

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ
KATEDRA OCHRANY LESA A ENTOMOLOGIE

**VLIV VYBRANÝCH EKOLOGICKÝCH FAKTORŮ
NA BIOTICKÉ ŠKODY
V POROSTECH JASANU A OLŠE**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor: Tomáš Toušek

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

2020



Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autor práce:	Bc. Tomáš Toušek
Studijní program:	Lesní inženýrství
Obor:	Lesní inženýrství
Vedoucí práce:	doc. Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D.
Garantující pracoviště:	Katedra ochrany lesa a entomologie
Jazyk práce:	Čeština
Název práce:	Vliv vybraných ekologických faktorů na biotické škody v porostech jasanu a olše
Název anglicky:	Biotic damages of selected environmental factors on ash trees and alders
Cíle práce:	Cílem diplomové práce je posouzení biotických škůdců a faktorů prostředí na zdravotní stav jasanů a olší v blízkosti toku.
Metodika:	V rámci diplomové práce bude probíhat výzkum stanovištních faktorů ovlivňujících poškození jasanů patogenem <i>Hymenoscyphus fraxineus</i> a olší patogenem <i>Phytophthora alni</i> v blízkosti toku Milešovský potok (CHKO České středohoří). V jarních měsících budou na těchto lokalitách instalovány datalogery zaznamenávající průměrnou teplotu vzduchu a vzdušnou vlhkost. Během vegetační sezóny bude na plochách mimo klimatických faktorů hodnocena defoliace stromů. Bude určen rozsah napadení (prosychání) jasanů a olší patogeny. Budou popsány přírodní poměry stanoviště, určen biotop, určeno rámcové složení dřevin a podíly hlavních dřevin. Budou zaznamenány stresující faktory prostředí, které by mohly mít potenciální vliv na rozsah poškození. Všechna získaná data budou následně statisticky vyhodnocena. Výsledkem bude identifikace stanovištních faktorů ovlivňujících intenzitu poškození jasanu a olší v lokálním měřítku.
Doporučený rozsah práce:	50-60
Klíčová slova:	nekróza jasanu, plíseň olšová, jasan, olše, faktory prostředí, <i>Hymenoscyphus fraxineus</i> , <i>Phytophthora alni</i> , CHKO České středohoří

Doporučené zdroje informací:

1. Černý K., Pešková V., Modlinger R. 2015. Rozšíření fytoftorového onemocnění olší v lesních porostech ČR – předběžné výsledky. Zprávy lesnického výzkumu, 60 (4): 256–261.
2. Gross A., Holdenrieder O., Pautasso M., Queloz V., Sieber T. N. 2014. *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the causal of European ash dieback. *Molecular Plant Pathology* 15 (1): 5–21.
3. Havrdová L., Černý K. 2013. Význam vlhkosti vzduchu v epidemiologii nekrózy jasanu – předběžné výsledky výzkumu. Zprávy lesnického výzkumu 58 (4): 347–352.
4. Havrdová L., Zahradník D., Romportl D., Pešková V., Černý K. 2017. Environmental and Silvicultural Characteristics Influencing the Extent of Ash Dieback in Forest Stands. *Baltic Forestry*, vol. 23 (1): 168-182.
5. Jung T., Blaschke M. 2004: *Phytophthora* root and collar rot of alders in Bavaria: distribution, modes of spread and possible management strategies. *Plant Pathology*, 53: 197–208.
6. Kowalski T., Holdenrieder O. 2009. The teleomorph of *Chalara fraxinea*, the causal agent of ash dieback. *Forest*

- Pathology 39: 304–308.
7. Lobo, A., McKinney, L. V., Hansen, J. K., Kjær E. D., Nielsen, L. R. 2015. Genetic variation in dieback resistance in *Fraxinus excelsior* confirmed by progeny inoculation assay. *Forest Pathology* 45: 379–387.

Předběžný termín obhajoby: 2019/20 LS – FLD

Elektronicky schváleno: 25. 10. 2019

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 22. 2. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma vliv vybraných ekologických faktorů na biotické škody v porostech jasanu a olše vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Vítězslavy Peškové, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V Praze

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Vítězslavě Peškové, Ph.D. za její odborné vedení, cenné připomínky a vstřícný přístup. Dále děkuji Ing. Michalovi Samkovi za mnoho cenných postřehů a pomoc při statistickém zpracování dat.

Abstrakt

V důsledku změny klimatu v posledních letech dochází k výrazné změně prostředí a tím se zlepšují životní podmínky vhodné pro šíření nepůvodních invazních organismů, které výrazně napadají břehové porosty. Mezi takové organismy patří *Phytophthora alni*, a *Hymenoscyphus fraxineus*.

Cílem práce bylo zjistit vliv vybraných abiotických faktorů na biotické škůdce v porostech jasanů a olší v CHKO České středohoří. Hodnocení biotických škůdců probíhalo na dvou lokalitách podél Milešovského potoka. Zjišťován byl zdravotní stav stromů, přítomnost patogenu a základní dendrometrické veličiny. Bylo hodnoceno celkem 453 jasanů a z nich bylo 239 napadeno. Olší bylo hodnoceno celkem 381 a z nich bylo 96 napadených. Z výsledků vyplývá mnohem větší míra infekce na lokalitě 1.

Na lokalitách byly instalovány dataloggery, které od 1. 2. 2019 do 31. 1. 2020 zaznamenávaly vlhkost a teplotu vzduchu. Vyhodnocením získaných dat, byl vliv vlhkosti a teploty vzduchu na napadení stromů potvrzen. Z výsledků měření a jejich statistického zpracování dále plyne, že defoliace, výčetní tloušťka a druh dřeviny má vliv na napadení. U výšky a objemu nelze vliv na napadení potvrdit.

Klíčová slova: nekróza jasanu, plíseň olšová, jasan, olše, faktory prostředí, *Hymenoscyphus fraxineus*, *Phytophthora alni*, CHKO České středohoří

Abstract

As a result of the climate change in recent years, there is a significant change in the environment. This improves living conditions of non-native organisms that strongly attack riparian vegetation. Such organisms include *Phytophthora alni* and *Hymenoscyphus fraxineus*.

The aim of the work was to determine the degree of influence of selected abiotic factors on biotic damage in ash and alder stands in the nature reserve Central Bohemian Uplands. The assessment of biotic damage took place at two sites along the Milešovský creek (brook). The health status of trees, the presence of pathogen and basic dendrometric variables were investigated. A total of 453 ash trees were evaluated and 239 of them were attacked. Regarding alders, a total of 381 trees were evaluated and 96 of them were infested. The results show a much higher rate of infection at site 1.

Data loggers were installed at both sites. They were recording air humidity and temperature from 1 February 2019 to 31 January 2020. By evaluating the obtaining data, the influence of humidity and air temperature on tree infestation was confirmed. From results of measurement and their statistical processing, in further follows that defoliation, diameter at breast high and tree species have an effect on infestation. For height and volume, the effect on infestation cannot be confirmed.

Key words: ash necrosis, alder mold, ash, alder, environmental factors, *Hymenoscyphus fraxineus*, *Phytophthora alni*, Central Bohemian Uplands

Obsah

Abstrakt	6
Seznam tabulek a obrázků.....	10
1. Úvod.....	12
2. Úvod do problematiky	15
2. 1. Jasan ztepilý (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)	15
2. 2. Olše lepkavá (<i>Alnus glutinosa</i>) (L.) Gaertn.....	16
2. 3. Choroby a škůdci jasanu a olše.....	16
2. 4. Nekróza jasanu (<i>Hymenosyphus fraxineus</i> V. Queloz, C.R. GRÜNDIG, R. Brendt, T. Kowalski, T.N. Sieber <i>et</i> O. Holdenrieder), (anamorfa <i>Chalara fraxinea</i> T. Kowalski)	17
2. 5. Plíseň olšová (<i>Phytophthora alni</i> Brasier <i>et</i> S.A. Kirk).....	25
2. 6. České středohoří.....	29
3. Metodika	32
3.1. Výběr lokalit.....	32
3.2. Lokalita 1	32
3.3. Lokalita 2.....	33
3.4. Terénní práce	34
5. Výsledky	37
5. 1. Lokalita 1.....	37
5.2. Lokalita 2.....	38
5.3. Porovnání obou lokalit	39
5.4. Vliv výšky na míru napadení	48
5.5. Vliv tloušťky na míru napadení	49

6. Diskuse	53
7. Závěr	59
8. Seznam použité literatury	61
8. 1. Ostatní zdroje	70
Přílohy	71

Seznam tabulek a obrázků

Obr. 1: Typické shlukovité olistění napadeného jasanu	21
Obr. 2: Exsudát na olši	29
Obr. 3: Umístění obou lokalit vzhledem ke geografické poloze	33
Obr. 4: Počet napadených a zdravých stromů na lokalitě 1	38
Obr. 5: Počet napadených a zdravých stromů na lokalitě 2	39
Obr. 6: Srovnání napadených a nenapadených olší na obou lokalitách	40
Obr. 7. Srovnání napadených a nenapadených jasanů na obou lokalitách	41
Obr. 8. Boxploty zobrazující průměrnou hodnotu defoliace včetně směrodatné odchylky u napadených (1) a nenapadených (0) jasanů	42
Obr. 9. Boxploty zobrazující průměrnou hodnotu defoliace včetně směrodatné odchylky u napadených (1) a nenapadených (0) olší	42
Obr. 10. Průměrné měsíční vlhkosti na lokalitě 1 a lokalitě 2	43
Obr. 11: Průměrné měsíční teploty na lokalitě 1 a lokalitě 2	44
Obr. 12: Napadení jasanů v jednotlivých krajích v letech 2013 - 2018, dle VÚHLM, v. v. i.	46
Obr. 13: Napadení jasanů v Ústeckém kraji v letech 2013 - 2018, dle VÚHLM, v. v. i.	47
Obr. 14: Napadení olší v krajích v letech 2013 - 2018, dle VÚHLM, v. v. i.	47
Obr. 15. Vliv výšky na napadení olše	48
Obr. 16. Vliv výšky na napadení jasan, lokalita 2	48
Obr. 17: Vliv tloušťky na napadení olše	50
Obr. 18. Vliv tloušťky na napadení jasanu, lokalita 2	51

Tab. 1: Klimatické podmínky Velemínské kotliny	30
Tab. 2: Souřadnice lokalit	33
Tab. 3: Shrnutí počtů zdravých a napadených kmenů a celkové napadení patogeny	39
Tab. 4. Výsledky párového t-testu potvrzující vliv defoliace na napadení	43
Tab. 5: Napadení jasanů a olší houbovými patogeny v letech 2013 – 2018, dle VÚHLM, v. v. i.	45.
Tab. 6: Napadení jasanů a olší houbovými patogeny v Ústeckém kraji v letech 2013 – 2018, dle VÚHLM, v. v. i.	46
Tab. 7. Výsledky stepwise model builderu (Statistica 13.5), konkrétně logistické regrese, prokazující výrazný vliv defoliace, výčetní tloušťky a druhu dřeviny na napadení jedince	52
Přílohy:	
Příloha 1: Rozpadlý jasanový porost (lokalita 1)	70
Příloha 2 :Nenapadený jasan (lokalita 2)	70
Příloha 3 : Nenapadená olše (lokalita 2)	71
Příloha 4 : Napadené olše (lokalita 2)	71

1. Úvod

V důsledku změny klimatu v posledních letech dochází k výrazné proměně prostředí. Průměrná teplota a její roční úhrny se zvyšují, stejně tak i výskyt přivalových dešťů, při nichž se většina vody nestihne vsáknout do půdy a stává se nevyužitelnou. Zároveň se pro mnoho patogenů zlepšují životní podmínky, což se projevuje častějším výskytem nepůvodních invazních organismů (PROSPERO et al., 2017). Tyto změny prostředí by v budoucnu mohly mít zásadní dopad na celá přírodní společenstva (DOBRWOLSKÁ et al., 2008). Je proto důležité zabývat se nepříznivými vlivy nepůvodních invazních organismů na místní druhy a ekologickou stabilitu místního prostředí.

Nepůvodní invazní organismus je takový organismus, který je introdukován mimo svůj přirozený areál výskytu a na novém stanovišti se uchytne, šíří a rozmnožuje se (naturalizuje se), přičemž nepříznivě působí na místní druhy nebo i celé ekosystémy (ČERNÝ et al., 2015). Introdukce organismu může být úmyslná nebo nechtěná (tzv. zavlečení). V devatenáctém a počátkem dvacátého století byla většina druhů introdukována úmyslně. Například bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), dovezený jako okrasná rostlina nebo pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*). Naopak organismy introdukované v posledních desetiletích jsou většinou organismy zavlečené. Řadíme mezi ně například rez vejmutovkovou *Cronartium ribicola* či patogeny způsobující chřadnutí jasanů, resp. odumírání olší - *Hymenoscyphus fraxineus* a *Phytophthora*

alni. Jejich výskyt, epidemické rozšíření a působení má pochopitelně hospodářský dopad. Celosvětové ztráty způsobené působením těchto organismů se odhadují na 1,4 bilionu dolarů. V rámci EU je tento odhad více než 12 mld. EUR (ČERNÝ et al., 2015). Ekologický dopad zavlečením nepůvodních organismů je daleko závažnější a náprava v některých případech může být skoro nemožná. Navíc se jejich působením snižuje biodiverzita a tím i ekologická stabilita prostředí (GHELARDINIA et al., 2016).

Mezi nejvýznamnější invazní houbové patogeny škodící v lesní hospodářství patří *P. alni*, *P. plurivora*, *H. fraxineus*, (anamorfnní stádium *Chalara fraxinea*) a *Ophiostoma novo-ulmi*. Jejich přítomnost v lesních ekosystémech je stále běžnější.

Je mnoho způsobů, kterými se patogen šíří v prostředí. Někteří využívají hmyz, (*zoochorie*) jako například *Ophiostoma novo-ulmi* - patogenní houba, která pro šíření využívá bělokaze jilmového (*Scolytus scolytus*, FABRICIUS, 1775), který na svém povrchu těla přenáší spory z jednoho jilmu na druhý, jiní se naopak rozšiřují větrem (*anemochorie*), jako například *H. fraxineus* (BAKYS et al., 2011; HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2013a; KOWALSKI et HOLDENRIEDER, 2009; TIMMERMAN et al., 2011 a další). Další významná možnost šíření je vodou v podobě rosy, deště nebo tekoucí vody. Tuto strategii využívá například *P. alni*. (ČERNÝ et al., 2010, ENDERLE et al., 2015; HAVRDOVÁ et al., 2017), která se často šíří ve formě volně unášených zoospor.

Napadení jasanů a olší uvedenými patogeny v Evropě je rozsáhlé a díky tomu dochází mj. k nežádoucí devastaci břehových porostů (ČERNÝ et al., 2016). Dle vyhlášky č. 178/2012 Sb. je břehový porost definován takto: “*Dřevinný porost rostoucí na břehu koryta vodního toku do 6 m u drobných toků, do 8 m u významných vodních toků nebo do 10 m u významných vodních toků, které jsou dopravně významnými cestami, na pobřežních pozemcích podél koryta vodního toku na vnější straně břehové čáry nebo na pozemku, na kterém leží koryto vodního toku, to se nevztahuje na pozemky určené k plnění funkcí lesa*“. Tyto

porosty významně zvyšují biodiverzitu. Kořenové systémy zpevňují břehy, zvyšují hydraulickou drsnost nivy, přispívají ke zvyšování retence vody a zároveň ke zpomalení povodňové vlny. Zastíněním hladiny se omezuje ohřívání vody a tím se významně omezuje růst řas a makrofytů (SAMEK, 2015).

Vzhledem k těmto zjištěním a poznatkům z posledních let je na místě zhodnotit situaci a zdravotní stav břehových porostů v různých částech ČR. Za tímto účelem byla vypracována předkládaná závěrečná práce, jejíž hlavním cílem je: “Posoudit vliv vybraných ekologických faktorů na biologické škody na jasaněch a olších rostoucích podél břehu Milešovského potoka“. Zdravotní stav břehových porostů byl zkoumán na dvou lokalitách. Na obou úsecích byly změřeny základní dendrometrické veličiny, posouzena defoliace a zhodnocen zdravotní stav. Navíc byly v průběhu vegetační sezóny v obou lokalitách instalovány datalogery Minikin THi pro sledování klimatických podmínek, a to teploty a vlhkosti. Následně byla získaná data zpracována v prostředí MS Office a Statistica a výsledky byly diskutovány s dosud publikovanými poznatky.

2. Úvod do problematiky

2. 1. Jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior* L.)

Jasan ztepilý je listnatá dřevina, která se běžně vyskytuje v celé Evropě a severozápadní Asii. Podíl jasanu na dřevinné skladbě v ČR je 1,4 %. Samotné jasanové porosty se rozkládají na ploše 36 507 ha (datový podklad ÚHÚL, 2018). Nejvíce je zastoupený v přírodních lesních oblastech (PLO) České středohoří, Polabí, Hornomoravský úval, Jihomoravské úvaly Podbeskydská pahorkatina a Doupovské hory (NAVRÁTIL et al., 2008). Vzhledem ke značné ekologické plasticitě a jeho snadnému šíření je nejvýznamnější dřevinou rostoucí mimo les. Jasan je tolerantní k vysoké hladině podzemních vod a díky stabilizačním schopnostem je jeho přítomnost v břehových porostech nezastupitelná. Je odolný vůči environmentálnímu stresu, proto se často vysazuje do větrolamů, stromořadí a remízů. Jasan ztepilý má dvě těžiště výskytu. První se nachází v lužních lesích 1. lesního vegetačního stupně. Zde společně s jilmem vaz (*Ulmus laevis*), dubem letním (*Quercus robur*) a olší lepkavou (*Alnus glutinosa*) tvoří tvrdý luh. Je to lužní ekotyp jasanu. Druhé těžiště výskytu je v suťových lesích a v horských a podhorských oblastech (SPOHNOVI, 2008), kde roste suťový ekotyp (UHLÍŘOVÁ et al., 2004). Ekologické vlastnosti a vysoká ekonomická hodnota dřeva řadí jasan mezi významné a cenné dřeviny.

2. 2. Olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) (L.) Gaertn.

Olše lepkavá se vyskytuje v celé Evropě. Jižní hranice areálu zasahuje do severní Afriky. Na východě se pak vyskytuje po Kavkaz. Na území ČR roste od nížin po nižší horské polohy (HORÁČEK et al., 2007).

Často mnohokmenná dřevina průměrnou výškou kolem 25 metrů, která se mění s typem stanoviště. Nejintenzívnější růst probíhá v mladém věku. Za prvních 25 let života je schopna dorůst polovinu své konečné výšky (CLAESSENS et al., 2010).

