

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta

**Monitoring rozšíření nekrózy jasanů
(*Hymenoscyphus fraxineus*) v lesních
porostech Moravy a východních Čech**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

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 Moravy a východních Čech**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

(Práce obsahuje samostatnou přílohu ve formě CD-ROM; Soubor Data monitoring,
umístěnou na deskách vazby)

Čestné prohlášení

*Prohlašuji, že jsem práci: Monitoring rozšíření nekrózy jasanů (*Hymenoscyphus fraxineus*) v lesních porostech Moravy a Východních Čech vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona 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 14. 4. 2017

Poděkování

Mé poděkování za pomoc při zpracování diplomové práce patří zejména vedoucímu Ing. Jiřímu Rozsypálkovi, děkuji mu za pomoc při práci v terénu, za poskytnutou literaturu a cenné rady při řešení problematiky. Dále bych rád poděkoval Ing. Petru Martinkovi za pomoc při zpracování dat, věcné připomínky a rady v průběhu zpracovávání práce, Ing. Dagmar Palovčíkové za konzultace ohledně formální podoby práce. Poděkování patří Správě KRNAP, zvláště Mgr. Daniele Gluzové a Ing. Bc. Ireně Hubálkové, Ph.D. za pomoc při provádění výzkumu na území KRNAP. V neposlední řadě musím poděkovat své rodině za plnou podporu během celého studia.

Bc. Michal Prouza

Monitoring rozšíření nekrózy jasanů (*Hymenoscyphus fraxineus*) v lesních porostech Moravy a Východních Čech

Monitoring the extension of ash dieback (*Hymenoscyphus fraxineus*) in the forests of eastern Bohemia and Moravia

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá nekrózou jasanů, způsobovanou patogenní houbou *Hymenoscyphus fraxineus*. Jedná se o shrnutí dosavadních informací dostupných v literatuře týkajících se choroby. Vlastní výzkum je zaměřen na monitoring jejího rozšíření v areálu Moravy a východních Čech s důrazem na rozdílnost lesnicko-typologických stanovišť a zastoupení jasanů v porostech. Součástí práce je zhodnocení 434 jasanových porostů, kde byla zkoumána míra poškození zdravotního stavu stromů s ohledem na nekrózu jasanů v závislosti na různých faktorech. Nebyla nalezena statisticky významná závislost míry poškození zdravotního stavu jasanu na LVS, edafické kategorii ani ekologické řadě dle Plívy (1987), věku, zastoupení jasanu, zakmenění, ostatních dřevinách, lokalitě, roku hodnocení. Byla zjištěna statisticky významná závislost míry poškození zdravotního stavu jasanu na přirozenosti stanoviště (SLT dle Plívy 1987), na charakteru smíšení a způsobu obnovy porostu.

Klíčová slova: *Hymenoscyphus fraxineus*, jasanový porost, poškození, stanovištní podmínky, zdravotní stav

Abstract

Diploma thesis deals with ash dieback, caused by fungus pathogen *Hymenoscyphus fraxineus*. This is a summary of the available knowledge in literature concerning the problematic of the disease. Research activities were focused on monitoring of this pathogen spread in the area of Moravia and eastern Bohemia, with emphasis on forest-typological diversity of habitats and the percentage of ash in the stands. 434 stands of ash were evaluated and the rate of health condition damage of trees with *H. fraxineus* presence depending on various factors was investigated. Dependence of damage of health status was not determined as a function of LVS of Plíva (1987) (forest vegetation altitude stage), edaphic category or ecological range of Plíva (1987) as well as age stage of ash, stocking, other tree species composition, location and year of evaluation. Vice versa factors of damage on nature of ashes sites (SLT according Plíva 1987), mixing type and forest regeneration type were significant.

Key words: damage, health status, *Hymenoscyphus fraxineus*, site factors, stand of ash

Obsah

1	ÚVOD.....	1
2	CÍLE A HYPOTÉZY PRÁCE.....	3
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	4
3.1	HOSTITELSKÉ SPEKTRUM PATOGENU <i>H. FRAXINEUS</i> V ČR.....	4
3.1.1	Jasan ztepilý (<i>Fraxinus excelsior</i> L.).....	5
3.1.2	Jasan úzkolistý (<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.)	7
3.2	ZASTOUPENÍ JASANŮ V LESNÍCH POROSTECH ČR A EVROPY	9
3.3	PŮVODCE NEKRÓZY JASANŮ	11
3.4	ŠÍŘENÍ <i>H. FRAXINEUS</i> V EVROPĚ.....	12
3.5	ŽIVOTNÍ CYKLUS <i>H. FRAXINEUS</i> A SYMPTOMY NAPADENÍ	13
3.6	DIFERENCE V ODOLNOSTI JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ JASANU A PROVENIENCÍ	18
3.7	VLIV FENOLOGIE NA DOPAD INFEKCE, KOINCIDENCE RAŠENÍ JASANŮ SE SPORULACÍ <i>H. FRAXINEUS</i>	19
3.8	OBRANNÉ MECHANISMY JASANŮ VŮČI <i>H. FRAXINEUS</i>	20
3.9	PROBLÉM BAZÁLNÍCH NEKRÓZ JASANU	21
3.10	DALŠÍ ORGANISMY SPOJENÉ S CHŘADNUTÍM JASANŮ	23
3.11	STANOVIŠTNÍ PODMÍNKY A JEJICH VLIV NA ROZVOJ CHŘADNUTÍ JASANŮ.....	26
3.11.1	Kvantita biomasy hostitele a jeho náchylnost.....	26
3.11.2	Vlhkost, teplota	26
3.11.3	Probírky, konkurence	27
3.11.4	Věk porostu, cenotické postavení jedinců.....	28
3.11.5	Nadmořská výška	29
3.11.6	Počasí, změna klimatu.....	29
3.12	PREDIKČNÍ MODEL ROZSAHU POŠKOZENÍ DLE HAVRDOVÉ ET AL. (2016A) A METODIKA PĚSTOVÁNÍ JASANU V PROSTŘEDÍ S VÝSKYTEM <i>H. FRAXINEUS</i> , VLIV PŘÍRODNÍCH A POROSTNÍCH CHARAKTERISTIK NA ROZSAH POŠKOZENÍ JASANU.....	30
3.13	LESNICKÁ OPATŘENÍ KE ZMÍRNĚNÍ DOPADU INFEKCE PATOGENU <i>H. FRAXINEUS</i> NA LESNÍ POROSTY.....	34
3.13.1	Pěstování jasanu v minulosti.....	34
3.13.2	Pěstování jasanu pod vlivem <i>H. fraxineus</i>	35
3.13.3	Zakládání nových porostů.....	36
3.13.4	Stávající porosty	37

3.14	HLAVNÍ PRINCIPY OPATŘENÍ A PĚSTOVÁNÍ JASANU V ČR DLE ČERNÉHO ET AL. (2016).....	38
3.14.1	Obecné zásady pěstování jasanu dle Černého et al. (2016)	39
3.14.2	Princip obnovy jasanu dle Černého et al. (2016)	41
3.14.3	Zásady identifikace odolných genotypů dle Černého et al. (2016).....	41
3.15	ALTERNATIVNÍ DŘEVINY	42
3.16	EKONOMICKÝ DOPAD CHOROBY	46
3.17	HLAVNÍ IDEJE PRO UDRŽENÍ POPULACÍ JASANU	48
4	METODIKA	52
4.1	TERÉNNÍ MONITORING NEKRÓZY JASANŮ.....	52
4.1.1	Výběr porostů	52
4.1.2	Hodnocení poškození zdravotního stavu	53
4.1.3	Vyhodnocování dat z terénu.....	53
4.2	METODIKA HODNOCENÍ POŠKOZENÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU POROSTŮ S OHLEDEM NA NEKRÓZU JASANŮ ZPŮSOBOVANOU PATOGENEM <i>H. FRAXINEUS</i>	54
4.2.1	Vymezení počtu inventarizačních ploch.....	54
4.2.2	Inventarizační plocha	55
4.2.3	Vlastní hodnocení poškození	56
4.2.4	Popis stupňů hodnocení dle kategorií jedinců.....	57
4.2.5	Legenda (vysvětlení pojmů).....	62
4.3	APLIKAČNÍ ČÁST METODIKY	67
4.3.1	Nové výsadby	67
4.3.2	Porosty do fáze mlaziny (1-15 let)	68
4.3.3	Porosty do fáze nastávající kmenoviny (16-79 let)	70
4.3.4	Porosty ve fázi kmenoviny (80 a více let).....	72
4.3.5	Tabulková verze aplikační části metodiky	74
5	VÝSLEDKY	75
5.1	POROVNÁNÍ MÍRY POŠKOZENÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU POROSTŮ NEKRÓZOU JASANŮ ZPŮSOBOVANOU PATOGENEM <i>H. FRAXINEUS</i> VZHLEDEM K LVS DLE PLÍVY (1987), RESPEKTIVE K NADMOŘSKÉ VÝŠCE.....	75
5.2	POROVNÁNÍ MÍRY POŠKOZENÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU POROSTŮ NEKRÓZOU JASANŮ ZPŮSOBOVANOU PATOGENEM <i>H. FRAXINEUS</i> VZHLEDEM EDAFICKÝM KATEGORIÍM A EKOLOGICKÝM ŘADÁM DLE PLÍVY (1987).....	79

5.3	POROVNÁNÍ MÍRY POŠKOZENÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU POROSTŮ NEKRÓZOU JASANŮ ZPŮSOBOVANOU PATOGENEM <i>H. FRAXINEUS</i> VZHLEDEM K VĚKU POROSTU.....	82
5.4	POROVNÁNÍ MÍRY POŠKOZENÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU POROSTŮ NEKRÓZOU JASANŮ ZPŮSOBOVANOU PATOGENEM <i>H. FRAXINEUS</i> VZHLEDEM K ZASTOUPENÍ JASANU V POROSTU	83
5.5	POROVNÁNÍ MÍRY POŠKOZENÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU POROSTŮ NEKRÓZOU JASANŮ ZPŮSOBOVANOU PATOGENEM <i>H. FRAXINEUS</i> VZHLEDEM K ZAKMENĚNÍ POROSTU.....	85
5.6	POROVNÁNÍ MÍRY POŠKOZENÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU POROSTŮ NEKRÓZOU JASANŮ ZPŮSOBOVANOU PATOGENEM <i>H. FRAXINEUS</i> VZHLEDEM K DOMINANTNÍ OSTATNÍ DŘEVINĚ V POROSTU	86
5.7	POROVNÁNÍ MÍRY POŠKOZENÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU POROSTŮ NEKRÓZOU JASANŮ ZPŮSOBOVANOU PATOGENEM <i>H. FRAXINEUS</i> MEZI LOKALITAMI.....	88
5.8	POROVNÁNÍ MÍRY POŠKOZENÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU POROSTŮ NEKRÓZOU JASANŮ ZPŮSOBOVANOU PATOGENEM <i>H. FRAXINEUS</i> DLE ZPŮSOBU ZALOŽENÍ (OBNOVY) POROSTU	89
5.9	POROVNÁNÍ MÍRY POŠKOZENÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU POROSTŮ NEKRÓZOU JASANŮ ZPŮSOBOVANOU PATOGENEM <i>H. FRAXINEUS</i> V JEDNOTLIVÝCH LETECH HODNOCENÍ.....	90
5.10	VYJÁDŘENÍ VAZEB JEDNOTLIVÝCH PROMĚNNÝCH PROSTŘEDNICTVÍM PCA	91
5.11	VYJÁDŘENÍ PODÍLU JEDINCŮ URČENÝCH K ODSTRANĚNÍ Z HODNOCENÝCH POROSTŮ DLE APLIKAČNÍ ČÁSTI METODIKY	92
6	DISKUZE	93
6.1	VLIV FAKTORU NADMOŘSKÉ VÝŠKY NA DOPAD INFEKCE <i>H. FRAXINEUS</i>	93
6.2	VLIV FAKTORU STANOVIŠTNÍCH PODMÍNEK VYJÁDŘENÝCH PROSTŘEDNICTVÍM LESNICKÉ TYPOLOGIE	94
6.3	MÍRA POŠKOZENÍ JASANOVÝCH POROSTŮ VZHLEDEM K FAKTORU VĚKU	96
6.4	POSOUZENÍ Vlivu FAKTORU ZASTOUPENÍ JASANU V POROSTU	97
6.5	POSOUZENÍ Vlivu ZAKMENĚNÍ A ZÁPOJE POROSTU	99
6.6	POSOUZENÍ Vlivu OSTATNÍCH DŘEVIN V POROSTU	101
6.7	POSOUZENÍ Vlivu FAKTORU ZPŮSOBU ZALOŽENÍ (OBNOVY) POROSTU	103
6.8	POSOUZENÍ Vlivu FAKTORU ČASU NA VÝVOJ ZDRAVOTNÍHO STAVU JASANU	105
6.9	PODÍL RELATIVNĚ ODOLNÝCH JEDINCŮ V POPULACI	105
6.10	VLIV OSTATNÍCH FAKTORŮ	106
6.11	CELKOVÁ SITUACE A NÁVRH OPRATŘENÍ V POROSTECH	108

7	ZÁVĚR.....	110
8	SUMMARY.....	113
9	REFERENCE.....	115

Seznam obrázků

Obr. 1. Mapa přirozeného areálu <i>F. excelsior</i> L. (Fraxigen 2005).....	5
Obr. 2. Přirozený areál <i>F. angustifolia</i> (Fraxigen 2005).....	8
Obr. 3: Apotecia <i>H. fraxineus</i> na řapících listů jasanu, opad předešlé sezóny (Enderle et al. 2014).....	12
Obr. 4. Přirozený areál <i>F. excelsior</i> (modrá barva) a letopočty potvrzeného výskytu patogenu <i>H. fraxineus</i> v jednotlivých státech (BFW, 2015).....	13
Obr. 5: Schéma způsobu přenosu infekce nekrózy jasanů <i>H. fraxineus</i> (Schumacher et al. 2007).....	16
Obr. 6: Symptomy nekrózy jasanů (Gross et al. 2014a).....	17
Obr. 7: Rozložení porostů jasanu v ČR dle ekologických řad a jejich poškození (Havrdová et al. 2016a; Černý et al. 2016).....	31
Obr. 8: Míra prosychání jasanu v modelových lesních porostech s výskytem jasanu dle ekologických řad (LČR, s. p.; Havrdová et al. 2016a).....	32
Obr. 9: Výškové rozložení porostů jasanu v ČR (zdroj dat LČR, s. p., ÚHÚL) a jejich poškození (Havrdová et al. 2016a; Černý et al. 2016).....	32
Obr. 10: Rozložení porostů jasanu v ČR podle sklonitosti terénu stanovišť (LČR, s. p., ÚHÚL) a jejich poškození (Havrdová et al. 2016a; Černý et al. 2016).....	32
Obr. 11: Rozsah nekrózy jasanu různých krajinných tvarů (Havrdová 2015).....	33
Obr. 12: Věková struktura porostů jasanu v ČR (LČR, s. p., ÚHÚL) a jejich poškození (Havrdová et al. 2016a; Černý et al. 2016).....	33
Obr. 13: Struktura zakmenění porostů jasanu v ČR (LČR, s. p., ÚHÚL) a jejich poškození (Havrdová et al. 2016a; Černý et al. 2016).....	33
Obr. 14: Rozložení porostů jasanu v ČR podle podílu jasanu (LČR, s. p., ÚHÚL) a jejich poškození (Havrdová et al. 2016a; Černý et al. 2016).....	34
Obr. 15: Kategorie metodiky (Rozsypálek 2015; Prouza 2015).....	57
Obr. 16: Sekundární výhony na kmeni (Rozsypálek 2015).....	64
Obr. 17: Letošní podkorní nekróza (Rozsypálek 2015).....	65
Obr. 18: Nekrózy na kmeni (Rozsypálek 2015).....	66
Obr. 19: Větve I. až V. řádu (Prouza 2015).....	67
Obr. 20: Jasanové porosty do fáze mlaziny (1-15 let) (Prouza 2015).....	69
Obr. 21: Jasanové porosty do fáze nastávající kmenoviny (16-79 let) (Prouza 2015).....	71
Obr. 22: Jasanové porosty ve fázi kmenoviny (80 a více let) (Prouza 2015).....	73
Obr. 23: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k LVS dle Plívy (1987).....	75
Obr. 24: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (zmlazení) vzhledem k LVS dle Plívy (1987).....	75

