

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA

ÚSTAV OCHRANY LESŮ A MYSLIVOSTI



Lesnická
a dřevařská
fakulta

Mendelova
univerzita
v Brně



**Monitoring rozšíření nekrózy jasanů (*Hymenoscyphus fraxineus*)
v lesních porostech severní Moravy**

Bakalářská práce

2017

Ladislav Fuchs

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci Monitoring rozšíření nekrózy jasanů (*Hymenoscyphus fraxineus*) v lesních porostech severní Moravy vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 27.3. 2017

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Jiřímu Rozsypálkovi, který mě svědomitě vedl a radil v průběhu tvoření této práce. Dále děkuji Bc. Michalu Prouzovi, který mě zasvětil do praktického řešení problematiky v terénu, a byl mi taktéž nápomocen v průběhu psaní bakalářské práce. V neposlední řadě děkuji své nejbližší rodině, přítelkyni a přátelům, za podporu v průběhu celého studia.

Ladislav Fuchs

Monitoring rozšíření nekrózy jasanů (*Hymenoscyphus fraxineus*) v lesních porostech Severní Moravy.

Monitoring and extension necrosis ash (*Hymenoscyphus fraxineus*) in the forests of North Moravia.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá houbovým patogenem *H. fraxineus*. Patogen je rozšířen po celé Evropě a plošně napadá jasanů. V České republice již není místo, kde by jasan houbou nebyl napadený. Práce by měla přispět k řešení problému nazývaného *Hymenoscyphus fraxineus*. Cílem je prozkoumat faktory mající vliv na intenzitu infekce v porostech. V práci bylo zjištěno, že většina abiotických porostních faktorů nemá vliv na pěstování jasanů. Vliv na zdravotní stav jasanů se pozitivní měrou odráží je – li jasan pěstován na přirozených stanovištích, jestliže byl v porostu zmlazen přirozeně a pokud je jasan v porostech smíšený náhodně.

Klíčová slova: *Hymenoscyphus fraxineus*, zdravotní stav, patogen, porost, jasan

Abstract

This bachelor thesis deals with fungal pathogen *H. fraxineus*. This pathogen is spread throughout all Europe and attacks the ashes. There is no place in the Czech Republic where the ash will not be attacked. The work should help solve the problem called *Hymenoscyphus fraxineus*. The aim is investigate all the factors influencing the intensity of infection in stands. In thesis has been found that most of abiotic growth factors have no effect on ash cultivation. The effect of the health of ash is positively reflected when the ash grown on natural habitats and has been naturally picked in the stand and is the ash mixed randomly.

Key words: *Hymenoscyphus fraxineus*, health condition, pathogen, growth, ash

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíle a hypotézy práce.....	2
3 Literární přehled	3
3.1 Zhodnocení přírodních poměrů	3
3.1.1 Geomorfologické poměry	3
3.1.2 Geologické a pedologické poměry	3
3.1.3 Klimatické a hydrologické poměry.....	4
3.2 Charakteristika jasanu ztepilého	4
3.3 Původce onemocnění <i>Hymenoscyphus fraxineus</i>	6
3.4 Životní cyklus a symptomy patogenu.....	7
3.5 Možné způsoby infikování stromů	9
3.6 Šíření houbového patogenu v Evropě.....	9
3.7 <i>Hymenoscyphus fraxineus</i> v ČR.....	10
3.8 Případná ochrana proti <i>H. fraxineus</i>	11
3.10 Ostatní škůdci na jasanu	12
4 Metodika	14
4.1 Výběr zájmových porostů.....	14
4.2 Terénní šetření	14
4.3 Vyhodnocení naměřených dat	14
4.4 Metodika hodnocení poškození zdravotního stavu porostů jasanů s ohledem na nekrózu jasanů způsobovanou patogenem <i>Hymenoscyphus fraxineus</i>	15
4.4.1 Inventarizační plocha	16
4.4.2 Vlastní hodnocení poškození porostů	16
4.4.3 Popis dle kategorií jedinců.....	16
4.4.4 Popis stupňů poškození – vyhodnocování dle kategorií.....	17
4.4.5 Legenda – vysvětlení pojmů	22
5 Výsledky	27
6 Diskuse.....	38
6.1 Vliv edafických kategorií na intenzitu napadení	38

6.2 Porovnání zdravotního stavu Fraxinus excelsior na přirozených a nepřirozených stanovištích dle Plívy, (1987) a SoLT dle Plívy, (1987)	38
6.3 Vliv LVS (lesních vegetačních stupňů) dle Plívy (1987) na zdravotní stav jasanů	39
6.4 Vliv stáří porostu na zdravotní stav stromů	39
6.5 Vliv porostní směsi na zdravotní stav jasanů.....	40
6.6 Lokalita jako ovlivňující faktor zdravotního stavu Jasanů	40
6.7 Vliv zakmenění na zdravotní stav jasanu	40
6.8 Vliv procentuálního zastoupení jasanu v porostu	41
6.9 Vliv rozmístění jasanů v porostu na zdravotní stav stromů.....	41
7 Závěr	42
8 Summary	44
9 Reference	46

Seznam obrázků

Obr. 1 Areál rozšíření www.euforgen.org . (2017)	6
Obr. 2 <i>Hymenoscyphus fraxineus</i> na <i>F. rhynchophylla</i> (Kowalski T., 2014)	7
Obr. 3 Životní cyklus <i>H. fraxineus</i> (Havrdová a Černý, 2011)	8
Obr. 4 Areál výskytu <i>F. excelsior</i> a rozšíření <i>H. fraxineus</i> www.euforgen.org . (2017). 10	
Obr. 5 Poškození lesních porostů ČR nekrózou jasanu (Havrdová a kol. 2016).....	11
Obr. 6 (1) Mladí jedinci (2) Dospívající jedinci (3) Dospělí jedinci (Fuchs, 2017).....	17
Obr. 7 Sekundární výhony na kmeni (Fuchs, 2017).....	24
Obr. 8 Letošní nekrózy na kmíncích jasanů (Fuchs, 2017)	25
Obr. 9 Starší nekróza (Fuchs, 2017)	26
Obr. 10 Větvení 1- 5 řádu (Prouza 2015)	26
Obr. 11 Porovnání zdravotního stavu jasanů na přirozených a nepřirozených stanovištích (SLT) dle Plívy (1987) (Fuchs, 2017)	27
Obr. 12 Porovnání zdravotního stavu jasanů na přirozených a nepřirozených stanovištích (SLT) dle Plívy, (1987). (Prouza 2017).....	28
Obr. 13 Vliv LVS dle Plívy, (1987) resp. nadmořské výšky na zdravotní stav <i>Fraxinus excelsior</i> (Fuchs, 2017).....	28
Obr. 14 Vliv LVS dle Plívy, (1987) resp. nadmořské výšky na zdravotní stav <i>Fraxinus excelsior</i> (Prouza 2017)	29
Obr. 15 Vyhodnocení zdravotního stavu v závislosti na věkových stupních (Fuchs, 2017)	29
Obr. 16 Vyhodnocení zdravotního stavu v závislosti na věkových stupních (Prouza, 2017).....	30
Obr. 17 Vyhodnocení zdravotního stavu s vazbou na druhy rostoucí v daném porostu s jasanem ztepilým (Fuchs, 2017).....	30
Obr. 18 Vyhodnocení zdravotního stavu s vazbou na druhy rostoucí v daném porostu s jasanem ztepilým (Prouza, 2017).	31
Obr. 19 Vztah zdravotního stavu jasanu ztepilého a edafické kategorie dle (Plívy, 1987) na které se daný porost vyskytuje. (Fuchs, 2017).....	32
Obr. 20 Zdravotní stav v závislosti na lokalitě (Fuchs, 2017).....	32
Obr. 21 Zdravotní stav v závislosti na lokalitě (Prouza, 2017)	33
Obr. 22 Zdravotní stav jasanu ztepilého v korelaci se SoLT dle Plívy (1987) (Fuchs, 2017).....	33
Obr. 23 Vliv zakmenění na zdravotní stav jasanu ztepilého (Fuchs, 2017)	34

Obr. 24 Vyhodnocení zdravotního stavu jasanu ztepilého ve vztahu s procentuálním zastoupením jasanu v porostu (Fuchs, 2017).....	35
Obr. 25 Vliv náhodného či skupinového rozmístění stromů v porostu (Fuchs, 2017).	35
Obr. 26 Vliv náhodného či skupinového rozmístění stromů v porostu (Prouza 2017)	36
Obr. 27 Faktory ovlivňující zdravotní stav vyjádřené v PCA testu (Prouza a Fuchs, 2017).....	36

1 Úvod

Od středověku, kdy člověk začal překonávat čím dál větší vzdálenosti ve stále se zkracujícím čase, docházelo k obchodování a převážení surovin a materiálu i v rámci kontinentů. Tato ve zkratce globalizace světa stojí za příčinou odumírání některých druhů. Jelikož se zvýšilo riziko přenášení druhů rostlin a živočichů, kteří pro nové životní prostředí mohou být hrozbou. Toto je případ také jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) a houby *Hymenoscyphus fraxineus*, kterým je tato práce věnována.

Jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), je strom, kterého si díky jeho kvalitnímu dřevu a nižším životním nárokům lesníci oblíbili a rádi ho pěstovali. Ať už jeho horský ekotyp, vápencový nebo lužní, kde nejčastěji s dubem letním (*Quercus robur*) a jilmem habrolistým (*Ulmus minor*) tvoří směs tzv. tvrdého luhu.

V 50. letech minulého století, se začíná hovořit o náhlých a plošných úmrtích jasanů. Patogen, jenž má za následek odumírání jasanů prvně popisuje Tadeusz Kowalski v roce 2006. Ten je nyní postrachem všech možných lesnických organizací napříč Českou republikou i celou Evropou. A nejsou to pouze porosty, které by se daly „jednoduše“ zrekonstruovat, ale v některých oblastech to jsou celé monokultury jasanu, ačkoli se tvrdilo nebo i stále tvrdí, že monokultury *Fraxinus excelsior* se nevytvářely (Kantor et al., 2013).

Jasan je nyní existenčně ohrožen houbou *Hymenoscyphus fraxineus* a dovolím si tvrdit, že nyní je zakládání nových jasanových porostů nezodpovědné. Zejména v místech, kde by měl být jako ochranná dřevina v břehových či lužních porostech, jelikož se dá předpokládat, že vysazený strom bude napaden a nebude moci plnit svoji funkci.

Nyní se provádí výzkumy, aby se o chřadnutí jasanů zjistilo co nejvíce, v co možná nejkratším časovém období. Některé způsoby již byly nastíněny, i když obrana je značně problematická. Můžeme jen doufat v najetí nějakého způsobu, udržení této dřeviny v naší krajině. Nemyslím z důvodu ekonomického, i když, jak říká jistý hajný na ŠLP Křtiny, peníze jsou až na prvním místě, ale z pohledu ekologického, jelikož je to dřevina, která roste od nížin po hory a ve tvrdém luhu je kromě ekologie také velice důležitou a ceněnou dřevinou.

2 Cíle a hypotézy práce

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit vliv zastoupení jasanu v lesních porostech (od 5 do 100 %) a intenzitu s níž jsou tyto porosty poškozovány infekcí *Hymenoscyphus fraxineus*.

Dalšími cíli bylo zhodnotit zdravotní stav a míru poškození na jasaněch v korelaci s nadmořskou výškou (LVS), podílu jiných dřevin rostoucích s hodnocenými jasaněmi, věkem posuzovaných jasanů, přirozeností stanoviště a SoLT. Také jestli má na zdravotní stav jasanů vliv zastoupení, zakmenění, adafické kategorie a lokality v ČR.

Cílem práce je zhodnocení míry poškození jasanu nektrózou *Hymenoscyphus fraxineus*, konkrétně na lesní správě v Hanušovicích, Lanškrouně, Rudě nad Moravou a v obecních lesích Červená Voda.

Hypotézy:

Předpokládáme, že se snižujícím se zastoupením jasanu v porostu dojde ke snižování infekčního tlaku vlivem nižší koncentrace vhodných hostitelů a tento fakt povede ke snižování intenzity infekce.

Dále usuzujeme, že na intenzitu s níž jsou jasaně v porostech poškozovány infekcí, budou mít vliv i porostní charakteristiky, jako je způsob založení porostu, typ smíšení, zakmenění atd.

Dle doposud zjištěných informací nepředpokládáme významné rozdíly mezi zdravotním stavem porostů a lokalit řešených v této práci a ostatními porosty a lokalitami řešenými v rámci celého monitoringu zdravotního stavu jasanů.

3 Literární přehled

3.1 Zhodnocení přírodních poměrů

V této kapitole jsou co možná nejlépe popsány přírodní podmínky a to geologické, pedologické klimatické a hydrologické, specifické pro mnou vybrané oblasti, v nichž se nachází zkoumané porosty.

3.1.1 Geomorfologické poměry

Podle České geologické služby (2017) se zájmové porosty nachází v soustavě Českého masivu, do Hercynského pohoří v České vysočině v Krkonošsko jesenické subprovincii oblast Orlická a Jesenická. Z pohledu geomorfologických celků se jedná poměrně o pestrou geologickou oblast. Z geomorfologických celků sem tedy zasahují Orlické hory, Podorlická pákorkatina, Kladská kotlina, Králický sněžník, Hanušovická vrchovina a nakonec Zábřežská vrchovina (Demek et al., 1987). Jak uvádí Culek et al., (1996) reliéf zde má charakter převážně členitých vrchovin s výškovou diferenciací 200-300 m, průměrná výška bioregionu je 350-600 m.

3.1.2 Geologické a pedologické poměry

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole jedná se z geologického pohledu o pestrou lokalitu. Je složena hlavně z krystalických břidlic a zvrásněných prvohorních usazenin, ve sníženinách je tvořena neogenními a kvarterními horninami. Převládají dvojslídne ruly, svory a amfibolity. Nynější ráz vznikl zvrásněním hercynské kry v prvohorách a částečně v algonkiu. V pleistocénu vystupovaly z rovin vyvýšeniny sprašových hlín se šterkovými terasami a v holocénu se ukládaly náplavy hlinitého a šterkovitého charakteru podél řek a vodotečí v rovinách i užších údolích. Horniny na sebe postupně navazují v dlouhých, užších i širších pruzích sledujících směr S – SV, J – JZ. Obsahují větší příměs halických součástí a vzrůstově i co do složení porostní skladby je tento vliv s dalšími faktory lesního prostředí výrazně patrný. Největší podíl na této skutečnosti má přítomnost poměrně dosti širokého pruhu amfibolitu, tonalitu, který tvoří přechod od amfibolitu k rule (Trnčík, 2008). Co se týče pedologického charakteru, v této oblasti se velice často vyskytují metamorfované komplexy, které tvoří jádro orlicko – kladské klenby a budují hlavní část Orlických hor a Králického Sněžníku. Celá struktura je rozdělena mladým (terciérním) kladským prolomem a jeho jihovýchodním výběžkem – králickým příkopem

– na západní část Orlické hory a na východní část Králický Sněžník. Patří sem především ruly a svory. Převažují zde všeobecně chudší kyselější půdy, acidita je způsobena jak zvětráváním matečných hornin (rul apod.), tak i nepřírozenou skladbou lesů, jelikož zde dominuje smrk, který svým opadem půdy okyseluje (Průša, 2001). Podle MZP, (2017) se v této zájmové oblasti vyskytují především kambizemě, jenž obecně na území ČR převažují. Luvizemě v nižších oblastech především u Lanškrouna a podzoly, vyskytující se ve vyšších polohách.

3.1.3 Klimatické a hydrologické poměry

Podle Plíva et al., (1986) se zkoumané porosty nachází v oblasti B-mírně teplá oblast s následujícími okrsky. B5-mírně teplý mírně vlhký vrchovinový, B6-mírně teplý, vlhký s mírnou zimou, pahorkatinový a rovinový, B8-mírně teplý, vlhký severní vrchovinová část a B10-mírně teplý, velmi vlhký, vrchovinový. Část ovšem spadá také do C – chladná oblast a to do okrsku C1 – mírně chladný. Pro přiblížení dalších klimatických podmínek jsem zvolil meteorologickou stanici v Žamberku, jelikož je poblíž mnou zkoumaných porostů a žádné jiné bližší profesionální meteorologické stanice neměří tolik potřebných veličin. Jediné, co je potřeba zmínit, že porosty v okolí Hanušovic jsou položeny cca o 200 výškových metrů výš. Podnebí se v regionu liší podle výškových metrů, ve vyšších částech je průměrná teplota okolo 4-5 stupňů celsia a roční průměr srážek je vyšší než 900 mm. V nižších polohách je průměrná teplota 8 celsiových stupňů a úhrn srážek okolo 650 mm. Průměrná roční teplota je 8,8 °C (Balík, 2017).

