

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Závislost smrkových kůrovcových těžeb ve smíšených lesích na  
podílu listnáčů**

Diplomová práce

Autor: Bc. Vladimír Krofta

Vedoucí práce: prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

2022

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Vladimír Krofta

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

**Závislost smrkových kůrovcových těžeb ve smíšených lesích na podílu listnáčů**

Název anglicky

**Dependence of spruce bark beetles in mixed forests on the share of deciduous trees**

---

### Cíle práce

Stanovit, zda podíl listnáčů ve smíšených porostech ochrání jehličnany před napadením kůrovci.

### Metodika

Budou vybrány porosty starší 60 let se zastoupením listnáčů 20 až 80% se smrkovými kůrovcovými těžbami v letech 2011-2020. V jejich okolí budou do páru nalezeny čisté smrkové porosty starší 60 let. Všechny porosty musí mít rozlohu větší než 1ha. Celkem bude těchto dvojic nalezeno a studováno cca 50. Vzdálenost porostů by neměla být větší než 300m.

Bude srovnán podíl kůrovcových těžeb na ha v jednotlivých letech k celkové zásobě porostu na ha mezi porosty čistě smrkovými a s vyšším zastoupením listnáčů pomocí neparametrického párových testů. Budou vytvořeny modely závislosti kůrovcových těžeb na zastoupení smrku a populačních hustotách kůrovců.

Všechny testy budou provedeny v programu Statistica 12.0.

Plán:

duben 2021 – rešerše

květen – červenec 2021 – zpracování dat

srpen – listopad 2021 – analýzy data

leden 2022 – předložení rukopisu celé diplomové práce

březen 2022 – odevzdání práce

**Doporučený rozsah práce**

40 s.

**Klíčová slova**

kůrovci; smrk; gradace; semiochemikálie

---

**Doporučené zdroje informací**

- Huber D.W.P., Fettig C.J., Borden J.H. 2021: Disruption of coniferophagous bark beetle (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) mass attack using angiosperm nonhost volatiles: from concept to operational use. *The Canadian Entomologist*, 153: 19–35
- Jakuš R., Blaženc M., Gurtsev A., Holuša J., Hroššo B., Křenova Z., Longauerová V., Lukášová K., Majdák A., Mezei P., Slivinský J. 2015: Principy ochrany dospělých smrekových porastov pred podkorným hmyzom. Ústav ekológie lesa, Slovenská akadémia vied, 232 s.
- Raffa K.F., Andersson M.N., Schlyter F. 2016: Host selection by bark beetles: playing the odds in a high-stakes game. In: Blomquist G, Tittinger C (eds) *Advances in insect physiology*, vol 50. Elsevier Ltd: 1–74.
- Stadelmann G., Bugmann H., Meier F., Wermelinger B., Bigler C. 2013: Effects of salvage logging and sanitation felling on bark beetle (*Ips typographus* L.) infestations. *Forest Ecology and Management* 305, 273–281
- Zhang Q.-H., Schlyter F., Anderson P. 1999: Green leaf volatiles interrupt pheromone response of spruce bark beetle, *Ips typographus* *Journal of Chemical Ecology* 25: 2847–2861
- Zhang Q.-H., Schlyter F. 2004: Olfactory recognition and behavioural avoidance of angiosperm nonhost volatiles by conifer-inhabiting bark beetles. *Agricultural and Forest Entomology* 6:1–19.
- Zumr V. 1984: Spatial distribution of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) in Norway spruce (*Picea excelsa* Link) and their indifference in relation to forest belts. *Lesnictví* 30, 509–523
- 

**Předběžný termín obhajoby**

2021/22 LS – FLD

**Vedoucí práce**

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 30. 3. 2022

**prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 31. 3. 2022

**prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2022

---

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Model závislosti smrkových kůrovcových těžeb ve smíšených lesích na podílu listnáčů vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Jaroslava Holuši, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V Praze dne \_\_\_\_\_

Podpis autora

\_\_\_\_\_

## Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu prof., Ing. Jaroslavovi Holušovi, Ph.D. za odborné vedení a za strávený čas při řešení mé diplomové práce. Další poděkování patří panu Ing. Radkovi Kajfoszovi, který mi poskytnul data ŠLP k analýze, ale i poradil s vyhodnocením dat.

## Abstrakt

Tato diplomová práce studuje závislost smrkových kůrovcových těžeb ve smíšených lesích na podílu listnáčů. Listnaté stromy uvolňují semiochemikálie, které mohou ovlivnit gradaci kůrovce ve smíšených lesích. Klíčovým úkolem bylo dohledat smíšené porosty a k nim smrkové monokultury do páru pomocí porostní mapy. Všechny porosty byly starší 60 let, výměra nad 1 ha a vzdálenost jednotlivých párů do 300 metrů. U smíšených porostů bylo zastoupení listnatých dřevin 20 až 80 % a zastoupení smrku ztepilého alespoň 20 %. Pro získání dostatku dat byly smrkové monokultury zastoupeny alespoň z 80 % s příměsí ostatních jehličnanů. K těmto jednotlivým párům byly dohledány v lesní hospodářské knize kůrovcové těžby za období 2011 až 2020.

Všechna získaná kůrovcová data byla vyhodnocena v programu Statistica 12.0 (test normality K-S, Lilliefors, Shapiro-Wilk testem, Wilcoxonův párový test, GLM model a hierarchická ANOVA). Statistickým vyhodnocením bylo zjištěno, že smíšené porosty s příměsí smrku ztepilého mají vliv na snížení kůrovcových těžeb. Potvrdila se hypotéza, že smíšené porosty působí na lýkožrouta smrkového, *I. typographus* repelentně a tím chrání příměs smrku ztepilého, *Picea abies*.

**Klíčová slova:** kůrovci, smrk, gradace, semiochemikálie

## Abstract

This diploma's thesis studies the dependence of bark beetle logging in mixed forests on the share of deciduous trees. Broadleaf trees emit semiochemicals which can affect (reduce) bark beetle outbreak in mixed forests. The main task was to find mixed forest stands and pair them with spruce monocultures by using a map. All the forest stands were older than 60 years, area larger than 1 ha and the distance between each pair up to 300 meters. The representation of broadleaf trees in mixed forest was from 20 to 80 % and representation of spruce was at least 20 %. For having enough data spruce monocultures were represented by at least 80 % with an admixture of other coniferous trees. For these pairs we found an amount of bark beetle logging from a year 2011 to 2020 in forest management book.

All data were analyzed in Statistica 12.0 program. (The normality was tested by K-S, Lilliefors, Shapiro-Wilk test, Wilcoxon pair test, GLM model and ANOVA). By statistical analyses we found that mixed forests with admixture of spruce, *Picea abies* have a positive impact on an amount of bark beetle logging. These results confirm the hypothesis that mixed forests have a repellent effect on *I. typographus* and spruce trees, *Picea abies* growing in these forests are protected.

**Key words:** bark beetle, spruce, outbreak, semiochemicals

# OBSAH

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>10</b>
<b>2. CÍL PRÁCE .....</b>	<b>11</b>
<b>3. LITERÁRNÍ REŠERŠE.....</b>	<b>12</b>
3.1. LÝKOŽROUT SMRKOVÝ, <i>IPS TYPOGRAPHUS</i> .....	12
3.2. BIONOMIE .....	12
3.3. ROZŠÍŘENÍ .....	14
3.4. KOMUNIKACE <i>IPS TYPOGRAPHUS</i> .....	14
3.4.1. <i>Akustické signály</i> .....	14
3.4.2. <i>Chemická komunikace</i> .....	15
3.4.3. <i>Výběr hostitelské dřeviny</i> .....	16
3.5. FEROMONOVÁ ODCHYTOVÁ ZAŘÍZENÍ .....	17
3.5.1. <i>Feromonové lapače</i> .....	17
3.5.2. <i>Trojnožky</i> .....	18
3.6. OBRANNÝ MECHANISMUS <i>PICEA ABIES</i> .....	18
<b>4. METODIKA.....</b>	<b>20</b>
<b>5. VÝSLEDKY .....</b>	<b>23</b>
5.1. VÝVOJ KŮROVCOVÝCH TĚŽEB .....	23
5.2. SROVNÁNÍ KŮROVCOVÝCH TĚŽEB NA HEKTAR .....	25
5.3. PROCENTUÁLNÍ SROVNÁNÍ KŮROVCOVÝCH TĚŽEB .....	27
5.4. WILCOXONŮV PÁROVÝ TEST .....	29
5.5. HIERARCHICKÁ ANOVA NA M <sup>3</sup> /HA .....	29
5.6. HIERARCHICKÁ ANOVA V %.....	31
<b>6. DISKUZE.....</b>	<b>34</b>
<b>7. ZÁVĚR.....</b>	<b>36</b>
<b>8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>37</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>42</b>
<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>43</b>



## Seznam obrázků

<b>Obr. 1:</b> Studovaná oblast ŠLP Kostelec nad Č. l., mapová vrstva rok 2016 (zdroj: Google Earth Pro) .....	21
<b>Obr. 2:</b> Celkové těžby ŠLP Kostelec nad Černými lesy – rozdělené do druhu těžeb.....	23
<b>Obr. 3:</b> Celkové kůrovcové těžby ŠLP Kostelec nad Černými lesy za rok 2011 - 2020 .....	24
<b>Obr. 4:</b> Porovnání kůr. těžeb ŠLP Kostece n. Č. l. a okresu Praha - východ za rok 2011 – 2020 .....	24
<b>Obr. 5:</b> 3D bodový graf kůrovcových těžeb v m <sup>3</sup> /ha za sledovaná období 2011 – 2020 .....	26
<b>Obr. 6:</b> Srovnání kůrovcových těžeb smíšených porostů a smrkových monokultur v m <sup>3</sup> /ha.....	26
<b>Obr. 7:</b> 3D bodový graf kůrovcových těžeb v % za sledovaná období 2011 – 2020 .....	28
<b>Obr. 8:</b> Srovnání kůrovcových těžeb smíšených porostů a smrkových monokultur v % .....	28
<b>Obr. 9:</b> Kůrovcová těžba v m <sup>3</sup> /ha za období 2011 až 2020 – bílý boxplot smíšené porosty, šedý boxplot smrkové monokultury .....	31
<b>Obr. 10:</b> Kůrovcová těžba v % za období 2011 až 2020 – bílý boxplot smíšené porosty, šedý boxplot smrkové monokultury .....	33

## Seznam tabulek

<b>Tab. 1:</b> Číselné označení výkonu a podvýkonu .....	21
<b>Tab. 2:</b> Výsledky testu normality dat ve všech porostech na m <sup>3</sup> /ha a % .....	22
<b>Tab. 3:</b> Výsledky GLM modelu pro kůrovcové těžby v m <sup>3</sup> /ha za období 2011-2020 .....	25
<b>Tab. 4:</b> Výsledky GLM modelu pro kůrovcové těžby v m <sup>3</sup> /ha za období 2019-2020 .....	25
<b>Tab. 5:</b> Výsledky GLM modelu pro kůrovcové těžby v m <sup>3</sup> /ha za období 2011-2018 .....	25
<b>Tab. 6:</b> Výsledky GLM modelu pro kůrovcové těžby v % za období 2011-2020 .....	27
<b>Tab. 7:</b> Výsledky GLM modelu pro kůrovcové těžby v % za období 2019-2020 (gradace) .....	27
<b>Tab. 8:</b> Výsledky GLM modelu pro kůrovcové těžby v % za období 2011-2018 (latence) .....	27
<b>Tab. 9:</b> Srovnání smíšených a monokulturních porostů za všechny roky a skupiny na m <sup>3</sup> /ha .....	29
<b>Tab. 10:</b> Srovnání smíšených a monokulturních porostů za všechny roky a skupiny v % .....	29
<b>Tab. 11:</b> Hierarchická ANOVA na m <sup>3</sup> /ha.....	29
<b>Tab. 12:</b> Vzájemné srovnání těžeb m <sup>3</sup> /ha v jednotlivých letech a typech lesa.....	30
<b>Tab. 13:</b> Hierarchická ANOVA v % .....	31
<b>Tab. 14:</b> Vzájemné srovnání těžeb v % v jednotlivých letech a typech lesa .....	32

# 1. ÚVOD

V České republice je hlavní hospodářskou dřevinou smrk ztepilý, *Picea abies* [Linnaeus (Karst) 1881], který má zastoupení až 49,5 % z celkové plochy porostní půdy.