Olše je světlomilná dřevina, které vyhovují vlhčí a chladnější typy stanoviště. Nejčastěji se olšová výsadba využívá podél vodních toků, kde mimo jiné svými kořeny významně pomáhá ke zpevňování břehových linií. To zajišťuje systém dvou typů kořenů. Hlavní kořenové větve jsou silnější a dorůstají větších délek, ale jejich hustota je poměrně řídká. Druhý typ kořenového systému je tvořen krátkými tenčími kořeny, které tvoří hustou spleť.

Olši nelze v lesním hospodářství pokládat za klíčovou dřevinu. Celkové zastoupení v lesních porostech České republiky je 1,6 % (datový podklad ÚHÚL, 2018). V břehových porostech však bývá výskyt olše často mnohonásobně vyšší. Například zastoupení olše v břehových porostech povodí Vltavy je přibližně 42 % (ČERNÝ, 2013). Specifický význam olše spočívá ve skutečnosti, že není mnoho dřevin, které by mohly olši na stanovištích s nadbytkem vody nahradit ve funkci zpevňování břehů.

2. 3. Choroby a škůdci jasanu a olše

Jasan je z dlouhodobého hlediska považován za relativně bezproblémovou dřevinu. Z patogenů vyskytujících se na jasanech je možné uvést rod *Phytophthora*, *Verticillium*, padlí jasanové (*Phyllactinia fraxini*), rážovka

(*Nectria galligena*), rezavec štětinatý (*Inonotus hispidus*), václavky (*Armillaria cepistipes*, *A. gallica*). Z hmyzích škůdců byl na jasaněch potvrzen, lýkohub jasanový (*Hylesinus crenatus*) nebo dutilka jasanová (*Prociophilus bumeliae*) (GREGOROVÁ et al., 2006; THOMAS 2016; PEŠKOVÁ et ČÍŽKOVÁ, 2015). V posledních 10 až 15 letech došlo k zásadní změně zdravotního stavu jasanových porostů. Hlavní příčinu představuje patogen způsobující nekrózu jasanu (*H. fraxineus*), který v posledním desetiletí zasáhl celou Evropu a značně tak omezil jeho využití především v břehových porostech, ale i v lesnictví (HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2013b).

Olšové porosty bývají často napadány rezavcem lesknatým (*Inonotus radiatus*). Nejvíce jsou touto dřevokaznou houbou ohroženy stromy rostoucí podél vodotečí. Rezavec způsobuje intenzivní bílou hnilobu (PEŠKOVÁ et ČÍŽKOVÁ, 2015). Kmeny ztrácejí pevnost a snadno tím dochází k polomům. V posledních letech jsou však olšové břehové porosty nejvíce napadány plísní olšovou (*P. alni*) (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010), která způsobuje rozpad těchto porostů a jedná se o celosvětově nejvýznamnější patogen olší.

2. 4. Nekróza jasanu (*Hymenoscyphus fraxineus* V. Queloz, C.R. GRÜNDIG, R. Brendt, T. Kowalski, T.N. Sieber et O. Holdenrieder), (anamorfa *Chalara fraxinea* T. Kowalski)

Jedná se o mikroskopický houbový organismus, tloušťka hyf se pohybuje v rozmezí 1,2-3,0 μm , který byl v roce 2001 identifikován a v roce 2006 popsán jako *Chalara fraxinea* KOWALSKI (KOWALSKI, 2006). Patří mezi houby vřeckovýtrusné (*Ascomycota*), třídy Sordariomycetes, řádu vřeckovičkotvarých (*Microascales*). Morfologicky je velmi podobný *Hymenoscyphus albidus* (voskovička bělavá), který je v Evropě druhem původním (KOWALSKI et HOLDENRIEDER, 2009). Následný výzkum prokázal, že se liší jen v některých

molekulárních charakteristikách. Pohlavní stádium bylo označeno jako *H. pseudoalbidus* QUELOZ, GRÜNDIG, BERNDT, T. KOWALSKI, T. N. SIEBER and HOLDENRIEDER (QUELOZ et al., 2011). Po té bylo zavedeno jednotné jméno *H. fraxineus* (T. KOWALSKI) BARAL, QUELOZ, HOSOYA, com. Nov. (BARAL et al., 2014).

Před více než 80 lety byl v Japonsku na opadu jasanu mandžuského (*Fraxinus mandshurica*) popsán druh *Lambertella albida*. (ZHAO et al., 2012).

Následným porovnáním japonského a evropského druhu byla prokázána totožnost obou druhů. To nasvědčuje, že patogen *H. fraxineus* byl do Evropy zavlečen z dálného východu, patrně na sazenicích jasanu mandžuského hlavně do Polska a Pobaltí (ZHAO et al., 2012), kde je také poškození jasanových porostů nejrozsáhlejší (ZACHARA et al., 2007). Současná situace je zde již označována za post-epidemickou fázi vývoje (LYGIS et al., 2015). Odtud se onemocnění rozšířilo směrem na jihozápad a kromě okrajových států, např. Španělsko, se vyskytuje na celém území Evropy. Studium herbářových položek byl výskyt v Evropě prokázán již před více než 30 lety ve Švýcarsku (QUELOZ et al., 2011). Potvrzení výskytu na území ČR bylo provedeno v roce 2007 úspěšnou izolací *H. fraxineus* v arboretu Křtiny (JANKOVSKÝ et HOLDENRIEDER, 2009). Další izolace byla následně provedena na jižní Moravě, Vysočině, severní Moravě a v Čechách, ale symptomy jsou však popisovány na celém území republiky (HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2017). V jižních Čechách jsou porosty v nejlepším zdravotním stavu, ale jen proto, že šíření patogenu probíhá ze severu na jihozápad. I zde již lze sledovat typické poškození porostů (JANKOVSKÝ et HOLDENRIEDER 2009).

Výskyt *H. fraxineus* byl v České republice potvrzen u všech věkových kategorií a na všech typech stanovišť, kde se jasanů vyskytují. Jsou postiženy lužní porosty, jasanové olšiny, břehové porosty, ale i solitérní jedinci či roztroušená výsadba v krajině bez ohledu na nadmořskou výšku (KOUKOL et HAVRDOVÁ, 2014). Výzkumy (HAVRDOVÁ et al. 2017) ukazují, že onemocnění bylo

pozitivně ovlivněno absolutní výškovou bonitou (AVB), zakmeněním, teplotou, přítomností vodního toku a jeho šířkou, vertikální terénní heterogenitou; negativně ho ovlivňovala střední výška, lesní vegetační stupně (LVS) a vzdálenost mezi nejbližšími jasanovými porosty. Z celkového počtu 1169 zkoumaných porostů jich bylo poškozeno 945. Rovněž bylo potvrzeno, že pokud jasan rostl ve směsi s dubem letním, rozsah onemocnění byl nejvyšší. Naopak v přítomnosti *Acer* spp. a *Abies* spp. byl rozsah nejnižší. Toto zjištění potvrzuje důležitý vztah mezi rozsahem onemocnění a dřevinou skladbou. Dále byly stanoveny faktory ovlivňující rozsah onemocnění v jednotlivých ekologických řadách. Posouzením všech ovlivňujících faktorů se ukázalo, že na rozsah onemocnění má výrazný vliv environmentální a stanovištní charakteristika. Na základě toho je možno vyvinout účinné strategie v lesním hospodářství, které by tuto epidemii ve střední Evropě částečně omezily (HAVRDOVÁ et al., 2017).

Patogen primárně napadá listy a následně řapíky, kde probíhá jeho celý životní cyklus. Listy jsou infikovány v průběhu července a srpna askosporami-pohlavního teleomorfního stádia (KIRISITS, 2009; KOWALSKI et HOLDENRIEDER 2009; TIMMERMANN et al., 2011). Nejintenzívnější uvolňování askospor probíhá v ranních hodinách (TIMMERMANN et al., 2011). Jsou unášeny větrem do vzdálenosti až několik kilometrů. Množství spor a tím i infekční tlak je závislý na vzdálenosti od zdroje (CHANDELIER et al., 2014). Po dopadu askospory dochází k vyklíčení a průniku hyfy do pletiv hostitele (GROSS et al., 2012; CLEARY et al., 2013a). Vlivem rozrůstání mycelia dochází k postupné nekrotizaci pletiva, čímž může nastat předčasný opad listí, který je patrný v období od srpna do poloviny října. V této fázi jde již o nepohlavní (anamorfni) stádium. Po proniknutí hyf do buněk dochází k rozrůstání mycelia (GROSS et al., 2012; KOUKOL et HAVRDOVÁ, 2014) a způsobuje na listech četné hnědavé léze. Ty se rychle zvětšují, postupují podél žilnatiny, až dojde k jejich splynutí. Mycelium proroste řapíkem, přeruší vodivá pletiva do listu nebo jeho části nad místem infekce. Listy nad nekrotizací mohou rychle usychat a dochází k jejich

opadu. Pokud je intenzita infekce vysoká, může dojít až k úplné defoliaci napadeného jedince (BAKYS et al., 2009a). Přes větveno a řapík mycelium prorůstá dále do výhonu. Nebo se patogen dostane přímo do řapíku lenticelami nebo po poranění savým hmyzem (HUSSON et al., 2012). Obdobně může docházet k napadení plodů jasanu (CLEARY et al., 2013b). První příznaky napadení listu lze pozorovat asi dva týdny po objevení zralých plodnic (CLEARY et al., 2013b; GROSS et al., 2014). K odumření či opadu dochází cca za 14 dní od vzniku prvních skvrn (GROSS et al., 2014). V našich klimatických podmínkách se typické symptomy napadení začínají objevovat od druhé poloviny července do poloviny října (HAVRDOVÁ et al., 2013). Někdy dochází k opadu listů i bez viditelné přítomnosti nekrotizace (GROSS et al., 2014). Jde pravděpodobně o obrannou reakci hostitele na přítomnost houby. Tento mechanismus však zatím nebyl podrobně prozkoumán. Každý genotyp jasanu je jinak citlivý na nakažení, citlivost se ale nedá posuzovat podle míry a doby opadu, protože předčasná defoliace a její intenzita je významně ovlivňována také množstvím asimilátů a zásob vytvořených jasanem. Obecně lze tvrdit, že dříve rašící genotypy jsou nekrotizací méně poškozovány, ale na druhou stranu jim hrozí vyšší riziko poškození pozdními mrazy (MCKINEY et al., 2014).

Před opadem dochází k proniknutí mycelia do výhonu přes listovou stopu, dále mycelium prorůstá do dřevní části, kde působí tmavošedé či červenohnědé zbarvení. Jeho podélné šíření je oproti radiálnímu (k povrchu) daleko intenzivnější. Proto dřevní část výhonu bývá více nekrotizovaná než viditelná povrchová pletiva (SCHMACHER et al., 2010; BENGSTON et al., 2014). Na povrchových pletivech se infekce projevuje tvorbou lézí, které se nejčastěji tvoří v místě nasazení letošních letorostů. Nekrotizace výhonů způsobuje jejich odumírání a je často provázena šedým či hnědým zbarvením dřeva, jedná se zpravidla o jednoleté letorosty. Pod odumřelými výhony se začnou vytvářet kmenové výmladky. Pokud je infekční tlak houby velký, dochází k odumírání velkého množství výhonů. Nejčastěji je to pozorováno na podzim, zelené listy

náhle zasychají a zůstávají viset na stromě. Později začnou odumírat i kosterní větve, což vede k poškození celého stromu. Napadený jedinec se pokouší o rychlou obnovu a začne vytvářet proventivní výhony a vznikem shlukovitého olistění, které se tvoří pod odumřelým výhonem či větví (Obr. 1). Tento způsob olistění je pro onemocnění *H. fraxineus* typické. Pokud se infekce úspěšně šíří, odumřelé větve přibývají a může dojít až k odumření napadeného jedince. Dalším typickým symptomem je výskyt bělavých, stopkatě mističkovitých plodnic (*Apothecia*), které se vyskytují na loňském opadu.



Obr. 1. Typické shlukovité olistění napadeného jasanu

Přezimování patogenu probíhá v odumřelé listové žilnatině a řapících. Apothecia se tvoří na pseudosklerociích od poloviny června. Dostatečný počet vyvinutých plodnic je důležitý pro úspěšný průběh infekce. Vývoj plodnic je přímo závislý na klimatických podmínkách, zejména na vlhkosti prostředí

(DVOŘÁK et al., 2015). To znamená, že pokud není na lokalitě vhodné mikroklima, infekce nemusí vůbec proběhnout (SKOVSGAARD et al., 2017). KIRISITS (2015) uvádí, že se plodnice mohou tvořit opakovaně až na pět let starém opadu. Z toho vyplývá závislost na množství opadlého infikovaného materiálu a na početnosti populace patogenu. Na jednom řapíku se mohou vytvořit až desítky plodnic, ve kterých jsou protáhlá kyjovitá vřecka s 8 hyalinními tenkostěnnými jednobuněčnými askosporami a ty obsahují jednu nebo dvě olejové krůpěje (PEŠKOVÁ et ČÍŽKOVÁ, 2015; GROSS et al., 2014). K pohlavnímu rozmnožování *H. fraxineus* je potřeba, aby byla přítomna dvě mycelia s odlišným párovacím typem. Tyto typy lze chápat jako různá pohlaví u jiných skupin organismů. Morfologie obou těchto mycelií není nijak rozdílná. Při pohlavním rozmnožování vřeckovýtrusných hub je samičí gametogium (askogon) oplozen samčím gametogiem (hyfa) nebo nepohyblivou gametou (spermacie). Na odumřelém řapíku se musí vytvořit fialidy *C. fraxinea* produkující konidie (spermacie) a na tom samém řapíku se musí vyskytovat i mycelium, které je spermaciemi oplozeno; to znamená, že k pohlavnímu rozmnožování může docházet i bez nutnosti rozšiřování spermacií na větší vzdálenosti. Tento způsob efektivně eliminuje nebezpečí nenalezení vhodného mycelia s odlišným párovacím typem. Z tohoto spojení se v příštím roce vytvoří výše zmíněná aphotecia. Spermacie a askogony se v populaci vyskytují takřka ve stejné četnosti.

Vhledem k rychlosti a způsobu šíření patogenu, je málo pravděpodobné, že by postupu epidemie zabránila fyto-sanitární opatření (QUELOZ et al., 2011). Existují možná opatření, která pravděpodobně mohou zmírnit potenciální škody a budoucí dopad onemocnění. V dospělých porostech je možné vyhledávat a následně křížit a šlechtit odolné genotypy jasanu (PEŠKOVÁ et ČÍŽKOVÁ, 2015) dodržováním následujících zásad:

- Při výsadbě používat zdravý materiál.
- Omezit výsadbu v místech výskytu onemocnění.

- Omezit výsadbu na lokalitách favorizující patogen, tj. lokality s vlhčím mikroklimatem.
- Jasan používat pouze jako dřevinu vtroušenou nikoliv jako hlavní (HAVRDOVÁ et al., 2013a).
- Ve školkařských provozech by měla probíhat přísná kontrola přijímaných sazenic.
- Neumísťovat sadební plochy v oblastech s trvalými zdroji infekce.
- Pěstovat sazenice jasanu na menších plochách, od sebe vzdálenějších a plochy střídat.

Ošetření školkařského materiálu lze provádět zejména fungicidními přípravky. V rámci projektu MZe NAZV QJ220218 (Vývoj efektivních opatření eliminující dopad invaze *C. fraxinea* v lesním školkařství a navazujících aspektech lesního a vodního hospodářství) byl proveden výzkum citlivosti *H. fraxineus* na fungicidy. Celkem bylo testováno 26 přípravků. Tři z nich byly vícesložkové, u nich nebylo možno zjistit míru účinnosti jednotlivých složek. Jako vysoce účinné se ukázaly být přípravky z chemických skupin: strobilurinové fungicidy, triazoly, dithiokarbamáty, guanidiny, anilinopyrimidiny a anorganické fungicidy (HRABĚTOVÁ et al., 2016). V zahraničí byly též testovány fungicidy, které by se daly použít proti *H. fraxineus* (DAL MASO et al., 2014; HAUPTMAN et al., 2015). Bylo však použito pouze (6-8) přípravků. Proto byla shoda jen v několika případech. DAL MASO et al., (2014) potvrdil nejvyšší účinnost u triazolů. K dosažení maximální účinnosti chemického přípravku je důležité správné načasování postřiků. V případě, že jsou mladé stromky již olistěné, je potřeba sledovat průběh počasí a možný výskyt plodniček na blízkém, ale i vzdálenějším opadu. Vyšší vlhkost je předpoklad pro tvorbu, vývoj a dozrávání plodnic. Jakmile se objeví plodnice, je třeba provést preventivní ošetření porostu např. trifloxystrobinem. Pokud příznivé počasí pokračuje, je třeba postřik opakovat každých 14 dní. Je vhodné strobilurinové postřiky střídat s jinými skupinami fungicidů, aby nedocházelo k vytvoření rezistence patogenu. Pokud

se již na listech začnou objevovat známky infekce, je vhodné použít tebuconazole, tento fungicid je preventivně i kurativně účinný. Při nedostatečné vlhkosti, nebývá ošetření většinou potřeba. Plodnice nemají vhodné podmínky pro svůj úspěšný vývoj a brzy zasychají (HRABĚTOVÁ et al., 2016).

Chemické ošetření dospělých porostů formou pravidelných postřiků je nereálné jak z hlediska ekonomického a technického, tak i ekologického, neboť velká část se jich nachází u vodních zdrojů. Řešení problematiky napadení vzrostlého porostu je nahrazení porostu jinou stanovištně vhodnou dřevinou (ČERNÝ, 2008). Jsou však porosty, kde je hledání možné náhrady jiné dřeviny velmi obtížné. Příkladem jsou například luhy a břehové porosty, ve kterých by se zdála jako ideální náhrada např. olše, ale ta je napadána dalším invazním patogenem *P. alni*. Další možností je náhrada jasanem úzkolistým (*Fraxinus angustifolia*) (FA), u kterého byla zjištěna daleko větší odolnost vůči *H. fraxineus* (HAVRDOVÁ et al., 2016).