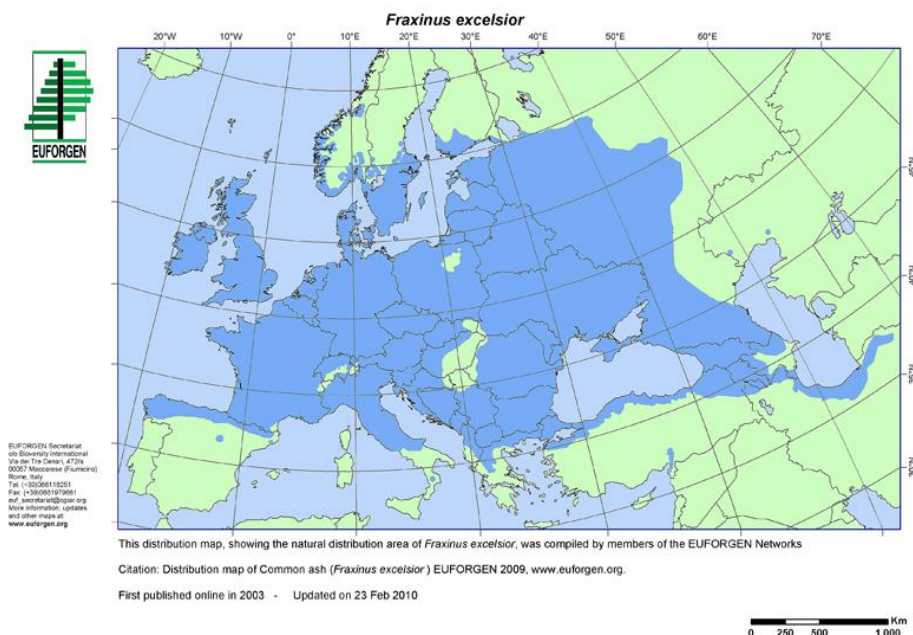
3.2 Charakteristika jasanu ztepilého

Fraxinus excelsior je mnohomanželný strom 20–40 m vysoký strom s kmenem až 1 m v průměru. Borka je dlouho hladká šedá, později mělce podélně brázditá. Koruna má tvar podlouhle válcovitý je poměrně řídká, s tlustými větvemi. Letorosty jsou šedavé, v místě pupenů zmáčknuté. Pupeny mají černou nebo tmavě hnědou barvu, terminální pupen je větší, vejcovitý, úžlabní kulovité, často šikmo vstřícné. Listy 3–7 jařmé lístky podlouhlé až podlouhle vejčité, 3–10 cm dlouhé, 1,5–4 cm široké, téměř přisedlé, pilovité, ve střední části se 3–5 zuby na 1 cm, špičky zubů nejsou zahnuté. Postranních žilek má méně než zubů. Žilnatina na rubu vyniklá. Květy jsou uspořádány v latách z postranních pupenů, bezobalné, oboupohlavné květy se 2 tyčinkami a pestíkem s dvoulaločnou bliznou, samčí květy se 2 (3) tyčinkami a zakrnělým pestíkem, samičí

s pestíkem a 2 patyčkami. Jako solitér plodí asi ve 20 letech, v porostech ve 30-40 letech. Semenné roky se vyskytují po 1 – 3 letech (Koblížek, 1997).

Ekologie a cenologie: Vyskytuje se v lužních lesích, pobřežních křovinách a v suťových a roklinových lesích. Ekologické optimum má na živinami bohatých, čerstvě vlhkých půdách, nesnáší stagnující vodu a dlouhodobé záplavy. Tato světlomilná dřevina snáší v mládí zástin, je náchylná na pozdní mrazy a některé ekotypy jsou odolné k suchu. Fröhlich (1947) uvádí, že pokud má dát jasan dlouhé cenné kmeny, musí vzniknout z kartáčovitě hustých nárostů. Stovky mladých jasanů zaniknou a zbyde z nich po stoletém boji jediný velký strom (Koblížek, 1997). V zimních měsících při oslunění je náchylný na poškození korní spálou (Gregorová a kol. 2006). Rozšíření v ČR: Roztroušeně od nížin do horských poloh celého území, nejhojněji v planárním a kolinním stupni v lužních lesích a v suťových lesích kolinního, až montánního stupně (max.: Krkonoše, Sněžné domky, 980 m, Bílé Karpaty, Velká Javořina, 960 m) (Koblížek, 1997).

Význam: lesnický i sadovnický pěstovaná dřevina. V lužních a suťových lesích se většinou přirozeně zmlazuje, místy dokonce tak bohatě, že utlačuje ostatní zmlazené dřeviny. V sadovnictví vysazován většinou jako solitér. Dřevo je tvrdé, pružné a houževnaté. Hlavní použití při výrobě sportovního náradí, v nábytkářství, truhlářství, k výrobě násad a topůrek (Koblížek, 1997). Nárovec et al., (2008) uvádí, že *Fraxinus excelsior* je v České republice šestou nejrozšířenější dřevinou. Její procentuální zastoupení činí 3,5 %. Podle aktuální zelené zprávy z 1.12.2016 je jasan zastoupen 1,4 procenty, přičemž přirozené zastoupení by mělo být 0,7 %. (MZe, 2016).



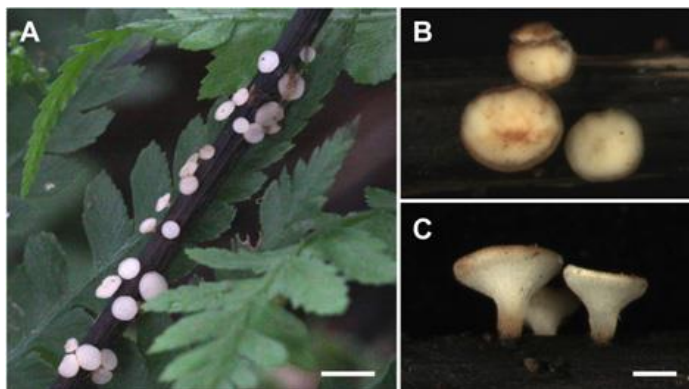
Obr. 1 Areál rozšíření www.euforgen.org. (2017)

3.3 Původce onemocnění *Hymenoscyphus fraxineus*

Pro nekrózu jasanu je typický poměrně rychlý nástup choroby, který je spojován s vysokou hustotou inokula (askospor), tyto se vytvářejí v létě v plodnicích teleomorfního stádia (maximum koncentrace infekčního inokula v prostředí je v červenci a srpnu). Inokulum je přenášeno vzduchem a infikuje listy a řapíky hostitele (Queloz, 1992). Anamorfní stádium *Chalara fraxinea* bylo poprvé popsáno T. Kowalskim v Polsku v roce 2006. Následně Kowalski et., al (2009b) označil za teleomorfu *Hymenoscyphus albidus* (voskovička bělavá), což je diskomycet, který se chová jako saprofyt a je naprosto běžně vyskytující se v opadaných listech konkrétně na řapících listů jasanu nebo již odumřelých výhonech tohoto stromu.

Následovali studie na molekulární úrovni, jenž zkoumali ve velkém kultury houby izolované z nekróz. Tím došlo k pokrokovému zjištění. Tyto studie totiž ukázali, že *Chalara fraxinea* patří k novému druhu – *Hymenoscyphus pseudoalbidus* (Queloz et al., 2011), jenž je s *Hymenoscyphus albidus* velice podobný. Více se liší pouze v některých charakteristikách na molekulární úrovni (v rDNA regionech či sekvencích ITS) hovoříme tedy o tom, že je zde variabilita DNA (Queloz a kol., 2011). Morfologicky se dají rozlišit tak, že u *Hymenoscyphus albidus* chybí nepohlavní stadium a je přítomné u druhu *Hymenoscyphus pseudoalbidus* (Kirisits et al., 2013). Queloz et al., (2011) také uvádí, že *H. pseudoalbidus* se na území Evropy, konkrétně ve Švýcarsku, vyskytuje minimálně 30

let. Na to se ukázalo, že asi před 80 lety popsali vědci v Japonsku kryptický druh *Lamberta albida* (Zhao et al., 2012). Při porovnání evropských a japonských vzorků se potvrdilo, že *H. pseudoalbidus* je morfologicky i molekulárně identický s druhem *Lambertella albida* vyskytující se v Japonsku na opadu listů *Fraxinus mandshurica* (Gross et al., 2014). V roce 2014 byl publikován jediný oficiální název pro tento patogen *Hymenoscyphus fraxineus* (Baral et al., 2014).



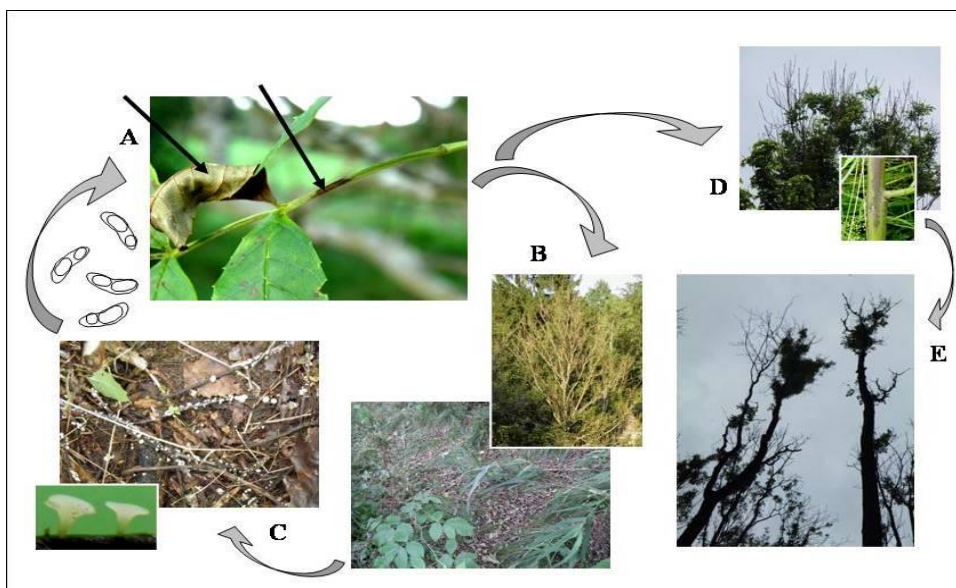
Obr. 2 *Hymenoscyphus fraxineus* na *F. rhynchophylla* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya (Měřítka A= 10 mm C= 1mm)

3.4 Životní cyklus a symptomy patogenu

Na opadlém materiálu, tj. na listech, houbový patogen zimuje a další veg. sezónu se především na řapících vytváří apotecia – pohl. stadia *H. pseudoalbidus* - obr. 3C (Timmermann et al., 2011). Dále je rozšiřován vzduchem a primárně napadá listy a jejich řapíky. Poté se rozvíjí infekce a dochází k nekrotizaci pletiv – obr. 3A (Barkys et al., 2009). Podle Skovgsaarda et al., (2010) se první symptomy objevují na přelomu června a července. Právě na již zmíněných listech a řapících, kde můžeme vidět menší kruhovitě skvrny a na kůře mladých výhonů podlouhlé eliptické skvrny – obr. 3D. Barkys et al., (2009) dále uvádí, že poté co dojde k nekrotizaci pletiv, opadávají listy a někdy způsobí značnou defoliaci hostitele – obr. 3B. Tento autor také uvádí, že k tvorbě apotecií i na napadených výhonech hostitele dochází spíše ve výjimečných případech. Podle Košťálové et al., (2010) jsou jasany napadány bez ohledu na jejich stáří, zároveň tvrdí, že nejvíce odumírají mladé stromky. Příznaky jsou zejména zasychání a odumření letorostů, terminálních výhonů a větví. Může také dojít k tomu, že listy zaschnou a zůstávají viset na letorostu. Jsou to listy, které rostou nad nekrotizací ve směru transpiračního proudu a dojde k odumření celého letorostu, a nejen jednotlivých listů.

Jankovský et al., (2009) uvádí, že ačkoli jednoleté letorosty nad nektrózou zpravidla zasychají, neodlamují se. U dvouletých až tříletých jasanů bylo pozorováno jejich odumření, jestliže se nektróza vyskytla na bázi kmínků. Toto pozoroval i Rozsypálek, (2015), ovšem u mnohem starších jedinců (až 20 letých). Kdy dochází k náhlému odumření na první pohled zdravých jedinců. Při bližším zkoumání se ukázalo na přítomnost nektróz při bazální části stromu. *Hymenoscyphus fraxineus* se podařilo izolovat i z mrtvých kořenů živých jasanů (Jankovský, Palovčíková, 2009).

U vzrostlých jedinců se choroba v této fázi napadení projevuje řidnutím koruny a odumíráním výhonů (zpravidla těch z posledního roku). Koruna může výrazně prosychat od obvodu – obr. 3D. Hostitel na atak patogenu reaguje tvorbou preventivních výhonů, které jsou vytvářeny pod odumřelými větvemi a vzniká typické shlukovité olistění. Dochází k odumírání drobných a posléze i kosterních větví k rozsáhlému poškození, což může být i 80 – 90 % objemu koruny – obr. 3E. Poté strom odumírá. Co je zajímavé, strom může oddělit napadenou část pletiv a kalusem infekci zastavit. Nelze vyloučit, že hubový patogen se v pletivech hostitele může šířit ve formě konidií i cévními svazky, ale tento způsob nebyl dosud potvrzen (Havrdová, nepubl.).



Obr. 3 Životní cyklus *H. fraxineus* (Havrdová a Černý)

3.5 Možné způsoby infikování stromů

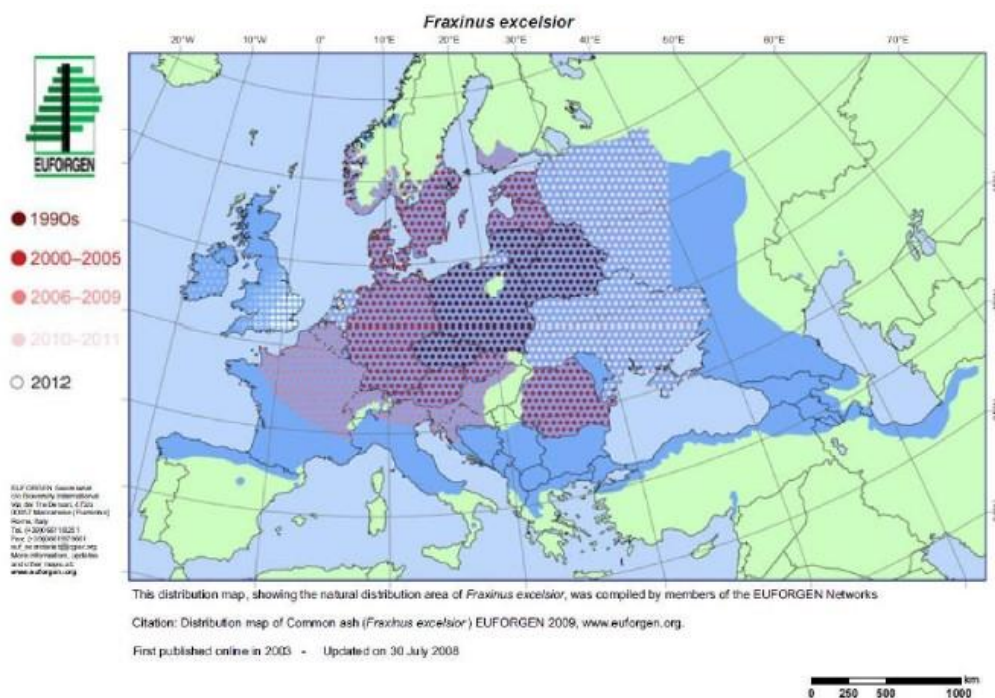
Jak již bylo uvedeno, patogen je přenášen vzduchem a primárně napadá listy a jejich řapíky, odkud se infekce rozvíjí a dochází k nekrotizaci pletiv (Barkys et al., 2009). Ještě před tím přišel Jankovský a Palovčíková, (2009) s teorií, že za infikování stromů stojí savý a listožravý hmyz, který parazituje na jasaněch. Nehovořilo se o hmyzu jako o přenašeči, jelikož vzhledem k velikosti sporů vůči velikosti hmyzu to je nepravděpodobné. Šíření z infikovaných řapíků do stromu se může patogen dostat skrz pupeny přes lenticely. *H. fraxineus* byl díky molekulární analýze také nalezen v semenech jasanů (Clearly et al., 2013).

3.6 Šíření houbového patogenu v Evropě

Nekróza jasanů se objevuje na evropském kontinentu od osmdesátých let 20. století, konkrétně to bylo ve Velké Británii. Hromadně hynul *Fraxinus excelsior*, kterému rychle zasychaly prýty, větve a následně celé stromy. Nejdříve se ovšem nepočítalo s tím, že by za chřadnutím jasanů stála houba, ale změny přírodních a klimatických podmínek (Nárovec et al., 2008). Dle Hiemstra, (1995) se toto odumírání nazývalo „dying of ash“. To vyvolalo obavy mezi vlastníky lesů a na základě toho se roku 1988 uskutečnili první podrobné fytopatologické výzkumy a terénní šetření. Výzkum ukázal, že na jasaněch, které odumírali se vyskytuje houba *Verticillium dahliae*. Kowalski et al., (2008) publikoval, že onemocnění má tracheomykózní charakter. Patogen se do Evropy pravděpodobně dostal napadenými semenáčky či semeny jasanu (Zhao a kol., 2012). Mezi lety 1960 – 1980 byl jasan madžuský v několika zásilkách importován do Evropy z Dálého východu (Drenkhan et al., 2014). Patogen se rozšiřuje od severovýchodní části Evropy zejména na jihozápad a sever. Na jich a východ je postup o něco pomalejší.

Zpočátku 90. let je nekróza jasanů potvrzena v Litvě 1992 – 1996 (Juodvalkis a kol., 2002) a na severovýchodě Polska 1992 (Przybyl, 2002). Dále se chřadnutí rychle rozšiřuje po celém kontinentu. V Lotyšsku je poprvé pozorováno v roce 2000, v Estonsku o dva roky později (Juodvalkis a kol., 2002). V jižním Švédsku v roce 2001, Dánsku 2003 (Thomsen a kol., 2007). V jižním Finsku a Norsku v roce 2005 (Barklund, 2005). Jihozápadní část Evropy je též postižená, v severním Německu se choroba zaznamenala poprvé v roce 2002 (Heydeck et al., 2005), v České republice roku 2004 (Jankovský a kol., 2009), stejně tak na Slovensku (Ogris et al., 2009) Maďarsku, Rumunsku (Szabo, 2009) a Rakousku 2005 (Cech, 2006), Slovinsku 2006 (Ogris et al., 2009), Švýcarsku

2007, jižním Německu 2008 (Kirisits T., Halmschlager E., 2008), Itálii 2009 (Ogris et al., 2010) a také ve Francii 2010 (Husson et al., 2011). Nyní je choroba rozšířena po celé Evropě. Nejhorší situace je nejspíše v Polsku a v Pobaltí, kde je napadení intenzivnější než jinde, jelikož stromy jsou vystavovány chorobě nejdéle a dochází zde k poškozování obrovských jasanových ploch (Zachara a kol., 2015).