Obr. 25: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k nadmořské výšce	77
Obr. 26: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (zmlazení) vzhledem k nadmořské výšce	77
Obr. 27: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k edafickým kategoriím dle Plívy (1987)	79
Obr. 28: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (zmlazení) vzhledem k edafickým kategoriím dle Plívy (1987)	79
Obr. 29: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k ekologickým řadám dle Plívy (1987)	80
Obr. 30: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (zmlazení) vzhledem k ekologickým řadám dle Plívy (1987)	80
Obr. 31: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k přirozenosti stanoviště vzhledem k SLT dle Plívy (1987)	81
Obr. 32: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k věkovým stupňům	82
Obr. 33: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k zastoupení jasanu v porostu	83
Obr. 34: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (zmlazení) vzhledem k zastoupení jasanu v porostu	83
Obr. 35: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k charakteru (druhu smíšení) zastoupení jasanu v porostu	84
Obr. 36: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k zakmenění	85
Obr. 37: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (zmlazení) vzhledem k zakmenění	85
Obr. 38: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k dominantní ostatní dřevině v porostu	86
Obr. 39: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (zmlazení) vzhledem k dominantní ostatní dřevině v porostu	87
Obr. 40: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) dle lokalit hodnocení	88
Obr. 41: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (zmlazení) dle lokalit hodnocení	88
Obr. 42: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) dle způsobu založení (obnovy) porostu	89
Obr. 43: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) dle roku hodnocení	90
Obr. 44: PCA analýza faktorů ovlivnění infekce <i>H. fraxineus</i>	91

Seznam tabulek

Tab. 1: a) Plošné zastoupení jasanů dle věkových stupňů (ÚHÚL 2007).....	10
Tab. 1: b) Plošné zastoupení jasanů dle věkových stupňů (pokračování; ÚHÚL 2007).....	10
Tab. 2: Metodika výběru nadějných odolných jasanů dle Delahaye et al. (2015)...	38
Tab. 3: Alternativní druhy za <i>F. excelsior</i> posuzované na základě tolerance k periodickému zaplavování a jejich stanovištních nároků (Enderle et al. 2017)....	45
Tab. 4: Aplikační část metodiky (Prouza 2015).....	74
Tab. 5: Podíl jedinců určených k odstranění z hodnocených porostů dle Aplikační části metodiky.....	92

Seznam zkratek

apod. - a podobně

atd. - a tak dále

et al. - a kolektiv (autorů)

kap. - kapitola

LČR - Lesy České republiky

LHC - lesní hospodářský celek

LHP - lesní hospodářský plán

LS - lesní správa

LVS - lesní vegetační stupeň (Plíva 1987)

LZ - lesní závod

m n. m. - metrů nad mořem

např. - například

NIL - Národní inventarizace lesů

Obr. - obrázek

PCA analýza - Analýza hlavních komponent (Principal component analysis)

resp. - respektive

s. p. - státní podnik

SLT - soubor lesních typů (Plíva 1987)

Sm. Ch. - směrodatná chyba

Sm. Odch. - směrodatná odchylka

sp. - druh (specie)

spp. - poddruh (subspecie)

Tab. - tabulka

tj. - to je

tzn. - to znamená

ÚHÚL - Ústav pro hospodářskou úpravu lesa, Brandýs nad Labem

1 Úvod

System dnešní doby nás nutí řešit vše v časovém presu za vynaložení maximálního úsilí k dosažení nejlepších výsledků, avšak pod striktní podmínkou minimálních nákladů. Naneštěstí se stejný trend dostal i do řízení našeho lesního hospodářství. Příroda se řídí jinými pravidly, jednotlivé složky přírodního prostředí jasně určují profil ekosystému. V každém biotopu přežije jen ten jedinec, jenž je na lokální podmínky nejlépe adaptován, dokáže konkurovat jedincům svého i jiných druhů, je schopný odolávat extrémům místního podnebí a počasí. Složitým systémem přírodního výběru se formují vyvážená společenstva napříč celým spektrem prostředí naší planety. Aktuálním problémem jsou však projevy neuvážených historických zásahů lidstva do zmíněné křehké rovnováhy ekosystému. Odnepaměti člověk působí na lesy, postupem času jeho vliv sílí, po několik století nazpět je jeho konání stále intenzivnější. V dnešní době vše vyvrcholilo v dalekosáhlé projevy nestability uměle vytvořených pseudospolečenstev neautochtonních či dokonce alochtonních jedinců, jež jsou produktem překotné světové globalizace. Společně s transportem alochtonních dřevin dochází k přenosu nebezpečných patogenů, jejich nekontrolovatelnému šíření naší krajinou a decimování původních druhů naší flóry. Synergické působení aktuálních problémů lesnictví, v první řadě již zmíněná druhově a strukturně nevhodná společenstva, globální změna klimatu, nevhodné hospodaření v minulosti a mnohdy i dnes, do toho gradace škodlivých biotických činitelů, zakládají na nelehký úkol současné a následujícím generacím lesníků, vybudovat stabilitu lesních porostů a nalézt způsob trvale udržitelného lesnického hospodaření v souladu s pozměněnými podmínkami prostředí.

Mezi českými lesníky a odbornou lesnickou veřejností je dnes už nechvalně znám patogen *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya., který podle nejnovějších poznatků přesně odpovídá výše zmiňovanému trendu a problému globalizace. Dle Gross et al. (2014a) byl zavlečen do Evropy z jeho původního místa výskytu v jihovýchodní Asii. Vzhledem k absenci synchronního vývoje patogenu a hostitelů není vytvořena přirozená rezistence či tolerance vůči infekci a došlo k masivní invazi této vřeckovýtrusé houby v lesních i břehových porostech, parkových výsadbách i mezi solitery v krajině. Jsme svědky plošného rozpadu jasanových porostů napříč celou Českou republikou, respektive celou Evropou.

Nestabilita monokulturních porostů je již skoro příslovečná, ač většina i současné literatury uvádí, že jasan se v monokulturách nepěstuje (Kantor et al. 2013), ve

skutečnosti je plocha jasanových téměř monokulturních porostů, zejména na území tvrdého luhu, značná (Litovelské pomoraví, Strážnicko, Židlochovicko,...). Příčinou vzniku výše uvedených porostů byla oblíbenost jasanu tehdejšími lesníky pro jeho relativně snadné pěstování, kvalitní a žádané dříví, a v neposlední řadě jeho rychlý růst v mládí, kterým byl vyřešen jeden z hlavních problémů v luhu – buřeň. Jasan, oproti dubu a ostatním dřevinám, trpícím na útlak buřeni v prvních letech po výsadbě, buřeň záhy předrůstá a odpadájí zvýšené náklady a úsilí na zajištění kultury, čímž se stal v kombinaci s jeho ekologickými nároky ideální dřevinou k zalesnění problémových stanovišť luhů nižších poloh. Díky třem ekotypům jasanu, a tím široké ekovalenci, byl jasan rozšiřován i na nepříznivá stanoviště jiných poloh, suchá vápencová stanoviště, suťové svahy a rokliny podél horských potoků. Bohužel se až v dnešní době ukazuje, že byly porosty zakládány pravděpodobně ze semenného materiálu omezeného množství mateřských jedinců, mají tudíž ochuzený genofond a mohou být populace náchylnější k infekci patogenem v případě, že podstatná část spektra rodičů byla senzitivní k napadení. Pravděpodobnost senzitivity k napadení je vyšší při menším počtu rodičovských jedinců a naopak při relativně vysokém počtu rodičů je vyšší šance, že alespoň část populace bude rezistentní (resp. tolerantní) proti napadení patogenem, což opět poukazuje na slabinu lesnického hospodaření, umělého zalesňování. Porosty vzniklé přirozeným zmlazováním nepřetržité řady potomstev autochtonních populací by měly být relativně odolnější proti *H. fraxineus* z důvodu nespočtu rodičovských jedinců, resp. bohatšímu genofondu.

Je nasnadě zachovat zbytky původních populací autochtonních jasanů, omezit živelné provádění rekonstrukcí jasanových porostů s vidinou relativního ekonomického zisku, ale s jistotou nenahraditelné ztráty pestrosti genofondu a šance na zachování tolerantních jedinců druhu, který je pro české lesnictví těžce nahraditelný na mnoha stanovištích od nížin až do hor. Jasany mají v dnešní době v komplexním lesnickém pohledu spíše ekologický než ekonomický význam, vyjma hospodaření v tvrdém luhu, kde byl dosud ekonomicky velice zajímavou dřevinou a aktuální situace způsobuje značné finanční ztráty. Je třeba najít způsob jeho udržení nebo znovunavrácení na žádoucí stanoviště v našich lesích, prostřednictvím uváženého lesnického hospodaření.

2 Cíle a hypotézy práce

Hlavním cílem práce je zhodnotit vliv faktorů prostředí a porostních charakteristik na dopad infekce patogenem *H. fraxineus*. Zvláštní důraz je kladen na zhodnocení vlivu faktorů prostředí prostřednictvím lesnické typologie (souborů lesních typů – SLT). Aplikačním cílem by mělo být zpracování přehledné tabulky: Identifikace ohroženosti jasanů nekrózou jasanu na podkladu lesnické typologie (SLT) s možností přímého užití v praxi. Diplomová práce navazuje na bakalářskou práci autora, kde bylo zhodnoceno 100 jasanových porostů s jeho zastoupením nad 90 %. Diplomová práce by měla rozšířit databázi zhodnocených porostů dle doporučené metodiky o dalších alespoň 200 porostů v oblasti Moravy a východních Čech, přičemž bude zaměřena především na průzkum smíšených jasanových porostů se zastoupením jasanu od 5 do 90 %. Na základě zjištěných skutečností bude zhodnocen význam zastoupení jasanu v porostu. Dále bude sledován vliv ostatních druhů dřevin pěstovaných v porostech s jasanem na průběh a intenzitu infekce *H. fraxineus*. Dalším cílem práce je zpracovat literární rešerši o nekróze jasanů způsobené patogenem *H. fraxineus* na území České republiky a v Evropě. Zpracovat problematiku vlivu prostředí na intenzitu infekce v lesních porostech, sekundární mortalitní faktory a další choroby jasanů. V rešerši se pokusit zhodnotit a finančně vyjádřit velikost škod způsobených infekcí na lesních porostech v ČR.

Hlavní hypotézou práce je, že dopad infekce *H. fraxineus* je závislý na abiotických faktorech prostředí, obecně vlhčí a živnější stanoviště by měla být ohrožena více než porosty na sušších místech. Další hypotézou je závislost charakteru poškození na nadmořské výšce (se zvyšující se nadmořskou výškou by měly být porosty méně poškozené). A poškození porostů by mělo být závislé na zastoupení jasanu v porostu, se zvyšujícím se zastoupením jasanu by mělo stoupat jeho poškození.

V diskusi uvést zdůvodněný výběr nejvýznamnějších výsledků, zhodnotit celkovou situaci a navrhnout konkrétní ochranná opatření pro lokality s pozitivními nálezy. V diskusi porovnat výsledky vlastního šetření s nastudovanými údaji z odborné literatury.

Práci zpracovat dle aktuální směrnice děkana O úpravě písemných prací a o citaci dokumentu užívaných v kvalifikačních pracích podávaných na LDF.

3 Literární přehled

3.1 Hostitelské spektrum patogenu *H. fraxineus* v ČR

V České republice je hostitelské spektrum houby *H. fraxineus* omezeno na několik druhů jasanu, pěstovaných v našich podmínkách: jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior* L.), jasan úzkolistý (*Fraxinus angustifolia* Vahl.), jasan zimnář (*Fraxinus ornus* L.), jasan americký (*Fraxinus americana* L.), jasan pensylvánský (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall). Z pohledu lesnického hospodaření se práce zabývá pouze druhy *F. excelsior* L. a *F. angustifolia* Vahl., původními druhy v ČR (Úradníček et al. 2009).

Z botanického hlediska jsou si *Fraxinus excelsior* a *F. angustifolia* velmi podobní a mnohdy je obtížné je od sebe odlišit. Z oblastí (Balkán, Itálie, jižní Francie), kde se přirozeně vyskytují oba druhy společně, existují zprávy o jejich vzájemném křížení (Fraxigen 2005).

Oba dva druhy poskytují pevné, pružné, dobře ohýbatelné a odolné dřevo používané v minulosti při mnohých činnostech v lidském životě. Před nástupem kompozitních materiálů a lehkých slitin kovů bylo jasanové dřevo hojně využíváno v několika odvětvích průmyslu, především v automobilovém a leteckém, pro svoji dobrou tvarovatelnost a odolnost vůči vibracím a nárazům se z něho vyráběly konstrukce prvních automobilů a letadel, ale i konstrukční prvky náprav selských vozů, loukoťová kola. Velký význam mělo při produkci sportovních potřeb (basebalové pálky, tenisové rakety, lyže, saně, kánoe...) a pracovních nástrojů, zejména násad, hrábí, pluhů, bran (Fraxigen 2005). V neposlední řadě je používáno k výrobě nábytku, podlahových krytin, schodišť, hudebních nástrojů, dých, atd. (Úradníček 2004, Úradníček et al. 2009). Jasanové dřevo je charakteristické jednou z nejnižších přirozených vlhkostí dřeva z dřevin mírného pásu, proto bylo oblíbeno i jako palivové, bez nutnosti zdlouhavého vysoušení, mimo jiné z něj bylo vyráběno kvalitní dřevěné uhlí. Kůra byla zpracovávána na výrobu třísla k činění kůží a bílý popel ze spalování dřeva byl považován za jedno z nejlepších tehdy dostupných bělidel prádla (Fraxigen 2005). V minulosti se využívalo výmladkové schopnosti jasanů k produkci letorostů jako objemového krmiva pro dobytek. Jasan měl pro lidi dříve kulturní až mytologický význam. Produkty z něj se využívaly i v lidové medicíně (Fraxigen 2005). Je považován

za strom života, proto se s ním tak často setkáváme v podobě soliter u starých staveb na venkově nebo alejí.

I přes veškeré využití dřeva není v ČR jasan dřevinou stěžejního produkčního významu, jeho neocenitelnou funkcí, vzhledem k široké ekovalenci, je funkce melioračně zpevňující na mnoha rozmanitých stanovištích od nížin až do hor (Šimíček 1999). Jasany jsou důležitou součástí evropských smíšených lesů s mnoha ekologickými funkcemi bez ohledu na produkci, především je nutné zmínit trend dlouhodobé udržitelnosti a zachování biologické rozmanitosti, ochranu krajinného rázu a kulturního dědictví (Fraxigen 2005).

3.1.1 Jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior* L.)

Jasan ztepilý je druhem s největším přirozeným areálem v rámci Evropy. Abros a Štykar (1999) ho popisují jako submediteránní s částečným rozšířením v temperátní zóně s mírnou oceánickou tendencí. Severní hranice rozšíření sahá na jih Skandinávie, jižní až na sever Španělska, střední Itálii, Řecko a severní okraj Turecka. Západní hranici tvoří Britské ostrovy, na východě zasahuje na pobřeží Kaspického moře, severněji téměř na Ural (viz Obr. 1).



Obr. 1. Mapa přirozeného areálu *F. excelsior* (Fraxigen 2005)

Jasan ztepilý má svůj typický habitus charakterizovaný přímým kmenem, štíhlou korunou s pravidelným vstřícným větvením, v ideálních podmínkách jeho výška kulminuje až na hranici 40 m, přičemž dosahuje průměru kmene ve výčetní tloušťce až 1,5 m. Je dřevinou s kůlovitým kořenem, díky čemuž je velmi dobře ukotven v půdě a z opačného pohledu tím půdu (hlavně břehu toků) zpevňuje. Dosahuje fyziologicky věku až 250 let. Kůra je v mladém věku hladká, světle šedá až nazelenalá, postupem času je hrubší, tmavošedá, síťovitě rozbrázděná. Lichožpeřené listy rozprostřené téměř striktně po obvodu koruny vyrůstají z černých vstřícných pupenů. Jsou složeny z jednotlivých, téměř přisedlých, podlouhle vejčitých až podlouhlých lístků, 3-10 cm dlouhých, s pilovitými okraji. Jedním z rozlišovacích znaků je tvar zubů pilovitého okraje lístků, kde jeho špičky nejsou u *F. excelsior* na rozdíl od *F. angustifolia* zahnuté. Dalším determinacním vodítkem je podzimní opad listů, u jasanu ztepilého opadávají listy zelené, před opadem se nijak nezbarvují, na rozdíl od jasanu úzkolistého, kde je možno pozorovat žloutnutí až mírné začervenání opadávajících listů (Úradníček et al. 2009). Malé jednoduché květy postrádající vůni i nektar jsou uspořádány v laty, vyrůstající z postranních pupenů, uzpůsobeny k opylování větrem. Kvete každoročně před rašením listů, je mnohomanželnou dřevinou, stromy jsou oboupohlavné i výhradně samčího nebo samičího pohlaví (Fraxigen 2005). Plodem jsou křídlaté nažky, dozrávající na podzim a vytrvávající často přes zimu na mateřském jedinci (Úradníček et al. 2009).

