

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Patogeny a hmyzí škůdci v oslabených borových
porostech**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Štěpánka Sybolová

Vedoucí práce: doc. Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D.

© 2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Štěpánka Sybolová

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

Patogeny a hmyzí škůdci v oslabených borových porostech

Název anglicky

Pathogens and insect pests in weakened pine stands

Cíle práce

Cílem diplomové práce je vyhodnocení zdravotního stavu vybraných porostů borovice lesní oslabených působením nepříznivých klimatických podmínek (zejména dlouhodobým suchem) s důrazem na výskyt houbových patogenů a hmyzích škůdců, kteří se na prosychání borovic podílí. Na základě získaných dat bude zhodnocen vliv biotických a abiotických faktorů na odumírání borovic.

Metodika

V rámci diplomové práce budou v oblasti Křivoklátska a Českého krasu během vegetačního období roku 2020 sledovány borové porosty ve věku 60 až 80 let, které jsou oslabené působením sucha. Porosty budou opakovaně navštěvovány s ohledem na průběh počasí a biologii významných škodlivých činitelů. Ve vybraných porostech budou káceny stromy nebo využity čerstvé polomy. Následně bude vyhodnoceno napadení biotickými škůdci. Pokácený strom bude rozdělen na čtyři sekce, na kterých bude zjišťováno druhové spektrum hmyzích škůdců a jejich kvantifikace. Z pokácených stromů budou odebírány vzorky (zejména větve, jehlice a šišky borovic) pro determinaci houbových patogenů v laboratoři. Průběžné laboratorní práce budou zahrnovat kultivaci vzorků, vyhodnocení makroskopických znaků, přípravu preparátů a determinaci patogenů. Získané výsledky budou statisticky zpracovány a následně bude vyhodnocen vliv biotických škůdců na poškození stromů.

Harmonogram

Duben – říjen 2020 – založení a následné hodnocení pokusných ploch, sběr dat v terénu

Listopad – prosinec 2020 – zpracování odebraných vzorků v laboratoři, zpracování získaných dat

Leden 2021 – předložení literární rešerše a zpracovaných dat ke kontrole

Březen 2021 – předložení, zhodnocení výsledků a diskuze diplomové práce

Doporučený rozsah práce

50-60

Klíčová slova

borovice, biotický škůdce, sucho, *Diplodia pinea*, *Cenangium ferruginosum*, podkorní hmyz

Doporučené zdroje informací

- Kudela M. 1970. Škůdci na jehličnanech. Státní zemědělské nakladatelství, Praha: 287.
- Oblinger B. W., Smith D. R., Stanosz G. R. 2011. Red pine harvest debris as a potential source of inoculum of *Diplodia* shoot blight pathogens. *Forest Ecology and Management*, 262: 663–670.
- Pešková V., Soukup F., Knížek M. 2016. Biotičtí škodliví činitelé na borovici a sucho. *Lesnická práce*, 95 (4), Příloha: 1–8.
- Pešková V., Soukup F. 2011. *Cenangium ferruginosum* Fr. kornice borová. *Lesnická práce*, 90 (12), Příloha: 1–4.
- Schnaider Z. 1991. Atlas uszkodzeń drzew i krzewów powodowanych przez owady i roztocze. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 317.
- Sinclair W., Lyon H. H. 2005. *Diseases of Trees and Shrubs*. Comstock Pub. Associates: 660.
- Soukup F., Pešková V. 2004. *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton (prosychnání borovic). *Lesnická práce*, 73 (9), Příloha: 1–4.
- Stenlid J., Oliva J. 2016. Phenotypic interactions between tree hosts and invasive forest pathogens in the light of globalization and climate change. *Phil. Trans. R. Soc. B* 371: 10.
- Zahradník P., Holuša J., Janauer V., Jurásek A., Kacálek D., Novák J., Pešková V., Slodičák M., Šrámek V., Zahradníková M. 2014. Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty. *Lesnická práce*, Kostelec nad Černými lesy: 376.
- Zúbrik M., Kunca A., György C. et al. 2013. *Insects and diseases damaging trees and shrubs of Europe*. N. A. P. Éditions: 535.
-

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 25. 5. 2020

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18. 10. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 19. 04. 2021

„Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma "Patogeny a hmyzí škůdci v oslabených borových porostech" vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Vítězslavy Peškové, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, 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 Chlustině dne 21. 3. 2021

Štěpánka Sybolová

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí diplomové práce doc. Ing. Vítězslavě Peškové, Ph.D. za odborné vedení, vstřícnost a cenné rady. Dále panu Ing. Michalovi Samkovi za pomoc s vyhodnocením dat a firmě Lesopol Zbiroh s. r. o. za umožnění zkoumání vybraných porostů a poskytnutí potřebných dat. Také bych ráda poděkovala své rodině za podporu.

Patogeny a hmyzí škůdci v oslabených borových porostech

Abstrakt

Usychání porostů borovice lesní je aktuálním problémem, nejen z pohledu ochrany lesa, přesto je však potřeba houbové patogeny a hmyzí škůdce zařadit mezi činitele, kteří se na odumírání borovic výraznou měrou podílejí. Cílem diplomové práce bylo vyhodnocení zdravotního stavu vybraných porostů borovice lesní oslabených působením nepříznivých klimatických podmínek (zejména dlouhodobým suchem) s důrazem na výskyt houbových patogenů a hmyzích škůdců. V rámci šetření byl sledován výskyt patogenů, hmyzích škůdců a průběh počasí a zjištěny byly stanovištní podmínky, defoliace a výskyt jmelí bílého. Při hodnocení byly zkoumány jednotlivé sekce stromu s důrazem na potvrzení výskytu houbových patogenů, a v případě hmyzích škůdců byl hodnocen počet jedinců a velikost požitku. Data a vzorky byly sbírány v průběhu vegetačního období roku 2020. Bylo vyhodnoceno celkem 48 vzorků pro zjištění přítomnosti hmyzu, 150 vzorků pro zjištění přítomnosti a kvantifikaci patogenů. Celkem bylo pro výzkum pokáceno 15 borovic na třech lokalitách. Dále byla zhodnocena defoliace a výskyt jmelí bílého na 150 stromech. Nejčastějším zjištěným patogenem byla *Diplodia pinea*, z hmyzích škůdců *Corticium pini*, *Ips acuminatus* a smoláci *Pissodes* sp. U houbových patogenů bylo potvrzeno, že míra výskytu a napadení je závislá na určité části stromu. V případě hmyzích škůdců nebyla potvrzena závislost mezi velikostí požitku a počtem jedinců, ale byl zjištěn úzký vztah v případě velikosti požitku v určité sekci stromu. U hmyzích škůdců bylo zjištěno, že na počet jedinců má výrazný vliv teplota. Silná průměrná defoliace porostu nad 60 % byla zaznamenána na dvou lokalitách, na kterých zároveň byla registrována i přítomnost jmelí bílého.

Klíčová slova: borovice, biotický škůdce, sucho, *Diplodia pinea*, *Cenangium ferruginosum*, podkorní hmyz

Pathogens and insect pests in weakened pine stands

Summary

Drying of pine stands is a current problem, considering not only the field of forest protection however, it is necessary to include fungal pathogens among the factors significantly contributing to pines dying. The aim of the diploma thesis was to evaluate the health status of selected stands of Scots pine weakened by adverse climatic conditions (especially long-term drought) with emphasis on the occurrence of fungal pathogens and insect pests. The research monitored the occurrence of pathogens, insect pests and the course of the weather, and habitat conditions, defoliation and the occurrence of white mistletoe were determined. During the evaluation, individual sections of the tree were examined with emphasis on the confirmation of the occurrence of fungal pathogens; in the case of insect pests, the number of individuals and the size of the ingestion were evaluated. Data and samples were collected during the vegetation period of 2020. A total of 48 samples were evaluated for the presence of insects, 150 samples for the presence and quantification of pathogens. A total of 15 pines were felled for research at three sites. Furthermore, the defoliation and occurrence of white mistletoe on 150 trees were evaluated. The most common pathogens detected were *Diplodia pinea*, from the insect pests *Corticium pini*, *Ips acuminatus* and *Pissodes* sp. In fungal pathogens, it was confirmed that the rate of occurrence and infestation depends on certain parts of the tree. In the case of insect pests, the relationship between the size of the ingestion and the number of individuals was not confirmed, but a close relationship was found in the case of the size of the ingestion in a certain section of the tree. In insect pests, the number of individuals was found to be significantly affected by temperature. Strong average defoliation of the stand above 60% was recorded at two localities, where the presence of white mistletoe was also registered.

Keywords: pine (tree), biotic pest, drought, *Diplodia pinea*, *Cenangium ferruginosum*, bark beetles

Obsah

1. Úvod a cíl práce.....	10
2. Literární rešerše.....	11
2.1 Vliv klimatických změn na zdravotní stav dřevin.....	11
2.2 Houbové patogeny na borovici.....	12
2.2.1 Nejvýznamnější houbové patogeny borovic.....	14
2.2.2 Další významné patogeny na borovicích.....	18
2.2.3 Sypavky.....	19
2.2.4 Rzi.....	22
2.3 Hmyzí škůdci na borovici.....	24
2.3.1 Nejvýznamnější hmyzí škůdci borovic.....	25
2.3.2 Další významní hmyzí škůdci na borovicích.....	27
2.4 Ostatní biotičtí činitelé.....	30
2.5 Abiotičtí činitelé.....	31
2.6 Pěstební postupy u porostů borovice lesní.....	32
3. Metodika.....	35
3.1 Popis lokalit.....	35
3.1.1 Chlustina.....	35
3.1.2 Hořovice – Háj.....	36
3.1.3 Sirá.....	36
3.2 Metodika sběru dat a vzorků.....	37
3.3 Metodika rozboru dat a vzorků.....	38
4. Výsledky.....	40
5. Diskuze.....	56
6. Závěr.....	61
7. Seznam literatury a použitých zdrojů.....	62
8. Seznam příloh.....	75
9. Přílohy.....	78

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Tabulka 1: Hodnocení intenzity výskytu houbových patogenů.....	39
Tabulka 2: Souhrn nalezených houbových patogenů na jednotlivých lokalitách v konkrétních datumech	40
Tabulka 3: Souhrn nalezených hmyzích škůdců v I. až IV. sekci a na větvích částí koruny stromů na jednotlivých lokalitách v konkrétních datumech	41
Tabulka 4: Souhrn nalezených hmyzích škůdců ve výřezech na jednotlivých lokalitách v konkrétních datumech	42
Tabulka 5: Statistické vyhodnocení dat houbových patogenů.....	52
Tabulka 6: Statistické vyhodnocení dat zjištěných houbových patogenů.....	53
Tabulka 7: Statistické vyhodnocení dat nalezených hmyzích škůdců	53
Tabulka 8: Výskyt jmelí bílého na lokalitách v jednotlivých obdobích	54
Obrázek 1: Lokalita Chlustina (Zdroj: ARCDATA PRAHA, ČÚZK, online, 2021).....	35
Obrázek 2: Lokalita Hořovice – Háj (Zdroj: ARCDATA PRAHA, ČÚZK, online, 2021)	36
Obrázek 3: Lokalita Sirá (Zdroj: ARCDATA PRAHA, ČÚZK, online, 2021).....	37
Graf 1: Celkový počet nálezů houbových patogenů	43
Graf 2: Intenzita výskytu houbových patogenů na jednotlivých lokalitách.....	43
Graf 3: Celkový počet nálezů hmyzích škůdců.....	44
Graf 4: Počet nálezů houbových patogenů na jednotlivých lokalitách	50
Graf 5: Intenzita výskytu houbových patogenů na jednotlivých lokalitách.....	51
Graf 6: Počet nálezů hmyzích škůdců na jednotlivých lokalitách	52
Graf 7: Rozšíření jmelí bílého při hodnocení 50 jedinců borovice lesní na jednotlivých lokalitách	54
Graf 8: Průměrná defoliace borovice lesní na jednotlivých lokalitách	55

1. Úvod a cíl práce

Borovice lesní (*Pinus sylvestris*) patří mezi hlavní hospodářské dřeviny v České republice, ale i v mnoha státech Evropy a severní Asie. Její široký přirozený areál se rozprostírá od Španělska po Norsko a od Skotska po Sibiř. Borovice lesní je zároveň naší druhou nejrozšířenější dřevinou. Během několika posledních let však docházelo vlivem působení klimatických změn, hmyzích škůdců a houbových patogenů k rozsáhlému prosychání borových porostů. Z hmyzích škůdců se nejčastěji jedná o řád brouci (Coleoptera). K nejvýznamnějším patří kravec borový (*Phaenops cyanea*), lýkožrout vrcholkový (*Ips acuminatus*) a smoláci rodu *Pissodes* spp. Mezi nejvýznamnější patogeny lze zařadit kornici borovou (*Cenangium ferruginosum*), kuželík borový (*Diplodia pinea*) a václavku *Armillaria* spp.

Usychání borových porostů je v současné době aktuálním tématem, nejen z pohledu ochrany lesa. Na Berounsku, kde bydlím, v několika posledních letech také pozoruji usychání porostů borovice lesní. Kde byly před několika lety poměrně zdravé borové porosty, jsou dnes z velké části borovice uschlé, nebo dokonce již vykácené. Jelikož mě zajímá problematika ohledně ochrany lesa a stav našich lesů mi není lhostejný, vybrala jsem si právě toto téma.

Cílem diplomové práce bylo vyhodnocení zdravotního stavu vybraných porostů borovice lesní oslabených působením nepříznivých klimatických podmínek (zejména dlouhodobým suchem) s důrazem na výskyt houbových patogenů a hmyzích škůdců, kteří se na jejich prosychání podílí. Na základě získaných dat byl zhodnocen vliv biotických a abiotických faktorů na odumírání borovic.

2. Literární rešerše

2.1 Vliv klimatických změn na zdravotní stav dřevin

Klimatické změny mají, ale také do budoucna podle řady vědeckých studií budou mít (PIELKE et al., 2003; MALCOLM et al., 2001), vážný vliv na většinu biologických ekosystémů, a to včetně lesů. Na jedné straně síla a charakter těchto dopadů záleží na změně dílčích klimatických prvků (například teplota vzduchu, srážkové úhrny), jejichž předpokládaný vývoj ukazují oblastní a celosvětové klimatické modely (GIORGI & MEARNS, 1999). Na druhé straně biologických ekosystémů jsou lesní ekosystémy, jakmile ty přesáhnou jisté mezní hodnoty změn podmínek blízkého prostředí, projeví se přestavbou své dynamiky, struktury a území, na kterém se vyskytují. Vlivem změny klimatu může dojít k charakteristickým dopadům na lesní ekosystémy, jako například k nárůstu rizika lesních požárů v oblastech jižní Evropy (SCHRÖTER et al., 2005). Významnou částí výzkumu následků klimatických změn na les jsou změny v početnosti populace škůdců a v rozsahu území, v němž se nacházejí. Reakce biotických činitelů na změny klimatu přicházejí takřka bezprostředně, kdežto dřevinná část lesního ekosystému se mění pomaleji. To je jedna ze zásadních příčin narůstajících škod způsobených biotickými škůdci v lesním hospodářství, které se staly během několika posledních let (PEŠKOVÁ & HOLUŠA, 2017).

Dále bylo zjištěno, že v posledních desetiletích došlo k fenologickým reakcím na klimatické změny, a ty jsou pravděpodobně příčinou dřívějšího nástupu vegetačního období v Evropě (BADECK, et al. 2004; MENZEL et al., 2006). U stromů mírného a boreálního podnebí jsou roční růstové periody ovlivňovány zejména fotoperiodou a teplotou (LÜTTGE & HERTEL, 2009). Pro většinu druhů rostlin, které jsou víceleté, je fotoperioda druhým nejdůležitějším faktorem pro jejich přežití (SAXE et al., 2001; BADECK et al., 2004).

Borové porosty jsou prvotně oslabovány především suchem, ke kterému dochází v důsledku poklesu hladiny spodní vody (LEONTOVYČ et al., 2018). Díky suchu v roce 2015 docházelo v Česku i v okolních zemích k usychání borových porostů, které vedlo k nárůstu hmyzích škůdců a houbových patogenů (LIŠKA et al., 2016). Například na Slovensku se již po roce 2011 zdravotní stav porostů

borovic stále zhoršoval a dokonce v oblasti Záhoří nastal kalamitní stav. V této oblasti bylo chřadnutí závislé na klimatických faktorech a vlivu přemnožení podkorního hmyzu a houbových patogenů. Také v oblastech Trenčína, Zlatých Moraviec a Rožňavy byly zaznamenány příznaky odumírání (LEONTOVYČ et al., 2019).

Ke stabilizaci a snížení škod v porostech by mohlo docházet postupně, jestliže nastane příznivý vývoj počasí a minimální výskyt extrémních situací, kterými jsou zejména přísušky. Nicméně s ohledem na vývoj situace v předešlých letech a na předpokládaný vývoj klimatických změn se tato možnost následujícího vývoje nejeví velice pravděpodobně. V zalesňovaných oblastech je tudíž nutné důkladně zvážit dřevinnou skladbu (PEŠKOVÁ & HOLUŠA, 2017).

2.2 Houbové patogeny na borovici

Současné změny klimatu, globalizace napomáhají rozvoji a invazi houbových patogenů (STENLID & OLIVA, 2016). Způsobují například poškození jehlic, které může mít za následek omezení fotosyntetické schopnosti, a tím předčasné opadání jehlic, které může vést ke snížení přírůstu (HANSO & DRENKHAN, 2012; MANTER et al., 2003). Také globální oteplování navyšuje pravděpodobnost přítomnosti škodlivých organismů v nových oblastech (BRAASCH, 2001). Jedním z hlavních činitelů, které ovlivňují přítomnost patogenů na dřevinách, je již zmíněná změna klimatu (GARRETT et al., 2006; LINDNER et al., 2010; CHAKRABORTY & NEWTON, 2011). Hostitelé jsou ovlivněni vzájemným působením: a) přežití patogenů během vegetačního období nebo zvýšeného množství patogenů (WOODS et al., 2005; 2010) a b) měnící se náchylnost a odolnost hostitele (DESPREZ-LOUSTAU et al., 2006). Dřeviny i patogeny nejsou schopné se tak rychle přizpůsobit stále se měnícím ekologickým podmínkám vlivem změny klimatu. Avšak patogeny mají oproti dřevinám mnohem kratší generační dobu a většina z nich je schopna se šířit za pomoci větru (GARRETT et al., 2006). Například díky klimatickým změnám se může změnit četnost sporulace a napadení houbovými patogeny, a dokonce může dojít i ke změně v jejich

zeměpisném šíření (GARRETT et al., 2006; LINDNER et al., 2010; CHAKRABORTY & NEWTON, 2011).

Zhoršující se zdravotní stav lesních porostů, který je ovlivněn změnou klimatu, jako jsou příliš vysoké teploty, extrémity v průběhu počasí, sucho, silný vítr a naopak povodně, tvoří současné problémy v ochraně lesa. Poruchy vodní bilance v porostech borovice lesní zvýšily napadení oslabených stromů houbovými patogeny. Mezi nejvýznamnější houbové patogeny borovice lesní, které způsobují prosychání až dokonce její odumírání, lze v současné době zařadit zejména kuželík borový (*Diplodia pinea*), kornici borovou (*Cenangium ferruginosum*) - (SKRZECZ & PERLIŇSKA, 2018) a václavku smrkovou (*Armillaria ostoyae*) - (PEŠKOVÁ & HOLUŠA, 2017).

I v roce 2019 stále docházelo u borových porostů k velkoplošnému prosychání a odumírání, které bylo způsobeno u hub výrazným nárůstem výskytu houby *Cenangium ferruginosum* a *Diplodia pinea* (KNÍŽEK & LIŠKA, 2020). V roce 2019 dle Zpravodaje ochrany lesa (KNÍŽEK & LIŠKA, 2020) byl výskyt těchto patogenů celkově vyšší. Dále přetrvávalo chřadnutí až odumírání porostů působením václavek, zejména druhem *Armillaria ostoyae*, která patří mezi významné fytopatologické problémy na našem území. V roce 2019 bylo zaznamenáno přibližně 145 tisíc m³ celkového objemu dřeva napadeného václavkou, to je od roku 2016 (přes 500 tisíc m³) výrazný pokles, nicméně se jednalo především o smrkové václavkové dřevo. Ze sypavek se na borovicích nejčastěji objevovaly sypavky rodu *Lophodermium*: sypavka borová (*Lophodermium pinastri*) a sypavka borovicová (*Lophodermium seeditiosum*). Výskyt těchto sypavek byl zaznamenán na území o rozloze přibližně 700 ha, to je pokles oproti roku 2018, kdy plocha zaujímala 1,6 tisíc ha. Oblastně působila větší škody i *Mycosphaerella pini*. Četnější výskyt byl zjištěn u mramorové sypavky (*Cyclaneusma minus*). Škody působené dřevokaznými houbami byly podobně jako v předešlých letech nižší. Větší hospodářský význam vykazovaly hniloby působené především kořenovníkem vrstevnatým (*Heterobasidion annosum*) a pevníkem krvavějícím (*Stereum sanguinolentum*) - (KNÍŽEK & LIŠKA, 2020).

2.2.1 Nejvýznamnější houbové patogeny borovic

Řád: Helotiales (voskovičkotvaré)

***Cenangium ferruginosum* Fr. - (kornice borová)**

Během několika posledních let, je odumírání borovic působené houbou *Cenangium ferruginosum*, jejíž výskyt zeměpisného rozšíření je široký, stále čtenější a vážnější (RYU et al., 2018). Působí vážné škody v porostech různých druhů borovic (LEE et al., 2014), které jsou převážně oslabené působením stresových faktorů (RYU et al., 2018). Jedná se o endofytickou houbu, která napadá zdravé borovice a využívá jejich živá pletiva, a zároveň je u oslabených a odumírajících stromů považována za hlavního rozkladače (HELANDER, 1995; LEE et al., 2014). Avšak z endofytické houby se může stát houbový patogen během stresových podmínek, kterými je například sucho, nadprůměrně teplé zimy, neobvykle chladné počasí nebo poranění. Napadení houbou *Cenangium ferruginosum* se projevuje nejprve odumíráním jehličí, následně poškozením slabých i silných větví, a nakonec odumíráním celého stromu (KIM & KIM, 2009). RYU et al. (2018) zjistili při pokusu se sazenicemi borovice korejské, které byly infikovány houbou *Cenangium ferruginosum*, že sazenice pěstované při dostatečném množství vody, vykazovaly dobrý zdravotní stav, avšak sazenice, u kterých nebyl zajištěn dostatečný příjem vody, tak postupně odumíraly.

Cenangium ferruginosum je vřeckovýtrusná houba. Pod kůrou infikovaných větví, které mají různou tloušťku, případně nejčastěji v jarních měsících i na kmenech borovic se vytvářejí plodnice teleomorfního stádia. Zanedlouho pronikají kůrou nejprve jako kulovité útvary, které záhy dozrávají a miskovitě se otevírají. Charakteristické miskovité plodnice až terčíky se vytvářejí za vlhka. Plodnice často vyrůstají v nepravidelných řadách v prasklinách kůry a jsou nahloučené ve skupinkách. Při přívětivém vývoji počasí na jaře a silné infekci dokážou plodnice porůst téměř celé napadené větve. V apotheciích jsou uložena vřeka kyjovitého tvaru s vejčitými askosporami. Anamorfní stádium houby *Cenangium ferruginosum* se nazývá *Dothichiza ferruginosa* Sacc.

Patogen napadá borovice každého věku a různého druhu. Nejčtenějším hostitelem bývá v České republice borovice lesní. Pokud je infekce silná, je

možné pozorovat postupné prosvětlování korun vlivem usychání napadených větví (PEŠKOVÁ et al., 2016a).

Možností obrany není mnoho. Doporučuje se pokácení a likvidace napadených a oslabených stromů (PEŠKOVÁ & HOLUŠA, 2017). Dále dodržování porostní hygieny, vykonávání zdravotních probírek a včasné odstraňování těžebních zbytků, nejlépe štěpkováním nebo spálením. Ve školkách lze semenáčky a sazenice ošetřit fungicidními přípravky (PEŠKOVÁ & SOUKUP, 2011).

Řád: Botryosphaeriales

***Diplodia pinea* (Desm.) J. J. Kickx – synonymum: *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton - (kuželík borový)**

Diplodia pinea způsobuje celosvětově závažné poškození borovic rodu *Pinus* spp. (BURGESS et al., 2004; PHILLIPS et al., 2013; LARSSON et al., 2021). V porovnání s mladšími borovými porosty jsou porosty ve věku 25 let a starší obvykle více náchylné k napadení houbou *Diplodia pinea* (VORNAM et al., 2019). Napadá zejména stromy, které jsou vystaveny stresovým faktorům, jako je sucho, vlny veder nebo např. krupobití (PAOLETTI et al., 2001; STANOSZ et al., 2001; VAN STADEN et al., 2004). Sucho a nárůst teploty vlivem změny klimatu by mohlo zapříčinit v některých oblastech nárůst infekce tímto patogenem (KEEN & SMITS, 1989; DESPREZ-LOUSTAU et al., 2007). Napadení houbou se projevuje reznutím jehlic, odumíráním výhonů a větví. Způsobuje dokonce i skvrnitost bělového dřeva, která je modře zbarvená (BROOKHOUSER & PETERSON, 1971; PETERSON, 1977). Například v Německu napadá nejvíce borovici lesní a borovici černou (*Pinus nigra*), (BLUMENSTEIN et al., 2018).

Řadí se mezi imperfektní houby. Teleomorfní stádium není známé. Mycelium houby napadá hostitele přes průduchy jehlic. Infikované výhony následně odumírají. Malé kuželovité pyknidy, černé až černohnědé barvy vyrůstají na šiškách, bázích jehlic i na letorostech. V pyknidách se vytvářejí nepohlavní výtrusy (konidie). Na jaře lze nalézt největší množství pyknid s dozralými

konidii. Avšak můžeme je najít i během celého roku, a to především na borových napadených šiškách (PEŠKOVÁ et al., 2016a).

Diplodia pinea je na našem území známá již dlouhou dobu. Dříve však u nás byla vzácnou houbou a nacházela se jen v nejteplejších oblastech na borovici černé. Současně je zaznamenána v České republice takřka na celém území a napadá stále častěji borovici lesní a další druhy borovic všech věkových tříd. Lze ji nalézt i na ostatních jehličnanech. Stále častější je napadení celých stromů. Pyknidy lze nalézt i na kmenech či silnějších větvích (PEŠKOVÁ et al., 2016a).

Možnosti obrany jsou včasné smýcení a odstranění napadených jedinců, či borových souší i stromů proschlých nad jednu polovinu. To je vhodné vykonávat mimo jarní období. Důležité je dodržování porostní hygieny a odstraňování těžebních zbytků, nejlépe spálením (PEŠKOVÁ & HOLUŠA, 2017). Ve výsadbách a školkách lze sazenice a semenáčky v jarním období ošetřit fungicidními přípravky (PEŠKOVÁ et al., 2016b).

Řád: Agaricales (pečárkotvaré)

***Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink - (václavka smrková)**

V Čechách je známo sedm druhů rodu *Armillaria*, ze kterých je právě nejčastější a z pohledu hospodářského i nejškodlivější druh *Armillaria ostoyae* (SOUKUP, 2005). Celkově je známo přibližně sedmdesát druhů (SIPOS et al., 2018). Patří mezi nejvýznamnější houbové patogeny jehličnatých stromů, obzvláště smrkových porostů, které se nachází v nepůvodních oblastech (SOUKUP, 2005; PEŠKOVÁ et al., 2016b), méně často parazituje i na listnatých stromech (PEŠKOVÁ et al., 2016a). Způsobuje hnilobu kořenů u mnoha různých dřevin po celém světě (SIPOS et al., 2018). Druhy tohoto rodu napadají živou kůru a cévní svazky kořenů a kořenových náběhů, které následně odumírají a způsobují usychání stromů. Stromy oslabené biotickými a abiotickými činiteli (sucho, defoliace korun stromů způsobená hmyzem, mráz) jsou častými hostiteli některých druhů rodu *Armillaria*. Letní sucha a teplejší zimy předvídají nárůst četnosti infekce kořenů touto houbou. Naproti tomu některé druhy tohoto rodu

působí, jako parazit a mohou způsobit odumření zdravých stromů, bez předchozího oslabení (STURROCK et al., 2011).

Průběh napadení dřeviny může být dvojitý. Akutní a chronický. Akutní průběh nejčastěji nastává po fyziologickém oslabení dřeviny. U nás se jedná nejčastěji o větší přísušek. Dochází k rychlému odumření stromů. Hromadné odumírání zasahuje nejen borovice vyššího věku, ale i mladšího věku. Chronický průběh je nejběžnější. Hniloba se tvoří v bazální části kmene, později dochází až k vytvoření dutin a tím k poškození stability stromu, který je poté náchylný k vyvrácení nebo zlomu. Napadení a parazitování na hostitelské dřevině potom trvá několik let či dokonce desetiletí. Život napadených jedinců většinou přímo ohrožen není (CRUICKSHANK, 2011; CRUICKSHANK et al., 2011; PEŠKOVÁ et al., 2016a).