Další možností je používání biologických preparátů. Zatím však nebyl nalezen takový druh endofytu, který by úspěšně potlačoval rozvoj patogenu. Byly testovány antagonistické reakce endofytů izolovaných z jasanových výhonů. Do výluhu z jasanových výhonů byla přidána mikrokrytalická celulóza, jako zdroj uhlíku. Pro test byly použity dva kmeny *H. fraxineus* s 31 endofyty z letního období a 18 endofyty z období zimního. Nejsilnější inhibiční účinky měly tyto druhy: *Botrytis cynerea*, *Phoma macrostoma* var. *Incolorata* 2, *Alternaria alternata*, *Bjerkandera adusta*, *Gibberella avenacea*, *Apiognomonina errabunda* a *Chaetomium globosum*. Nejlepší inhibiční vlastnost byla prokázána u rychle rostoucích druhů, vyskytujících se v největší míře v letních měsících. V létě by mohly proti *H. fraxineus* působit synergicky. Další možnost využití endofytů je jejich přechodu do patogenní formy a k tomu využít oslabená pletiva a tím eliminovat původní nekrózu. Je velký předpoklad, že strom se původním patogenem dokáže ubránit. *H. fraxineus* je však silně kompetiční, proto je možné, že výsledná interakce bude neutrální (HAŇÁČKOVÁ et al., 2017).

2. 5. Plíseň olšová (*Phytophthora alni* Brasier et S.A. Kirk)

Jedná se nepůvodní invazní patogen, který způsobuje fytoftorové hniloby kořenů krčků olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), olše šedé (*Alnus incana*) a olše srdčité (*Alnus cordata*) a jejich následné hromadné chřadnutí. V ČR byl pozorován zatím pouze na olši lepkavé a šedé (ČERNÝ et al., 2008; ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010). Momentálně je to nejvýznamnější patogen napadající tyto dřeviny.

Na území České republiky se vyskytují dva poddruhy: *P. alni* subsp. *Alni* (Paa) a *P. alni* subsp. *uniformis* (Pau). Výskyt poddruhu *P. alni* subsp. *multiformis* (Pam) nebyl v ČR prokázán. Nejvíce patogenní je taxon Paa, který vznikl hybridizací ostatních dvou taxonů, Pau a Pam. Pravděpodobně k tomu došlo v místě překryvu jejich areálů. Tedy v oblasti od Anglie přes Belgie až po Německo (BRASIER et al., 2004; DEMARLIER et al., 2005; IOOS et al., 2005; JUNG et al., 2018). Těžiště výskytu poddruhu Paa je soustředěno na západní část našeho území. Postiženo je hlavně povodí Ohře, Vltavy, Lužnice, a Labe. Četnost jeho výskytu klesá směrem na východ, kde jsou např. postižena povodí Sázavy, Jihlavy, Moravské Dyje a Moravy. Na celkové populaci se podílí 88 % (ŠTĚPÁNKOVÁ et al., 2013), což se shoduje se situací v Evropě, kde Paa tvoří 89 % z celkové populace (BRASIER et al., 2004). Poddruh Pau se vyskytuje ostrůvkovitě a je poměrně vzácný (ČERNÝ, 2013).

Poprvé byl patogen popsán v roce 1993 jako „alder-*Phytophthora*“ (BRASIER et al., 1995) a až po detailnějším prozkoumání byl přejmenován na *P. alni* (BRASIER et al., 2004). Izolace *P. alni* v České republice se uskutečnila v roce 2001, ale lze předpokládat, že se zde vyskytoval dříve. Již v osmdesátých a devadesátých letech bylo Jančaříkem pozorováno výraznější odumírání olší v jižních Čechách (JANČAŘÍK, 1993), které bylo velmi pravděpodobně způsobeno tímto patogenem. Poškození bylo pouze lokální a tím unikalo pozornosti nebo bylo připisováno jiným příčinám. Rovněž je možné, že tato poškození mohla způsobovat *P.a.uniformis* (ŠTĚPÁNKOVÁ et al., 2013). Po

povodních v roce 2002 však došlo k rychlému odumírání olší, především v západních Čechách později na Vysočině i na Moravě. Poškozeny byly tisíce kilometrů břehových porostů jak na malých tocích (do šířky 1 m), tak i podél velkých řek či vodních nádrží (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010; JUNG et BLASCHKE, 2004).

Pohlavní orgány se tvoří na hyfách (gametangia). Samičí pohlavní útvary jsou kulovitá, terminální ornamentovaná oogonia o průměru 28-55 μm . Samčí pohlavní útvary jsou vakovitá dvoubuněčná antheridia. U Paa nedozrává až 60 % pohlavních orgánů, to způsobuje pravděpodobně meotická nepravidelnost. Na myceliu se vytvářejí zoosporangia (38-65 μm x 25-41 μm). Každé z nich pak produkuje několik desítek zoospor. Zoospory se pomocí dvou bičíků aktivně pohybují ve vodním prostředí a chemotakticky vyhledávají vhodná pletiva hostitele, která následně napadají (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010). Aktivita patogenu je závislá na teplotě. Teplota příznivá pro vývoj patogenu bývá od konce jara až do první poloviny podzimu, s vrcholem na konci léta, kdy jsou optimální teploty 23-25 $^{\circ}\text{C}$. Pokud jsou teploty nízké, jsou aktivity patogenu utlumeny na minimum a jeho výskyt se omezuje pouze na již napadená pletiva. Takto je schopen přežít i poměrně nízké teploty (-5 až - 7,5 $^{\circ}\text{C}$). Pokud jsou však teploty nižší, frekvence přežití patogenu v pletivech rapidně klesá (ČERNÝ et al., 2013). V prostředí patogen přežívá ve formě plovoucích zoospor nebo aktivního mycelia.

Zatím jediný prokázaný způsob šíření patogenu je vodou. Nejčastěji je to ve formě zoospor nebo myceliem infikovaným materiálem, který je unášen proudem vodního toku nebo splachy z výše situovaných postižených lokalit. Do lesních školek je možno patogen zavléct kontaminovanou vodou ve formě zálivky nebo již infikovanými sazenicemi (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010; JUNG et BLASCHKE, 2004).

Podstata ochrany břehových porostů je ve vyhledávání a odstraňování napadených jedinců. Kácení a odklizení infikovaných stromů by mělo probíhat

v době nejmenší aktivity patogenu, to znamená v nechladnějších měsících, ale i tato opatření mají poměrně krátkodobý efekt. Nejvyšší infekční tlak bývá na dolním úseku toku. Z pohledu vzdálenosti od břehu je nevyšší infekční tlak do 8 metrů od břehu (GIBBS et al., 1999). Zde je nutné zásah po dvou až třech letech opakovat. Břehové porosty je potřeba osazovat zcela zdravým sadebním materiálem, ale v lokalitách napadených *P. alni* je výsadba olší zcela zbytečná, neboť během krátké doby dochází k infikaci nových sazenic.

V lesních školkách je nejdůležitější preventivní opatření v podobě používání zdravého sadebního materiálu, používání vhodného vodního zdroje k závlivce (popřípadě dezinfekce vody), pěstování sazenic na více menších plochách a měnit sortiment. Pokud se infekce do školky dostane, je možné použít fungicidní prostředky např. na bázi metalaxylu, fosetyl-Al nebo dimetomorfu.

První symptomy, které se začnou objevovat na hostiteli po napadení patogenem, jsou nekrózy silných i drobných kořenů a léze krčků. Nejsou však na první pohled viditelné, neboť se nachází pod vodou nebo v půdě. Proto se přítomnost onemocnění odhaluje velmi obtížně. Šířením patogenu vodivými pletivy a spodními vrstvami kůry dochází k postupnému prorůstání do pletiv kmene a vytvářením rudohnědě zbarvené nekrózy, které mají typický klínovitý nebo jazykovitý tvar. Při vhodných klimatických podmínkách se mohou prodloužit až o několik desítek cm za rok (obvykle 0,5-1m) a rozšířit o 20-30 cm (ČERNÝ et al., 2008). Typický symptom nekrotizace pletiv je tvorba exsudátů (Obr. 2). Jsou charakteristicky rezavé, červené až černé. Postupem času dochází k jejich omývání srážkami, zůstávají po nich matné skvrny. Pokud je kůra silná, nemusí se exsudát vůbec objevit nebo se objeví jen v hlubokých prasklinách. Tvorba exsudátů probíhá od poloviny srpna až do listopadu. Jazykovité nekrózy a s nimi spojená tvorba exsudátů, jsou jedinými relativně spolehlivými symptomy, které potvrzují přítomnost *P. alni* (ČERNÝ et al., 2008). Poškození kořenů a krčku se začíná projevovat symptomy v koruně až po déle trvající infekci, kdy omezením transportu živin dochází k chlorotizaci (nedostatečná syntéza

chlorofylu pro nedostatek dusíku) projevující se změnou zbarvení listů. Změna barvy listu (zesvětlení/žloutnutí) je na první pohled zřejmá při porovnání s nenapadenými jedinci. Výraznější bývá u mladších jedinců, neboť mají omezenou kořenovou soustavu. Zmenšování listových ploch a redukce kořenového systému bývá často způsobena jinými příčinami a nebývá bezprostředním projevem akutního napadení. Pokud infekce trvá, dochází k odumírání periferních částí koruny. Kosterní větve ztrácí listy a vytváří se shlukovité olistění a mohou se tvořit vlky. Pokračující infekce vede k vysokému stupni defoliace (silně prořídlá koruna). Nakonec dochází k odumření celého stromu. Pokud ovšem odumře patogen, dochází k částečné regeneraci napadeného jedince a kolem nekrózy se tvoří kalus (identifikovatelný hladkým povrchem oproti hrubé okolní kůře). V místě poškození se často začnou objevovat adventivní kořeny nebo větve nebo se vytvoří sekundární korunu, která je soustředěna kolem kmene. Její objem bývá 20-50 % z původního objemu. Funkce přeživšího jedince jsou poměrně omezené a hrozí riziko sekundární infekce. Tito jedinci bývají často napadáni ranovými parazity (např. klanolístka obecná-*Schizophyllum commune*) nebo jinými dřevokaznými houbami (např. rezavec lesknavý-*Inonotus radiatus*). Pokud olše odumře, často dochází k obnovování stromu formou obrůstání pařezů (vytváření pařeziny. Tento způsob obnovy je pokládán za nevhodný z důvodu vysoké pravděpodobnosti nákazy nově vzniklých jedinců.



Obr. 2. Exsudát na olši. (Foto autor).

2.6. České středohoří

České Středohoří vzniklo v třetihorách sopečnou činností. Vzniklá oblast byla původně zarovnána v denudační plošinu, která byla na konci třetihor vlivem tektonických pohybů rozlámána na kry a ty byly nestejněmzně vyzdviženy. Následná eroze a odnos sedimentárního obalu byly příčinou vzniku velmi členitému území.

České středohoří patří k jednomu z pěti geomorfologických celků Podkrušnohorské oblasti (III B - 1 Chebská pánev, III B - 2 Sokolovská pánev, III B - 3 Mostecká pánev, III B - 4 Doupovské hory, III B - 5 České středohoří). Dělí se na dva podcelky, Milešovské a Verneřické středohoří. Podcelky se dále dělí na okrsky. Pro tuto práci je důležitý okrsek zvaný „Velemínská kotlina“,

který je součástí Milešovského středohoří. Dle E.QUITA (1971) tato část náleží do klimatické oblasti M 11, která se vyznačuje klimatickými podmínkami uvedenými v Tab. 1.

Tab. 1. Klimatické podmínky Velemínské kotliny

Charakteristika	M11
počet letních dnů	40-50
počet dnů s prům. teplotou 10 °C a více	140-160
počet mrazových dnů	110-130
počet ledových dnů	30-40
průměrná teplota v lednu	(-2,-3)
průměrná teplota v červenci	17-18
průměrná teplota v dubnu	7,8
průměrná teplota v říjnu	7,8
průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	90-100
srážkový úhrn ve vegetačním období	350-400
srážkový úhrn v zimním období	200-250
počet dnů se sněhovou pokrývkou	50-60
počet dnů zamračených	120-150
počet dnů jasných	40-50

Polohy do 500 m n. m. lze považovat za hranici 2. LVS a 3. LVS.

Různé stanovištní podmínky a pestrost biotopů jsou důvodem velké rozmanitosti flóry v Milešovském středohoří. Lesní druhy jsou většinou zastoupeny středoevropskými druhy jako například: jaterník trojlaločný (*Hepatica nobilis*) a pižmovka obecná (*Adoxa moschatellina*), včetně podhorských prvků jako jsou věsenka nachová (*Prenanthes purpurea*), prvosenka vyšší (*Primula elatior*), kakost lesní (*Geranium sylvaticum*) a j.

Nelesní kontinentální flora je zastoupena např:

- A) kontinentálními druhy, jako je například kavyl Ivanův (*Stipa joannis*), kavyl chlupatý (*Stipa dasyphylla*), kavyl olysalý (*Stipa glabrata*), ovsíř stepní (*Helictotrichon desertorum*), violka obojaká (*Viola ambigua*), koniklec otevřený (*Pulsatilla patens*), hlaváček jarní (*Adonanthe*

vernalis), kozinec dánský (*Astragalus danicus*), kozinec rakouský (*Astragalus austriacus*) a ostřice stepní (*Carex supina*).

B) západním migrantem, který je zastoupen bělozářkou liliovitou (*Anthericum liliago*) a čičorkou pochvatou (*Coronilla vaginalis*).

C) perialpidskou až dealpidskou flórou, kterou reprezentují např. prorostlík dlouholistý (*Bupleurum longifolium*), hvozdík sivý (*Dianthus gratianopolitanus*), pěchava vápnomilná (*Sesleria albicans*), lomikámen latnatý (*Saxifraga paniculata*) a hladýš širolistý (*Laserpitium latifolium*).

D) subatlantsky laděnými druhy, které jsou vzácné a jsou zastoupeny např. hvozdíkem křovištním (*Dianthus seguieri*), smilkou tuhou (*Nardus stricta*) a metličkou křivolakou (*Avenella flexuosa*).

Milešovské středohoří se odlišuje od Verneřického středohoří podstatným zastoupením xerothermní vegetace a menším podílem montánních druhů. Je zde vyšší výskyt lípy velkolisté (*Tilia platyphyllos* Scop). V rámci ČR je jen z Milešovského středohoří popisována asociace *Tilio platyphylli-Fagetum*, která je v typologickém systému ÚHÚL, podchycena jako lipové javořiny (3J), habrové javořiny (1J) a lipodubové bučiny (3A).

3. Metodika

3.1. Výběr lokalit

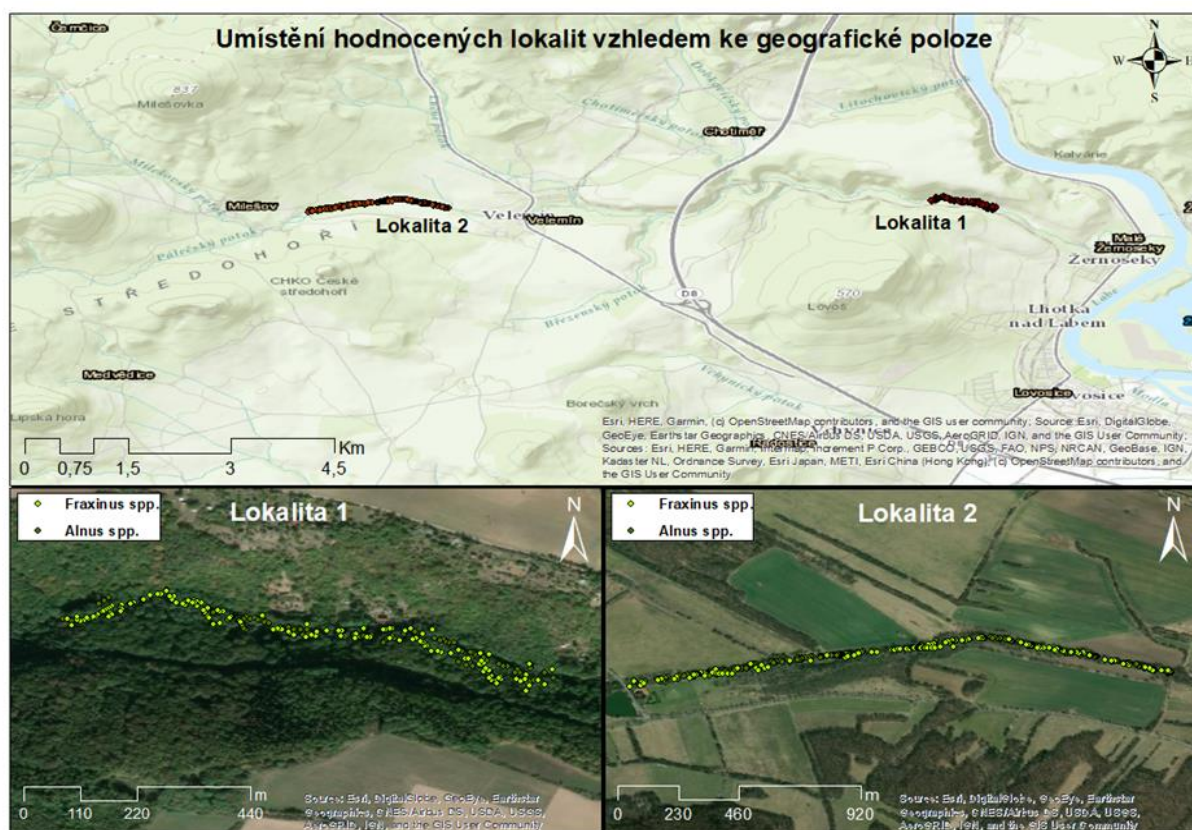
Hlavní snahou při zakládání výzkumných ploch výběru bylo vybrat lokality zohledňující co nejpestřejší škálu faktorů pro jejich možné porovnání z hlediska vzájemné interakce, jako je nadmořská výška, teplota, vlhkost a geografická poloha. Stěžejním kritériem byl dostatečný počet životaschopných jedinců obou taxonů. Celkem byly vybrány 2 lokality v přírodní lesní oblasti č. 5 - CHKO České středohoří, a to v podoblasti 5a - Milešovské středohoří, konkrétně ve Velemínské kotlině. Jednalo se o pásma břehového porostu podél Milešovského potoka, jejichž začátek a konec byl vymezen na obou koncích mostky přes tok a šířka byla 6 m na každou stranu od okraje toku. Přesná poloha hodnocených lokalit je znázorněna v Tab. 2 a jejich umístění vzhledem ke geografické poloze je znázorněno na Obr. 3.

3.2. Lokalita 1

Lokalita 1 se nachází v katastrálním území (dále jen KÚ) Malé Žernoseky 69589. Délka lokality je 720 metrů. Lokalita je lesnický obhospodařovaná a náleží do hospodářského celku (dále jen LHC) Litoměřice, oddělení 262, dílec 11b. Typologicky je porost na této lokalitě označen jako lesní typ 3L. Toto označení se používá pro jasanové olšiny, vyskytující se na glejích v okolí vodotečí. S tímto označením koresponduje i zařazení porostu do cílového hospodářského souboru (dále jen LHC) 29, což je označení pro CHS olšových stanovišť na podmáčených půdách. Nejvíce je zde zastoupený jasan ztepilý a olše lepkavá. Vtroušeně se zde vyskytuje javor mléč.