V roce 2019 bylo v důsledku napadení lýkožrouty evidováno 20,7 mil. m<sup>3</sup> vytěženého smrkového kůrovcového dříví. Procentuálně bylo vytěženo o 70 % kůrovcového dříví více než za rok 2018. Velmi často je lýkožrout smrkový, *I. typographus* (Linnaeus, 1758) doprovázen lýkožroutem lesklým, *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1761). Oba druhy proto náleží do skupiny kalamitních škůdců, kteří způsobují dlouhodobě poškozování smrkových porostů (Zelená zpráva 2019). Dlouhodobé poškozování je způsobeno klimatickými změnami na Zemi (Netherer et al. 2021).

Vzhledem k nárůstu kůrovcových těžeb za poslední roky bylo rozhodnuto uskutečnit na školním lesním pozemku na ČZU vědecká pozorování. Cílem práce bylo zjistit druhové spektrum lýkožroutů na nahodilé těžbě. V roce 2019 bylo revidováno 101 kůrovcových stromů. Na požercích byly determinovány a zjištěny počty lýkožroutů. Na studijní lokalitě se nacházeli čtyři zástupci podčeledi Scolytinae: lýkožrout smrkový, *I. typographus*, lýkožrout lesklý, *P. chalcographus*, lýkožrout severský, *I. duplicatus* (C.R. Sahlberg, 1836) a lýkožrout menší, *I. amitinus* (Eichhoff, 1871). Po analýze všech požerků na nahodilé těžbě byl nejvíce zastoupen lýkožrout smrkový se 79,01 %. Druhým nejpočetnějším byl lýkožrout lesklý se 12,43 %, třetím lýkožrout severský s 7,30 % a čtvrtým lýkožrout menší s 1,26 %. Populační hustoty byly zjištěny vysoké a dosahovaly až 200 závrtů na 1 m<sup>2</sup> (Richter 2021).

Tato diplomová práce vycházela z dat, která potvrdila nejvíce zastoupený druh lýkožrouta smrkového s vysokou populační hustotou. Z toho důvodu byl školní lesní podnik ČZU vybrán jako studijní lokalita. Dalším důvodem byla přístupnost dat ze strany školního lesního podniku. Podle Zahradníka (2005) se pochůzková kontrola provádí ve smrkových porostech starších 60 let a ve smíšených porostech se zastoupením alespoň 20 % smrku. Tyto dva údaje patří mezi stěžejní parametry překládané práce.

## 2. CÍL PRÁCE

Stanovit, zda podíl listnáčů ve smíšených porostech ochrání jehličnany před napadením kůrovci.

Důvodem této studie je ověřit hypotézu, zda listnaté porosty s příměsí smrku ztepilého, *Picea abies* působí na lýkožrouty smrkové, *I. typographus* repelentně a tím ho chrání.

### 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

#### 3.1. Lýkožrout smrkový, *Ips typographus*

Řád: *Coleoptera*

Čeleď: *Curculionidae*

Podčeleď: *Scolytinae*

Lýkožrout smrkový, *I. typographus* se řadí mezi nejvýznamnější sekundární podkorní škůdce smrkových porostů (Zahradník & Knížek 2007). Jeho populace se mohou rychle přemnožit a tím likvidovat zdravé porosty. Svou hostitelskou dřevinu si vybírá podle vhodného věku, nutričních hodnot a míry obrany stromu. Přesto je kompletní mechanismus výběru stromů stále neznámý (Netherer et al. 2021).

#### 3.2. Bionomie

Během roku má lýkožrout smrkový 2 až 3 generace (Zumr 1985). Ve vyšších polohách (nad 800 m n.m.) má jednu generaci (Jakuš et al. 2015). V nižších polohách jarní rojení probíhá koncem března a začátkem dubna. Letní rojení je v průběhu června až počátkem srpna. Případné třetí rojení závisí na denních teplotách během srpna a září. Většinou tento třetí vývoj bývá nedokončený (Zumr 1985). Minimální teploty pro vývoj lýkožrouta jsou stanoveny v rozmezí 6-8,3 °C (Wermelinger 2004).

Po přezimování začíná vývojový cyklus náletem samců na hostitelský strom. Samec se zavrtá skrz kůru, ve které vyhlodá snubní komůrku a vylučuje agregační feromony k nalákání samců i samic (Zahradník & Knížek 2007). Agregační feromon láká ostatní samce pro snížení obranyschopnosti hostitelského stromu a samice pro účel páření. Lýkožrout smrkový, *I. typographus* je polygamní druh, který dokáže oplodnit 2 až 3 samice. Každá samice po kopulaci vyhlodává svou vlastní mateční chodbu kolmo na osu kmene, kde do zářezů klade 30 až 60 vajíček (Jakuš et al. 2015). Klazení vajíček do stran zářezů trvá 7 až 10 dní (Zahradník & Knížek 2007) při minimálních teplotách 11,4 °C (Wermelinger 2004).

Po uplynutí 2 až 3 týdnů od prvního rojení se část samic zúčastní tzv. sesterského rojení. Samice bez další kopulace kladou vajíčka na stejný nebo jiný hostitelský strom. Vajíčka jsou bílá s tvarem elipsovitým a rozměrem 0,6 x 0,9 mm (Skuhravý 2002). Do dvou týdnů se z vajíček líhnou larvy. Larvy procházejí třemi stadii instaru, které trvají celkem 7 až 50 dní v závislosti na teplotních podmínkách. Vytvářejí larvální chodby se zakončením tzv. kukelné kolébky, kde se zakuklí (Jakuš et al. 2015). Larva po vylíhnutí je beznohá, zbarvená do bíla s hnědavou hlavovou schránkou (Skuhravý 2002). Období kukly trvá průměrně 8 dnů. Z kukelné kolébky se vylíhnou brouci, kteří nejsou pohlavně dospělí. Brouk dospívá v průběhu zralostního žíru v místě líhnutí. Zbarvení brouka hned po vylíhnutí je bílé, poté postupně žlutne a nakonec tmavne (Zahradník & Knížek 2007). Během zralostního žíru tvoří nepravidelně zvlněné chodby a vyhledává zbytky lýka. Pohlavní dozrávání trvá 2 – 3 týdny, pak se cyklus opět opakuje (Zumr 1985). Imágo dosahuje velikosti 4,8 – 5,5 mm, zbarvení těla je černé lesklé s postranními drobnými chloupky. Většina lýkožroutů přezimuje ve stadiu imága pod kůrou stromu nebo v hrabance. Malá část přezimuje ve stadiu larvy či kukly (Skuhravý 2002).

Teplotní podmínky určují rychlost celkového vývoje druhu, ale zpravidla to bývá 6 až 10 týdnů (Jakuš et al. 2015). Optimální teploty celkového vývoje jsou 29-30°C (Wermelinger 2004).

Celkový požerok je tvořen snubní komůrkou se závrtovým otvorem. Ze snubní komůrky pokračují mateční chodby, které jsou rovnoběžné s podélnou osou kmene. Délka matečních chodeb se pohybuje od 6 do 12 cm a jsou opatřeny tzv. větracími otvory. Na mateční chodby navazují larvové chodby o délce 6 cm. V základním stavu převládají tříramenné požerky, v kalamitním stavu jsou běžnější jednoramenné a dvouramenné (Zahradník & Knížek 2007).

### 3.3. Rozšíření

Lýkožrout smrkový, *I. typographus* má rozsáhlý areál výskytu v Evropě i v Asii. Jeho původní rozšíření je převážně v horských nadmořských výškách, avšak během let se přizpůsobil životu v nižších oblastech jako jsou pahorkatiny a nížiny (Skuhravý 2002). V České republice se vyskytuje na všech místech, kde se nachází smrkové monokultury (Zahradník & Knížek 2007). Dále se vyskytuje na celém území Slovenska, v jižní oblasti Polska a severních oblastech Maďarska. Na východě jsou to veškeré pobaltské státy, kde se mimo jiné nachází i na jedli sibiřské, *Abies sibirica* (Ledeb., 1833).

V severní části Evropy je rozšířen v Norsku, Finsku a Švédsku. Na jihu se vyskytuje v Pyrenejích v nadmořských výškách od 800 do 1800 m n. m. na hranicích mezi Španělskem a Francií. Zaujímá severovýchodní oblast planin východně od Paříže až k belgickým a německým hranicím, celé území Belgie, Holandska, Švýcarska, Rakouska a severní Itálie. Dále se nachází téměř na celém Balkánském poloostrově, ve Slovinsku, Chorvatsku, Srbsku a Černé hoře (Skuhravý 2002).

### 3.4. Komunikace *Ips typographus*

#### 3.4.1. Akustické signály

U lýkožrouta smrkového, *I. typographus* jsou výrazné morfologické rozdíly mezi samcem a samicí. Na hrudi samice jsou hřebínkovité útvary, které začínají pod ústním ústrojím a pokračují směrem k dolní části složených očí. Samec má na daném místě pouze drobné důlky. Samice toto stridulační ústrojí využívá k tvorbě zvuků, kterými navazuje kontakt se samci a samicemi uvnitř požerku napadeného stromu. Akustickými signály samice ovlivňují rozložení a počty chodeb. Stridulační ústrojí u lýkožrouta smrkového, *I. typographus* je velmi jemné oproti ostatním americkým druhům (Rudinsky 1979).

### 3.4.2. Chemická komunikace

Chemická komunikace probíhá pomocí složitých signálů, které jsou mezi škůdci a hostitelskou dřevinou (Aukema et al. 2010). Lýkožrouti, *Ips* spp. využívají komunikační látky semiochemikálie, díky kterým identifikují vhodného hostitele (Zhang et al. 1999). Pionýrští samci vyhledávají vhodnou hostitelskou dřevinu pomocí primárních atraktantů. Primární atraktanty jsou uvolňovány hostitelskou dřevinou. Součástí těchto látek jsou monoterpeny obsahující  $\alpha$ -pineny, které jsou prekurzorem pro tvorbu primárního agregačního feromonu Cis-verbenol (cV). Tento feromon využívá více druhů rodu *Ips* (Jakuš et. al. 2015). Feromony jsou komplexní. Feromon se využívá k nalezení nových hostitelských stromů a ostatních brouků (Aukema et al. 2010). Pohlavně dospělí samci a samice lýkožrouta smrkového, *I. typographus* produkují agregační feromon 2-Methyl-3-Buten-2-ol (MB). Tento agregační feromon je pouze atraktivní pro *I. typographus*. Používá se jako signál pro ostatní brouky tak, že mohou přistát na hostiteli. Dále je nutné zmínit, že působí pouze na menší vzdálenosti. Naopak cis-verbenol (cV) působí na velké vzdálenosti, jedná se o dálkový signál pro ostatní brouky. Směs feromonů 2-Methyl-3-Buten-2-ol (MB) a cis-verbenol (cV) působí synergicky. Produktem je primární agregační feromon. Tento feromon se uvolňuje během kolonizace hostitele a způsobuje agregaci obou pohlaví (Jakuš et. al. 2015). Tvorba pohlavního feromonu 2-Methyl-3-Buten-2-ol (MB) probíhá ve střevech brouka. Kromě pohlavního feromonu se ve střevech později vytvářejí antiagregační feromony ipsenol (2-metyl-6-methylen-7-octan-4-ol) a (S)-(-)-trans-verbenol. Hlavním úkolem těchto dvou látek je zastavit nálet nových brouků na úplně obsazený strom (Zumr 1995).

V lesních ekosystémech na funkčnost signálů působí spousta faktorů. Mezi hlavní faktory řadíme strukturu koruny, počasí, poměr monoterpenů a feromonových látek. Různé poměry látek mohou vyvolat různé chování lýkožrouta, a mohou působit přitažlivě nebo odpudivě (Aukema et al. 2010). Mohou nastat fatální chyby během šíření a hledání, kdy daný lýkožrout nedokáže detekovat signály své hostitelské dřeviny. Tyto chyby mohou vést k mortalitě jedinců. Důvodem je ztráta energie nebo rozptýlení po oblasti, kde se zvyšuje

riziko predace (Huber et al. 2021). Snížení rizika predace a vyhledávání vhodného stromu by bylo možné, kdyby lýkožrout smrkový, *I. typographus* dokázal identifikovat nevhodné stromy při letu. Pro identifikaci vhodného stromu je nutné přímého kontaktu s kůrou (Dahlsten 1982). Obecně se brouci vyhýbají napadení jiné dřeviny než hostitelské, což naznačuje jejich špatnou přizpůsobivost v nepříznivých podmínkách (Huber et al. 2021).

### 3.4.3. Výběr hostitelské dřeviny

Výběr hostitelské dřeviny není zatím přesně znám. Směr vyhledávání určují feromony. Další roli hrají symbiotické houby, které produkují volatilní látky. Volatilní látky mohou více ovlivnit tento směr (Kandasamy et al. 2016).