Armillaria ostoyae je stopkovýtusná dřevokazná houba. Tvoří pomíjivé kloboukaté plodnice, které vyrůstají zpravidla z napadených kořenů, bázi kmenů, kořenových náběhů nebo pařezů. Lze je nalézt zejména v trsech na počátku podzimu. Výskyt václavky lze poznat i dle mycelia a typické hniloby. Mycelium se nachází buď v podobě rhizomorf (černohnědé provazcovité podhoubí) pod kůrou rozkládajících se kořenů nebo v půdě, nebo jako syrrocium (blanité bělavé podhoubí) pod kůrou stromu. Šíření houby pomocí trvalého mycelia je pravděpodobně četnější než bazidiosporami (PEŠKOVÁ et al., 2016a). SIPOS et al. (2018) uvádějí, že značné množství nynějších jedinců rodu *Armillaria* se rozprostírá na území i několika hektarů lesa. Uvádějí, že tyto jedinci vznikli před několika desítkami, stovkami až tisíci lety. Dokonce v Oregonu na severozápadě Spojených států amerických se nachází houba *Armillaria ostoyae*, která patří mezi doposud známé nejstarší a nejrozsáhlejší organismy na planetě Zemi. Je proslulá jako takzvaná obrovitá či gigantická houba.

Možnosti obrany jsou převážně pěstebního charakteru, tedy pěstování dřevin na původních stanovištích a zdravotní výběr (SOUKUP, 2005). VASAITIS et al. (2008), kteří zkoumali vliv odstraňování pařezů z lesních porostů a tím účinnost na vymýcení dřevokazných hub, které způsobují hniloby kořenů, mezi

kteří patřila václavka, uvádí, že mezi možnost obrany, lze zařadit i odstraňování pařezů.

2.2.2 Další významné patogeny na borovicích

Řád: Hymenochaetales (kožovkotvaré)

***Phellinus pini* (Brot.) Bondartsev & Singer – (ohňovec borový)**

Phellinus pini je v některých oblastech hojně vyskytující se druh. Patří mezi významné dřevokazné houby, které způsobují rozklad jádrového dřeva živých borovic (LÖHMUS, 2016). Je to dřevokazná parazitická houba, která se u borovic vytváří přibližně od věku čtyřiceti let a více (PEŠKOVÁ & ČÍŽKOVÁ, 2015). Způsobuje bílou voštinovou hnilobu na bázi kmene (HARTMANN et al., 2001). V Čechách působí významné škody především v předmýtných, ale i mýtných porostech. Nákaza do kmene stromu vniká suky. Možností obrany je smýcení napadených jedinců (PEŠKOVÁ & ČÍŽKOVÁ, 2015).

Řád: Polyporales (chorošotvaré)

***Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat. – (hnědák Schweinitzův)**

Řadí se mezi stopkovýtrusné, dřevokazné parazitické houby středně starých a především dospělých porostů. Mezi hostitelské dřeviny patří i borovice lesní. Způsobuje kostkovitou červenohnědou hnilobu jádrového dřeva, čímž působí rozpad dřeva kořenů a bazální části kmene u živých stromů (PEŠKOVÁ & ČÍŽKOVÁ, 2015). K infekci dochází hlavně poraněnými kořeny nebo i předešlým poškozením infekcí václavkou. Napadá především borovice na písčitých, kyselých nebo mělkých, střídavě vlhkých půdách (HARTMANN et al., 2001). Možností obrany je snížení způsobených poranění kořenů, kořenových náběhů a bazálních částí kmenů při těžbě dřeva a přibližování (PEŠKOVÁ & ČÍŽKOVÁ, 2015).

Řád: Russulales (holubinkotvaré)

***Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. – (kořenovník vrstevnatý)**

Řadí se mezi stopkovýtrusné, dřevokazné saproparazitické houby. Napadá především starší, ale i mladší porosty borovice lesní a dalších borovic rodu *Pinus* spp. (PEŠKOVÁ & ČÍŽKOVÁ, 2015). Šíří se buď myceliem pomocí kořenových srůstů nebo dotyků s okolními stromy, či výtrusy. Napadá kořenový systém stromů. Hniloba se šíří relativně rychle. Dřevo se podle letokruhů rozpadá a je v něm patrné bělavé podhoubí (SOUKUP, 2011). V roce 2016 bylo zaznamenáno u borových kultur v několika oblastech, např. v Polabí, zvýšené napadení, které bylo důsledkem neobvyklého stresu způsobeným suchem (KNÍŽEK, 2017). Možností obrany a ochrany je opatření, které má lesopěstební charakter (SOUKUP, 2011).

2.2.3 Sypavky

Řád: Rhytismatales (svraštělkotvaré)

***Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chevall. – (sypavka borová)**

Lophodermium pinastri patří mezi jednu z nejčastěji uváděných sypavek na borovici lesní (KOWALSKI, 1982; 1993). Jedná se o endofytickou houbu, která roste uvnitř jehlic. Na odumřelých jehlicích může působit jako rozkladač pletiva (BOBERG et al., 2011; OSONO & HIROSE, 2011). Patří mezi vřecovýtrusné houby. Způsobuje opadávání jehličí. Hostitelskou dřevinou jsou druhy borovic, především borovice lesní. Cyklus je roční a dvouroční. Vhodná je pro šíření infekce vyšší vlhkost vzduchu. Napadené jehlice nejprve postupně žloutnou, až jsou hnědorezavé, kdy se na nich tvoří černé plodnice nepohlavního stádia zvané pyknidy, a jehlice následně na jaře opadávají. Plodnice teleomorfního stádia se vyvíjejí od října (PEŠKOVÁ & ČÍŽKOVÁ, 2015). Na opadaných odumřelých jehlicích jsou současně patrné i příčné linie (HARTMANN et al., 2001). Obráným opatřením je chemické ošetření preventivního charakteru. Avšak napadené jedince už zachránit nelze (PEŠKOVÁ & ČÍŽKOVÁ, 2015).

***Lophodermium seditiosum* Minter, Staley & Millar – (sypavka borovicová)**

Lophodermium seditiosum celosvětově způsobuje opad jehličí u borovic. Byla charakterizovaná v roce 1978. Do té doby byla uváděna jako druh *Lophodermium pinastri* (BENTELE et al., 2014). Je nebezpečným patogenem jehlic, které činní potíže hlavně u mladších borových porostů (STENSTRÖM & IHRMARK, 2005). Napadá všechny druhy borovic, zejména borovici lesní. K napadení jehlic dochází skrz průduchy. Infikované jehlice s pyknidami na jaře opadávají. Teleomorfní plodnice se tvoří od podzimu do jara (PEŠKOVÁ & ČÍŽKOVÁ, 2015). Vyskytuje se především po vlhkých létech. Následkem infekce mohou mladé borovice odumřít (HARTMANN et al., 2001). Obráným opatřením je chemické ošetření, které je však preventivního charakteru (PEŠKOVÁ & ČÍŽKOVÁ, 2015).

***Cyclaneusma niveum* (Pers.) DiCosmo, Peredo & Minter – (mramorová sypavka) a *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter – (mramorová sypavka)**

Tyto druhy sypavek se od sebe liší výskytem, velikostí a odlišnými hostiteli, které napadají (BUTIN, 1973). Jedná se o endofytické, vřeckovýtrusné houby (HARTMANN et al., 2001). *Cyclaneusma minus* napadá hlavně borovici lesní a borovici kleč. *Cyclaneusma niveum* nalezneme na borovici černé. Způsobuje zejména žloutnutí nejstarších jehlic, na kterých se následně vyskytne charakteristické mramorování. Následkem silného napadení může dojít i ke zkrácení letorostů a na jejich koncích k nahloučení jehlic. Možností obrany je chemické ošetření, které je preventivního charakteru (PEŠKOVÁ & ČÍŽKOVÁ, 2015).

Řád: Capnodiales

***Mycosphaerella pini* Rostr. – synonymum: *Scirrhia pini* A. Funk & A. K. Parker – (červená sypavka borovice)**

Mycosphaerella pini patří mezi celosvětově nejzákladnější a nejškodlivější patogen borovic rodu *Pinus* spp. (BARNES et al., 2016). Rozšíření této sypavky je uváděno ve více než 63 zemí. Infekce byla zaznamenána především na borovici a to na více než 82 druhů, ale také na jiných dřevinách (BARNES et al., 2014). V České republice podléhá fyto-sanitární regulaci (KAPITOLA et al., 2011). Za hlavní zdroj šíření je považován transport infikovaného rostlinného materiálu mezi zeměmi (BRADSHAW, 2004; JANKOVSKÝ et al., 2004). V České republice je rozšířena na většině území. Poprvé zde byla nalezena v roce 1999 na infikovaných borových sazenicích, které byly dovezeny z Maďarska. Nejčastěji u nás napadá borovice rodu *Pinus* spp. Náchylnost k napadení jednotlivých druhů může být velice rozdílná (KAPITOLA et al., 2011).

Jedná se o vřekatou houbu. Napadá nejvíce jehlice spodní až střední části koruny a relativně rychle odumírají. Při silné infekci stromů opadá všechno napadené jehličí, kromě posledního ročníku (PEŠKOVÁ & SOUKUP, 2001). Možností ochrany je především výsadba odolného a zdravého sadebního materiálu a dále použití chemického ošetření (KAPITOLA et al., 2011).

***Mycosphaerella dearnessii* M. E. Barr – (hnědá sypavka borovice)**

Sypavka *Mycosphaerella dearnessii* během několika posledních let patří, stejně jako *Mycosphaerella pini*, mezi nejškodlivější a nejvýznamnější patogen jehlic borovic rodu *Pinus* spp. Předpokládá se, že tento patogen je značně přizpůsobivý podmínkám prostředí a hostitelům, a to napovídá tomu, že by mohl být schopný způsobit vysoké škody (GEORGIEVA, 2020). Řadí se mezi vřekovýtusné houby a karanténní organismy (PEŠKOVÁ & ČÍŽKOVÁ, 2015). V 70. letech 20. století způsobila v severních částech USA velké ztráty na plantážích borovice lesní, která je zde nepůvodní. V České republice byla poprvé nalezena v roce 2007 na borovici blatce (KAPITOLA et al., 2011). Obránými

opatřeními jsou chemické ošetření a zajištění zdravého a odolného sadebního materiálu (PEŠKOVÁ & ČÍŽKOVÁ, 2015).

2.2.4 Rzi

Řád: Pucciniales (rzi)

Cronartium flaccidum (Alb. & Schwein.) G. Winter – (rez borová)

Napadá druhy borovic, které mají dvě jehlice ve svazečku, např. borovici lesní (RAGAZZI, 1983). Řadí se mezi dvoubytné rzi, mezi jejíž mezihostitele patří byliny hořec (ČERMÁK et al., 2020a) a tolita lékařská (HARTMANN et al., 2001). Vývoj ovlivňuje teplota, světlo a vlhkost, přičemž jednotliví činitelé různě ovlivňují vývojové fáze. Například při vyšších teplotách nastává infekce rychleji, avšak následný vývoj je pomalejší (RAGAZZI, 1983). Možnosti obrany jsou odstraňování napadených větví a dostačující vzdálenost mezi hostiteli, nebo odstranění druhého hostitele (ČERMÁK et al., 2020a).

Melampsora populnea (Pers.: Pers.) P. Karst. – synonymum: *Melampsora pinitorqua* Rostr. - (rez sosnokrut)

Patří mezi stopkovýtusné houby a dvoubytné rzi, jejichž životní cyklus je úplný. Hostiteli jsou borovice rodu *Pinus* spp. a topol osika, případně topol bílý, nebo šedý. Kůra na infikovaném místě výhonu až na dřevo odumírá a rána je zacelena kůrou z okolí. Tím je způsobeno esovité ohýbání a kroucení letorostů a následné zhnědnutí. Jestliže je poškozen celý obvod výhonu, následně výhon vadne, ohýbá se a odumírá (HARTMANN et al., 2001; PEŠKOVÁ & ČÍŽKOVÁ, 2015). Obrannými preventivními opatřeními jsou odstranění topolů v blízkosti lesních školek a plánovaných výsadeb a napadených jedinců. Ve školkách lze aplikovat preventivní postřiky fungicidními přípravky (PEŠKOVÁ & ČÍŽKOVÁ, 2015).

***Coleosporium tussilaginis* (Pers.) Lév. – (rez jehlicová – synonymum: puchýřnatka podbělová)**

Patří mezi stopkovýtrusné houby a dvoubytnou rez, jejíž životní cyklus je úplný. Hostiteli jsou borovice, které mají dvě jehlice ve svazečku, především borovice lesní, a byliny. Nejčastěji podběl, devětsil, starček a zvonek. Poškození jedinci mohou při silném napadení odumírat. Obrana opatření jsou likvidace infikovaných jedinců, bylin jako druhého hostitele a ve školkách lze preventivně aplikovat postřiky fungicidními přípravky (PEŠKOVÁ & ČÍŽKOVÁ, 2015).

Řád: Rhytismatales (svraštělkotvaré)

***Coccophacidium pini* (Alb. & Schwein.) Rehm – synonymum: *Therrya pini* var. *pini* (Alb. & Schwein.) Höhn. – (čočkovec borový)**

Jedná se o houbu vyskytující se na uschlých částech větví borovice lesní, na které žije většinou saprotrofně. Napadá také borovici vejmutovku, na které se stává cizopasníkem a způsobuje onemocnění kůry a následně její zasychání (PŘÍHODA, 1959). V Evropě byl zatím výskyt houby *Therrya pini* zjištěn v nižších nadmořských výškách (MINTER, 1996). Plodnice se vyvíjejí pod kůrou větví a následně ji protrhávají. Vyrůstají roztroušeně nebo nahloučené ve skupinkách (PŘÍHODA, 1959).

Řád: Polyporales (chorošotvaré)

***Sparassis crispa* (Wulfen) Fr. – (kotrč kadeřavý)**

Patří mezi stopkovýtrusné houby. Napadá především přestárlé borovice rodu *Pinus* spp. Plodnice vyrůstají na bázi kmene nebo nad infikovanými kořeny na povrchu hrabanky. Způsobuje hnědou hnilobu hranolovitého rozpadu, která napadá jádrové dřevo (ČERMÁK et al., 2020b), které je na patě kmene křídově bílé. K infekci dochází přes dříve vzniklé poškození kořenů, jako např. václavkou, nebo kontaktem kořenů s infikovanými jedinci (HARTMANN et al., 2001).

Sparassis crispa je jedlá houba, která má nejrůznější léčivé vlastnosti a v současné době je pěstována v Japonsku (YOSHIKAWA et al., 2010).

2.3 Hmyzí škůdci na borovici

Borové porosty jsou stále napadány houbovými patogeny a sekundárním hmyzem. Mezi nejvýznamnější hmyzí škůdce borových porostů lze zařadit krasec borový, který osidluje především osluněné porostní okraje (SOWIŃSKA, 2006). Dalším významným hmyzím škůdcem borovice lesní, který způsobuje odumírání borových porostů, je lýkožrout vrcholkový (SIITONEN, 2014). Významnými škůdci borovice lesní jsou také smoláci rodu *Pissodes* spp. (GRÈGOIRE & EVANS, 2004).

Obdobně jako předchozí léta, lze i rok 2019 hodnotit z pohledu ochrany lesa vzhledem k hmyzím škůdcům velice nepříznivě. Příčinou je zejména další velký nárůst a zvětšování se území gradace podkorního hmyzu, který je vázaný především na borovici a smrk. Četnost těchto škůdců a jimi způsobené škody nekontrolovatelně rostou a nyní postihují většinu státu. Na území České republiky byly historicky největší objemy těžeb kůrovcového dříví zaznamenány v roce 2019. Stále docházelo u borových porostů k velkoplošnému prosychání a odumírání, které bylo způsobeno u hmyzu především přemnožením lýkožrouta borového a lýkožrouta vrcholkového na jižní a jihozápadní Moravě, zvýšeným výskytem krasce borového a lýkožrouta vrcholkového (KNÍŽEK & LIŠKA, 2020).

I přesto, že je borovice lesní poměrně odolná a přizpůsobivá dřevina, i ona špatně odolává biotickým činitelům (LEONTOVYČ et al., 2019). V roce 2019 zaznamenané kůrovcové těžby borového dříví vzrostly na 80,1 tisíc m³. Nejvíce se na napadení borových porostů podíleli lýkohubi rodu *Tomicus* (cca 50 %), lýkožrout borový (cca 20 %), lýkožrout vrcholkový (cca 25 %) a krasec borový (cca 5 %). Škodlivě v porostech také působí pilořitka *Sirex noctilio*. Velký objem borového kůrovcového dříví zůstává stát v porostech jako kůrovcové stromy a souše avšak bez zpracování. Skutečný stav v porostech je tedy mnohem vyšší (KNÍŽEK & LIŠKA, 2020).

2.3.1 Nejvýznamnější hmyzí škůdci borovic

Řád: Coleoptera (brouci)

***Phaenops cyanea* (Fabricius, 1775) – (krasec borový)**

Narušení borových porostů vlivem sucha má za následek zvýšený výskyt podkorního hmyzu na oslabených stromech a to především druhů *Phaenops cyanea* a *Ips acuminatus* (SKRZECZ & PERLIŇSKA, 2018). *Phaenops cyanea* je jedním z nejvýznamnějších škůdců borovice lesní. Vývoj prodělává pod silnější kůrou v části kmene stromu, kde se zpravidla objevují výrony pryskyřice. K přemnožení dochází nejčastěji po období sucha, protože výskyt tohoto druhu je velmi ovlivněn teplotou a vlhkostí. Napadá hlavně starší borovice (PEŠKOVÁ et al., 2016a). TYBURSKI et al. (2019), kteří zkoumali dopad pozemního požáru na borovici lesní, zjistili, že borovice poškozené požárem byly čteně napadené krascem borovým.

Výskyt krasce borového je možný kontrolovat za pomoci neodvětvených lapáků, které je potřeba mít připravené v květnu, nebo okulárně při pochůzkách. Důležitá je také asanace tzv. atraktivního dříví. Také je potřeba včasné zpracovat hroubí. Obranu lze provádět vyhledáváním napadeného dříví, které je třeba asanovat. Asanace může být chemická, či mechanická (PEŠKOVÁ et al., 2016a).

***Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) - (lýkožrout vrcholkový)**

Pro svůj vývoj upřednostňuje stromy oslabené (např. suchem), zlomené či pokácené a vyhledává části s hladkou kůrou v koruně stromu, kde prochází celým vývojem (PEŠKOVÁ et al., 2016a). Na území střední a jižní Evropy vzrost počet uhynulých stromů v důsledku napadení lýkožroutem vrcholkovým v několika posledních desetiletích. Při posuzování a přezkoumávání dřevokazného a podkorního hmyzu na začátku 21. století, byl zařazen mezi deset nejzásadnějších škůdců v Evropě (GRÉGOIRE & EVANS, 2004). SIITONEN (2014), který zkoumal napadení borovice lesní *Ips acuminatus* v jižní části Finska, uvedl, že napadené stromy se mnohokrát objevovaly v tzv. kůrovcových kolech. *Ips acuminatus* byl hlavní příčinou odumření stromů. Je velice pravděpodobné, že vysoké teploty

během léta a sucho zlepšily podmínky pro napadení borovic podkorním hmyzem a tím i k růstu početnosti druhu *Ips acuminatus* (SITONEN, 2014). Kontrola výskytu se provádí okulárně, či pomocí lapáků, které musí být připraveny v březnu a dubnu. Možností prevence je asanace vývrátů, těžebních zbytků a dalšího atraktivního dříví pro podkorní hmyz. Důležité je také včasné zpracování hroubí. Možností obrany je vyhledávání napadeného dříví a následně jeho asanace. Dále použití odchyťových zařízení, jako jsou lapače a lapáky (PEŠKOVÁ et al. 2016a).

***Ips sexdentatus* (Börner, 1776) – (lýkožrout borový)**

Hostitelskou dřevinou je borovice lesní, výjimečně i jiné jehličnaté stromy. Požerek je podélně hvězdicovitého tvaru s dvěma až pěti matečnými chodbami, které jsou dlouhé až 70 cm, vykousané do běle. V České republice má obvykle dvě generace ročně (PFEFFER, 1989). Je to sekundární druh, který obsazuje v nižších polohách především odumírající a odumřelé borovice (ČERMÁK et al., 2020c). Výskyt se kontroluje při pochůzkách okulárně nebo za pomoci lapáků. Možností obrany je použití lapáků nebo pozorné vyhledávání napadeného dříví a jeho následná asanace, rozštěpkování a pálení těžebních zbytků (PEŠKOVÁ et al. 2016a).

***Tomicus piniperda* (Linnaeus, 1758) – (lýkohub sosnový)**

Tomicus piniperda se řadí k broukům rodu *Tomicus* spp. Po celém světě je známo 14 druhů tohoto rodu a jejich rozšíření je celosvětové (RÜHM, 1976). Například některé oblasti zalesněných částí národního parku Kazbegi v Gruzii jsou značně poškozeny hmyzem. Mezi druhy nejvíce poškozující borovice lesní, a to dokonce na území o velikosti 100 ha, jsou lýkohubi *Tomicus piniperda* a *Tomicus minor* (GOKTURK & AKSU, 2011). V Evropě se nacházejí 3 druhy a z toho 2 se vyskytují i v Čechách (*Tomicus piniperda* a *Tomicus minor*). Oba druhy působí škody v lesním hospodářství. *Tomicus piniperda* je rozšířen především v oblastech, kde se vyskytují borovice lesní, borovice černá a borovice limba (PFEFFER, 1989). Brouci napadají kmenovou část stromů se silnou kůrou.

Během července a srpna vylíhnutí brouci napadají čerstvé borové výhony, ve kterých vykonávají zralostní žír, a výhony následně na podzim opadávají. Kontrolu výskytu lze uskutečnit okulárně nebo pomocí lapáků, které musí být připravené již do konce února. Napadení lze též poznat podle odumírání a odlamování letorostů. Pokud dochází k úživnému žíru v letorostech po dobu několika let, nastane tzv. sestřihání korun. Možností obrany je vyhledávání napadeného dříví a jeho následná asanace nebo použití stromových lapáků (PEŠKOVÁ et al., 2016a).

***Tomicus minor* (Hartig, 1834) – (lýkohub menší)**

Stejně jako *Tomicus piniperda* způsobuje škody v lesním hospodářství. Většinou se vyskytuje společně s *Tomicus piniperda*, nicméně ne vždy (PFEFFER, 1989). Také patří mezi druhotné škůdce. Napadá především oslabené borové porosty borovice lesní a borovice černé (GOERTZ et al., 2017). Vývoj prodělává v koruně stromu i v silnějších větvích a zralostní žír v dřeni letorostů. Požerek je svorkovitý, příčný a dvouramenný (PEŠKOVÁ et al., 2016a). Na rozdíl od *T. piniperda* preferuje pro rozmnožování části kmene s tenkou kůrou. *Tomicus piniperda* naopak preferuje spodní část kmene, kde je kůra silná (LÅNGSTRÖM, 1984; ANNILA et al., 1999). Možnosti obrany jsou obdobné jako u *T. piniperda* (PEŠKOVÁ et al., 2016a).

2.3.2 Další významní hmyzí škůdci na borovicích

***Pissodes castaneus* (DeGeer, 1775) – (smolák znamenáný) a *Pissodes piniphilus* (Herbst, 1795) – (smolák borový)**

Smoláci rodu *Pissodes* jsou typičtí sekundární škůdci, kteří napadají stresované porosty, např. poškozené žírem hmyzu, houbovými patogeny, požárem nebo oslabené suchem. Při přemnožení mohou způsobit rozsáhlé škody. Na borovici a jedli jsou vázaní nejnebezpečnější škůdci tohoto druhu. *Pissodes castaneus* napadá borovice staré čtyři až patnáct let a *Pissodes piniphilus* v rozmezí třicet až padesát let (HOLUŠA & KNÍŽEK, 2005). *Pissodes castaneus*

patří mezi nejvýznamnější škůdce borových mlazín a plantáží (SKRZECZ et al., 2016). Smoláci škodí žírem larev v lýku pod kůrou stromů a dospělí brouci úživným žírem na prýtech, pupenech, tenkých kmíncích a větvích. V obou způsobech poškození dochází k výronu pryskyřice. Možností obrany je použití lepových pásů nebo chemické ošetření kmene stromu (HOLUŠA & KNÍŽEK, 2005).

***Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1761) – (lýkožrout lesklý)**

Napadá porosty smrku, borovice a dalších jehličnanů. V našich jehličnatých lesích je častý (PFEFFER, 1989). K přemnožení dochází hlavně během vysokých teplot v letním období. Nejčastěji se vyskytuje v osluněných okrajích porostů (HARTMANN et al., 2001). Možností obrany je zejména vyhledávání napadeného dříví a následná asanace (PEŠKOVÁ et al., 2016a).

Řád: Lepidoptera (motýli)

***Panolis flammea* (Denis & Schiffermüller, 1775) – (sosnokaz borový)**

Upřednostňuje porosty ve středním až starším věku rostoucí na chudých půdách a písčítých stanovištích. Při přemnožení dochází k silným žírům až dokonce holožírům. Stromy jsou poté náchylné k napadení sekundárními škůdci, a pokud je žír velmi silný, může dojít k usychání borovic. K přemnožení v Čechách v posledních letech došlo např. na Bzenecku v roce 2018 – 2019. V roce 2018 se jednalo o žíry a holožíry na ploše větší než dva tisíce hektarů a v roce 2019 již byly žíry způsobené pouze na výměře pět set hektarů (VÉLE & LIŠKA, 2019).

***Rhyacionia buoliana* (Denis & Schiffermüller, 1775) - (obaleč prýtový)**

U nás se vyskytuje na borovici lesní od nížin až po pahorkatiny a většinou se jedná o chudá písčítá stanoviště. V současné době není četnost poškození tolik vysoká jako v minulosti. Gradaci má jednu za rok. Obvykle nejsou plošné, ale vážou se na konkrétní lokality. Je významným škůdcem borových mlazín a výsadeb borovice ve věku 8 – 12 let (LIŠKA, 2004).

***Bupalus piniarius* (Linnaeus, 1758) – (tmavoskvrnáč borový)**

V Čechách se vyskytuje v nižších polohách hlavně ve starších porostech borovice lesní na písčitých půdách. Jedná o významného defoliátora borovic. Při přemnožení způsobuje silné žíry až holožíry, dochází k oslabení borovic a může dojít až k prosychání a odumírání stromů za doprovodu dalších biotických škůdců (LIŠKA & MODLINGER, 2008). Hojněji se vyskytuje během teplých a suchých letních období (HARTMANN et al., 2001). V České republice nebylo zaznamenáno významné přemnožení několik desítek let (LIŠKA & MODLINGER, 2008).

***Lymantria monacha* (Linnaeus, 1758) – (bekyně mniška)**

Bekyně mniška je polyfágní kalamitní druh. Její hostitelskou dřevinou je také borovice rodu *Pinus* spp. Obvykle dochází k přemnožení ve smrkových monokulturách, které byly uměle založeny. Při přemnožení způsobuje plošné holožíry a rozsáhlé poškození porostů (HARTMANN et al., 2001; ČERMÁK et al., 2020f).

***Dendrolimus pini* (Linnaeus, 1758) – (bourovec borový)**

Jeho hostitelskou dřevinou je především borovice lesní, ale i smrk a jedle (ČERMÁK et al., 2020d). Četněji se vyskytuje během teplého a suchého léta, v porostech na suchých a chudých půdách v kontinentálních oblastech (HARTMANN et al., 2001). Housenky způsobují žír jehlic a mohou způsobit i holožíry (ČERMÁK et al., 2020d).

Řád: Hymenoptera (blanokřídli)

***Sirex juvencus* (Linnaeus, 1758) – (pilořitka fialová)**

Patří mezi početný druh pilořítek. Vyvíjí se především v neodkorněném pokáceném dřevě jehličnanů, v poraněných jedlích, borovicích či smrcích. Larvy žijí v soužití se symbiotickými dřevokaznými houbami. Pilořitka fialová

poškozuje dřevo technicky, zároveň i hnilobou, ale také fyziologicky, protože napadené živé stromy následně chřádnou (NOVÁK et al., 1974).

***Neodiprion sertifer* (Geoffroy in Fourcroy, 1785) – (hřebenule ryšavá)**

Hřebenule ryšavá je v České republice nejvýznamnější defoliátor borovic, především mladých porostů borovice lesní, ale i dalších druhů borovic. V našich podmínkách se vyskytuje a způsobuje škody v polohách od 200 metrů nad mořem, dále ve středních a chladných horských polohách. Nejvhodnější podmínky u nás nachází v oblasti Krušných hor, Orlických hor a Krkonoš, kde dochází k přemnožení. Bylo zjištěno, že čím jsou stanoviště sušší, tím je přemnožení hojnější a dochází k rozlehlejšímu poškození (HOLUŠA, 2002).