Tab. 2. Souřadnice lokalit

Lokalita 1	Y	X	m n.m.	Lokalita 2	y	x	m n.m.
Začátek	50,539	14,039	226	Začátek	50,539	13,967	355
Konec	50,54	14,03	255	Konec	50,553	13,949	377



Obr. 3. Umístění obou lokalit vzhledem ke geografické poloze

3.3. Lokalita 2

Lokalita 2, se nachází se v KÚ Velemín 565849. Skládá se z několika parcel, které jsou na katastru nemovitostí vedeny jako trvalý travní porost. Délka lokality je 1350 metrů. Hlavní zastoupení dřevin zde má olše a jasan s příměsí javoru mléče, javoru babyky, vrby bílé a topolu osiky.

3.4. Terénní práce

Metodika terénních prací vychází z metodických postupů uvedených v předchozích pracích (ČERNÝ et al., 2016, HAVRDOVÁ et al., 2013, 2016).

Pro začátek hodnocení jasanů byla zvolena druhá polovina srpna roku 2019, především z důvodu patrných projevů infekce, které jsou v tomto období nejintenzivnější a je možné dobře poznat napadený strom a vyhodnotit míru defoliace způsobené patogenem. Posuzovány byly oba břehy a každý jedinec byl hodnocen individuálně. Získaná data byla zapsána do zápisového formuláře. Pokud se jednalo o vícekmene a rozdělení kmene bylo pod výškou 1,3 m od paty, byl každý kmen měřen zvlášť a do zápisového formuláře bylo zapsané číslo stromu a k němu index v podobě malého písmene v abecedním pořádku. Pokud byl rozdělen nad touto hranicí, byl zaznamenán jako jeden strom.

Hodnocení olší probíhalo obdobně jako u jasanů, pouze začátek byl až v druhé polovině září roku 2019, kdy se na napadených jedincích objevují typické exsudáty a je snazší patogena identifikovat.

Měření výčetní tloušťky všech stromů, bylo prováděno v prsní výšce 1,3 metru od paty stromu, a to podle dendrometrických zásad měření tlouštěk (KUŽELKA et al., 2017). K tomuto účelu byla použita registrační průměrka značky Haglöf typ-digiTech Pro s rozsahem měření do 950 mm, která je vybavena programem WinDP určeným pro přenos dat do PC. Měřeny byly stromy s větší výčetní tloušťkou, než je 10 cm. Stromy pod touto hranicí nebyly zahrnuty do hodnocení.

Měření výšky bylo provedeno laserovým výškoměrem TruPulse 360 od firmy Laser Technology, Inc. Měření výšek probíhalo podle dendrometrických zásad pro měření výšky stromu (KUŽELKA et al., 2017).

Geolokace jedince byla zaznamenána pomocí přístroje Garmin Monterra Europe, pod označením shodujícím se se zápisovým archem. V případě mnohokmenů byl součástí i index vyjadřující číslo mnohokmenu.

Metodický návod posouzení míry poškození (defoliace) byl převzat z ref. BOSSHARD (Ed., 1986). Posuzování míry defoliace je založeno na subjektivním expertním odhadu úbytku asimilačních aparátů. Na návrh vedoucího práce byla, z důvodu přesnějšího popisu, stupnice defoliace změněna oproti původním čtyřem třídám (0-25 %, 25-50 %, 50-75 %, 75-100 %) v návrhu v ref. BOSSHARD (Ed., 1986) na třídy po 5 % (0-5 %, 5-10 % atd.)

Posouzení napadení jasanů bylo vyhodnocováno podle typických symptomů, jako je výskyt proventivních výhonů, shlukovitěho olistění a nekrotických skvrn na listech. Pokud byl jedinec vyhodnocen jako napadený, byl v zápisovém formuláři v příslušném sloupci označen jedničkou, pokud nebyl napadený, pak nulou. Pařezy a souše byly zaznamenávány jako napadené.

U olší bylo napadení posuzováno především podle přítomnosti exsudátů a stejně jako u jasanů byly pařezy a souše zaznamenávány jako napadené. Zápisy mnohokmenů byly prováděny stejným způsobem jako u jasanů.

Na obou lokalitách byl od 1. 2. 2019 do 31. 1. 2020 nainstalován datalogger Minkin THi, který každých 15 minut měřil teplotu a vlhkost vzduchu a zaznamenával hodinový průměr ze čtyř měření. Zařízení bylo umístěno na větev stromu do výšky dvou metrů a minimálně metr od kmene, kvůli omezení vlivu vedlejších faktorů, jako je například přízemní vzdušná vlhkost.

Zápisový formulář byl následně přepsán do tabulky vytvořené v Microsoft Excel a z elektronické průměrky Haglöf byly exportovány údaje o výšce, tloušťce a objemu každého stromu.

V programu Microsoft Excel byly vytvořeny grafy, které znázorňují zjištěné rozdíly mezi jednotlivými lokalitami v případě hodnocení jasanů a olší.

Datalogery Minikin THi od firmy EMS Brno byly staženy pomocí software Mini32 a v tomto rozhraní byla získána i průměrná měsíční data, ze kterých byly následně vytvořeny spojnicové grafy. V programu TIBCO Statistica 13.5.0.17 byl proveden párový t-test za účelem posouzení vzájemného vztahu mezi

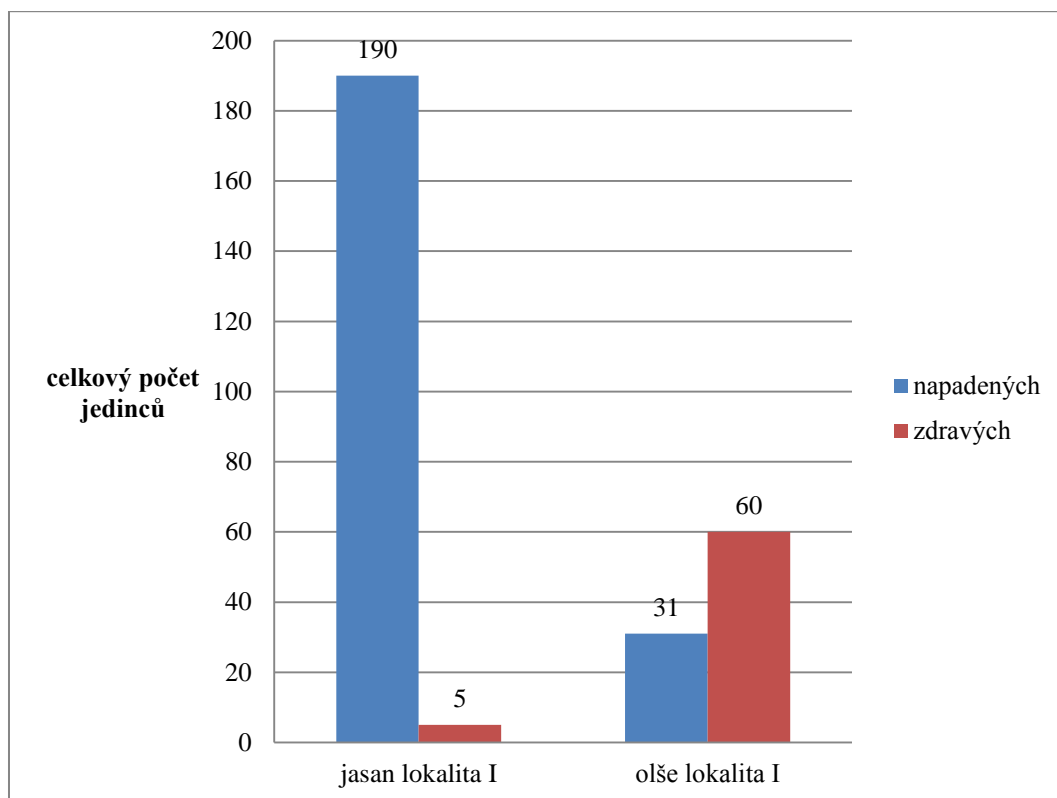
defoliací a napadení jedinců patogeny a Stepwise model builder pro posouzení vlivu tloušťky, výšky a druhu dřeviny na napadení.

5. Výsledky

5. 1. Lokalita 1.

Celkem bylo v první lokalitě zhodnoceno 82 olší (Obr. 4), z čehož 9 olší bylo vícekmenných. Z 91 hodnocených kmenů bylo 31 napadených a 60 bylo bez symptomů napadení. Z 31 napadených, vykazovalo 25 kmenů 100% defoliaci, 4 jedinci byly pařezy a 2 vývraty. Průměrná zjištěná defoliace olší na lokalitě 1 byla 38 %.

Jasanů bylo v první lokalitě hodnoceno celkem 186, z nich bylo 8 vícekmenných. Většina jedinců byla napadena (190 ze 195), pouze 5 jich bylo nalezeno bez symptomů prokazujících napadení voskovičkou jasanovou. 41 jedinců vykazovalo 100% defoliaci, 2 byly pařezy a 4 byly vývraty. Zjištěná průměrná defoliace jasanů na lokalitě 1 byla 75,9 %.

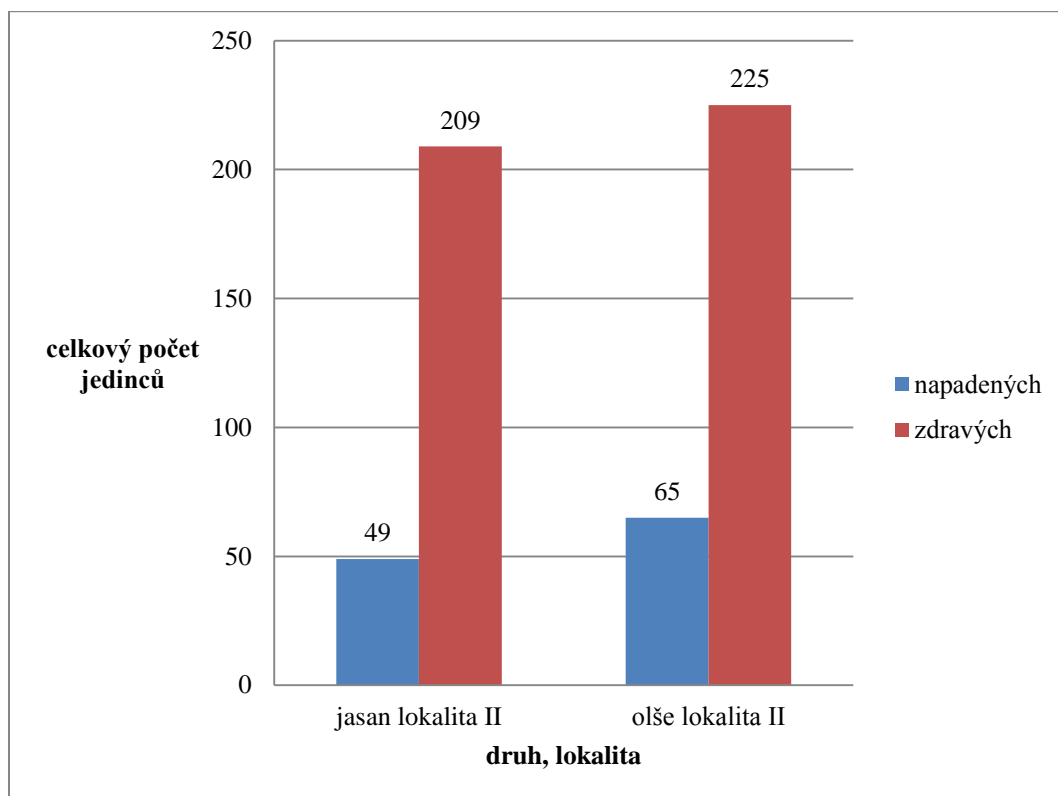


Obr. 4. Počet napadených a zdravých stromů na lokalitě 1

5.2. Lokalita 2.

V rámci druhé lokality bylo celkem zhodnoceno 186 olší, z toho 58 olší bylo vícekmenných. Celkově bylo zhodnoceno 290 kmenů olší (Obr. 5). Symptomy napadení vykazovalo 65 jedinců, u 225 nebyly symptomy zjištěny. 100% defoliace byla zjištěna u 8 kmenů, 12 kmenů byly pařezy. Průměrná defoliace olší na lokalitě 2 byla 52 %. Oproti lokalitě 1 nebyl nalezen žádný vývrat.

Jasanů na druhé lokalitě bylo zhodnoceno celkem 220, z nich 27 bylo vícekmenných. Z celkem 258 zhodnocených kmenů jasanů bylo 49 napadených, 209 bylo bez symptomů napadení (Tab. 3). 24 kmenů bylo 100 % defoliováno, byl zde zjištěn jeden vývrat a nebyl nalezen žádný pařez. Průměrná defoliace jasanů na lokalitě 2 byla 61 %.



Obr. 5. Počet napadených a zdravých stromů na lokalitě 2

5.3. Porovnání obou lokalit

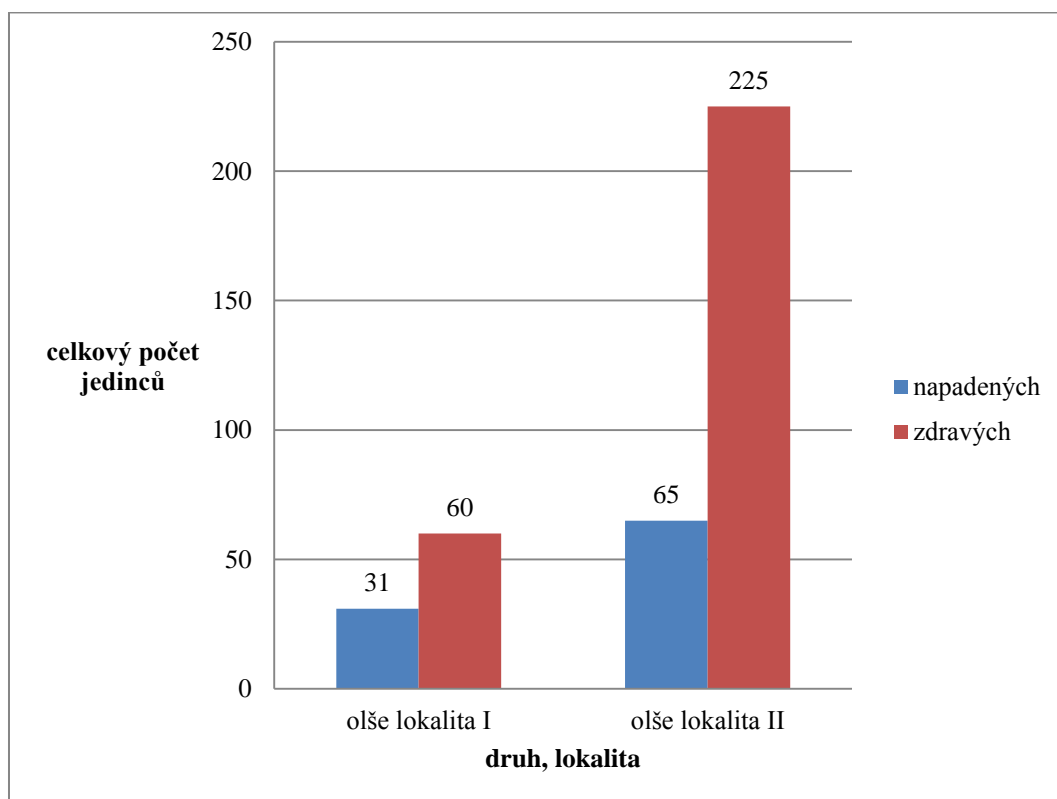
Během terénního šetření bylo zhodnoceno celkem 834 kmenů (453) jasanů a (381) olší (Tab 3).

Tab. 3. Shrnutí počtů zdravých a napadených kmenů a celkové napadení patogeny

Taxon/lokalita	celkem	napadených	nenapadených	%napadených	100% defoliace	pařezy	Vývraty
jasan lokalita 1	195	190	5	97,40 %	43		4
jasan lokalita 2	258	49	209	18,9 %	25		1
jasany celkem	453	239	214	52,80 %	68		5
olše lokalita 1	91	31	60	34,10 %	5	2	5
olše lokalita 2	290	65	225	22,40 %	8	16	2
olše celkem	381	96	285	25,19 %		18	7
Celkem	834	335	499			36	24

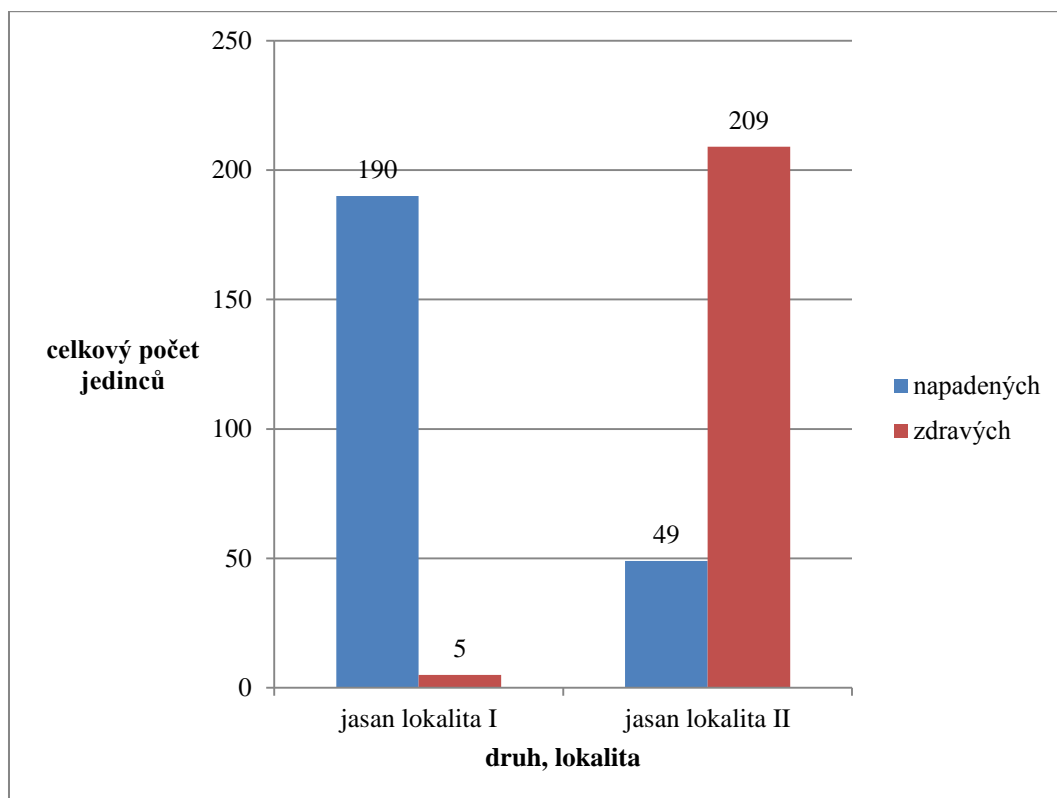
P. alni byla zjištěna u 25,19 % kmenů olší (96 napadených z 381 celkových). Poměr napadených a nenapadených kmenů byl vyšší na lokalitě 1, kde bylo

napadeno 34,1 % (31 z 91 jedinců se symptomy), oproti 22,4 % z druhé lokality (65 z 290 jedinců) (Obr. 6).