Ekologické nároky jasanu jsou velice specifické, obecně je zařazován mezi tzv. náročné listnáče, přirozeně se vyskytuje na hlubokých, humózních a svěžích půdách obohacených dusíkem (Úradníček et al. 2009). Fraxigen (2005) uvádí, že růstový potenciál úzce souvisí s fyzikálními vlastnostmi půdy, na kterých se vyskytuje. Vyžaduje bohaté půdy, obohacené vápníkem s pH vyšším než 5,5; dle Pautasso et al. (2013a) ale snáší dobře i půdní kyselost do hodnot pH = 4,2, to připouští i Fraxigen (2005). Dle jiných autorů obsazuje přirozeně půdy mírně kyselé až neutrální a velmi dobře zásobené dusíkem, s hodnotou pH = 5,7-6,8 (Ambros, Štykar 1999). Obsazuje i svahy a rokle, kde roste ve společenstvech s javory (*Acer* spp.), lípami (*Tilia* spp.) a jilmy (*Ulmus* spp.), kde ale vyžaduje dostatečnou vlhkost v půdním profilu, nesnáší vysychavá stanoviště, ani trvale zamokřená, netoleruje slehlé, málo provzdušněné půdy (Fraxigen 2005).

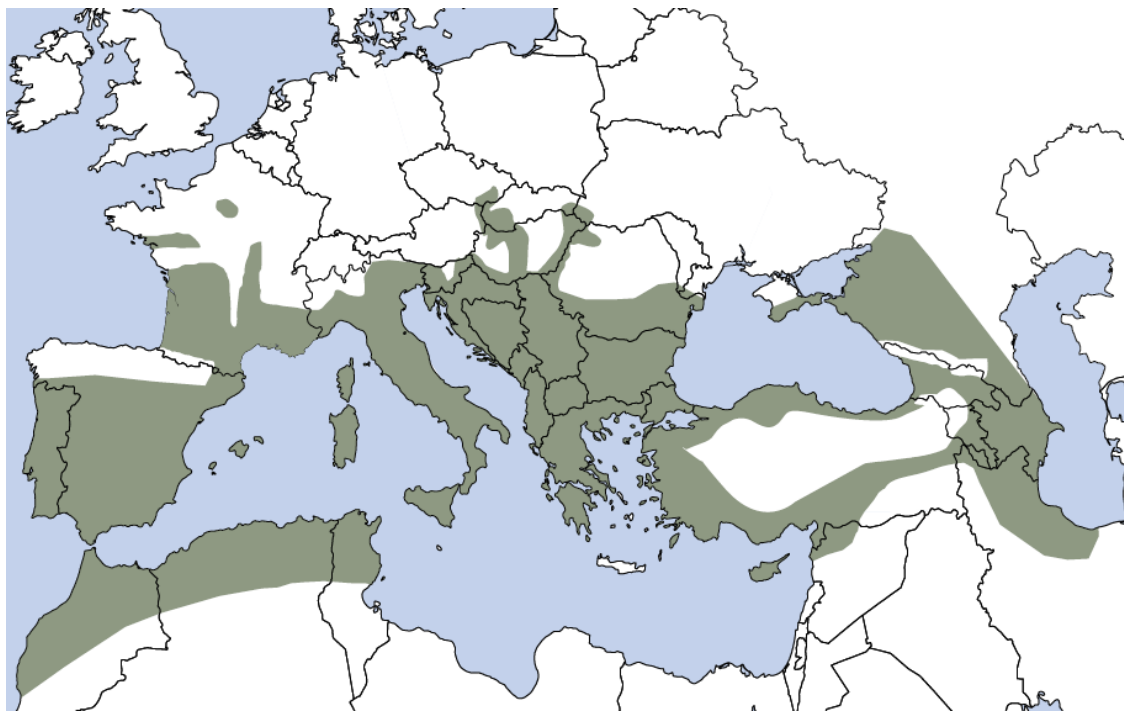
Je dřevinou smíšených temperátních listnatých opadavých lesů. Je však schopen vytvářet i nesmíšené porosty, kvůli své morfologii koruny a listoví nedostatečně kryje

půdu před dopadem světla, dochází k jeho průniku na zem, půda zarůstá jinou vegetací. Z hlediska lesního hospodářství není dostatečně využit růstový prostor stanoviště a hlavně je výrazně omezena možnost přirozeného zmlazování mateřských porostů (Poleno, Vacek 2009). Jasan je hemiheliofyt, polostinný druh, neschopný snášet zastínění vyšší než 30 % oslunění volné plochy, tzn., snáší jen mírné zastínění (Ambros, Štykar 1999). Dle Fraxigenu (2005) je životní strategií jak pionýrskou dřevinou obsazující volné niky i klimaxovou dřevinou, obvykle vytvářející skupiny v rámci smíšených lesů, čisté porosty jsou méně časté. V ČR je jasan zastoupen v podobě třech ekotypů: lužní, vápencový, horský; přizpůsobených odlišným podmínkám prostředí. Lužní ekotyp má přirozené rozšíření v oblastech tvrdého luhu, v aluviích podél větších toků řek. Vápencový ekotyp obsazuje spolu s ostatními teplomilnými dřevinami v pahorkatinách bazické (pH > 6,8) šterkopískové půdy, bohaté vápníkem i dusíkem. Horský ekotyp je součástí porostů v okolí potoků, říček a pramenišť společně s bukem lesním (*Fagus sylvatica* L.), javorem klenem (*Acer pseudoplatanus* L.), lípou malolistou (*Tilia cordata* Mill.) a jilmem horským (*Ulmus glabra* Huds.), kde vystupuje do nadmořské výšky až 1000 m n. m. (Buček, Lacina 1999). Horský a lužní ekotyp mají vysoké nároky na dostupnost vody v půdním profilu, vápencový ekotyp je adaptován na nedostatek vláhy změněnou architektonikou kořenového systému (Ambros, Štykar 1999). Podobně Úradníček (2004) uvádí, že křivý kořen je slabě vyvinut, jeho roli zastupují naopak nadstandardně vyvinuté postranní kořeny prokořeňující svrchní vrstvy půdy, znemožňují zmlazování jiných dřevin, které by ubírali vláhu jasanu, zároveň rozproštění kořenového systému v horních vrstvách půdního profilu slouží k zachycení vlhkosti i ze slabých srážek, kdy voda neproniká do spodních horizontů (Úradníček 2004).

3.1.2 Jasan úzkolistý (*Fraxinus angustifolia* Vahl.)

Areál jasanu úzkolistého je převážně jihoevropský, nejsevernější výskyt je na jižním Slovensku a na jižní Moravě, kde ho můžeme nalézt v lužních lesích Dolnomoravského a Dyjskosvrateckého úvalu, nejsevernější výskyt v ČR se zaznamenán u Olomouce. Jeho areál je nesouvislý, je tvořen pásy lužních lesů podél velkých evropských toků Drávy, Sávy, Dunaje, Váhu, Moravy, Tisy, Nestery, Maritzy, Tundji a Iantry (Fraxigen 2005; Úradníček et al. 2009). Na jih zasahuje až do severní Afriky (Maroka, Alžír, Tuniska). Západní hranicí je Španělsko a Maroko. Východní

tvoří kavkazsko – íránská oblast, Sýrie a Malá Asie, pobřeží Černého a částečně Kaspického moře (viz Obr. 2). Zastoupení jasanu úzkolistého na našem území bylo potvrzeno až v posledních desetiletích, je u nás zastoupen poddruhem *Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis* Pouzar, původně byl zaměňován za jasan ztepilý (Úradníček et al. 2009).



Obr. 2. Půrodní areál *F. angustifolia* (Fraxigen 2005)

Jasan úzkolistý je dřevinou podobného habitu jako jasan ztepilý, má přímý kmen s vejcovitou korunou, hustší než u *F. excelsior*, pravidelného vstřícného větvení. Dosahuje výšky 20-40 metrů, výčetní tloušťky do 1 m. Kůra zprvu hladká šedavá až šedozelená, postupem času se mění v síťovitě rozbrázděnou borku. Letorosty mají šedavou barvu, jsou pod typicky tmavě hnědými pupeny zploštělé, narozdíl od pupenů *F. excelsior*, který má pupeny černé. Dalším rozlišovacím znakem je tvar pupenů, pupeny *F. angustifolia* nepřipomínají tvarem „hadí hlavu“ jako u *F. excelsior* (Fraxigen 2005). Listy jsou lichozpeřené vstřícné, často i přeslenité. Složené ze zpravidla užších, kopinatých jednotlivých lístků (oproti vejčitým u předchozího druhu), 4-8 cm dlouhých, řídce pilovitých, kde se špičky zoubků odklánějí od plochy lístků, těsně nasedajících na řapík. Dalším rozlišovacím znakem, je, již zmíněné, opadávání listů na podzim, kdy u *F. angustifolia* se listy před opadem barví do žluta až červenofialova. Mnohomanželná dřevina, kvetoucí před nasazením listoví. Květy vyrůstající z postranních pupenů tvoří jednoduché hrozny oproti latám *F. excelsior*. Plody, dozrávající na podzim, úzce podlouhlé okřídlené nažky klínovité báze mají semenné pouzdro delší než polovinu

nažky (Fraxigen 2005; Úradníček et al. 2009). Rozdíl je i ve velikosti plodenství (vzhledem k morfologické odlišnosti květenství), *F. excelsior* má nažky ve větvených trsech o počtu 50-150 ks, kdežto *F. angustifolia* v jednoduchých trsech po 15-20 plodech (Fraxigen 2005).

Ekologické nároky má srovnatelné s lužním ekotypem *F. excelsior*, narozdíl od něj *F. angustifolia* toleruje mokrá stanoviště a trvale podmáčená záplavová území (Fraxigen 2005). I Úradníček et al. 2009 uvádí, že vyžaduje vysokou hladinu podzemní vody, snáší dobře záplavy a roste na hlubokých půdách náplavového charakteru. Dobře prospívá na vlhkých bohatých jílech v nížinách i vlhkých dobře propustných půdách vrchovin, v nivách dává přednost provzdušněným nebo jen mírně zhutněným písčítým jílům (Fraxigen 2005). Vyhovují mu půdy písčito-hlinité a písčito-jílovité hlíny s pH = 5,0-8,0 (častěji pH = 6,0-8,0), při optimální hloubce 40-100 cm. Vyžaduje mírné klima s ročním úhrnem srážek mezi 400-800 mm. Na světlo náročný druh, vyžadující 60-100% oslunění volné plochy (Fraxigen 2005). Jiní autoři (Ambros, Štykar 1999; Úradníček et al. 2009) popisují ekologické nároky odlišně. Půdy mírně kyselé až neutrální, kde je pH = 5,7-6,8; i těžké a špatně provzdušněné, dobře zásobené dusíkem. Střídaté zamokření půdního profilu přídatnou vodou snese. Náleží mezi helioscyofyty, rostoucí na plném oslunění, jako limitní je uvedeno zastínění 10 % osluněné volné plochy, tj. snášejíci polostín. Většina autorů (Ambros, Štykar 1999; Fraxigen 2005; Úradníček et al. 2009) se shoduje na citlivosti obou druhů jasanu na časné a hlavně na pozdní mrazy, dochází k výrazným poškozením jak asimilačního aparátu, tak květů. Silné mrazy i mimo vegetační období způsobují praskliny v dřevním válci (Úradníček et al. 2009).

3.2 Zastoupení jasanů v lesních porostech ČR a Evropy

Jasan, rozuměna skupina: jasan ztepilý, jasan úzkolistý a jasan americký (minoritní zastoupení), je dle MZe (2016) naší osmou nejzastoupenější dřevinou s poměrným zastoupením 1,4 % současné dřevinné skladby, přičemž doporučené zastoupení je 0,7 %, což odpovídá využívání jasanu a i na nepůvodních stanovištích nebo vyššímu zastoupení na stanovištích původních. Jednotlivé Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky z let 2012-2015 (MZe 2013, MZe 2014, MZe 2015, MZe 2016) hovoří o stálém zastoupení 1,4 %. Navzdory problémům s nekrozou jasanů popisovaným již v „Zelené zprávě“ z roku 2013 (MZe 2014), kde se uvádí, že

byl hlášený zvýšený nárůst odumírání jasanů a chřadnutí bylo hlášeno z rozlohy 3,2 tis. ha. Přičemž lze předpokládat skutečnou zasaženou plochu chřadnutí ještě větší.

Výstupy z provádění Národní inventarizace lesů v letech 2001-2004 (ÚHÚL 2007) popisují plošné zastoupení jasanů (viz Tab. 1) redukovanou plochou 40 822 ha (redukovanou plochou odvozenou ze zápoje je míněna plocha zakrytá korunami stromů jedné porostní vrstvy), což odpovídá 1,7% podílu plochy lesa na území státu. Dále NIL 1 charakterizuje zastoupení jasanů podílem na zásobě hroubí v množství 4,4 m³/ha, resp. zásobou skutečnou 11 878 366 m³, což odpovídá 1,3% podílu na celkové zásobě hroubí (ÚHÚL 2007). Jasany se podílely na obnově lesních porostů 7,4 % (jako pátá nejčastější dřevina v obnově) s průměrným počtem 808 jedinců na hektar (ÚHÚL 2007).

Tab. 1 a) Plošné zastoupení jasanů dle věkových stupňů (ÚHÚL 2007)

Věkový stupeň	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Plošné zastoupení jasanů (ha)	4 954	3 166	4 208	4 825	4 152	3 351	3 996	3 681	2 070

Tab. 1 b) Plošné zastoupení jasanů dle věkových stupňů (pokračování; ÚHÚL 2007)

Věkový stupeň	10	11	12	13	14	15	16	17+	Celkem
Plošné zastoupení jasanů (ha)	1 867	1 622	1 736	418	562	50	41	124	40 822

V podání výsledků NIL 2 tvoří jasany 1,5 % redukované plochy PUPFL (1,2 % mimo PUPFL), podle autorů byl však použit jiný metodický postup odhadu zastoupení, zatížený subjektivními vlivy. Proto nelze z rozdílů odhadů zastoupení podle NIL 1 a NIL 2 spolehlivě hodnotit změnu druhové skladby lesů (ÚHÚL 2016). Zastoupení jasanů při rozlišení nadmořské výšky stanovišť je dle NIL 2 následující: v polohách pod 400 m n. m. 2,7 %; v rozmezí nadmořských výšek od 400 do 700 m n. m. 1,3 % a nad 700 m n. m. 0,4 %. Podíl jasanů na obnově dle NIL 2 (2011-2015) je celkově 4,5 % bez rozlišení druhu obnovy, přičemž v přirozené obnově tvoří 8,7 % a v umělé 3,2 % redukované plochy obnovy (ÚHÚL 2016). A s ohledem na nadmořskou výšku je procentuální podíl v obnově 8,3 % v polohách pod 400 m n. m.; 3,6 % od 400 do 700 m n. m. a 1,0 % v polohách nad 700 m n. m.

Hofmeister et al. (2004) upozorňují na závažnost situace v důsledku nekontrolovatelného šíření jasanu v dubovém LVS v minulých deceniích v důsledku depozic dusíku. Marie-Pierre et al. (2006) je tolik zastoupen v přírodním prostředí díky jeho pionýrskému charakteru, kdy obsadil většinu neobhospodařovaných ploch. Marigo et al (2000), Střeštík and Šamonil (2006) zmiňují jeho vysoké zastoupení a rozšíření mimo venkovské oblasti zejména v horských partiích Evropy. Pokud by nebyl tak rozšířen, nebyl by *H. fraxineus* tak závažný problém (Pautasso et al. 2013a). Z těchto

důvodů je nanejvýš žádoucí identifikovat všechny faktory ovlivňující chřadnutí jasanů, aby se mu dalo úspěšně bránit a pěstovat jasanu i nadále (Dobrowolska et al. 2011).

3.3 Původce nekrózy jasanů

Nekróza jasanů je způsobována houbou *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya (Baral et al. 2014), *H. fraxineus* (voskovička jasanová, viz Obr. 3) náleží do rodu *Hymenoscyphus* (voskovičky), čeledi Helotiaceae (voskovičkovité), řádu Helotiales (voskovičkotvaré), třídy Leotiomycetes (voskovičkoplodé), kmenu Ascomycota (vřeckovýtrusé) a říše Fungi (houby). Původní název do roku 2014 byl *Hymenoscyphus pseudoalbidus* Queloz, Grünig, Berndt, T. Kowalski, T. N. Sieber & Holdenrieder. Český název je voskovička jasanová. Jedná se o teleomorfní stadium mitosporické askomycety *Chalara fraxinea* (anamorfní stadium; Kowalski 2006). Poprvé byla popsána Kowalskim v Polsku roku 2001, byla považována za zcela nový druh. Byla pojmenována jako *Chalara fraxinea*. Teprve později byla teleomorfa přiřazena k diskomycetě *Hymenoscyphus albidus* (Gillet) W. Phillips (Kowalski and Holdenrieder 2009b). Obrat nastal v roce 2011 po vydání článku „Cryptic speciation in *Hymenoscyphus albidus*“ (Queloz et al. 2011), kde Queloz dokazuje pomocí genetických testů existenci dvou morfologicky podobných druhů *Hymenoscyphus* sp. Výsledky testů odhalily, že askomyceta považovaná za teleomorfu houby *Ch. fraxinea* odebraná z řapíků listů napadených jedinců není *H. albidus*, jak bylo původně předpokládáno. Houba byla determinována jako *H. pseudoalbidus*. Byly tak vyvráceny hypotézy o vývoji původně neškodné saprofytické houby *H. albidus* v nebezpečně agresivní patogen během velice krátké doby. *H. albidus* není původcem nekrózy jasanů. Je neškodným saprotrofním endofytickým druhem, nevytváří anamorfní stadium, což je determinačním znakem oproti *H. pseudoalbidus*, který nepohlavní stadium vytváří (Kirisits et al. 2013). Dále se druh *H. pseudoalbidus* vyznačuje většími askosporami (Queloz et al. 2011). Zhao et al. (2012) zjistili, dle morfologických a genetických studií, že nejpravděpodobněji byl invazivní patogen zavlečen do Evropy z jihovýchodní Asie, kde se vyskytuje běžně v listovém opadu jasanů, ale nejeví žádné známky patogenismu vůči místním druhům jasanu. *H. fraxineus* je jediným dosud známým zástupcem rodu *Hymenoscyphus*, který není saprofytem, ale parazituje na rostlinách (Wang et al. 2006).

