedná o nejvyšší počet, nelze vyloučit, že se nejednalo o náhodný průlet těchto jedinců. Na

druhou stranu údajně reaguje spousta druhů lýkožroutů na podobné feromony, např. frontalin je agregační feromon pro více druhů kůrovců (Blomquist et al., 2010). Lze tedy uvažovat nad hypotézou, že podobný či stejný feromon byl použit při výrobě feromonového odparníku Polywit, který mohl ovlivnit více druhů kůrovců, třebaže v malé míře.

Taktéž mohly být vytvořeny podmínky kolem lapače, které by napomohly při odchytu jiných druhů. Takové podmínky vznikly například pro dřevokaze čárkovaného (*Trypodendron lineatum*). Během období odchytu vznikly u některých z lapačů vývraty vlivem větru. Tyto stromy nebyly po delší dobu během roku zpracované, což vyhovuje právě tomuto druhu (Pfeffer, 1955). Tento dřevokaz se pak mohl chytit pouze náhodou.

Ostatní počty jedinců z čeledí, které byly odchyceny, se pohybovaly v řádu jednotek. Takové počty nejspíše odpovídají náhodnému vpádu do lapače jako například jedinec z čeledi křížákovití Araneidae. Zde pravděpodobně došlo k nechtěnému vpádu během stavění pavučiny v jednom z lapačů.

Další část této práce byla o vytvoření přehledu výskytu rodu *Polygraphus* v České republice. Z grafů č. 2 a 4 lze vidět, že se výzkumy o výskytu tohoto rodu spíše nedělají. Možná to je způsobené kalamitou vytvořenou lýkožroutem smrkovým, který na sebe váže veškerou pozornost lesníků.

Během zápisů taktéž docházelo k metodickým chybám, jako byly například neuvedené počty nalezených jedinců, což výsledky přehledu následně zkresluje. Při prvních zápisech se taktéž pravděpodobně špatně zapisoval datum dne a měsíce, pokud vůbec. To můžeme vidět na grafech č. 2 a 4, kde byl výskyt lýkohuba matného hlášen 1. ledna. Je velice nepravděpodobné, že by byl v zimním období spatřen z důvodu hibernace. Navíc se takové datum může v některých programech vyplňovat automaticky jako výchozí formát datumu, což je nejvíce pravděpodobné, jak k datumu došlo. Nelze tedy tento datum považovat za důvěryhodný.

Počty nálezů zde nebyly vysoké, spíše šlo o náhodný nález, který mohl být zapsán kvůli vědeckému zkoumání zástupců rodu *Polygraphus*.

Grafy č. 2 a 4 by měly znázorňovat roční letovou aktivitu rodu dle počtu nalezených jedinců v daném měsíci. Zapsaných dat je ale tak málo, že jakékoliv ohnisko, které by mohlo vzniknout, může grafy kompletně změnit. Grafy tak mohou či nemusí vypovídat zcela podle pravdy. Pro správné určení těchto hodnot by bylo potřeba hlášení v mnohem vyšších číselných řádech, které by pak mohly ukázat i přesný výskyt rodu v ČR, který v této práci je třeba brát jako orientační kvůli malému množství dat.

7 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo odpovědět na otázky týkající se lýkohuba matného. Hlavní výzkumnou otázkou zde bylo, zda je feromonový odparník Polywit účinný na lýkohuba matného. Z výsledků, kde lýkohub matný nebyl zaznamenán se dá konstatovat, že tento feromonový odparník na lýkohuba matného nijak neúčinkuje.

Po zodpovězení hlavní výzkumné otázky zde zůstávají 2 dílčí dotazy, které souvisí s výzkumem efektivnosti feromonového odparníku Polywit. Podle zjištěných dat z odchycených druhů lýkohubů a druhů hmyzu nelze vyloučit, že by feromonový odparník neměl vliv na některé lýkohuby, avšak v minimální míře. Zda tyto druhy reagovaly na tento feromonový odparník by bylo potřeba zjistit za pomoci elektroantennografie, jelikož množství odchycených jedinců bylo ve velmi malé.

Na otázku, zda podmínky a věk porostů ovlivňují efektivnost Polywitu z důvodu malého počtu vzorků, nelze odpovědět.

Feromonový odparník Polywit značky Witasek pro monitoring výskytu lýkohuba matného nelze doporučit.

Na dotaz o výskytu rodu *Polygraphus* v ČR se z malého počtu záznamů nedá určit, v jakých oblastech se v České republice vyskytuje. Lze však odhadnout, že rod *Polygraphus* se nachází na celém území ČR, jelikož zástupci byli nahlášeni v každém kraji minimálně jednou s výjimkou krajů Vysočina a Praha .