Obr 6. Srovnání napadených a nenapadených olší na obou lokalitách

H. fraxineus byl zjištěn u 53 % kmenů jasanů (239 napadených z 453 celkových). Podle poměru napadených a nenapadených kmenů byla pod vyšším infekčním tlakem lokalita 1, kde bylo napadeno 97,4 % kmenů (190 kmenů se symptomy ze 195 hodnocených), na lokalitě 2 bylo napadeno 19 % kmenů (49 kmenů napadených z 258 zhodnocených) (Obr. 7).



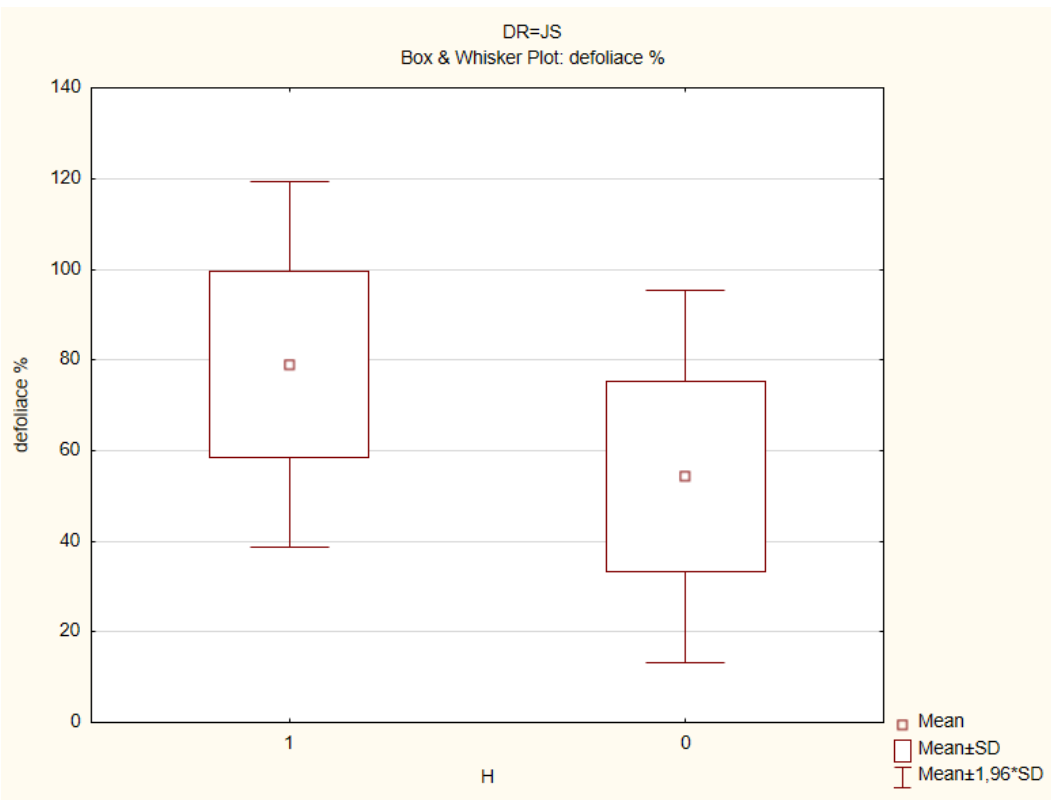
Obr 7. Srovnání napadených a nenapadených jasanů na obou lokalitách

Hlavním výsledkem bylo kvantitativní zjištění rozsahu napadení olší a jasanů danými patogeny a porovnání rozdílu rozsahu napadení u dvou sledovaných lokalit.

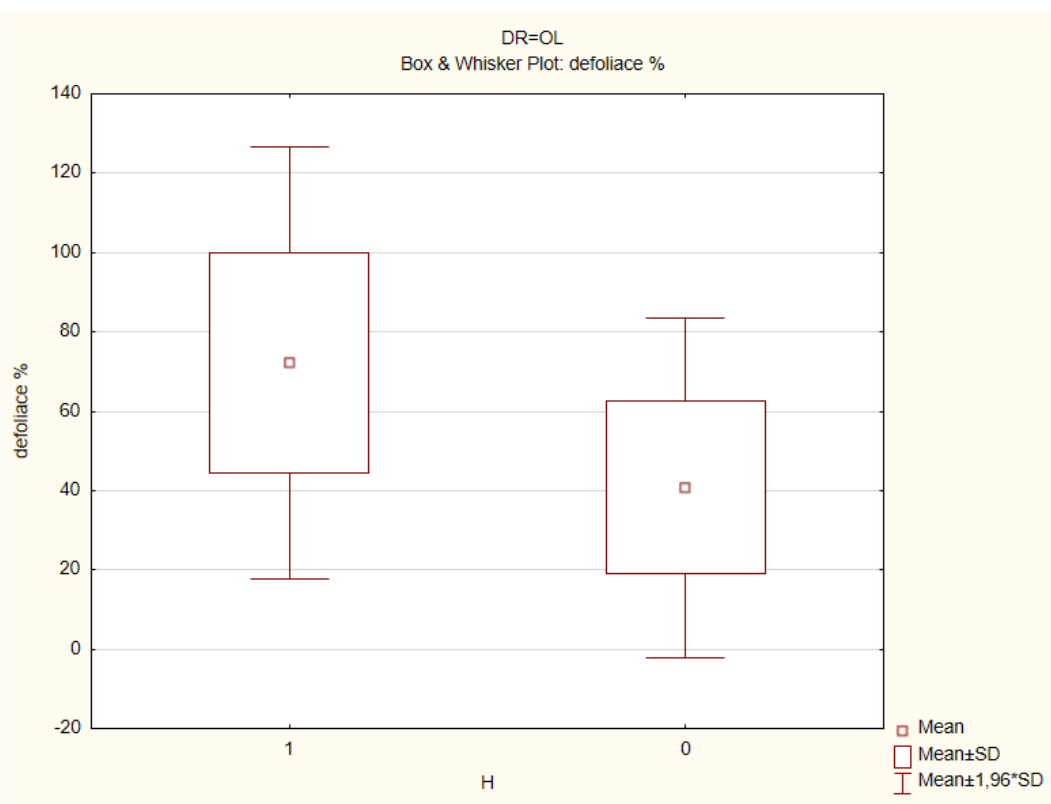
Z celkového počtu 453 zhodnocených kmenů jasanů bylo 239 napadených a 214 bez zjevných známek napadení. U olší bylo zhodnoceno 381 kmenů, z čehož 96 bylo napadených a 285 bez symptomů napadení. Celkově je rozsah napadení jasanů přibližně dvojnásobný oproti celkovému napadení olší (53 % napadených jasanů oproti 25 % olší).

Pro zjištění vzájemné interakce defoliace a napadení hodnocených jedinců byl použit párový t-test. Nulová hypotéza byla následující: při napadení patogenem je strom více defoliován. Hladina významnosti byla stanovena na $p = 0,05$.

Nejprve byly vytvořeny boxploty (Obr. 8 a 9), které zobrazují průměrné hodnoty defoliace pro napadené (1) a nenapadené (0) stromy. Z grafů je zřejmé, že napadené stromy mají zpravidla vyšší defoliaci než stromy nenapadené.



Obr. 8. Boxploty zobrazující průměrnou hodnotu defoliace včetně směrodatné odchylky u napadených (1) a nenapadených (0) jasanů



Obr. 9. Boxploty zobrazující průměrnou hodnotu defoliace včetně směrodatné odchylky u napadených (1) a nenapadených (0) olší

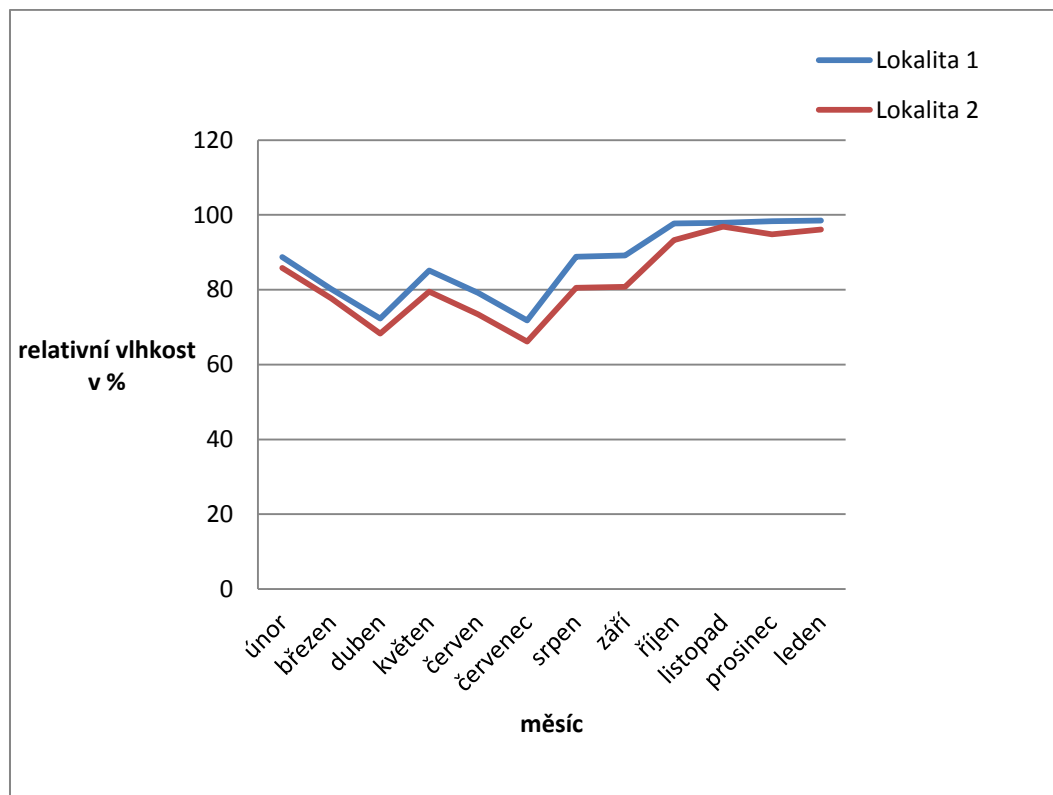
Jako první byl použit Levenův test o homogenitě rozptylů, který v případě hodnocených olší zamítnul nulovou hypotézu (Tab 4), proto není možné potvrdit vztah mezi defoliací a napadením vzhledem k výsledku hladiny významnosti $p < 0,05$.

U jasanu tato situace nenastala, byl tedy proveden párový t-test, který potvrdil velmi výrazný vliv defoliace na napadení ($p < 0,000$).

Tab. 4. Výsledky párového t-testu potvrzující vliv defoliace na napadení

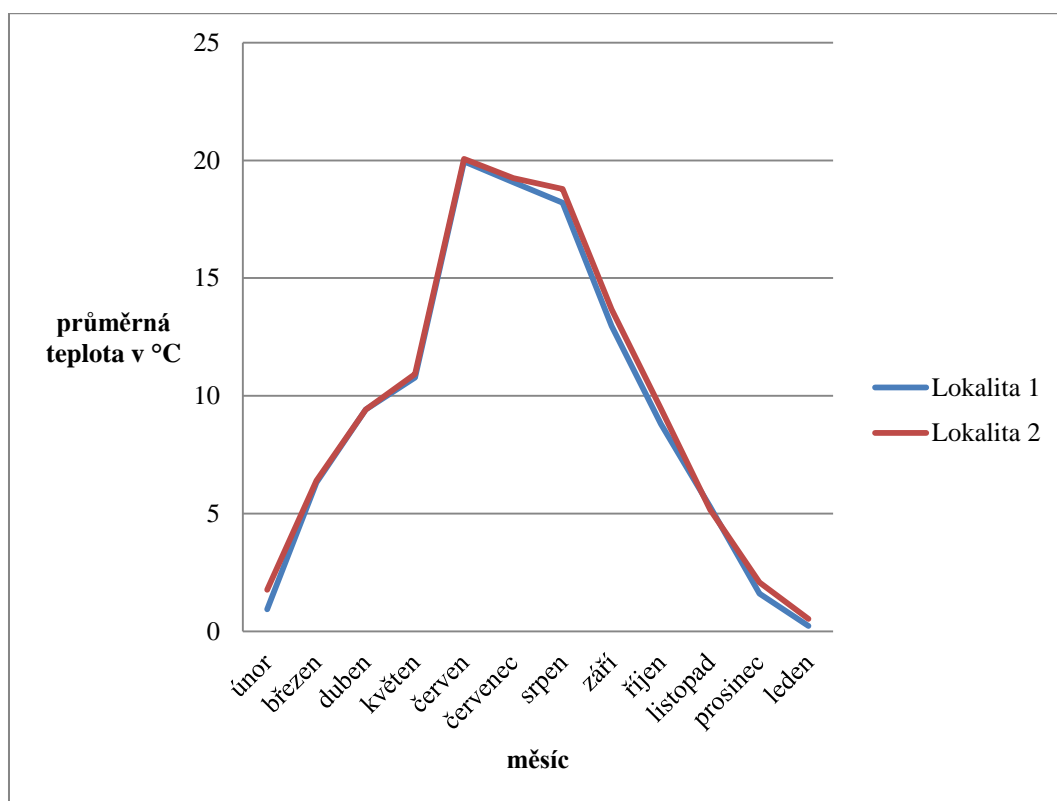
Variable	Aggregate Results T-tests; Grouping: H (Spreadsheet in Statistika) Group 1: 1 Group 2: 0														
	D R	Mean 1	Mean 0	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 0	Std.De v. 1	Std.De v. 0	F-ratio Varianc es	p Varianc es	Levene F(1,df)	df Levene	p Levene
defoliace %	JS	79,01674	54,25234	12,68986	451	0,00	239	214	20,56389	20,92692	1,035619	0,791290	1,346270	451	0,246545

Z naměřených hodnot získaných z datalogerů vyplývá, že průměrná měsíční relativní vlhkost na lokalitě 1 byla po celou dobu měření vyšší než na lokalitě 2 (Obr. 10.). Nejvýraznější rozdíly (přes 8 %) byly zaznamenány v srpnu a v září.



Obr. 10. Průměrná denní relativní měsíční vlhkost na lokalitě 1

Průměrná teplota na lokalitě 1 byla nižší než na lokalitě 2 po celou dobu měření, mimo listopad (Obr. 11). V listopadu byla průměrná teplota na lokalitě 1 vyšší. V průběhu celého měření nebyla ani na jedné lokalitě průměrná měsíční teplota pod bodem mrazu. Nejchladnější byl na obou lokalitách měsíc leden. Nejnižší průměrná denní teplota na lokalitě 1 byla naměřena 5. 2. 2019 -5,1 °C. Nejnižší průměrná denní teplota na lokalitě 2 byla naměřena 5. 2. 2019 -6,9 °C. Nejvyšší průměrná denní teplota na lokalitě 1 byla naměřena 28. 6. 2019. 25,1 °C. Nejvyšší průměrná denní teplota na lokalitě 2 byla naměřena 28. 6. 2019. 26,2 °C.



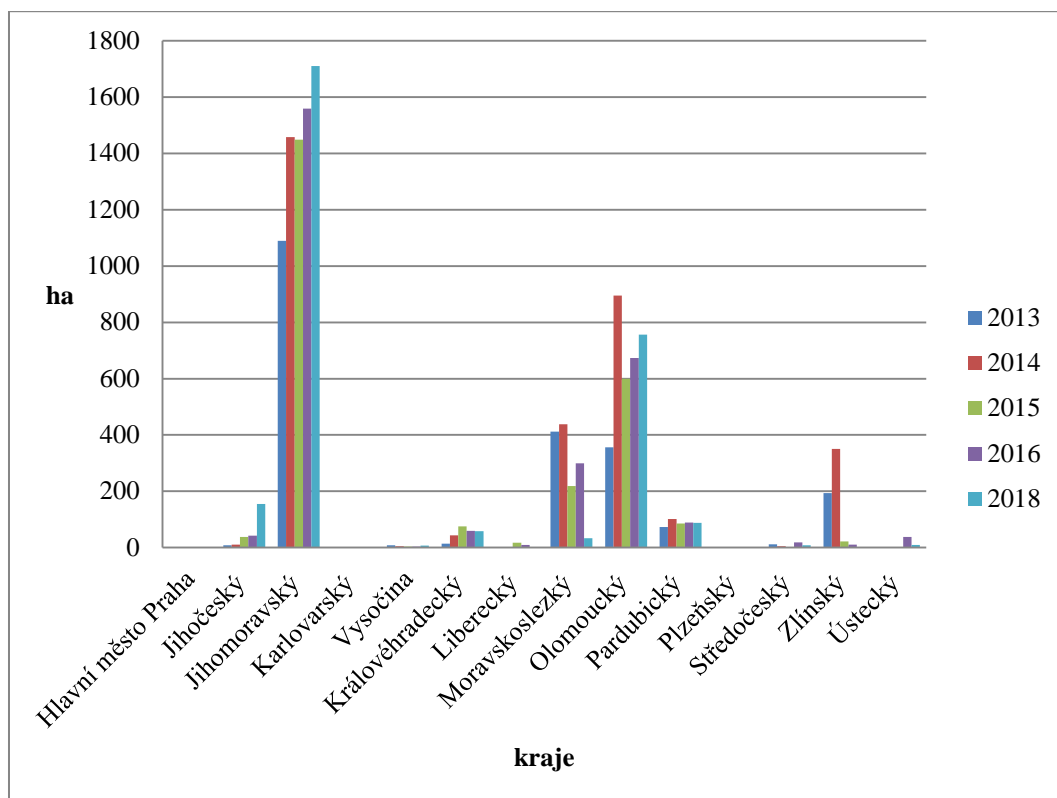
Obr. 11. Průměrné měsíční teploty na lokalitě 1 a lokalitě 2

Z informací publikovaných Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti ve Zpravodaji ochrany lesa vyplývá (KNÍŽEK et al., 2014 - 2019), že od roku 2013 je nejvíce napadených jasanů v Jihomoravském, Olomouckém a Moravskoslezském kraji (Obr. 12). Ústecký kraj patří mezi nejméně postižené

kraje. V rámci Ústeckého kraje je nejvíce napadený okres Litoměřice, pak Teplice a Most (Obr. 13). Ve všech okresech byla nejvyšší míra napadení v roce 2016, stejně jako v Jihomoravském kraji. Zjištěná napadení v jasanových porostech v tomto výzkumu, odpovídají trendu posledních let podle záznamů VÚHLM v. v. i. I přes to, že v těchto záznamech nejsou uvedeny údaje o napadení olšových porostů (Tab. 5, 6), bylo v rámci výzkumu zjištěno poměrně masívní napadení olší na obou lokalitách. Lze tedy konstatovat, že patogen *P. alni* se v Ústeckém kraji vyskytuje a především se úspěšně šíří.