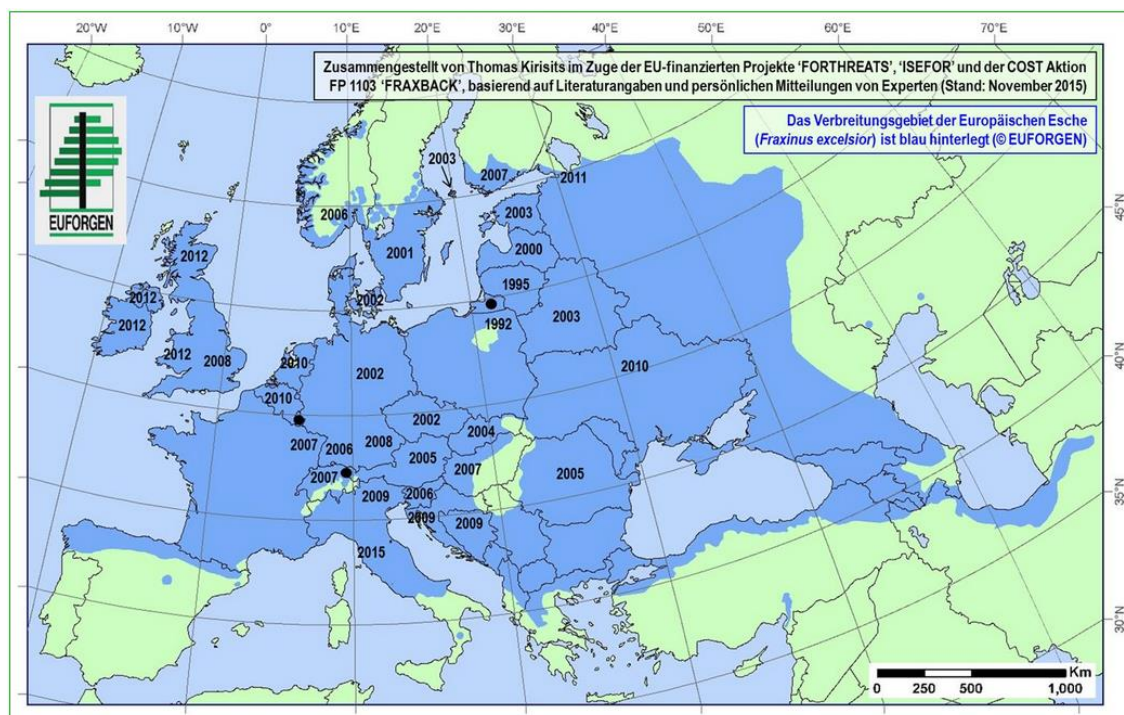


Obr. 3: Apothecia *H. fraxineus* na řapících listů jasanu, opad předešlé sezóny (Enderle et al. 2014)

3.4 Šíření *H. fraxineus* v Evropě

První potvrzené případy odumírání jasanů byly registrovány v Polsku a v Litvě v letech 1992 až 1996. (Przybył 2002; Juodvalkis and Vasiliauskas 2002). Kowalski and Łukomska (2005) uvádějí, že poté se začal patogen rychle a nekontrolovatelně šířit po celé Evropě (viz Obr. 4). V roce 2000 bylo zaznamenáno v Lotyšsku, 2002 v Estonsku (Juodvalkis and Vasiliauskas 2002), ve Švédsku v roce 2001, Dánsku 2003 (Thomsen et al. 2007), ve Finsku a Norsku v roce 2005 (Barklund 2005). Potom, co se rozšířilo v severní Evropě, začaly přicházet zprávy potvrzující výskyt i jižněji: Německo 2002 (Heydeck et al. 2005), Česká republika 2004 (Jankovský and Holdenrieder 2009), Slovensko 2004, Maďarsko 2007, Rumunsko, Bulharsko 2005 (Szabo 2009), Rakousko 2005 (Cech 2006), Slovinsko 2006 (Ogris et al. 2009), Švýcarsko 2007, jižní Německo 2008, Itálie 2009 (Ogris et al. 2010), Chorvatsko Bosna a Hercegovina 2009 (BFW 2015), Francie 2010 (Husson et al. 2011), Nizozemsko 2010 (Kopinga and de Vries, 2012), Ukrajina 2010 (Davyděnko et al. 2013), Belgie 2010 (BFW 2015), západní Rusko 2011 (Gross et al. 2014a), Velká Británie, Irsko 2011-2012 (Douglas and Ryan 2012; Forestry Commission 2013; Sansford 2013; BFW 2015), Itálie 2015 (BFW 2015). V některých případech se autoři neshodují, Treštic and Mujezinovic (2013) potvrzují výskyt v Bosně a Hecegovině až v roce 2013 oproti BFW (2015), kteří uvádějí rok 2009. Nic to nemění na faktu, že je patogen rozšířen s nejvyšší pravděpodobností po celé Evropě (potvrzen v 29 zemích), kromě jihozápadní a jihovýchodní části kontinentu. Dále není potvrzen z asijské části přirozeného areálu jasanu, ale vzhledem k charakteru šíření, je to jen otázka času, kdy se potvrdí i zde (Steinböck 2013). Pautasso et al. (2013a), Kowalski (2006), Bakys et al. (2009a) poukazují na velký problém

představující patogen *H. fraxineus* jako nejzávažnější chorobu jasanů v Evropě nejen z pohledu lesnického, ale i jeho velký vliv na biologickou rozmanitost.



Obr. 4. Půvorný areál *F. excelsior* (modrá barva) a letopočty potvrzeného výskytu patogenu *H. fraxineus* v jednotlivých státech (BFW 2015).

3.5 Životní cyklus *H. fraxineus* a symptomy napadení

Životní cyklus *H. fraxineus* probíhá především na listech jasanu (viz Obr. 5). Choroba se šíří prostřednictvím askospor pohlavního stadia (*H. fraxineus*) nesených větrem prostředím. V původním prostředí není houba patogenním organismem, je saprofytická, přežívá jako endofyt pouze na jasanových listech. V podmínkách Evropy a Severní Ameriky je agresivním patogenem, napadajícím všechny druhy evropských a severoamerických jasanů, se kterými neprošla koevolucí. Zároveň je třeba zmínit, že biologie patogenu není zcela objasněna, je nutný další výzkum (Gross et al. 2014a). Je pravděpodobné, že se životní cyklus ani symptomy nijak zásadně neliší v celém rodu *Fraxinus* spp. (Piribauer 2013).

Zachycené askospory vyklíčí v klíční hyfu, která na konci vytváří apresorium a dále klíční (penetrační) hrot, kterým vlákno prorůstá do mezofylu listu a vytváří primární mycelium, sekundární mycelium a pak se začínají vytvářet nekrózy (viz Obr. 5, Obr. 6, část d, e, f; Steinböck 2013; Bakys et al. 2009a; Cleary et al. 2013). Nekrózy postupují po listové žilnatině k centrální listové žilce a řapíku. Když se infekce dostane k řapíku, začínají listy postupně schnout a opadávat (viz Obr. 6, část a, g, h;

Bakys et al. 2009a). Lze pozorovat opad celých listů včetně řapíku v zeleném stavu bez přítomnosti viditelných nekrotických na listové ploše (Kräutler and Kirisits 2012). V pozdně letních měsících dochází k opadu infikovaného listoví a postupné defoliaci jedince (viz Obr. 6, část i, l; Bakys et al. 2009a; Freinschlag 2013). Patogen přezimuje ve formě pseudosklerocií na opadlém asimilačním aparátu, na sklerotizovaných řapících. Další rok se vyvíjejí na opadlých řapících listů apotecia (bělavé miskovité stopkaté plodničky; viz Obr. 4 a 5); Kirisits and Czech 2009). Plodničky se tvoří během vegetační sezony v létě (červen až září/říjen) s nejvyšším výskytem v červenci až srpnu, produkují velké množství askospor (pohlavních spor). Sporulace je nejintenzivnější začátkem léta, ale fruktifikace je značně závislá na příznivých klimatických podmínkách, tudíž ke sporulaci může dojít i v jarním a podzimním období (Hietala et al. 2013). Askospory jsou unášeny větrem (Kowalski and Holdenrieder 2009b), dochází k opětovné kolonizaci listů, proces se opakuje (viz Obr. 5; Timmermann et al. 2011). Apotecia na plodničkách se mohou vyvíjet na opadu minimálně po dobu pěti sezón (Kirisits 2015), dochází k neustálému navyšování denzity inokula v prostředí hostitele. Výjimečně se mohou apotecia vyskytovat i na kořenových krčcích mladých rostlin odumřelých vlivem infekce (Kirisits et al. 2012). Sporulace na kořenových krčcích mladého prostokořenného sadebního materiálu, vedla pravděpodobně k šíření *H. fraxineus* za přispění lidské činnosti při obchodu s reprodukčním materiálem na dlouhé vzdálenosti (Timmermann et al. 2011). Ve výjimečných případech dochází k tvorbě apotecií i na napadených výhonech hostitele (Timmermann et al. 2011).

Z infikovaných listů prorůstá mycelium skrz řapíky do výhonů a větví hostitele (Kirisits et al. 2009), kde houba způsobuje žlutočervené, později hnědavé až černající, nekrotické léze (viz Obr. 5). Nekrózy se postupem času rozšiřují transpiračním i asimilačním směrem po letorostech a větvích, které mohou odumírat distálním směru od infikované části (viz Obr. 6, část h, l; Kowalski and Holdenrieder 2008; Bakys et al. 2009b; Kirisits et al. 2009). Ve stadiu, kdy se infekce rozšíří natolik, že zasáhne celou běl a buňky kambia, dochází k rychlému vadnutí celých letorostů a větví nad místem infekce (viz Obr. 6, část h; Schumacher 2007, 2011). Dále proniká patogen do hostitele prostřednictvím pupenů, lenticel, poraněními, prasklinami v kůře, místy posátí hmyzem (Husson et al. 2012). *H. fraxineus* proniká i do xylému, způsobuje jeho tmavé nekrotické zbarvení (Schumacher et al. 2010), plamencovité zbarvení jádrového dřeva (xylému) do šeda až šedočerna (viz Obr. 6, část j, k; Kowalski and Holdenrieder 2008).

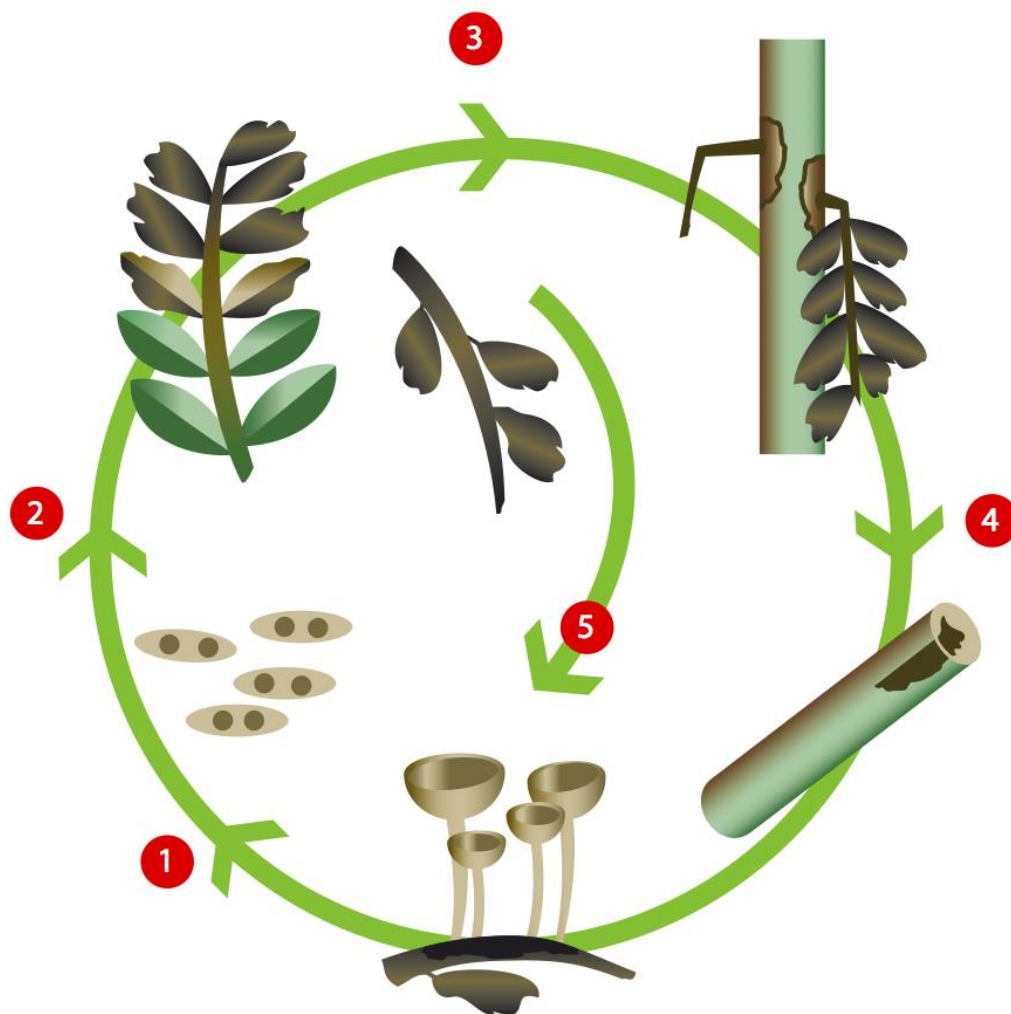
Přičemž nemusí korespondovat velikost nekrotických částí na kůře a ve dřevní části (Schumacher et al. 2010; Bengtsson et al. 2014).

Vliv choroby se postupně projevuje na habitu hostitele odumírání letorostů a větví spojeným s vadnutím a přisycháním listů nad místem infekce (viz Obr. 6, část h; Halmschlager and Kirisits 2008). Dochází k postupnému odumírání periferních částí koruny, jejím řidnutím, celkově může docházet k defoliaci (viz Obr. 6, část l). Postupně odumírají všechny řády větví od letorostů až po kosterní, zároveň může docházet k tvorbě reiterací (proventivních výhonů, vlků), dochází k zahušťování koruny, shlukovitému olistění, není to však pravidlem. Je to reakce stromu ke zmírňování následků infekce, tvorba sekundárních výhonů je nástroj pro nahrazení ztracené asimilační plochy. Někteří vitální jedinci *F. excelsior* mají schopnost tvorby těchto výhonů velmi silnou a mohou tak mnohem déle odolávat infekci (Kowalski et al. 2010). Patogen je schopen přežívat v hostiteli přes zimu (Havrdová 2015). Postupným odumíráním a reiterací větví, dochází k totálnímu vyčerpání hostitele a následnému odumření.

Havrdová (2015) uvádí, že je hostitel schopen oddělit napadenou část kalusem (hojivým pletivem), tím infekci zastavit. Dále se pravděpodobně může patogen šířit v pletivech hostitele ve formě konidií i cévními svazky, což ale nebylo doposud úplně prokázáno (Havrdová 2015). Reakce je vzhledem k velkému infekčnímu tlaku patogenní houby často velmi neúčinná a infikovaný jedinec nakonec infekci podléhá (Husson et al. 2012).

U mladých hostitelů bývá průběh onemocnění akutní, k mortalitě dochází již v sezoně napadení nebo po několika letech od propuknutí infekce, u dospělých jedinců bývá průběh onemocnění chronický, infikovaný jedinec často přežívá i desítky let (Kowalski and Holdenrieder 2008).