***Diprion pini* (Linnaeus, 1758) – (hřebenule borová)**

Hřebenule borová je u nás řazena také mezi škůdce zejména borovice lesní, ale i jiných druhů borovic. Housenice způsobují žíry starších a později i mladých jehlic. Mohou způsobit holožírny a poškodit i kůru letošních výhonů (HARTMANN et al., 2001; ČERMÁK et al., 2020e).

2.4 Ostatní biotičtí činitelé

Významný vliv na oslabení borových porostů má i nadměrný výskyt jmelí bílého (*Viscum album*), jehož napadení korun dosahuje v některých porostech 40 až 60 % (LEONTOVYČ et al., 2018). Významně se podílí na chřádnutí porostů. Také zdravotní stav porostů v oblasti Záhoří na Slovensku, která se nachází na vátných písčích, je za posledních 20 – 30 let významně ovlivněna jmelím. Jmelí se vyskytuje takřka plošně a v závislosti na věku porostů. LEONTOVYČ et al. (2019) zjistili, že skoro na všech sledovaných lokalitách byly především napadeny porosty nad 60 let, a současně střední hodnota napadení byla na úrovni okolo 20 %. Mnohdy se v porostech objevovaly borovice, které měly napadené koruny jmelím z 80 – 90 % (LEONTOVYČ et al., 2019). V Čechách v roce 2019 jmelí bílé

na borovici lesní značně škodilo, především v sušších a teplejších oblastech (KNÍŽEK & LIŠKA, 2020).

Dalším biotickým činitelem je zvěř, která způsobuje škody a poranění stromů. Škodami způsobených zvěří jsou: okus, loupání, ohryz, vytloukání a odírání kmenů (TUMA, 2008).

V současné době je ve světě velkou hrozbou háďátko borovicové (*Bursaphelenchus xylophilus*), jehož vektorem jsou kozlíčci rodu *Monochamus*. Za jejich pomoci napadá zdravé stromy, především borovice rodu *Pinus* spp., ale i další jehličnany, které za vyšších teplotních podmínek rychle odumírají. Původně se háďátko borovicové vyskytovalo pouze v Severní Americe, ale již je rozšířeno i do Asie a jihozápadní Evropy (BRAASCH, 2001; TOMALAK & FILIPIAK, 2013). V České republice je zařazeno mezi karanténní škodlivé organismy (KAPITOLA et al., 2011). Stejně je tomu i v sousedním Polsku (TOMALAK & FILIPIAK, 2013).

2.5 Abiotičtí činitelé

Zpravodaj ochrany lesa z roku 2020 uvádí, že celkový objem nahodilých těžeb v roce 2019 byl 19,3 mil. m³ dříví. V roce 2018 byl zjištěn objem nahodilých těžeb 14,8 mil. m³. Z objemu těžby 19,3 mil. m³ tvořili abiotičtí činitelé 23 %, to je 4,42 mil. m³. 77 % objemu nahodilých těžeb, to je 14,8 mil. m³, tvořily biotické vlivy. Od roku 2016 je podíl nahodilé těžby způsobené abiotickými vlivy nižší, než vlivy biotickými. Mezi roky 2010 – 2015 byl podíl těžeb působených abiotickými a biotickými činiteli přibližně v poměru 60 : 40. Převládajícím abiotickým činitelem byl vítr. Právě vítr je v podmínkách naší republiky nejvýznamnějším abiotickým činitelem a stejně tomu bylo i v roce 2019, kdy poškodil podle nahlášených údajů 2,57 mil. m³ dřevní hmoty. V roce 2018 dokonce 4,62 mil. m³ (KNÍŽEK & LIŠKA, 2020). Největší škody činí prudce nárazový vítr, který dosahuje rychlosti nad 100 km/h. Pro les ve středoevropském regionu jsou nejvíce nebezpečné vichřice, které se vyskytují v listopadu, březnu a dubnu. Možností obrany je postupovat při obnově porostů proti směru bořivých větrů, při výchově porostů ponechávat volnější zápoj a provádět včasné výchovné

zásahy a předcházet poranění stromů, zalesňovat kvalitním sadebním materiálem a rozlehlé monokultury borovice a smrku rozčlenit rozlukami, odlukami a závorami (LUBOJACKÝ, 2013).

Škody způsobené požáry jsou u nás často zapříčiněny lidskou činností. V roce 2019 bylo na našem území zaznamenáno 1 963 lesních požárů o celkové výměře přibližně 520 ha. Z toho 1 594 případů o výměře 440 ha bylo zapříčiněno lidskou činností a 27 požárů o výměře jen 2,2 ha bylo způsobeno přírodními vlivy, např. bleskem.

Suchem bylo poškozeno v roce 2019 celkem 1,29 mil. m³ dříví. Objem vytěženého dříví vlivem sucha se zvyšuje od roku 2011 a zároveň mezi lety 2015 a 2016 došlo k velkému nárůstu. Suchem trpí především borovice, smrk, dub, ale i další dřeviny.

Sněhem bylo v roce 2019 poničeno 507 tisíc m³, to je více než desetinásobný nárůst poškozeného objemu dříví v předchozím roce.

Námrazou bylo poškozeno v roce 2019 14,6 tisíc m³ dříví. Tato hodnota je srovnatelná s rokem 2018.

Antropogenní poškození bývají způsobovány především zemědělskou výrobou, průmyslem, dopravou a dalšími antropogenními činnostmi (KNÍŽEK & LIŠKA, 2020).

2.6 Pěstební postupy u porostů borovice lesní

Borovice lesní přirozeně roste v různých klimatických podmínkách od mediteránního klima až po kontinentální a zároveň i v rozdílných fyziografických oblastech od horských lesů po stepní oblasti (MATÍAS & JUMP, 2012; REICH & OLEKSYN, 2008). Významnou roli zastává na extrémních stanovištích, kde zastupuje důležité ekologické funkce (MIKESKA et al., 2008). Borovice lesní je také důležitá hospodářská dřevina. Má vysokou toleranci vůči stresu způsobeným suchem, ale i jinými abiotickými činiteli. Je vysazována také v oblastech, které leží mimo přirozený areál jejího rozšíření (BÍLEK et al., 2018).

Obnova borových porostů může být přirozená nebo umělá. BÍLEK et al. (2018) ve svých studiích zjistili, že zástin mateřského porostu při clonné seči příznivě ovlivňuje růst semenáček borovice lesní. Dosavadní výzkumy zabývající se maloplošnými obnovnými postupy porostů borovice lesní v Čechách ukázaly, že při přirozené obnově se počty jedinců na 1 hektar pohybují průměrně mezi 5 000 až 20 000 jedinci (SLOUP & LEHNEROVÁ, 2016; ULBRICOVÁ et al., 2018). BÍLEK et al. (2018) provedli experiment, ve kterém zkoumali vliv clonných obnovných postupů na některé mechanické a fyzikální vlastnosti borového dřeva (např. pevnost v ohybu, hustota). Rovněž uvádí, že vliv tohoto způsobu hospodaření na kvalitu dřeva lze hodnotit jako pozitivní. Důvodem je pomalý růst borovic v mladém věku. Letokruhy se tak v porovnání s holosečným způsobem hospodaření tvoří významně užší a tím je hustota dřeva vyšší. To významně ovlivňuje pevnostní vlastnosti dřeva (BÍLEK et al., 2018). Umělá obnova porostů se provádí převážně výsadbou prostokořenných sazenic borovice lesní. Rozmezí minimálních počtů sazenic na 1 hektar se pohybuje od 8 000 do 9 000 jedinců dle vyhlášky č. 139/2004 Sb. U založených kultur je potřeba zajistit ochranu proti bušení a biotickým škodlivým činitelům (nejčastěji zvěř, václavka a klikoroh borový), (NÁROVEC, 2000).

Jak už bylo zmíněno, obnova porostů může být přirozená nebo umělá. Důležité je také správně a včas vykonávat výchovu obnovených porostů. Porosty vzniklé přirozenou obnovou většinou nepotřebují velkou péči. Prostřihávky se provádějí zpravidla jen v přehoustlých nárostech borovic ve věku 4 – 5 let. Výška těchto nárostů je do jednoho metru. Provádí se odstranění obrostlíků (jedinci, kteří jsou charakterističtí hojnou větvnatostí) a předrostlíků (jedinci s neobvyklým růstem) a snížení počtu tzv. pionýrských dřevin (nejčastěji vrba jíva, břízy a topol osika), pokud se v nárostech samovolně vyskytují. Jestliže jsou nárosty mezernaté, lze je obohatit skupinovitou výsadbou listnatých dřevin. Nejčastěji se jedná o buk, dub a plní meliorační funkci (NÁROVEC, 2000). Naopak pokud jsou nárosty přehoustlé a hrozí u nich silné přeštíhlení, snižuje se počet jedinců na přibližně 10 000 (NOVÁK et al., 2017).

Při výchově borovice lesní je potřeba formovat porosty tak, aby byly výškově a věkově stejné (SLODIČÁK et al., 2013). Borovice díky svým přirozeným

vlastnostem (především stavba korun) potřebují zvláštní přístup k výchovným zásahům, jejichž odezvy jsou u borových porostů méně zřetelné a pomalejší, než u smrku. Při prvních výchovných zásazích, které se provádějí zpravidla ve věku 5 až 9 let, se odstraňují negativním výběrem nežádoucí jedinci, kterými jsou nejčastěji tzv. obrostlíci a předrostlíci, a také jsou vykonány zásahy v podúrovni. Výsledkem je snížení hustoty porostů, díky kterému se dostane do porostu více srážek (SLODIČÁK et al., 2013), ale zároveň by nemělo dojít k většímu otevření zápoje (NOVÁK et al., 2017). Při dalších výchovných zásazích se odstraňují stromy zejména v podúrovni, předrůstaví jedinci jen výjimečně (SLODIČÁK et al., 2013).

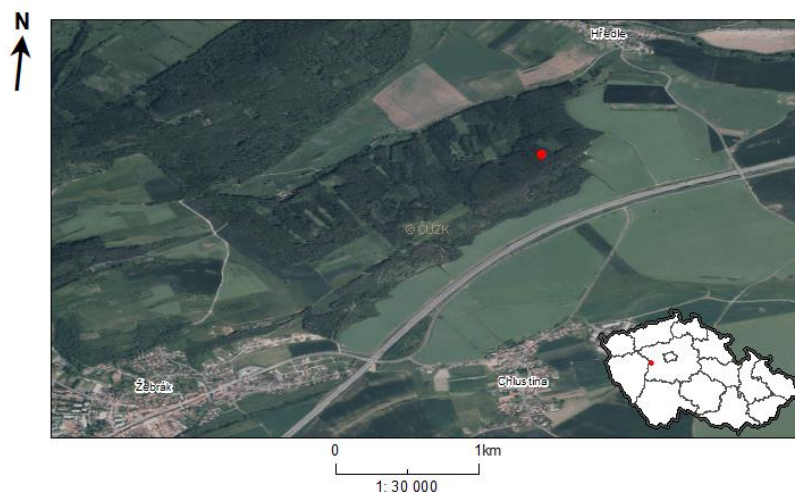
3. Metodika

Výzkum probíhal na třech lokalitách, nacházejících se ve Středočeském a Plzeňském kraji. Ve třech porostech borovice lesní byly založené tři plochy s odlišnou typologií, stářím porostu, nadmořskou výškou, zastoupením borovice, výškou, výčetní tloušťkou, absolutní bonitou a dalšími údaji. Stáří porostů se pohybovalo ve věku 37 až 100 let. Hodnocení bylo realizováno v průběhu vegetačního období roku 2020. Vzorky se odebíraly během tří ročních období a to v období jara, léta a na začátku podzimu. Všechny porosty, v nichž se plochy nacházejí, jsou obhospodařovány firmou Lesospol Zbiroh s. r. o.

3.1 Popis lokalit

3.1.1 Chlustina

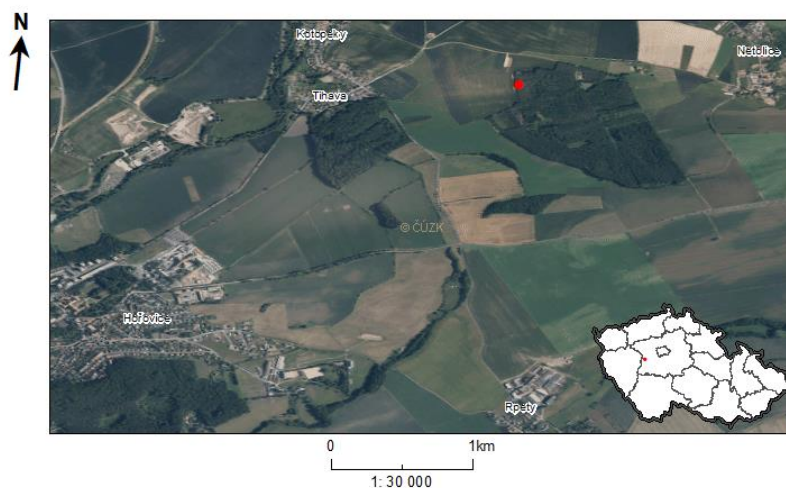
Sledovaný porost 2B10b se nachází v lesích obce Chlustina ve Středočeském kraji v okrese Beroun v přírodní lesní oblasti číslo 8 – Křivoklátsko a Český kras v katastrálním území Chlustina. Věk porostu v roce 2020 byl 96 let, zakmenění 9, zastoupení BO 55 %, výška 26 m, výčetní tloušťka 28 cm, absolutní bonita 26, SLT 2S. GPS lokalizace porostu je N 49°53.51915', E 13°55.27360'. Nadmořská výška porostu se pohybuje v rozmezí 360 až 380 m n. m. Nejbližší meteorologická stanice se nachází v obci Neumětely ve Středočeském kraji v okrese Beroun v nadmořské výšce 322 m n. m. (Obrázek 1).



Obrázek 1: Lokalita Chlustina (Zdroj: ARCDATA PRAHA, ČÚZK, online, 2021)

3.1.2 Hořovice – Háj

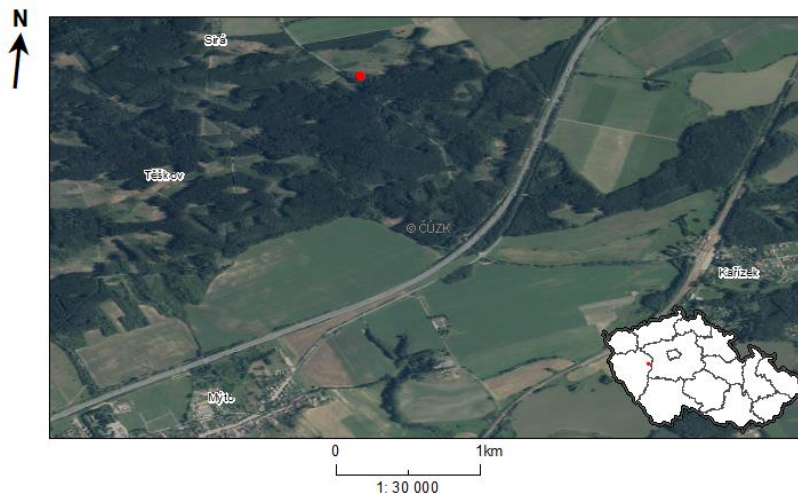
Porost 224D4 se nachází v lesích města Hořovice ve Středočeském kraji v okrese Beroun v přírodní lesní oblasti číslo 8 – Křivoklátsko a Český kras v katastrálním území Kotopeky. Věk porostu v roce 2020 byl 37 let, zakmenění 9, zastoupení BO 70 %, výška 14 m, výčetní tloušťka 16 cm, absolutní bonita 24, SLT 2I. GPS lokalizace porostu je N 49°51.09552', E 13°56.23812'. Nadmořská výška porostu se pohybuje v rozmezí od 349 do 356 m n. m. Nejbližší meteorologická stanice je v obci Neumětely ve Středočeském kraji v okrese Beroun v nadmořské výšce 322 m n. m. (Obrázek 2).



Obrázek 2: Lokalita Hořovice – Háj (Zdroj: ARCDATA PRAHA, ČÚZK, online, 2021)

3.1.3 Sirá

Porost 203A10 se nachází v lesích obce Sirá v Plzeňském kraji v okrese Rokycany v přírodní lesní oblasti číslo 7 – Brdská vrchovina v katastrálním území Sirá. Věk porostu v roce 2020 byl 100 let, zakmenění 8, zastoupení BO 85 %, výška 28 m, výčetní tloušťka 32 cm, absolutní bonita 28, SLT 4O. GPS lokalizace porostu je N 49°48.72900', E 13°44.79963'. Nadmořská výška sledovaného porostu se pohybuje v rozmezí 473 až 480 m n. m. Nejbližší meteorologická stanice se nachází ve městě Zbiroh, Švabín v Plzeňském kraji v okrese Rokycany v nadmořské výšce 476 m n. m. (Obrázek 3).



Obrázek 3: Lokalita Sirá (Zdroj: ARCDATA PRAHA, ČÚZK, online, 2021)

3.2 Metodika sběru dat a vzorků

Porosty byly v průběhu roku pravidelně navštěvovány (konkrétně se jedná o dny: 2. 4. 2020, 5. 4. 2020, 15. 7. 2020, 19. 8. 2020, 24. 8. 2020, 25. 8. 2020, 28. 8. 2020, 30. 8. 2020, 5. 10. 2020, 16. 10. 2020, ve kterých byly provedeny kontroly porostů, hodnocení sekci a odběry výřezů pro líhnutí v ekletorech) s ohledem na roční období, bionomii významných hmyzích škůdců a biologii významných houbových patogenů. Ve sledovaných porostech se pokácel vždy jeden strom borovice lesní v období jara, léta a podzimu, ze kterého byly vyříznuty jednotlivé sekce. V období léta a podzimu byla na každé lokalitě pokácena ještě druhá borovice lesní, ze které se vyříznuly výřezy. Z každé pokácené borovice se zároveň odebraly vzorky z koruny stromu (větve, jehlice a šišky), jak je popsáno dále, také byla změřena celková délka stromu a na bazální části kmene borovic odstraněna kůra za účelem zjištění přítomnosti houby rodu *Armillaria* spp. (Příloha 1). Celkem bylo pokáceno a podrobně analyzováno 15 borovic.

Pokácená borovice byla rozdělena na čtyři sekce o délce půl metru, které se vyříznuly ze svrchní obliny stromu. První sekce byla z části kmene 0,5 až 1 m od země, druhá sekce v polovině kmene (mezi patou kmene a začátkem koruny, kdy za začátek koruny se nepovažovala pouze první zelená větev, ale skutečný začátek koruny s více větvemi), třetí sekce na začátku koruny a čtvrtá sekce ve

středu koruny (v polovině mezi třetí sekci a vrcholem stromu) – (GRODZKI, 1997). Z jednotlivých sekcí se odloupnula kůra stromu a do zkumavky s lihem se odebral i nalezený podkorní hmyz včetně všech přítomných vývojových stádií (Příloha 2 a 3). U každé sekce byly zaznamenány údaje: tloušťka kmene, vzdálenost sekce od paty stromu a rozměr odloupnuté kůry.

V období léta a podzimu byly z druhé pokácené borovice vyříznuty dva výřezy o délce půl metru. Jeden z části poloviny kmene a druhý z poloviny koruny. Následně se vložily do eklektorů (Příloha 4), kde se ponechaly po dobu tří měsíců.

Koruna každého pokáceného stromu byla rozdělena na tři části: spodní část, střední část a horní část. Z každé části se odebraly vzorky: větve, jehlice a šišky. Také se zaznamenával výskyt jmelí bílého.

V každém sledovaném porostu byly na 50 jedincích borovice lesní zaznamenány následující údaje: výčetní tloušťka stromu, výška stromu, výskyt jmelí bílého, výskyt houby rodu *Armillaria* spp. u odumřelých jedinců a defoliace koruny podle metodiky ICP Forest.

3.3 Metodika rozboru dat a vzorků

V laboratoři se průběžně pod binokulární lupou determinovalo druhové spektrum hmyzích škůdců odebraných z jednotlivých sekcí stromů a vylétnutých z výřezů z eklektorů. Následně se kvantifikovalo napadení hmyzími škůdci tak, že byl spočítán průměrný počet snubních komůrek na 1 dm² (GRODZKI, 1997).

V laboratoři bylo průběžně určováno spektrum houbových patogenů. Nejprve byly vzorky větví, jehlic a šišek prohlédnuty pod binokulární lupou při 40x zvětšení, následně byly vytvořeny preparáty pro mikroskopické vyhodnocení a přesnou determinaci patogenů. Hodnocení intenzity výskytu houbových patogenů na jehlicích bylo hodnoceno podle počtu plodnic na 1 cm délky jehlice. U větví a šišek se intenzita napadení hodnotila dle počtu plodnic na 1 cm² (Tabulka 1).

Tabulka 1: Hodnocení intenzity výskytu houbových patogenů

	žádná	slabá	střední	silná	velmi silná
Intenzita napadení jehlic (plodnice / 1 cm)	0	1	2	3	4
Intenzita napadení větví a šišek (plodnice / 1 cm ²)	0	1	2	3	4

Následně byla získaná data přepsána do počítače do vytvořených tabulek v programu Microsoft Excel. Za účelem zjištění korelace mezi proměnnými byl použit Spearmanův koeficient pořadové korelace. Jeho hlavním cílem je zjistit těsnost vzájemné závislosti dvou proměnných. Jedinou podmínkou jeho využití je, aby byla proměnná data ordinální. K vytvoření histogramů, grafů a provedení testu byl použit program TIBCO Statistica 13.5.0.17.

4. Výsledky

V rámci terénních prací byl na 15 pokácených stromech zhodnocen výskyt hmyzích škůdců a houbových patogenů (48 vzorků pro zjištění přítomnosti hmyzu, 150 vzorků napadených patogeny). Celkem bylo zhodnoceno u hmyzích škůdců 36 sekci stromů a 12 výřezů, které byly vloženy do eklektorů. V případě houbových patogenů bylo zhodnoceno na každém stromě 10 sekci. Na 50 stromech na všech třech výzkumných plochách byla posouzena defoliace stromů. Defoliace byla celkem hodnocena na 150 stromech. Získané výsledky byly zpracovány a následně vyhodnoceny.

Na lokalitě Chlustina byly zaznamenány houbové patogeny – *Diplodia pinea*, černě, *Stereum sanguinolentum*, *Therrya pini* a *Cenangium ferruginosum*. Na lokalitě Hořovice – Háj se jednalo o patogeny – *Diplodia pinea*, černě, *Armillaria* spp. a *Cenangium ferruginosum*. Na lokalitě Sirá byly nalezeny patogeny – *Diplodia pinea*, černě, *Lophodermium pinastri* a *Cenangium ferruginosum* (Tabulka 2).

Tabulka 2: Souhrn nalezených houbových patogenů na jednotlivých lokalitách v konkrétních datumech

lokality	Chlustina
datum	patogeny
5. 4. 2020	<i>Diplodia pinea</i> , černě
15. 7. 2020	<i>Diplodia pinea</i> , <i>Stereum sanguinolentum</i> , <i>Therrya pini</i> , černě
19. 8. 2020	<i>Diplodia pinea</i> , černě, <i>Cenangium ferruginosum</i>
5. 10. 2020	<i>Diplodia pinea</i> , černě
lokality	Hořovice - Háj
datum	patogeny
2. 4. 2020	<i>Diplodia pinea</i> , černě
15. 7. 2020	<i>Diplodia pinea</i> , černě, <i>Armillaria</i> spp.
24. 8. 2020	<i>Diplodia pinea</i> , černě, <i>Cenangium ferruginosum</i> , <i>Armillaria</i> spp.
16. 10. 2020	<i>Diplodia pinea</i> , černě (<i>chaetomium</i>)
lokality	Sirá
datum	patogeny
2. 4. 2020	<i>Diplodia pinea</i> , černě, <i>Lophodermium pinastri</i>
15. 7. 2020	<i>Diplodia pinea</i> , černě
30. 8. 2020	<i>Diplodia pinea</i> , černě, <i>Cenangium ferruginosum</i> , <i>Lophodermium pinastri</i>
16. 10. 2020	<i>Diplodia pinea</i> , černě

Na lokalitě Chlustina byla v I. – IV. sekci a na větvích spodní části koruny stromu zaznamenána přítomnost hmyzích škůdců – *Phaenops cyanea*, *Pissodes piniphilus*, *Tomicus piniperda*, *Anthaxia quadripunctata*, *Pogonocherus fasciculatus*, *Orthotomicus longicollis*, *Polygraphus grandiclava*, dále jedinci z čeledi Buprestidae, podčeledi Scolytinae, jedinci a larvy rodu *Pissodes* sp. Na lokalitě Hořovice – Háj byli v I. – IV. sekci nalezeny hmyzí škůdci – *Tomicus piniperda*, *Pissodes piniphilus*, *Anthaxia quadripunctata*, *Ips acuminatus*, *Corticeus pini*, *Crypturgus cinereus*, *Ips typographus*, larvy rodu *Corticeus* sp. a čeledi Cerambycidae a Buprestidae. Na lokalitě Sirá se v I. – IV. sekci zaznamenali hmyzí škůdci – *Corticeus pini*, *Ips acuminatus*, jedinci a larvy rodu *Pissodes* sp. a larvy z čeledi Cerambycidae (Tabulka 3).

Tabulka 3: Souhrn nalezených hmyzích škůdců v I. až IV. sekci a na větvích částí koruny stromů na jednotlivých lokalitách v konkrétních datumech

lokality	Chlustina
datum	hmyzí škůdci - I. až IV. sekce a větve částí koruny
5. 4. 2020	<i>Phaenops cyanea</i> , <i>Pissodes piniphilus</i> , <i>Tomicus piniperda</i>
15. 7. 2020	<i>Anthaxia quadripunctata</i> , <i>Pogonocherus fasciculatus</i> , <i>Orthotomicus longicollis</i> , <i>Polygraphus grandiclava</i>
5. 10. 2020	Buprestidae, <i>Pissodes</i> sp., Scolytinae, larvy <i>Pissodes</i> sp.
lokality	Hořovice - Háj
datum	hmyzí škůdci - I. až IV. sekce
2. 4. 2020	0
15. 7. 2020	<i>Tomicus piniperda</i> , <i>Pissodes piniphilus</i> , <i>Anthaxia quadripunctata</i>
16. 10. 2020	<i>Ips acuminatus</i> , <i>Corticeus pini</i> , <i>Crypturgus cinereus</i> , larvy <i>Corticeus</i> sp., larvy Cerambycidae, <i>Ips typographus</i> , larvy Buprestidae, <i>Corticeus pini</i> , larvy <i>Corticeus</i> sp.
lokality	Sirá
datum	hmyzí škůdci - I. až IV. sekce
2. 4. 2020	0
15. 7. 2020	0
16. 10. 2020	larvy Cerambycidae, larvy <i>Pissodes</i> sp., <i>Corticeus pini</i> , <i>Ips acuminatus</i> , <i>Pissodes</i> sp.

Z výřezů byli zaznamenáni hmyzí škůdci na lokalitě Chlustina – *Pissodes piniphilus*, *Corticeus pini*, *Hylotrupes bajulus*, *Ips typographus*, jedinci rodu *Pissodes* sp. a podčeledi Scolytinae. Na lokalitě Hořovice – Háj hmyzí škůdci – *Aradus cinnamomeus*, *Crypturgus cinereus*, *Ips typographus*, *Ips acuminatus*, *Corticeus pini* a larvy rodu *Corticeus* sp. Na lokalitě Sirá – *Phaenops cyanea*,

Corticus pini, *Aradus cinnamomeus*, larvy rodu *Pissodes* sp. a podčeledi Scolytinae (Tabulka 4).