Tab. 5. Napadení jasanů a olší houbovými patogeny v letech 2013 – 2018, (Zdroj VÚHLM v. v. i.)

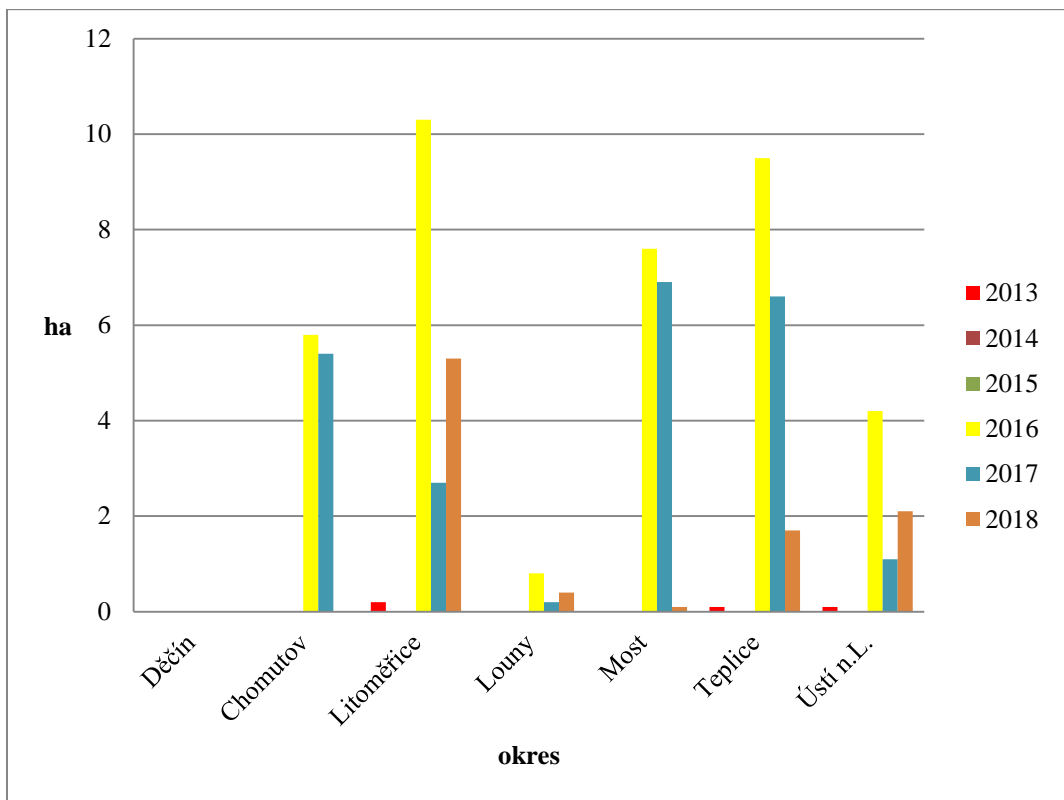
roky	2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	jasany	olše	jasany	olše	jasany	olše	jasany	olše	jasany	olše	jasany	olše
jednotky	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
Hlavní město Praha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jihočeský	8,2	0	10,2	0	38	0	42,5	0	154,5	0	16	0
Jihomoravský	1089	3,2	1457	0,5	1449	1,3	1559	0	1709	0	1927	3,3
Karlovarský	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1	0
Vysočina	8,8	1	4,9	0,4	4	0,4	4	0,4	7,7	0	13,4	0
Královéhradecký	14	1,3	43,5	1,3	75,6	1,3	60	1,3	58	0	28	0
Liberecký	1,1	0	1	0	17,1	0	9,1	0	0,2	0	0	0
Moravskoslezský	411,5	4,9	438,4	5,1	218,6	4,9	299,3	5,3	33,7	0	134,7	0
Olomoucký	356,5	0	895,5	0	599,7	0	673,2	2,5	755,8	0	708,6	0
Pardubický	73,2	8,3	101,1	8,3	86,3	8,3	89,2	8,3	88,2	0	90,3	0
Plzeňský	0	0,6	1,4	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Středočeský	12	0,4	5,5	0	0,2	0	19,2	0	8	0	1,5	0
Zlínský	194,1	0	350	0,2	22	0	10,9	0	0	0	13,6	0
Ústecký	0,4	0	1	0	0	0	38,2	0	9,6	0	22,8	0
celkem	2169	19,7	3310	15,8	2511	16,2	2805	17,8	2825	0	2958	3,3



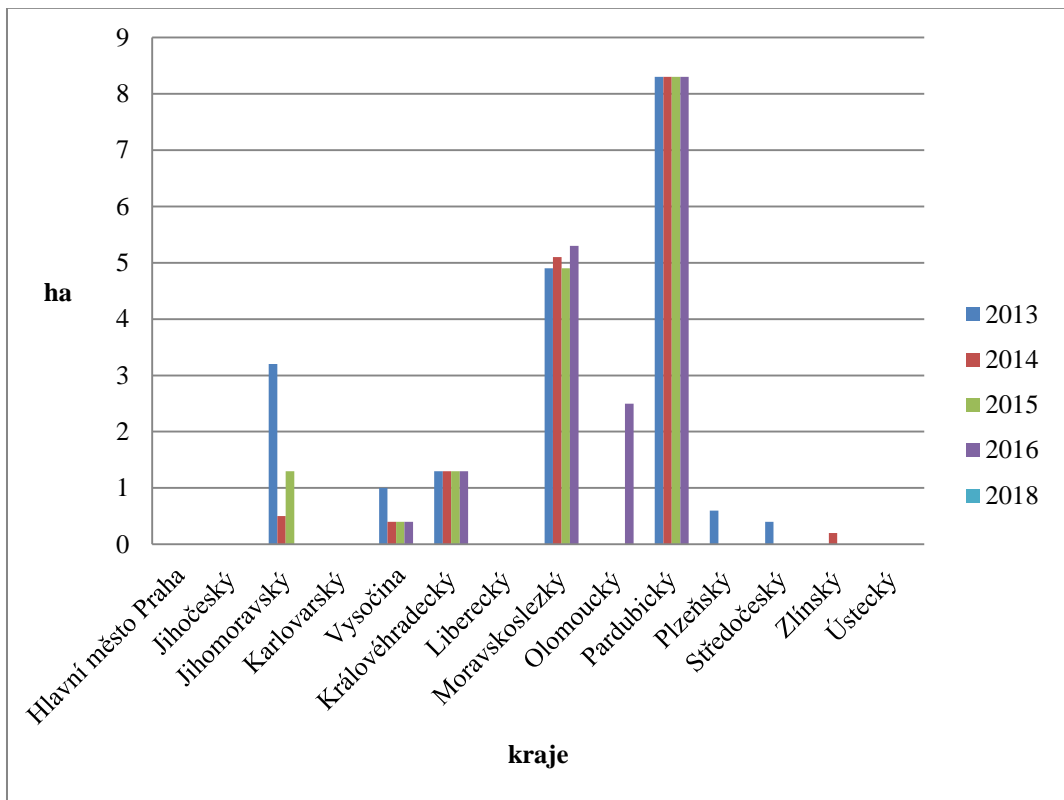
Obr. 12. Napadení jasanů v krajích v letech 2013 - 2018, (Zdroj VÚHLM v. v. i.)

Tab. 6. Napadení jasanů a olší houbovými patogeny v Ústeckém kraji v letech 2013 – 2018, (Zdroj VÚHLM v. v. i.)

Roky	2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	jasany	olše	jasany	olše	jasany	olše	jasany	olše	jasany	olše	jasany	olše
Jednotky	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
Děčín	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chomutov	0	0	0	0	0	0	5,8	0	5,4	0	0	0
Litoměřice	0,2	0	0	0	0	0	10,3	0	2,7	0	5,3	0
Louny	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0,2	0	0,4	0
Most	0	0	0	0	0	0	7,6	0	6,9	0	0,1	0
Teplíce	0,1	0	0	0	0	0	9,5	0	6,6	0	1,7	0
Ústí n.L.	0,1	0	0	0	0	0	4,2	0	1,1	0	2,1	0



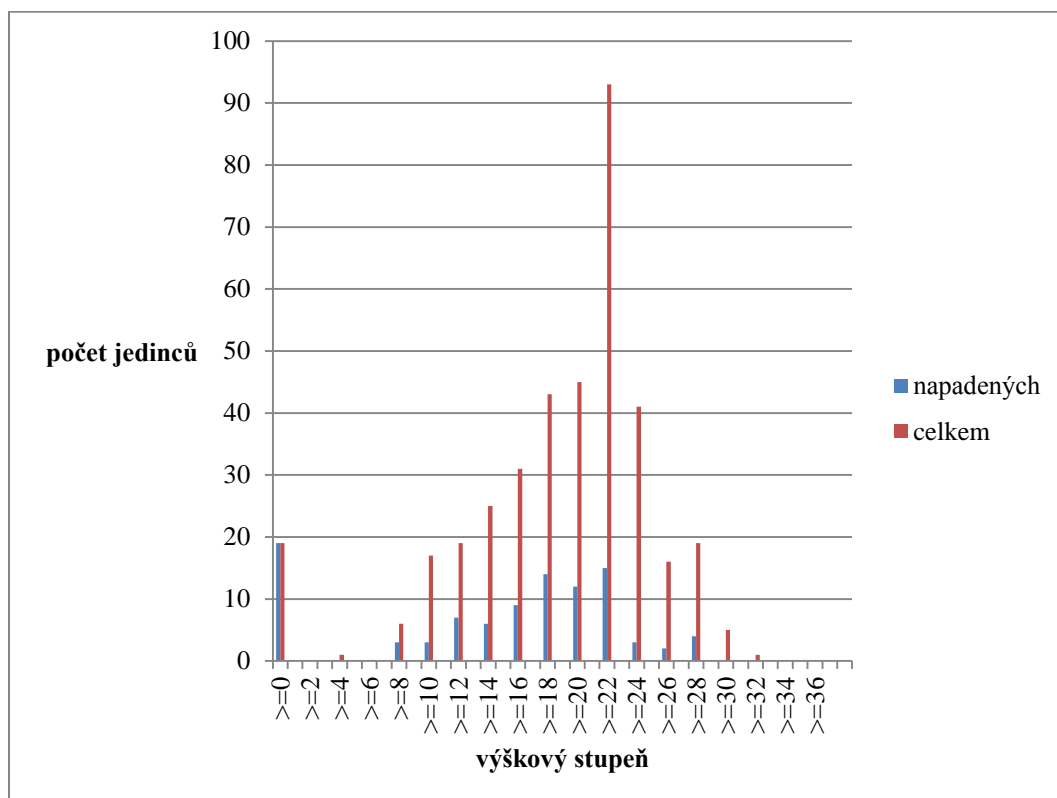
Obr. 13. Napadení jasanů v Ústeckém v letech 2013 – 2018 (Zdroj VÚHLM v. v. i.)



Obr. 14. Napadení olši v jednotlivých krajích v letech 2013 - 2018, (Zdroj VÚHLM v. v. i.)

5.4. Vliv výšky na míru napadení

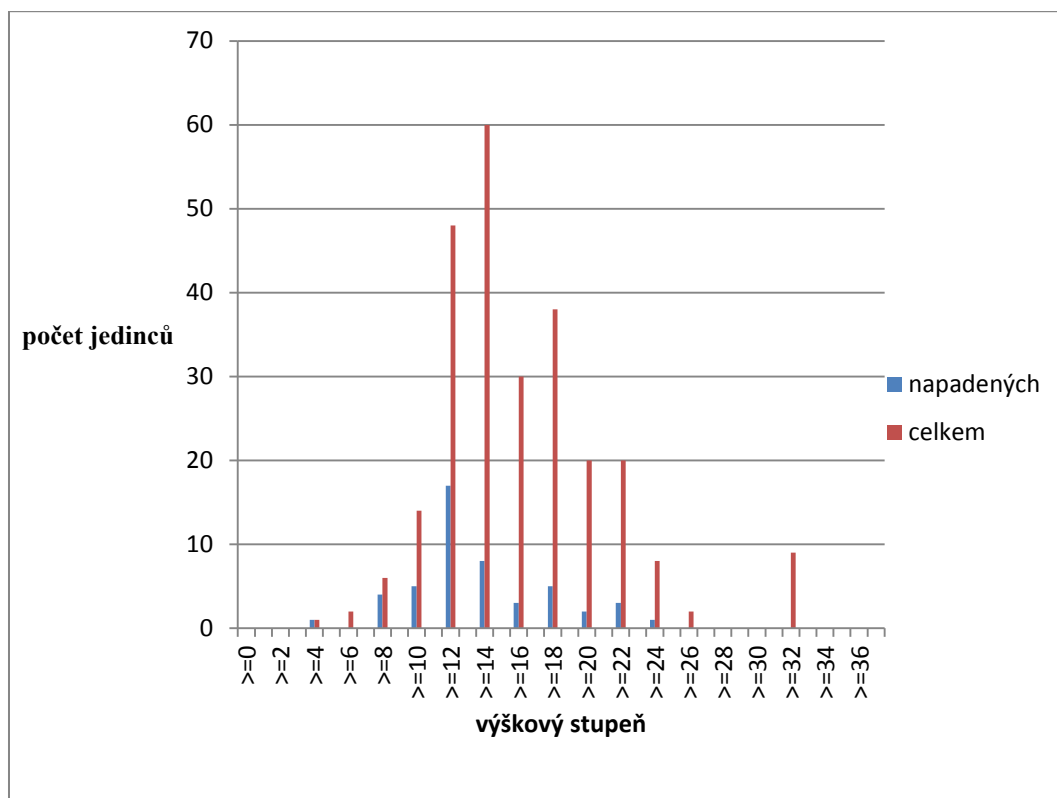
Nejvíce ohroženou výškovou kategorií olší jsou výškové stupně v rozmezí 18 – 22 m, kde se nachází i nejvíce napadených jedinců (Obr. 15). Stromy vyšší než 30 m už zpravidla napadení nebývají.



Obr. 15. Vliv výšky na napadení olše

Na lokalitě 1 byly napadeny skoro všechny jasany, proto byly zhotoveny grafy znázorňující počty napadených jedinců v daných výškových a tloušťkových stupňů, pouze pro lokalitu 2.

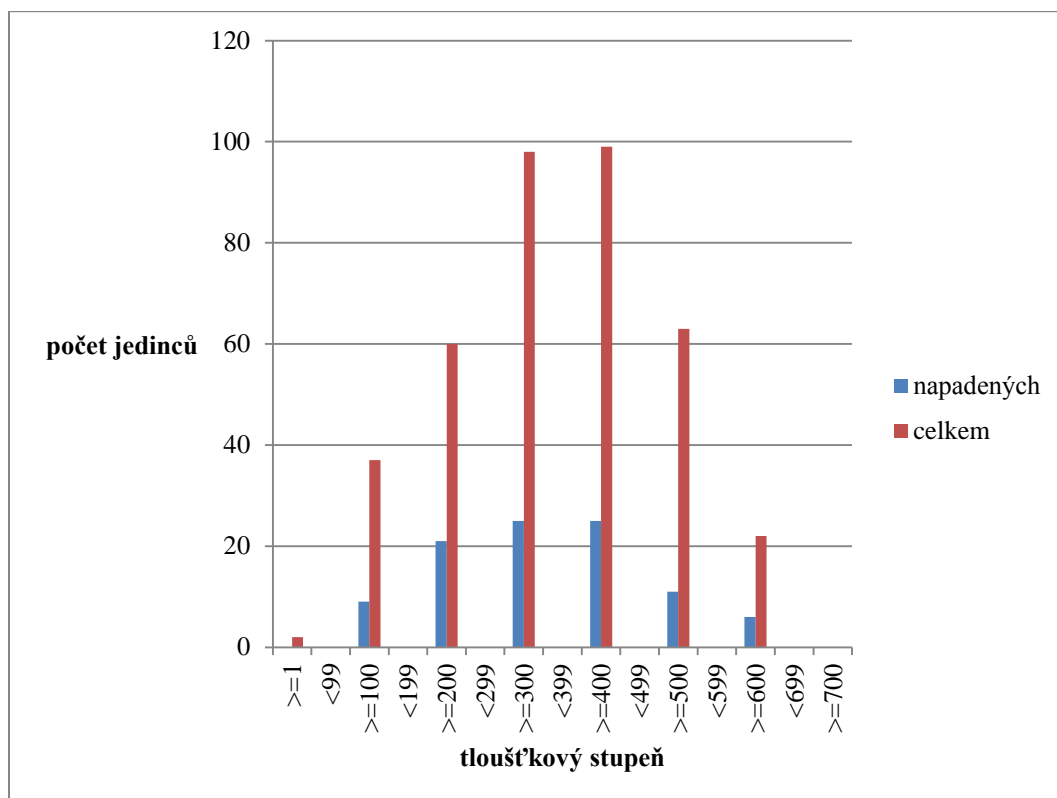
Nejvíce napadených jedinců se nacházelo ve výškovém stupni 12 m, je ale možné konstatovat, že se patogen vyskytuje nejvíce u jedinců s výškou od 8 do 18 m. Naproti tomu s přibývajícím výškou počet napadených jedinců klesá, o čem svědčí i to, že ve stupni 26 m a 32 m již žádný napadený jedinec nebyl zjištěn (Obr. 16).