Role anamorfního stádia *Ch. fraxinea*, které vytváří na podzim a v zimě při nízkých teplotách falidy s konidiemi, není doposud v životním cyklu houby objasněna (Kowalski and Bartnik 2010). Přičemž produkované konidie jsou v současné době považovány za neinfekční, neúčastní se infekčního cyklu a při pokusech na agarovém médiu neklíčí (Kirisits et al. 2009; Kirisits and Cech 2009; Kirisits et al. 2013).



Obr. 5: Schéma způsobu přenosu infekce nekrózy jasanů *H. fraxineus*: (1) apotecia (plodničky) *H. fraxineus* na řapících opadlých listů jasanu s vřecíky tvořícími askospory; (2) askospory se šíří vzduchem a napadají hostitele skrz průduchy v listech; (3) patogen se vyvíjí v anamorfní stadium *Ch. fraxinea*, objevují se charakteristické symptomy; (4) dochází k tvorbě lézí postupně s napadením kambia a dřeva hostitele; (5) opadem listů se dostává proces na svůj počátek (Schumacher et al. 2007).



Obr. 6: Symptomy nekrozy jasanů: (a) počáteční fáze infekce listů s malými nekrotickými skvrnami, šipkou označeno rozšíření infekce na větveno listu, které je příčinou počátku vadnutí jednotlivých lístků; (b) rozšiřování nekrotických lézí podél střední žilky listu, označeno šipkou; (c) izolace houbového mycelia z fragmentu nekrotické žilky listu, podhoubí *H. fraxineus* přerůstá pouze z řezu žilky, znázorněno šipkami, ostatní mycelia jsou endofytických hub; (d) počáteční nekrotická léze na větvenu listu - vnik infekce skrz řapík, jizva po odpadlém lístku označena šipkou; (e) nekrotická léze na kmínku mladého jasanu; (f) nekrotická léze na kmínku staršího jasanu; (g) jarní vadnutí prýtu; (h) zvadlý terminální výhon - během léta; (i) uschlý výhon s řapíky a větveny vytrvávajících přes zimu; (j) vnitřní nekróza xylému, charakteristicky zbarveno, počátek růstu nekrozy v kambiu označeno šipkou; (k) centrální nekróza obklopená zdravými okraji xylémových pletiv; (l) dospělý odumírající jasan, tvorba sekundárních (epikormických) výhonů (Gross et al. 2014a).

3.6 Diference v odolnosti jednotlivých druhů jasanu a provenienci

H. fraxineus infikuje v Evropě různé druhy jasanu. Kromě *F. excelsior*, který patří mezi nejnáchylnější, byly přirozené infekce pozorovány u *F. americana*, *F. angustifolia*, *F. mandshurica*, *F. nigra*, *F. ornus*, *F. pennsylvanica* a *F. Sogdiana* (Kirisits et al. 2010a; Gross et al. 2014b; McKinney et al. 2014; Drenkhan et al. 2015; Kirisits and Schwanda 2015). Schopnost patogenu tvořit nekrotické léze po umělé inokulaci rány byla prokázána na *F. angustifolia*, *F. excelsior*, *F. mandshurica* var. *japonica* a *F. pennsylvanica* (Bakys et al. 2009b; Kowalski and Holdenrieder 2009a; Kirisits et al. 2010a; Husson et al. 2011; Gross and Holdenrieder 2015; Kowalski et al. 2015; Gross and Sieber 2016).

Většina autorů (Pliūra et al. 2011; Havrdová et al. 2016b) ve svých provenienčních pokusech dospěla k podobným výsledkům. Celková úroveň mortality jasanu byla až 70%. Potvrzují vysokou patogenitu *H. fraxineus* (Bakys et al. 2009a; Kowalski and Holdenrieder 2009a; Ogris et al. 2009; Husson et al. 2011; McKinney et al. 2012; Gross and Sieber 2016). V inokulačních testech (Kräutler and Kirisits 2012; Kirisits and Schwanda 2015; Havrdová et al. 2016b) vykazuje *F. angustifolia* vyšší odolnost než *F. excelsior*. Jiné studie (Matlakova 2009; Kirisits et al. 2010a, Piribauer 2013) inokulačních testů prokázaly stejnou nebo dokonce vyšší náchylnost *F. angustifolia* k infekci *H. fraxineus* než *F. excelsior*. O stavu *F. angustifolia* v lesních porostech existuje jen málo informací (Cech et al. 2012), někteří autoři hovoří o stejném dopadu *H. fraxineus* na *F. angustifolia* jako na *F. excelsior* (Kirisits et al. 2010a; Piribauer 2013). Nebyl potvrzen žádný rozdíl v odolnosti mezi jednotlivými ekotypy *F. excelsior* (Havrdová et al. 2016b). Dobrowolska et al. (2008) dokonce pochybuje o jejich existenci. Rozdíly v odolnosti jednotlivých proveniencí se liší: v českých studiích 12-53% (Havrdová et al. 2016b), ve dvou litevských provenienčních pokusech 13-59% a 25-56% (Pliūra et al. 2011), v německých studiích jsou výsledky ještě příznivější (Metzler et al. 2012; Enderle et al. 2013). Muñoz et al. (2016) neprokázali rozdíly v odolnosti mezi proveniencemi. Vše napovídá, že podstata odolnosti jasanů proti *H. fraxineus* je na úrovni klonu nebo klonových rodin, genotypů a nikoliv na úrovni proveniencí (McKinney et al. 2011, 2012; Pliūra et al. 2011.; Kirisits and Freinschlag 2012; Kjær et al. 2012; Stener 2013; Pliūra et al. 2014, Enderle et al. 2015; Hauptman et al. 2016; Havrdová et al. 2016b).

S přihlédnutím k výsledkům výše uvedených testů, kde byla potvrzena relativně vysoká početnost zdravých jedinců, existuje šance na úspěch výběrových šlechtitelských programů (Havrdová et al. 2016b). Havrdová et al. (2016b) objevili ve všech osmnácti studovaných proveniencích množství jedinců s defoliací nepřekračující 5 %. Obecně se autoři dostávají na celkový podíl v řádu jednotek procent populace vykazující určitý stupeň odolnosti (McKinney et al. 2014; Lenz et al. 2016), konkrétně Estonsko 15 % (Rosenvald et al. 2015), Francie 5-8 % (Husson et al. 2012), Dánsko 2 % (Bakys et al. 2013), Německo 6 % (Enderle et al. 2013). Přičemž Stener et al. (2013) ve Švédsku pozorovali jejich odolnost, která vytrvávala až po šest let i za vysokého tlaku inokula.

3.7 Vliv fenologie na dopad infekce, koincidence rašení jasanů se sporulací *H. fraxineus*

Faktor fenologie, který ovlivňuje dopad infekce, je morfogenetický stav hostitele, tzn. průběh choroby je ovlivněn aktuálním stavem olistění jasanu, který závisí na počátku rašení pupenů a rozvoji listů (Bakys et al. 2013). U jasanu je počátek rašení ovlivněn faktory prostředí, nejvíce jarními teplotami a zimními mrazy (Vitasse et al. 2011). Mimo to je počátek rašení ovlivněn vnitřními faktory stromu, fenologie jedinců je dědičná (Pliūra and Baliuckas 2007). Bakys et al. (2011), Husson et al. (2012), Bakys et al. (2013), Muñoz et al. (2016) svým výzkumem prokázali silnou korelaci mezi fenologií hostitele a citlivostí k poškození *H. fraxineus*, kde se projevil vyšší dopad infekce na jedince s pozdějším rašením. Ke stejným závěrům došli i jiní autoři, Pliūra and Baliuckas (2007) uvádějí, že silně poškozené stromy raší později než relativně zdraví jedinci. Stejně McKinney et al. (2011) zjistili, že pozdě rašící a pozdě opadávající jedinci jsou více zasaženy *H. fraxineus*. Kirisits and Cech (2009), McKinney et al. (2014) zdůvodňují jev tím, že pozdě rašící jedinci jsou náchylnější na vniknutí patogenu skrz listy z důvodu jejich vyšší citlivosti (vzhledem k jejich fenologickému stáří) tzn., mladší listy jsou snáze infikovatelné patogenem. U pozdě rašících genotypů se shoduje období fenofáze relativně mladých listů hostitelské dřeviny s obdobím vysoké denzity inokula *H. fraxineus*. Je to známý fakt, kdy citlivost listů na biologický stres klesá s rostoucím věkem rostlinného pletiva (Koch and Mew 1991; Barth et al. 2004).

Aby byl tento fakt potvrzen, je nutné provést další výzkum, zabývající biologii patogenu (Bakys et al. 2013). Musí být prozkoumána genetická odolnost hostitele vůči patogenu, sezónní aspekty sporulace *H. fraxineus*. Zvýšená citlivost pozdě rašících genotypů může být vysvětlena sezónní aktivitou patogenu v infikovaných pletivech hostitele za relativně nízkých teplot, kdy jsou stromy v dormanci. Jistá aktivita *H. fraxineus* byla sledována týdny před a týdny po vegetační sezóně (Johansson et al. 2009a). Jestliže patogen splňuje tuto hypotézu, je jeho sezónní aktivita jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících náchylnost pozdně rašících jasanů k infekci (Bakys et al. 2013). Pokud budeme respektovat dosavadní hypotézu o životním cyklu *H. fraxineus*, který začíná v listovém opadu, kde se tvoří apotecia produkující askospory během vegetačního období, infikují hostitele nejdříve skrz listy. Z nichž patogen prorůstá skrz řapíky do posledních řádů větví, nabízí se jako možná bariéra infekce právě časný opad listoví už v období sporulace patogenu (Bakys et al. 2009a; Halmschlager and Kirisits 2008; Kirisits et al. 2009; Kirisits et al. 2010b; Skovsgaard et al. 2010; Szabo 2009; McKinney et al. 2011). Lze jen spekulovat o příčině tohoto jevu, zdali se jedná pouze o náhodu ve vhodném „načasování“ fenologie některých jedinců nebo jedná-li se o způsob aktivní obrany jedinců vůči chorobě nebo kombinaci obojího (McKinney et al. 2011).

3.8 Obranné mechanismy jasanů vůči *H. fraxineus*

Listy jsou významnou vstupní branou infekce (Kirisits et al 2009b; Husson et al. 2012; Cleary et al. 2013; Kräutler et al. 2015). Kirisits et al. (2009), Kirisits and Freinschlag (2012), Hauptman et al. (2012), Cleary et al. (2013), McKinney et al. (2014) přisuzují předčasný opad listů u silně napadených jedinců vniknutí patogenu skrz listové tkáně. Hauptman et al. (2016) a Stener (2013) se shodují na faktu, že u silněji poškozených jedinců dochází k časnějšímu opadu asimilačního aparátu než u slaběji zasažených. Proto je dalším diskutovaným tématem v individuální odolnosti jasanů vliv fenologie na závažnost dopadu infekce *H. fraxineus* (McKinney et al. 2011). I přes výše uvedené pozorování se nepodařilo prokázat jasnou korelaci v tomto trendu na klonových výsadbách v Rakousku (Kirisits and Freinschlag 2012). Ani Hauptman et al. (2016) nepotvrdili ve svých testech hypotézu, že by předčasný opad byl specifickou reakcí jedinců (genotypů) na infekci. McKinney et al. (2011), Kirisits et al. (2009) uvádí, že u genotypů přirozeně opadávajících dříve nedochází k tak masivnímu přenosu

infekce do xylému hostitele. Podíl infikovaných výmladků u většiny předčasně opadávajících jedinců je nižší než u ostatních stromů (Kräutler and Kirisits 2012; Kirisits and Freinschlag 2012). Hauptman et al. (2016) ale pozoroval zajímavý jev, kdy jedinci opadávající dříve (v srpnu) nasadili nové listoví před koncem vegetační sezony (v říjnu), na kterých se objevili nekrózy. Lze tedy spekulovat, zda se patogen nepronikne do xylému ještě před opadem asimilačního aparátu. Dále Hauptman et al. (2016), Kopinga and de Vries (2013) sledovali, jak si několik nejméně infikovaných klonů udrželo listy až do poloviny října, přičemž nevykazovaly žádné příznaky napadení, což hovoří proti existenci obranného mechanismu (Hauptman et al. 2016).

McKinney et al. (2012), Lobo et al. (2015) polemizují na základě dánských studií nad existencí určitého obranného mechanismu, omezujícího růst hub ve floému a xylému jasanu, Schumacher et al. (2010) také upozorňuje na rozdílnou rychlost postupu nekróz ve floému a xylému. Jedinci *F. excelsior* s menšími nekrózami vykazovali i menší poškození koruny (McKinney et al. 2012; Lobo et al. 2015). Paradoxně na přesný opak poukazují Hauptman et al. (2016), kteří pozorovali rozsáhlejší nekrózy na jedincích s nižším poškozením koruny. Je třeba zmínit, že výzkum Hauptmana et al. (2016) je založen na pozorování *F. angustifolia*, buďto není faktor velikosti nekróz určující vůbec nebo není určující pro *F. angustifolia*. Je třeba vzít v potaz i rozdílnou patogenitu jednotlivých kmenů *H. fraxineus*, která mohla výsledky ovlivnit (Bakys et al. 2009; Ogris 2009).

3.9 Problém bazálních nekróz jasanu

Bazální nekrózy jsou způsobeny proniknutím askospor patogenu *H. fraxineus* do hostitele skrz lenticely a praskliny v kůře stromů (Skovsgaard et al. 2010; Bakys et al. 2011; Husson et al. 2012; Enderle et al. 2013; Kräutler et al. 2015; Havrdová et al. 2016b; Muñoz et al. 2016). Bazální nekrózy nejsou bezpodmínečně vázány na jedince s postiženou korunou, naopak jsou časté u stromů s nepoškozenou korunou (Husson et al. 2012). Odolnost jasanů proti poškození koruny nesouvisí s odolností proti výskytu bazálních nekróz (Enderle et al. 2013).

Výskyt bazálních nekróz je vázán hlavně na místa s vysokou hladinou inokula, na vlhkých a živných stanovištích s množstvím listového opadu a hustým bylinným pokryvem (Husson et al. 2012; Marçais et al. 2016; Havrdová et al. 2016b). Dále je závislý na morfologii terénu, více jsou ohroženy porosty v aluviích a deluviích

v porovnání s plošinami a svahy (Marçais et al. 2016). Nebyl prokázán vliv zastoupení jasanu v porostu na výskyt nektróz ani vyšší výskyt bazálních nektróz na stanovištích s vyšší denzitou apotecií *H. fraxineus* (Marçais et al. 2016). Mladší porosty vykazují vyšší poškození korun, ale ne vyšší poškození bazálními nektrózami (Husson et al. 2012; Marçais et al. 2016). Více poškození jsou jedinci uvnitř porostů oproti jedincům v porostních okrajích (Bakys et al. 2013; Rosenvald et al. 2015; Marçais et al. 2016). Marçais et al. (2016) uvádí, že vznik bazálních nektróz až několik let po napadení porostu ukazuje na nutnost překročení určité hladiny denzity inokula k schopnosti patogenu infikovat báze kmenů. Zmiňuje také, že některé jasanu mají dědičnou citlivost ke vzniku bazálních nektróz a tudíž u nich není třeba dosažení prahové hodnoty denzity inokula ke vzniku nektrózy.

Problémem je hlavně související infekce *Armillaria* spp. (Lygis et al. 2005; Thomsen and Skovsgaard 2007; Skovsgaard et al. 2010; Bakys et al. 2011; Husson et al. 2012; Enderle et al. 2013; Havrdová 2015; Marçais et al. 2016; Lenz et al. 2016; Muñoz et al. 2016), která obecně přispívá ke zhoršení zdravotního stavu jasanů napadených *H. fraxineus*, což ale Rosenvald et al. (2015) popírá. Hauptman et al. (2016), Marçais et al. (2016) upozorňují na vzájemnou souvislost obou patogenů v tvorbě bazálních nektróz, je nutné posoudit jejich vzájemné spolupůsobení a vliv na celkový zdravotní stav hostitele. Při izolacích hub z bazálních nektróz byla v 8 % izolována pouze *Armillaria* sp., ve 42 % izolátů byl pouze *H. fraxineus* a 47 % odhalilo přítomnost obou patogenů zároveň (Marçais et al. 2016). Podobně Husson et al. (2012) izoloval nejčastěji oba patogeny současně z jedné nektrózy, případů s izolací pouze *Armillaria* sp. byl mizivý podíl. Husson et al. (2012), Enderle et al. (2013) uvádí jako primární infekci *H. fraxineus* a následně jako sekundární infekci *Armillaria* sp. na sekundární roli *Armillaria* sp. se shodují i další autoři (Lygis et al. 2005; Skovsgaard et al. 2010; Bakys et al. 2011; Hauptman et al. 2012; Husson et al. 2012; Enderle et al. 2013; Muñoz et al. 2016). Bakys et al. (2011) na svých pokusných plochách v Litvě prokázal pozitivní korelaci kořenové hniloby způsobené *Armillaria cepistipes* se zdravotním stavem jasanu (poškozené stromy *H. fraxineus* byly více napadeny *A. cepistipes*). Hauptman et al. (2016) částečně potvrdil výsledky Bakys et al. (2011), ale na jejich plochách objevili i jedince nenapadené *H. fraxineus*, kteří byli silně postiženi *Armillaria* sp. Dále Hauptman et al. (2016) uvádějí, že v případě vyššího poškození koruny a následné vyšší náchylnosti na kořenové hniloby nemusí být jejich výsledky zcela průkazné, z důvodu výzkumu na roubovancích (podnož může vykazovat jinou náchylnost/odolnost vůči

patogenům než roub). Muñoz et al. (2016) nepotvrdili pomocí PCR analýzy genetickou souvislost mezi nekrotickými v koruně a bazálními nekrotickými. Ale dokázali existenci signifikantní genetické korelace v závažnosti obou symptomů a jako první dokázali dědičnost náchylnosti k bazálním nekrotickým (h=0,49). Hauptman et al. (2016) potvrdili na svých výzkumných plochách *A. cepistipes* a *A. gallica*, obě známé jako sekundární patogeny, napadající oslabené stromy (Guillaumin et al. 1993; Marçais and Bréda 2006), a *A. mellea*, známá spíše jako primární parazit.