Gries et al. (1989) sestavili čtyři modely strategií *I. typographus* při hledání hostitelských dřevin. První model chování lýkožrouta vychází ze zcela náhodného hledání hostitelských dřevin, druhý model je vyhledávání potravy proti větru bez odezvy na těkavé signály hostitele, třetí model je náhodné vyhledávání s odezvou na krátkou vzdálenost se signály hostitele, poslední model je hledání potravy proti větru s odezvou těkavých látek hostitele. Z těchto čtyř modelů byla vyhodnocena za nejúčinnější strategii vyhledávání potravy proti větru s odezvou na těkavé látky od hostitele. Těsně za touto strategií následovalo náhodné vyhledávání s krátkou odezvou na těkavé látky hostitele (Gries et al. 1989). Dále existují důkazy o tom, že některé druhy lýkožroutů vyhledávají siluetu hostitelské dřeviny (Huber et al. 2021).

Hostitelské dřeviny jednoho druhu škůdce tedy nemusí být hostitelem pro mnoho dalších druhů herbivorů. Každý herbivor by měl být schopný detekovat těkavé látky svých hostitelských dřevin. Dále by měl škůdce detekovat těkavé látky nehostitelských dřevin, tak aby se jim dokázal vyhnout (Huber et al. 2021). Například kůra krytosemenných stromů obsahuje inhibitory feromonů jako jsou C8-alkohol a trans-conophthorin (Jakuš et al. 2015). Listnaté stromy uvolňují ze svých listů odpuzující látky, které působí na lýkožrouta smrkového, *I. typographus* repelentně (Grodzki 2013).



Nejvíce uvolňovanou volatilní látkou je verbenon. Zhang (1999b) provedl výzkum, kdy do feromonových lapačů přidal látku verbenon. Tato látka snížila odchyt o 60 až 80 %. Další látkou, která se přidala je látka Ipsenol. Tato látka snížila odchyt až o 90 %.

Dále se přirozeně vyskytují látky linalool, (Z)-3-Hexen-1-ol, (E)-2-Hexen-1-ol, (E)-3-Hexen-1-ol, (Z)-2-Hexen-1-ol, Hexanal, (E)-2-hexenal, (E)-3-hexenyl acetát a 1-Hexanol (Zhang, 1999b). Pomocí těchto látek se zjišťovala míra náletu do feromonových lapačů. Všechny tyto látky byly postupně testovány ve směsi feromonu 2-metyl-3-buten-2-ol. Nejvíce náletů bylo zaznamenáno ve směsi feromonu a volatilních látek 1-Hexenol, (E)-2-Hexen-1-ol a (Z)-3-Hexen-1-ol. U směsi feromonu a volatilních látek jako jsou (E)-3-hexenyl acetát, (E)-2hexenal a hexanal byly zaznamenány nízké nálety lýkožroutů. Feromonové lapače s obsahem verbenonu a volatilních látek hexenal, (E)-2-hexenal a (E)-3-hexenyl acetát měly největší repelentní účinnost. Míra odchytu se snížila až o 95 %. Z toho výzkumu je zřejmé, že je možné využít těchto látek jako alternativní způsob ochrany lesa (Zhang, 1999b).

### 3.5. Feromonová odchyťová zařízení

Opatření k ochraně lesa jsou ukotvena ve vyhlášce č. 76/2018, která rozlišuje populační hustotu škůdců na základní, zvýšený a kalamitní stav. Základním stavem se rozumí nízká populační hustota, kdy nehrozí v aktuálním a následujících letech významná gradace daného druhu. Zvýšený stav je taková populační hustota, kdy dochází k bezvýznamným hospodářským škodám. Avšak tyto škody nám už mohou předpovídat vznik hospodářsky významných škod (Vyhláška č. 76/2018 Sb.).

#### 3.5.1. Feromonové lapače

Toto odchyťové zařízení se běžně využívá pro monitoring nebo hromadný odchyt (Schlyter & Birgersson 1999). Feromonové lapače jsou uměle vytvořené pasti, které nahrazují tradiční stromové lapáky. K odchytu se využívají agregační

feromonové odparníky (Raty et al. 1995). Účinné látky odparníku tvoří směs S-cis-verbenolu a ipsdienolu. Tyto agregační feromony přitahují obě pohlaví, proto je důležité dbát na stanovené postupy.

Zásady použití:

- bezpečná vzdálenost od porostní stěny tj. 10-25 m
- rozestupy jednotlivých feromonových lapačů tj. 10-15 m
- past ve výšce 150 cm, kontrola výšky buřeně
- pravidelná kontrola 7-10 dní (Jakuš et al. 2015).

Pokud feromonový lapač umístíme k porostní stěně do vzdálenosti 5 metrů, tak počty odchycených lýkožroutů vzrostou. Riziko nastává v případě, že smrkový porost má sníženou vitalitu. Díky tomu může dojít k poškození porostní stěny. Nejvíce vyrovnané a bezpečné odchvy jsou v rozpětí 10-20 metrů (Zahradník & Zahradníková 2016).

### 3.5.2. Trojnožky

Trojnožky představují kombinaci feromonového lapače a klasického lapáku. Jedná se o čerstvé kmeny, které jsou uspořádány do trojúhelníku, tj. trojnožky. Kmeny jsou ošetřeny insekticidem a feromonovou návnadou. Návnada je umístěna pod vrcholem trojnožky. Trojnožky se připravují před předpokládaným zahájením letové aktivity. Vzdálenost od zdravého porostu je minimálně 6 metrů. Zařízení se umísťuje do špatně přístupných lokalit. (Zahradník & Knížek 2007).

## 3.6. Obranný mechanismus *Picea abies*

Hostitelská dřevina smrk ztepilý, *Picea abies* je nerovnoměrně rozmístěna uvnitř smíšených lesů (Zhang & Schlyter 2004). Stromy produkují sekundární metabolity, které využívají k různým účelům, včetně obranné aktivity proti hmyzu a patogenům. Metabolity mohou být produkovány v hojném množství. Stromy k jejich výrobě využívají značné množství energie a základních metabolitů,

což vyvolává kompromis mezi obranou, růstem a reprodukcí (Huber et al. 2021). Vitální strom disponuje přirozenou obranou ve formě pryskyřice, která je bohatá na terpeny (Netherer et al. 2021). První nálet lýkožroutů se zavrtá do kůry stromu, kde narazí na primární pryskyřici. Tato pryskyřice je přítomna v kůře a floému. Pokud je strom poškozován začne produkovat větší množství pryskyřice. Pryskyřice má lepkavé vlastnosti, které v určité míře znemožňují lýkožroutům šíření. Obsahuje toxické sloučeniny, kterými jsou fenoly a terpeny (Birgersson 1989). Pozitivní nebo negativní vliv na míru koncentrace a tvorbu terpenů je ovlivněn stresovými prvky, především horkem a suchem (Ferrenberg et al. 2017). Terpeny jsou ve speciálních pryskyřičných kanálcích a polyfenolických sloučeninách, které se syntetizují a ukládají se v parenchymatických buňkách (Franceschi et al. 2005).

V reakci na útok se zvyšují monoterpenové uhlovodíkové látky v místě závrtů. Tato místa mají desetkrát více koncentrace těchto látek než místa bez závrtů. Čím odolnější strom, tím více a déle je schopen produkovat pryskyřici ve srovnání s náchylnějším stromem. Aby přežil lýkožrout boj s pryskyřicí musí detoxikovat terpeny. Tento proces probíhá hydroxylací (Birgersson 1989). Smrkové monokultury mají nižší primární tok pryskyřice než stromy ve smíšených porostech (Baier et al. 2002). Je prokázáno, že jedinci se silnější kůrou a větším množstvím pryskyřice jsou méně náchylní na kolonizaci lýkožroutem než jedinci s tenkou kůrou a menším množstvím pryskyřice (Nihoul & Nef 1992). Hostitelská dřevina po neúspěšném zastavení kolonizace začne produkovat menší množství uhlovodíků a více bílkovin. Tento poměr látek způsobí zhoršení potravy pro lýkožrouta. Poslední snaha zastavit kolonizaci vede k výraznému růstu stromu. V tomto případě ale nastává snížení obrany na úkor růstu (Herms & Mattson 1992).

## 4. METODIKA

Studie se uskutečnila na školním lesním podniku v Kostelci nad Černými lesy, který se nachází východně od hlavního města Prahy. Školní lesní podnik pečuje v okolí Kostelce o zhruba 7 000 ha lesních pozemků. Lesní správy jsou rozděleny do 7 lesnických úseků – Kachní louže, Vlkančice, Skalice, Bohumile, Ostrák, Truba a Svojetice. Lesní úseky se nacházejí v přírodní lesní oblasti č. 10 – Středočeská pahorkatina. Nejvyšší nadmořská výška v oblasti představuje 461 m. Nejvíce kůrovci zasažený lesní úsek je Kachní louže, ve kterém v posledních letech probíhala intenzivní kůrovcová těžba a monitoring lýkožrouta smrkového, *I. typographus*.

Školní lesní podnik poskytl lesnickou hospodářskou knihu a evidence za období 2011 až 2020. V hospodářských knihách byly vybrány porostní skupiny, ve kterých je procentuální zastoupení listnatých dřeviny 20 až 80 % a smrku ztepilého, *Picea abies* alespoň 20 %. K smíšeným porostům byly vyhledány do dvojice smrkové monokultury pomocí porostní mapy. Smrkové monokultury měly zastoupení nad 80 %. Zbýlých 20 % dřevin zastupovaly ostatní druhy jehličnanů. Podmínkou pro tvorbu dvojice byla vzdálenost do 300 metrů. Rozloha všech porostních skupin byla větší než 1 hektar.

Lýkožrout smrkový, *I. typographus* v základním stavu napadá smrkové porosty nad 60 let (Zahradník 2005). Z toho důvodu byly vybrány všechny smíšené porostní skupiny, tak i smrkové monokultury starší 60 let. V některých případech vznikla skupina více smíšených porostů na jednu smrkovou monokulturu. Vždy se vybral smíšený porost, který se blížil k rozloze smrkové monokultury. Celkově bylo nalezeno 104 dvojic, z toho 49 dvojic splňovalo nastavené parametry. Celkově bylo tedy statisticky testováno 49 dvojic.

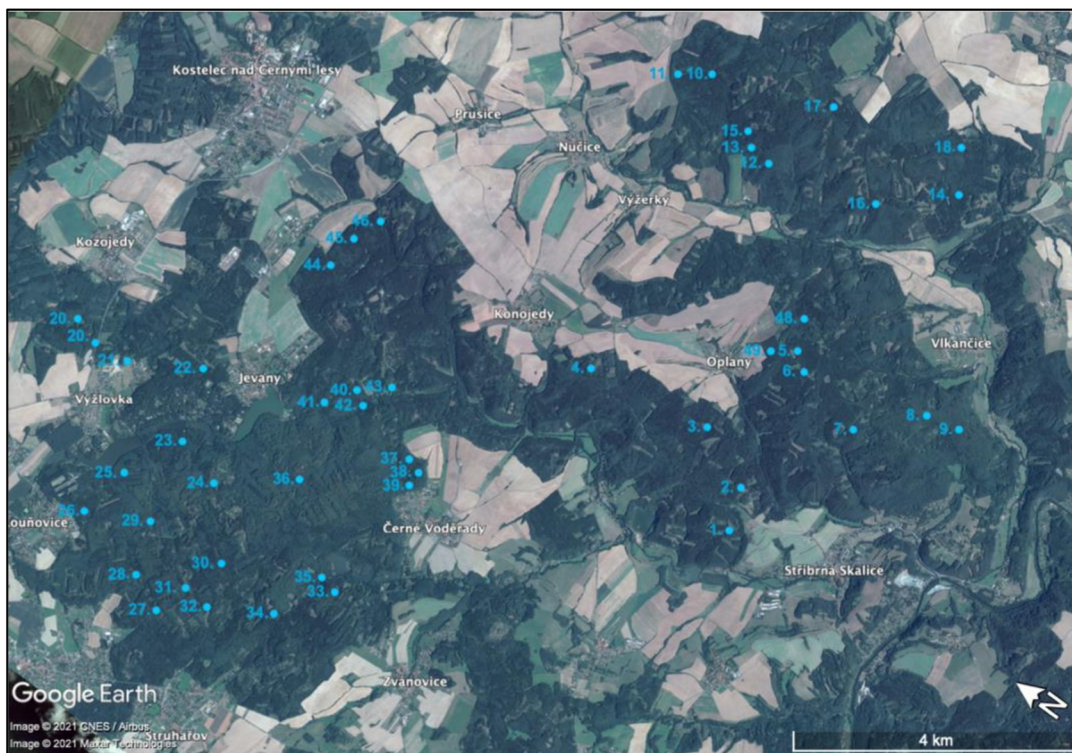
V lesnické evidenci se dohledaly všechny kůrovcové těžby pro všechny páry porostů. Veškerá data byla uložena v programu Microsoft Office Excel. V těchto evidencích se využívají číselníky. V číselnících jsou obsažená čísla a jim přiřazené konkrétní úkony. Tyto úkony jsou rozděleny do výkonu a podvýkonu. Pomocí výkonu a podvýkonu byly dohledány veškeré kůrovcové těžby (obr. 1).