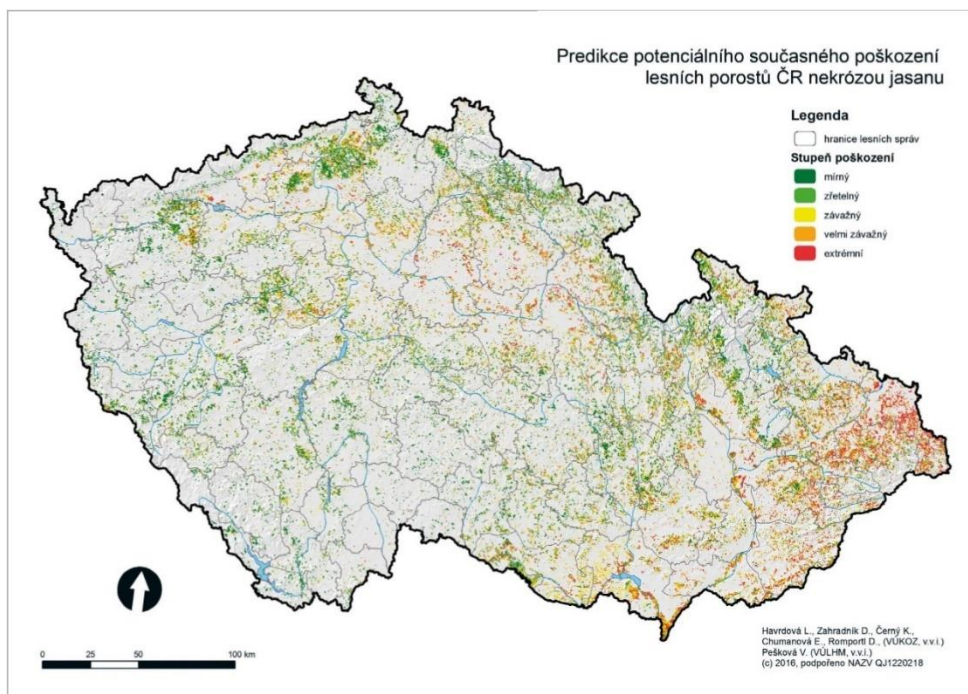


Obr. 4 Areál výskytu *F. excelsior* (modrá zóna), rozšíření *H. fraxineus* (puntíky) www.euforgen.org. (2017)

3.7 Hymenoscyphus fraxineus v ČR

Podle dokladů z herbářových položek Národního muzea se houbový patogen vyskytuje na území ČR od roku 2002 (projekt MZe NAZV OQ1220218). Přesto podle Košťálové et al., (2010) se dá předpokládat, že *H. Fraxineus* se zde vyskytuje již od 90. let 20. století. Od roku 2004 se množství odumírajících jasanů rapidně zvýšilo a toto odumírání jasanů se objevuje v různé intenzitě po celé ČR (Košťálová et al., 2010). První potvrzení *H. fraxineus* na území ČR bylo 26.9.2007 v arboretu Křtiny z jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior* „Pendula“). Vzorek byl izolován O. Holdenriedrem (Jankovský a Palovčíková, 2009), a dále byl patogen potvrzen i na dalších místech jižní Moravy a Vysočiny, potvrzen byl u Hradčan u Brna (školka) a Lomnice u Tišnova (Jankovský a Holdenrieder, 2009). Havrdová et al., (2011) uvádí, že symptomy jsou pozorovány po celé ČR. Infekce se šíří zejména ze severovýchodu země na jihozápad, a proto jsou v jihozápadních Čechách pozorovány jasanové porosty v lepším stavu, ačkoli

i zde se situace postupně zhoršuje. Nyní se houbový patogen vyskytuje po celém území ČR na všech stanovištích, ať už u stromů soliterních, roztroušených výsadeb v krajině, větrolamech tak i u břehových porostů či lužních lesích. Koukol a Havrdová, (2014) také uvádí, že nezáleží na nadmořské výšce.



Obr. 5 Poškození lesních porostů ČR nekrózou jasanu (Havrdová a kol. 2016)

3.8 Případná ochrana proti *H. fraxineus*

Jankovský et al., (2009) uvádí, že proti tak rychle se šířícím původcům chorob je ochrana prakticky nemožná. Patogen se díky větru šíří velice rychle na velké vzdálenosti (Pautasso et al., 2012). Pohled na další vývoj a šíření *H. fraxineus* je obecně velmi skeptický a někteří autoři připouštějí i možnost kolapsu celých populací jasanu (McKinney et al., 2011). Ochranné opatření podle Kirisitse et al., (2012) může spočívat v odtěžení silně napadených jasanů před opadem listů nebo opadlé listy odstraňovat, nejlépe pálit. Chemická ochrana může přicházet v úvahu pouze ve školkách, ovšem díky dlouhé infekční periodě patogenu může fungicid přijít vniveč.

Dá se předpokládat, že v dalších letech se budou jasanové porosty nahrazovat dřevinami jinými, dle jejich ekologických nároků na dané stanoviště. Podobně jak to bylo při napadení porostů olše lepkavé bázlivcem olšovým (Černý, 2011). McKinney et al., (2011) uvádí, že jedním z opatření, které by mohlo zachovat *Fraxinus excelsior a*

Fraxinus angustifolia, je vytipovat odolnější genotypy těchto druhů vůči *H. fraxineus* a následně je mezi sebou křížit a šlechtit.

3.10 Ostatní škůdci na jasanu

Ze zástupců živočišné říše na jasanu škodí celá řada škůdců. Ze spárkaté zvěře je to především daněk evropský (*Dama dama*) což je polyfágní druh, který preferuje listnaté dřeviny a v hojné míře právě jasanu (*Fraxinus sp.*). Škodí především vytloukáním, ale i okusem a ohryzem. Z řádu *Coleoptera* škodí lýkohub jasanový (*Hylesinus fraxini*) což je brouk čeledi *Curculionidae* a podčeledi kůrovcovitých *Scolotinae*. Jeho požerek je zpravidla dvouramenný a je orientován na podélnou osu kmene. Je to tedy kambioxylofág. Sekundární a fyziologický škůdce napadající zejména mladší porosty. Jasanu dále napadá lýkohub zrnitý (*Hylesinus crenatus*). Patří do stejného řádu, čeledi i podčeledi jako jeho příbuzný lýkohub jasanový. Napadá silně poškozené a oslabené jedince. Požerek je příčný a „ostře ohraničený“. Ke svému vývoji potřebuje starší stromy se silnější kůrou. Při přemnožení mohou oba druhy napadat i zdravé či jen slabě oslabené stromy. Napadené stromy odumírají (Zahradník ed., 2014). V posledních několika letech se rozmáhá také dutilka jasanová (*Prociophilus bumaliae*). Je to poměrně velká mšice dorůstající až 5,5 mm, patřící do čeledi *Pemphigidae* a škodící žírem zejména na mladých jarních listech, u kterých dochází ke zkadeření (Beránek 2011). Úplnou defoliaci může svým kostrováním způsobit puchýřník lékařský (*Lytta vesicatoria*). Mínování a děrování listů způsobuje předivka jasanová (*Prays curtisellus*), jejíž housenky přezimují ve vrcholových pupenech a způsobují tak vidličnatost prýtů (Kolařík, 2005).

Z rostlinné říše jsou to zejména dřevokazné houby. Z kořenových hnilob je to dřevomor kořenový (*Ustulina deusta*) a václavky (*Armillaria spp.*). Poměrně běžným druhem je také šupinovka kostrbatá (*Pholiota squarrosa*). V některých oblastech je šupinovka dokonce hlavním destabilizačním prvkem. Pro jasanu je charakteristickým prvkem troudnatec jasanový (*Perenniporia fraxinea*), jehož hniloba destabilizuje kořenový systém a bázi kmene. Další houbou je rezavec štětinatý (*Innonotus Hispidus*), který je rozšířen v severním mírném pásu. Stromy jsou infikovány přes pahýly odlomených větví, v místech mech. poranění a mrazových trhlin. Působí bílou hnilobu ve střední vyvrálé části kmenů a tlustých větví. Rezavec štětinatý působí na našem území největší škody právě na jasanech a jilmeh. V mýtních a přestárlých jasanových porostech v lužních lesích na jižní Moravě je průměrně infikováno 2-6 % stromů (Černý, 1988).

Velmi často bývá jasan napadený také dřevnatkou kyjovitou (*Xilaria polymorpha*) a lesklokorkou ploškou (*Ganoderma applanatum*) (Zúbrik et al., 2013).

4 Metodika

4.1 Výběr zájmových porostů

Monitoring rozšíření houbového patogenu *H. fraxineus* probíhal v porostech, resp. porostních skupinách, které spadaly do lesních správ Hanušovice, Ruda nad Moravou, Lanškroun a také lesů obce Červená Voda. Vybírání porostů bylo pečlivě probíráno se zaměstnanci lesních podniků, kteří pro účely výzkumu poskytli hospodářské knihy a lesnické mapy v požadovaném měřítku. Vybírány byly porosty, ve kterých roste jasan v zastoupení od 5 do 100 %. Dále porosty, které by pokryly co možná nejvíce věkových tříd SoLT. V neposlední řadě byly brány v úvahu další dřeviny, které s jasanem tvořily daný porost, abychom mohli potvrdit nebo vyvrátit, že na intenzitu napadení mají či nemají vliv jiné druhy dřevin s ním rostoucí.

4.2 Terénní šetření

Terénní šetření spočívá v nalezení porostu pomocí porostní mapy. Po nalezení daného porostu se do terénního zápisníku uvedly tyto náležitosti: porost, věk, procentuální zastoupení jasanu, Solt, ostatní dřeviny, lokalita, druh smíšení (rovnoměrný/nerovnoměrný), nadmořská výška, GPS souřadnice pomocí mobilní aplikace mapy.cz a případně poznámky. Dále byly pořízeny fotografie porostu. Při hodnocení míry poškození porostu patogenem bylo postupováno podle „Hodnocení poškození zdravotního stavu jasanů s ohledem na napadení nektrózou jasanů *H. fraxineus*“ Rozsypálek (2015). V každém porostu se zhodnotilo 100 stromů (pokud porost disponoval min. 100 stromy). Pokud se v porostu vyskytovalo zmlazení, bylo zhodnoceno také, ovšem v počtu do 50 jedinců. Do terénního zápisníku se zapsala míra poškození od 1 do 10 viz. kapitola 4.5.4. Popis stupňů hodnocení dle kategorií jedinců. Spočítal se průměr jak za hlavní etáž, tak i za zmlazení. Tento průměr dále vypovídá o zdravotním stavu stromů pro celý porost.

4.3 Vyhodnocení naměřených dat

Data získaná v průběhu výzkumné činnosti byla statisticky analyzována statistickým softwarem (STATISTICA 12) od firmy Dell Statistica. V případech vážného porušení podmínek pro užití parametrických metod analýzy rozptylu (Shapiro-Wilksův test; test normality výběru, Levenův test; test homogenity rozptylů) byla data analyzována Kruskal-Wallisovým testem. V případech splnění podmínek byla data analyzována metodou ANOVA. Pro lepší prezentaci dat byl použit stejný software s možností

přehledného grafického zobrazení dat. Všechny statistické testy byly prováděny na 5 % hladině významnosti ($\alpha=0,05$). Data byla dále analyzována v geoinformačních systémech, díky nimž jsme získali a mohli porovnat data s nadmořskou výškou, vodními srážkami, teplotou a dalšími vlivy. Některá data z měření byla sdílena mezi více měřiči pro komplexnější výsledky a lepší přehled.

4.4 Metodika hodnocení poškození zdravotního stavu porostů jasanů s ohledem na nekrózu jasanů způsobovanou patogenem *Hymenoscyphus fraxineus*

Metodika resp. základy metodiky byli vytvořeny Ing. Jiřím Rozsypálkem v letech 2011 – 2014 (Rozsypálek 2015). Metodika dále byla ověřována a obohacena o aplikační část, která je důležitá pro praxi v lesnictví. Tuto vytvořil Bc. Michal Prouza (Prouza, 2015).

Před samotným hodnocením je třeba zjistit z lesnické dokumentace zastoupení jasanů v hodnoceném porostu, jejich věk a rozlohu hodnoceného porostu. Při příchodu do porostu hodnotitel nejprve určí typ smíšený porostu (nejedná-li se o jasanovou monokulturu).

Následně v porostu vytyčí inventarizační plochy (viz kap. 4.4.1.) v hustotě 1 plocha na 0,4 ha rozlohy porostu. Inventarizační plochy by měl hodnotitel umisťovat tak, aby co nejlépe pokryly hodnocený porost a spadal do nich co největší počet jasanů. V porostech s malou rozlohou hodnocení probíhá vždy minimálně na dvou plochách. U skupinovitě smíšených porostů umisťuje hodnotitel inventarizační plochy pouze do jasanových skupin, jako by se jednalo o porost se zastoupením jasanu 100 %. V porostech se 100 – 90% zastoupením jasanu (a u porostů se skupinovitým smíšením porostu) probíhá hodnocení pomocí jedné inventarizační plochy na 0,4 ha U porostů skupinovitě smíšených se počet inventarizačních ploch odvozuje nikoli od plochy porostu, ale od dílčí porostní plochy jasanu.

V porostech smíšených, v nichž je hlavní dřevinou jasan s minimálním zastoupením 60 % až 90 %, probíhá hodnocení pomocí jedné inventarizační plochy na 0,3 ha. V porostech smíšených, v nichž je jasan vedlejší až hlavní dřevinou se zastoupením od 30 % do 60 %, probíhá hodnocení pomocí jedné inventarizační plochy na 0,2 ha.

V porostech smíšených, v nichž je jasan vedlejší dřevinou se zastoupením pod 30 %, hodnotitel projde celým porostem a zhodnotí zdravotní stav všech nalezených jasanů dle metodiky pro hodnocení jednotlivých stromů.

4.4.1 Inventarizační plocha

Inventarizační plocha se skládá ze dvou soustředných inventarizačních kruhů o poloměrech 12 m a 3 m. V menším kruhu je hodnoceno jasanové zmlazení, je-li v porostu přítomno. Do hodnocení jsou zahrnuty jasanové od 0,5 m výšky, není tedy hodnoceno zmlazení v podobě semenáčků. Hodnoceno je maximálně 50 jedinců na porost. Ve větším kruhu jsou hodnoceni jedinci z hlavní etáže porostu. Maximálně je hodnoceno 100 až 150 jedinců na porost. Pokud nastane situace (např. v mladých porostech), že bude možné dosáhnout maximálního počtu jedinců pro porost již na jedné inventarizační ploše, je hodnotitel povinen vytvořit a zhodnotit minimálně ještě jednu inventarizační plochu pro lepší zachycení pravděpodobné diverzity porostu.

4.4.2 Vlastní hodnocení poškození porostů

Hodnocení poškození je prováděno vizuálně. Hodnotitel musí na strom dobře vidět, jelikož se hodnotí faktory jako defoliace, architektura koruny, usychání větví různých řádů. Někdy je také potřeba rozeznat *Fraxinus excelsior* od *Fraxinus angustifolia*. Pro objektivnější výsledky je metodika dále rozdělena na 3 kategorie, mladí jedinci, jedinci dospívající a nakonec jedinci dospělí (viz obr.6). Každá kategorie má stupnici poškození od 1-10, každá jednotka charakterizuje stádium projevu patogenu na jednotlivých stromech.

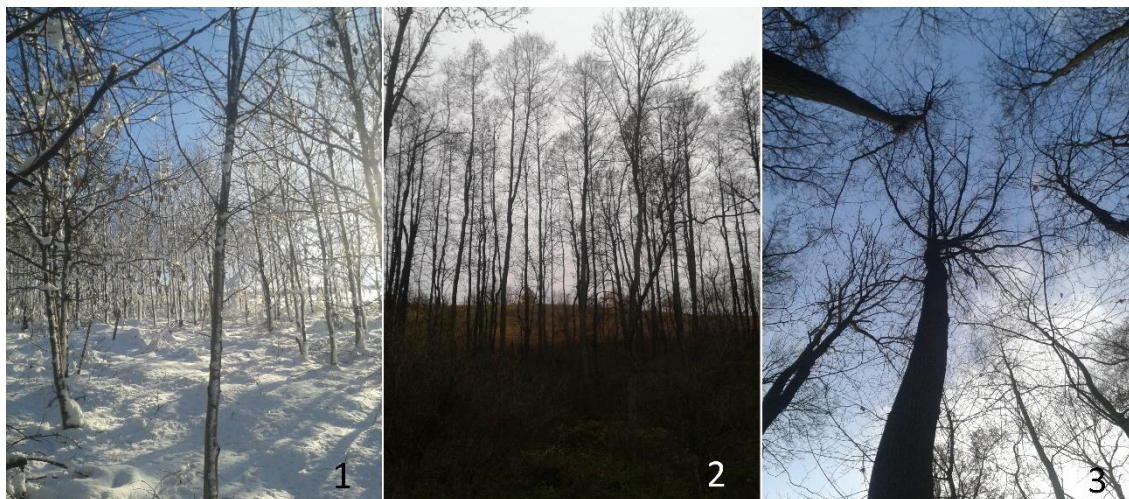
4.4.3 Popis dle kategorií jedinců

Kategorie:

Mladí jedinci – dřeviny ve věku od 1 do 10 let, u nichž je možné vzhledem k jejich vzrůstu vyhodnotit detailně veškerá poškození a jednotlivé symptomy infekce.