8 Literatura

AVTZIS, D, KNÍŽEK, M, HELLRIGL, K a STAUFFER, CH. Polygraphus grandiclava (Coleoptera: Curculionidae) collected from pine and cherry trees. *European Journal of Entomology*. 2008, **105**(4), 789-792. ISSN 12105759. Dostupné z: doi:10.14411/ej.2008.104

BLOMQUIST, G. J et al. Pheromone production in bark beetles. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 2010, **2010**(40), 699-712. Dostupné z: doi: 0.1016/j.ibmb.2010.07.013

Fakulta lesnická a dřevařská ČZU (n. d.). Laboratoř skenovací a transmisní elektronové mikroskopie (SEM, TEM), HT102, HT103. Dostupné z: <https://www.fld.czu.cz/cs/r-6826-veda-a-vyzkum/r-18133-vyzkumny-profil-fld/r-18138-laboratore/r-18191-laborator-skenovaci-a-transmisni-elektronove-mikroskopie-sem-tem-ht102-ht103#id1fe1fd1f1a352f229bf4d24630264e2>

HOUŠKA, F. Brouci jižních Čech. *Webnode.cz* [online]. Česká republika, depositář Jihočeského musea v Českých Budějovicích, 2014 [cit. 2023_4_4]. Dostupné z: <https://coleoptera-cz.webnode.cz/faunistika/>

JANKOWIAK, R, KOLAŘÍK, M a BILAŇSKI P. Association of Geosmithia fungi (Ascomycota: Hypocreales) with pine- and spruce-infesting bark beetles in Poland. *Fungal Ecology*. 2014, **11**, 71-79. ISSN 17545048. Dostupné z: doi:10.1016/j.funeco.2014.04.002

KANDASAMY, D, GERSHENZON, J a HAMMERBACHER, A. Volatile Organic Compounds Emitted by Fungal Associates of Conifer Bark Beetles and their Potential in Bark Beetle Control. *Journal of Chemical Ecology*. 2016, **42**(9), 952-969. ISSN 0098-0331. Dostupné z: doi:10.1007/s10886-016-0768-x

KIRSCHNER, R, BEGEROW, D a OBERWINKLER, F. A new Chionosphaera species associated with conifer inhabiting bark beetles. *Mycological Research*. 2001, **105**(11), 1403-1408. ISSN 09537562. Dostupné z: doi:10.1017/S0953756201005019

KNÍŽEK, M. *Polygraphus poligraphus* (L.) lýkohub matný. *Silvarium* [online]. 156 04 Praha 5 – Zbraslav: VÚLHM Jíloviště – Strnady, 2005, 2005 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: https://www.silvarium.cz/images/letaky-los/2005/2005_polygraphus.pdf

KOHNLE, U, FRANCKE, W a BAKKE, A. *Polygraphus-poligraphus* (L) – Response to enantiomers of beetle specific terpene alcohols and a bi- cyclic ketal. *Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie*. Journal of Applied Entomology, 1985, **1985**(100), 5-8. Dostupné z: doi: 10.1111/j.1439-0418.1985.tb02748.x

KŘÍSTEK, J a URBAN, J. *Lesnická entomologie*. Druhé vydání. Praha: Academia, 2013. ISBN: 978-80-200-2237-0

PFEFFER, A. *Fauna ČSR*. (Rad: Brouci—Coleoptera). První vydání. Praha: Nakladatelství Československé Akademie Věd, 1955. . Kůrovci—Scolytoidea, Svazek 6.

RAHMANI, R, HEDENSTRÖM, E a SCHROEDER, M. SPME collection and GC-MS analysis of volatiles emitted during the attack of male *Polygraphus poligraphus* (Coleoptera, Curculionidae) on Norway spruce. *Zeitschrift für Naturforschung C*. 2015, **2015**(9-10), 265-273. Dostupné z: doi: 10.1515/znc-2015-5035

ROLLINS, F, JONES, K G, KROKENE, P, SOLHEIM, H a BLACKWELL, M. Phylogeny of Asexual Fungi Associated with Bark and Ambrosia Beetles. *Mycologia*. 2001, **93**(5), 991-996. ISSN 00275514. Dostupné z: doi:10.2307/3761761

SCHURIG, V, LEYRER, U a KOHNLE, U. Enantiomer composition and absolute configuration of terpinen-4-ol from the bark beetle *Polygraphus poligraphus*. *Naturwissenschaften*. 1985, **1985**(4), 211-211. Dostupné z: doi: 10.1007/BF01195767

VIKLUND, L, RAHMANI, R, BÅNG, J, SCHROEDER M a HEDENSTRÖM, E. Optimizing the attractiveness of pheromone baits used for trapping the four-eyed spruce bark beetle *Polygraphus poligraphus*. *Journal of Applied Entomology*. 2019, **143**(7), 721-730. ISSN 0931-2048. Dostupné z: doi:10.1111/jen.12641

WAJS, A et al. Characterisation of volatile organic compounds in stemwood using solid-phase microextraction. *Phytochemical Analysis*. 2006, **2006**(17), 91-101. Dostupné z: doi: 10.1002/pca.891

ZAHRADNÍK, P et al. *Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty*. První vydání. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2014. ISBN: 978-80-7458-057-4

ZÚBRIK, M a KUNCA, A. *Hmyz a huby našich lesov: atlas škôd na 48oleopter spôsobených hmyzími a hubovými škodlivými činiteľmi*. První vydání. Zvolen: Národné lesnícke centrum, 2011. ISBN: 978-80-809-3143-8.

8.1 Vyhlášky

Ministerstvo životního prostředí. 1996. Vyhláška č. 101 ze dne 28. března 1996, kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní stráže.

Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Ministerstvem zdravotnictví a Ministerstvem životního prostředí. 2018. Vyhláška č.132 ze dne 28.6.2018, o přípravcích a pomocných prostředcích na ochranu rostlin.