**Tab. 1:** Číselné označení výkonu a podvýkonu

Výkon	Název podvýkonu
<b>111</b> - Těžba dříví - vlastní	<b>5</b> - Nahodilá - kůrovcová
<b>112</b> - Těžba dříví - cizí	<b>9</b> - Nahodilá - živelná, napadená kůrovci
<b>124</b> – Těžba harvestory	<b>11</b> - Nahodilá - lapáky

Zjištěné kůrovcové těžby byly přiřazený k příslušným porostům. Dále se u páru smíšených a smrkových monokultur navzájem porovnávala míra napadení lýkožroutem smrkovým. Za hlavní měřítko byla stanovena právě výše kůrovcových těžeb v jednotlivých letech.

Ze získaných dat se vytvořily grafy jednotlivých kůrovcových těžeb. Vyhodnocení kůrovcových těžeb bylo vypočteno na jeden hektar a v procentech ze zásoby smrku v příslušném porostu. Normalita dat byla testována pomocí K-S, Lilliefors, Shapiro-Wilk testem. Vzhledem k tomu, že data těžeb na hektar a procenta těžeb neměla normální rozdělení (Tab. 2), byly použity pro srovnání těžeb mezi smíšenými a smrkovými porosty neparametrické testy (Wilcoxonův párový test) a pro modelování GLM model s log-normálním rozdělením.



**Obr. 1:** Studovaná oblast ŠLP Kostelec nad Č. l., mapová vrstva rok 2016 (zdroj: Google Earth Pro)

Pro vysvětlení objemu těžeb (v m<sup>3</sup>/ha a %) byly použity dvě proměnné, zastoupení smrku ztepilého a rok těžeb. Pro odlišení rozdílů kůrovcových těžeb mezi jednotlivými roky a typy porostů byla použita hierarchická ANOVA, i při vědomí, že to není úplně správné vzhledem k nesplnění podmínky normality dat. Veškeré analýzy byly provedeny v programu Statistica 12.

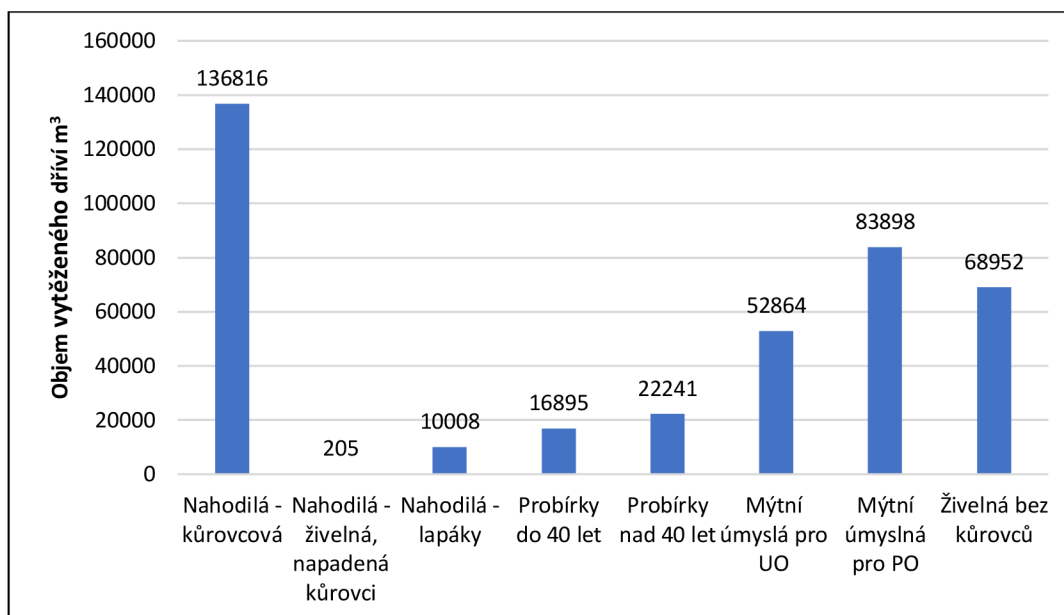
**Tab. 2:** Výsledky testu normality dat ve všech porostech na m<sup>3</sup>/ha a %

Test normality dat ve smíšených porostech na m <sup>3</sup> /ha		
<b>K-S</b>	d=0,42942	p<0,01
<b>Lilliefors</b>		p<0,01
<b>Shapiro-Wilk</b>	W=0,26206	p=0,0000
Test normality dat ve smíšených porostech v %		
<b>K-S</b>	d=0,42523	p<0,01
<b>Lilliefors</b>		p<0,01
<b>Shapiro-Wilk</b>	W=0,20678	p=0,0000
Test normality dat ve smrkových porostech na m <sup>3</sup> /ha		
<b>K-S</b>	d=0,40901	p<0,01
<b>Lilliefors</b>		p<0,01
<b>Shapiro-Wilk</b>	W=0,35169	p=0,0000
Test normality dat ve smrkových porostech v %		
<b>K-S</b>	d=0,40795	p<0,01
<b>Lilliefors</b>		p<0,01
<b>Shapiro-Wilk</b>	W=0,33812	p=0,0000

## 5. VÝSLEDKY

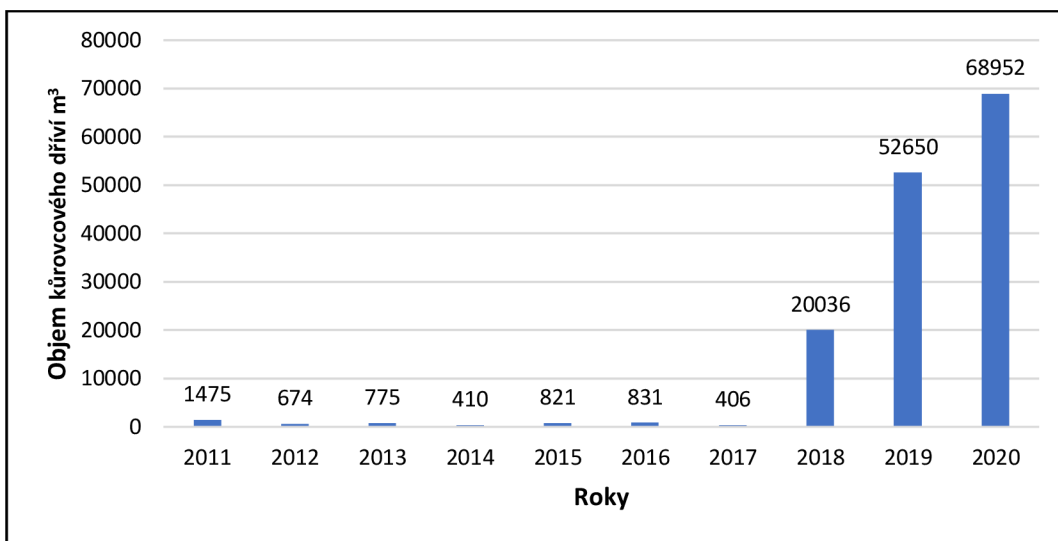
### 5.1. Vývoj kůrovcových těžeb

Po zpracování všech dat z lesní hospodářské evidence se porovnaly jednotlivé podvýkony těžby, které potvrdily velmi vysoký nárůst nahodilých těžeb způsobené lýkožroutem za posledních devět let (Obr. 2). Mezi kůrovcové těžby patří nahodilá kůrovcová, živelná napadená kůrovcem a asanace stromových lapáků. Tyto těžby jsou po sumarizaci srovnatelné s naplánovanými těžbami. K těmto naplánovaným těžbám řadíme probírky do 40 let, nad 40 let a mýtní úmyslné těžby. Samostatnou skupinou je těžba živelná bez kůrovce. Proto je vhodné vyhledávat dlouhodobé alternativní prvky v ochraně lesa pro utlumení kalamitního stavu lýkožrouta.



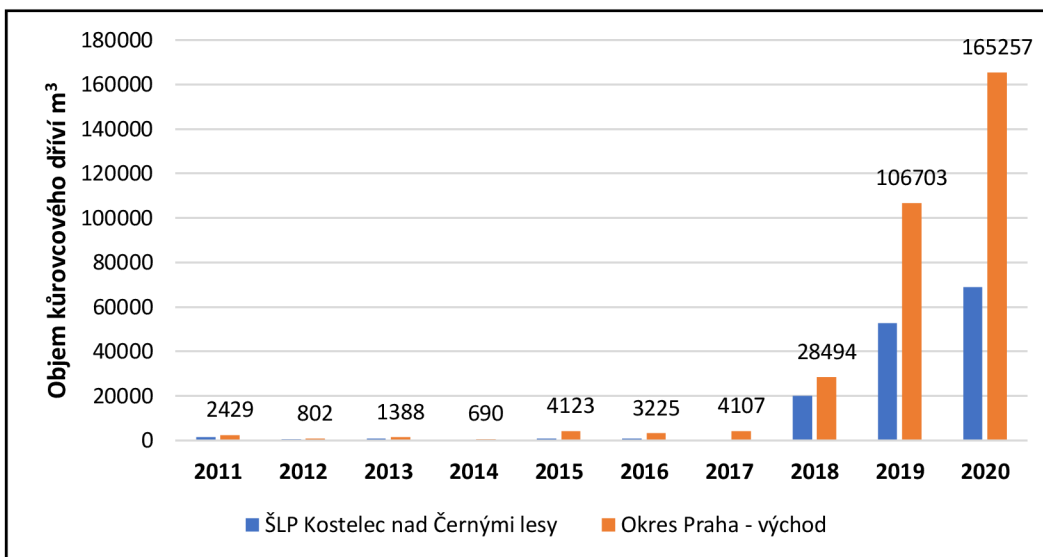
Obr. 2: Celkové těžby ŠLP Kostelec nad Černými lesy – rozdělené do druhu těžeb

Dále se porovnaly objemy nahodilých těžeb, které se uskutečnily za období 2011 až 2020 (Obr. 3). Objemy kůrovcových těžeb za období 2011 až 2017 dosahovaly největší hodnoty 1475 m<sup>3</sup>/ha a minimální hodnoty 406 m<sup>3</sup>/ha. Od roku 2018 je patrný vysoký nárůst těžeb oproti předchozím rokům. V roce 2019 byl objem kůrovcových těžeb až dvojnásobný ve srovnání s rokem 2018. V posledním sledovaném roce 2020 se objem kůrovcové těžby zvýšil zhruba o 1/3 z předchozího roku 2019. Při srovnání posledních tří let můžeme konstatovat vznik kalamitních těžeb způsobené lýkožroutem.



**Obr. 3:** Celkové kůrovcové těžby ŠLP Kostelec nad Černými lesy za rok 2011 - 2020

Následně se porovnaly kůrovcové těžby v okrese Praha – východ a celkové kůrovcové těžby ŠLP (Obr. 4), jelikož se školní lesní podnik nachází ve výše zmíněném okrese. Nárůst objemů kůrovcového dříví v okrese potvrdil stejnou tendenci růstu jako ze zjištěných dat na ŠLP. Nejvíce patrné je to na letech 2018 až 2020, kdy probíhaly největší kůrovcové těžby.



**Obr. 4:** Porovnání kůr. těžeb ŠLP Kostelec n. Č. l. a okresu Praha - východ za rok 2011 – 2020



## 5.2. Srovnání kůrovcových těžeb na hektar

Vizuální znázornění celkového nárůstu kůrovcových těžeb za období 2011 až 2020 (Obr. 5, 6). Srovnání veškerých kůrovcových těžeb v m<sup>3</sup>/ha za všechny sledované roky bylo pomocí GLM modelu (Tab. 3). Stejným způsobem se vyhodnotilo nejvíce těžené období 2019 až 2020 (Tab. 4) a na závěr roky 2011 až 2018 (Tab. 5).