Dospívající jedinci – od 11 do 30 let, jedinců již není možná detailní kontrola jednotlivých výhonů, stále však můžeme pozorovat symptomy infekce a začínáme se zaměřovat na hodnocení změn v architektuře koruny a množství sekundárních výhonů, které by u těchto jedinců v přirozeném stavu neměly být vůbec přítomny.

Dospělí jedinci – od 31 let výše, u jedinců již není možná detailní kontrola. Hodnocení je založeno především na změnách v architektuře koruny, celkové vitalitě a defoliaci. Sekundární výhony hodnotíme, ale přikládáme jim menší váhu, neboť u senescentních jedinců se již mohou vyskytovat bez vazby na infekci *H. fraxineus*.



Obr. 6 (1) Mladí jedinci (2) Dospívající jedinci (3) Dospělí jedinci (Fuchs, 2017)

4.4.4 Popis stupňů poškození – vyhodnocování dle kategorií

Kategorie: Mladí jedinci

1. stupeň: Strom bez zjevného narušení vitality s přirozenou architekturou koruny a nenarušeným průběhem růstu. Na kmínku ani na větvích nejsou pozorovány poškození ani podkorní nekrózy.

2. stupeň: Strom bez zjevného narušení vitality s mírně narušenou architekturou koruny následkem zjevného poškození, odumření terminálu nebo některé z kosterních větví v minulosti. Na kmínku ani na větvích nejsou pozorovány letošní podkorní nekrózy, lze pozorovat nekrózy z předešlých let.

3. stupeň: Strom bez zjevného narušení vitality s narušenou architekturou koruny vlivem odumření velké části terminálu nebo několika kosterních větví v dřívějších letech, přítomnost suchých větví nebo pahýlů v koruně. Na kmínku ani na větvích nemusí být pozorovány letošní podkorní nekrózy (maximální počet do 2 kusů), jsou zde patrné nekrózy z předešlých let.

4. stupeň: Strom s mírně narušenou vitalitou a silně narušenou architekturou koruny vlivem několikanásobného odumírání terminálu a letorostů v dřívějších letech. Korunka mírně zdeformována a zahuštěna, přítomnost suchých větví nebo pahýlů. Na větvích mohou být v malém rozsahu pozorovány letošní podkorní nekrózy (řádově do 5 kusů,

pouze na koncích větví a bázích malých větviček na kmeni), na větvích jsou patrné nekrózy z předešlých let.

5. stupeň: Strom se zřetelně narušenou vitalitou a silně narušenou architekturou koruny vlivem několikanásobného odumírání terminálu a letorostů v dřívějších letech. Korunka zdeformovaná a silně zahuštěná, tvořena velkým množstvím kodominantních výhonů, absence průběžného kmene. Přítomnost suchých větví nebo pahýlů v koruně. Na větvích mohou být ve velkém rozsahu pozorovány letošní podkorní nekrózy (objevují se i na bázích větví a v horní části kmínku), na suchých větvích jsou patrné nekrózy z předešlých let.

6. stupeň: Strom s výrazně sníženou vitalitou a se zničenou architekturou koruny, původní korunka stromu z velké části - cca 60 % suchá. Strom přežívá pouze díky několika posledním živým větvím ve spodní části koruny, ztrátu se snaží kompenzovat vytvářením sekundárních výhonů ze zdravé části kmene pod nasazením původní korunky. Na větvích mohou být pozorovány ve velkém rozsahu letošní podkorní nekrózy (objevují se i na bázích větví a kmínku), na suchých větvích jsou patrné nekrózy z předešlých let.

7. stupeň: Strom s výrazně sníženou vitalitou. Korunka tvořena pouze sekundárními výmladky, zpravidla dvěma až třemi silnými výhony, které vyrostly z nejvýše položené zdravé části kmene. Na výhonech mohou být pozorovány letošní nekrózy ve velkém rozsahu (objevují se i na bázích větví a na kmínku), na suchých větvích a kmeni jsou patrné nekrózy z předešlých let.

8. stupeň: Strom se zbytkovou vitalitou přežívající pomocí výmladků na zbytku zdravé části kmene. Primární i sekundární korunka stromu odumřely kvůli postupujícím podkorním nekrózám. Strom přežívá díky výmladkům na spodní až bazální části kmene. Na výmladcích mohou být pozorovány letošní nekrózy, v odumřelé koruně a na kmeni jsou patrné loňské nekrózy.

9. stupeň: Odumřelý strom vlivem celkového vyčerpání a postupného zhoršování zdravotního stavu. Infekce dosáhla báze kmene, kvůli čemuž strom přišel o veškerý asimilační aparát a celkově odumřel. Někdy může strom odumřít i v některé z dřívějších fází choroby (stupeň 7, 8) na celkové vyčerpání, kdy většinou na jaře nevyraší.

10. stupeň: Odumřelý strom bez vnějších příznaků odumírání v koruně či na kmeni, které by mohly být natolik vážné, aby zapříčinily celkové odumření stromu (pravděpodobná příčina odumření stromu vlivem problémů v kořenové části jedince).

Kategorie – Dospívající jedinci

1. stupeň: Strom bez zjevného narušení vitality, s přirozenou architekturou koruny. Na stromě nejsou pozorována žádná poranění či suché větve, vyjma přirozeného vyvětřování zastíněných větví v koruně. Nejsou pozorovány letošní ani loňské podkorní nekrózy.

2. stupeň: Strom bez zjevného narušení vitality, s mírně narušenou architekturou koruny. Místy se vyskytují suché větve posledního (V.) řádu (do 10 %) především na periferii koruny. U starších porostů prosychají větve spíše ve spodní části koruny stromů. Nejsou pozorovány letošní ani loňské podkorní nekrózy.

3. stupeň: Strom s mírně narušenou vitalitou a s narušenou architekturou koruny. Vyskytují se suché větve III. řádu (do 10 %) a IV. řádu (do 25 %), především na periferii koruny. U starších porostů prosychají větve spíše ve spodní části koruny. Začínají se vyskytovat adventivní výhony především na větvích IV. řádu (do 5 %). Na kmeni ani na větvích nejsou pozorovány letošní podkorní nekrózy, lze pozorovat nekrózy z předešlých let.

4. stupeň: Strom se zřetelně narušenou vitalitou a narušenou architekturou koruny. Vyskytují se suché větve II. řádu (do 10 %), III. řádu (do 25 %) a IV. řádu (do 50 %). Začíná ústup a deformace především periferie koruny, absentuje terminální výhon. U starších porostů prosychají větve spíše ve spodní části koruny, terminál tedy může zůstat zachován. V koruně se vyskytují adventivní výhony především na větvích IV. a III. řádu (do 25 %). Na větvích mohou být v malém rozsahu pozorovány letošní podkorní nekrózy (především u IV. a III. řádu), na suchých větvích jsou patrné nekrózy z předešlých let.

5. stupeň: Strom se zřetelně narušenou vitalitou a silně narušenou architekturou koruny. Vyskytují se suché větve II. řádu (do 25 %), III. řádu (do 50 %) a IV. řádu (převážně nad 50 %). Zřetelný ústup a deformace především periferie koruny, absentuje terminální výhon. U starších porostů prosychání postupuje od spodních částí koruny až k vrcholu, terminál nezřetelný. V koruně se v hojné míře (do 50 %) vyskytují adventivní výhony především na větvích III. a II. řádu. Primární koruna začíná být postupně nahrazována korunou sekundární. Na větvích mohou být ve velkém rozsahu pozorovány letošní podkorní nekrózy (objevují se i na bázích větví IV. řádu), na suchých větvích jsou patrné nekrózy z předešlých let.

6. stupeň: Strom s výrazně sníženou vitalitou a se zničenou architekturou koruny. Vyskytují se suché větve I. řádu (do 10 %), II. řádu (do 25 %), III. řádu (převážně nad 50 %). Větve IV. řádu se již v koruně nevyskytují. Koruna silně zdeformována a zahuštěna v celém rozsahu. Tvořena převážně (nad 50 %) výmladky sekundárního charakteru, které se vyskytují už i na větvích I. řádu. Na větvích mohou být ve velkém rozsahu pozorovány letošní podkorní nekrózy (objevují se i na bázích větví II. řádu), na suchých větvích jsou patrné nekrózy z předešlých let.

7. stupeň: Strom s výrazně sníženou vitalitou a převážně sekundární korunou, tvořenou výmladky rostoucími z větví I. a II. řádu, částečně výmladky rostoucími z horní části kmene pod úrovní kosterního větvení primární koruny. Korunu tvoří nepravidelné shluky výmladků, živé větve IV. a V. řádu se již téměř nevyskytují. Na větvích mohou být ve velkém rozsahu pozorovány letošní podkorní nekrózy (objevují se i na bázích větví I. řádu a na kmeni), na suchých větvích jsou patrné nekrózy z předešlých let.

8. stupeň: Strom se zbytkovou vitalitou, přežívající pouze díky výmladkům na kmeni. Celá primární koruna i výmladky na větvích I. řádu odumřely vlivem rozšíření podkorních nekróz pod úroveň koruny až na kmen. Na kmenových výmladkách mohou být pozorovány letošní nekrózy, na suchých větvích a kmeni jsou patrné nekrózy z předešlých let.

9. stupeň: Odumřelý strom vlivem celkového vyčerpání a postupného zhoršování zdravotního stavu. Infekce dosáhla báze kmene, kvůli čemuž strom přišel o veškerý asimilační aparát a celkově odumřel. Někteří jedinci mohou ještě chvíli přežít pomocí bazálních výmladků. Někdy může strom odumřít i v některé z dřívějších fází, na celkové vyčerpání, kdy většinou na jaře nevyraší.

10. stupeň: Odumřelý strom bez vnějších příznaků odumírání v koruně či na kmeni, které by mohly být natolik vážné, aby zapříčinily celkové odumření stromu (pravděpodobná příčina odumření stromu vlivem problémů v kořenové části stromu).

Kategorie - Dospělí jedinci

1. stupeň: Strom bez zjevného narušení vitality s přirozenou architekturou koruny. Na stromě nejsou pozorována žádná poranění či suché větve, vyjma přirozeného vyvětvování zastíněných větví v koruně. Nejsou pozorovány letošní ani loňské podkorní nekrózy.

2. stupeň: Strom bez zjevného narušení vitality s mírně narušenou architekturou koruny. Na stromě se vyskytují místy suché větve V. řádu (do 10 %) především na periferii koruny. V hustě zapojených porostech prosychají větve spíše ve spodní části koruny jedinců. Nejsou pozorovány letošní ani loňské podkorní nekrózy.

3. stupeň: Strom s mírně narušenou vitalitou a narušenou architekturou koruny. Vyskytují se suché větve IV. řádu (do 10 %) a V. řádu (do 25 %) především na periferii koruny. V hustě zapojených porostech prosychají větve spíše ve spodní části koruny jedinců. Začínají se vyskytovat adventivní výhony především na větvích IV. řádu (do 5 %). Na kmeni ani na větvích nejsou pozorovány letošní podkorní nekrózy, mohou se objevit nekrózy z předešlých let.

4. stupeň: Strom se zřetelně narušenou vitalitou a narušenou architekturou koruny. Vyskytují se suché větve III. řádu (do 10 %), IV. řádu (do 25 %) a V. řádu (do 50 %). Začíná ústup a deformace periferie koruny. U hustě zapojených porostů prosychají větve spíše ve spodní části koruny. Vyskytují se adventivní výhony především na větvích IV. a III. řádu (do 25 %). Mohou být v malém rozsahu pozorovány letošní podkorní nekrózy (především na větvích V. a IV. řádu), na suchých větvích jsou patrné nekrózy z předešlých let.

5. stupeň: Strom se zřetelně narušenou vitalitou a silně narušenou architekturou koruny. Vyskytují se suché větve III. řádu (do 25 %), IV. řádu (do 50 %) a V. řádu (převážně nad 50 %). Zřetelný ústup a deformace především periferie koruny. U hustě zapojených porostů prosychání postupuje od spodních částí koruny až k vrcholu. V hojně míře (do 50 %) se vyskytují adventivní výhony, především na větvích IV. a III. řádu. Primární koruna začíná být postupně nahrazována korunou sekundární. Na větvích mohou být ve velkém rozsahu pozorovány letošní podkorní nekrózy (objevují se i na bázích větví IV. řádu), na suchých větvích jsou patrné nekrózy z předešlých let.

6. stupeň: Strom s výrazně sníženou vitalitou a se zničenou architekturou koruny. Vyskytují se suché větve I. řádu (do 10 %), II. řádu (do 25 %), III. řádu (do 50 %), IV. řádu (převážně nad 50 %). Větve V. řádu se již v koruně nevyskytují. Koruna silně zdeformována a zahuštěna v celém rozsahu. Tvořena převážně výmladky sekundárního charakteru (nad 50 % koruny), které se vyskytují už i na větvích I. řádu. Mohou být ve velkém rozsahu pozorovány letošní podkorní nekrózy (objevují se i na bázích větví II. řádu), na suchých větvích jsou patrné nekrózy z předešlých let.

7. stupeň: Strom s výrazně sníženou vitalitou a převážně sekundární korunou, tvořenou výmladky rostoucími z větví I. a II. řádu, částečně výmladky rostoucími z horní části kmene pod úrovní kosterního větvení primární koruny. Je tvořena nepravidelnými shluky výmladků, živé větve IV. a V. řádu se již téměř nevyskytují. Na větvích mohou být ve velkém rozsahu pozorovány letošní podkorní nekrózy (objevují se i na bázích větví I. řádu a na kmeni), na suchých větvích jsou patrné nekrózy z předešlých let.

8. stupeň: Strom se zbytkovou vitalitou, přežívající pouze díky výmladkům na kmeni. Celá primární koruna i výmladky na větvích I. řádu odumřely vlivem rozšíření podkorních nekróz pod úroveň koruny až na kmen. Strom přežívá jen díky výmladkům na kmeni. Na kmenových výmladcích mohou být pozorovány letošní nekrózy, na suchých větvích a kmeni jsou patrné nekrózy z předešlých let.

9. stupeň: Odumřelý strom vlivem celkového vyčerpání a postupného zhoršování zdravotního stavu (některé stromy mohou ještě chvíli přežít pomocí bazálních výmladků). Strom může odumřít i v některé z dřívějších fází choroby, na celkové vyčerpání, kdy většinou na jaře nevyraší.

10. stupeň: Odumřelý strom bez vnějších příznaků odumírání v koruně či na kmeni, které by mohly být natolik vážné, aby zapříčinily celkové odumření stromu (pravděpodobná příčina odumření stromu vlivem problémů v kořenové části stromu).

4.4.5 Legenda – vysvětlení pojmů

Fyziologická vitalita:

Nenarušená – strom se bez problému vyrovnává s vnějšími vlivy prostředí, kontinuálně přirůstá a v koruně se nevyskytují suché větve (kromě větví přirozeně odumírajících vlivem zastínění), ani výmladky (větve sekundární koruny vzniklé z adventivních pupenů).

Mírně narušená – strom se bez problému vyrovnává s vnějšími vlivy prostředí, přirůst začíná být nepravidelný (v některých letech strom vytváří abnormální přírůsty, čímž kompenzuje vzniklá drobná poškození), v koruně se vyskytují suché větve (do 20 %, především větve vyšších řádů). Výmladky (větve sekundární koruny vzniklé z adventivních pupenů) se na stromě objevují jen zřídka.

Zřetelně narušená – strom oslabený, může mít problém vyrovnat se se silnějšími negativními vnějšími vlivy prostředí, kvůli čemuž může v ojedinělých případech dojít k

náhlému odumření. Přírůst nepravidelný v rámci koruny, zdravé větve infikovaných stromů přirůstají mnohem více než u zdravých stromů, infikované větve mají vlivem oslabení minimální přírůst. Přírůst začínají zkreslovat objevující se výmladky sekundární koruny. Vyskytují se suché větve (do 40 %, především větve vyšších řádů, místy větve I., II. a III. řádu). Výmladky (větve sekundární koruny vzniklé z adventivních pupenů) se na stromě objevují ve větším množství.

Výrazně snižená – strom zřetelně oslabený, má problém vyrovnat se se silnějšími negativními vnějšími vlivy prostředí, kvůli čemuž může dojít k náhlému odumření. Přírůst výrazně nepravidelný v rámci koruny, zdravé větve infikovaných stromů přirůstají mnohem více než u zdravých stromů, infikované větve mají vlivem oslabení minimální přírůst. Přírůst zkreslují výmladky sekundární koruny. Vyskytují se suché větve (do 60% veškerých větví vyšších řádů a místy i kosterní větve). Výmladky (větve sekundární koruny vzniklé z adventivních pupenů) se na stromě objevují ve velkém množství a začínají v koruně převažovat, přirozeně nahrazují úbytek způsobený schnutím primární koruny.

Zbytková – strom přežívající, výrazně oslabený, bez schopnosti vyrovnat se se silnějšími negativními vlivy prostředí, kvůli čemuž v této fázi často dochází k náhlému odumření. Výrazně nepravidelný přírůst tvořen především výmladky na kmeni a větvích I. řádu, zdravé větve infikovaných stromů přirůstají mnohem více než u zdravých stromů, infikované větve mají vlivem oslabení minimální přírůst. Přírůst zkreslují výmladky sekundární koruny. Vyskytují se suché větve (do 80 %), usychá i většina kosterních větví, převážná část zelené koruny tvořena výmladky.

Odumřelý strom – strom bez známek fyziologické vitality.