Bez ohledu na primární nebo sekundární roli lze *Armillaria* sp. charakterizovat jako jednu z hlavních příčin odumírání jasanů v Evropě. Hauptman et al. (2010), Ogris and Mlinšek (2010) dokonce popisují *Armillaria* sp. jako hlavní příčinu odumírání jasanů ve Slovinsku. Hauptman et al. (2016) dodávají, že skutečných faktorů ovlivňujících infekci je pravděpodobně více, ale nejsou známy. Hauptman et al. (2016), Marçais et al. 2016 poukazují na problém bazálních infekcí *Armillaria* sp. jako možné překážky v přežití odolnějších jedinců jasanu proti *H. fraxineus*, mohou vyloučit mnohé rezistentní genotypy ze šlechtění (odumření, mechanická nestabilita). Podobně Lygis et al. (2005), Lenz et al. (2016) sledovali bazální infekce s účastí *Armillaria* sp., kterými byly značně poškozovány jasanové s vysokou vitalitou a nepoškozenou korunou vlivem *H. fraxineus*, které by měly být výběrovými jedinci pro zakládání budoucích populací.

3.10 Další organismy spojené s chřadnutím jasanů

Další druhy hub vyskytující se v nekrotických lézích na jasaněch: *Alternaria alternata*, *Cytospora pruinosa*, *Diaporthe eres*, *Diplodia mutila*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium lateritium* a místně *Fusarium solani*, *Phoma exigua* a *Valsa ambiens* (Przybył 2002; Bakys et al. 2009b; Ioos et al. 2009; Davydenko et al. 2013; Gross et al. 2014b; Kowalski et al. 2016). Většinou se jedná o druhy napadající jedince oslabené vnějšími nebo vnitřními stresory, obecně stromy se sníženou vitalitou. Často bývají izolovány v souvislosti s testy umělé inokulace jiných druhů (Tainter and Baker 1996, Kepley and Jacobi 2000; Adams et al. 2006; Zaspel et al. 2007; Vitale et al. 2011; Gomes et al. 2013). Význam těchto hub na *F. excelsior* není prozatím zcela objasněn. Není zřejmé, zda jsou sekundárními kolonizátory nekrotických tkání napadených *H. fraxineus* nebo jsou-li schopné vlastního nezávislého napadení hostitele a tvorby nekrotických (Bengtsson et al. 2014; Gross and Sieber 2016). Nabízí se možnost, že kolonizují hostitele jako sekundární patogeny v místech napadení *H. fraxineus*, poté vytlačí *H. fraxineus* a dále

rozšiřují nekrózy vlastní činností. Tato hypotéza nabízí možné vysvětlení, proč není možné z některých lézí izolovat *H. fraxineus* (Bakys et al. 2009b; Davydenko et al. 2013; Bengtsson et al. 2014; Kowalski et al. 2016) ani za použití molekulárních metod testování (Husson et al. 2011). (Husson et al. 2011) připouští, že některé nekrózy mohou být způsobeny abiotickými stresory nebo jinými houbovými patogeny. Podle výsledků Kowalského et al. (2017) lze studované houby seřadit podle jejich klesající patogenity následovně: *H. fraxineus*, *D. mutila*, *C. pruinosa*, *D. eres*, *F. avenaceum*, *F. solani* a *F. lateritium*.

D. mutila prokázala schopnost vyloučit *H. fraxineus* z nekrotické léze a sama ji obsadit, což by mohlo být užitečné v boji proti *H. fraxineus* (Kowalski et al. 2017). *D. mutila* je v současné době na vzestupu pravděpodobně díky její schopnosti šířit se v porostech napadených *H. fraxineus* (Kowalski et al. 2016). Dříve tak častá na jasanech v Evropě nebyla (Butin and Kowalski 1986; Griffith and Boddy 1988), oproti současnému výskytu (Przybył 2002; Bakys et al. 2009b; Kraj et al. 2013; Gross et al. 2014b; Kowalski et al. 2016). Její aktuální vzestup početnosti může indikovat, že i přes její vysokou patogenitu je schopná napadat pouze oslabené hostitele.

Cytospora pruinosa je jedním z nejčastěji se vyskytujících dalších druhů spojených s odumíráním jasanů. Jen zřídka se vyskytuje v lézích v počáteční fázi, což naznačuje, že ke kolonizaci hostitele potřebuje určité predispozice v jeho stavu (Kowalski et al. 2016). Aktuální predispozicí u evropské populace jasanů je napadení jasanu *H. fraxineus*. V Severní Americe napadá místní druhy jasanů při jejich dlouhodobému vystavení stresu suchem (Kepley and Jacobi 2000).

Houby rodu *Diaporthe/Phomopsis* jsou často izolovány už v počátečních fázích tvorby nekrotických lézí a jejich plodnice jsou na odumřelých stoncích a větvích jasanů (Kowalski et al. 2016). *D. eres* není v současnosti považována za patogenní nebo je považována za slabý patogen, způsobující kmenové rakoviny a choroby mnoha dřevin v mírném pásu (Udayanga et al. 2014). *D. eres* je obyčejným endofytem, kolonizující stresované rostlinné tkáně, proto může být přítomna v nekrotických lézích způsobených *H. fraxineus*, které slouží jako predispozice pro její kolonizaci (Butin and Kowalski 1986; Kowalski and Kehr 1992; Gomes et al. 2013; Kowalski et al. 2016).

Inokulační pokusy ukázaly, že všechny tři zkoumané druhy rodu *Fusarium* (*F. avenaceum*, *F. lateritium* a *F. solani*) byly schopné vytvořit nekrotické léze (Kowalski et al. 2017). *F. avenaceum* vytváří nekrotické léze nejčastěji (Zaspel et al. 2007; Kowalski et al. 2017), zatímco Bakys et al. (2009) nehodnotí *F. avenaceum* jako

patogenní na jasanu. *F. solani* na rozdíl od *F. avenaceum* a *F. lateritium* nežije endofyticky na *F. excelsior* (Kowalski and Kehr 1992; Chen 2012; Davydenko et al. 2013), ale byla zaznamenána v nekrózách na větvičkách jasanu v souvislosti s *H. fraxineus* (Przybył 2002; Kowalski et al. 2016). Tainter and Baker (1996), Przybył (2002), Pilotti et al. (2002), Kowalski et al. (2017) dokladují, že *F. solani* je slabý parazit schopný tvořit nekrózy jen sporadicky na jedincích oslabených fyziologickým nebo biologickým stresem. *F. lateritium* je známo z mnoha hostitelů (dřevin, ovocných stromů, keřů i bylin), u kterých způsobuje odumírání tkání a rakoviny (Vitale et al. 2011). Na jasanech je znám jako endofyt v kmenech, větvích, řapících a pupenech (Kowalski and Kehr 1992; Chen 2012). Dle výsledků Kowalského et al. (2017) je ale ze všech testovaných druhů rodu *Fusarium* nejméně patogenní.

D. eres, *F. avenaceum* a *F. lateritium* jsou běžnými endofyty, proto nepotřebují vniknout do rostliny jejím poraněním nebo jiným způsobem, ale v případě vhodných podmínek kolonizují oslabené tkáně přímo z místa původního výskytu (Kowalski and Kehr 1992; Bakys et al. 2009b; Chen 2012; Davydenko et al. 2013), zrovna tak probíhá kolonizace nekróz *H. fraxineus* (Kowalski et al. 2016). Výše uvedené druhy jsou schopné kolonizovat jasanu a to hlavně oslabené jedince, *D. eres*, *D. mutila* a *C. pruinosa* často tvoří plodnice na odumřelých vrcholových částech kmene a větví. V případě jejich zmnožení mohou představovat hrozbu pro oslabené jedince nebo pro zmlazení jasanů (Kowalski et al. 2017).

Skovsgaard et al. (2010) vylučují souvislost *H. fraxineus* s *Neonectria galligena*, *Pseudomonas syringae* subsp. *savastanoi* pv. *Fraxini*. Cappaert et al. (2005), Poland and McCullough (2006) uvádí jako ohrožení jasanů kromě *H. fraxineus* také brouka *Agrillus planipennis* (Buprestidae) šířícího se v Rusku, Severní Americe a Polsku, je původem z Číny, ale v důsledku mezinárodního obchodu se rozšiřuje po světě a působí značné škody. Další škodlivý organismus podílející se na odumírání jasanu jsou kůrovcovití, zejména *Leperisinus fraxini* Panzer, 1799 (Kunca et al. 2011; Hauptman et al. 2012; Keßler et al. 2012). Jejich role v chřadnutí jasanů je až sekundární, napadají odumírající jedince s neodumřelou kůrou, nevyvíjí se na stromech bez snížené vitality (Skovsgaard et al. 2010; Lenz et al. 2016). Naopak Kunca et al. (2011), Pfister (2012) připouštějí, že by se mohl *L. fraxini* stát za příznivých podmínek primárním škůdcem.

3.11 Stanovištní podmínky a jejich vliv na rozvoj chřadnutí jasanů

Chřadnutí jasanů je potvrzeno napříč celým spektrem porostů i nelesních společenstev všech stanovišť i věkových stupňů (Jönsson and Thor 2012). Infikovanost dosahuje 100 %, i ze zdánlivě nepoškozených jedinců byl izolován *H. fraxineus* (Goudet and Piou 2012; Rosenvald et al. 2015). McKinney et al. (2011), Pliūra et al. (2011) uvádějí nejméně 70% mortalitu v celé populaci. Pautasso et al. (2013a) jsou celkem skeptičtí k názorům existence faktorů ovlivňujících dlouhodobě chřadnutí jasanů, jde jen o postupný nástup patogenu před plným paušálním propuknutím infekce v prostředí.

3.11.1 Kvantita biomasy hostitele a jeho náchylnost

Havrdová (2015) popisuje jako jeden z hlavních faktorů ovlivňujících dopad infekce na jasanů množství biomasy hostitele v prostředí, přičemž pozitivně ovlivňující míru onemocnění je plocha korun jednotlivých jasanů, plocha korun všech jasanů a podíl jasanů na stanovišti. Epidemie *H. fraxineus* potřebuje dostatečnou akumulaci jednotlivých náchylných jasanů (Schumacher 2011; Gross et al. 2014; Havrdová 2015). S čímž souvisí i další faktor zkoumaný Havrdovou (2015), vzdálenost a míra napadení nejbližších okolních napadených hostitelů, představujících potenciální zdroj inokula.

3.11.2 Vlhkost, teplota

Obecně jsou postiženy méně stromy ve volné krajině, solitéry a městská výsadba (Havrdová and Černý 2012; Thomsen 2013; Rosenvald et al. 2015; Kirisits and Cech 2016; Kirisits et al. 2016), pravděpodobně z důvodu méně vhodných podmínek pro patogen, jehož infekční tlak je zde snížen. Podobně Rosenvald et al. (2015) zmiňují vyšší poškození stromů uvnitř porostu oproti jedincům porostního okraje. Příčina menšího dopadu choroby může být ve vyšším pohybu vzduchu a nižší vlhkosti na těchto stanovištích (Thomsen 2013; Kirisits and Cech 2016). Hauptman et al. (2013) zmiňují vliv vyšších teplot na patogen v rozvolněných porostech, které mohou být limitní v horkých létech. Podobně i výskyt sekundárních činitelů v procesu odumírání jasanů (*Armillaria* sp., bazální nekrózy, kůrovci...) je vyšší v lesních porostech (Thomsen 2013; Kirisits and Cech 2016). Sporulace a infekce *H. fraxineus* je usnadněna na stanovištích s vysokou půdní a vzdušnou vlhkostí (Cech 2008; Kirisits et al. 2010a; Kirisits et al. 2011; Cech et al. 2012; Keßler et al. 2012; Havrdová 2015), s čímž souvisí

i vyšší poškození koruny jasanů a vyšší výskyt bazálních nekrot (Kirisits et al. 2016). Výzkum Havrdové and Černého (2012) dokládá nejvyšší poškození břehových porostů a jasanových olšin, tedy nejvlhčích stanovišť. Dále Havrdová et al. (2014), Havrdová (2015) uvádějí signifikantní projev vlhkosti ve svých pracích zaměřených na intenzitu rozvoje patogenu na vlhčích místech s rozdílem až 14,7% oproti sušším stanovištím. Přičemž vlhkost stanoviště je pozitivně nejvíce ovlivňována pokryvností stromového patra, zástinem korun, menší vzdáleností od vody, orientací terénu ke světovým stranám (ovlivnění záleží na místních podmínkách), přítomností keřového patra, nekoseného bylinného porostu a morfologií terénu (Havrdová 2015). Zatímco sklon a jeho směrodatná odchylka mají negativní vliv na vlhkost vzduchu a tím dopad choroby (Geiger et al. 2009; Havrdová 2015). Koltay et al. (2012) potvrzuje vliv vlhkosti, hlubokých půd a na mráz prostých stanovišť na infekci. Vliv na vlhkost prostředí má i zvýšená regenerace infikovaných jedinců prostřednictvím reiterací zahušťujících korunu (malý pohyb vzduchu, zvyšování vlhkosti), je pro hostitele kontraproduktivní, dochází k zlepšování podmínek pro rozvoj choroby, která se tak v koruně lépe šíří (Skovsgaard et al. 2010).

3.11.3 Probírky, konkurence

Zvýšenou mortalitu v porostech způsobuje vnitrodruhová konkurence, přehoustlý zápoj (Havrdová 2015). Bakys et al. (2013) neprokázali statisticky významnou odchylku v odumírání jasanu způsobeným *H. fraxineus* v závislosti na hustotě porostu (zakmenění) v mladých stejnověkových porostech paušálně, ale pozorovali určitý rozdíl v napadení ploch bez managementu oproti plochám s uskutečňovanými probírkami. Signifikantní rozdíl byl nalezen mezi plochami bez zásahu a plochami s hustotou jasanů 1500 a 500 stromů/ha, jak v červnovém, tak v zářijovém hodnocení. Což může být bráno jako hygienický důsledek zdravotních probírek, upravujících porostní strukturu. Ale nejvyšší podíl vadnoucích (odumírajících) stromů byl pozorován na plochách s nejmenší hustotou stromů na hektar, tj. v porostech s nejintenzivnějšími probírkami, vysokou mortalitu připisují Bose et al. (2014) potěžebnímu šoku nebo přímému mechanickému poškození ponechaných jedinců těžbou. Prospero et al. (2006), Lamour et al. (2007) uvádějí jako problém probírek vytvoření ideálních podmínek pro rozvoj *Armillaria* sp., vytvoření substrátu pro jejich rozvoj (pařezy, kořeny). Pankuch et al.

(2003) dodává, těžbou vzniknou poranění ponechaných stromů, ideální vstupní brána infekce, probírky se tak jeví kontraproduktivně.

Sezónní nárůst symptomů vadnutí byl konstantní napříč všemi kategoriemi hustoty porostů (Bakys et al. 2013). V červnu byl podíl vadnutí výrazně nižší na kontrolních plochách bez zásahu oproti plochám s hustotou 500 a 100-150 stromů na ha. Nejvyšší podíl jedinců s odumřelými terminály byl u ploch s nízkou hustotou stromů. Během sezóny byl pozorován nejvyšší nárůst jedinců s odumřelým terminálem na plochách bez zásahu a na plochách s hustotou 1500 stromů/ha, žádný takový trend nebyl sledován na ostatních plochách. Průměrné poškození korun se pohybovalo v rozmezí 24,7-30,1 % v červnu a 39,4-53,4 % v září, což ukazuje významné sezónní zhoršení zdravotního stavu bez ohledu na hustotu porostu. Poškození porostu nepatrně klesá s klesající hustotou porostu, ale není statisticky významné. Podíl stromů s malým poškozením koruny klesá, přičemž v průběhu sezóny narůstá podíl stromů s větším poškozením koruny.