**Tab. 3:** Výsledky GLM modelu pro kůrovcové těžby v m<sup>3</sup>/ha za období 2011-2020

<b>Efekt</b>	<b>Stupně volnosti</b>	<b>Wald. Stat.</b>	<b>p</b>
<b>Abs. člen</b>	1	0,0952	0,757669
<b>Zastoupení SM</b>	1	25,29544	0
<b>Rok</b>	9	50,14446	0

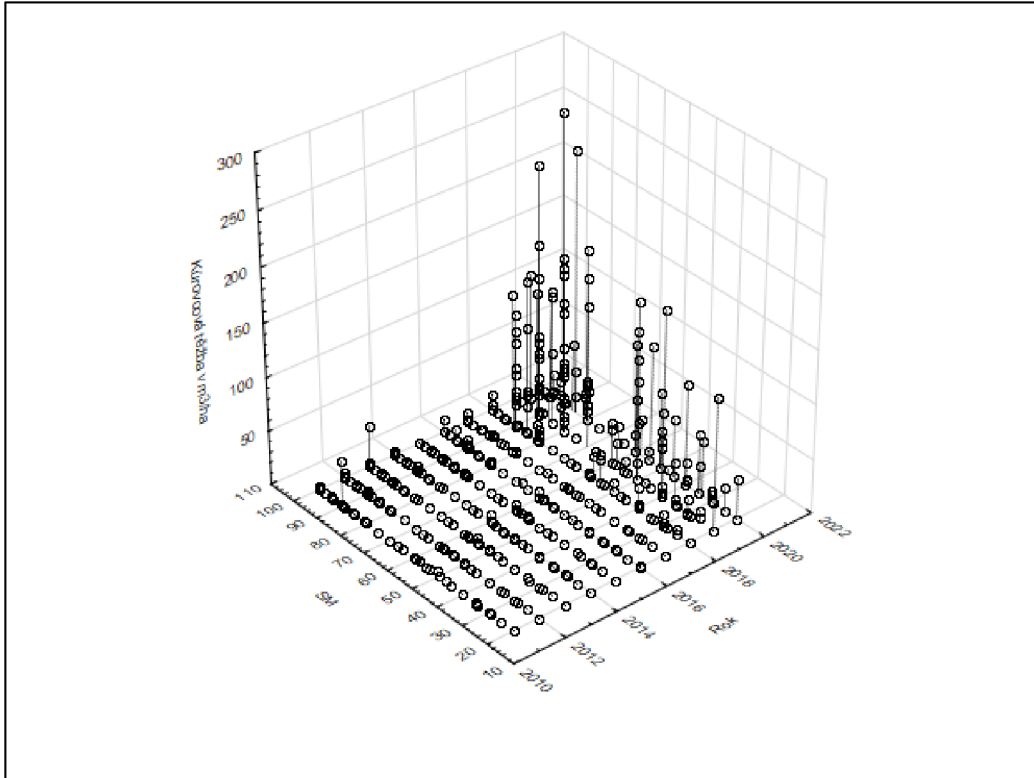
**Tab. 4:** Výsledky GLM modelu pro kůrovcové těžby v m<sup>3</sup>/ha za období 2019-2020

<b>Efekt</b>	<b>Stupně volnosti</b>	<b>Wald. Stat.</b>	<b>p</b>
<b>Abs. člen</b>	1	43,58206	0
<b>Zastoupení SM</b>	1	5,24943	0,021954
<b>Rok</b>	1	4,6543	0,030976

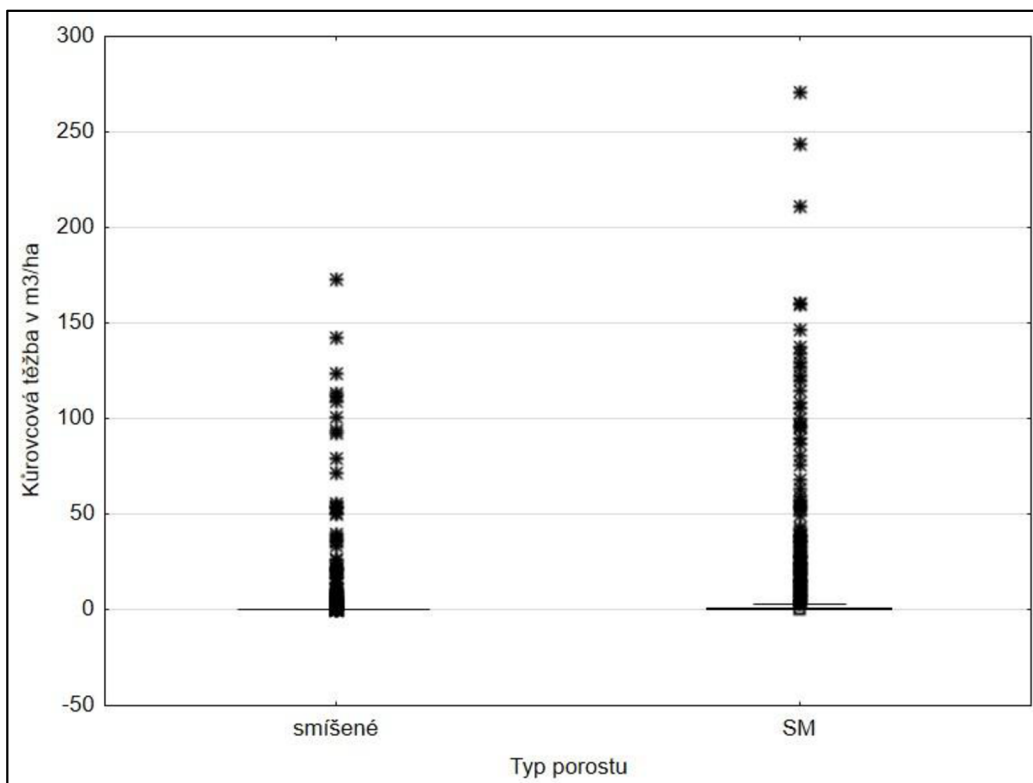
**Tab. 5:** Výsledky GLM modelu pro kůrovcové těžby v m<sup>3</sup>/ha za období 2011-2018

<b>Efekt</b>	<b>Stupně volnosti</b>	<b>Wald. Stat.</b>	<b>p</b>
<b>Abs. člen</b>	1	4,95943	0,025949
<b>Zastoupení SM</b>	1	9,43499	0,002129
<b>Rok</b>	7	22,66897	0,001946

U všech vyhodnocených období se ukázaly signifikantní výsledky. Významný vliv na výši kůrovcových těžeb má zastoupení smrku a rok. Čím více smrků a rok studia, tím vyšší byla kůrovcová těžba (Obr 5).



**Obr. 5:** 3D bodový graf kůrovcových těžeb v m<sup>3</sup>/ha za sledovaná období 2011 – 2020



**Obr. 6:** Srovnání kůrovcových těžeb smíšených porostů a smrkových monokultur v m<sup>3</sup>/ha

### 5.3. Procentuální srovnání kůrovcových těžeb

Další srovnání v GLM modelu bylo procentuální, kde se vypočítalo procento kůrovcových těžeb z celkové zásoby smrku v příslušném porostu (Obr. 7, Obr. 8). Při vyhodnocení veškerých kůrovcových těžeb za období 2011 až 2018 (Tab. 6) a kůrovcových těžeb v gradaci za období 2019 až 2020 (Tab. 7) nebyl statisticky významný vliv prokázán.

**Tab. 6:** Výsledky GLM modelu pro kůrovcové těžby v % za období 2011-2020

<b>Efekt</b>	<b>Stupně volnosti</b>	<b>Wald. Stat.</b>	<b>p</b>
<b>Abs. člen</b>	1	2,47203	0,115888
<b>Zastoupení SM</b>	1	3,06508	0,079991
<b>Rok</b>	9	16,37057	0,059535

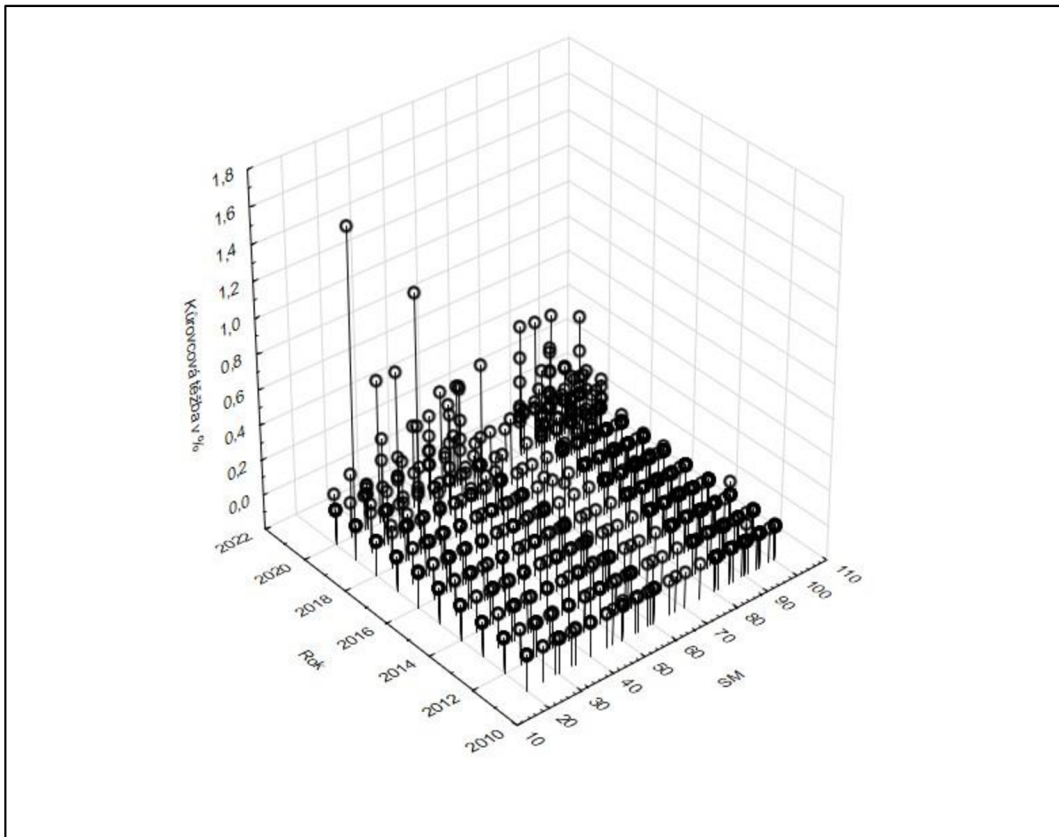
**Tab. 7:** Výsledky GLM modelu pro kůrovcové těžby v % za období 2019-2020 (gradace)

<b>Efekt</b>	<b>Stupně volnosti</b>	<b>Wald. Stat.</b>	<b>p</b>
<b>Abs. člen</b>	1	38,07721	0
<b>Zastoupení SM</b>	1	0,67263	0,412135
<b>Rok</b>	1	0,7897	0,37419

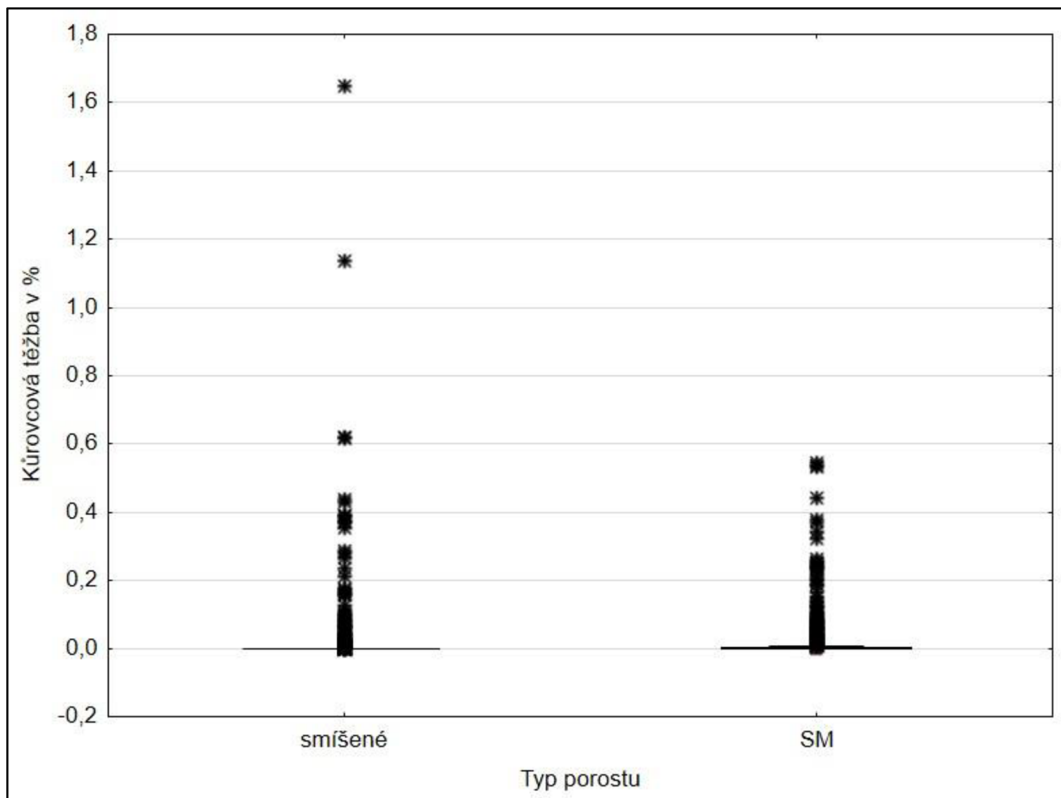
Statistické signifikantní výsledky se potvrdily pouze v období latence 2011 až 2018 (Tab. 8). Čím více smrku a let, tím bylo vyšší procento těžeb (Obr. 7).