Tabulka 4: Souhrn nalezených hmyzích škůdců ve výřezech na jednotlivých lokalitách v konkrétních datumech

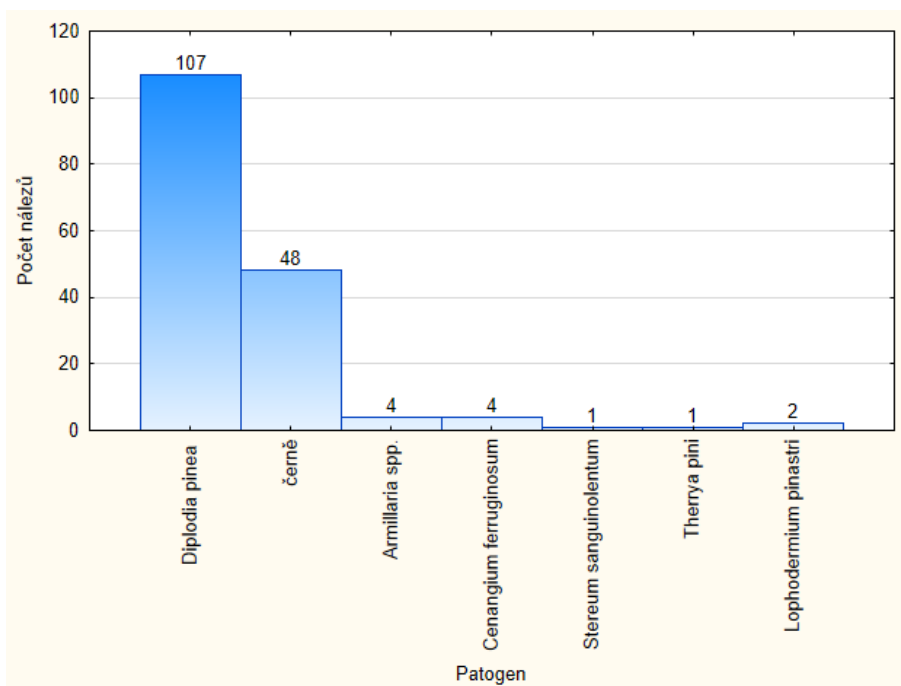
lokalita	Chlustina
datum	hmyzí škůdci - výřezy
19. 8. 2020	<i>Pissodes piniphilus</i> , <i>Corticus pini</i> , <i>Hylotrupes bajulus</i>
5. 10. 2020	<i>Pissodes</i> sp., Scolytinae, <i>Ips typographus</i> , <i>Corticus pini</i>
lokalita	Hořovice - Háj
datum	hmyzí škůdci - výřezy
24. 8. 2020	<i>Aradus cinnamomeus</i>
16. 10. 2020	<i>Crypturgus cinereus</i> , <i>Ips typographus</i> , <i>Ips acuminatus</i> , <i>Corticus pini</i> , larvy <i>Corticus</i> sp.
lokalita	Sirá
datum	hmyzí škůdci - výřezy
30. 8. 2020	larvy <i>Pissodes</i> sp., larvy Scolytinae , <i>Phaenops cyanea</i> , <i>Corticus pini</i>
16. 10. 2020	<i>Aradus cinnamomeus</i>

Z celkového počtu nálezů byla nejčastějším houbovým patogenem *Diplodia pinea*. Druhým nejčastěji zjištěným patogenem byly černě. Dále houba rodu *Armillaria* spp., *Cenangium ferruginosum*, *Lophodermium pinastri*, *Stereum sanguinolentum* a *Therrya pini* (Graf 1). *Diplodia pinea* byla rovněž nejčastějším houbovým patogenem na všech částech koruny (Příloha 10 – 12). Václavka byla jediným nalezeným houbovým patogenem na bazální části kmene (Příloha 9).

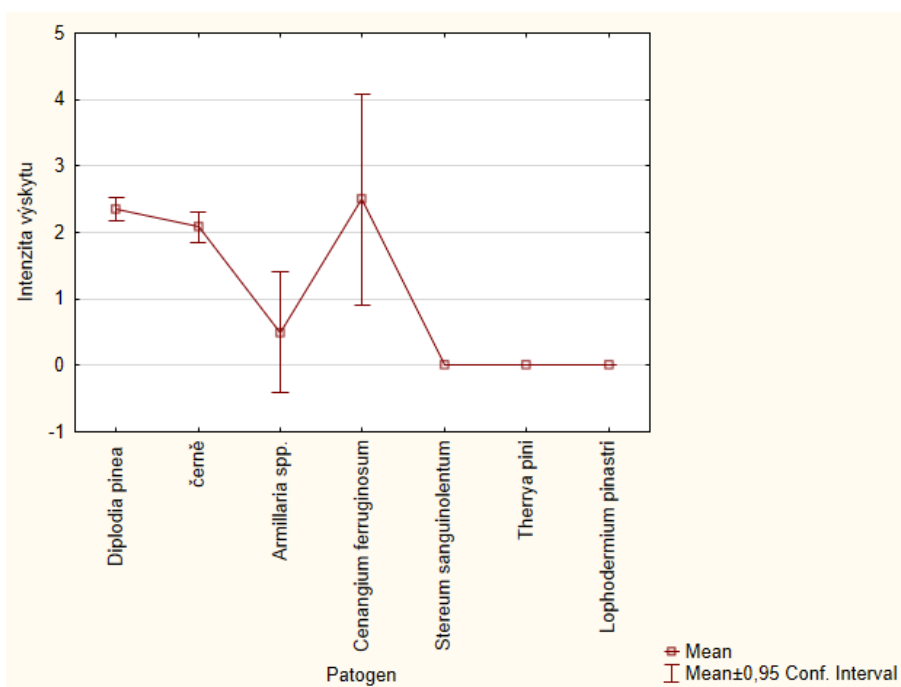
Při pohledu na intenzitu výskytu patogenů (Graf 2) je zřejmé, že nejvýraznější bylo napadení patogeny *Diplodia pinea* a *Cenangium ferruginosum*, naopak intenzita výskytu *Armillaria* spp., *Therrya pini*, *Stereum sanguinolentum* a *Lophodermium pinastri* byla minimální. Nejvyšší intenzita působení ze všech patogenů byla zjištěna u *Cenangium ferruginosum*. U patogenů *Therrya pini*, *Stereum sanguinolentum* a *Lophodermium pinastri* byl nalezen pouze sporadický výskyt, který nebylo možné kvantifikovat.

Z celkového počtu nálezů hmyzích škůdců byly nejčastěji nalezeny druhy *Corticus pini*, *Ips acuminatus*, smoláci rodu *Pissodes* sp. a druh *Pissodes piniphilus*. Dále byl registrován výskyt druhu *Crypturgus cinereus*, jedinců z podčeledi Scolytinae, larev z čeledi Cerambycidae, druhu *Ips typographus*, jedinců z čeledi Buprestidae a druhů *Phaenops cyanea* a *Anthaxia quadripunctata*.

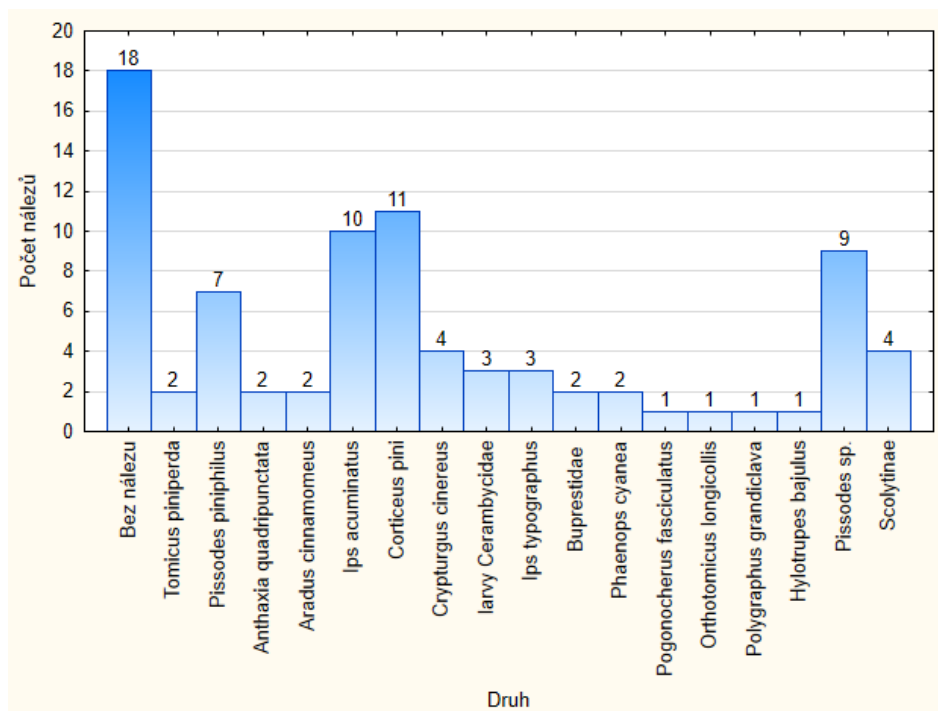
Dále byly nalezeny druhy *Tomicus piniperda*, *Aradus cinnamomeus*, *Pogonocherus fasciculatus*, *Orthotomicus longicollis*, *Polygraphus grandiclava* a *Hylotrupes bajulus* (Graf 3). Druhy *Corticeus pini*, *Ips acuminatus* a smoláci rodu *Pissodes* sp. se rovněž nejčastěji objevovali v I. – IV. sekci (Příloha 13 – 16).



Graf 1: Celkový počet nálezů houbových patogenů



Graf 2: Intenzita výskytu houbových patogenů na jednotlivých lokalitách



Graf 3: Celkový počet nálezů hmyzích škůdců

Na lokalitě Chlustina v období jara byla houba *Diplodia pinea* nejčastějším houbovým patogenem na větvích. Slabý až střední výskyt patogenu byl registrován ve spodní části koruny stromu na větvích o průměru 0,5 – 0,7 cm a velmi silný výskyt byl zjištěn na větvích o průměru 0,6 cm. Ve střední části koruny stromu byl registrován silný až velmi silný výskyt patogenu na větvích o průměru 0,3 – 0,6 cm. Slabý až střední výskyt patogenu v horní části koruny stromu byl registrován na větvích o průměru 0,3 – 1,1 cm. Dále na větvích byly nalezeny černě, stejně jako na jehlicích, na kterých bylo zaznamenáno ve všech třech částech i posátí hmyzem. Šišky nebyly napadeny houbovými patogeny. Výskyt patogenu *Armillaria* spp. nebyl na bazální části kmene registrován (Příloha 17).

Na lokalitě Chlustina v období léta byla na větvích nejčastějším houbovým patogenem houba *Diplodia pinea*, dále byl zaznamenán výskyt plodnice patogenu *Stereum sanguinolentum* a jednotlivé nálezy houby *Therrya pini* a černě. Velmi silný výskyt houby *Diplodia pinea* byl zaznamenán ve střední části koruny stromu na větvích o průměru 0,6 – 0,7 cm. Silný výskyt patogenu byl

registrován v horní části koruny na větvích také o průměru 0,6 – 0,7 cm. Na jehlicích byly nalezeny černě, posátí hmyzem a na rezavých jehlicích i *Diplodia pinea*. Na šiškách všech částí koruny byl potvrzen střední výskyt patogenu *Diplodia pinea*. Výskyt houby *Armillaria* spp. nebyl na bazální části kmene potvrzen (Příloha 18).

Na lokalitě Chlustina v období léta byla na větvích pokáceného vzorníku, ze kterého byly vyříznuty výřezy a následně vloženy do eklektorů, nejčastěji zaznamenána houba *Diplodia pinea*. Střední až silný výskyt patogenu ve střední části koruny stromu byl registrován na větvích o průměru 0,4 – 0,5 cm. V horní části koruny byl střední výskyt zaznamenán na větvích o průměru 0,4 cm a silný až velmi silný výskyt na větvích o průměru 1 – 2 cm. Na větvích spodní části koruny byla dále zaznamenána houba *Cenangium ferruginosum* a ve střední části černě. Na jehlicích byla potvrzena přítomnost houby *Diplodia pinea* a černě. Na šiškách ze spodní části koruny byl zaznamenán silný výskyt *Diplodia pinea*. Na bazální části kmene nebyl výskyt *Armillaria* spp. registrován (Příloha 19).

V období podzimu se na lokalitě Chlustina nejčastěji nacházela na větvích, jehlicích i šiškách houba *Diplodia pinea* a černě. Jednalo se o střední až silný výskyt. Slabý a velmi silný výskyt patogenů zde nebyl registrován. Na jehlicích horní části koruny bylo zaznamenáno také posátí hmyzem. Výskyt houby *Armillaria* spp. nebyl na bazální části kmene potvrzen (Příloha 20). Na druhé pokácené borovici lesní v období podzimu na lokalitě Chlustina již nebyla zjištěna přítomnost nových patogenů.

V I. sekci nebyl zaznamenán výskyt hmyzích škůdců. II. sekce byla nejvíce obsazena *Pissodes piniphilus*, kterého doprovázel *Phaenops cyanea*. Ve III. sekci byl nalezen hojný počet požerků smoláka borového, stejně jako ve IV. sekci, kde byl nalezen i požerek *Tomicus piniperda* (Příloha 21).

V jednotlivých sekcích kmene stromu nebyl potvrzen výskyt hmyzích škůdců. Ti se nacházeli pouze na větvích spodní části koruny stromu. Nejčetnější byl zjištěn výskyt *Anthaxia quadripunctata* (krasec čtyřtečný), *Pogonocherus fasciculatus* (tesařík přeslenový) a *Orthotomicus longicollis* a nejmenší výskyt byl zaznamenán u lýkohuba *Polygraphus grandiclava* (Příloha 22).

Z výřezu odebraného 19. 8. 2020 na lokalitě Chlustina v polovině kmene a následně vloženého do eklektoru byly zaznamenány po jednom jedinci druhu *Pissodes piniphilus*, *Corticeus pini* a *Hylotrupes bajulus* (tesařík krovový). Výskyt hmyzích škůdců z výřezu odebraného v polovině koruny nebyl registrován (Příloha 23).

Pod kůrou jednotlivých sekcí odebraných 5. 10. 2020 byl nalezen nejvyšší počet smoláků rodu *Pissodes* sp., dále byl potvrzen četný výskyt jedinců z podčeledi Scolytinae (kůrovci) a nejmenší počet jedinců byl nalezen z čeledi Buprestidae (krascovití), (Příloha 24).

Z výřezu odebraného 5. 10. 2020 na lokalitě Chlustina v polovině kmene a následně vloženého do eklektoru byl zaznamenán nejvyšší počet jedinců u smoláků rodu *Pissodes* sp. a dále u kůrovců podčeledi Scolytinae. Z výřezu odebraného v polovině koruny byli registrováni čtyři jedinci *Corticeus pini* a pouze jeden jedinec *Ips typographus* (lýkožrout smrkový), (Příloha 25).

Na lokalitě Hořovice – Háj v období jara byla houba *Diplodia pinea* nejčastějším houbovým patogenem na větvích. Střední až silný výskyt patogenu ve spodní části koruny stromu byl registrován na větvích o průměru 0,4 – 0,6 cm. Ve střední části koruny stromu byl registrován silný až velmi silný výskyt patogenu na větvích o průměru 0,5 – 0,6 cm. V horní části byl zaznamenán střední výskyt houby *Diplodia pinea* na větvích o průměru 0,4 cm a velmi silný výskyt na větvích o průměru 1 cm. Dále na větvích byly nalezeny černě. Na jehlicích bylo registrováno posátí hmyzem ve všech třech částech koruny stromu. Šišky ze všech částí byly napadeny houbou *Diplodia pinea*. Výskyt patogenu *Armillaria* spp. nebyl na bazální části kmene registrován (Příloha 26).

Na lokalitě Hořovice – Háj v období léta byla nejčastějším houbovým patogenem houba *Diplodia pinea* na větvích a jehlicích. Jednalo se pouze o slabý až střední výskyt. Silný až velmi silný výskyt nebyl zaznamenán. Na jehlicích z horní části koruny byl registrován slabý výskyt patogenu černě. Šišky se na tomto vzorníku nenacházely. Na bazální části kmene byl potvrzen výskyt houby *Armillaria* spp. (Příloha 27).

Na lokalitě Hořovice – Háj v období léta byla nejčastějším houbovým patogenem na větvích pokáceného stromu houba *Cenangium ferruginosum* se silnou intenzitou výskytu ve střední a horní části koruny stromu. Dále na větvích o průměru 0,7 cm byla registrována houba *Diplodia pinea* se silnou intenzitou výskytu ve spodní a v horní části koruny. Velmi silný výskyt *Diplodia pinea* byl zaznamenán se spodní části koruny a to na větvích o průměru 1,2 cm. Dále na větvích i jehlicích byly zaznamenány černě. Šišky z horní části koruny byly napadeny houbou *Diplodia pinea*. Výskyt patogenu *Armillaria* spp. byl na bazální části kmene registrován (Příloha 28).

Na lokalitě Hořovice – Háj v období podzimu byl na větvích všech částí koruny registrován slabý až střední výskyt patogenu *Diplodia pinea* a černě. Na jehlicích spodní části koruny stromu byly nalezeny plodnice, ale spory nebyly prokázány. Na jehlicích všech částí byly registrovány černě (*Chaetomium* sp.) se slabou až střední intenzitou výskytu. Dále na jehlicích horní části koruny bylo zaznamenáno posátí hmyzem. Šišky z horní části byly napadeny houbou *Diplodia pinea*. Na bazální části kmene nebyl výskyt patogenu *Armillaria* spp. potvrzen (Příloha 29). Na druhé pokácené borovici lesní v období podzimu na této lokalitě již nebyla zjištěna přítomnost nových patogenů.

Pod kůrou jednotlivých sekcí odebraných 2. 4. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj nebyl zaznamenán výskyt požerků hmyzích škůdců (Příloha 30).

Nejmenší počet požerků byl zaznamenán v I. sekci a jednalo se o požerka lýkohuba *Tomicus piniperda*. Ve II. a III. sekci bylo registrováno čtenější napadení smolákem *Pissodes piniphilus*. IV. sekce byla obsazena také smolákem borovým. Na větvích spodní části koruny byly zaznamenány požerky krasce *Anthaxia quadripunctata* (Příloha 31).

Z výřezu odebraného 24. 8. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj v polovině kmene a následně vloženého do eklektoru byl zaznamenán výskyt jedné nymfy druhu *Aradus cinnamomeus*. Výskyt hmyzích škůdců z výřezu odebraného v polovině koruny nebyl registrován (Příloha 32).

Pod kůrou jednotlivých sekcí odebraných 16. 10. 2020 byl registrován nejvyšší počet jedinců lýkožrouta *Ips acuminatus*, dále byl zaznamenán výskyt

jedinců *Corticeus pini*, *Crypturgus cinereus* (skrytohlod matný), *Ips typographus* a larev z rodu *Corticeus* sp., z čeledi Cerambycidae (tesaříkovití) a Buprestidae (Příloha 33).

Z výřezu odebraného 16. 10. 2020 na lokalitě Hořovice - Háj v polovině kmene a následně vloženého do eklektoru byl zaznamenán nejvyšší počet jedinců u druhu *Corticeus pini* a dále u *Crypturgus cinereus*. Tyto dva druhy doprovázeli s menší četností výskytu jedinci *Ips acuminatus*, *Ips typographus* a larvy rodu *Corticeus* sp. Vysoký výskyt hmyzích škůdců z výřezu odebraného v polovině koruny byl registrován u druhů *Crypturgus cinereus* a *Corticeus pini* (Příloha 34).

Na lokalitě Sirá v období jara byla houba *Diplodia pinea* nejčastějším houbovým patogenem na větvích. Slabý až střední výskyt patogenu ve spodní části koruny byl registrován na větvích o průměru 0,7 – 1 cm. Ve střední části byl zaznamenán slabý až středně silný výskyt na větvích o průměru 0,5 – 0,7 cm. A v horní části koruny byl registrován silný až velmi silný výskyt na větvích o průměru 0,7 – 0,8 cm. Dále na větvích spodní a horní části byly zaznamenány černě. Na jehlicích ze střední části koruny byl zaznamenán střední výskyt patogenu *Diplodia pinea* a černě, na rezavých jehlicích byly registrovány jednotlivé nálezy *Lophodermium pinastri*. V horní části byla na jehlicích zaznamenána *Diplodia pinea* se slabou intenzitou výskytu. Na jehlicích všech částí koruny stromu bylo registrováno posátí hmyzem. Šišky ze všech částí koruny byly napadeny houbou *Diplodia pinea* se slabou až střední intenzitou výskytu. Na bazální části kmene nebyl výskyt patogenu *Armillaria* spp. registrován (Příloha 35).

Na lokalitě Sirá v období léta se na větvích nejčastěji objevovala houba *Diplodia pinea*. Střední až silný výskyt byl zaznamenán na větvích spodní části koruny o průměru 0,5 – 0,7 cm. Ve střední části koruny byl střední až silný výskyt registrován na větvích o průměru 0,5 – 0,7 cm. A v horní části koruny stromu byl zaznamenán střední až silný výskyt na větvích o průměru 0,4 – 0,9 cm. Dále na větvích všech částí koruny byly zaznamenány černě. Na jehlicích střední a spodní části koruny bylo registrováno posátí hmyzem. Šišky z horní části byly napadeny

houbou *Diplodia pinea* se slabou intenzitou výskytu. Výskyt patogenu *Armillaria* spp. nebyl na bazální části kmene potvrzen (Příloha 36).

Na lokalitě Sirá v období léta byla na větvích pokáceného stromu nejčastěji zaznamenána houba *Diplodia pinea*. Na větvích ze spodní části koruny byl registrován slabý výskyt na větvích o průměru 0,6 – 0,8 cm. Silný výskyt byl potvrzen na větvích o průměru 0,6 – 0,7 cm. Ve střední části koruny byly zaznamenány jednotlivé nálezy *Diplodia pinea* se slabou intenzitou výskytu. Slabý až střední výskyt byl registrován v horní části koruny na větvích o průměru 0,3 – 1,2 cm a silný výskyt na větvích o průměru 0,6 cm. Dále na větvích ze střední části koruny stromu byly potvrzeny jednotlivé nálezy houby *Cenangium ferruginosum* se slabou intenzitou výskytu. Na větvích všech částí byly registrovány černě. Na jehlicích ze spodní a horní části byly zaznamenány černě a houba *Diplodia pinea*. V horní části se jednalo o jednotlivé nálezy *Diplodia pinea* silné intenzity výskytu. Na jehlicích ze střední části koruny byly registrovány jednotlivé nálezy *Lophodermium pinastri* se silnou intenzitou výskytu a *Diplodia pinea* se střední intenzitou výskytu. Na šiškách všech částí byla registrována *Diplodia pinea*. Výskyt *Armillaria* spp. nebyl na bazální části kmene potvrzen (Příloha 37).

Na lokalitě Sirá v období podzimu byl registrován střední až silný výskyt patogenu *Diplodia pinea* a černě. Na jehlicích všech částí koruny stromu byly zaznamenány černě slabé až střední intenzity výskytu a posátí hmyzem. Šišky se na tomto pokáceném vzorníku nevyskytovaly. Výskyt houby *Armillaria* spp. nebyl na bazální části kmene potvrzen (Příloha 38). Na druhé borovici lesní pokácené na podzim na lokalitě Sirá již nebyla zjištěna přítomnost nových patogenů.

V jednotlivých sekcích odebraných 2. 4. 2020 na lokalitě Sirá nebyl registrován výskyt požerků hmyzích škůdců (Příloha 39).

Pod kůrou jednotlivých sekcí odebraných 15. 7. 2020 na lokalitě Sirá nebyly nalezeny požerky hmyzích škůdců (Příloha 40).

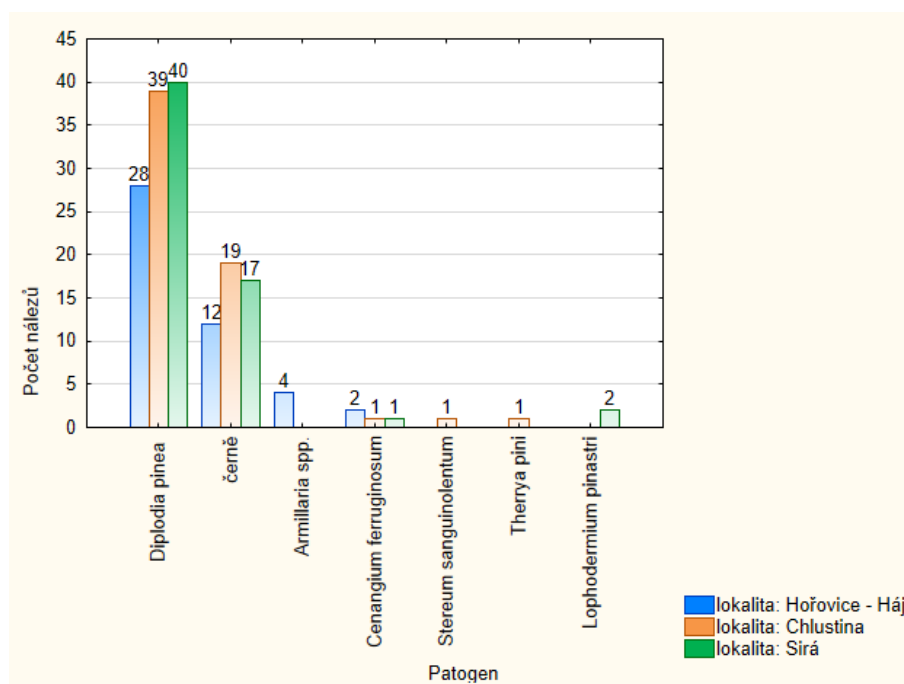
Z výřezu odebraného v polovině kmene 30. 8. 2020 na lokalitě Sirá byl zaznamenán nejvyšší počet larev z podčeledi Scolytinae. Dále byl potvrzen výskyt

krasce *Phaenops cyanea* a larev smoláků rodu *Pissodes* sp. Pouze jeden jedinec *Corticeus pini* byl registrován z výřezu odebraného v polovině koruny (Příloha 41).

Pod kůrou jednotlivých sekcí odebraných 16. 10. 2020 na lokalitě Sirá byl zaznamenán nejvyšší počet jedinců larev a dospělců smoláků rodu *Pissodes* sp. Smoláky doprovázely larvy z čeledi Cerambycidae, dále *Ips acuminatus* a *Corticeus pini* (Příloha 42).

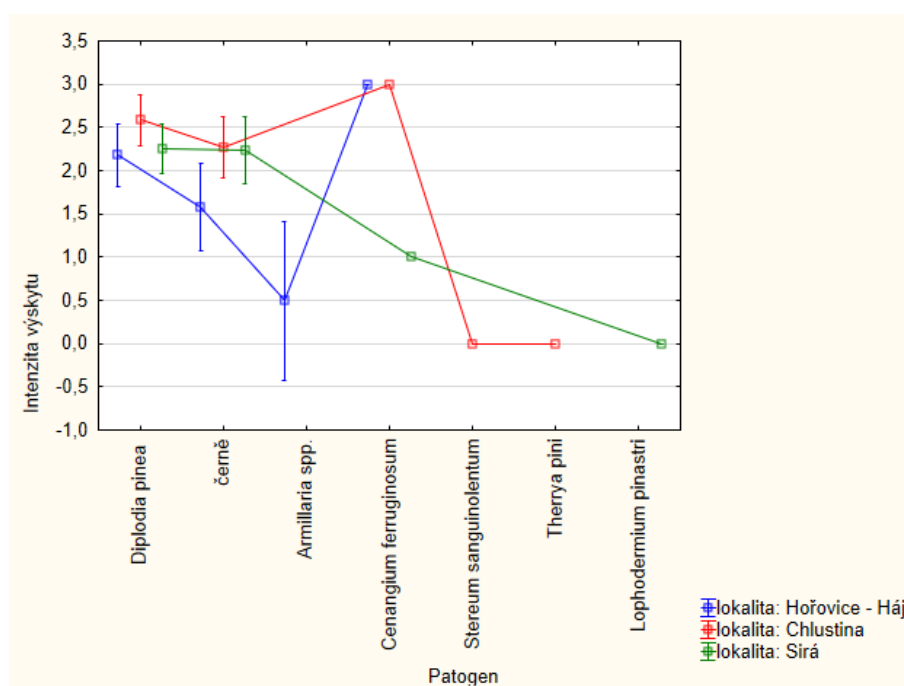
Z výřezu odebraného 16. 10. 2020 na lokalitě Sirá v polovině kmene nebyl potvrzen výskyt žádného hmyziho škůdce. Z výřezu odebraného v polovině koruny stromu byl zaznamenán pouze jeden jedinec *Aradus cinnamomeus* (Příloha 43).

Při porovnání počtu nálezů houbových patogenů na jednotlivých lokalitách byl nejčtenější výskyt patogenu *Diplodia pinea* na lokalitě Sirá, černě na lokalitě Chlustina, *Cenangium ferruginosum* na lokalitě Hořovice – Háj, *Armillaria* byla nalezena na vzornících jen na lokalitě Hořovice – Háj, patogen *Stereum sanguinolentum* a *Therrya pini* byl zaznamenán pouze na lokalitě Chlustina a sypavka *Lophodermium pinastri* jen na lokalitě Sirá (Graf 4).