Zvýšené clonění porostu, dokonalý zápoj, tím vyšší vlhkost uvnitř porostu v kombinaci s konkurencí o světlo a omezené zdroje živin, zvláště v jednodruhových porostech, může způsobovat zvýšenou náchylnost jedinců k houbovým chorobám (Niemelä et al. 1992; Garcia-Guzman and Dirzo 2001), což platí i pro *H. fraxineus* (Havrdová 2015). Porosty světlomilných dřevin jako je *F. excelsior* je nutné udržovat v ideální hustotě a udržovat tak dokonalý zápoj, aby nebyla oslabena vitalita stromu. Hlavním problémem je nedostatek světla v porostech, kvůli kterému klesá konkurenceschopnost jasanů v přehoustlých porostech (Dobrowolska et al. 2011). Dokládá to i výzkum Bakys et al. (2013), v přehoustlých porostech je oslabena vitalita jedinců, které pak více trpí na infekci patogenem. Šálek et al. (2013), Rosenvald et al. (2015) předpokládají, že poškození vrchních partií koruny je v hustě zapojených porostech fatální (mortalitní), dále upozorňují na souvislost aktuálního fyziologického stavu potenciálního hostitele a jeho odolnosti. Což potvrzuje i Havrdová (2015), která uvádí, že pozitivní vliv na rozvoj infekce může mít mechanické poškození (mrazová poškození), obecně snížené fitness poškozovaných dřevin.

3.11.4 Věk porostu, cenotické postavení jedinců

Kowalski and Holdenrieder (2008), Skovsgaard et al. (2010), Schumacher (2011), McKinney et al. (2011), Kirisits and Freinschlag (2012), Koltay et al. (2012), Gross et

al. (2014a), McKinney et al. (2014) potvrzují vyšší napadení mladších (nižších) porostů, protože jejich koruny jsou v kratší vzdálenosti od zdroje infekčního inokula v opadance. Mortalita je nejvyšší u stromů úrovnových až podúrovnových potlačených (Skovsgaard et al. 2010). Vacek et al. (2015) a Rosenthal et al. (2015) došli k závěru, že zpočátku infekce odumírají mladší a potlačené jedinci, ale s postupem choroby jsou postiženi všichni stejně. Havrdová (2015), McKinney et al. (2011) potvrdili ve svých výzkumech negativní korelaci mezi výškou stromu a stupněm infekce, což Vacek et al. (2015) ve své práci nepotvrdil vzhledem k malému počtu zkusných jedinců. Pomalu rostoucí genotypy byly více poškozovány než rychleji rostoucí. Nabízí se možnost, že je buďto růst inhibován chorobou nebo jsou rychleji rostoucí (větší) jedinci odolnější McKinney et al. (2011). Roli pravděpodobně hraje i fakt nižšího infekčního tlaku a vyšší vyspělosti listů nebo odlišných mikroklimatických podmínek pro rozvoj infekce v korunách vyšších stromů (Gross et al. 2014).

3.11.5 Nadmořská výška

Několik autorů se shoduje na vlivu nadmořské výšky na dopad choroby, přičemž jasany z vyšších nadmořských výšek vykazují vyšší odolnost vůči *H. fraxineus* (Queloz et al. 2011; Baral and Bemann 2014; Havrdová 2015; Vacek et al. 2015). Porosty vyšších nadmořských výšek a na homogenních svazích a vrcholech byly postiženy méně, nad 550 m n. m. je poškození poloviční (průměrně 6,6% podíl poškozené koruny) oproti porostům do 400 m n. m. (v průměru 15,3% podíl poškozené koruny; Havrdová et al. 2014; Havrdová 2015). Příčina odolnosti jedinců (porostů, genotypů) z výše položených oblastí spočívá pravděpodobně v morfologii listů (Körner et al 1986, Thomas 2011) a tloušťce epidermis a kutikuly (Tanner and Kapos 1982), což by mohlo ovlivňovat úspěšnost kolonizace hostitelů patogenem (Havrdová et al. 2016a).

3.11.6 Počasí, změna klimatu

Dobrowolska et al. (2008) uvádí, že vliv na úspěšnost infekce (snížení odolnosti hostitele) může mít dnešní trend globální změny klimatu: snižování hladiny podzemní vody, kolísání vlhkosti a teploty od normálu, znečištění ovzduší a vliv zvěře. Globální změna klimatu může pozměnit stanovištní podmínky, tím ovlivnit šíření chorob, patogenitu některých druhů hub, urychlit a zvýšit vnímavost dřevin na patogeny (Gange et al. 2011; Gross et al. 2014b). Mnoho autorů (Kowalski and Bartnik 2010; Kirisits and

Freinschlag 2012; Hauptman et al. 2013; Stener 2013; Hauptman et al. 2016) spekuluje nad vlivem klimatických výkyvů na infekci *H. fraxineus*, protože na svých výzkumných plochách zaznamenali významnou stagnaci projevu infekce po létech s vysokými teplotami bez srážek. Chybí však potvrzení dlouhodobého vlivu těchto faktorů na zdravotní stav jasanu.

3.12 Predikční model rozsahu poškození dle Havrdové et al. (2016a) a metodika pěstování jasanu v prostředí s výskytem *H. fraxineus*, vliv přírodních a porostních charakteristik na rozsah poškození jasanu

Faktorem, který spojuje veškeré výsledky Havrdové (2015), Havrdové et al. (2016a) a Černého et al. (2016) ovlivňující rozsah poškození jasanu patogenem *H. fraxineus*, je vzdušná vlhkost. Faktor vlhkosti se promítá do množství přírodních a stanovištních (porostních) charakteristik, na základě kterých Havrdová et al. (2016a) vytvořili statistický predikční model rozsahu poškození jasanů v ČR.

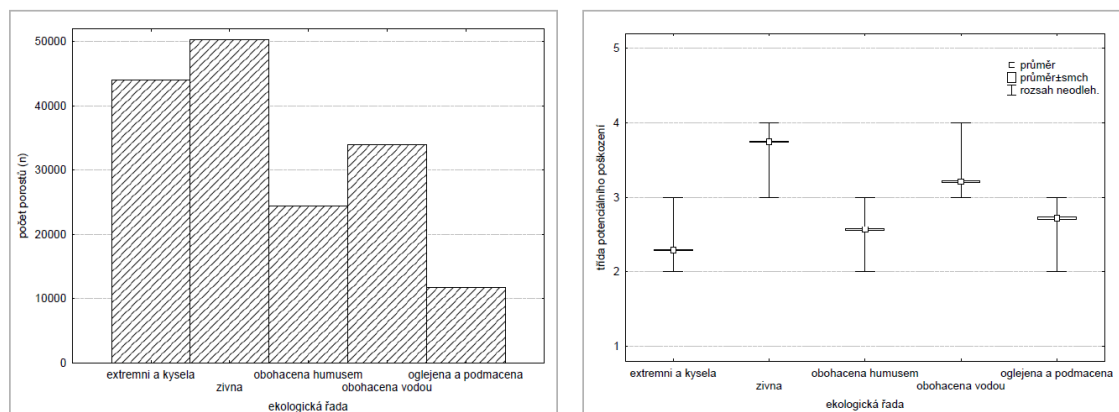
Ve vztahu k lesnické typologii jsou nejméně poškozeny porosty řad extrémní a kyselé a obohacené humusem, zároveň nejvíce jsou poškozeny porosty řady živné (v ČR vzhledem k početnosti dominují, viz Obr. 7 a 8) a řady s vyšší dostupností vody (viz Obr. 7 a 8). S lesnickou typologií se úzce váže i faktor morfologie – sklonitosti a nadmořské výšky, které Havrdová et al. (2016a) také zohledňují ve svém modelu (viz Obr. 9 a 10). Dle jejich závěrů jsou více poškozeny porosty v nižších nadmořských výškách (viz Obr. 9). Faktor vlhkosti se odráží i v morfologii terénu, sklonu terénu a lokální topografii. Havrdová et al. (2016a) predikují menší poškození jasanů na stanovištích s větším sklonem terénu (viz Obr. 10) a vyšší poškození na rovinách a v zařízých údolích než na temenech kopců (viz Obr. 11).

Vzhledem k porostním charakteristikám zmiňují (Havrdová et al. 2016a, 2017), že rozsah infekce ovlivňuje věk resp. výška porostu (s výškou porostu se poškození snižuje, viz Obr. 12) a zakmenění porostu (se vrůstajícím zakmeněním poškození vzrůstá). Nejrizikovější jsou porosty do 20 až 40 let, kde je poškození natolik fatální, že u nich lze předpokládat zásadní probírky až rekonstrukce. Naopak poškození větší části nastávajících kmenovin a kmenovin není natolik závažné, aby vyžadovalo bezprostřední kompletní smýcení porostů, zdravotní probírky jsou dostačujícím opatřením. Vliv zakmenění porostů je patrný z Obr. 13., model zpracovaný pro ČR (Havrdová et al. 2016a, 2017) predikuje nejvyšší poškození porostů se zakmeněním 0,9 a 1,0 a zejména

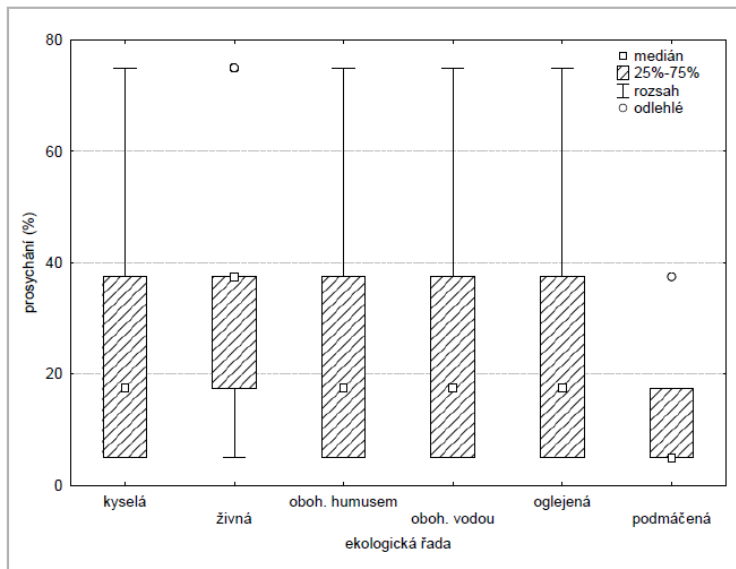
porostů s opožděnými probírkami. Provozně akceptovatelná hranice je zakmenění 0,7-0,8. Černý et al. (2016) navrhuji snížení zakmenění na 0,8 až 0,7.

Autoři (Havrdová et al. 2016a;) připouštějí, že realita vlivu různých faktorů v prostředí je složitá a na rozsah nekrózy má vliv množství dalších faktorů. Logicky by mělo mít vliv zastoupení jasanu v porostech (Černý et al. 2016), což potvrzuje i Havrdová (2015) při výzkumu v Lužických horách, ale poslední výzkumy ukazují, že role zastoupení jasanu není tolik významná, jak se předpokládalo (viz Obr. 14; Havrdová et al. 2016a, 2017; Skovsgaard et al. 2017). Dále zmiňují vliv zápoje, který opět úzce souvisí s vlhkostí prostředí.

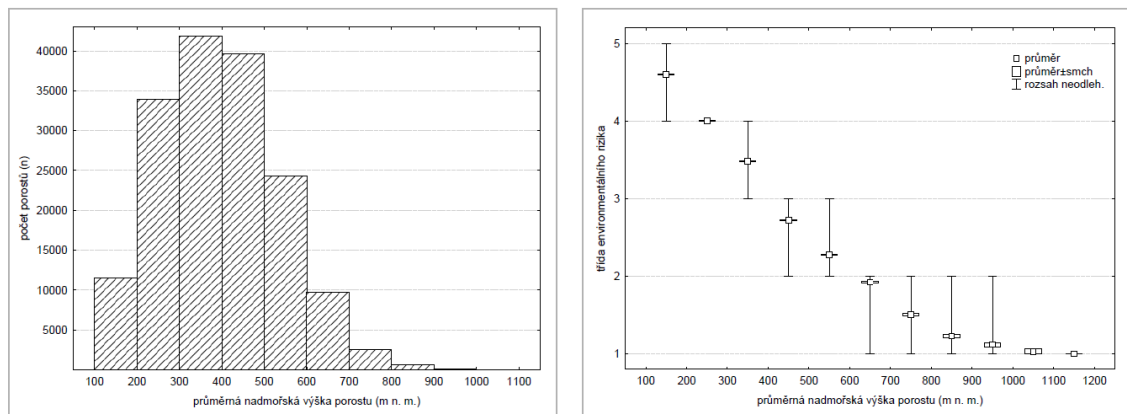
Obecně vykazují vyšší poškození v ČR jasanové monokultury oproti smíšeným porostům (Černý et al. 2016). Havrdová et al. (2017) uvádějí statisticky potvrzené výsledky, kde směsi jasanu s jedlí a borovicí a také porosty se zastoupením javoru klenu, olše a habru, vykazují nižší poškození. Oproti nim porosty s příměsí dubu letního a buku vede k vyššímu poškození jasanu. Rozdíl v poškození je vysvětlen odlišným chemickým složením smíšeného opadu, ovlivňujícím rychlost rozkladu organického materiálu nebo inhibujícím vývoj mikrobiální složky včetně *H. fraxineus*.



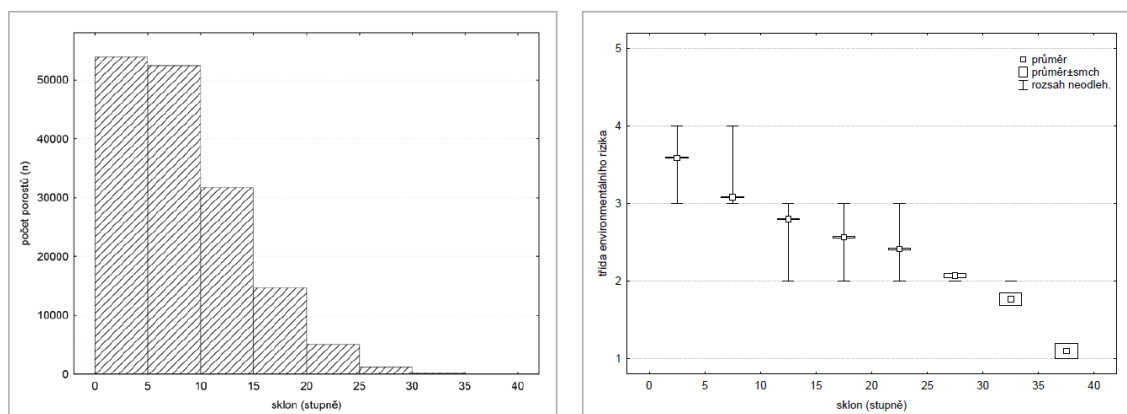
Obr. 7: Rozložení porostů jasanu v ČR dle ekologických řad (zdroj dat LČR, s. p., ÚHÚL) a jejich poškození: 1 (mírné) až 5 (extrémní). Graf vlevo byl vytvořen na základě predikčního modelu poškození lesních porostů ČR (Havrdová et al. 2016a; Černý et al. 2016)



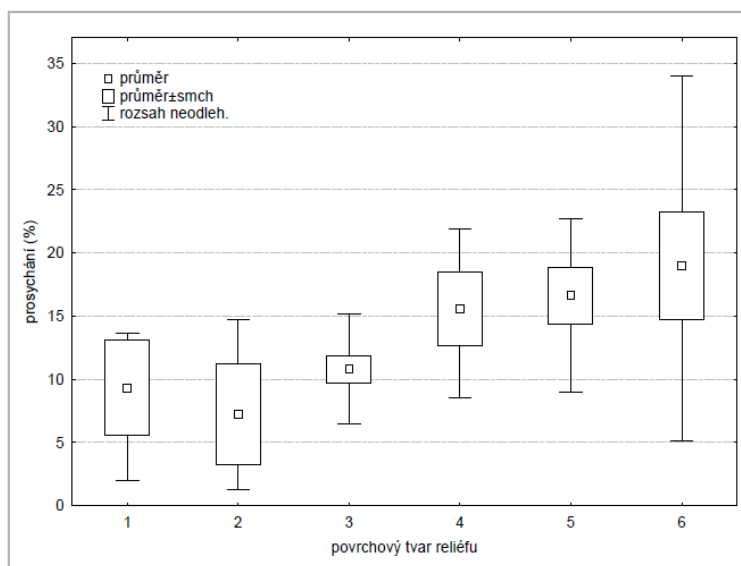
Obr. 8: Míra prosychání jasanu v modelových lesních porostech s výskytem jasanu dle ekologických řad (výsledky mapování pracovníků společnosti LČR, s. p.; Havrdová et al. 2016a)