**Tab. 8:** Výsledky GLM modelu pro kůrovcové těžby v % za období 2011-2018 (latence)

<b>Efekt</b>	<b>Stupně volnosti</b>	<b>Wald. Stat.</b>	<b>p</b>
<b>Abs. člen</b>	1	80,57904	0
<b>Zastoupení SM</b>	1	5,08607	0,024119
<b>Rok</b>	7	23,75011	0,00126



**Obr. 7:** 3D bodový graf kůrovcových těžeb v % za sledovaná období 2011 – 2020



**Obr. 8:** Srovnání kůrovcových těžeb smíšených porostů a smrkových monokultur v %

## 5.4. Wilcoxonův párový test

Výsledky Wilcoxonova párového testu nám potvrdily rozdílnost kůrovcových těžeb za všechny roky a skupiny. Označené testy jsou významné na hladině  $p < 0,05000$ . Testované kůrovcové těžby byly na  $\text{m}^3/\text{ha}$  (Tab. 9) a v procentech (Tab. 10). Dohromady za všechny roky i porosty jsou ve smrcích vyšší těžby na  $\text{m}^3/\text{ha}$ , ale i v procentech.

**Tab. 9:** Srovnání smíšených a monokulturních porostů za všechny roky a skupiny na  $\text{m}^3/\text{ha}$

Dvojice proměnných	Počet platných	T	Z	p-hodn.
Kůrovcová těžba ve smíšených & monokulturách	199	5811	5,088304	0,000000

**Tab. 10:** Srovnání smíšených a monokulturních porostů za všechny roky a skupiny v %

Dvojice proměnných	Počet platných	T	Z	p-hodn.
Kůrovcová těžba ve smíšených & monokulturách	199	8345	1,973116	0,048483

## 5.5. Hierarchická ANOVA na $\text{m}^3/\text{ha}$

Data neměla normální rozdělení, ale i přesto byla pro vymezení rozdílů kůrovcových těžeb mezi jednotlivými roky a typy porostů použita hierarchická ANOVA (Tab. 11, 13). Tento typ vyhodnocení byl vybrán z důvodu znázornění rozdílů mezi středními hodnotami jednotlivých let a typem porostů.

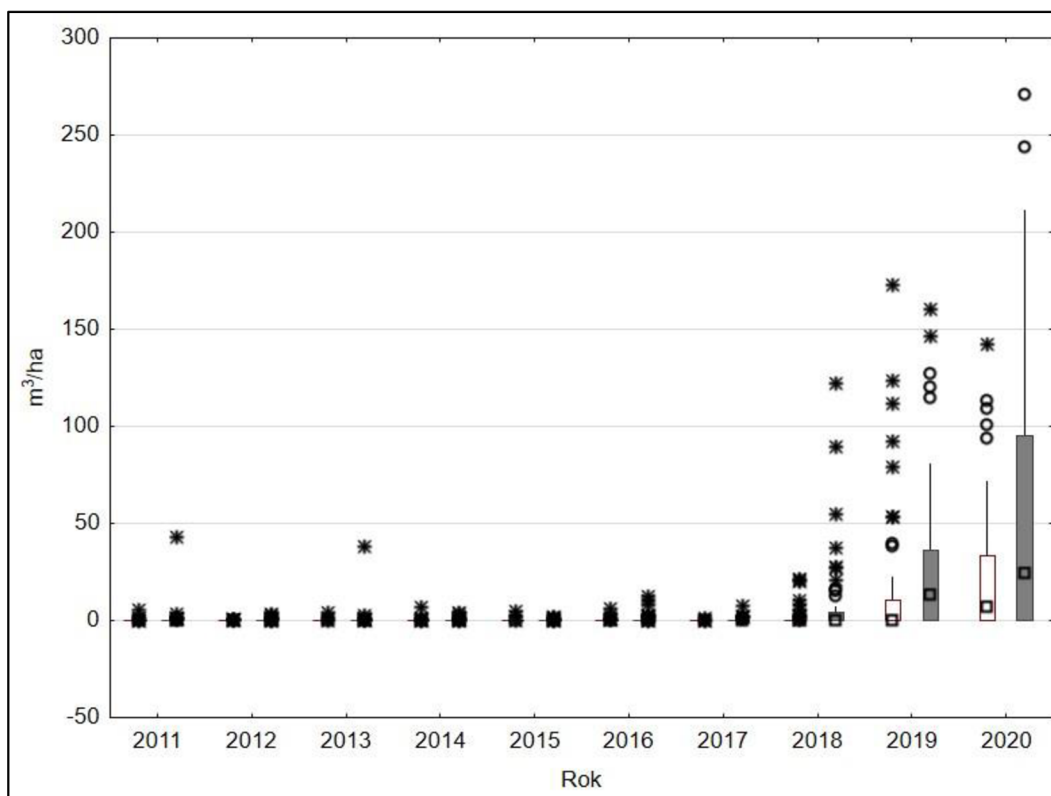
**Tab. 11:** Hierarchická ANOVA na  $\text{m}^3/\text{ha}$

Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	47428,9	1	47428,87	99,32499	0
Typ porostu	6378,4	1	6378,39	13,35754	0,000271
Rok (Typ porostu)	168079,2	18	9337,74	19,55498	0
Chyba	458411,5	960	477,51		

**Tab. 12:** Vzájemné srovnání těžeb m<sup>3</sup>/ha v jednotlivých letech a typech lesa

Číslo buňky	Typ porostu	Rok	Kůrovcová těžba v m <sup>3</sup> /ha Průměr	1	2	3	4	5	6
7	smíšené	2017	0,03063	****					
2	smíšené	2012	0,06822	****					
3	smíšené	2013	0,12035	****					
5	smíšené	2015	0,1471	****					
15	SM	2015	0,16926	****					
1	smíšené	2011	0,18224	****					
4	smíšené	2014	0,20184	****					
6	smíšené	2016	0,27209	****					
12	SM	2012	0,32597	****					
14	SM	2014	0,33518	****					
17	SM	2017	0,44341	****					
16	SM	2016	0,90744	****	****				
13	SM	2013	0,95949	****	****				
11	SM	2011	1,12505	****	****				
8	smíšené	2018	1,96449	****	****				
18	SM	2018	9,11542		****	****			
9	smíšené	2019	17,61746			****	****		
10	smíšené	2020	23,45152				****	****	
19	SM	2019	29,89399					****	
20	SM	2020	51,80447						****

Při srovnání kůrovcové těžby na m<sup>3</sup>/ha (Obr. 11, Tab. 12) jsou patrné minimální odchylky kůrovcových těžeb v letech 2011 až 2015. Od roku 2016 se začíná zvyšovat kůrovcová těžba ve smrkových monokulturách, která není tak výrazná. Největší změnu vykazují roky 2019 až 2020, kdy je patrný nárůst kůrovcových těžeb u obou druhů porostu. V roce 2019 a 2020 mají smíšené porosty nižší průměrnou hodnotu než smrkové monokultury. Smrkové monokultury mají průměrně vyšší nárůst kůrovcových těžeb než smíšené porosty.



**Obr. 9:** Kůrovcová těžba v m<sup>3</sup>/ha za období 2011 až 2020 – bílý boxplot smíšené porosty, šedý boxplot smrkové monokultury

Legenda k obr. 11

- ■ medián
- □ (boxplot) 25 % - 75 %
- | rozsah odhleh.
- \* extrémní hodnota
- ○ odlehlá hodnota

## 5.6. Hierarchická ANOVA v %

**Tab. 13:** Hierarchická ANOVA v %

Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
<b>Abs. člen</b>	0,478394	1	0,478394	64,09714	0
<b>Typ porostu</b>	0,001738	1	0,001738	0,23284	0,629539
<b>Rok (Typ porostu)</b>	1,57828	18	0,087682	11,74801	0
<b>Chyba</b>	7,165038	960	0,007464		

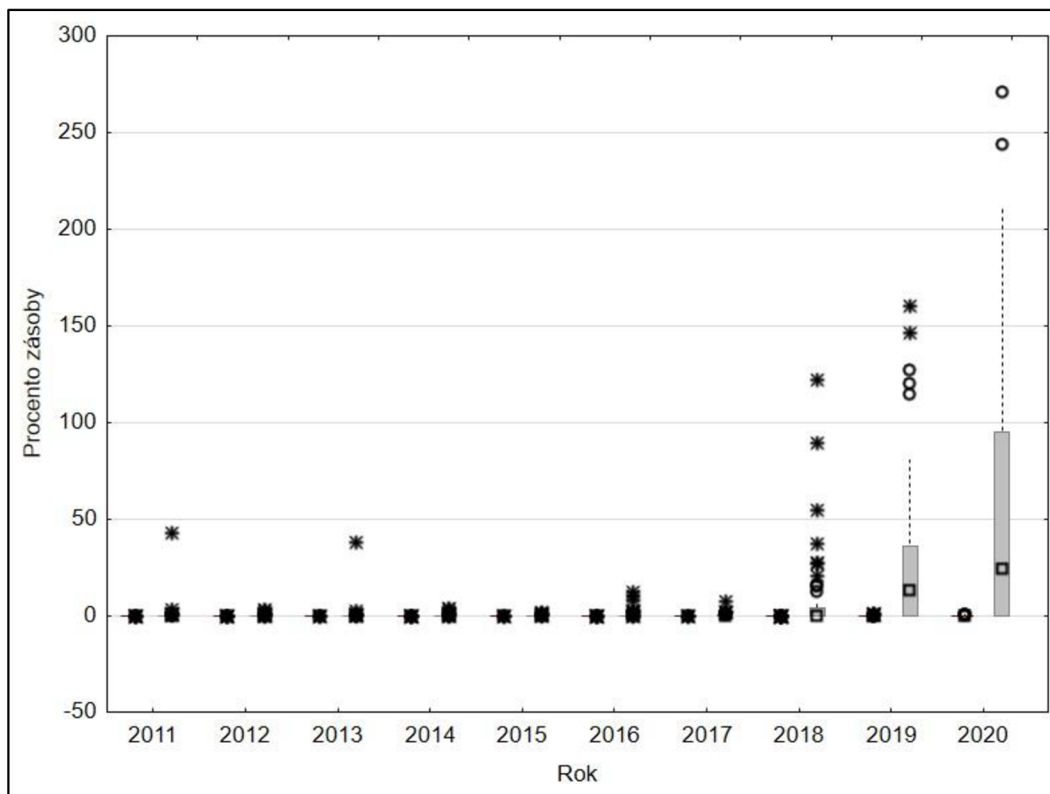
**Tab. 14:** Vzájemné srovnání těžeb v % v jednotlivých letech a typech lesa

Číslo buňky	Typ porostu	Rok	Kůrovcová těžba v % Průměr	1	2	3
2	smíšené	2012	0,000243	****		
15	SM	2015	0,000352	****		
3	smíšené	2013	0,000395	****		
5	smíšené	2015	0,000483	****		
12	SM	2012	0,000642	****		
14	SM	2014	0,000705	****		
4	smíšené	2014	0,000731	****		
1	smíšené	2011	0,000737	****		
7	smíšené	2017	0,00085	****		
17	SM	2017	0,000904	****		
16	SM	2016	0,001879	****		
13	SM	2013	0,002025	****		
11	SM	2011	0,002444	****		
6	smíšené	2016	0,002798	****		
8	smíšené	2018	0,008434	****		
18	SM	2018	0,020148	****		
19	SM	2019	0,062342		****	
9	smíšené	2019	0,107462			****
10	smíšené	2020	0,112126			****
20	SM	2020	0,116185			****

Dle hierarchické ANOVY v % mají na výši kůrovcových těžeb vliv tři poslední roky, které jsou velmi podobné (Tab. 14).