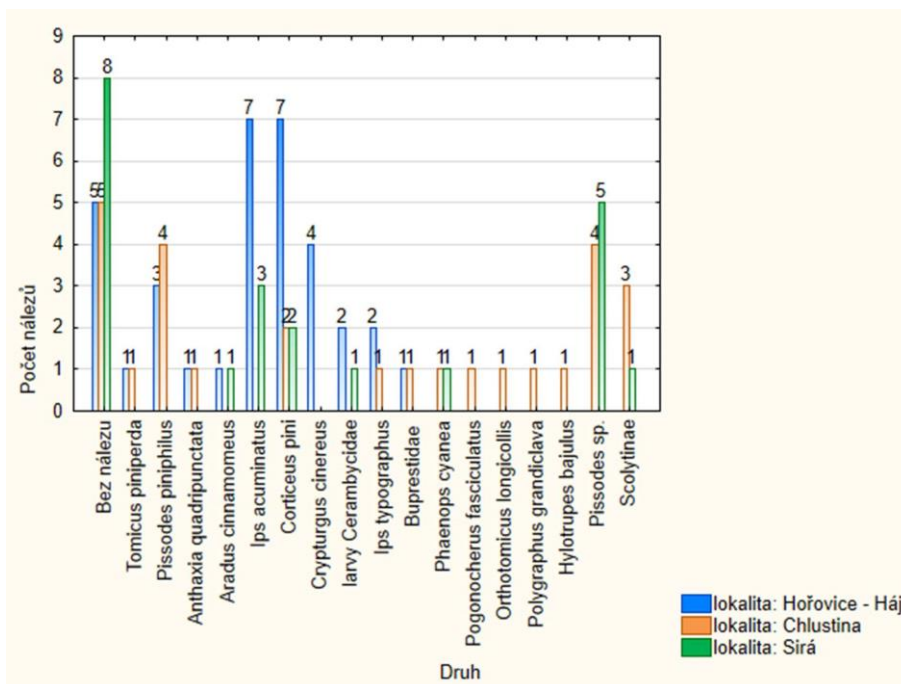
Graf 4: Počet nálezů houbových patogenů na jednotlivých lokalitách

Při pohledu na intenzitu výskytu patogenů (Graf 5) je zřejmé, že nejvýraznější bylo napadení patogeny *Diplodia pinea* a *Cenangium ferruginosum*, naopak intenzita výskytu *Therrya pini*, *Stereum sanguinolentum* a *Lophodermium pinastri* byla minimální. Největší intenzita výskytu patogenu *Diplodia pinea* byla na lokalitě Chlustina a nejvyšší intenzita působení ze všech patogenů byla zjištěna u *Cenangium ferruginosum*. U patogenů *Stereum sanguinolentum* a *Therrya pini* na lokalitě Chlustina a v případě patogenu *Lophodermium pinastri* na lokalitě Sirá, byl nalezen pouze sporadický výskyt, který nebylo možné kvantifikovat.



Graf 5: Intenzita výskytu houbových patogenů na jednotlivých lokalitách

Při porovnání počtu nálezů hmyzích škůdců na jednotlivých lokalitách byl nejčastěji zaznamenán *Ips acuminatus* a *Corticus pini* na lokalitě Hořovice – Háj, jedinci rodu *Pissodes* sp. na lokalitě Sirá, *Pissodes piniphilus* na lokalitě Chlustina, *Crypturgus cinereus* na lokalitě Hořovice – Háj, jedinci z podčeledi Scolytinae na lokalitě Chlustina. *Ips typographus* a larvy z čeledi Cerambycidae byly nejčastěji zaznamenány a lokalitě Hořovice – Háj. Ostatní registrovaní hmyzí škůdci byli nalezeni po jednom jedinci nejčastěji na lokalitě Chlustina (Graf 6).



Graf 6: Počet nálezů hmyzích škůdců na jednotlivých lokalitách

U houbových patogenů byl při testování korelace mezi kontrolovanou sekci a intenzitou výskytu (Tabulka 5) zjištěn signifikantní vztah na hladině významnosti $p < 0,05$. Je tedy možné potvrdit vyslovenou hypotézu, že intenzita výskytu houbového patogenu je závislá na určité části (Tabulka 6), a z toho je patrné, že se patogen vyskytuje na konkrétní sekci stromu. Například václavka napadá primárně spodní části kmene. Úzký vztah byl zjištěn i mezi teplotou a srážkami, což platí i u statistického vyhodnocení hmyzích škůdců (Tabulka 7).

Tabulka 5: Statistické vyhodnocení dat houbových patogenů

Variable	Spearman Rank Order Correlations (souhrnná tabulka hub2)				
	sekce	intenzita výskytu	teploty [°C]	srážky [mm]	nadm. výška (m n. m.)
sekce	1,000000	0,243358	0,012405	-0,008496	0,042628
intenzita výskytu	0,243358	1,000000	0,075590	0,111175	0,055841
teploty [°C]	0,012405	0,075590	1,000000	0,812023	-0,032184
srážky [mm]	-0,008496	0,111175	0,812023	1,000000	0,096565
nadm. výška (m n. m.)	0,042628	0,055841	-0,032184	0,096565	1,000000

Tabulka 6: Statistické vyhodnocení dat zjištěných houbových patogenů

Pair of Variables	Spearman Rank Order Correlations (souhrnná tabulka hub) MD pairwise deleted Marked correlations are significant at $p < ,05000$			
	Valid N	Spearman R	t(N-2)	p-value
sekce & intenzita výskytu	175	0,243358	3,300084	0,001174

V případě hmyzích škůdců nebyl při hledání korelace mezi velikostí požerku a počtem jedinců (Tabulka 7) zjištěn žádný signifikantní vztah a není tedy možné potvrdit závislost mezi velikostí požerku a celkovým počtem nalezených škůdců. Úzký vztah byl však zjištěn v případě velikosti požerku v určité sekci stromu. Důležitým zjištěním bylo i to, že na počet jedinců má výrazný vliv teplota. Žádný další vztah mezi testovanými proměnnými objeven nebyl.

Tabulka 7: Statistické vyhodnocení dat nalezených hmyzích škůdců

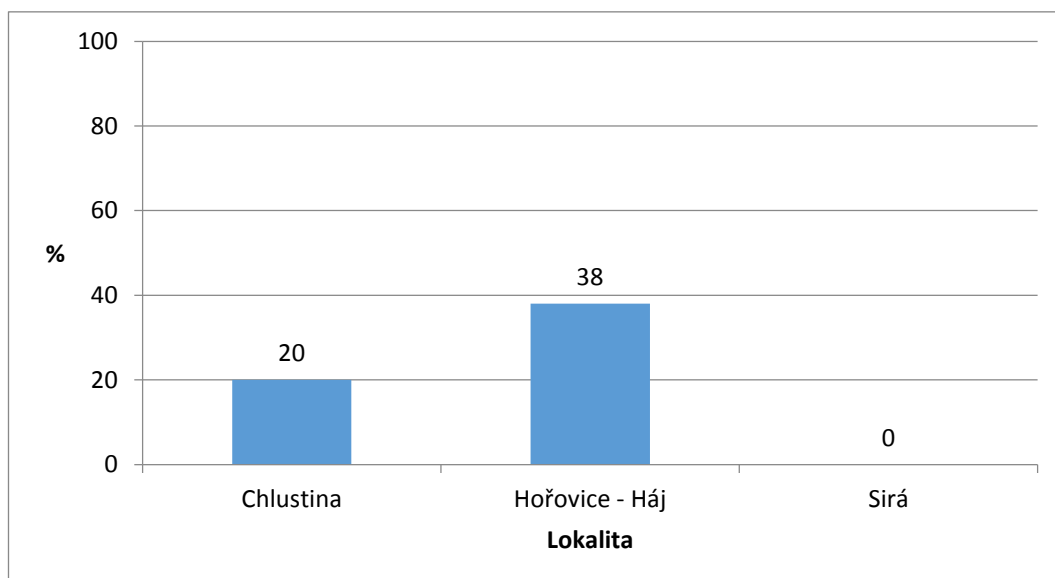
Variable	Spearman Rank Order Correlations (souhrnná tabulka hmyz) MD pairwise deleted Marked correlations are significant at $p < ,05000$					
	sekce	požerek / 1 dm ²	počet jedinců	teploty	srážky	nadm. výška (m n. m.)
sekce	1,000000	0,304183	-0,215114	-0,114507	-0,173931	-0,103111
požerek / 1 dm ²	0,304183	1,000000	-0,047554	-0,117337	0,095575	0,070427
počet jedinců	-0,215114	-0,047554	1,000000	-0,279166	0,137132	-0,064968
teploty	-0,114507	-0,117337	-0,279166	1,000000	0,493801	-0,070110
srážky	-0,173931	0,095575	0,137132	0,493801	1,000000	0,163635
nadm. výška (m n. m.)	-0,103111	0,070427	-0,064968	-0,070110	0,163635	1,000000

Výskyt jmelí bílého byl zaznamenán nejčastěji na lokalitě Chlustina, a to ve všech obdobích kromě podzimu. Na lokalitě Hořovice – Háj byl výskyt jmelí bílého potvrzen v období jara a podzimu. Naopak na lokalitě Sirá nebyl výskyt zaznamenán ani v jednom ročním období (Tabulka 8; Příloha 44).

Tabulka 8: Výskyt jmelí bílého na lokalitách v jednotlivých obdobích

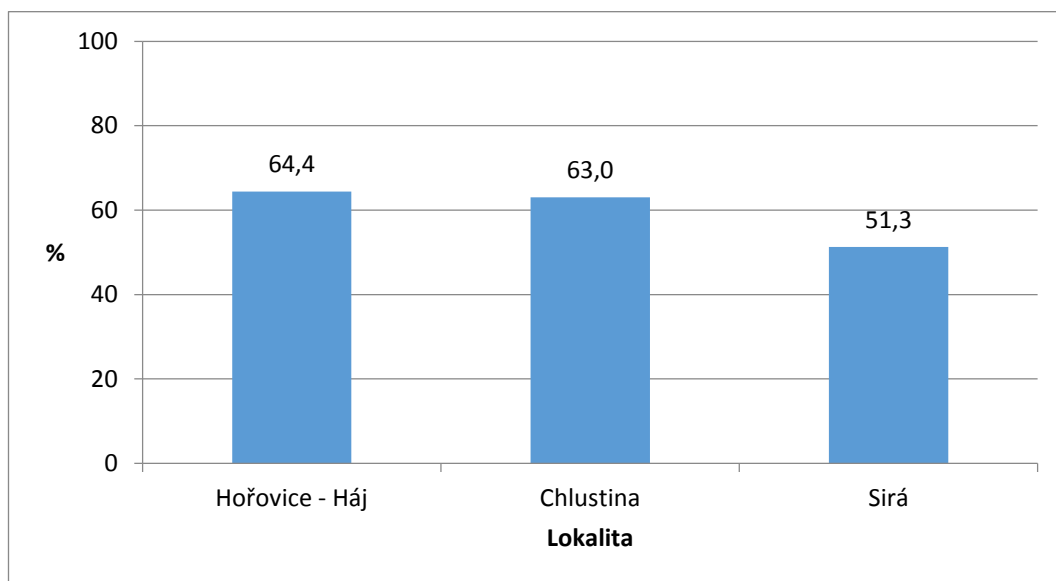
výskyt jmelí bílého			
období	lokalita		
	Hořovice - Háj	Chlustina	Sirá
jaro	ano	ano	ne
léto	ne	ano	ne
léto (eklektory)	ne	ano	ne
podzim	ano	ne	ne

Při hodnocení 50 jedinců borovice lesní na jednotlivých lokalitách byl zjištěn nejvyšší výskyt jmelí bílého na lokalitě Hořovice – Háj, na které výskyt činil 38 %. Na lokalitě Chlustina činil výskyt 20 %. Na lokalitě Sirá nebyl výskyt jmelí bílého zaznamenán (Graf 7).



Graf 7: Rozšíření jmelí bílého při hodnocení 50 jedinců borovice lesní na jednotlivých lokalitách

Při hodnocení 50 jedinců borovice lesní na jednotlivých lokalitách byla nejvyšší průměrná defoliace zjištěna na lokalitě Hořovice – Háj, na které defoliace činila 64,4 %. Druhá nejvyšší hodnota průměrné defoliace 63,0 % byla zaznamenána na lokalitě Chlustina. Nejnižší průměrná defoliace byla zjištěna na lokalitě Sirá, to je 51,3 % (Graf 8).



Graf 8: Průměrná defoliace borovice lesní na jednotlivých lokalitách

Při porovnání roků 2015 a 2020 byla průměrná teplota vzduchu v roce 2020 na lokalitách Chlustina a Hořovice – Háj o 0,42° C nižší (Příloha 6) a na lokalitě Sirá o 0,18° C nižší (Příloha 8). Zřetelnější rozdíl mezi lokalitami lze spatřit u průměrných hodnot úhrnů srážek. Na lokalitách Chlustina a Hořovice – Háj byl nejnižší průměrný úhrn srážek zaznamenán v roce 2015, a to s rozdílem 17,5 mm oproti roku 2020 (Příloha 5) a na lokalitě Sirá v roce 2018, s rozdílem 13,7 mm oproti roku 2020 (Příloha 7), ve kterém byl na všech lokalitách zjištěn nejvyšší průměrný úhrn srážek. Nejvyšší rozdíl v průměrném úhrnu srážek mezi lokalitami se zaznamenal v roce 2017, kdy na lokalitě Sirá byl rozdíl vyšší o 5,7 mm, než na ostatních dvou lokalitách. Při celkovém porovnání lokalit v letech 2015 až 2020 byla na lokalitě Sirá průměrná teplota vzduchu o 0,82° C nižší a průměrný úhrn srážek o 1,34 mm vyšší, než na ostatních dvou lokalitách.

5. Diskuze

Na všech lokalitách byla zaznamenána houba *Diplodia pinea*, která byla z celkového počtu nálezů nejčastějším houbovým patogenem na sledovaných lokalitách. Druhým nejčetnějším zaznamenaným patogenem byly černě, dále druhy *Armillaria* spp., *Cenangium ferruginosum*, *Lophodermium pinastri*, houby *Stereum sanguinolentum* a *Therrya pini* byly registrovány v nejmenším množství. V rámci vyhodnocení houbových patogenů byl prokázán statisticky významný vliv mezi patogenem a částmi stromu.

V naší práci nebyla v roce hodnocení prokázána statisticky významná závislost mezi zjištěnými biotickými škůdci a klimatickými vlivy, tak jak uvádí řada autorů (KNÍŽEK et al., 2017; FABRE et al., 2011; KNÍŽEK & LIŠKA, 2018; KNÍŽEK & LIŠKA, 2019). Většina zmíněných autorů, jež publikovali v minulých letech, poukazují na vztah mezi teplotami, srážkami a napadení škůdci. V publikaci KNÍŽEK et al. (2017) uvádí, že v roce 2016, v několika oblastech České republiky, došlo k výraznému nárůstu výskytu *Diplodia pinea* v usychajících porostech borovice lesní. Výzkum potvrdil, že houbové patogeny (zejména *Diplodia pinea*) patří mezi sekundární činitele, kteří mají vliv na usychání borových porostů. Primárním činitelem usychání porostů borovice lesní, která je hluboko kořenící dřevina, je zejména sucho. Také uvádí, že současný výskyt *Diplodia pinea* na našem území, má patrně bezprostřední souvislost s opětovným oslabením borovic a klimatickými změnami (KNÍŽEK et al., 2017). Souvislost mezi oteplováním klimatu a následným zvýšeným výskytem houby *Diplodia pinea* zaznamenali např. i FABRE et al. (2011) na borových porostech ve Francii. KNÍŽEK & LIŠKA (2018) uvádí, že v roce 2017 došlo ke snížení výskytu patogenu *Diplodia pinea* oproti roku 2016. Stejně tomu bylo i v roce 2018 (KNÍŽEK & LIŠKA, 2019). Avšak v roce 2019 byl evidován výrazný nárůst výskytu *Diplodia pinea* (KNÍŽEK & LIŠKA, 2020). BRODDE et al. (2019) uvádí, že první rozsáhlé ohnisko patogenu *Diplodia pinea* na borovici lesní bylo ve Švédsku nalezeno v roce 2016, přičemž bylo napadeno téměř 90 % borovic. V rámci šetření došli k závěru, že *Diplodia pinea* se může stát závažným houbovým patogenem v severní části Evropy. BLUMENSTEIN et al. (2018) uvádí, že

v Německu *Diplodia pinea* napadá nejvíce borovici lesní a borovici černou. KAYA et al. (2019), kteří zkoumali výskyt *Diplodia pinea* na průmyslových plantážích a semenných sadech borovic zjistili, že na všech zkoumaných druzích, včetně borovice lesní, byla zjištěna přítomnost tohoto patogenu. Zjištěné průměrné napadení korun stromů bylo 53,8 %.

V roce 2018 také došlo oproti předchozím rokům k nárůstu výskytu houby *Armillaria* spp., která měla na prosychání borových porostů v témž roce významný vliv (KNÍŽEK & LIŠKA, 2019). Houba *Armillaria* spp. byla v našem výzkumu na pokácených vzornících zaznamenána pouze na lokalitě Hořovice – Háj a při hodnocení 50 jedinců borovice lesní také u několika odumřelých borovic na lokalitě Chlustina. Na lokalitě Sirá se výskyt nepotvrdil. Z našich výsledků je zřejmé, že hlavní místo nálezů patogenu je ve spodních partiích kmene. Z výsledků též vyplynul vzájemný vztah mezi srážkami a teplotami. Tento vztah je možné vztáhnout i k výskytu václavky, jelikož se nacházela na lokalitách s vyšší průměrnou teplotou vzduchu a s nižším průměrným úhrnem srážek. STURROCK et al. (2011) uvádí, že častými hostiteli václavky jsou stromy oslabené biotickými a abiotickými činiteli. Avšak václavka může také způsobit odumření zdravých stromů. Odumírání mladého borového porostu v důsledku infekce václavkou rodu *Armillaria* ve Francii, uvedli ve své studii LEGRAND et al. (1996). KEČA & SOLHEIM (2011) potvrdili, že se v Norsku vyskytují čtyři druhy václavky rodu *Armillaria*. Jeden z druhů byl během jejich výzkumu zaznamenán na borovici lesní.

Jednotlivé lokality se od sebe liší i soubory lesních typů a edafickými kategoriemi. Lokalita Chlustina se nachází na SLT 2S, edafické kategorii S – živná, středně bohatá, lokalita Hořovice – Háj na SLT 2I, edafické kategorii I – kyselá, uléhavá a Sirá na SLT 4O, edafické kategorii O – oglejená, středně bohatá. Lze předpokládat, že edafické kategorie také ovlivňují výskyt jednotlivých patogenů a usychání borových porostů. OBERHUBER (2001) zjistil, že k usychání borovic nejčastěji docházelo na stanovištích s mělkou půdou, která měla nízkou schopnost zadržovat vodu.

V rámci výzkumu byla rovněž hodnocena defoliace. Nejvyšší průměrná defoliace byla zjištěna na lokalitě Hořovice – Háj. Druhá nejvyšší průměrná defoliace s rozdílem pouze 1,4 % byla zjištěna na lokalitě Chlustina. Naopak nejnižší průměrná defoliace byla registrována na lokalitě Sirá. VACEK et al. (2017) uvádějí, že úhrn srážek má na defoliaci korun stromů mnohem menší vliv, než teplota vzduchu. Výsledky našeho sledování potvrzují, že průměrná defoliace byla vyšší na lokalitách s vyššími průměrnými teplotami vzduchu v letech 2015 až 2020, než na lokalitě s nižšími průměrnými teplotami vzduchu. AUGUSTAITIS & BYTNEROWICZ (2008) ve své studii zjistili, že vysoké koncentrace ozonu a klimatické faktory mohou značně negativně ovlivňovat defoliaci korun borovice lesní. V Česku došlo k výraznému nárůstu defoliace, především u borovice a smrku, koncem osmdesátých let minulého století. V devadesátých letech se nárůst defoliace zpomalil. Avšak vysoký nárůst defoliace, která byla vyšší než 60 %, je registrován od roku 2015. V roce 2019 došlo k mírnému nárůstu defoliace, která byla pozorována také u borovice lesní (KNÍŽEK & LIŠKA, 2020).

Dalším škůdcem, který měl vliv na zdravotní stav borovic, bylo jmelí bílé. V rámci našeho hodnocení bylo jmelí bílé potvrzeno na lokalitách Chlustina a Hořovice – Háj. To může být dalším možným důvodem, proč byla na těchto lokalitách zaznamenána vyšší průměrná defoliace korun. Naopak na lokalitě Sirá přítomnost jmelí zaznamenána nebyla a defoliace zde byla oproti ostatním dvěma lokalitám výrazněji nižší. V práci DOBBERTIN & RIGLING (2006) uvádí, že výskyt jmelí bílého v korunách borovice lesní může mít velmi významný vliv na odumírání borovic. Borovice, na kterých byl zaznamenán střední až vysoký výskyt jmelí, mnohem častěji usychaly, než borovice, na kterých se výskyt jmelí neprokázal nebo byl nízký. Také se potvrdil vzájemný vztah mezi výskytem jmelí a defoliací koruny. Dále zjistili, že přítomnost jmelí má negativní vliv na defoliaci koruny, čímž může docházet ke snižování fotosyntetické schopnosti stromu a následkem toho je borovice méně odolná vůči následným stresovým faktorům, jako je právě sucho.

Z hmyzích škůdců byly nejčastěji zaznamenány druhy *Corticium pini*, *Ips acuminatus*, smoláci rodu *Pissodes* sp. a druh *Pissodes piniphilus*. Dále se jednalo o druh *Crypturgus cinereus*, jedince z podčeledi Scolytinae, larvy z čeledi

Cerambycidae, druh *Ips typographus*, jedince z čeledi Buprestidae a druhy *Phaenops cyanea* a *Anthaxia quadripunctata*, dále druhy *Tomicus piniperda*, *Aradus cinnamomeus*, *Pogonocherus fasciculatus*, *Orthotomicus longicollis*, *Polygraphus grandiclava* a *Hylotrupes bajulus*. Druhy *Corticeus pini*, *Ips acuminatus* a smoláci rodu *Pissodes* sp. byly zároveň i nejčastěji registrovanými druhy na jednotlivých sekcích.

Přemnožení podkorního hmyzu v porostech borovice lesní bylo v minulosti pokaždé spojeno zejména s vývojem počasí. Počet hmyzích škůdců vzrostl v závislosti na suchu (SIITONEN, 2014; KNÍŽEK et al., 2016). V borových porostech oslabených vlivem sucha, byl zaznamenán zvýšený výskyt podkorního hmyzu, především druhů *Phaenops cyanea* a *Ips acuminatus* (SKRZECZ & PERLIŇSKA, 2018). V našem výzkumu byl též potvrzen úzký vztah mezi počtem jedinců, teplotou vzduchu a srážkami. Z průměrných teplot vzduchu a průměrných úhrnů srážek na lokalitách vyplývá, že průměrná teplota vzduchu byla na lokalitě Sirá nižší a průměrný úhrn srážek vyšší, než na ostatních dvou lokalitách, tudíž lokalita Sirá se nacházela v oblasti s příznivějšími klimatickými podmínkami z hlediska teploty vzduchu a úhrnů srážek. To může být důvodem, proč byli hmyzí škůdci na lokalitě Sirá zaznamenáni v menší četnosti, než na ostatních dvou lokalitách, a zároveň zde bylo nejvíce sekcí bez nálezu hmyzích škůdců. Také KNÍŽEK et al. (2016) uvádí, že je velice pravděpodobné, že i současné usychání borových porostů, je zapříčiněno především vlivem sucha v několika předchozích letech. V roce 2015 se v Česku výrazně zvýšilo napadení borovic podkorním hmyzem a těžby borového dříví vzrostly oproti roku 2014 (4 069 m³) na více než dvojnásobek (9 300 m³). Na napadení borových porostů se v roce 2015 a 2016 podílel *Ips acuminatus* z 30 %, jako druhý nejčetněji zaznamenaný hmyzí škůdce. V největší míře se podíleli lýkohubi rodu *Tomicus* (KNÍŽEK et al., 2016). Jedná se o obdobnou situaci jako v národním parku Kazbegi v Gruzii, kde patřili lýkohubi rodu *Tomicus* k druhům, kteří se na poškození borovice lesní podílely nejvíce (GOKTURK & AKSU, 2011). V roce 2017 se již *Ips acuminatus* podílel na napadení borových porostů z více než 75 % (KNÍŽEK & LIŠKA, 2018). V roce 2019 měl *Ips acuminatus* na napadení borovic podíl přibližně 25 %, opět jako druhý nejčastěji zaznamenaný hmyzí škůdce. Nejvyšší podíl měli lýkohubi rodu *Tomicus* (KNÍŽEK

& LIŠKA, 2020). Z našich výsledků je patrné, že *Ips acuminatus* také patřil k nejčastěji nalezeným hmyzím škůdcům při celkovém vyhodnocení počtu nálezů. Od roku 2015 do roku 2019 vzrostly těžby borového dříví napadeného podkorním hmyzem z 9,3 tis. m³ na 80,1 tis. m³ (KNÍŽEK et al., 2016; KNÍŽEK & LIŠKA, 2020). Také na Slovensku zaznamenali nárůst těžby borového dříví napadeného hmyzi škůdci (LEONTOVYČ et al., 2019). V západní části Slovenska, při výzkumu hmyzích škůdců a jejich početnosti, bylo zjištěno, že všechny studované druhy (*Phaenops cyanea*, *Pissodes piniphilus*, *Ips sexdentatus*, *Tomicus minor*, *Ips acuminatus*) byly nalezeny ve střední části kmene stromu, avšak druhy *Ips sexdentatus*, *Pissodes piniphilus*, *Tomicus minor* a *Ips acuminatus* byly ve střední části kmene méně časté a preferovaly spíše dolní nebo horní část kmene. Počet zaznamenaných jedinců každého druhu byl výrazně diferencován mezi jednotlivými částmi kmene. Zároveň druhy, které byly zaznamenány ve spodní části kmene (*P. cyanea* a *I. sexdentatus*), se nevyskytovaly v horní části kmene (jako *P. piniphilus*, *T. minor* a *I. acuminatus*) a naopak (OLŠOVSKÝ et al., 2013). V našem výzkumu nebyl vztah mezi sekcí stromu a druhem hmyzu statisticky průkazný. Úzký vztah byl však zjištěn v případě velikosti požerku v určité sekci stromu. SIITONEN (2014) při zkoumání napadení borovice lesní *Ips acuminatus* na jihu Finska, došel k závěru, že *Ips acuminatus* byl nejvýznamnější příčinou usychání borovic. GRÉGOIRE & EVANS (2004) uvádí, že na území střední a jižní Evropy během několika posledních desetiletí výrazně vzrostl počet uschlých stromů v důsledku napadení *Ips acuminatus*. Právem byl tedy tento škůdce zařazen mezi deset nejhlavnějších hmyzích škůdců v Evropě (GRÉGOIRE & EVANS, 2004).

Sucho a zvýšení teploty vzduchu přispívá k vývoji podkorního hmyzu (NETHERER & SCHOPF, 2010). Oslabené borové porosty vlivem přísušků a sucha jsou vhodné pro začátek gradace podkorního hmyzu, ale i pro vývoj kořenových hnilob, např. václavky (LUBOJACKÝ et al., 2016).

6. Závěr

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit zdravotní stav vybraných porostů borovice lesní oslabených působením nepříznivých klimatických podmínek (zejména dlouhodobým suchem) s důrazem na výskyt houbových patogenů a hmyzích škůdců, kteří se na prosychání borovic podílí. Na základě získaných dat byl zhodnocen vliv biotických a abiotických faktorů na odumírání borovic. Nejčastějším zjištěným patogenem byla *Diplodia pinea*, z hmyzích škůdců *Corticeus pini*, *Ips acuminatus* a smoláci *Pissodes* sp. Z výsledků je zřejmé, že přítomnost a intenzita výskytu vybraných houbových patogenů se odvíjí podle určité části stromu. Například václavka napadá primárně spodní části kmene stromu. U hmyzích škůdců nebyla zjištěna korelace mezi velikostí poškození a počtem jedinců. Byl zjištěn statisticky významný vztah mezi velikostí poškození a určitou sekí stromu. Podstatným zjištěním bylo i to, že na počet jedinců má výrazný vliv teplota. Například u druhu *Ips acuminatus* byl zaznamenán vyšší počet nálezů na lokalitě s vyššími teplotami vzduchu, oproti lokalitě s nižšími teplotami vzduchu. Silná průměrná defoliace porostu nad 60 % byla zaznamenána na dvou lokalitách, na nichž zároveň byla registrována i přítomnost jmelí bílého.

Vzhledem k stále se měnícím klimatickým podmínkám a extremitám v průběhu počasí bude potřeba ve sledování zdravotního stavu borovic nadále pokračovat a v případě jeho zhoršení přistoupit k vhodným obranným opatřením. Výsledky diplomové práce mohou přispět k lepšímu pochopení vlivu biotických a abiotických faktorů na odumírání porostů borovice lesní ve vztahu k průběhu počasí.

7. Seznam literatury a použitých zdrojů

ANNILA, E.; LÅNGSTRÖM, B.; VARAMA, M.; HIUKKA, R.; NIEMELÄ P. Susceptibility of defoliated Scots pine to spontaneous and induced attack by *Tomicus piniperda* and *Tomicus minor*. *Silva Fennica*, 1999, r. 33, č. 2, s. 93 – 106.