Architektura koruny:

Přirozená – koruna tvořena primárními výhony s průběžným kmenem a větvemi I. až V. řádu, dle stáří hodnoceného jedince. U mladé výsadby tvoří přirozenou architekturu např. jen větve I. a II. řádu. U dospělého porostu, by měl mít každý jedinec hojně i větve V. řádu. U mladých a dospívajících stromů lze zřetelně pozorovat terminál. Koruna nezahuštěná s přirozenou stavbou.

Mírně narušená – koruna tvořena primárními výhony s průběžným kmenem a větvemi I. až V. řádu, dle stáří hodnoceného jedince. U mladé výsadby tvoří přirozenou architekturu např. jen větve I. a II. řádu. U dospělého porostu, by měl mít každý jedinec

hojně i větve V. řádu. U mladých a dospívajících stromů lze zřetelně pozorovat terminál. Koruna mírně zahuštěná díky nahrazování usychajících větví posledních řádů.

Narušená – koruna tvořena převážně primárními výhony. Postupně se mohou objevovat i sekundární výmladky (reakce na ztrátu nadzemní biomasy). Stále je v koruně patrný průběžný kmen a větve I. až IV. řádu, dle stáří hodnoceného jedince. U mladé výsadby tvoří přirozenou architekturu např. jen větve I. a II. řádu. U dospělého porostu by měl mít každý jedinec hojně i větve V. řádu. Větve V. řádu ve velké míře usychají a jsou postupně nahrazovány sekundárními výmladky, koruna je v periferních částech silně zahuštěná. Terminální výhon bývá zpravidla nahrazen dvěma až třemi sekundárními výmladky, nelze zřetelně odlišit terminál.

Silně narušená – koruna tvořena primárními i sekundárními výhony v poměru cca 1:1 (reakce na ztrátu nadzemní biomasy). Stále je patrný průběžný kmen a větve I. až III. řádu, větve V. řádu se v koruně již téměř nevyskytují, větve IV. řádu ve velké míře usychají a jsou postupně nahrazovány sekundárními výmladky. Koruna silně zahuštěná, bez přítomnosti terminálního výhonu.

Zničená – koruna tvořena převážně sekundárními výhony rostoucími na kosterních větvích a kmeni (reakce na ztrátu nadzemní biomasy). Není patrný průběžný kmen a korunu tvoří pouze větve I. řádu, na nichž ve shlucích vyrůstají sekundární výmladky. Koruna je silně fragmentovaná a zahuštěná.

Sekundární – koruna již téměř neexistuje, je tvořena pouze sekundárními výmladky na kmeni a u báze kmene.



Obr. 7 Sekundární výhony na kmeni (Fuchs, 2017)

Nekrózy:

Letošní nekróza – jedná se o podkorní nekrózu elipsoidního tvaru, zpravidla je v jejím středu listová jizva nebo suchá větev vyššího řádu. Má žluto-červenou až tmavě hnědou barvu. Hlavní rozdíl mezi letošní a loňskou podkorní nekrózou je v okolí nekrózy. Letošní nekróza má po obvodu zdravou hladkou kůru zelenošedé barvy s nepozměněnou stavbou dřeva. Celý letorost nebo větev, na níž se nekróza vyskytuje, má na průřezu přirozenou geometrii.



Obr. 8 Letošní nekrózy na kmíncích jasanů (Fuchs, 2017)

Loňská nekróza – jedná se o podkorní nekrózu, nepravidelně ohraničenou, zpravidla je v jejím středu listová jizva nebo suchá větev vyššího řádu a má tmavě hnědou až hnědo-černou barvu. Hlavní rozdíl mezi letošní a loňskou podkorní nekrózou je v okolí nekrózy. Loňská nekróza je ohraničena zduřeninami kalusu šedo-hnědé barvy hrubého povrchu. Letorost nebo větev, na níž se nekróza vyskytuje, má na průřezu přirozenou geometrii pouze v místě bez podkorní nekrózy. V místě nekrózy je geometrie silně pozměněna růstem kalusu. Je možné, že dřevina kolem starých nekroz kalusový val nevytvoří (většinou u silně oslabených jedinců), pak je potřeba do letorostu v místě nekrózy říznout a odstranit kůru. Pokud je pod ní černá vrstvička odumřelého felogénu a kambia, je nekróza letošní. Když je tato vrstva již zahnědlá, jde o nekrózu loňskou.



Obr. 9 Starší nekróza (Fuchs, 2017)

Terminál

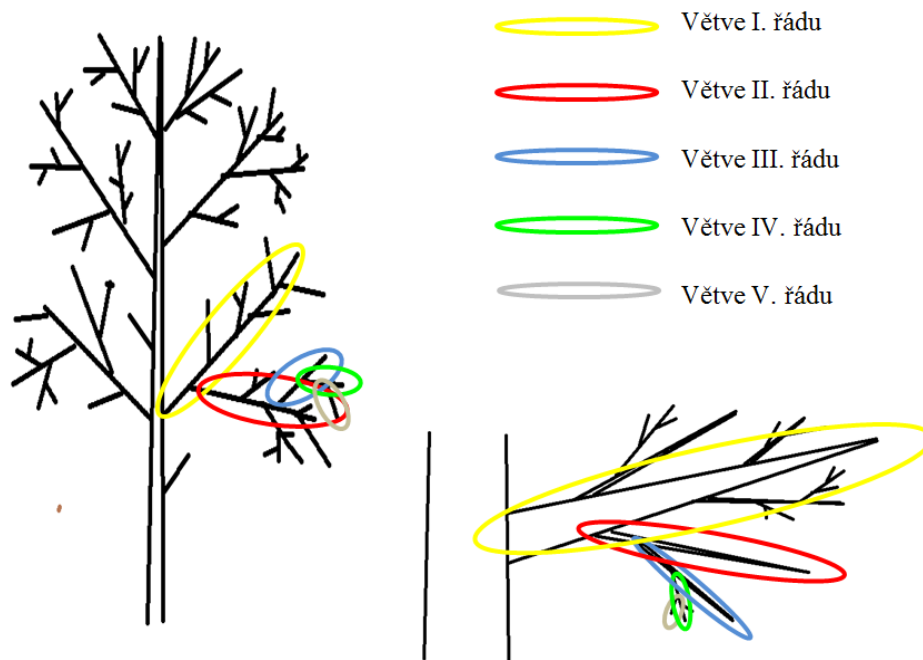
Dominantní vzrůstový vrchol stromu, nejvyšší vertikálně rostoucí letorost. U zdravého vitálního stromu by měl být pouze jeden, na první pohled snadno rozlišitelný.

Primární výhony

Prýty (větve) tvořené přirozeně v průběhu růstu stromů.

Sekundární výhony/výmladky

Výhony (prýty) vznikající vyrašením spících či adventivních pupenů, nejčastěji se vytváří jako reakce na určitý stres (ztráta části koruny, snížení vitality).

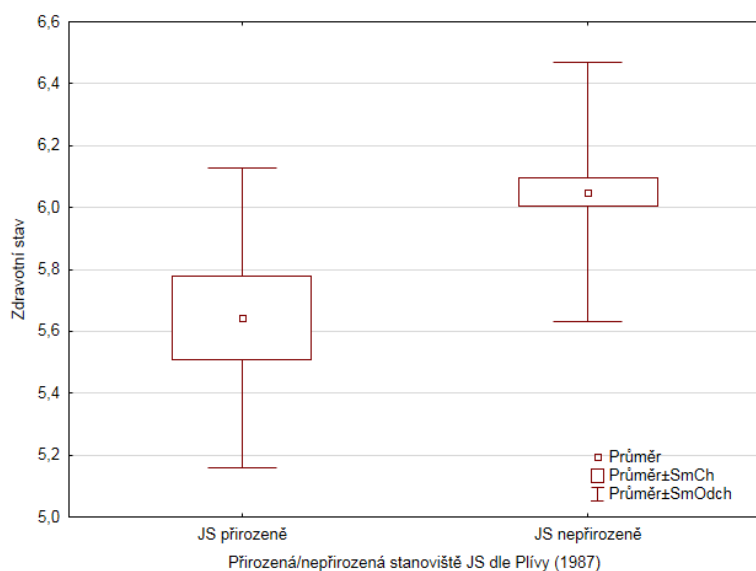


Obr. 10 Větvení 1- 5 řádu (Prouza 2015)

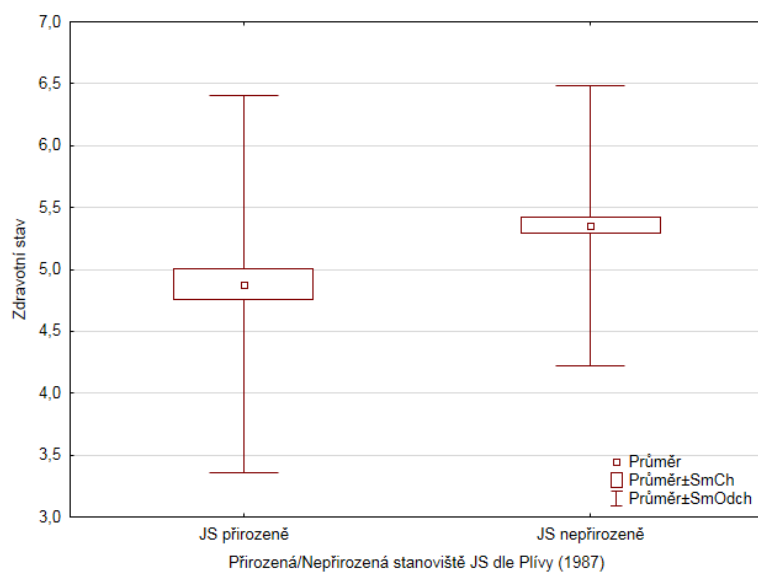
5 Výsledky

Celkově bylo pro tuto práci zhodnoceno 99 porostů s jasanem se zastoupením jasanu alespoň 5 % na lesních správách Ruda nad Moravou, Hanušovice, Lanškroun a lesy obce Červená Voda. Naměřená data prezentují následující grafy, které zpracoval program Statistica.

Grafy jsou výstupy jak autorova hodnocení porostů, tak ze společného měření, v němž figurují opět autorovy výsledky, ovšem jsou dány do kontextu s výsledky dalších měřičů jelikož výzkum na rozšíření *Hymenoscyphus fraxineus* je rozsáhlý nebylo možné jej v krátkém časovém úseku zpracovat jedním hodnotitelem.

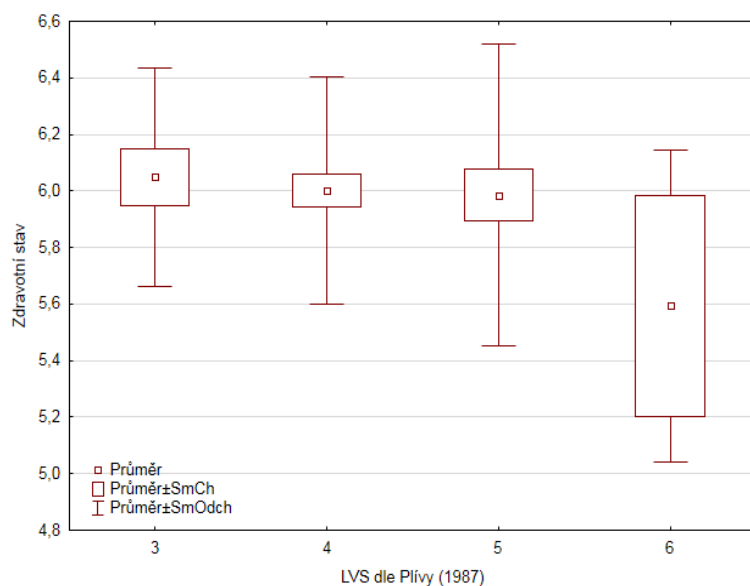


Obr. 11 Porovnání zdravotního stavu jasanů na přirozených a nepřirozených stanovištích (SLT) dle Plívy (1987) (Fuchs, 2017)

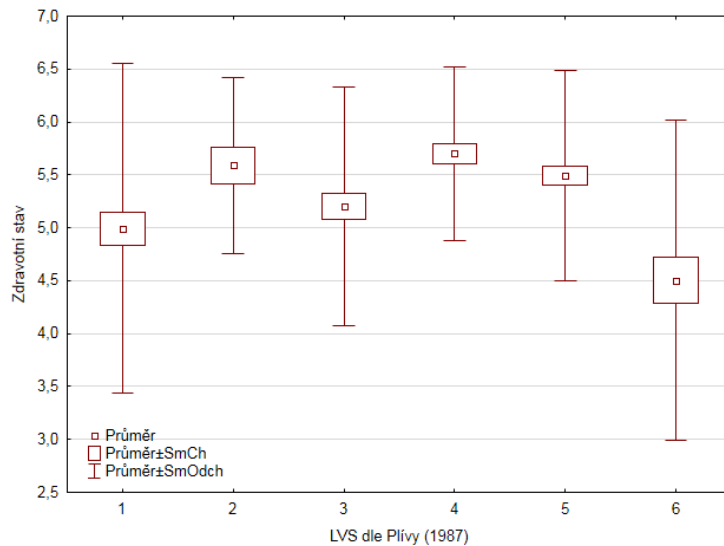


Obr. 12 Porovnání zdravotního stavu jasanů na přirozených a nepřirozených stanovištích (SLT) dle Plívy, (1987). (Prouza 2017)

Podle grafu (viz obr. 11-12) můžeme vidět rozdíl míry poškození, roste-li jasan na svém přirozeném nebo nepřirozeném stanovišti. Na stanovištích přirozených vykazuje lepší zdravotní stav než na stanovištích nepřirozených. Bráno dle Plívy, (1987) tento statisticky významný výsledek můžeme vidět jak u mého měření, tak u výsledků dalšího měřiče.

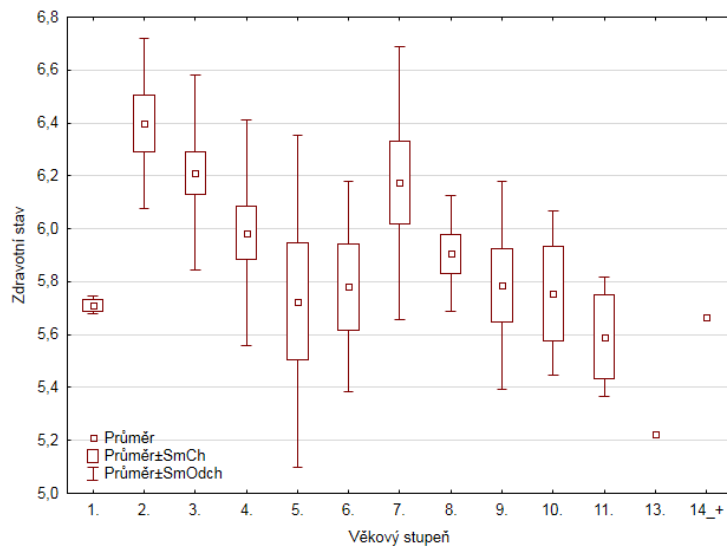


Obr. 13 Vliv LVS dle Plívy, (1987) resp. nadmořské výšky na zdravotní stav *Fraxinus excelsior* (Fuchs, 2017)

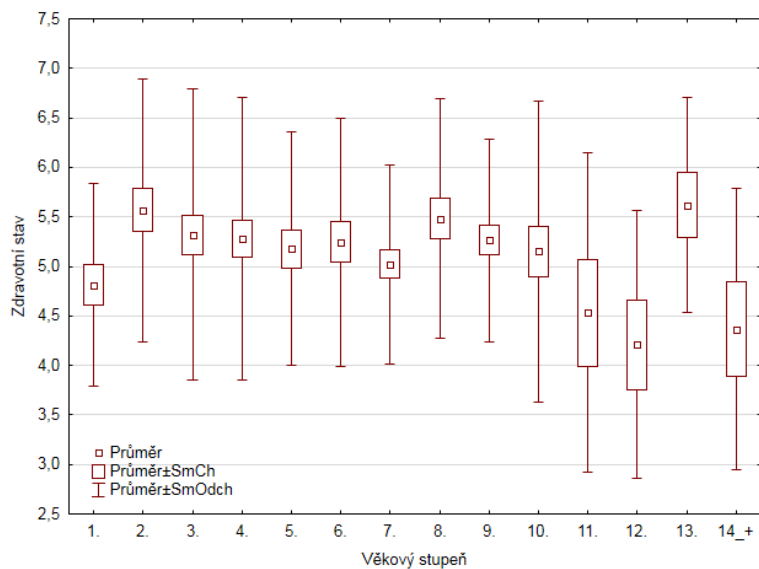


Obr. 14 Vliv LVS dle Plívy, (1987) resp. nadmořské výšky na zdravotní stav *Fraxinus excelsior* (Prouza 2017)

Graf přiložen výše (viz obr. 13) ukazuje, že vztah mezi LVS a zdravotním stavem stromů nelze s určitostí prokázat. Můžeme ovšem pozorovat trend, kdy od 6. lesního vegetačního stupně (LVS smrko – bukový) se zdravotní stav zlepšuje. Což je vidět i u druhého grafu (viz obr. 14).