V kůrovcových těžbách z porostní zásoby smrku za období 2011 až 2020 (Obr. 12) nebyly nalezeny významné signifikantní rozdíly mezi smíšenými a smrkovými porosty. Pouze v letech 2018 a 2019 byly zaznamenány rozdíly kůrovcových těžeb.





**Obr. 10:** Kůrovcová těžba v % za období 2011 až 2020 – bílý boxplot smíšené porosty, šedý boxplot smrkové monokultury

Legenda k obr. 12

- □ medián
- [ (boxplot) 25 % - 75 %
- | rozsah odhleh.
- \* extrémní hodnota
- odlehlá hodnota

## 6. DISKUZE

Ve studované oblasti probíhala revize lýkožroutů na nahodilé těžbě, která potvrdila dominanci lýkožrouta smrkového (Richter 2021). Současně se uskutečnila revize klasických stromových lapáků, která nezávisle také potvrdila dominanci lýkožrouta smrkového, *I. typographus* v podkorunové části stromů. *P. chalcographus* při napadení stromu doprovází *I. typographus*. Nejvíce dominoval v korunové části stromů (Krofta 2020). Na stromové lapáky také nalétává lýkožrout menší, *I. amitinus* (Grodzki et al. 2003; Holuša et al. 2012; Witrylak 2008), ale v dané studii nebyl potvrzen. Dále se potvrdil výskyt lýkožrouta severského, *I. duplicatus*, který se nacházel pouze na jednom stromě ze všech zrevidovaných stromů, proto nemohl ovlivnit výsledky (Krofta 2020). Při shrnutí výsledků druhového spektra obou prací byl nejvíce zastoupen *I. typographus*, a poté *P. chalcographus*.

Celkové kůrovcové těžby ve studované oblasti (obr. 3) odpovídají zvyšování kůrovcové těžby v okrese Praha – východ (obr. 4). Nejvíce se lesníkům dařilo snížit výši kůrovcových těžeb na školním lesním podniku v období 2015 až 2017. Při srovnání kůrovcových těžeb je podíl školního lesního podniku na okres Praha – východ nejnižší. V období 2018 až 2020 byla velmi suchá vegetační období (Intersucho 2022). Díky suchu jsou dřeviny více citlivé na sekundární stresové faktory (Schylter et al. 2006), což zapříčinilo vysoký nárůst kůrovcových těžeb ve studované oblasti a v okrese Praha – východ. Další příčinou může být vznik polomů po vichřici a pomalé zpracování kůrovcových stromů (Lubojacký et al. 2019; Stadelmann et al. 2013). Stadelmann et al. (2013) prokázal, že čerstvé polomy po vichřici způsobují vysoký nárůst populační hustoty *I. typographus*.

V předchozí letech se uskutečnily podobné výzkumy na repelentní vliv bukových porostů s příměsí smrku ztepilého (Kadlec 2019; Hruban 2020). Ve svém výzkumu zjistili, že repelentní vliv buku lesního na výši kůrovcových těžeb závisí na určité výši populačních hustot lýkožrouta smrkového. Při překročení určité početnosti populace lýkožroutů klesal repelentní vliv.

V obou případech se jednalo o výzkum menšího rozsahu ve srovnání se současnou studií. Výzkumy pracovaly s menším počtem porostů a kratší časovou řadou. Podle našich výsledků bylo prokázáno, že repelentní vliv trval za všech populačních hustot lýkožrouta v m<sup>3</sup>/ha.

Ve výzkumu se potvrdil statisticky významný vliv smíšených porostů na nižší kůrovcové těžby než ve smrkových monokulturách. Řada studií potvrzuje, že u *I. typographus* se vyvinula schopnost rozpoznávat volatilní látky listů, které se nachází na nehostitelských dřevinách, např. *Betula pendula*, *Betula pubescens*, *Populus tremula* (Byers et al. 1998; Zhang et al. 1999). Pro snížení kůrovcových těžeb, a tím snížení populační hustoty *I. Typographus*, je vhodné využívání volatilních látek, které dle našeho výzkumu mají repelentní účinek. Naše tvrzení o repelentních účincích listnatých dřevin potvrdilo i další studium zabývající se volatilními látkami listnatých stromů (Zhang et al. 1999b).

Je nutno připustit, že dalším důvodem, proč smíšené porosty mají nižší kůrovcové těžby je ten, že smrkoví jedinci mohou být ve smíšených lesích méně stresováni (Jakuš et al. 2015).

Rovněž lze předpokládat, že porosty na odpovídajících stanovištích budou mít menší riziko napadnutí lýkožrouty. V oblasti lesního školního podniku jsou nejvíce zastoupeny 2. LVS – bukodubový (21 %), 3. LVS – dubobukový (53,8 %) a 4. LVS – bukový (24,2 %) (Remeš 2009). Ve 3. lesním vegetačním stupni jsou smrkové monokultury často ovlivňovány suchem a pravidelnými kůrovcovými kalamitami. V dané studijní oblasti se tvoří tzv. dubo - jehličnatá varianta, která je tvořena právě dubem letním, *Quercus robur* (Linné 1753), jedlí bělokorou, *Abies alba* (Miller 1768), borovicí lesní, *Pinus sylvestris* (Linné 1753) a smrkem ztepilým, *Picea abies* (Zlatník 1976b; Buček & Lacina 1999). Ve 4. stupni tzv. buko – jehličnatá je tvořena *Q. robur*, *A. alba*, *P. sylvestris* a *P. abies* (Culek 1996). Z hlediska ochrany smrku ztepilého před lýkožrouty je tedy vhodné vytvářet takto smíšené porosty.

Čím větší je podíl smrku v porostu, tím je větší riziko napadnutí lýkožroutem smrkovým (Jakuš et al. 2015). V našem případě se toto tvrzení také potvrdilo, protože podíl smrku byl signifikantní vysvětlující veličinou. Čím větší bylo zastoupení smrku v porostu, tím byly vyšší kůrovcové těžby.

## 7. ZÁVĚR

Závěrem lze tedy konstatovat, že listnaté stromy snížily míru napadení stromů lýkožroutem smrkovým v latenci za období 2011 až 2018, ale i v gradaci za období 2019 až 2020. Smrk ztepilý, *Picea abies* je tedy chráněn ve smíšených porostech.

Dle zjištěných výsledků lze doporučit vysazování smrkových porostů ve směsi s listnatými dřevinami. V současné době není vhodné vysazování smrkových monokultur, které nejsou dostatečně chráněny před abiotickými či biotickými činiteli. Na druhou stranu nelze předpokládat, že ve smíšených lesích nebude vznikat napadení smrku. Proto pro potlačení kůrovcové kalamity je stále důležitá včasná asanace a odvoz napadených stromů lýkožroutem smrkovým.

## 8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- AUKEMA, B.; POWELL, J.; CLAYTON, M.; RAFFA, K** Variation in Complex Semiochemical Signals Arising From Insects and Host Plants. *Environmental Entomology*. 2010, roč. 39, č. 3, s. 874–882. ISSN 0046-225X, 1938-2936. DOI: [10.1603/EN09292](https://doi.org/10.1603/EN09292)
- BAIER, P.; FÜHRER, E.; KIRISITS, T.; ROSNER, S.** Defence reactions of Norway spruce against bark beetles and the associated fungus *Ceratocystis polonica* in secondary pure and mixed species stands. *Forest Ecology and Management*. 2002, roč. 159, č. 1–2, s. 73–86. ISSN 03781127. DOI: [10.1016/S0378-1127\(01\)00711-3](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00711-3)
- BIRGERSSON, G.** Host tree resistance influencing pheromone production in *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae). *Ecography*. 1989, roč. 12, č. 4, s. 451–456. ISSN 0906-7590, 1600-0587. DOI: [10.1111/j.1600-0587.1989.tb00922.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1989.tb00922.x)
- BUČEK, A.; LACINA, J.** Geobiocenologie II. 1. a 2. vydání. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Brno, 1999. 249 s.
- BYERS, J. A., ZHANG, Q.-H.; SCHLYTER, F.; BIRGERSSON, G.** Volatiles from Nonhost Birch Trees Inhibit Pheromone Response in Spruce Bark Beetles. *The Science of Nature*. 1998, roč. 85, č. 11, s. 557–561. ISSN 0028-1042, 1432-1904. DOI: [10.1007/s001140050551](https://doi.org/10.1007/s001140050551)
- CULEK, M.** Biogeografické členění České republiky. Praha: Enigma. 1996. 347 pp. 1. ISBN 80-85368-80-3.
- DAHLSTEN, D. L.** Relationships between bark beetles and their natural enemies. Relationships between bark beetles and their natural enemies., 1982, 140-182.
- FERRENBURG, S.; LANGENHAN, J.; LOSKOT, S.; ROZAL L.; MITTON, J.** Resin monoterpene defenses decline within three widespread species of pine (*Pinus*) along a 1530-m elevational gradient. *Ecosphere*. John Wiley & Sons, Ltd, 2017, roč. 8, č. 10, s. e01975. ISSN 2150-8925. DOI: [10.1002/ecs2.1975](https://doi.org/10.1002/ecs2.1975)
- FRANCESCHI, V. R.; KROKENE P.; CHRISTIANSEN E.; KREKLING, T.** Anatomical and chemical defenses of conifer bark against bark beetles and other pests. *New Phytologist*. 2005, roč. 167, č. 2, s. 353–376. ISSN 0028-646X, 1469-8137. DOI: [10.1111/j.1469-8137.2005.01436.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01436.x)
- GRIES, G.; NOLTE, R.; SANDERS, W.** Computer simulated host selection in *Ips typographus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. John Wiley & Sons, Ltd, 1989, roč. 53, č. 3, s. 211–217. ISSN 0013-8703. DOI: [10.1111/j.1570-7458.1989.tb03568.x](https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1989.tb03568.x)

**GRODZKI, W.; JAKUŠ R.; GAZDA, M.** Patterns of bark beetle occurrence in Norway spruce stands of national parks in Tatra Mts. in Poland and Slovakia. *Anzeiger für Schädlingskunde = Journal of pest science*. 2003, roč. 76, č. 3, s. 78–82. ISSN 1439-0280. DOI: [10.1046/j.1439-0280.2003.03018.x](https://doi.org/10.1046/j.1439-0280.2003.03018.x)

**GRODZKI, W.** Kornik drukarz i jego rola w ekosystemach leśnych. Warszawa: Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, 2013. ISBN 978-83- 63895-08-2.

**HERMS, D. A.; MATTSON, W. J.** The Dilemma of Plants: To Grow or Defend. *The Quarterly Review of Biology*. 1992, roč. 67, č. 3, s. 283–335. ISSN 0033-5770, 1539-7718. DOI: [10.1086/417659](https://doi.org/10.1086/417659)

**HOLUŠA, J.; RESNEROVÁ, K.; GRODZKI W.; MATOUŠEK, P.** Is *Ips amitinus* (Coleoptera: Curculionidae) Abundant in Wide Range of Altitudes? *Acta Zoologica Bulgarica*. 2012, roč. 64, s. 219–228.

**HRUBAN, M.** Vliv zastoupení listnatých dřevin ve smrkových porostech na výši kůrovcových těžeb v období, Praha, 2020. Bakalářská práce, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra ochrany lesa a entomologie, s. 53

**HUBER, D.W.P.; FETTIG, C.J.; BORDEN, J.H.** Disruption of coniferophagous bark beetle (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) mass attack using angiosperm nonhost volatiles: from concept to operational use. *The Canadian Entomologist*. 2021, roč. 153, č. 1, s. 19–35. ISSN 0008-347X, 1918-3240. DOI: [10.4039/tce.2020.63](https://doi.org/10.4039/tce.2020.63)

**INTERSUCHO.** [online]. 2022. Dostupné z: <https://www.intersucho.cz/cz/?from=2022-02-27&to=2022-03-27&current=2022-03-20>

**JAKUŠ, R.; BLAŽENEC, M.; GURTSEV, A.; HOLUŠA, J.; HROŠŠO, B.; KRENOVA, Z.; LONGAUEROVA, V.; RESNEROVÁ, K.; MAJDÁK, A.; MEZEI, P.; SLIVINSKÝ, J.** Princípy ochrany dospělých smrkových porostov pred podkôrnym hmyzom, 2015. 231 s. ISBN 978-80-89408-21-4.