AUGUSTAITIS, A.; BYTNEROWICZ, A. Contribution of ambient ozone to Scots pine defoliation and reduced growth in the Central European forests: A Lithuanian case study. *Environmental Pollution*, 2008, r. 155, č. 3, s. 436 – 445.

BADECK, F. – W.; BONDEAU, A.; BÖTTCHER, K.; DOKTOR, D.; LUCHT, W.; SCHABER, J.; SITCH, S. Responses of spring phenology to climate change. *New Phytologist*, 2004, r. 162, č. 2, s. 295 – 309.

BARNES, I.; VAN DER NEST, A.; MULLETT, M. S.; CROUS, P. W.; DRENKHAN, R.; MUSOLIN, D. L.; WINGFIELD, M. J. Neotypification of *Dothistroma septosporum* and epitypification of *D. pini*, causal agents of Dothistroma needle blight of pine. *Forest Pathology*, 2016, r. 46, č. 5, s. 388 – 407.

BARNES, I.; WINGFIELD, M. J.; CARBONE, I.; KIRISITS, T.; WINGFIELD, D. Population structure and diversity of an invasive pine needle pathogen reflects anthropogenic activity. *Ecology and Evolution*, 2014, r. 4, č. 18, s. 3642 – 3661.

BENTELE, M.; MORGENSTERN, K.; KRABEL, D. *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley & Millar seed-borne on *Pinus sylvestris*. *Journal of Forest and Landscape Research*, 2014, r. 1, s. 1 – 8.

BÍLEK, L.; ZEIDLER, A.; PULKRAB, K.; ULBRICHOVÁ, I.; VACEK, S.; BORŮVKA, V.; VÍTÁMVÁS, J.; REMEŠ, J.; VACEK, Z.; SLOUP, R. *Pěstební a ekonomické aspekty clonné obnovy borovice lesní, Lesnický průvodce*. 1. vydání. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2018. 56 s. ISBN 978-80-7417-169-7.

BLUMENSTEIN, K.; BUBKAMO, J.; LANGER, G. J.; TERHONEN, E. Diplodia tip blight in Germany: ecological and molecular characteristics of the tree pathosystem. *Northwest German Forest Research Station*, 2018, s. 1.

- BOBERG, J. B.; IHRMARK, K.; LINDAHL, B. D. Decomposing capacity of fungi commonly detected in *Pinus sylvestris* needle litter. *Fungal Ecology*, 2011, r. 4, č. 1, s. 110 – 114.
- BRAASCH, H. *Bursaphelenchus* species in conifers in Europe: distribution and morphological relationships. *EPPO Bulletin*, 2001, r. 31, č. 2, s. 127 – 142.
- BRADSHAW, R. E. Dothistroma (red-band) needle blight of pines and the dothistromin toxin: a review. *Forest Pathology*, 2004, r. 34, č. 3, s. 163 – 185.
- BRODDE, L.; ADAMSON, K.; CAMARERO, J. J.; CASTAÑO, C.; DRENKHAN, R.; LEHTIJÄRVI, A.; LUCHI, N.; MIGLIORINI, D.; SÁNCHEZ – MIRANDA, Á.; STENLID, J.; ÖZDAĞ, Ş.; OLIVA, J. Diplodia Tip Blight on Its Way to the North: Drivers of Disease Emergence in Northern Europe. *Frontiers in Plant Science*, 2019, r. 9, s. 1 – 12.
- BROOKHOUSER, L. W.; PETERSON, G. W. Infection of Austrian, Scots, and Ponderosa Pines by *Diplodia pinea*. *Phytopathology*, 1971, r. 61, s. 409 – 414.
- BURGESS, T. I.; WINGFIELD, M. J.; WINGFIELD, B. D. Global distribution of *Diplodia pinea* genotypes revealed using simple sequence repeat (SSR) markers. *Australasian Plant Pathology*, 2004, r. 33, č. 4, s. 513 – 519.
- BUTIN, H. Morphologische und taxonomische Untersuchungen an *Naemacyclus niveus* (Pers. ex Fr.) Fuck. ex Sacc. und verwandten Arten. *European Journal of Forest Pathology*, 1973, r. 3, č. 3, s. 146 – 163.
- CRUICKSHANK, M. G. Yield reduction in spruce infected with *Armillaria solidipes* in the southern interior of British Columbia. *Forest Pathology*, 2011, r. 41, č. 5, s. 425 – 428.
- CRUICKSHANK, M. G.; MORRISON, D. J.; LALUMIÈRE, A. Site, plot, and individual tree yield reduction of interior Douglas-fir associated with non-lethal infection by *Armillaria* root disease in southern British Columbia. *Forest Ecology and Management*, 2011, r. 261, č. 2, s. 297 – 307.
- ČERMÁK, P.; PALOVČÍKOVÁ, D.; BERÁNEK, J. *Atlas poškození dřevin* [online]. Brno: 2020a [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: http://atlasposkozeni.mendelu.cz/atlas/402-rez_borova.html

ČERMÁK, P.; PALOVČÍKOVÁ, D.; BERÁNEK, J. *Atlas poškození dřevin* [online].
Brno: 2020b [cit. 2020-12-28]. Dostupné z:
http://atlasposkozeni.mendelu.cz/atlas/419-kotrc_kaderavy.html

ČERMÁK, P.; PALOVČÍKOVÁ, D.; BERÁNEK, J. *Atlas poškození dřevin* [online].
Brno: 2020c [cit. 2020-12-29]. Dostupné z:
http://atlasposkozeni.mendelu.cz/atlas/464-lykozrout_borovy.html

ČERMÁK, P.; PALOVČÍKOVÁ, D.; BERÁNEK, J. *Atlas poškození dřevin* [online].
Brno: 2020d [cit. 2020-12-29]. Dostupné z:
http://atlasposkozeni.mendelu.cz/atlas/493-bourovec_borovy.html

ČERMÁK, P.; PALOVČÍKOVÁ, D.; BERÁNEK, J. *Atlas poškození dřevin* [online].
Brno: 2020e [cit. 2020-12-29]. Dostupné z:
http://atlasposkozeni.mendelu.cz/atlas/494-hrebenule_borova.html

ČERMÁK, P.; PALOVČÍKOVÁ, D.; BERÁNEK, J. *Atlas poškození dřevin* [online].
Brno: 2020f [cit. 2020-12-29]. Dostupné z:
http://atlasposkozeni.mendelu.cz/atlas/377-bekyne_mniska.html

DESPREZ-LOUSTAU, M. - L.; MARÇAIS, B.; NAGELEISEN, L. – M.; PIOU, D.;
VANNINI, A. Interactive effects of drought and pathogens in forest trees. *Annals of
Forest Science*, 2006, r. 63, č. 6, s. 597 – 612.

DESPREZ-LOUSTAU, M. – L.; ROBIN, C.; REYNAUD, G.; DÉQUÉ, M.; BADEAU, V.;
PIOU, D.; HUSSON, C.; MARÇAIS, B. Simulating the effects of a climate-change
scenario on the geographical range and activity of forest-pathogenic fungi.
Canadian Journal of Plant Pathology, 2007, r. 29, č. 2, s. 101 – 120.

DOBBERTIN, M.; RIGLING, A. Pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*)
contributes to Scots pine (*Pinus sylvestris*) mortality in the Rhone valley of
Switzerland. *Forest Pathology*, 2006, r. 36, č. 5, s. 309 – 322.

FABRE, B.; PIOU, D.; DESPREZ-LOUSTAU, M. – L.; MARÇAIS, B. Can the emergence
of pine *Diplodia* shoot blight in France be explained by changes in pathogen
pressure linked to climate change? *Global Change Biology*, 2011, r. 17, č. 10,
s. 3218 – 3227.

GARRETT, K. A.; DENDY, S. P.; FRANK, E. E.; ROUSE, M. N. TRAVERS, S. E. Climate Change Effects on Plant Disease: Genomes to Ecosystems. *Annual Review of Phytopathology*, 2006, r. 44, s. 489 – 509.

GEORGIEVA, M. Spread of the invasive pathogen *Lecanosticta acicola* on species of *Pinus* in Bulgaria. *Silva Balcanica*, 2020, r. 21, č. 1, s. 83 – 89.

GIORGI, F.; MEARN, L. O. Introduction to special section: Regional climate modeling revisited. *Journal of geophysical research*, 1999, r. 104, č. D6, s. 6335 – 6352.

GOERTZ, D.; PERNEK, M.; HAENDEL, U.; KOHLMAYR, B.; WEGENSTEINER, R. Infection, course of disease and effects of *Cunningia tomici* in *Tomicus piniperda* and *Tomicus minor* (Coleoptera: Curculionidae). *Periodicum biologorum*, 2017, r. 119, č. 4, s. 285 – 293.

GOKTURK, T.; AKSU, Y. Use of pheromone traps against *Tomicus piniperda* and *Tomicus minor* in the Kazbegi National Park, Georgian Republic. *African Journal of Agricultural Research*, 2011, r. 6, č. 10, s. 2430 – 2435.

GRÉGOIRE, J. – C.; EVANS, H. F. Damage and Control of Bark-boring Organisms - an Overview (eds.: Lieutire, F.; Day, K. R.; Battisti, A.; Gregoire, J. – C.; Evans, H. F.). *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis*. Springer, Dordrecht, 2004, s. 19 – 38.

GRODZKI, W. Changes in the occurrence of bark beetles on Norway spruce in a forest decline area in the Sudety Mountains in Poland. In Grégoire, J. C.; Liebhold, A. M.; Stephen, F. M.; Day, K. R.; Salom, S. M. (eds.). Integrating cultural tactics into the management of bark beetle and reforestation pest. Italy, 1996. 236 s. – USDA Forest Service General Technical Report NE. 1997. s. 105 – 111.

HANSO, M.; DRENKHAN, R. Lophodermium needle cast, insect defoliation and growth responses of young Scots pines in Estonia. *Forest Pathology*, 2012, r. 42, č. 2, s. 124 – 135.

HARTMANN, G.; NIENHAUS, F.; BUTIN, H. *Atlas poškození lesních dřevin*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Brázda, s. r. o., 2001. 296 s. ISBN 80-209-0297-X.

HELANDER, M. L. Responses of pine needle endophytes to air pollution. *New Phytologist*, 1995, r. 131, č. 2, s. 223 – 229.

HOLUŠA, J. Hřebenule ryšavá *Neodiprion sertifer* (Geoff.). *Lesnická práce*, příloha, 2002, r. 81, č. 8, s. 1 – 4.

HOLUŠA, J.; KNÍŽEK, M. Smoláci rodu *Pissodes* Germar. *Lesnická práce*, příloha, 2005, r. 84, č. 10, s. 1 – 4.

CHAKRABORTY, S.; NEWTON, A. C. Climate change, plant diseases and food security: an overview. *Plant Pathology*, 2011, r. 60, č. 1, s. 2 – 14.

JANKOVSKÝ, L.; BEDNÁŘOVÁ, M.; PALOVČÍKOVÁ, D. Dothistroma needle blight *Mycosphaerella pini* E. Rostrup, a new quarantine pathogen of pines in the ČR. *Journal of Forest Science*, 2004, r. 50, č. 7, s. 319 – 326.

KAPITOLA, P.; RŮŽIČKA, T.; KROUTIL, P. *Karanténní škodlivé organismy na lesních dřevinách*. 1. vydání. Praha: Státní rostlinolékařská správa, 2011. 63 s.

KAYA, A. G. A.; YELTEKIN, Ş.; LEHTIJÄRVI, T. D.; LEHTIJÄRVI, A.; WOODWARD, S. Severity of Diplodia shoot blight (caused by *Diplodia sapinea*) was greatest on *Pinus sylvestris* and *Pines nigra* in a plantation containing five pine species. *Phytopathologia Mediterranea*, 2019, r. 58, č. 2, s. 249 – 259.

KEČA, N.; SOLHEIM, H. Ecology and distribution of *Armillaria* species in Norway. *Forest Pathology*, 2011, r. 41, č. 2, s. 120 – 132.

KEEN, A.; SMITS, T. F. C. Application of a mathematical function for a temperature optimum curve to establish differences in growth between isolates of a fungus. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 1989, r. 95, č. 1, s. 37 – 49.

KIM, M. – J.; KIM, K. – H. Cenangium Dieback Associated with *Cenangium ferruginosum*. *Asian Journal of Turfgrass Science*, 2009, r. 23, č. 2, s. 361 – 368.

KNÍŽEK, M. (ed.). *Zpravodaj ochrany lesa – Škodliví činitelé v lesích Česka 2016/2017*. 1. vydání. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2017. 61 s. ISBN 978-80-7417-136-9.

KNÍŽEK, M.; LIŠKA, J. (eds.). *Zpravodaj ochrany lesa, Supplementum 2018 – Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2017 a jejich očekávaný stav v roce*

2018. 1. vydání. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2018. 72 s. ISBN 978-80-7417-161-1.

KNÍŽEK, M.; LIŠKA, J. (eds.). *Zpravodaj ochrany lesa, Supplementum 2019 – Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2018 a jejich očekávaný stav v roce 2019*. 1. vydání. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2019. 74 s. ISBN 978-80-7417-189-5.

KNÍŽEK, M.; LIŠKA, J. (eds.). *Zpravodaj ochrany lesa, Supplementum 2020 – Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2019 a jejich očekávaný stav v roce 2020*. 1. vydání. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2020. 76 s. ISBN 978-80-7417-198-7.

KNÍŽEK, M.; LIŠKA, J.; MODLINGER, R. (eds.). *Zpravodaj ochrany lesa Supplementum 2016 – Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2015 a jejich očekávaný stav v roce 2016*. 1. vydání. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2016. 66 s. ISBN 978-80-7417-111-6.

KNÍŽEK, M.; LIŠKA, J.; MODLINGER, R. (eds.). *Zpravodaj ochrany lesa, Supplementum 2017 – Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2016 a jejich očekávaný stav v roce 2017*. 1. vydání. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2017. 68 s. ISBN 978-80-7417-142-0.

KOWALSKI, T. Fungi infecting *Pinus sylvestris* needles of various ages. *European Journal of Forest Pathology*, 1982, r. 12, č. 3, s. 182 – 190.

KOWALSKI, T. Fungi in Living Symptomless Needles of *Pinus sylvestris* with Respect to Some Observed Disease Processes. *Journal of Phytopathology*, 1993, r. 139, č. 2, s. 129 – 145.

LÅNGSTRÖM, B. Windthrown Scots pines as brood material for *Tomicus piniperda* and *T. minor*. *Silva Fennica*, 1984, r. 18, č. 2, s. 187 – 198.

LARSSON, R.; MENKIS, A.; OLSON, Å. *Diplodia sapinea* in Swedish forest nurseries. *Plant Protection Science*, 2021, r. 57, č. 1, 66 – 69.

LEE, S. K.; LEE, S. K.; BAE, H.; SEO, S. T.; LEE, J. K. Effects of Water Stress on the Endophytic Fungal Communities of *Pinus koraiensis* Needles Infected by *Cenangium ferruginosum*. *Mycobiology*, 2014, r. 42, č. 4, s. 331 – 338.

LEGRAND, P.; GHAHARI, S.; GUILLAUMIN J. – J. Occurrence of genets of *Armillaria* spp. in four mountain forests in Central France: the colonization strategy of *Armillaria ostoyae*. *New Phytologist*, 1996, r. 133, č. 2, s. 321 – 332.

LEONTOVYČ, R.; ZÚBRIK, M.; KUNCA, A.; VAKULA, J. Zmeny klimatických podmienok a nárast výskytu biotických činiteľov v borovicových porastoch. *APOL*, 2019, roč. 1, č. 1, s. 100 – 105.

LEONTOVYČ, R.; ZÚBRIK, M.; KUNCA, A.; VAKULA, J.; PAJTÍK, J.; LONGAUEROVÁ, V. Vplyv biotických činiteľov na odumieranie borovicových porastov, návrh opatrení. In *Aktuálne problémy v ochrane lesa 2018. Zborník referátov z 27. ročníka medzinárodnej konferencie, ktorá sa konala 1. a 2. februára 2018 v Novom Smokovci*. KUNCA, A. (ed.). Zvolen: Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, 2018. s. 85–90.

LINDNER, M.; MAROSCHEK, M.; NETHERER, S.; KREMER, A.; BARBATI, A.; GARCIA-GONZALO, J.; SEIDL, R.; DELZON, S.; CORONA, P.; KOLSTRÖM, M.; LEXER, M. J.; MARCHETTI, M. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 2010, r. 259, č. 4, s. 698 – 709.

LIŠKA, J. Obaleč prýtový *Rhyacionia buoliana* D. & Sch. *Lesnícká práca*, príloha, 2004, r. 83, č. 9, s. 1- 4.

LIŠKA, J.; KNÍŽEK, M.; LUBOJACKÝ, J.; MODLINGER, R. Živočišní škůdci v lesích Česka v roce 2015. In *Zpravodaj ochrany lesa - Škodliví činitelé v lesích Česka 2015/2016 – Vliv sucha na stav lesních porostů. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí*. KNÍŽEK, M. (ed.). Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2016. s. 13 – 19.

LIŠKA, J.; MODLINGER, R. Tmavoskvrnáč borový *Bupalus piniarius* (L.). *Lesnícká práca*, príloha, 2008, r. 87, č. 3, s. 1 – 4.

LÖHMUS, A. Habitat indicators for cavity-nesters: The polypore *Phellinus pini* in pine forests. *Ecological Indicators*, 2016, r. 66, s. 275 – 280.

LUBOJACKÝ, J. Škody působené větrem. *Lesnícká práca*, příloha, 2013, r. 92, č. 12, s. 1 – 4.

LUBOJACKÝ, J.; LIŠKA, J.; KNÍŽEK, M. Vliv sucha na aktivizaci biotických škodlivých činitelů. In *Zpravodaj ochrany lesa - Škodliví činitelé v lesích Česka 2015/2016 – Vliv sucha na stav lesních porostů. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí*. KNÍŽEK, M. (ed.). Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2016. s. 60 - 63.

LÜTTGE, U.; HERTEL, B. Diurnal and annual rhythms in trees. *Trees: Structure and Function*, 2009, r. 23, č. 683, s. 683 – 700.

MALCOLM, J. R.; MARKHAM, A.; NEILSON, R. P. Can species keep up with climate change? *Conservation Biology*, 2001, č. 2, s. 24 – 25.

MANTER, D. K.; BOND, B. J.; KAVANAGH, K. L.; STONE, J. K.; FILIP, G. M. Modelling the impacts of the foliar pathogen, *Phaeocryptopus gaeumannii*, on Douglas-fir physiology: net canopy carbon assimilation, needle abscission and growth. *Ecological Modelling*, 2003, r. 164, č. 2 – 3, s. 211 – 226.

MATÍAS, L.; JUMP, A. S. Interactions between growth, demography and biotic interactions in determining species range limits in a warming world: The case of *Pinus sylvestris*. *Forest Ecology and Management*, 2012, r. 282, s. 10 – 22.

MENZEL, A.; SPARKS, T. H.; ESTRELLA, N.; KOCH, E.; AASA, A.; AHAS, R.; ALM-KÜBLER, K.; BISSOLLI, P.; BRASLAVSKÁ, O.; BRIEDE, A.; CHMIELEWSKI, F. M.; CREPINSEK, Z.; CURNEL, Y.; DAHL, Å.; DEFILA, C.; DONNELLY, A.; FILELLA, Y.; JATCZAK, K.; MÅGE, F.; MESTRE, A.; NORDLI, Ø.; PEÑUELAS, J.; PIRINEN, P.; REMIŠOVÁ, V.; SCHEIFINGER, H.; STRIZ, M.; SUSNIK, A.; VAN VLIET, A. J. H.; WIELGOLASKI, F. - E.; ZACH, S.; ZUST, A. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology*, 2006, r. 12, č. 10, s. 1969 – 1976.

MIKESKA, M.; VACEK, S.; PRAUSOVÁ, R.; SIMON, J.; MINX, T.; PODRÁZSKÝ, V.; MALÍK, V.; KOBLIHA, J.; ANDĚL, P.; MATĚJKA, K. *Typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2008. 447 s. ISBN 978-80-87154-20-5.

MINTER, D. W. IMI descriptions of fungi and bacteria. *Mycopathologia*, 1996, r. 136, č. 1298, s. 175 – 177.

- NÁROVEC, V. Dicyklický růst výhonů u borovice a nápravná pěstební opatření v nejmladších kulturách. *Lesnická práce*, 2000, r. 80, č. 3, s. 32.
- NETHERER, S.; SCHOPF, A. Potential effects of climate change on insect herbivores in European forests – General aspects and the pine processionary moth as specific example. *Forest Ecology and Management*, 2010, r. 259, č. 4, s. 831 – 838.
- NOVÁK, J.; DUŠEK, D.; KACÁLEK, D.; SLODIČÁK, M.; SOUČEK, J. *Pěstební postupy pro borové porosty 1. a 2. lesního vegetačního stupně, Lesnický průvodce*. 1. vydání. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2017. 28 s. ISBN 978-80-7417-150-5.
- NOVÁK, V.; HROZINKA, F.; STARÝ, B. Atlas hmyzích škůdců lesních dřevin. 1. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1974. 128 s.
- OBERHUBER, W. The role of climate in the mortality of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) exposed to soil dryness. *Dendrochronologia*, 2001, r. 19, s. 45 – 55.
- OLŠOVSKÝ, T.; ZACH, P.; KULFAN, J.; JURÍKOVÁ – MATULOVÁ, Z. Spatial occurrence and abundance of five phloeophagous beetle species (Coleoptera) in Scots pine trees (*Pinus sylvestris*) growing on sandy soils. *Folia oecologica*, 2013, r. 40, č. 1, s. 84 – 90.
- OSONO, T.; HIROSE, D. Colonization and lignin decomposition of pine needle litter by *Lophodermium pinastri*. *Forest Pathology*, 2011, r. 41, č. 2, s. 156 – 162.
- PAOLETTI, E.; DANTI, R.; STRATI, S. Pre- and post-inoculation water stress affects *Sphaeropsis sapinea* canker length in *Pinus halepensis* seedlings. *Forest Pathology*, 2001, r. 31, č. 4, s. 209 – 218.
- PEŠKOVÁ, V.; ČÍŽKOVÁ, D. *Lesnická fytopatologie*. 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, 2015. 109 s. ISBN 978-80-213-2603-3.
- PEŠKOVÁ, V.; HOLUŠA, J. Vliv měnicího se klimatu na podkorní hmyz. In *Klimatická změna a její dopad do oblasti pěstování a ochrany lesa – sborník z odborného semináře*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, 2017. s. 9 – 10.

- PEŠKOVÁ, V.; SOUKUP, F. *Cenangium ferruginosum* Fr. kornice borová. *Lesnická práce*, příloha, 2011, r. 90, č. 12, s. 1 – 4.
- PEŠKOVÁ, V.; SOUKUP, F. *Mycosphaerella pini* Rostrup ap. Munk červená sypavka borovic. *Lesnická práce*, příloha, 2001, r. 80, č. 12, s. 1 – 4.
- PEŠKOVÁ, V.; SOUKUP, F.; KNÍŽEK, M. Biotičtí škodliví činitelé na borovici a sucho. *Lesnická práce*, příloha, 2016a, r. 95, č. 4, s. 1 – 8.
- PEŠKOVÁ, V.; SOUKUP, F.; MODLINGER, R.; RUČKOVÁ, J. Prosychání borovice lesní ve vegetační sezóně 2015/2016. *Lesnická práce*, 2016b, r. 95, č. 8, s. 46 – 47.
- PETERSON, G. W. Infection, epidemiology, and control of Diplodia blight of Austrian ponderosa and Scots pines. *Phytopathology*, 1977, r. 67, č. 4, s. 511 – 514.
- PFEFFER, A. *Kůrovcovití Scolytidae a jádrohlodovití Platypodidae*. 1. vydání. Praha: Academia, 1989. 140 s. ISBN 80-200-0089-5.
- PHILLIPS, A. J. L.; ALVES, A.; ABDOLLAHZADEH, J.; SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M. J.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. The *Botryosphaeriaceae*: genera and species known from culture. *Studies in Mycology*, 2013, r. 76, s. 51 – 167.
- PIELKE SR, R. A.; SCHELLNHUBER, H. J.; SAHAGIAN, D. Non-linearities in the Earth System. *Global Change NewsLetter*, 2003, č. 55, s. 11 – 15.
- PŘÍHODA, A. *Lesnická fytopatologie*. 1. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1959. 363 s.
- RAGAZZI, A. Development of *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint. on *Vincetoxicum officinale* Moench in connection with some environmental factors. *Journal of Phytopathology*, 1983, r. 108, č. 2, s. 160 – 171.
- REICH, P. B.; OLEKSYN, J. Climate warming will reduce growth and survival of Scots pine except in the far north. *Ecology Letters*, 2008, r. 11, č. 6, s. 588 – 597.
- RÜHM, W. *Blastophagus antipodus* Egg. and *Blastophagus porteri* Breth. (Scolytidae, Col.) from the Araucaria in Chile. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 1976, r. 83, č. 1/2/3, s. 137 – 145.

- RYU, M.; MISHRA, R. CH.; JEON, J.; LEE, S. K.; BAE, H. Drought-induced susceptibility for *Cenangium ferruginosum* leads to progression of *Cenangium*-dieback disease in *Pinus koraiensis*. *Scientific reports*, 2018, r. 8, č. 16368, s. 1 – 14.
- SAXE, H.; CANNELL, M. G. R.; JOHNSEN, Ø.; RYAN, M. G.; VOURLITIS, G. Tree and forest functioning in response to global warming. *New Phytologist*, 2001, r. 149, č. 3, s. 369 – 399.
- SCHRÖTER, D.; CRAMER, W.; LEEMANS, R. et al. Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe. *Science*, 2005, r. 310, č. 5752, s. 1333 – 1337.
- SIPOS, G.; ANDERSON, J. B.; NAGY, L. G. Armillaria. *Current Biology*, 2018, r. 28, č. 7, s. R297 – R298.
- SIITONEN, J. *Ips acuminatus* kills pines in southern Finland. *Silva Fennica*, 2014, r. 48, č. 4, s. 1 – 7.
- SKRZECZ, I.; PERLIŃSKA, A. Current problems and tasks of forest protection in Poland. *Folia Forestalia Polonica*, 2018, r. 60, č. 3, s. 161 – 172.
- SKRZECZ, I.; POPOWSKA-NOWAK, E.; WOLSKI, R.; SOWIŃSKA, A.; JABŁOŃSKI, T.; PEZOWICZ, E.; TUMIALIS, D.; PRZEWŁOKA, I. The role of fungus *Beauveria bassiana* in reducing the number of *Pissodes castaneus* (Col., Curculionidae) in young forests. *Folia Forestalia Polonica*, 2016, r. 58, č. 4, s. 214 – 219.
- SŁODIČÁK, M.; NOVÁK, J.; DUŠEK, D. *Výchova porostů borovice lesní, Lesnický průvodce*. 1. vydání. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2013. 23 s. ISBN 978-80-7417-069-0.
- SLOUP, M.; LEHNEROVÁ, L. Vliv prvních výchovných zásahů na růst a vývoj borové mlaziny z přirozené obnovy. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2016, r. 61, č. 3, s. 213 – 222.
- SOUKUP, F. *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink václavka smrková. *Lesnická práce*, příloha, 2005, r. 84, č. 10, s. 1 – 4.

- SOUKUP, F. *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. s. l. kořenovník vrstevnatý. *Lesnická práce*, příloha, 2011, r. 90, č. 8, s. 1 – 4.
- SOWIŃSKA, A. Biology and ecology of steelblue jewel beetle *Phaenops cyanea* (F.) (Col., Buprestidae) – current state of knowledge (in Polish). *Leśne Prace Badawcze*, 2006, r. 3, s. 83 – 98.
- STANOSZ, G. R.; BLODGETT, J. T.; SMITH, D. R.; KRUGER, E. L. Water stress and *Sphaeropsis sapinea* as a latent pathogen of red pine seedlings. *New Phytologist*, 2001, r. 149, č. 3, s. 531 – 538.
- STENLID, J.; OLIVA, J. Phenotypic interactions between tree hosts and invasive forest pathogens in the light of globalization and climate change. *Philosophical transactions of the royal society B*, 2016, č. 371, s. 1 – 10.
- STENSTRÖM, E.; IHRMARK, K. Identification of *Lophodermium seditiosum* and *L. pinastri* in Swedish forest nurseries using species-specific PCR primers from the ribosomal ITS region. *Forest Pathology*, 2005, r. 35, č. 3, s. 163 – 172.
- STURROCK, R. N.; FRANKEL, S. J.; BROWN, A. V.; HENNON, P. E.; KLIEJUNAS, J. T.; LEWIS, K. J.; WORRALL, J. J.; WOODS, A. J. Climate change and forest diseases. *Plant Pathology*, 2011, r. 60, č. 1, s. 133 – 149.
- TOMALAK, M.; FILIPIAK, A. Inter-specific competition of *Bursaphelenchus xylophilus* with native populations of *B. mucronatus* in pine. *Pine Wilt Disease Conference*, 2013, r. 169, s. 70 – 71.
- TUMA, M. Škody působené zvěří. *Lesnická práce*, příloha, 2008, r. 87, č. 10, s. 1 - 4.
- TYBURSKI, Ł.; ZANIEWSKI, P. T.; BOLIBOK, L.; PIĄTKOWSKI, M.; SZCZEPKOWSKI, A. Scots pine *Pinus sylvestris* mortality after surface fire in oligotrophic pine forest *Peucedano-Pinetum* in Kampinos National Park. *Folia Forestalia Polonica*, 2019, r. 61, č. 1, s. 51 - 57.
- ULBRICHOVÁ, I.; JANEČEK, V.; VÍTÁMVÁS, J.; ČERNÝ, T.; BÍLEK, L. Clonná obnova borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) ve vztahu ke stanovištním a porostním podmínkám. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2018, r. 63, č. 3, s. 153 – 164.