Obr. 16. Vliv výšky na napadení jasanu, lokalita 2

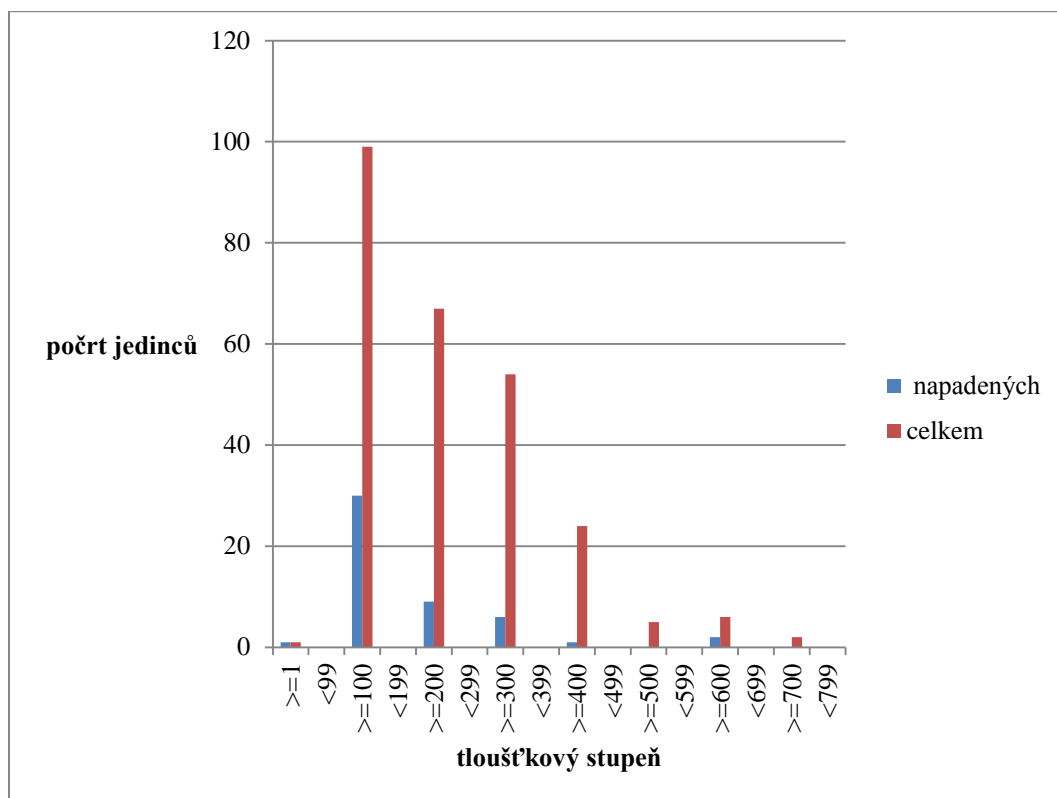
5.5. Vliv tloušťky na míru napadení

Nejvíce napadených olší bylo zjištěno v tloušťkových stupních 300 – 400 mm. Ve vyšších stupních počet napadených jedinců klesal (Obr. 17). Napadení jedinci byli nalezeni i v nejvyšších stupních



Obr. 17 Vliv tloušťky na napadení olše

U jasanů bylo nejvíce napadených jedinců nalezeno v tloušťkovém stupni 100 mm. S rostoucí tloušťkou se počet napadených jedinců snižoval (Obr. 18).



Obr. 18. Vliv tloušťky na napadení jasanu, lokalita 2

Výše zjištěné a komentované výsledky byly statisticky vyhodnoceny. Za tímto účelem byl využit Stepwise model builder v programu Statistica. Vzhledem k závislé proměnné, která měla binomické rozdělení byla zvolena jako vhodná metoda logistická regrese. Jako kategorická proměnná byla vybrána dřevina a jako prediktor byly zvoleny faktory – defoliace, výčetní tloušťka, výška a orientační objem. Hladina významnosti byla stanovena $p < 0,05$.

Jako významné faktory ovlivňující napadení jedince patogenem se vzhledem k výsledné hodnotě p jeví defoliace, výčetní tloušťka a druh dřeviny (Tab. 7.). Jejich zjištěná hodnota byla výrazně nižší než stanovená hladina 0,05. Naopak u výšky a objemu nebylo možné závislost faktorů na výskyt patogenu potvrdit.

Tab. 7. Výsledky stepwise model builderu (Statistica 13.5), konkrétně logistické regrese, prokazující výrazný vliv defoliace, výčetní tloušťky a druhu dřeviny na napadení jedince

H - Parameter estimates (List1 in Statistika)								
Distribution : BINOMIAL, Link function: LOGIT								
Modeled probability that H = 1								
	Level of effect	Column	Estimate	Standard Error	Wald. Stat.	Lower CL 95,0%	Upper CL 95,0%	p
Intercept		1	-6,77753	0,537879	158,7720	-7,83175	-5,72330	0,000000
defoliace %		2	0,06680	0,004973	180,4414	0,05705	0,07654	0,000000
Výč.tloušťka (mm)		3	0,00655	0,000874	56,2430	0,00484	0,00827	0,000000
Výška (m)		4	-0,00011	0,000304	0,1363	-0,00071	0,00048	0,711977
Orient. objem (m3 s k.)		5	-0,04017	0,049809	0,6505	-0,13780	0,05745	0,419941
DR	JS	6	0,49939	0,098214	25,8545	0,30690	0,69189	0,000000
Scale			1,00000	0,000000		1,00000	1,00000	

6. Diskuse

Předmětem diplomové práce byl výzkum vlivu vybraných faktorů na biotické škůdce v porostech jasanu a olše ve dvou lokalitách CHKO České středohoří.

Na obou zkoumaných lokalitách se patogeny *H. fraxineus* na jasanech a *P. alni* na olších vyskytovaly. Jejich přítomnost byla prokázána typickými symptomy napadení. U napadených jasanů je to zejména tvorba proventivních výhonů, shlukovitého olistění, nekrotizace listů a mladých výhonů (SCHUMACHER et al., 2010; BENGSTON et al., 2014). U napadených olší pak prosychání korun a přítomností exsudátu (ČERNÝ et al., 2008; ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010).

Vzhledem k tomu, že řada autorů považuje teplotu a vlhkost prostředí za klíčové faktory ve vztahu patogen a hostitel (HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2013b; SINCLAIR et LYON, 2005; PEŠKOVÁ et ČERNÝ et MODLIGER, 2015), byly v rámci výzkumu instalovány datalogery pro měření teploty a vlhkosti vzduchu. Ze zjištěných výsledků vyplývá, že vlhkost vzduchu má na rozsah napadení patogenem prokazatelný vliv. (TIMMERMANN et al., 2011; HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2013b) uvádí, že pro šíření askospor *H. fraxineus* je nejdůležitější vlhkost vzduchu v letních měsících (červenec – srpen), to koresponduje se zjištěnými výsledky v průběhu šetření, kdy na první lokalitě byla zjištěna v tomto období vyšší vzdušná vlhkost než na druhé lokalitě (v červenci o 5,68 % a v srpnu o 8,3 %). To odpovídá rozdílnému podílu napadených jedinců jasanu ztepilého na první lokalitě (97,4 %) a na druhé lokalitě (19 %). Z uvedeného vyplývá, že je vyšší riziko napadení jasanů patogenem na vlhkých stanovištích (SCHUMACHER et al., 2011; Havrdová et ČERNÝ, 2013b; SINCLAIR et LYON, 2005; PEŠKOVÁ et ČERNÝ et MODLIGER, 2015).

Patogen *H. fraxineus* pravděpodobně pochází z Japonska, kde byl před 80 lety nalezen na řapících jasanu mandžuského. Na jeho sazenicích pak došlo k zavlečení do Evropy, především do Polska a Pobaltí (ZHAO et al., 2012).

V těchto lokalitách jsou jasanové porosty již v tak zvané post-epidemické fázi vývoje (LYGIS et al., 2015). Odtud se patogen rozšířil směrem na západ. Obdobná situace je v rámci Česka. První výskyt byl zaznamenán v arboretu Křtiny, které se nachází asi 20 km severně od Brna a odtud se napadení šířilo západním směrem. Tuto teorii podporuje fakt, že první a nejvíce napadené jasanové porosty byly právě na Moravě, kde se infekce patogenem nejprve projevila. Nejhorší situace je v kraji Jihomoravském, ve kterém bylo v roce 2018 evidováno téměř 2000 ha (1927 ha) poškozených jasanových porostů. I v kraji Olomouckém a Moravskoslezském je mnoho jasanů napadených. V Ústeckém kraji je nejvíce postižený napadením Litoměřický okres (18,5 ha), ve kterém se nachází obě zkoumané lokality. Nejvyšší míra napadení v celém kraji byla v roce 2016, celkem bylo napadeno 38,2 ha. V roce 2017 došlo k poklesu napadení na 9,6 ha, následně pak v roce 2018 došlo opět k nárůstu nákazy a bylo napadeno celkem 22,8 ha. V Litoměřickém okrese v roce 2016 zde VÚHLM, v. v. i. uvádí napadení 10,3 ha, v roce 2017 2,7 ha a v roce 2018 5,3 ha. Na základě terénního šetření lze předpokládat, že napadení v okrese Litoměřice bude vyšší, než je prezentováno VÚHLM, v. v. i. Napadené stromy byly pozorovány podél celého toku Milešovského potoka i v přilehlých porostech.

V jihovýchodním Německu je situace vážnější. V letech 2010 - 2014 zde byl proveden výzkum a nebyla zjištěna jediná oblast bez nákazy houbou *H. fraxineus*. Stupeň napadení a tím spojené odumírání se výrazně liší podle lokality. Například v Landau odumřelo 37 %, ve Forchheimu 78 % a ve Freisingu 95 % jasanů. Podobná situace je i v Estonsku. Zde byl během let 2010 – 2015 proveden výzkum míry napadení jasanu ztepilého *H. fraxineus*. Nejhorší zdravotní stav byl zjištěn na nejzápadnějším monitorovacím stanovišti, kde bylo procento napadených stromů přes 90 %. Ve východní části bylo napadeno kolem 80 % jasanů a na východní straně Slovenska bylo napadeno 42 % jasanů (VASAITIS et ENDERLE, 2017). Výsledky této práce se shodují s tvrzením, že více bývají napadeny porosty v nižších LVS (PEŠKOVÁ et ČERNÝ et MODLIGER,

2015). Na první lokalitě, která se nachází v 1. LVS v nadmořské výšce 226 – 255 m n. m. bylo napadeno celkem 97,4 % jedinců jasanů a naopak ve druhé lokalitě, která se nachází v 2. LVS s nadmořskou výškou 355 – 377 m n. m., bylo napadeno 19 % jedinců. S tím, podle některých autorů, souvisí pozitivní závislost výskytu patogenu na teplotě. V nižších LVS jsou vyšší teploty a ty mají pozitivní vliv jak na úspěšný vývoj patogenu, tak na jeho přežití v prostředí (ČERNÝ et STRNADOVÁ; 2010). S rostoucí nadmořskou výškou se teploty snižují a klesá možnost úspěšného vývoje a přežití patogenu. S rostoucí nadmořskou výškou navíc tloustne ochranná vrstva listu a zmenšuje se plocha listové čepele. Kombinace těchto faktorů výrazně zvyšuje odolnost jasanů proti houbě *H. fraxineus*. Příkladem jsou populace jasanu v Alpách (QUELOZ et al., 2011). Shodně bylo v této práci na lokalitě 2, která je ve vyšší nadmořské výšce, zjištěno vyšší poškození porostů patogenem. Geografická poloha lokality a exponovanost stanoviště jsou dalšími faktory, které zvyšují odolnost jasanů.

Původce chřadnutí olší, plíseň olšová *P. alni*, vznikl hybridizací dvou taxonů, Pau a Pam. K hybridizaci došlo v místě překryvu jejich výskytu. To odpovídá oblasti od Anglie přes Belgie po Německo (BRASIER et al., 2004; DEMARLIER et al., 2005; IOOS et al., 2005; JUNG et al., 2018). Tuto teorii podporuje fakt, že nevíce napadené olšové porosty jsou v Anglii a Německu (JUNG et al., 2018; BRASIER et al., 2004). V ČR se situace vyvíjí obdobně jako jinde v Evropě. Patogen se šíří od západu k východu, a protože je výskyt *P. alni* vázán na vodu, je poškození porostu soustředěno na porosty podél vodních toků. Nevíce napadené je povodí Vltavy a Ohře (ŠTĚPÁNKOVÁ et al., 2013; ČERNÝ, 2013). V Bavorsku proběhl průzkum zjištění přítomnosti symptomů napadení v pobřežních a lesních porostech olše šedé a olše lepkavé. Symptomy byly nalezeny v 1041 z celkového počtu 3247 lesních porostů olší (JUNG et BLASCHKE, 2004). Více jak 50 % porostů podél řek bylo napadeno *P. alni*.

Oproti *H. fraxineus*, kde je pro vývoj důležité počasí v letních měsících, je pro šíření *P. alni* nejdůležitější zimní teplota. Pokud teplota prostředí klesne na

dostatečně dlouhou dobu pod $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (5 – 7 dní), zoospory odumírají a šíření patogenu je výrazně omezeno (ČERNÝ et al., 2015). Kritická teplota ($-5\text{ }^{\circ}\text{C}$) v potřebném časovém úseku nebyla zaznamenána ani jednou, a protože obě lokality vykazují značný stupeň napadení olší, lze s předešlým tvrzením souhlasit. V obou lokalitách bylo nejchladnější období ve dnech 4 – 8 února 2019, ale průměrná teplota zde klesla pod $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ pouze na jeden den.

Výsledky výzkumu většiny autorů o rozsahu výskytu napadení *P. alni* nejsou ve shodě s daty publikovanými VÚLHM, v. v. i., ve Zpravodaji ochrany lesa Supplementum (KNÍŽEK et al., 2014 - 2019). Zde je uváděno, že nejvíce poškozené jsou porosty v Pardubickém, Moravskoslezském, Jihočeském kraji a v Karlovarském a Ústeckém není napadení žádné. Ani velikost napadeného území se s uváděnými daty neshoduje. ČERNÝ et STRNADOVÁ (2010) uvádí, že je poškozováno tisíce kilometrů břehových porostů, zatímco podle VÚLHM, v. v. i. jsou to řádově jen desítky ha. Data publikovaná VÚLHM, v. v. i. (KNÍŽEK et al., 2014 - 2019) jsou v rozporu s výsledky, zjištěnými v rámci mého terénního šetření.

Tak jako v řadě dalších výzkumů, byl v této práci zkoumán vliv tloušťky a výšky jedince na míru napadení jasanů i olší. Statisticky byla tloušťka hostitele prokázána jako významný faktor ovlivňující napadení patogenem (jasan i olše). Nejvíce napadených jedinců jasanu bylo v tloušťkovém stupni do 200 mm. Ve vyšších stupních poměr napadených pozvolna klesá. U olší nebylo napadení jednoho tloušťkového stupně tak výrazné. Nejvíce napadených jedinců bylo zjištěno v tl. stupni 100 – 200 mm. Z celkového počtu 133 jedinců, jich bylo 38 napadených. V tl. stupni 600 – 700 mm jich bylo napadeno 5 z 24. Nulové zastoupení napadených stromů bylo v nejvyšším tloušťkovém stupni (700 – 800 mm), zde však byli pouze dva jedinci.

Statisticky nebylo prokázáno, že by vyšší jedinci byli napadáni méně než stromy s menším vzrůstem. Tento výsledek není ve shodě s tvrzením některých autorů (VACEK et al., 2015; HAVRDOVÁ 2015).

Rozsah napadení jasanů a olší je mezi lokalitami výrazně odlišný. Napadení jasanů v lokalitě 1 dosahuje 97,4 %, v lokalitě 2 je to 19 %. Méně výrazný rozdíl byl zjištěn u olší, kde v lokalitě 1 bylo napadeno 34,1 %, zatímco v lokalitě 2 je to 21,4 %. Podobné výsledky jako na lokalitě 2, byly zjištěny v břehových porostech v biosférické rezervaci Speerwald. Průměrný podíl napadených stromů zde byl v roce 2004 kolem 24 % (SCHUMACHER et al., 2010).

Jedním z dalších faktorů ovlivňující rozvoj patogenu je zápoj porostu. Během terénních prací zápoj hodnocen nebyl, je ale možné polemizovat o tom, že porost jasanů s větším zápojem bývá patogenem více poškozen. Lokalita 1 se nachází v údolní nivě uprostřed zapojeného porostu. Byl zde zjištěn pětinasobně vyšší počet napadených jedinců než na lokalitě 2, která se nachází na rovině uprostřed polí na exponovaném místě. V porostech s vyšším zápojem bude pravděpodobně vyšší teplota a vlhkost než v porostech s volným zápojem (HAVRDOVÁ et al., 2017).

V současné době jsou nejvíce ohroženy jasanové olšiny na vlhkých živných půdách, vyskytujících se v nivách vodních toků a na dolních částech toků s malým sklonem koryta. V takovém porostu dochází k rychlému šíření patogenu, odumírání napadených jedinců a tím pádem k celkovému rozpadu porostu (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010; 2002; JUNG et BLASCHKE, 2004). Pro olše jsou nejvíce rizikové dolní části toků a břehy vodních nádrží (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010; JUNG et BLASCHKE, 2004).

Vzhledem k těmto potenciálním omezením při tvorbě břehových porostů vyvstává otázka, jakou dřevinu zvolit pro budoucí rekonstrukce. Možností by mohl být javor, ale ten v posledních letech setkává s vlivem invazních houbových patogenů, jako jsou například *Eutypella parasitica* či *Cryptostroma corticale* (ČERNÝ et al., 2016).

7. Závěr

Cílem práce bylo posoudit vliv vybraných ekologických faktorů na biologické škody na jasaněch a olších, které rostou podél břehu Milešovského potoka v Českém středohoří. Byly založeny dvě zkusné lokality a tam byl hodnocen zdravotní stav stromů a posuzován vliv abiotických faktorů prostředí na výskyt houbových patogenů.

Na obou hodnocených lokalitách byl potvrzen významný výskyt patogenů způsobující chřadnutí jasanů – *H. fraxineus* a odumírání olší – *P. alni*.

Vliv tloušťky stromů, vlhkosti a teploty vzduchu na napadení jasanů a olší patogeny, byl terénním šetřením potvrzen. Vliv výšky stromu na napadení potvrzen nebyl.

Napadení jasanů bylo na lokalitě 1 mnohonásobně vyšší než na lokalitě 2: bylo zde napadeno 190 ze 195 jasanů (s průměrnou defoliací 75,9 %), na lokalitě 2 bylo napadeno 49 ze 198 jasanů (s průměrnou defoliací 61 %). Celkem bylo nalezeno 65 jasanů zcela odumřelých.

U olší byla situace obdobná: na lokalitě 1 bylo 31 napadených z 91 olší (s průměrnou defoliací 38 %), na lokalitě 2 bylo 65 napadených z 290 olší (s průměrnou defoliací 52 %). Odumřelých olší bylo 33.