**KADLEC, P.** Vliv zastoupení buku ve smrkových porostech na výši kůrovcových těžeb, 2019. Diplomová práce, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra ochrany lesa a entomologie, s. 43

**KANDASAMY D.; GERSHENZON J.; 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, roč. 42, č. 9, s. 952–969. ISSN 0098-0331, 1573-1561. DOI: [10.1007/s10886-016-0768-x](https://doi.org/10.1007/s10886-016-0768-x)

- KROFTA, V.** Vliv lapáků na populační růst lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*), 2020. Bakalářská práce, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra ochrany lesa a entomologie, s. 42
- LUBOJACKÝ, J.; KNÍŽEK, M.; LIŠKA J.** Ochrana lesa před kůrovci na smrku pro menší lesní majetky, 2019, s. 4.
- NETHERER, S.; KANDASAMY, D.; JIROSOVÁ, A.; KALINOVÁ, B.; SCHEBECK, M.; SCHLYTER, F.** Interactions among Norway spruce, the bark beetle *Ips typographus* and its fungal symbionts in times of drought. *Journal of Pest Science*. 2021, roč. 94, č. 3, s. 591–614. ISSN 1612-4758, 1612-4766.  
DOI: [10.1007/s10340-021-01341-y](https://doi.org/10.1007/s10340-021-01341-y)
- NIHOUL, P.; NEF, L.** Caractéristiques anatomiques de l'écorce de l'épicéa commun *Picea abies* Karst. et intensité des attaques d'*Ips typographus* L. (Col., Scolytidae)1. *Journal of Applied Entomology*. 1992, roč. 114, č. 1–5, s. 26–31.  
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1992.tb01092.x>
- RATY, L.; DRUMONT, A.; DE WINDT, N.; GRÉGOIRE, J-C.** Mass trapping of the spruce bark beetle *Ips typographus* L.: traps or trap trees? *Forest Ecology and Management*. 1995, roč. 78, č. 1–3, s. 191–205. ISSN 03781127.  
DOI: [10.1016/0378-1127\(95\)03582-1](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03582-1)
- REMEŠ, J.** Přestavby smrkových monokultur v pahorkatinách, *Exkurzní průvodce*, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2009. s. 20
- RICHTER, F.** Určení podílu jednotlivých druhů kůrovců na nahodilých těžbách v pahorkatinách, 2021. Bakalářská práce, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra ochrany lesa a entomologie, s. 42.
- RUDINSKY, J. A.** Chemoacoustically induced behavior of *Ips typographus* (Col.: Scolytidae). *Journal of applied Entomology*. 1979, 537-541. ISSN 0044-2240
- SCHLYTER, F. & BIRGERSSON, G.** Forest beetles. *Pheromones of Non-Lepidopteran Insects Associated with Agricultural Plants*. 1999, s. 113–148.
- SCHLYTER, P; STJERNQUIST, I.; BÄRRING, L.; JÖNSSON, A.;NILSSON. C.** Assessment of the impacts of climate change and weather extremes on boreal forests in northern Europe, focusing on Norway spruce. *Climate Research*. 2006, roč. 31, s. 75–84. ISSN 0936-577X, 1616-1572. DOI: [10.3354/cr031075](https://doi.org/10.3354/cr031075)
- SKUHRAVÝ, V.** Lýkožrout smrkový *Ips typographus* (L.) a jeho kalamity. Praha: Agrospoj. 2002. 196 s. ISBN 80-7084-238-5.

**STADELMANN, G.; BUGMANN, H.; MEIER, F.; WERMELINGER, B.; BIGLER, C.** Effects of salvage logging and sanitation felling on bark beetle (*Ips typographus* L.) infestations. *Forest Ecology and Management*. 2013, roč. 305, s. 273–281. ISSN 03781127. DOI: [10.1016/j.foreco.2013.06.003](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.06.003)

**VYHLÁŠKA Č. 76/2018 SB.** vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 101/1996 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní strážce, ve znění vyhlášky č. 236/2000 Sb.

**WERMELINGER, B.** Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*—a review of recent research. *Forest Ecology and Management*. 2004, roč. 202, č. 1–3, s. 67–82. ISSN 03781127. DOI: [10.1016/j.foreco.2004.07.018](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.07.018)

**WITRYLAK, M.** Studies of the biology, ecology, phenology, and economic importance of *Ips amitinus* (Eichh.) (*Col.*, *Scolytidae*) in experimental forests of Krynica (Beskid Sądecki, southern Poland). *Acta Scientiarum Polonorum Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria* [online]. 2008, roč. 7, č. 1, s. 75–92. Dostupné z: [https://www.forestry.actapol.net/volume/issue/7\\_1\\_2008.pdf](https://www.forestry.actapol.net/volume/issue/7_1_2008.pdf)

**ZAHRADNÍK, P.** *Základy ochrany lesa v praxi*. Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 2005. 127 s. ISBN 978-80-86461-61-8.

**ZAHRADNÍK, P.; KNÍŽEK, M.** Lýkožrout smrkový *Ips typographus* (L.). Vydání druhé doplněné. Lesnické práce, 2007. roč. 86, č. 4 - příloha

**ZAHRADNÍK, P.; ZAHRADNÍKOVÁ M.** Použití feromonových lapačů v ochraně lesa proti lýkožroutu smrkovému: certifikovaná metodika. 2016. 23 s. ISBN 978-80-7417-103-1.

**ZHANG, Q.-H.; BIRGERSSON, G.; ZHU, J.; LÖFSTEDT, CH.; LÖFQVIST, J.; SCHLYTER, F.** Leaf Volatiles from Nonhost Deciduous Trees: Variation by Tree Species, Season and Temperature, and Electrophysiological Activity in *Ips typographus*. *Journal of Chemical Ecology*. 1999b, roč. 25, č. 8, s. 1923–1943. ISSN 1573-1561. DOI: [10.1023/A:1020994119019](https://doi.org/10.1023/A:1020994119019)

**ZHANG, Q.-H.; SCHLYTER, F.** Olfactory recognition and behavioural avoidance of angiosperm nonhost volatiles by conifer-inhabiting bark beetles. *Agricultural and Forest Entomology*. 2004, roč. 6, č. 1, s. 1–20. ISSN 1461-9555, 1461-9563. DOI: [10.1111/j.1461-9555.2004.00202.x](https://doi.org/10.1111/j.1461-9555.2004.00202.x)

**ZHANG, Q.-H.; SCHLYTER, F.; ANDERSON, P.** Green Leaf Volatiles Interrupt Pheromone Response of Spruce Bark Beetle, *Ips typographus*. *Journal of Chemical Ecology*. 1999, roč. 25, s. 2847–2861. DOI: [10.1023/A:1020816011131](https://doi.org/10.1023/A:1020816011131)



**ZLATNÍK, A.** Přehled skupin typů geobiocénů původně lesních a křovinných.  
*Zprávy Geografického ústavu ČSAV v Brně*, 1976b. 13 : 3-4 : 55-64

**Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky: Report on the state of forests and forestry in the Czech Republic.** Praha: Ministerstvo zemědělství v nakladatelství Lesnická práce, 2019. ISBN 978-80-7434-571-5.

Dostupné z: [http://www.uhul.cz/images/ke\\_stazeni/zelenazprava/ZZ\\_2019.pdf](http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/zelenazprava/ZZ_2019.pdf)

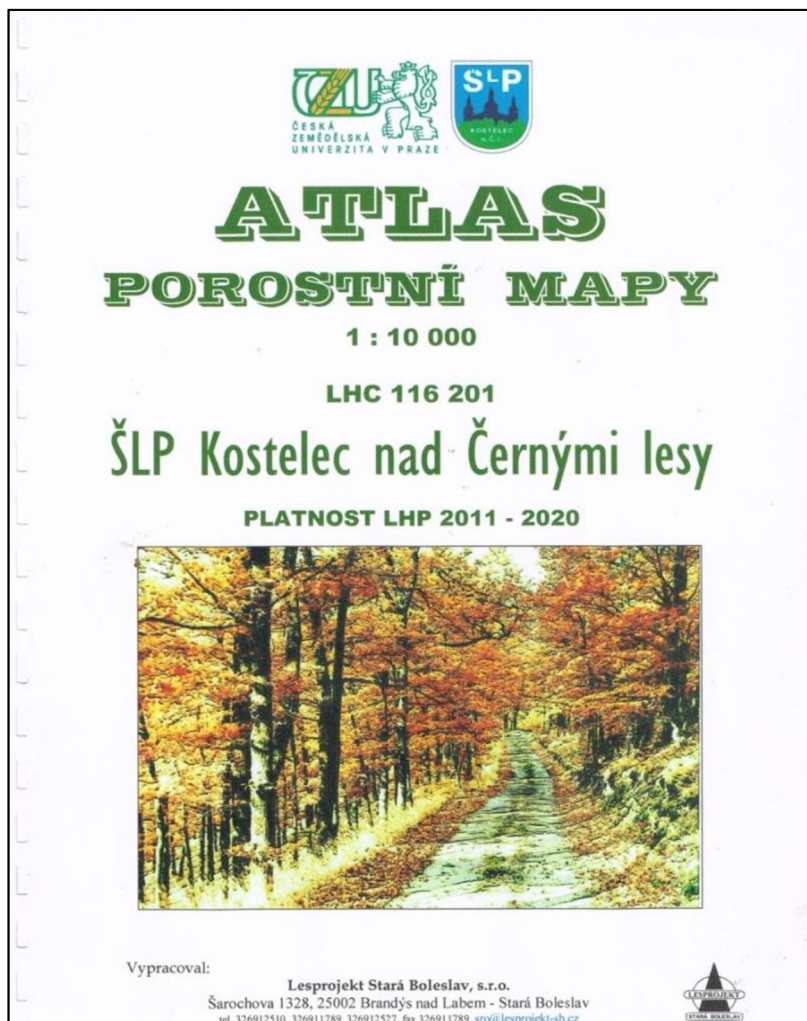
**ZUMR V.** Biologie a ekologie lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* L.) a ochrana proti němu. Studie ČAZV, 1985. 17: 1-106.

**ZUMR, V.** Lýkožrout smrkový-biologie, prevence a metody boje. Vydání první. Písek: Matice lesnická, 1995. 132 s., 25 obr. ISBN 80-900043-2-9.

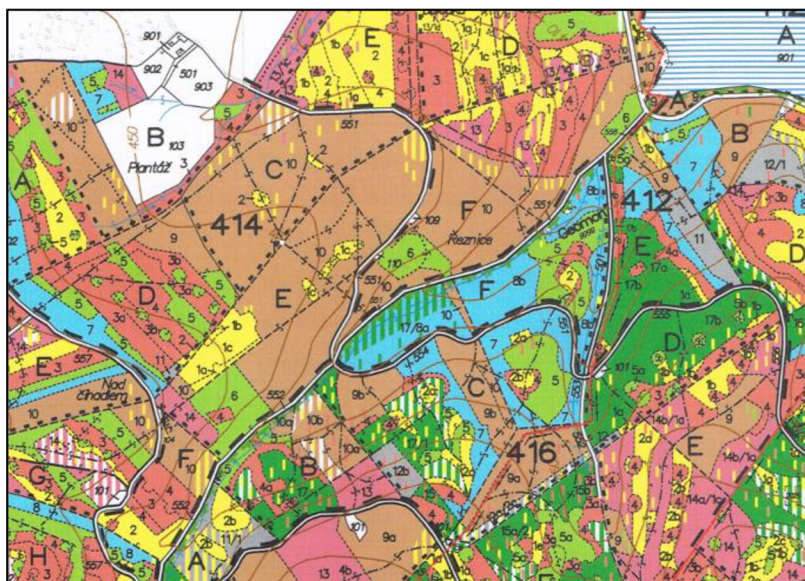
## SEZNAM PŘÍLOH

<b>Příloha 1:</b> Tištěný ATLAS POROSTNÍ MAPY ŠLP s platností LHP 2011 – 2020.....	43
<b>Příloha 2:</b> Ukázka tištěné porostní mapy (měřítko 1:10 000).....	43

## PŘÍLOHY



**Příloha 1:** Tištěný ATLAS POROSTNÍ MAPY ŠLP s platností LHP 2011 – 2020



**Příloha 2:** Ukázka tištěné porostní mapy (měřítko 1:10 000)