- VACEK, S.; VACEK, Z.; REMEŠ, J.; BÍLEK, L.; HŮNOVÁ, I.; BULUŠEK, D.; PUTALOVÁ, T.; KRÁL, J.; SIMON, J. Sensitivity of unmanaged relict pine forest in the Czech Republic to climate change and air pollution. *Trees: Structure and Function*, 2017, r. 31, č. 5, s. 1599 – 1617.
- VAN STADEN, V.; ERASMUS, B. F. N.; ROUX, J.; WINGFIELD, M. J.; VAN JAARVELD, A. S. Modelling the spatial distribution of two important South African plantation forestry pathogens. *Forest Ecology and Management*, 2004, r. 187, č. 1, s. 61 – 73.
- VASAITIS, R.; STENLID, J.; THOMSEN, I. M.; BARKLUND, P.; DAHLBERG, A. Stump Removal to Control Root Rot in Forest Stands. A Literature Study. *Silva Fennica*, 2008, r. 42, č. 3, s. 457 – 483.
- VÉLE, A.; LIŠKA, J. Sosnokaz borový *Panolis flammea* (Denis & Schiffermüller, 1775). *Lesnická práce*, příloha, 2019, r. 98, č. 12, s. 1 – 4.
- VORNAM, B.; LEINEMANN, L.; PETERS, F. S.; WOLFF, A.; LEHA, A.; SALINAS, G.; SCHUMACHER, J.; GAILING, O. Response of Scots pine (*Pinus sylvestris*) seedlings subjected to artificial infection with the fungus *Sphaeropsis sapinea*. *Plant Molecular Biology Reporter*, 2019, r. 37, č. 3, s. 214 – 223.
- WOODS, A.; COATES, K. D.; HAMANN, A. Is an Unprecedented Dothistroma Needle Blight Epidemic Related to Climate Change? *BioScience*, 2005, r. 55, č. 9, s. 761 – 769.
- WOODS, A. J.; HEPPNER, D.; KOPE, H. H.; BURLEIGH, J.; MACLAUCHLAN, L. Forest health and climate change: A British Columbia perspective. *The Forestry Chronicle*, 2010, r. 86, č. 4, s. 412 – 422.
- YOSHIKAWA, K.; KUKODO, N.; HASHIMOTO, T.; YAMAMOTO, K.; INOSE, T.; KIMURA, T. Novel Phthalide Compounds from *Sparassis crispa* (Hanabiratake), Hanabiratakelide A – C, Exhibiting Anti – cancer Related Activity. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 2010, r. 33, č. 8, s. 1355 – 1359.

8. Seznam příloh

Příloha 1: Houba rodu <i>Armillaria</i> na pařezu borovice lesní	78
Příloha 2: Detail požerku <i>Ips acuminatus</i>	78
Příloha 3: Detail požerku <i>Pissodes piniphilus</i>	79
Příloha 4: Eklektor	80
Příloha 5: Vývoj průměrných měsíčních úhrnů srážek v letech 2015 – 2020 na lokalitě Chlustina a Hořovice – Háj (data z meteorologické stanice Neumětely) 80	
Příloha 6: Vývoj průměrných měsíčních teplot vzduchu v letech 2015 – 2020 na lokalitě Chlustina a Hořovice – Háj (data z meteorologické stanice Neumětely) 81	
Příloha 7: Vývoj průměrných měsíčních úhrnů srážek v letech 2015 - 2020 na lokalitě Sirá (data z meteorologické stanice Zbiroh, Švabín)	81
Příloha 8: Vývoj průměrných měsíčních teplot vzduchu v letech 2015 - 2020 na lokalitě Sirá (data z meteorologické stanice Zbiroh, Švabín)	82
Příloha 9: Patogeny nalezené na bazální části kmene	82
Příloha 10: Patogeny nalezené ve spodní části koruny	83
Příloha 11: Patogeny nalezené ve střední části koruny	83
Příloha 12: Patogeny nalezené v horní části koruny	84
Příloha 13: Hmyzí škůdci nalezení v I. sekci	84
Příloha 14: Hmyzí škůdci nalezení v II. sekci	85
Příloha 15: Hmyzí škůdci nalezení ve III. sekci	85
Příloha 16: Hmyzí škůdci nalezení ve IV. sekci	86
Příloha 17: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 5. 4. 2020 na lokalitě Chlustina	86
Příloha 18: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 15. 7. 2020 na lokalitě Chlustina	87
Příloha 19: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 19. 8. 2020 na lokalitě Chlustina	87

Příloha 20: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 5. 10. 2020 na lokalitě Chlustina.....	88
Příloha 21: Počet požerků hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 5. 4. 2020 na lokalitě Chlustina.....	88
Příloha 22: Počet požerků hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 15. 7. 2020 na lokalitě Chlustina.....	88
Příloha 23: Počet jedinců jednotlivých druhů hmyzích škůdců z výřezů odebraných 19. 8. 2020 na lokalitě Chlustina.....	88
Příloha 24: Počet jedinců hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 5. 10. 2020 na lokalitě Chlustina.....	89
Příloha 25: Počet jedinců jednotlivých druhů hmyzích škůdců z výřezů odebraných 5. 10. 2020 na lokalitě Chlustina.....	89
Příloha 26: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 2. 4. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj	89
Příloha 27: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 15. 7. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj	90
Příloha 28: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 24. 8. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj	90
Příloha 29: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 16. 10. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj	91
Příloha 30: Počet požerků hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 2. 4. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj	91
Příloha 31: Počet požerků hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 15. 7. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj	91
Příloha 32: Počet jedinců jednotlivých druhů hmyzích škůdců z výřezů odebraných 24. 8. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj.....	92
Příloha 33: Počet jedinců hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 16. 10. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj	92

Příloha 34: Počet jedinců jednotlivých druhů hmyzích škůdců z výřezů odebraných 16. 10. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj.....	92
Příloha 35: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 2. 4. 2020 na lokalitě Sirá.....	93
Příloha 36: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 15. 7. 2020 na lokalitě Sirá	93
Příloha 37: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 30. 8. 2020 na lokalitě Sirá	94
Příloha 38: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 16. 10. 2020 na lokalitě Sirá.....	94
Příloha 39: Počet požerků hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 2. 4. 2020 na lokalitě Sirá.....	95
Příloha 40: Počet požerků hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 15. 7. 2020 na lokalitě Sirá.....	95
Příloha 41: Počet jedinců jednotlivých druhů hmyzích škůdců z výřezů odebraných 30. 8. 2020 na lokalitě Sirá.....	95
Příloha 42: Počet požerků hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 16. 10. 2020 na lokalitě Sirá.....	95
Příloha 43: Počet jedinců jednotlivých druhů hmyzích škůdců z výřezů odebraných 16. 10. 2020 na lokalitě Sirá.....	96
Příloha 44: Výskyt jmelí bílého na lokalitě Chlustina při sběru dat a vzorků v období léta (15. 7. 2020)	96

9. Přílohy



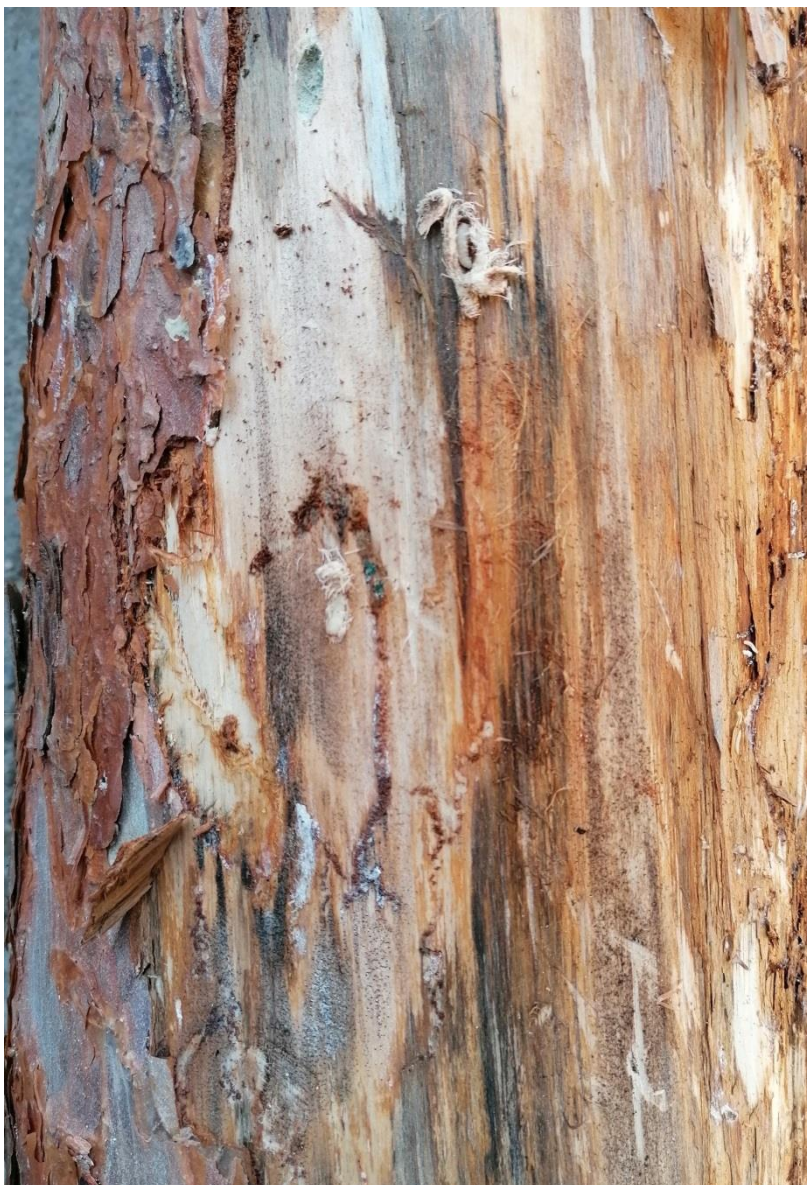
Příloha 1: Houba rodu *Armillaria* na pařezu borovice lesní

Foto: Š. Sybolová, 2020



Příloha 2: Detail poškození *Ips acuminatus*

Foto: Š. Sybolová, 2021



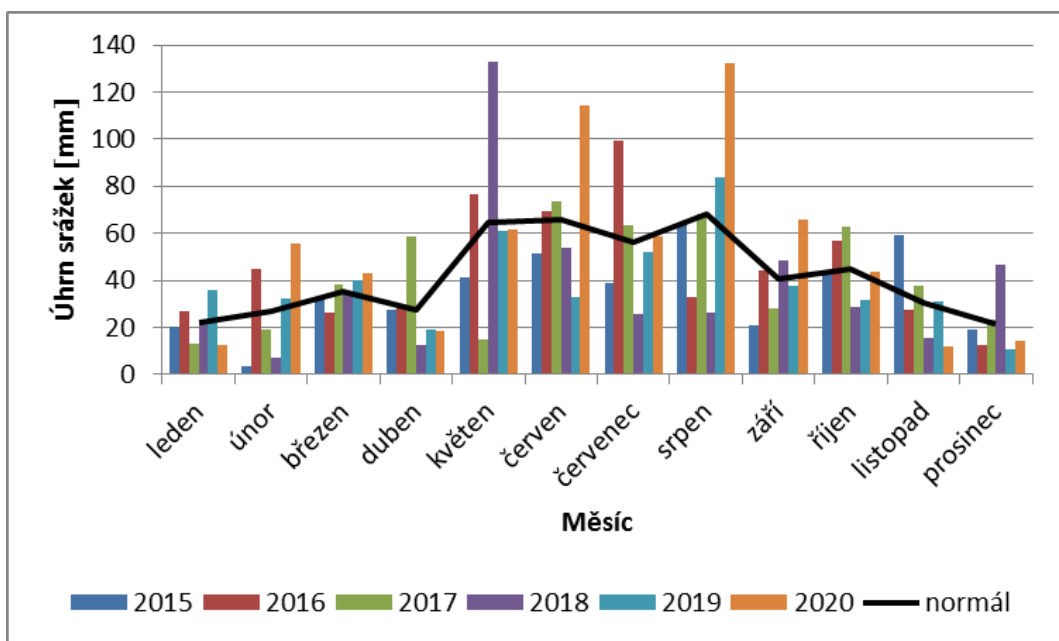
Příloha 3: Detail požerku *Pissodes piniphilus*

Foto: Š. Sybolová, 2021



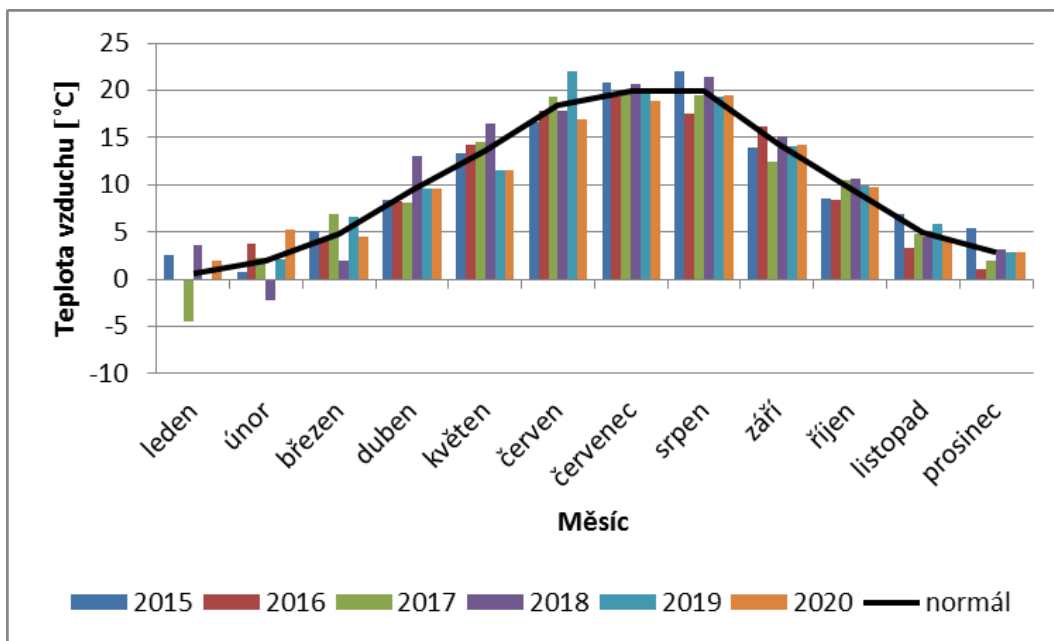
Příloha 4: Eklektor

Foto: Š. Sybolová, 2021



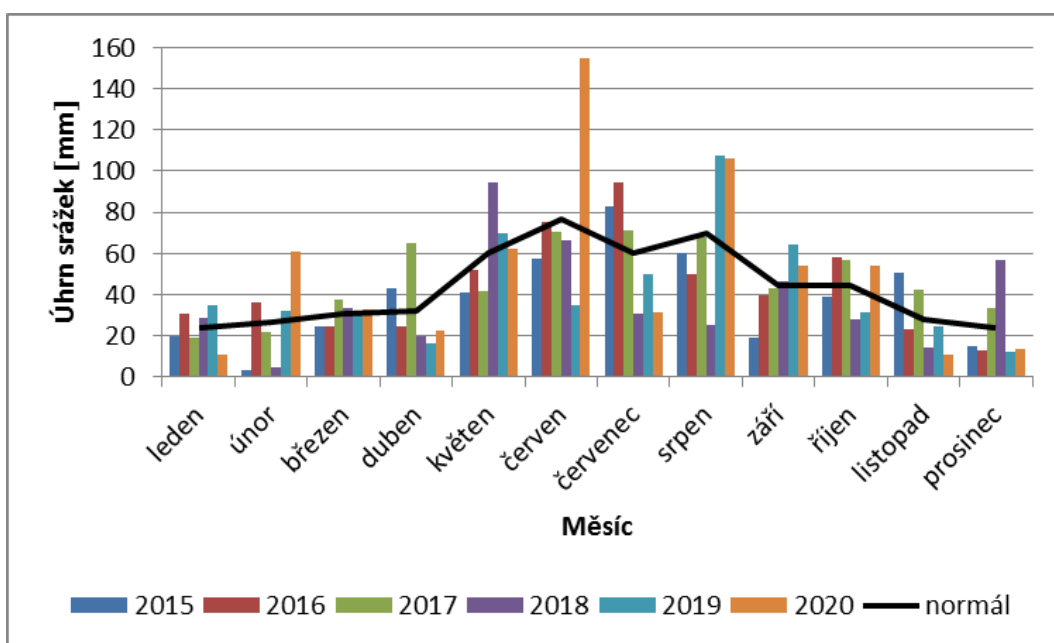
Příloha 5: Vývoj průměrných měsíčních úhrnů srážek v letech 2015 – 2020 na lokalitě Chlustina a Hořovice – Háj (data z meteorologické stanice Neumětely)

Zdroj: ČHMÚ, 2021



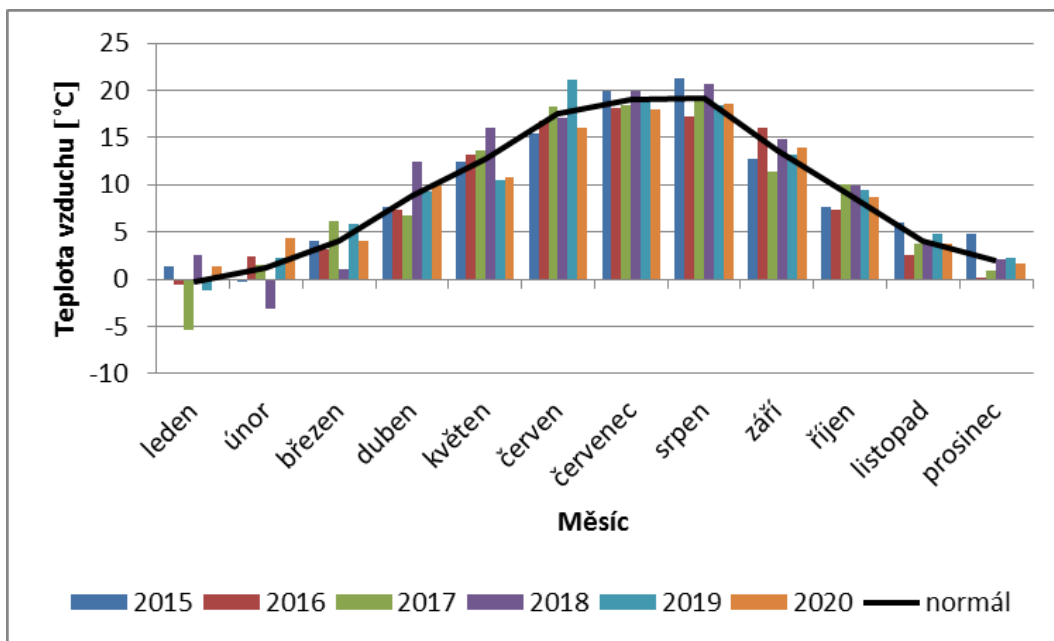
Příloha 6: Vývoj průměrných měsíčních teplot vzduchu v letech 2015 – 2020 na lokalitě Chlustina a Hořovice – Háj (data z meteorologické stanice Neumětely)

Zdroj: ČHMÚ, 2021



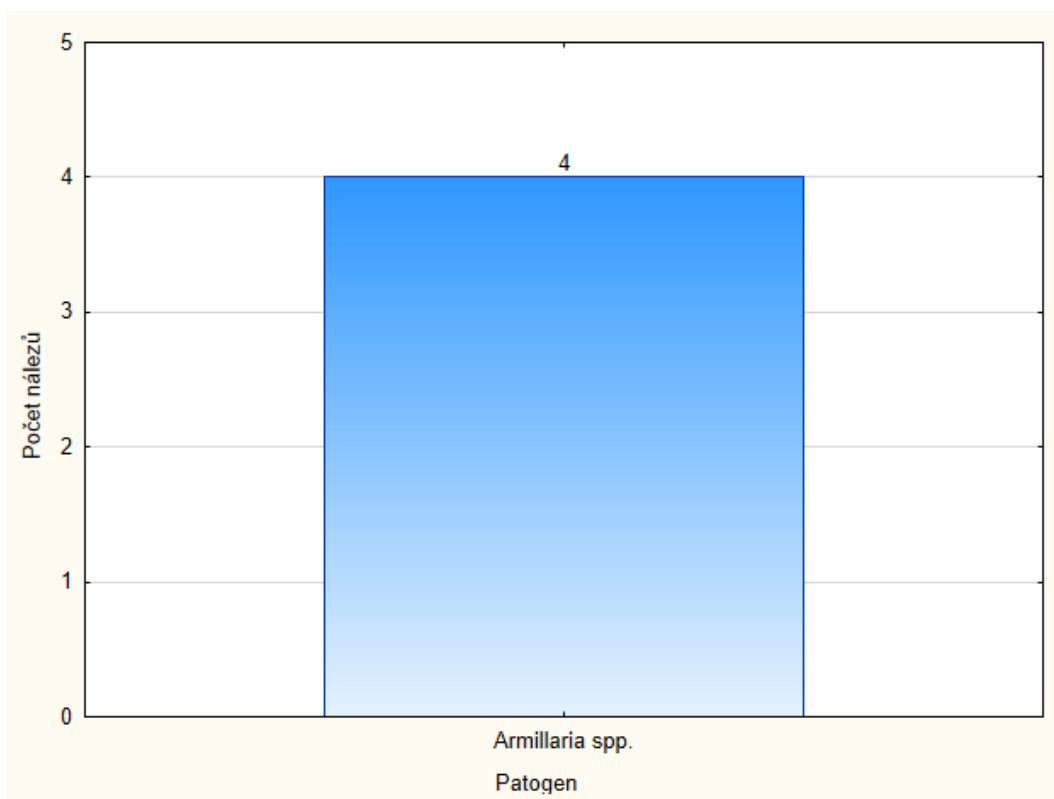
Příloha 7: Vývoj průměrných měsíčních úhrnů srážek v letech 2015 - 2020 na lokalitě Sirá (data z meteorologické stanice Zbiroh, Švabín)

Zdroj: ČHMÚ, 2021

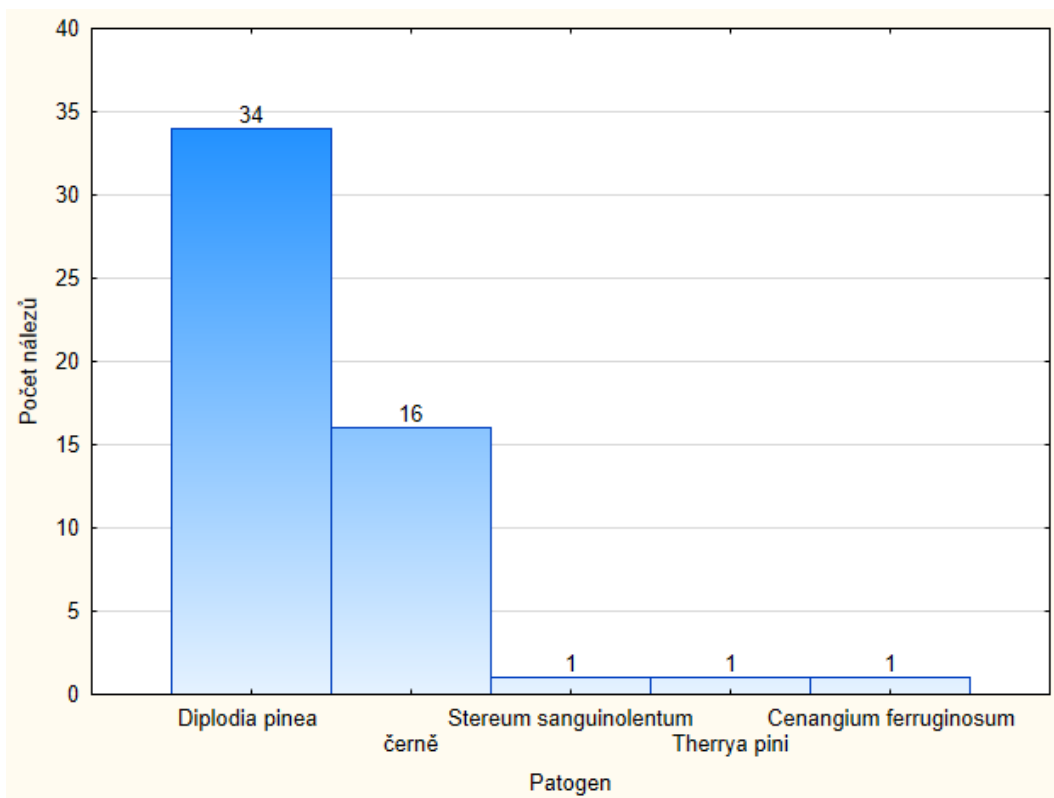


Příloha 8: Vývoj průměrných měsíčních teplot vzduchu v letech 2015 - 2020 na lokalitě Sirá (data z meteorologické stanice Zbiroh, Švabín)

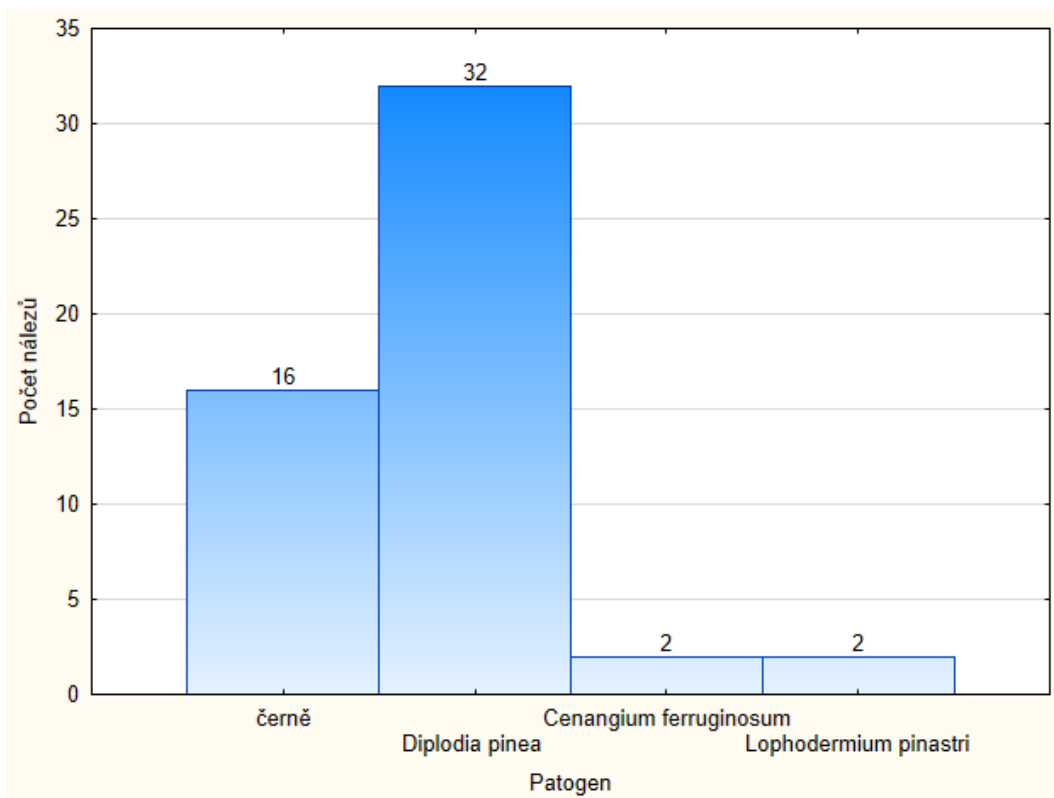
Zdroj: ČHMÚ, 2021



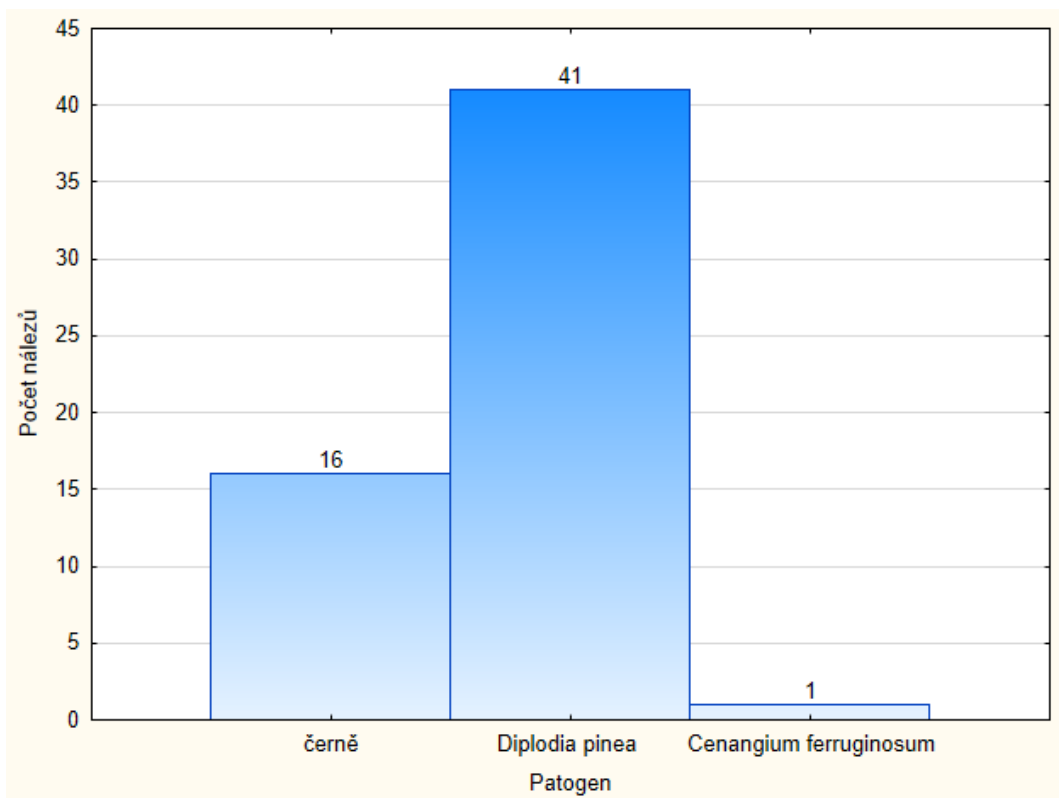
Příloha 9: Patogeny nalezené na bazální části kmene