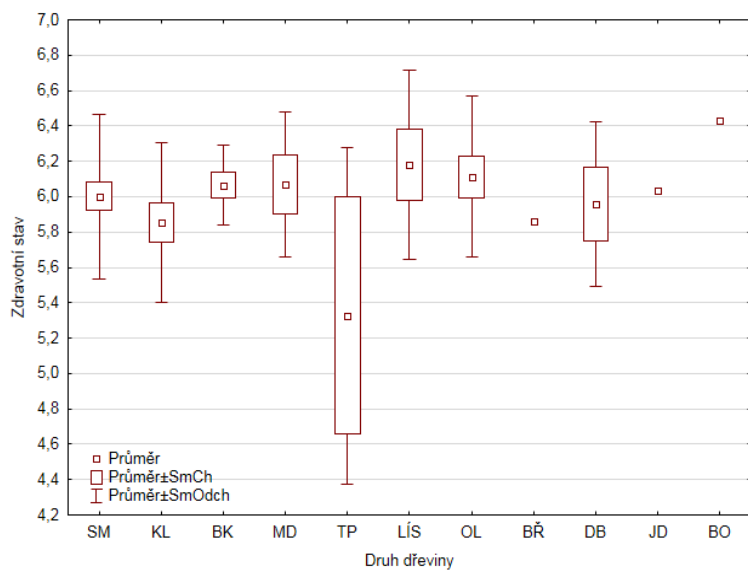


Obr. 15 Vyhodnocení zdravotního stavu v závislosti na věkových stupních (Fuchs, 2017)

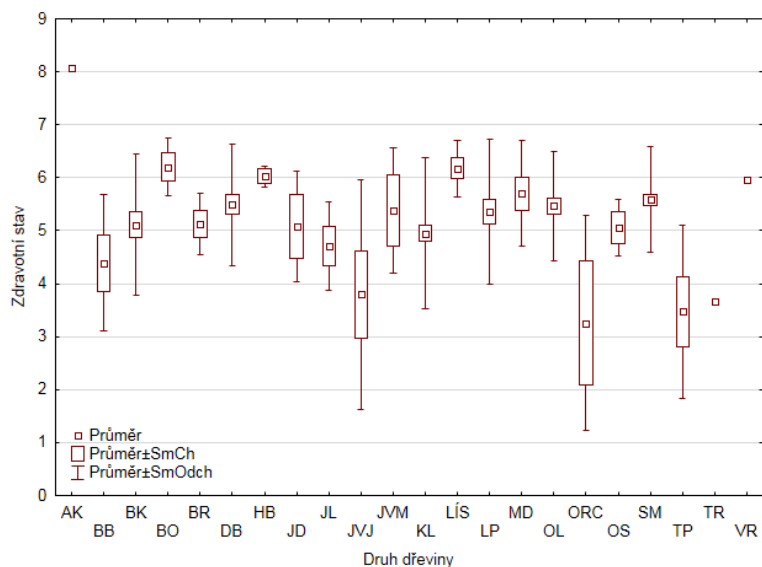


Obr. 16 Vyhodnocení zdravotního stavu v závislosti na věkových stupních (Prouza, 2017)

Dle grafu (obr. 15 – 16) je zřejmé, že hypotéza o závislosti zdravotního stavu a věku stromů je pravdivá. Starší porosty vesměs vykazují lepší zdravotní stav než porosty mladší.

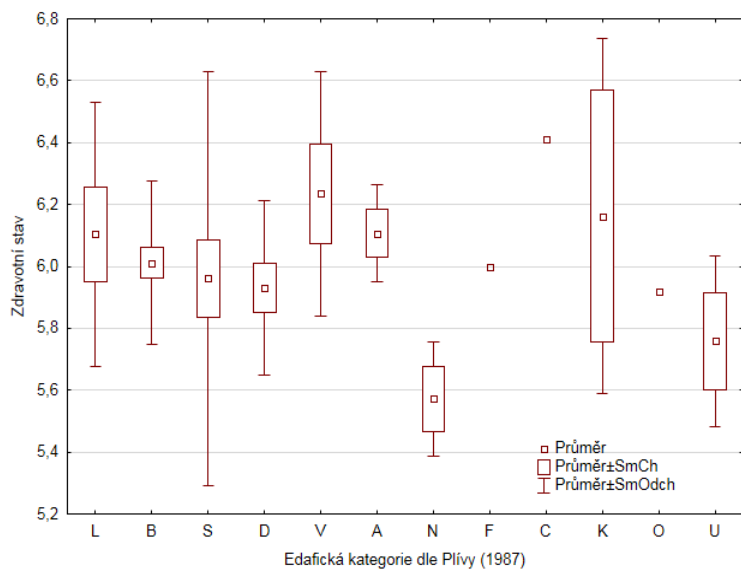


Obr. 17 Vyhodnocení zdravotního stavu s vazbou na druhy rostoucí v daném porostu s jasanem ztepilým (Fuchs, 2017).



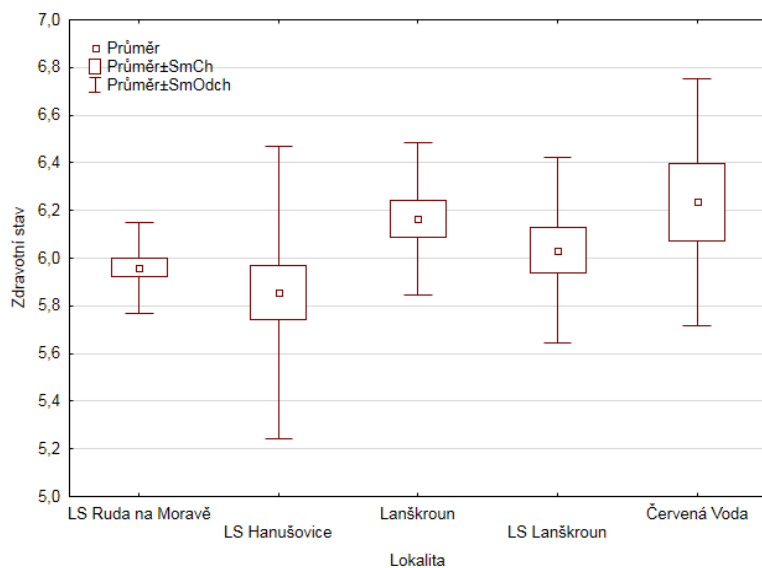
Obr. 18 Vyhodnocení zdravotního stavu s vazbou na druhy rostoucí v daném porostu s jasanem ztepilým (Prouza, 2017).

Hypotéza, že opad asimilačního aparátu konkrétního druhu ovlivňuje chemismus půdy a mohl by tedy ovlivňovat také fruktifikaci *H. fraxineus*, nemůže být úplně potvrzena. Ukazuje nám to graf výše (viz obr. 17 – 18). I když bychom mohli polemizovat např. u topolu, u kterého oběma měřičům vyšlo, že zdravotní stav jasanu je ve směsi s touto dřevinou lepší. Je zde poměrně velký rozptyl, a proto nejsou výsledky průkazné. Nejpoškozenější porosty jsou ve směsi s borovicí, ovšem u prvně zmíněného grafu je méně hodnot, a proto není výsledek statisticky významný – trend se ovšem pozorovat dá, jestliže budeme porovnávat oba grafy.

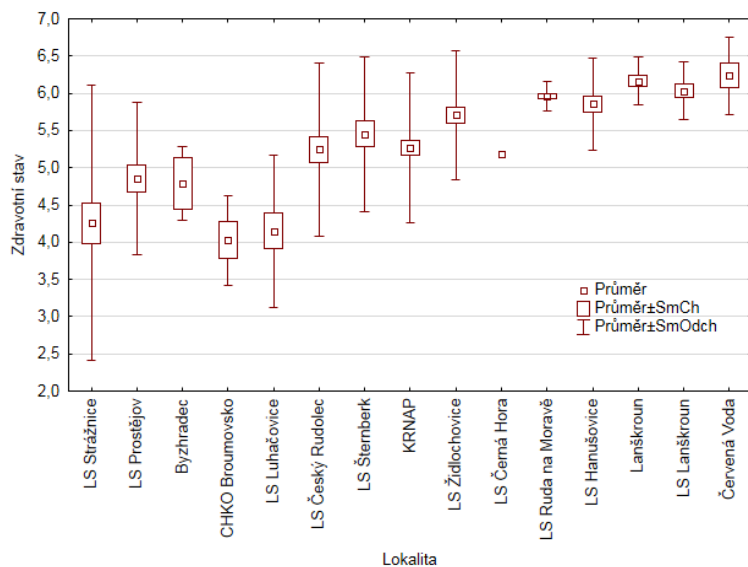


Obr. 19 Vztah zdravotního stavu jasanu ztepilého a edafické kategorie dle (Plívy, 1987) na které se daný porost vyskytuje. (Fuchs, 2017)

Podle grafu (viz obr. 19) můžeme vidět, že trochu lepší zdravotní stav jasanů je na edafické kategorii N (nitrofilní) a U (údolní). Naopak silné poškození vykazuje edafická kategorie A (kamenitá), V (vlhká) a L (lužní).

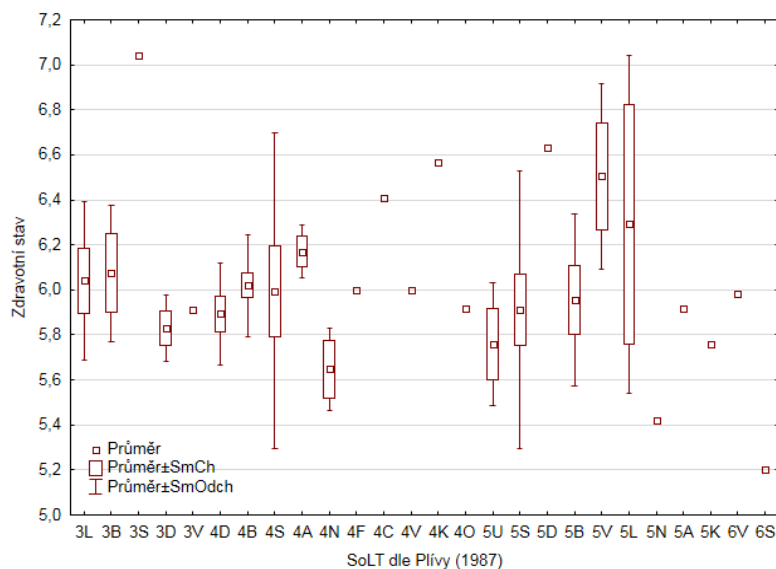


Obr. 20 Zdravotní stav v závislosti na lokalitě (Fuchs, 2017)



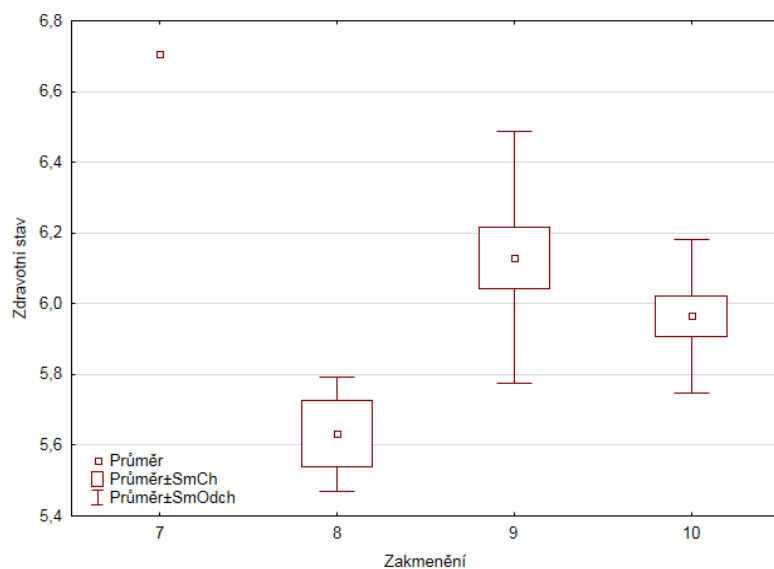
Obr. 21 Zdravotní stav v závislosti na lokalitě (Prouza, 2017)

Při pohledu na krabicový graf (viz. obr. 20 – 21) nelze říci, že odchylka mezi danými lokalitami by byla vypovídající a zdravotní stav by byl závislý na dané lokalitě. Nejlepší stav je na lokalitách LS Luhačovice a CHKO Broumovsko. Jasan je nejvíce poškozen houbovým patogenem *H. fraxineus* v lokalitách Lanškroun, Červená Voda a Ruda nad Moravou.



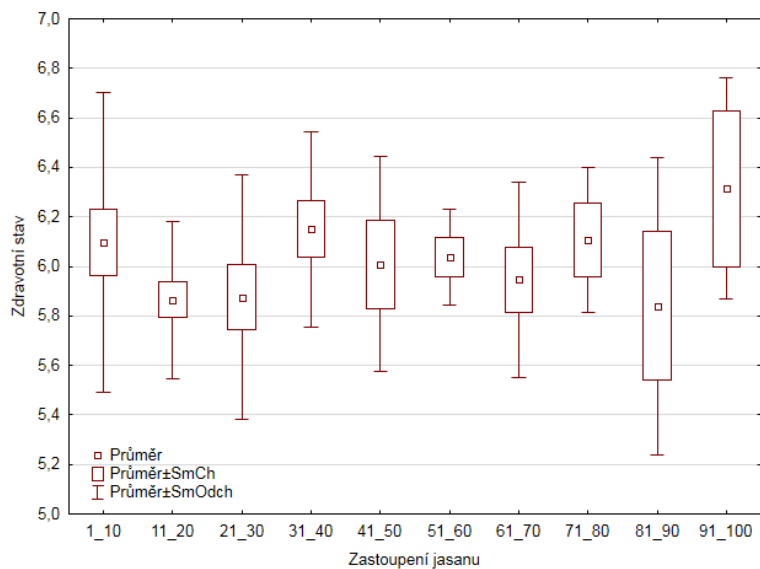
Obr. 22 Zdravotní stav jasanu ztepilého v korelaci se SoLT dle Plívy (1987) (Fuchs, 2017)

Při pohledu na graf (viz. obr. 22) se v porovnání s ostatními SoLT nejzdravěji jeví 6S, ovšem na tomto souboru lesních typů není dostatek dat, aby byla hodnota průkazná. Dále vykazují nejmenší poškození jasany vyskytující se na 4S a 5U. Nejhůře dopadli soubory lesních typů 5V a 5L.

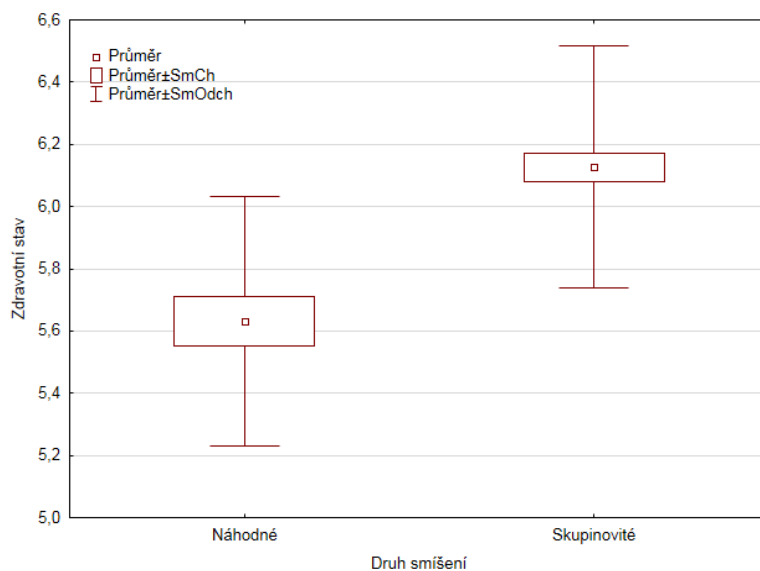


Obr. 23 Vliv zakmenění na zdravotní stav jasanu ztepilého (Fuchs, 2017)

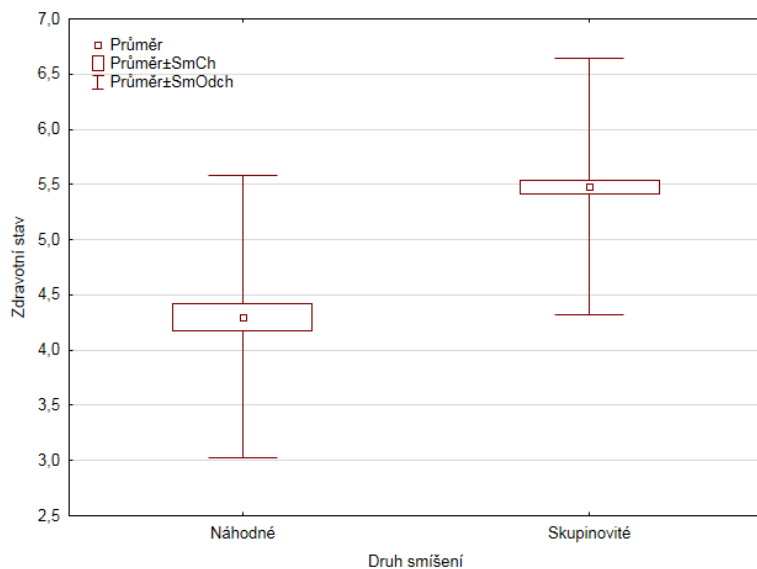
Při pohledu na poškození zdravotního stavu způsobného *H. fraxineus* (viz. Obr. 23) nenajdeme žádnou signifikantní odchylku říkající, že určité procento má vliv na zdravotní stav stromů. Nejhorší zdravotní stav byl pozorován při zastoupení 91 – 100 %. Nejlepší zdravotní stav je při zastoupení 11 – 20 %.



Obr. 24 Vyhodnocení zdravotního stavu jasanu ztepilého ve vztahu s procentuálním zastoupením jasanu v porostu (Fuchs, 2017).