Při zakládání nových porostů je vhodné doporučit vysazovat rezistentní jedince. V napadených porostech je důležité asanovat napadené stromy, aby se v co největší míře zabránilo dalšímu šíření. Chemické ošetření dospělých porostů je neefektivní a technicky těžko proveditelné, to je možné realizovat pouze ve školkařských provozech. V obou případech je potřeba se zaměřit na využití zdravého sadebního materiálu.

Odumírání jasanů a olší zásadně ohrožuje břehové ekosystémy v celé Evropě. Zdravotní stav břehových porostů rovněž významně ovlivňují klimatické změny dlouhá období sucha, to vše vede k oslabování stromů a k zvýšené náchylnosti

jedinců k napadení biotickými škůdci. Výzkumy se této otázce věnují mnoho let a plynou z něj uvedená dílčí obranná opatření.

V případě každé epidemie je potřeba důsledně provádět vyhledávání napadených stromů, sledovat šíření a vývoj onemocnění a sanovat napadené jedince. V napadených oblastech je vhodné vyhledávat resistantní jedince a z nich odebraný sadební materiál používat na zakládání nových porostů. Dále je potřeba věnovat se možnostem využití biologické ochrany.

V rámci výzkumu bylo zjištěno, že plochy napadených porostů jasanů a olší jsou mnohem vyšší, než je oficiálně udáváno. Je třeba zjistit skutečnou míru poškození na celém území Česka, sledovat šíření patogenů a všemi dostupnými prostředky se je snažit zastavit.

8. Seznam použité literatury

BAKYS, R., R. VASAITIS, P. BARKLUND, K. IHRMARK a J. STENLID. Investigations concerning the role of *Chalara fraxinea* in declining *Fraxinus exelsior*. Plant pathology. 2009, (58), 284-292.

BAKYS, R., A. VASILIAUSKAS, K. IHRMARK, K. STANLID, J. MENKIS a A. VASAITIS. Root rot, associated fungi and their impact on health condition of declining *Fraxinus exelsior* stands in Lithuania. Scandinavian Journal of Forest Research. 2011, 26(2), 128-135.

BARAL, O.H. a M. BEMMANN. *Hymenoscyphus fraxineus* vs. *Hymenoscyphus abidus*- A comparative light microscopic study on the causal agent of European ash dieback and related foliicolous, stroma-forming species. Mycology 5. 2014, 228-90.

BENGSTON, S.B.K., P. BARKLUND, C. VON BRÖMSEN a J. STENLID. Seasonal Pattern of Lesion Development in Diseased *Fraxinus exelsior* Infected by *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. PLOS ONE. 2014, 9(4). DOI: 10.1371/journal.pone.0076429.

BOSSHARD, W., ed. Kronenbilder. Birmensdorf: Eidgenössische Anstalt fuer das forstliche Versuchswesen, 1986.

BRASIER, C. M., S. A. KIRK, J. DELCAN, D.E.L. COOKE a T. JUNG. *Phytophthora alni* sp. nov. and its variants: designation of emerging heteroploid hybrid pathogens spreading on *Alnus* trees. Mycological Research. 2004, (108), 1172-1184.

BRASIER, C. M., J. ROSE a J.N. GIBS. An unusual *Phytophthora* associated with widespread alder mortality in Britian. *Plant phatology*. 1995, (44), 999-1007.

CLAESSENS, H., A. OOSTERBAAN, P. SAVIL a J. RONDEUX. A rewiev of the characteristic of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and their iplications for silvicultural practices. *Forestry* 83. 2010, 163-175.

CLEARY, M.R., N. ARHIPOVA, T. GAITNIEKS, J. STENLID a R. VASAITIS. Natural infection of *Fraxinus exelsior* seeds by *Chalara fraxinea*. *Forest Pahtology*. 2013b, (43), 83-85.

CLEARY, M.R., G. DANIEL a J. STENLID. Light and scanning electron microscopy studies of the early infection stages of *Hymenoscyphus pseudoalbidus* on *Fraxinus exelsior*. 2013a, (62), 1294-1301.

ČERNÝ, K. Vnitrodruhová struktura *Phytophthora alni* Brasier et S.A. Kirk na území ČR. Brno, 2013. Disertační. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Vedoucí práce Doc. Dr. Ing. Libor Jankovský.

ČERNÝ, K., M. MRÁZKOVÁ, M. HRABĚTOVÁ, et al. Invazní škodlivé organismy v lesích ČR. Brno, 2015. ISBN 978-80-02-02581-8.

ČERNÝ, K a STRNADOVÁ V. *Phytophthora* alder decline: disease symptoms, casual agent and ist distribution in the Czech Republic. *Plant Protection Science*, 2010, 46.

ČERNÝ, K., B. GREGOROVÁ, V. HOLUB, V. STRNADOVÁ, M. TOMSOVSKY a M. ČERVENKA. *Phytophthora alni* causing the decline of black and grey alders in the Czech Republic. *Plant pathology*. 2008, 57, 370.

ČERNÝ, K., M. MRÁZKOVÁ, V. ZÝKA, M. HRABĚTOVÁ a I. SVOBODOVÁ. Významný patogen javorů bradavkatka parazitická *Eutypella parasitica* R. W. Davidson & R. C. Lorenz v České republice. *Rostlinolékař*. Praha, 2016, 27(6), 26-29.

ČERNÝ, K., V. PEŠKOVÁ a R. MODLINGER. ROZŠÍŘENÍ FYTOFTOROVÉHO ONEMOCNĚNÍ OLŠÍ V LESNÍCH POROSTECH ČR – PŘEDBĚŽNÉ VÝSLEDKY. *ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU*. Jiloviště: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2015, 60, 256-261.

ČERNÝ, K. a V. STRNADOVÁ. *Phytophthora Alder Decline: Disease Symptoms, Casual Agent and its Distribution in the Czech Republic*. *Plant Protection Science*. 2010, 46, 12-18.

DALMSAO, E., J. COCKING a L. MONTECCHIO. Efficacy test on commercial fungicides against ash dieback in vitro and by trunk injection. *Urban forestry and Urban Greening* 13. 2014, , 697-703.

DE MARLIER, D., A. CHANDELIER, N. DEBRUXELLE, M. NOLDUS, F. LAURENT, E. DUFAYS, H. CLEASSENS a A. CAVELIER. Characterization of alder *Phytophthora* isolates from Wallonia and development of SCAR primers for their specific detection. *Journal of Phytopathology*. 153, 99-107.

DOBROVOLSKA, D, S HEIN, A OOSTERBAAN, J.P. SKOVSGAARD a S.P. WAGNER. Ecology and growth of European ash (*Fraxinus excelsior*). 2008, 35.

ENDERLE, R., A. NAKOU, K. THOMAS a B. METZLER. Susceptibility of autochthonous German *Fraxinus excelsior* clones to *Hymenoscyphus pseudoalbidus* is genetically determined. *Annals of forest Science*. 2015, (72), 183-193.

GHELARDINIA, L., A. LUCIA, N. LUCHIA, P. CAPRETTIA a A. SANTINIA. Review and synthesis Drivers of emerging fungal diseases of forest trees Luisa Ghelardinia. *Forest Ecology and Management*. Elsevier, 2016, 381, 235-246.

GIBBS, J.N ., M.A. LIPSCOMBE a A.J. PEACE. The impact of *Phytophthora* disease on riparian populations of common alder (*Alnus glutinosa*) in southern Britain. *Blackwell Wissenschafts-Verlag. Berlin, 1999, 39-50. ISSN ISSN 0300–1237*.

GREGOROVÁ, B., K. ČERNÝ, V. HOLUB, V. STRNADOVÁ, J. ROM, J. ŠUMPICH a K. KLOUDOVÁ. Poškození dřevin a jeho příčiny. Praha: AOPK ČR Praha, VÚKOZ, 2006. ISBN 80-860-64-97-2.

GROSS, A., O. HOLDENRIEDER, M. PAUTASSO, V. QUELOZ a T.N. SIEBER. *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the casual agent of European ash dieback. *Molecular plant pathology*. 2014, (15), 5-21.

GROSS, A., P.L. ZAFFARANO, A. DUO a C.R. GRUNIG. Reproductive mode and life cycle of the dieback pathogen *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *Fungal Genetics and Biology*. 2012 (49), 977-986.

HAŇÁČKOVÁ, Z., O. KOUKOL, A. ČMOKOVÁ, D. ZAHRADNÍK a L. HAVRDOVÁ. Direct evidence of *Hymenoscyphus fraxineus* infection pathway through the petiole-shoot junction. 2017. DOI: 10.1111/efp.12370.

HAUPTMAN, T., F.A. CELAR, M. DE GROOT a D. JURC. Application of fungicides and urea for control of ash dieback. *IForest* 8. 2008, 165-171.

HAVRDOVÁ, L. Analýza vybraných faktorů ovlivňujících výskyt *Chalara fraxinea* v prostředí. Praha, 2015. Disertační práce. ČZU Praha. Vedoucí práce Doc. Ing. Petr Šrůtka, Ph.D.

HAVRDOVÁ, L., K. NOVOTNÁ, D. ZAHRADNÍK, V. BURIÁNEK, V. PEŠKOVÁ, P. ŠRŮTKA a K. ČERNÝ. Differences in susceptibility to ash dieback in Czech provenances of *Fraxinus excelsior*. *Forest Pathology*. 2016. DOI: 10.1111/efp.12265.

HAVRDOVÁ, L. a K. ČERNÝ. Symptomatologie nekrózy jasanu. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2017. ISBN 978-80-87674-20-8.

HAVRDOVÁ, L. a K. ČERNÝ. Nekróza jasanu přehled současných znalostí: Škodliví činitelé v lesích Česka 2012/2013. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. Průhonice, 2013a.

HAVRDOVÁ, L. a K. ČERNÝ. Význam vlhkosti vzduchu v epidemiologii nekrózy jasanu-předběžné výsledky. Zprávy lesnického výzkumu. 2013b, 4(58), 347_352.

HAVRDOVÁ, L., L. ZÁBRANSKÝ a K. ČERNÝ. Extrémní rozvoj nekrózy jasanu v břehových porostech je podmíněn vysokou vlhkostí. *Vodní hospodářství*. 2013, 64, 1-4.

HAVRDOVÁ, L., D. ZAHRADNÍK, D. ROMPORTL, V. PEŠKOVÁ a K. ČERNÝ. Enviromental and silvicultural characteristic influencing the extent of ash dieback in forest stands. *Baltic forestry, Special issue: Susceptibility of European Trees to Alien Invasive Pets*. 2017. 15, ISSN 2029-9230

HORÁČEK, P., P. SEKERKA, L. HOSKOVEC, L. RAK a T. KREJČÍŘ. *Encyklopedie listnatých stromů a keřů*. 2. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 80-251-1708-8.

HRABĚTOVÁ, M., K. ČERNÝ, D. ZAHRADNÍK a L. HAVRDOVÁ. Efficacy of fungicides on the in vitro growth of *Hymenoscyphus fraxineus* and their potential control of ash dieback in the forest nurseries. *Forest Pathology*. 2016. DOI: 10.1111/efp.12311.

HUSSON, C, O CAEL, J.P. GRANDJEAN, L.M. NAGALEISEN a B MARCAIS. Occurrence of *Hymenoscyphus pseudoalbidus* on infected ash logs. *Plant Pathology*. 2012, (61), 889 - 895.

IOOS, R., C. HUSSON, A. ANDREUX a P. FREY. SCAR-based PCR primers to detect the hybrid pathogen *Phytophthora alni* and its subspecies causing alder disease in Europe. *European Journal of Plant Pathology*. 2005, (112), 323-335.

JANČAŘÍK, V. Usychání olší. *Lesnická práce*. 1993, (72), 14-16.

JANKOVSKÝ, L a O HOLDENRIEDER. *Chalara fraxinea* - Ash Dieback in the Czech Republic. *Sci.* 2009, 45, 74 - 78.

JUNG, T. a M. BLASCHKE. Phytophthora root and collar rot of alders in Bavaria: distribution, modes of spread and possible management strategies. *Plant pathology*. 2004, (53), 197-208.

JUNG, T., A. DURAN, A. PÉREZ-SIERRA a M.H. JUNG. Canker and decline diseases caused by soil- and airborne *Phytophthora* species in forests and woodlands. *Persoonia* - Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi *April 2018*. 2018, 40. DOI: 10.3767/persoonia.2018.40.0.

KIRISITS, T. Ascocarp formation of *Hymenoscyphus fraxineus* on several-year-old pseudosclerotial leaf rachises of *Fraxinus excelsior*. *Forest Pathology*. 2015. DOI: 10.1111/efp.12183.

KIRISTIS, T. Ascocarp formation of *Hymenoscyphus fraxineus* on several-year-old pseudosclerotial leaf rachises of *Fraxinus excelsior*. *Forest Pathology*. 2009, (45), 254-257.

KOUKOL, O a L HAVRDOVÁ. Vřeckovýtrusná zkáza jasanů. *Živa 1/2014*. 2014, 7 - 10.

KOWALSKI, T. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated whit dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathology*. 2006, 36, 264-270.

KOWALSKI, T. a HOLDENRIEDER O. The teleomorph of *Chalara fraxinea*, the casual agent of ash dieback. *Forest Pathology*. 2009, 39(5), 304-308.

KUŽELKA, K., R. MARUŠÁK a V. URBÁNEK. *Dendrometrie*. Praha, 2017. Skripta. ČZU Praha.

LYGIS, V., D. RIGLING, D. BUROKINÉ, D. MARČIULYNIENÉ, C.N. SCHÖEBEL a G. NORKUTÉ. Virulence of *Hymenoscyphus fraxineus* isolates from Lithuanian (post-epidemie) and Swiss (epidemie) populations COST ACTION FP 1103 FRAXBACK 1st MC/WG Dubrovnik. 2015.

MCKINNEY, L.V., L.R. NIELSEN, D.B. COLLINGE, I.M. THOMSEN a J.K. HANSEN. The ash dieback crisis: genetic variation in resistance can prove a long-term solution. *Plant pathology*. 2014(63), 485-499.

NAVRÁTIL, P., M. ZEMAN a T. MIKULKA. Zastoupení jasanu v našich lesích. In: Jasan dřevina roku 2008. Zpevňující dřeviny a jejich místo ve schvalovaných LHP a LHO. Kostelec nad Černými lesy, 2008, s. 6-11. ISBN 978-80-02-02029-5.

PEŠKOVÁ, V. a D. ČÍŽKOVÁ. *Lesnická fytopatologie*. Praha, 2015. ISBN 978-80-213-2603-3.

PEŠKOVÁ, V., K. ČERNÝ a R. MODLINGER. Rozšíření fytoftorového onemocnění olší v České republice. *Zprávy lesnického výzkumu*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2015, 60, 256- 261.

PROSPERO, S. a M. CLEARY. Review: Effects of Host Variability on the Spread of Invasive Forest Diseases. *Forest*. Alnarp, Sweden: University of Agricultural Sciences, Southern Swedish Forest Research Centre, 2017.

QUELOZ, V, C.R. GRUNIG, R BRENT, T KOWALSKI, T.N. SIEBER a O HOLDENRIEDER. Cryptic speciation in *Hymenoscyphus albidus*: T.N. Forest Phatology. 2011, 41, 133 - 142.

SAMEK, M. *Phytophthora alni* v břehových porostech toku Mastník a ekonomické vyjádření vybraných škod. Praha, 2015. Bakalářská práce. ČZU Praha. Vedoucí práce Doc. Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D.

SCHUMACHER, J., R. KEHR a S. LEONHARD. Mycological and histological investigations of *Fraxinus exelsior* nursery saplings naturally infected by *Chalara fraxinea*. Forest Phatology. 2010, (40), 419-429.

SINCLAIR, W.A. a H. LYON. : Diseases of Trees and Shrubs. Ithaca, New York: Cornell University Press, 2005.

SKOVSGAARD, J.P., G.J. WILHELM, I.M. THOMSEN, et al. Siviocultural strategie for *Fraxinus exelsior* in response to dieback casued by *Hymenoscyphus fraxineus*. Forestry. 2017. DOI: 10.1093/forestry/cpx012.

SPOHNOVI, R. Nový průvodce přírodou: Stromy. První vydání. Praha: Euromedia Group, k. s. - Knižní klub, 2008.

ŠTĚPÁNKOVÁ, P., K. ČERNÝ, V. STRNADOVÁ, P. HANÁČEK a M. TOMŠOVSKÝ. Identification of *Phytophthora alni* subspecies and their distribution in river system in the Czech Republic. *Plant Protection Science*. 2013, (49), Special Issue. S3-S10.

THOMAS, P.A. Biological Flora of the British Isles: *Fraxinus exelsior*. Journal of Ecology. 2016, DOI: 10.1111/1365-2745.12566.

TIMMERMANN, V., I. BORJA, A. M. HEITALA, T. KIRISTIS a H. SOLHEIM. Ash dieback: patogen spread and diurnal patterns dispersal, with special emphasis to Norway. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2011, 41, 14-20.

UHLÍŘOVÁ, H. a P. KAPITOLA. Poškození lesních dřevin. Lesnická práce. Kostelec nad Černými lesy, 2004, 1. vydání, 191.

VACEK, S, D BULUŠEK, Z VACEK, et al. European Ash (*Fraxinus excelsior* L.) Dieback: Disintegrating forest in the mountain protected areas, Czech Republic. *Austrian Journal of Forest Science*. 2015, 203 - 223.

VASAITIS, R a R ENDERLE. Consequences and Guidelines for Sustainable Management. *SLU Service / Repro*. Uppsala, Švédsko, 2017, 166- 175.

ZACHARA, T., J. LUKASZEWICZ, W. GIL a R. PALUCH. Possibilities for prevention of ash decline by silvicultural methods (in Polish). *Leś. Pr. Badaw.* 2007, 3, 149-150.

ZHAO, Y, T HOSOYA, H.O. BARAL, K HOSAKA a M KAKISIMA. : *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the correct name for *Lambertella albida* reported from Japan. *Mycotaxon* 122. 2012, 25 - 41.

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2013. Praha: MZe, 2014. ISBN 978-80-7434-153-3.

8. 1. Ostatní zdroje

https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/07/ZOL_Suppl_2013.pdf

https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/07/ZOL_Suppl_2014.pdf

https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/07/ZOL_Suppl_2015.pdf

https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/07/ZOL_Suppl_2016.pdf

https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/07/ZOL_Suppl_2017.pdf

https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/07/ZOL_Suppl_2018.pdf

https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/07/ZOL_Suppl_2019.pdf

UHUL.cz/mapy-a-data/katalog-datovych-informaci

Přílohy

Příloha 1: Rozpadlý jasanový porost (lokalita 1)



Příloha 2 :Nenapadený jasan (lokalita 2)



Příloha 3 : Nenapadená olše (lokalita 2)



Příloha 4 : Napadené olše (lokalita 2)