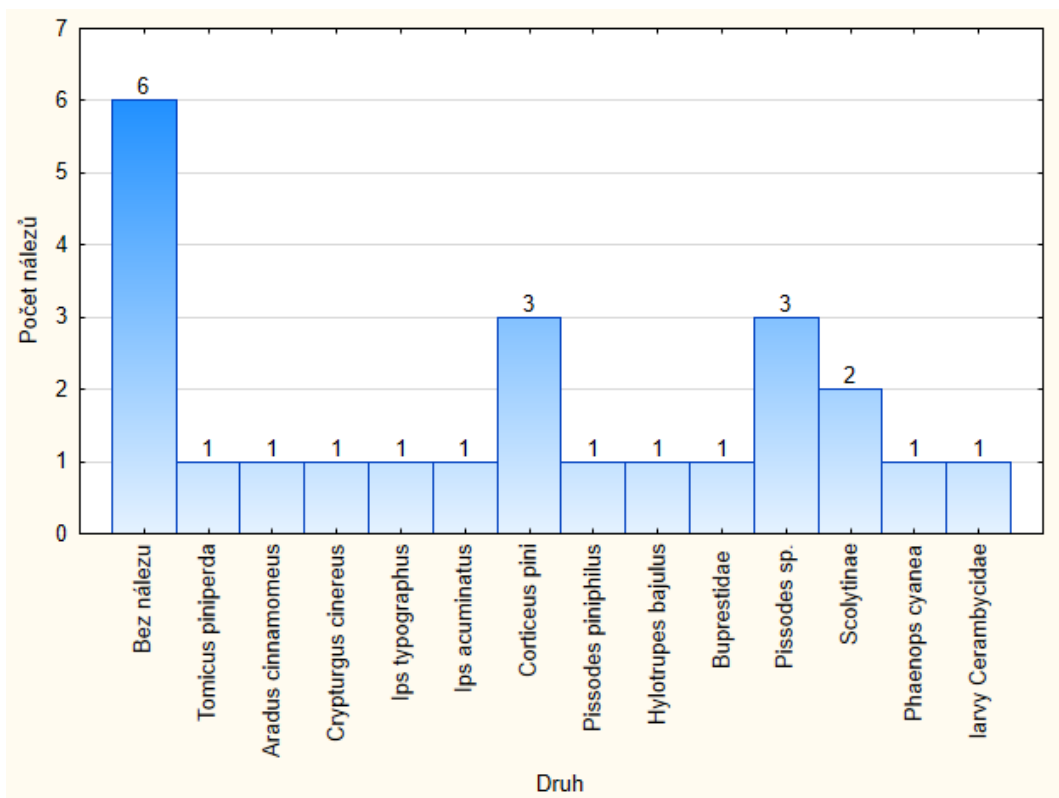
Příloha 10: Patogeny nalezené ve spodní části koruny



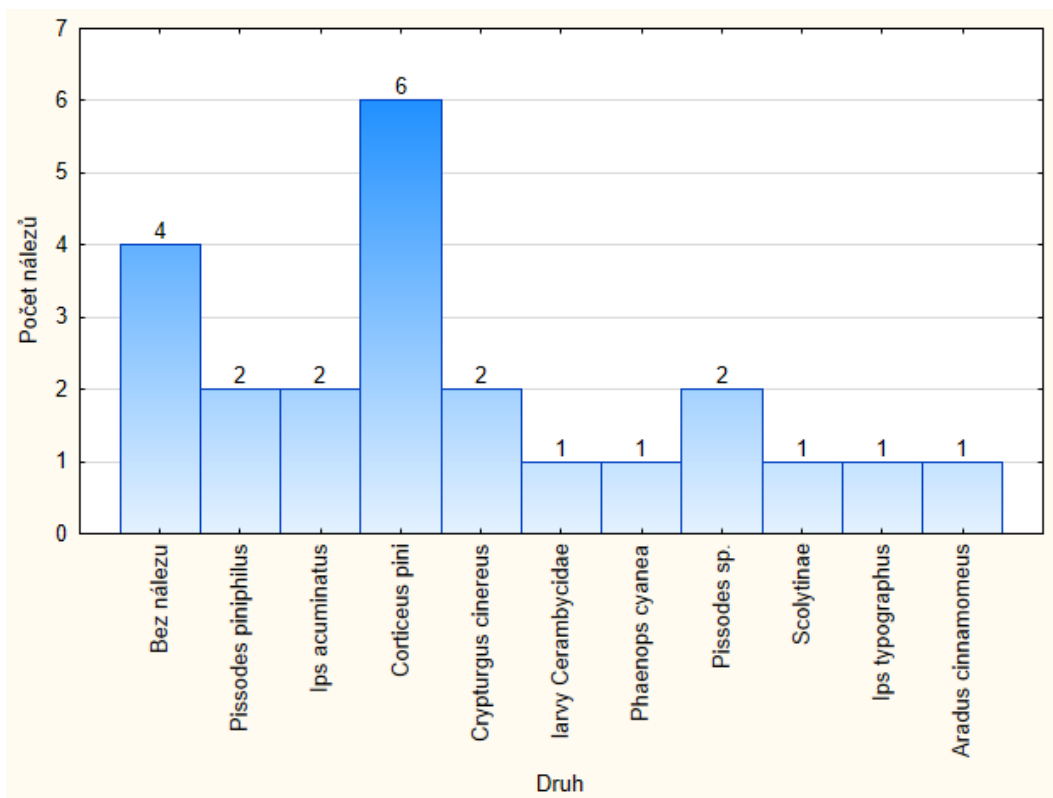
Příloha 11: Patogeny nalezené ve střední části koruny



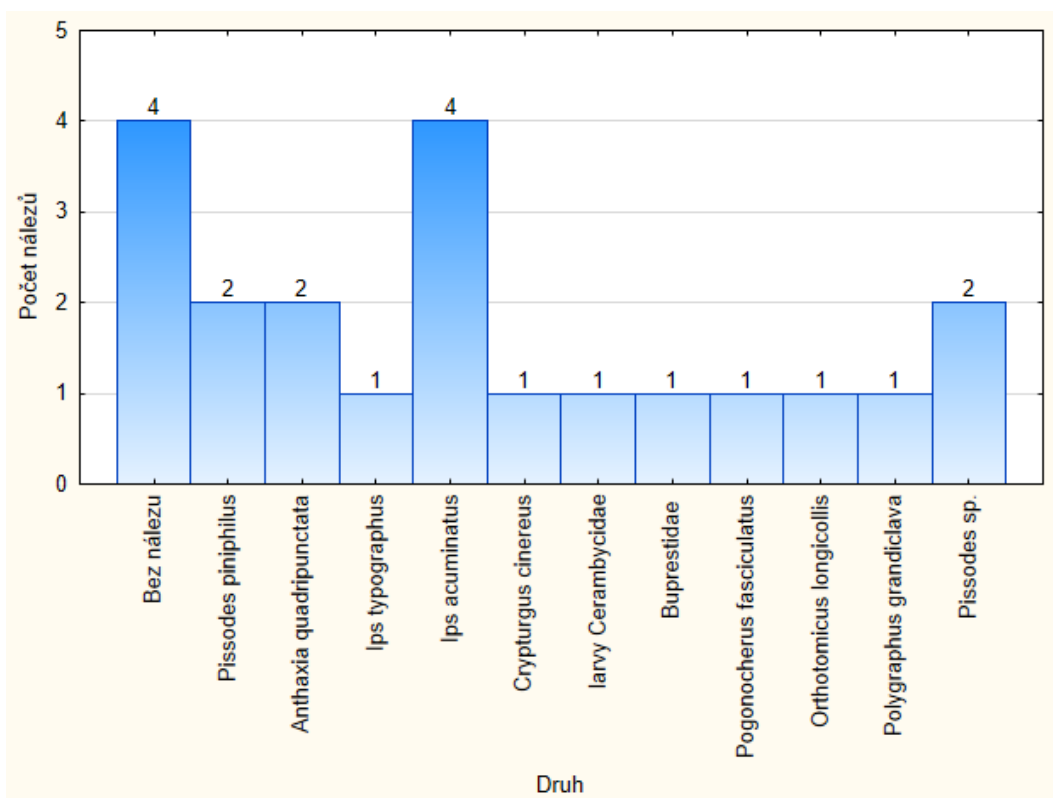
Příloha 12: Patogeny nalezené v horní části koruny



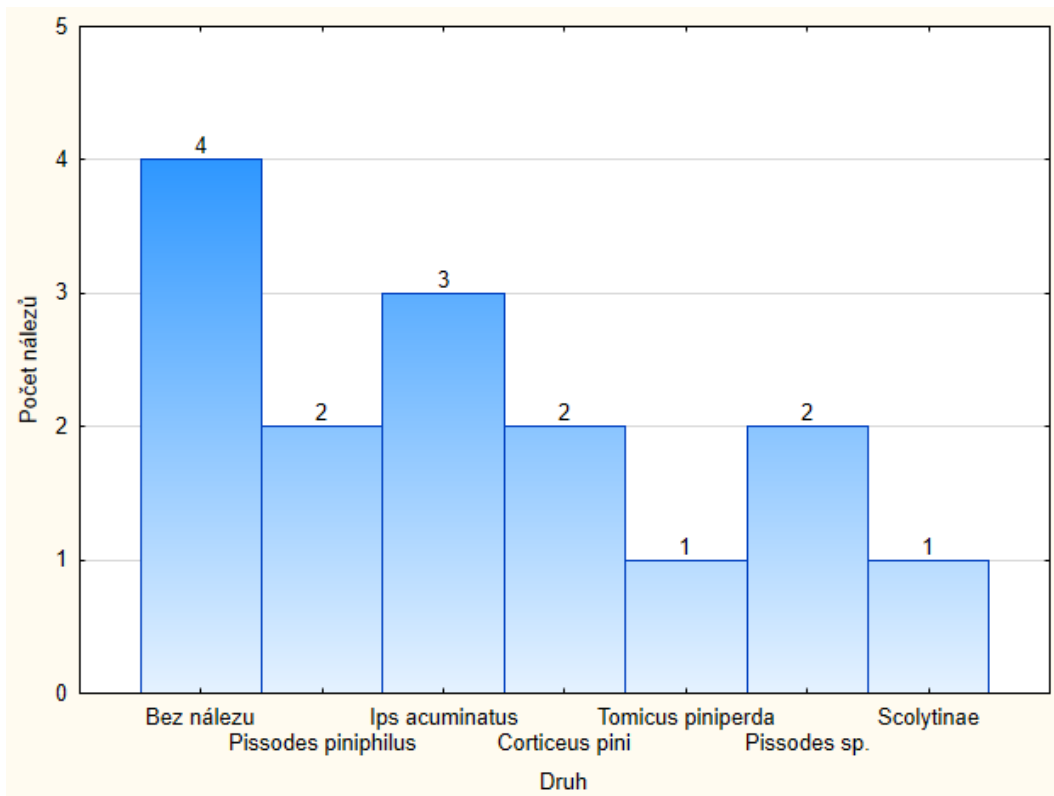
Příloha 13: Hmyzí škůdci nalezení v I. sekci



Příloha 14: Hmyzí škůdci nalezení v II. sekci



Příloha 15: Hmyzí škůdci nalezení ve III. sekci



Příloha 16: Hmyzí škůdci nalezení ve IV. sekci

5. 4. 2020		kvantifikace výskytu			
části koruny		slabý	střední	silný	velmi silný
spodní část	větve	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>	0	<i>Diplodia pinea</i>
	větve	0	černě	0	0
	jehlice - zelené	0	černě	0	0
	šišky	0	0	0	0
střední část	větve	0	černě	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>
	jehlice - zelené	černě	0	0	0
	šišky	nejsou			
horní část	větve	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
	větve	0	černě	0	0
	jehlice - zelené	černě	0	0	0
	šišky	nejsou			
<i>Armillaria</i> spp.		ne			
nadmořská výška (m n. m.)		364			

Příloha 17: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 5. 4. 2020 na lokalitě Chlustina

15. 7. 2020		kvantifikace výskytu			
části koruny		slabý	střední	silný	velmi silný
spodní část	větve	<i>Diplodia pinea</i>	0	0	0
	větve	<i>Stereum sanguinolentum</i>			
	větve	<i>Therrya pini</i>			
	jehlice - z 3/4 zelené	<i>Diplodia pinea</i>	0	0	0
	šišky	0	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
střední část	větve	0	0	černě	<i>Diplodia pinea</i>
	jehlice - zelené	černě	0	0	0
	šišky	0	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
horní část	větve	0	0	<i>Diplodia pinea</i>	0
	větve	0	0	černě	0
	jehlice - zelené	0	černě	0	0
	šišky	0	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
Armillaria spp.		ne			
nadmořská výška (m n. m.)		362			

Příloha 18: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 15. 7. 2020 na lokalitě Chlustina

19. 8. 2020		kvantifikace výskytu			
části koruny		slabý	střední	silný	velmi silný
spodní část	větve	0	0	<i>Cenangium ferruginosum</i>	0
	jehlice	0	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
	jehlice		černě		
	šišky	0	0	<i>Diplodia pinea</i>	0
střední část	větve	0	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>	0
	větve	0	0	černě	0
	jehlice	0	0	<i>Diplodia pinea</i>	0
	jehlice	0	0	černě	0
	šišky	nejsou			
horní část	větve	0	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>
	jehlice	0	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
	šišky	nejsou			
Armillaria spp.		ne			
nadmořská výška (m n. m.)		369			

Příloha 19: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 19. 8. 2020 na lokalitě Chlustina

5. 10. 2020		kvantifikace výskytu			
části koruny		slabý	střední	silný	velmi silný
spodní část	větve	0	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
	větve	0	černě	0	0
	jehlice	0	černě	<i>Diplodia pinea</i>	0
	šišky	0	0	<i>Diplodia pinea</i>	0
střední část	větve	0	<i>Diplodia pinea</i>	černě	0
	jehlice	0	<i>Diplodia pinea</i>	černě	0
	šišky	0	0	<i>Diplodia pinea</i>	0
horní část	větve	0	<i>Diplodia pinea</i>	černě	0
	jehlice	0	0	<i>Diplodia pinea</i>	0
	jehlice	0	0	černě	0
	šišky	0	0	<i>Diplodia pinea</i>	0
<i>Armillaria</i> spp.		ne			
nadmořská výška (m n. m.)		367			

Příloha 20: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 5. 10. 2020 na lokalitě Chlustina

sekce	druh	požerek / 1 dm ²
I.	0	0
II.	<i>Phaenops cyanea</i>	1
II.	<i>Pissodes piniphilus</i>	3
III.	<i>Pissodes piniphilus</i>	5
IV.	<i>Pissodes piniphilus</i>	5
IV.	<i>Tomicus piniperda</i>	1

Příloha 21: Počet požerků hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 5. 4. 2020 na lokalitě Chlustina

sekce	druh	požerek / 1 dm ²
Spodní část koruny - větev	<i>Anthaxia quadripunctata</i>	3
Spodní část koruny - větev	<i>Pogonocherus fasciculatus</i>	2
Spodní část koruny - větev	<i>Orthotomicus longicollis</i>	2
Spodní část koruny - větev	<i>Polygraphus grandiclava</i>	1

Příloha 22: Počet požerků hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 15. 7. 2020 na lokalitě Chlustina

sekce	druh	počet jedinců
polovina kmene	<i>Pissodes piniphilus</i>	1
polovina kmene	<i>Corticeus pini</i>	1
polovina kmene	<i>Hylotrupes bajulus</i>	1
polovina koruny	0	0

Příloha 23: Počet jedinců jednotlivých druhů hmyzích škůdců z výřezů odebraných 19. 8. 2020 na lokalitě Chlustina

sekce	druh	počet jedinců
I.	Buprestidae	8
II.	<i>Pissodes</i> sp.	30
II.	Scolytinae	18
III.	larvy <i>Pissodes</i> sp.	4
IV.	<i>Pissodes</i> sp.	2
IV.	Scolytinae	4

Příloha 24: Počet jedinců hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 5. 10. 2020 na lokalitě Chlustina

sekce	druh	počet jedinců
polovina kmene	<i>Pissodes</i> sp.	8
polovina kmene	Scolytinae	5
polovina koruny	<i>Ips typographus</i>	1
polovina koruny	<i>Corticeus pini</i>	4

Příloha 25: Počet jedinců jednotlivých druhů hmyzích škůdců z výřezů odebraných 5. 10. 2020 na lokalitě Chlustina

2. 4. 2020		kvantifikace výskytu			
části koruny		slabý	střední	silný	velmi silný
spodní část	větve	0	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>	0
	větve	0	černě	0	0
	jehlice - zelené	0	0	0	0
	šišky	0	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
střední část	větve	černě	0	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>
	jehlice - zelené	0	0	0	0
	šišky	<i>Diplodia pinea</i>	0	0	0
horní část	větve	černě	<i>Diplodia pinea</i>	0	<i>Diplodia pinea</i>
	jehlice - zelené	0	0	0	0
	šišky	0	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
<i>Armillaria</i> spp.		ne			
nadmořská výška (m n. m.)		351			

Příloha 26: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 2. 4. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj

15. 7. 2020		kvantifikace výskytu			
části koruny		slabý	střední	silný	velmi silný
spodní část	větve	<i>Diplodia pinea</i>	0	0	0
	jehlice	<i>Diplodia pinea</i>	0	0	0
	šišky	nejsou			
střední část	větve	0	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
	jehlice	<i>Diplodia pinea</i>	0	0	0
	šišky	nejsou			
horní část	větve	0	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
	jehlice	černě	0	0	0
	jehlice	<i>Diplodia pinea</i>	0	0	0
	šišky	nejsou			
<i>Armillaria</i> spp.		ano			
nadmořská výška (m n. m.)		351			

Příloha 27: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 15. 7. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj

24. 8. 2020		kvantifikace výskytu			
části koruny		slabý	střední	silný	velmi silný
spodní část	větve	0	0	černě	0
	větve	0	0	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>
	jehlice		<i>Diplodia pinea</i>	černě	
	šišky	nejsou			
střední část	větve	0	0	<i>Cenangium ferruginosum</i>	0
	jehlice		<i>Diplodia pinea</i>		
	šišky	nejsou			
horní část	větve	0	0	<i>Cenangium ferruginosum</i>	0
	větve	0	0	<i>Diplodia pinea</i>	0
	jehlice	<i>Diplodia pinea</i>	0	černě	0
	šišky	0	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
<i>Armillaria</i> spp.		ano			
nadmořská výška (m n. m.)		349			

Příloha 28: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 24. 8. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj

16. 10. 2020		kvantifikace výskytu			
části koruny		slabý	střední	silný	velmi silný
spodní část	větve	0	černě	0	0
	větve	0	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
	jehlice	plodnice na jehlicích, spory neprokázané			
	jehlice	černě (<i>Chaetomium</i> sp.)	0	0	0
	šišky	nejsou			
střední část	větve	černě	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
	jehlice	černě	0	0	0
	šišky	nejsou			
horní část	větve	černě	0	0	0
	větve	<i>Diplodia pinea</i>	0	0	0
	jehlice	0	černě (<i>Chaetomium</i> sp.)	0	0
	šišky	0	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
<i>Armillaria</i> spp.		ne			
nadmořská výška (m n. m.)		350			

Příloha 29: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 16. 10. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj

sekce	druh	požerek /1 dm ²
I.	0	0
II.	0	0
III.	0	0
IV.	0	0

Příloha 30: Počet požereků hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 2. 4. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj

sekce	druh	požerky / 1 dm ²
I.	<i>Tomicus piniperda</i>	1
II.	<i>Pissodes piniphilus</i>	3
III.	<i>Pissodes piniphilus</i>	3
IV.	<i>Pissodes piniphilus</i>	2
spodní část koruny - větve	<i>Anthaxia quadripunctata</i>	2

Příloha 31: Počet požereků hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 15. 7. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj

sekce	druh	počet jedinců
polovina kmene	<i>Aradus cinnamomeus</i>	1
polovina koruny	0	0

Příloha 32: Počet jedinců jednotlivých druhů hmyzích škůdců z výřezů odebraných 24. 8. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj

sekce	druh	počet jedinců
I.	0	0
II.	<i>Ips acuminatus</i>	14
II.	<i>Corticeus pini</i>	11
II.	<i>Crypturgus cinereus</i>	2
II.	larvy <i>Corticeus</i> sp.	3
II.	larvy Cerambycidae	1
III.	<i>Ips typographus</i>	1
III.	<i>Ips acuminatus</i>	22
III.	<i>Crypturgus cinereus</i>	5
III.	larvy Cerambycidae	1
III.	larva Buprestidae	1
IV.	<i>Ips acuminatus</i>	12
IV.	<i>Corticeus pini</i>	4
IV.	larvy <i>Corticeus</i> sp.	3

Příloha 33: Počet jedinců hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 16. 10. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj

sekce	druh	počet jedinců
polovina kmene	<i>Crypturgus cinereus</i>	23
polovina kmene	<i>Ips typographus</i>	2
polovina kmene	<i>Ips acuminatus</i>	7
polovina kmene	<i>Corticeus pini</i>	59
polovina kmene	larvy <i>Corticeus</i> sp.	8
polovina koruny	<i>Corticeus pini</i>	35
polovina koruny	<i>Crypturgus cinereus</i>	51

Příloha 34: Počet jedinců jednotlivých druhů hmyzích škůdců z výřezů odebraných 16. 10. 2020 na lokalitě Hořovice – Háj

2. 4. 2020		kvantifikace výskytu			
části koruny		slabý	střední	silný	velmi silný
spodní část	větve	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
	větve	0	černě	0	0
	jehlice - zelené	0	0	0	0
	šišky	0	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
střední část	větve	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>	0
	jehlice - zelené	0	<i>Diplodia pinea</i>	0	0
	jehlice - zelené	0	černě	0	0
	jehlice - zelené	<i>Lophodermium pinastri</i>			
horní část	šišky	<i>Diplodia pinea</i>	0	0	0
	větve	0	0	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>
	větve	0	0	černě	0
	jehlice - zelené	<i>Diplodia pinea</i>	0	0	0
	šišky	<i>Diplodia pinea</i>	0	0	0
<i>Armillaria</i> spp.		ne			
nadmořská výška (m n. m.)		475			

Příloha 35: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 2. 4. 2020 na lokalitě Sírá

15. 7. 2020		kvantifikace výskytu			
části koruny		slabý	střední	silný	velmi silný
spodní část	větve	0	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>	0
	větve	0	černě	0	0
	jehlice - zelené	0	0	0	0
	šišky	0	0	0	0
střední část	větve	černě	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>	0
	jehlice - zelené	0	0	0	0
	šišky	0	0	0	0
horní část	větve	0	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>	0
	větve	0	0	černě	0
	jehlice - zelené	0	0	0	0
	šišky	<i>Diplodia pinea</i>	0	0	0
<i>Armillaria</i> spp.		ne			
nadmořská výška (m n. m.)		473			

Příloha 36: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 15. 7. 2020 na lokalitě Sírá

30. 8. 2020		kvantifikace výskytu			
části koruny		slabý	střední	silný	velmi silný
spodní část	větve	<i>Diplodia pinea</i>	0	<i>Diplodia pinea</i>	0
	větve	0	0	černě	0
	jehlice	0	černě	<i>Diplodia pinea</i>	0
	šišky	0	0	0	<i>Diplodia pinea</i>
střední část	větve	<i>Diplodia pinea</i>	0	0	0
	větve	<i>Cenangium ferruginosum</i>	0	0	0
	větve	černě	0	0	0
	jehlice	0	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Lophodermium pinastri</i>	0
	šišky	0	0	<i>Diplodia pinea</i>	0
horní část	větve	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>	<i>Diplodia pinea</i>	0
	větve	0	0	černě	0
	jehlice	0	černě	<i>Diplodia pinea</i>	0
	šišky	0	0	<i>Diplodia pinea</i>	0
<i>Armillaria</i> spp.		ne			
nadmořská výška (m n. m.)		477			

Příloha 37: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 30. 8. 2020 na lokalitě Sirá

16. 10. 2020		kvantifikace výskytu			
části koruny		slabý	střední	silný	velmi silný
spodní část	větve	0	<i>Diplodia pinea</i>	černě	0
	jehlice - 1/2 rezavá	0	černě	0	0
	šišky	nejsou			
střední část	větve	0	<i>Diplodia pinea</i>	černě	0
	jehlice - 1/2 rezavá	černě	0	0	0
	šišky	nejsou			
horní část	větve	0	0	<i>Diplodia pinea</i>	0
	větve	0	0	černě	0
	jehlice - 1/2 rezavá	0	černě	0	0
	šišky	nejsou			
<i>Armillaria</i> spp.		ne			
nadmořská výška (m n. m.)		475			

Příloha 38: Kvantifikace výskytu houbových patogenů na vzorcích odebraných 16. 10. 2020 na lokalitě Sirá

sekce	druh	požerek / 1 dm ²
I.	0	0
II.	0	0
III.	0	0
IV.	0	0

Příloha 39: Počet požerků hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 2. 4. 2020 na lokalitě Sirá

sekce	druh	požerek / 1 dm ²
I.	0	0
II.	0	0
III.	0	0
IV.	0	0

Příloha 40: Počet požerků hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 15. 7. 2020 na lokalitě Sirá

sekce	druh	jedinci
polovina kmene	larvy <i>Pissodes</i> sp.	3
polovina kmene	larvy Scolytinae	6
polovina kmene	<i>Phaenops cyanea</i>	4
polovina koruny	<i>Corticeus pini</i>	1

Příloha 41: Počet jedinců jednotlivých druhů hmyzích škůdců z výřezů odebraných 30. 8. 2020 na lokalitě Sirá

sekce	druh	počet jedinců
I.	larvy Cerambycidae	8
I.	larvy <i>Pissodes</i> sp.	3
II.	larvy <i>Pissodes</i> sp.	2
II.	<i>Corticeus pini</i>	2
III.	larvy <i>Pissodes</i> sp.	32
III.	<i>Ips acuminatus</i>	2
IV.	<i>Pissodes</i> sp.	20
IV.	<i>Ips acuminatus</i>	3

Příloha 42: Počet požerků hmyzích škůdců z jednotlivých sekcí odebraných 16. 10. 2020 na lokalitě Sirá

sekce	druh	jedinci
polovina kmene	0	0
polovina koruny	<i>Aradus cinnamomeus</i>	1

Příloha 43: Počet jedinců jednotlivých druhů hmyzích škůdců z výřezů odebraných 16. 10. 2020 na lokalitě Sirá



Příloha 44: Výskyt jmelí bílého na lokalitě Chlustina při sběru dat a vzorků v období léta (15. 7. 2020)

Foto: Š. Sybolová, 2020