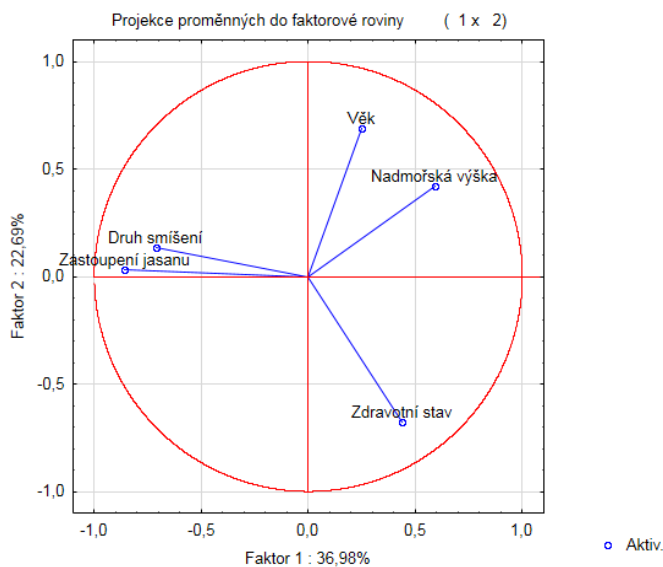


Obr. 25 Vliv náhodného či skupinového rozmístění stromů v porostu (Fuchs, 2017)



Obr. 26 Vliv náhodného či skupinového rozmístění stromů v porostu (Prouza 2017)

Vliv rozmístění jasanu v porostech má vliv na zdravotní stav stromů. Všem měřičům se podařilo prokázat, že náhodné rozmístění stromů má pozitivní vliv na zdravotní stav *F. excelsior*.



Obr. 27 Faktory ovlivňující zdravotní stav vyjádřené v PCA testu (Prouza a Fuchs, 2017)

PCA test měl za úkol shrnout a porovnat nejzásadnější faktory vstupující do výzkumu (věk, nadmořská výška, druh smlíšení, zastoupení jasanu). Tyto údaje se porovnali jak mezi sebou, tak vůči zdravotnímu stavu.

Pro vysvětlení, jak číst v PCA grafu: faktory jejichž přímky tvoří úhel 90 °C nemají na sebe vliv. Pokud tyto dva faktory leží na jedné přímce, jejich závislost tvoří 100 %. Z přiloženého grafu (viz Obr 25) lze vyčíst, že značný vliv na poškození porostu houbovým patogenem má druh smíšení a zastoupení *F. excelsior*. Věk není tolik směrodatný a nadmořskou výšku jako faktor ovlivnění zdravotního stavu jasanu lze označit jako mizivý.

6 Diskuse

V rámci výzkumu bylo zhodnoceno 99 porostů se zastoupením jasanu od 5 – 100 %. Jak jsem již dříve uvedl porosty se hodnotily podle metodiky hodnocení zdravotního stavu porostů s ohledem na nekrózu jasanů způsobovanou patogenem *Hymenoscyphus fraxineus* (Rozsypálek, 2015). Porosty byly vybírány tak, aby zabraly velké portfolio stanovištních podmínek a věkových stupňů, tak aby byli výsledky co nejobjektivnější. Ne možná překvapující tvrzení je, že v kterémkoliv hodnoceném porostu byl patrný vliv *Hymenoscyphus fraxineus* což uvádí také Jönsson and Thor, (2012).

6.1 Vliv edafických kategorií na intenzitu napadení

Autorem nasbíraná data ukazují, že silnější poškození registrujeme na edafických kategoriích A (kamenitá), V (vlhká) a L (lužní) a poměrně silné poškození je také na S (svěžích) a D (obohacená). Tento výsledek v jisté míře koresponduje s výsledkem Havrdové et al., (2016a), která uvádí, že vlhkost půdy má význam na míru poškození. Havrdová et al., (2016a) totiž tvrdí, že nejvíce poškozeny jsou porosty na živné řadě což edafická kategorie S a D jsou. Co se týče edafické kategorie A (kamenitá) tedy ekologické řady obohacené humusem se s Havrdovou et al., (2016a) autorův výsledek diametrálně liší. Jelikož uvádí, že na ekologické řadě obohacené humusem vykazují jasanu nejmenší poškození.

6.2 Porovnání zdravotního stavu *Fraxinus excelsior* na přirozených a nepřirozených stanovištích dle Plívy, (1987) a SoLT dle Plívy, (1987)

Porovnáním tohoto faktoru dostáváme důležitý výsledek a to, že přirozená stanoviště (Podle Plívy, (1987) jsou to SLT 1L, 1U, 1V, 1D, 2V, 2L, 3J, 3W, 3H, 3U, 3L, 4W, 5U, 5V, 5J, 6L a 6V) a nepřirozená stanoviště jasanu ztepilého mají podíl na zdravotním stavu jasanu. V grafu (viz Obr. 11, 12) je vidět signifikantní odchylka, která říká, že na přirozených stanovištích je zdravotní stav lepší než na stanovištích nepřirozených. Pro srovnání jsem proto přiložil právě graf (viz obr. 12), který vytvořil kolega Michal Prouza a tento trend mu vyšel stejně. Podle tohoto zjištění si myslím, že bychom měli pokračovat v podpoře jedinců na těchto přirozených stanovištích, jak dále Plíva (1987) doporučuje, dodržovat druhovou skladbu podle SLT, což je v lesním hospodářství často nedodržováno.

6.3 Vliv LVS (lesních vegetačních stupňů) dle Plívy (1987) na zdravotní stav jasanů

Dle lesních vegetačních stupňů se v rámci bakalářské práce nepodařilo prokázat, že LVS má prokazatelný vliv. Ačkoliv je vidět trend, kdy od 6. LVS má jasan „snahu“ vykazovat lepší zdravotní stav (viz obr. 13). Pro porovnání slouží opět graf dalšího měřiče Michala Prouzy, u kterého je tento trend také patrný (viz obr. 14). Dle Černého et al. (2016) však spolu souvisí nadmořská výška, teplota i typ terénu. Havrdová et al., (2016a) tvrdí, že pokud má terén větší sklon, jasan zde má lepší zdravotní stav. Naopak v rovinném terénu je poškození větší. Havrdová et al., (2016a) dále uvádí, že poškození je větší v nižších polohách a zvětšující se nadmořskou výškou se zdravotní stav zlepšuje. Což v jisté míře koresponduje s výsledky této bakalářské práce, ačkoliv jak již bylo zmíněno, statistická odchylka není dostačující pro potvrzení tohoto trendu. Kdybychom tedy pracovali s hypotézou, že se zvětšující se nadmořskou výškou se zdravotní stav jasanů zlepšuje důvod je nejasný. *H. faxineus* je houbový patogen tudíž se dá předpokládat, že stejně jako většina hub potřebuje určitou vlhkost prostředí a teplo. Je všeobecně známo, že se zvyšující se nadmořskou výškou se snižuje také teplota (cca o 1 °C na 100 výškových metrů) a možná proto se houbě nedostává potřebné teplo a ve vyšších polohách není taková intenzita patogenu v porovnání s nižšími polohami.

6.4 Vliv stáří porostu na zdravotní stav stromů

Dle grafu (viz obr. 15) se dá říci, že věk porostu nemá vliv na zdravotní stav. Není zde žádný statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými věkovými stupni, je zde vidět trend, který říká, že od 8 do 12 věkového stupně se zdravotní stav zlepšuje. Schumacher (2011) tvrdí, že mladší porosty vzhledem ke své velikosti mají korunu, tudíž asimilační orgány a tedy vstupní brány pro infekci níže (blíže) k zemi na které leží opadlé listí na kterém se vytváří infekční spory. Prouza (2015) v bakalářské práci také uvádí, že s vyšším věkem porostů se zdravotní stav zlepšuje. V diplomové práci Prouza (2017) uvádí, že tuto hypotézu nepotvrdil (viz Obr. 16). Vacek et al., (2015) tento jev vysvětluje tím, že s přibývajícím časem se houba *H. fraxineus* rozšířila natolik, že napadá stromy všech věkových stupňů podobně. Podle Havrdové et al., (2014a) je velice problematické vychovat porosty jasanu, které jsou napadeny patogenem *Hymenoscyphus fraxineus* do stadia cca tyčovin to je 20 – 40 let. (1/3 vyskytujícího se jasanu na území ČR je právě ve věku 20 – 40 let). Podobné tvrzení publikoval také Skovskaard et al., (2017) a to, že

vypěstovat jasan do dimenzí, kdy nastává ekonom. návratnost je největší problém. Toto tvrzení potvrzuje již zmíněný graf (viz Obr. 15).

6.5 Vliv porostní směsi na zdravotní stav jasanů

Vliv porostní směsi na zdravotní stav jasanů se nepodařilo statisticky prokázat (viz Obr. 17 – 18). Hypotéza byla následující: opad určité dřeviny by mohl ovlivňovat chemismus a tím negativně ovlivňovat růst houbového patogenu *Hymenoscyphus fraxineus*. K tomu abychom mohli s určitostí říci, že daný opad z určité dřeviny ovlivňuje chemismus půdy, by bylo zapotřebí vykonání testu v laboratorních podmínkách. V porovnání s dalším měřičem Michalem Prouzou, který svůj výsledek prezentoval ve své diplomové práci, je patrný trend u výsledků obou měřičů, že největší poškození je ve směsi s *Pinus sp.* Ačkoliv pro tuto bakalářskou práci nebylo vyhodnoceno dostatečné množství dat, lze uvažovat nad trendem, který je vidět. Další korelaci můžeme pozorovat u směsi s dřevinou *Populus sp.* Ve směsi s topolem totiž porosty vykazovali lepší zdravotní stav u obou měřičů.

6.6 Lokalita jako ovlivňující faktor zdravotního stavu jasanů

Pro vyvrácení nebo potvrzení hypotézy o tom, že určitá lokalita s porosty jasanů může být „ušetřena“ od napadení *H. fraxineus* bylo sledováno na 16 lokalit. Žádná lokalita nevykazuje dostatečnou statistickou odchylku, aby se dalo říci, že lokalita má vliv na zdravotní stav stromů. Nejlépe se jeví lokalita LS Luhačovice a CHKO Broumovsko. Jasan je nejvíce poškozen houbovým patogenem *H. fraxineus* v lokalitách Lanškroun Červená Voda a Ruda nad Moravou. Nejspíše je to proto, že patogen je rozšířen bez výhrad po celé republice a již podle všech předpokladů již není místo kam by se v ČR *H. fraxineus* nedostal.

6.7 Vliv zakmenění na zdravotní stav jasanu

Zjišťování míry poškození jasanových porostů se podařilo statisticky vyhodnotit, ale ukazuje nám to, že zakmenění vliv nemá na zdravotní stav (viz Obr. 23). Tento výsledek nekoresponduje s výsledkem např. Hauptmana et al., (2013) nebo Havrdové, (2015). Tito autoři totiž tvrdí, že největší poškození bývá pozorováno u porostů s plným zakmeněním tedy 1,0 i 0,9. Dále tvrdí, že pokud se sníží zakmenění, vytvoří se v porostu ne úplně ideální podmínky pro *H. fraxineus*. Sníží se totiž vlhkost a nastane v porostu větší cirkulace vzduchu.

6.8 Vliv procentuálního zastoupení jasanu v porostu

Dle výsledků bez statistické odchylky, která by byla směrodatná, se dá říci, že procentuální zastoupení nemá vliv na zdravotní stav jasanů (viz Obr. 24). Hypotéza tohoto výzkumu byla, že čím větší zastoupení jasanu, tím větší koncentrace opadaného listí, na kterém se může tvořit plodnice patogenu a tím může patogen zvyšovat koncentraci spor a napadení. V zastoupení 91 – 100 % je vidět zhoršení zdravotního stavu, ovšem statistická odchylka není dostačující pro potvrzení této hypotézy. Je to jen jakýsi trend, který se nedá statisticky potvrdit. Vliv mohou mít také porosty sousedící se zkoumaným porostem, a tudíž ovlivňovat tuto část výzkumu. Dále může hrát roli jakým způsobem se jasan v porostu vyskytuje. V praxi se velmi často vyskytuje pravidelně po porostu, ale také skupinovitě. Což by se jevilo jako taková menší monokultura v daném porostu a koncentrace opadaného listí – tedy materiálu na kterém se vyvíjí *Hymenoscyphus fraxineus*. Což by pochopitelně mělo vliv na výzkum.

6.9 Vliv rozmístění jasanů v porostu na zdravotní stav stromů

Rozmístění jasanu po porostu má jistě vliv na zdravotní stav, jelikož se měřičům podařilo zjistit signifikantní odchylky mezi náhodným a skupinovitým smíšením. Rozmístění v porostu většinou kopíruje optimální ekol. nároky. Zejména ve vyšších polohách se vyskytuje většinou nerovnoměrně. Vyskytuje se totiž v hloučcích podél pramenišť nebo na vlhčích místech. Zkrátka tam, kde je jeho větší ekol. optimum. PCA analýza také potvrzuje hypotézu, že druh smíšení má vliv na zdravotní stav. Můžeme se ptát, proč je tento vliv takto směrodatný. Možná je znát, pokud je jasan smíšen skupinovitě, že opadané listy se ve velké koncentraci akumulují stále na jednom místě od více jedinců a houba má tak ideální prostředí pro růst a množení. Zato pokud je jasan rozmístěn rovnoměrně, jsou listy na zemi smíšeny s dalšími dřevinami, nebo netvoří vrstvu s dalšími listy, tudíž rychleji prosychají a netvoří ideální hostitelské prostředí pro *H. fraxineus*.

7 Závěr

V této bakalářské práci bylo autorem zhodnoceno na 99 porostů z lokalit LS Lanškroun (34 porostů), LS Ruda nad Moravou (25 porostů), LS Hanušovice (30 porostů) a Červená Voda (10 porostů). V práci jsou také zmíněny některé výsledky ze 335 porostů zhodnocených Michalem Prouzou v rámci jeho bakalářské a magisterské práce (Prouza, 2015) a (Prouza, 2017). Tyto výsledky byly použity pro srovnání s výsledky autora a také pro větší relevanci statistických testů. Porosty a jejich zdravotní stav byli hodnoceny podle metodiky hodnocení zdravotního stavu porostů s ohledem na nekrózu jasanů způsobovanou patogenem *Hymenoscyphus fraxineus* (Rozsypálek 2015, Prouza 2015). Na porostech se zkoumaly faktory, u kterých byl předpoklad, že budou mít vliv na zdravotní stav jasanů. Konkrétně to byly faktory jako přirozenost/nepřirozenost stanoviště dle Plívy, (1987), lesní vegetační stupně dle Plívy, (1987), věk porostů, druhy stromů rostoucí společně s jasanem ve zkoumaných porostech, edaf. kategorie, porovnání lokalit, na kterých byl výzkum prováděn, Solt dle Plívy, (1987), zakmenění a procentické zastoupení jasanu v porostu.

Při hodnocení míry poškození s korelací na edafické kategorie, autorovy výsledky poukazují, že silnější poškození je registrováno na edaf. kategoriích A (kamenitá), V (vlhká) a L (lužní). Menší, ale významné poškození je také na S (svěžích) a D (obohacených).

Dále bylo provedeno porovnání faktorů přirozenosti a nepřirozenosti stanoviště. Přirozená stanoviště jsou dle Plívy, (1987) SLT 1L, 1U, 1V, 1D, 2V, 2L, 3J, 3W, 3H, 3U, 3L, 4W, 5U, 5V, 5J, 6L a 6V. Zde vyšel statisticky významný výsledek a to, že jasan vykazuje lepší zdravotní stav na přirozených stanovištích.

Vztah zdravotního stavu jasanů s lesními vegetačními stupni, dle Plívy (1987) se nepodařilo statisticky prokázat. Ve výsledcích je trend, že od 6. lesního vegetačního stupně se zdravotní stav mírně zlepšuje, ovšem statistická odchylka není významná. Věk porostu se nejeví jako faktor ovlivňující zdravotní stav jasanů. Nebyla zjištěna statisticky významná odchylka, který by na vliv ukazovala. Pouze můžeme debatovat o trendu, který je vidět u 8. – 12. věkového stupně. U nich se totiž zdravotní stav mírně zlepšuje. Porostní směs na míru poškození houbovým patogenem *Hymenoscyphus fraxineus* taktéž nemá vliv. Lepší zdravotní stav lze pozorovat v porostech s topolem a nehorší s borovicí (zde

je nedostatek dat), ovšem statisticky tyto výsledky nelze prokázat. Lokality, kterých bylo bráno v potaz 14, taktéž nemají vliv na poškození jasanů patogenem. Taktéž zakmenění nemá dle výsledků přímý vliv na zdraví jedinců. Procentuální zastoupení jasanu v porostech také nemá vliv na zdravotní stav stromů. V zastoupení 91 – 100 % je patrný trend zhoršení zdravotního stavu, statistická odchylka však není směrodatná.

Dále se bral v potaz vliv rozmístění jasanů v porostu, a zda se jasan vyskytuje náhodně či skupinovitě. Všem měřičům zde vyšel statisticky významný výsledek. Rozmístění jasanů má vliv na zdravotní stav. Porosty, které byly smíšené náhodně, vykazovaly menší poškození patogenem *H. fraxineus*, než porosty kde rostl jasan skupinovitě.

Poté byla provedena PCA analýza. Ta hodnotila faktory jako věk porostu, zastoupení jasanu v porostu, nadmořskou výšku a druh smíšení (rovnoměrné/nerovnoměrné), které by mohly mít vliv na míru poškození porostů patogenem *Hymenoscyphus fraxineus*. Zdravotní stav podle PCA analýzy je pouze minimálně ovlivňován věkem a nadmořskou výškou. Naopak intenzita napadení jasanů je ovlivňována typem smíšení a procentuálním zastoupením jasanu v daném porostu.

8 Summary

In this bachelor work, the author evaluated 99 stands from LS Lanškroun (34 stands), LS Ruda nad Moravou (25 stands), LS Hanušovice (30 stands) and Červená Voda (10 stands). In this bachelor work are also results from 335 stands reviewed by Michal Prouza from his bachelor and master thesis (Prouza, 2015) and (Prouza, 2017). These results were used for comparison with the results of the author and also for greater relevance of the statistical tests. The stands and their state of health were evaluated according to the methodology of the assessment of the health status of the stands with respect to the ash necrosis caused by the pathogen *Hymenoscyphus fraxineus* (Rozsypálek 205, Prouza 2015). Factors that were assumed to influence the health status of ash trees were examined on the stands, in particular factors such as the nature of the habitat according by Pliva (1987), the forest vegetation level according by Pliva (1987), the age of the stands, the species trees growing alongside with ash in the studied stands, edaf. category, comparison of the sites where the research was carried out, sets of forest types by Pliva, (1987), the stalking and the percentage representation of ash in the stand.

When evaluating the degree of damage correlated to edaphic categories, the authors report that the stronger damage is registered on edaf. categories A (rocky), V (wet) and L (flood). Smaller but significant damage is also on S (fresh) and D (enriched).

Furthermore, a comparison of the natural and unnatural factors of the habitat was made. The natural habitat is according by Pliva, (1987) sets of forest types 1L, 1U, 1V, 1D, 2V, 2L, 3J, 3W, 3H, 3U, 3L, 4W, 5U, 5V, 5J, 6L and 6V). Here comes a statistically significant result and that ash shows a better health status in natural habitats.

The relationship of the health status of ash trees with forest vegetation levels, according by Pliva (1987), has not been statistically proven. The results show that from the 6th forest vegetation stage the health condition is slightly improving, but the statistical deviation is not significant. Age of growth does not appear as a factor affecting the health of ash trees. No statistically significant deviation was found to indicate the effect. We can only debate the trend that is visible at the age of 8-12. With them, the health condition is improving slightly. The herb mixture to the degree of damage by the fungal pathogen *Hymenoscyphus fraxineus* also has no effect. A better health condition can be observed in poplar stands and does not harm the pine tree (there is a lack of data), but these results can not be statistically proven. The site taken into account also has no effect on ash

damage by the pathogen. Also, the stocking has no direct effect on the health of the individuals. Percentage representation of ash in the stands also has no effect on the health status of the trees. On the representation of 91 - 100% there is a trend of worsening health condition, but the statistical deviation is not conclusive.

Further, the influence of the ash distribution in the stand was taken into account, and therefore if the ash occurs here randomly or in groups. A statistically significant result was obtained from all the meters. The distribution of ash has an effect on the health status, the stands that were mixed randomly showed less damage to the *H. fraxineus* pathogen than the stands where the ash grew cumulatively.

PCA analysis was then performed. They assessed factors such as the age of ash representation in the stand, altitude, and type of mixing (even / uneven) that could have an impact on the rate of damage to stands by the *Hymenoscyphus fraxineus* pathogen. The state of health according to the PCA analysis is only minimally affected by age and altitude. On the contrary, the intensity of ash infestation is affected by the type of mixing and the percentage of ash in the given crop.

9 Reference

- BALÍK, M. Meteo Žamberk [online] citováno 8. 3 2017. Dostupné z: <http://meteozamberg.webnode.cz>.
- BARAL, O., QUELOZ, V., HOSOYA, T., 2014. The one scientific name for the fungus causing ash dieback in Europe. *IMA Fungus* 5;79-80
- BARKLUND, P., 2005. Ash dieback takes over south and mid-Sweden. *SkogsEko* Nr.3, 11–3 (in Swedish).
- BAKYS R., VASAITIS R., BARKLUND P., IHRMARK K., STENLID J. (2009): Investigations concerning the role of *Chalara fraxinea* in declining *Fraxinus excelsior*. *Plant Pathology*, 58: 284–292.
- BERÁNEK, J., 2011. Zahradnictví. Dutilka jasanová – *Prociphilus bumeliae* [online]. Citováno 8. 3. 2017. Dostupné z World Wide Web: <<http://zahradaweb.cz/dutilka-jasanova-prociphilus-bum>
- CECH, T. L., 2006: Eschenschaden in Osterreich. *Forsts. Akt.* 37, 18–20.
- CLEARY, M. R., ARHIPOVA N., GAITNIEKS T., STENLID J., VASAITIS R. (2013): Natural infection of *Fraxinus excelsior* seeds by *Chalara fraxinea*. *Forest Pathology*, 43: 83–85.
- CULEK, M., GRULICH, V., POVOLNÝ, D. 1996. Biogeografické členění České republiky. Praha. Enigma. 347 s. ISBN 82-85368-80-3.
- ČERNÝ, A. *Parazitické dřevokazné houby*. Praha: SZN, 1989. Lesnictví, myslivost a vodní hospodářství. ISBN 80-209-0090-x.
- ČERNÝ, K., 2011. Nebezpečné patogeny lesních dřevin *Phytophthora alni* a *Chalara fraxinea*: rozšíření, význam a možná rizika vyplývající z jejich zdomácnění. *Zpravodaj Ochrany Lesa*, 15, 71–75.
- Česká geologická služba [online]. Citováno 15.3. 2017. Dostupné z <http://www.geology.cz/extranet>
- Česká pedologická služba [online]. Citováno 15.3.2017. Dostupné z <http://klasifikace.pedologie.cz/index.php?action=showContacts>
- DEMEK, J., BALATKA, B., BUČEK, A., CZUDEK, T., DĚDEČKOVÁ, M., HRÁDEK, M., IVAN, A., LACINA, J., LOUČKOVÁ, J., RAUŠER, J., STEHLÍK, O., SLÁDEK,

J., VANĚČKOVÁ, L., VAŠÁTKO, J. 1987. Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny. Akademia. 584 s.

DRENKHAN, R., SANDER, H., HANSO, M. 2014. Introduction of Mandshurian ash (*Fraxinus mandshurica* Rupr.) to Estonia: Is it related to the current epidemic on European ash (*F. excelsior*)? Eur. J. Forest Res. 133, 769–781.

ED. BY MILAN ZÚBRIK. *Insects and diseases: damaging trees and shrubs of Europe; a colour atlas*. Verrières-le-Buisson: N.A.P. Éditions, 2013. ISBN 9782913688186.

EUFORGEN, 2017. *Fraxinus excelsior* – Distribution map [online]. Citováno 12. 3. 2017. Dostupné na World Wide Web: http://www.euforgen.org/distribution_maps.html

HAUPTMAN, T., PÍŠKUR, B., DE GROOT, M., OGRIS, N., FERLAN, M. AND JURC, D. 2013: Temperature effect on Chalara fraxinea: heat treatment of saplings as a possible disease control method. Forest Pathology 43: 360-370. doi:10.1111/efp.12038.

HAVRDOVÁ, L., ČERNÝ, K., 2011. Nekróza jasanu – epidemiologie, symptomy, možnosti ochrany. Aktuální problematika lesního školkařství ČR v r. 2011, 39–46.

HAVRDOVÁ, L., NOVOTNÁ, K., ZAHRADNÍK, D., BURIÁNEK, V., PEŠKOVÁ, V., ŠRŮTKA, P., ČERNÝ, K., (v řízení). A resistance of Czech *Fraxinus excelsior* population to ash dieback at the provenance level confirmed.

HAVRDOVÁ, L., ZAHRADNÍK, D., ČERNÝ, K., CHUMANOVÁ, E., ROMPORTL, D., PEŠKOVÁ, V., (2016a). Mapa potenciálního poškození lesních porostů ČR nektrózou jasanu. Specializovaná mapa s odborným obsahem, Certifikace 2. 11. 2016 MZe (osvědčení č. 60487/2016-MZE-16222/MAPA656). VUKOZ, v.v.i., Průhonice, 43 p. ISBN 978-80-87674-15-4

HEYDECK, P., BEMMANN, M., KONTZOG, H. G., 2005. Triebsterben an Gemeiner Esche (*Fraxinus excelsior*) im nordostdeutschen Tiefland. *Forst und Holz* 60, 505–6.

HIEMSTRA, J. A., 1995. Verticillium wilt of *Fraxinus excelsior*. PhD Thesis. Wageningen Agricultural University 213 s.

HUSSON, C., SCALA, B., PASCAL, C., PASCAL, O., FREY, N., 2011: Chalara fraxinea is an invasive pathogen in France Eur J Plant Pathol (2011) 130:311–324 DOI10.1007/s10658-011-9755-9

JANKOVSKY, L., PALOVČÍKOVÁ, D., 2009: Nový příklad chřadnutí dřevin v ČR – nekróza jasanu [online]. Citováno 17.3.2007 WEB Zahrada: http://www.zahradaweb.cz/informace-zoboru/skolkarstvi/Novy-priklad-chradnuti-drevin-v-CR-%E2%80%93-93-nekrozajasanu__s515x44950.html

JANKOVSKÝ, L., HOLDENRIEDER, O., 2009. *Chalara fraxinea* – Ash Dieback in the Czech Republic. Plant Protection Science. sv. 45, č. 2. 74–78. ISSN 1212-2580.

JÖNSSON, M. T., and THOR, G., 2012: Estimating coextinction risks from epidemic tree death: affiliate lichen communities among diseased host tree populations of *Fraxinus excelsior*. PLoS One 7: e45701. doi:10.1371/journal.pone.0045701.

JUODVALKIS, A., VASILIAUSKAS, A., 2002. The extend and possible causes of dieback of ash stands in Lithuania. LZUU Mokslo Darbai, Biomedicinos Mokslai 56, 17-22 (in Lithuanian with English summary).

KANTOR, P., VRŠKA, T., DOBROVOLNÝ, L., NOVÁK, J., 2013: Pěstění lesů skripta – učební text. Mendelova univerzita v Brně, 151 s.

KIRISITS, T., MATLAKOVA, M., MOTTINGER-KROUPA, S., HALMSCHLAGER, E., 2008: Verursacht *Chalara fraxinea* das Zurücksterben der Esche in Österreich? Forstschutz Aktuell, Wien, (43): 29-34.

KIRISITS, T., KRITSCH, P., KRÄUTLER, K., MATLAKOVA, M., HALMSCHLAGER, E., 2012. Ash dieback associated with *Hymenoscyphus pseudoalbidus* in forest nurseries in Austria. Journal of Agricultural Extension nad Rural Development. 4(9). 230–235. ISSN 2141-2154.

KOBLÍŽEK, J., *Fraxinus excelsior* L. In SLAVÍK, B., (ed.). *Květena České republiky*. Praha: Academia, 1997. Svazek 5, kapitola Oleaceae Hoffmanns, s. 446-456.

KOLAŘÍK, J., *Péče o dřeviny rostoucí mimo les*. Vlašim: ČSOP Vlašim, 2005. Metodika (Český svaz ochránců přírody). ISBN 80-86327-36-1.

KOŠTÁLOVÁ, V., SÁZELOVÁ, D., 2010. Chřadnutí a odumírání jasanů. Ministerstvo zemědělství ve spolupráci se Státní rostlinolékařskou správou, Praha. 8 s.

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

KOWALSKI, T., BARAL, O., QUELOZ, V., HOSOYA, T., 2014: First Report of the Ash Dieback Pathogen *Hymenoscyphus fraxineus* in Korea [online]. Citováno 15.3. 2017 <https://synapse.koreamed.org/DOIX.php?id=10.5941/MYCO.2014.42.4.391&vmode=PUUBREADER#!po=40.6250>

KOWALSKI, T., HOLDENRIEDER, O.: Eine neue Pilzkrankheit an Esche in Europa. [A new fungal disease of ash in Europe]. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 159, 2008, č. 3, s. 45 - 50.

KOWALSKI, T. a HOLDENRIEDER, O. 2009b. The teleomorph of *Chalara fraxinea*, the causal agent of ash dieback. *Forest Pathology* 39, 304–308.

MC KINNEY, L. V., NIELSEN L. R., COLLINGE D. B., THOMSEN I. M., HANSEN J. K. a KJÆR ,E. D., 2014. The ash dieback crisis: genetic variation in resistance can prove a long-term solution. *Plant Pathology* 63, 485–499

MCKINNEY L. B. V., NIELSEN L. R., HANSEN J. K., KJAR E. D., (2011): Presence of natural genetic resistance in *Fraxinus excelsior* (*Oleaceae*) to *Chalara fraxinea* (*Ascomycota*): an emerging infectious disease. *Heredity*, 106: 788–797.

MZe (Ministerstvo zemědělství), 2016. Zelená zpráva. 132 s. ISBN 978–80 -7434-324-7

MZe NAZV QJ1220218 2014. Průběžná zpráva projektu: Vývoj efektivních opatření eliminujících dopad invaze *Chalara fraxinea* v lesním školkařství a v navazujících aspektech lesního a vodního hospodářství. (2012–2016) VÚKOZ, v. v. i. Průhonice.

MZP. MZP: Ministerstvo životního prostředí [online]. Citováno 16.3. 2017. Dostupné z http://www.mzp.cz/cz/pudni_mapy

NÁROVEC, V., TREJTNAROVÁ, J., JANČAŘÍK, V. 2008. Čeká jasany chřadnutí?. *Hradec Králové. Lesu zdar*. 14(5). 4–6-

OGRIS, N., HAUPTMAN, T., JURC, D., 2009: *Chalara fraxinea* causing common ash dieback newly reported in Slovenia. *New Dis. Rep.* 19. February– August 2009. Available at <http://www.bspp.org.uk/publications/new-disease%20reports/ndr.php?id=0190%2015>.

PAUTASSO, M., AAS, G., QUELOZ, V., HOLDENRIEDER, O., 2012. European ash (*Fraxinus excelsior*) dieback – A conservation biology challenge. *Biological Conservation*. 158. 37–49.

PLÍVA, K., 1987. Typologický klasifikační systém ÚHÚL. ÚHÚL Brandýs n. L. 52 s.
POLENO, Z., VACEK, S., 2009. Praktické postupy pěstování lesů. *Lesnická práce*, s. r. o., 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2.

PLÍVA, L., ŽLÁBEK, I., 1986 Přírodní lesní oblasti ČSR, 320 s., ISBN 07-095-86

PROUZA, M., 2015. Monitoring a ověření metodiky hodnocení nekrózy jasanů způsobené patogenem *Chalara fraxinea* na vybraných územích. *Bakalářská práce*. Mendelova univerzita v Brně: Lesnická a dřevařská fakulta. 109 s.

PROUZA, M., 2017. Monitoring rozšíření nekrózy jasanů (*Hymenoscyphus fraxineus*) v lesních porostech Moravy a východních Čech. *Diplomová práce*. Mendelova univerzita v Brně: Lesnická a dřevařská fakulta. 128 s.

PRŮŠA, E. (2001): *Pěstování lesů na typologických základech*. Vyd. 1. Kostelec nad Černými lesy: *Lesnická práce*, 593 s., ISBN 80-86386-10-4.

PRZYBYL, K., 2002: Fungi associated with necrotic apical parts of *Fraxinus excelsior* shoots. *For. Pathol.* 32, 387–394.

QUELOZ, V., GRÜNIG C. R., BERNDT, R., KOWALSKI, T., SIEBER T. N., et HOLDENEIDER, O., *Hymenoscyphus pseudoalbidus* (anamorfa *Chalara fraxinea* T. Kowalski). *Nekróza jasanu – Lesnická práce*, 92/6, příloha, 4 p.

QUELOZ, V., GRÜNIG, C. R., BERNDT, R., KOWALSKI, T., SIEBER, T. N., HOLDENRIEDER, O. 2011. Cryptic speciation in *Hymenoscyphus albidus*. *Forest Pathology* 41, 133–142.

ROZSYPÁLEK, J., 2015. Infekční biologie *Chalara fraxinea* a faktory ovlivňující fruktifikaci teleomorfy *Hymenoscyphus pseudoalbidus* jako zdroje infekce nekrózy jasanů. *Diplomová práce*. Mendelova univerzita v Brně: Lesnická a dřevařská fakulta. 107 s.

SCHUMACHER, J., 2011: The general situation regarding ash dieback in Germany and investigations concerning the invasion and distribution strategies of *Chalara fraxinea* in woody tissue. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 41, 7–10.

SKOVSGAARD, J., THOMSEN I., SKOVGAARD I., MARTINUSSEN T., 2010: Associations among symptoms of dieback in even-aged stands of ash (*Fraxinus excelsior* L.). *For. Path.* 40 (2010) 7–18

SKOVSGAARD, J. P., WILHELM, G. J., THOMSEN I. M., METZLER, B., KIRISITS, T., HAVRDOVA, L., ENDERLE, R., DOBROWOLSKA, D., CLEARY, M., CLARK, J., (2017). Silvicultural strategie for *Fraxinus excelsior* in response to dieback caused by *Hymenoscyphus fraxineus*. *Forestry*, přijato.

TAXONIA CZ (2012), LHP pro LHC Červená Voda

THOMSEN, I.M., SKOVSGAARD, J. P., BARKLUND, P., VASAITIS R., 2007. Fungal disease is the cause of ash dieback. *Skoven* 39, 234–6 (in Danish).

TIMMERMANN V., BORJA I., HIETALAL A. M., KIRISITS T., SOLHEIM, H., (2011): Ash dieback: pathogen spread and diurnal patterns dispersal, with special emphasis to Norway. *Bulletin OEPP/EPP Bulletin*, 41: 14–20.

VACEK, S., VACEK, Z., BULUŠEK, D., PUTALOVÁ, T., SARGINCI, M., SCHWARZ, O., ŠRŮTKA, P., PODRÁZSKÝ, V., MOSER, W. K., 2015: European Ash (*Fraxinus excelsior* L.) Dieback: Disintegrating forest in the mountains protected areas, Czech Republic. *Austrian Journal of Forest Science* 132. Jahrgang (2015), Heft 1, S. 185–254.

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

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