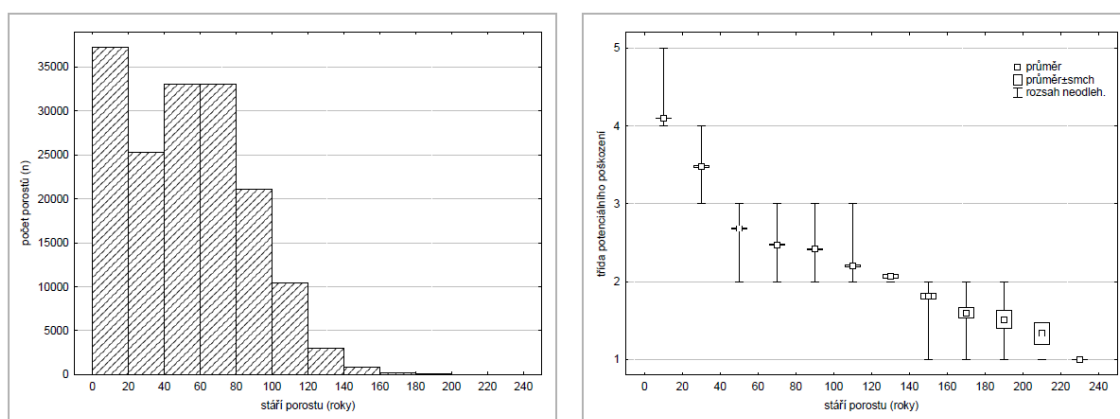
Obr. 9: Výškové rozložení porostů jasanu v ČR (zdroj dat LČR, s. p., ÚHÚL) a jejich poškození: 1 (mírné) až 5 (extrémní). Graf vlevo byl vytvořen na základě predikčního modelu poškození lesních porostů ČR (Havrdová et al. 2016a; Černý et al. 2016)



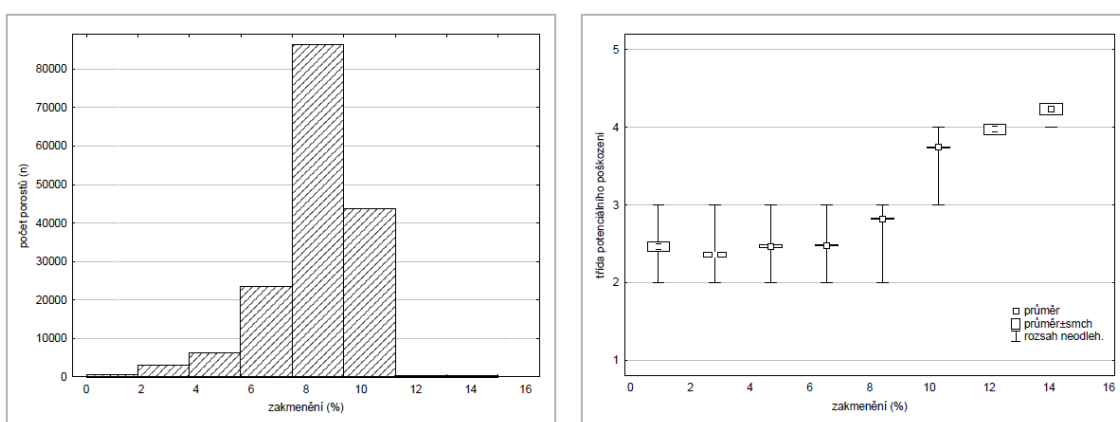
Obr. 10: Rozložení porostů jasanu v ČR podle sklonitosti terénu stanovišť (zdroj dat LČR, s. p., ÚHÚL) a jejich poškození: 1 (mírné) až 5 (extrémní). Graf vlevo byl vytvořen na základě predikčního modelu poškození lesních porostů ČR (Havrdová et al. 2016a; Černý et al. 2016)



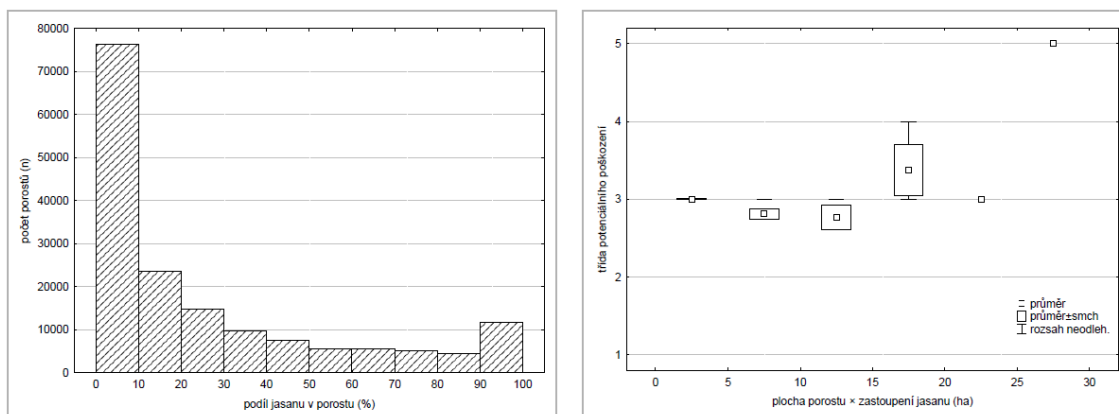
Obr. 11: Rozsah nekrózy jasanu různých krajinných tvarů 1: vrcholy, 2: konvexní tvary na svazích, 3: homogenní svahy, 4: konkávní svahy, 5: ploché tvary v údolích (dna), 6: konkávní tvary v údolích (Havrdová 2015)



Obr. 12: Věková struktura porostů jasanu v ČR (zdroj dat LČR, s. p., ÚHÚL) a jejich poškození: 1 (mírně) až 5 (extrémní). Graf vpravo byl vytvořen na základě predikovaných dat poškození pro ČR (Havrdová et al. 2016a; Černý et al. 2016)



Obr. 13: Struktura zakmenění porostů jasanu v ČR (zdroj dat LČR, s. p., ÚHÚL) a jejich poškození: 1 (mírně) až 5 (extrémní). Graf vpravo vytvořen na základě predikovaných dat poškození pro ČR (Havrdová et al. 2016a; Černý et al. 2016)



Obr. 14: Rozložení porostů jasanu v ČR podle podílu jasanu (zdroj dat LČR, s. p., ÚHÚL) a jejich poškození: 1 (mírné) až 5 (extrémní). Na grafu vpravo je jako vysvětlující proměnná popisující rozšíření jasanu v porostu použit součin podílu jasanu a plochy porostu, tj. plocha jasanu. Graf vpravo byl vytvořen na základě predikčního modelu poškození lesních porostů ČR (Havrdová et al. 2016a; Černý et al. 2016)

3.13 Lesnická opatření ke zmírnění dopadu infekce patogenu *H. fraxineus* na lesní porosty

3.13.1 Pěstování jasanu v minulosti

Lesnické hospodaření samo o sobě není schopné okamžitého uspokojivého řešení situace, zmírnění dopadu infekce *H. fraxineus*, jeho cílem je zmírnit ztráty v důsledku choroby, jak nejlépe to půjde (Heinze et al. 2017). Skovsgaard et al. (2009) uvádí, že vytváření jakýchkoliv doporučení je složité, jelikož nebyla dosud důkladně prostudována epidemiologie choroby. McKinney et al. (2014), Lenz et al. (2016) zjistili na základě svých pokusů, že 1-5 % celkové populace disponuje určitou formou odolnosti vůči *H. fraxineus*, hlavním úkolem všech lesnických opatření je jejich zachování. Přičemž zásadní myšlenkou opatření je zmírnění infekčního tlaku v zasažených porostech, protože *H. fraxineus* se šíří prostřednictvím askospor uvolňovaných z plodnic vyrůstajících na listovém opadu (Timmermann et al. 2011; Hietala et al. 2013). Douglas et al. (2013) navrhuje zaměřit se na podporu a ochranu přirozené obnovy.

Do nástupu odumírání jasanů nebyl s touto dřevinou v lesnickém hospodaření problém. Existovalo mnoho způsobů pěstování. Například systém pěstování jasanu na majetku Grafenegg byl založen na individuálním výběru nadějných jedinců, kteří byli soustavně uvolňováni od konkurentů, čímž byla udržována jejich vysoká vitalita

(Wilhelm et al. 1999; Wilhelm and Rieger 2013). Tento přístup může zachránit výběrové stromy i v dnešní době, kdy jsou odolnější vůči infekci v důsledku vysoké vitality a široce rozvinuté koruny, nemusejí vynakládat energetické zdroje na konkurenční boj (Rosenvald et al. 2015; Heinze et al. 2017). Bohužel mohou být napadány bazálními nekrózami, které ohrožují jejich mechanickou stabilitu (Heinze et al. 2017). Běžnější způsob pěstování však byl systém monokulturních porostů. Spočíval v pěstování jasanu v pravidelném sponu, v mlazinách 2 x 2 m (při výšce do 2 m), první prořezávky se uskutečňovaly při výšce porostu 6-7 m, kdy bylo ponecháno na ploše 300-400 jedinců po hektaru, následné probírky směřovaly ke konečnému počtu 150-200 stromů po hektaru ve věku 60-80 let. Porosty na stanovištích s dostatkem dusíku a vápníku charakterizoval roční přírůst $6-7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, přičemž prozatím nebyl proveden výzkum vlivu *H. fraxineus* na produkci (Cleary et al. 2017). Určité zhodnocení vlivu choroby na přírůst provedli Vacek et al. (2015) v KRNAP sledování (trvajícím 7 let), kde podle jejich výsledků dochází u přírůstu k jeho trojnásobnému snížení u napadených stromů oproti relativně zdravým, trend snižování přírůstu byl signifikantní po 2 letech od pozorovaného nástupu choroby.

3.13.2 Pěstování jasanu pod vlivem *H. fraxineus*

Kvůli mortalitě, snižování přírůstu, ztrátám na kvalitě dřevní hmoty, riziku šíření nemoci, padání uschlých větví i celých stromů, tím snížené funkci a bezpečnosti lesních porostů a jiných výsadeb je třeba stanovit nová kritéria pro jednotlivý výběr nadějných jedinců. Doporučuje se zaměřit pěstební výběr na závažnost poškození koruny a přítomnost bazálních nekróz, upustit od kritéria eliminace předčasně opadávajících jedinců (Kirisits 2013; Kirisits and Freinschlag 2014). Hodnocení vhodnosti jedinců by mělo být prováděno v létě (Clark and Webber 2017), v červenci (Metzler et al. 2013), nejpozději do poloviny srpna (De Haeck et al. 2013; Kirisits and Freinschlag 2014). U jedinců s malým poškozením koruny, s olistěním vytrvávajícím až do konce vegetačního období, lze provádět pozitivní výběr i později (Metzler et al. 2013).

Lesnický management u infikovaných jasanových porostů obecně závisí na jejich věku, zastoupení jasanu, jeho distribuci v porostu (skupiny, skupinky, jednotlivci...) a hlavně se odvíjí od závažnosti poškození porostu patogenem *H. fraxineus* (Juodvalkis 2003; Riepšas 2009).

Nejvíce jsou poškozeny mladé nesmíšené porosty, kde dochází k nejvyšším finančním ztrátám v důsledku nutných rekonstrukcí (De Haeck et al. 2013; Kirisits and Freinschlag 2014; Chira et al. 2017), porosty nemají šanci dorůst mytního věku. Přičemž jako hranici k posouzení smysluplnosti provádění zdravotních zásahů v mladých porostech stanovili Juodvalkis (2003) a Riepšas (2009), pokud je v porostu více než 70% podíl jedinců těžce poškozených, postupné zdravotní probírky postrádají smysl a je vhodnější přistoupit k celkové rekonstrukci (to nevylučuje ponechání relativně odolných jedinců jako výstavků).

3.13.3 Zakládání nových porostů

Vzhledem k náchylnosti obou původních druhů jasanů (*F. excelsior*, *F. angustifolia*) se již nedoporučuje jejich výsadba na velkých plochách, dokud nebude na trhu sadební materiál odolných genotypů (Juodvalkis 2003; Riepšas 2009; De Haeck et al. 2013; Metzler et al. 2013 Delahaye et al. 2015; Heinze et al. 2017). Nedoporučuje se sběr semen, produkce sadebního materiálu ve školkách ani výsadba nových porostů (Metzler et al. 2013). Jako nesmyslná a nereálná pro použití v lesnictví se považuje produkce relativně zdravých, ale na *H. fraxineus* vnímavých jasanů uměle vydržovaných v tomto stavu pomocí fungicidů (účinné látky fungují na principu zabránění klíčení spor) nebo tepelných terapií (Hauptman et al. 2013; Metzler et al. 2013; Dal Maso et al. 2014; Černý et al. 2016). Navíc většina účinných přípravků nemá v ČR platnou registraci v seznamu povolených přípravků v lesnictví (Černý et al. 2016). Jako uspokojivá aktivní obrana se jeví použití mykovirů (Schoebel et al. 2014) nebo jiných mikroorganismů (stále zatím v teoretické rovině).

Jinou ověřenou metodou boje proti patogenu, v souvislosti s mladými kulturami, je použití močoviny na opadlé listí, zabraňující tvorbě apotécií a tím šíření choroby (Hauptmann et al. 2015). V případě výsadeb jasanu i přes aktuální nepříznivé podmínky se doporučuje vysazovat jej v malých smíšených skupinkách (De Haeck et al. 2013). Jako jediný způsob zakládání nových porostů vidí Douglas et al. (2013), Metzler et al. (2013) a Clark and Webber (2017) přirozenou reprodukci stávajících porostů. Ale Lygis et al. (2014) poukazuje na problém přirozené obnovy jasanu v dnešních podmínkách, v infikovaných porostech ke zmlazování nedochází, zmlazení odumírá nebo přinejmenším nedochází k reprodukci v dostatečném měřítku. V případě dovozu reprodukčního materiálu *Fraxinus* spp. je nutné důslednou kontrolou zabránit importu nových linií

patogenu a následné tvorby nových virulentních kmenů *H. fraxineus* (Drenkhan et al. 2017).

3.13.4 Stávající porosty

Ve smíšených porostech může lesnické hospodaření směřovat postupnou přeměnou porostu k vyššímu zastoupení jiných druhů, udržení pouze odolnějších jedinců jasanu jako vtroušené dřeviny (De Haeck et al. 2013; Kirisits and Freinschlag 2014). Z opačného pohledu je nesmyslné odstraňovat jasany z porostů, kde jsou přimíšenou nebo vtroušenou dřevinou, pokud vykazují dobrý zdravotní stav, naopak je vhodné jasany uvolňovat. Vhodnými lesnickými zásahy lze dospět k strukturně bohatým porostům (věkově i druhově rozmanitým), které by měli umožnit zachování odolnějších jasanů (Juodvalkis 2003; Riepšas 2009).

U slabě zasažených porostů, kde existuje naděje na jejich dopěstování do mýtního věku, je nutné bedlivě každoročně posuzovat vývoj a zdravotní stav jasanu, měřit přírůst a sledovat kvalitu dřeva, v případě negativního vývoje neinvestovat dále do pěstebních opatření a smýtit porost dokud existuje předpoklad kladného hospodářského výsledku (Juodvalkis 2003; Riepšas 2009; De Haeck et al. 2013; Kirisits and Freinschlag 2014; Clark and Webber 2017; Chira et al. 2017).

U mýtních porostů postupuje chřadnutí pomaleji, zde se doporučuje vytěžit jedince s korunou odumřelou ze 70-80 % nebo jedince s bazálními nekrózami (Metzler et al. 2013; Kirisits and Freinschlag 2014). Za účelem relativně dobrého zpeněžení dříví, je dobré se vyhnout úplnému odumření stromu, kde je kvalita dřeva snížena zabarvením od infekce sekundárními houbami a vytvořením sekundárních výmladků přímo na kmeni (Metzler et al. 2013; Kirisits and Freinschlag 2014).

Zvláštní pozornost je třeba věnovat porostům, které mohou svým zdravotním stavem, vzhledem ke své poloze, ohrožovat bezpečnost lesnického personálu, turistů a dalších návštěvníků lesa, s důrazem na porosty podél komunikací a v lesích v okrajových částech měst a obcí. Jejich stav musí být pravidelně sledován a v případě nutnosti musejí být nevhodní jedinci nebo celý porost odstraněn (De Haeck et al. 2013, Kirisits and Cech 2016).

Delahaye et al. (2015) vytvořili metodiku hodnocení zdravotního stavu jasanu v závislosti na poškození koruny a přítomnosti bazálních nekróz, podle které navrhuji provádět probírky zasažených porostů (viz Tab. 2). Jejich metodika má tři cíle, zachovat

nadějně genotypy jasanů vhodných pro přirozené zmlazování, podporu genetické a druhové rozmanitosti, zajištění alespoň částečné ekonomické rentability jasanových porostů.

Tab. 2: Metodika výběru nadějných odolných jasanů dle Delahaye et al. (2015)

Porostní charakteristika			Zdravotní stav jedinců jasanu		
Růstová fáze	Směšování porostu	Zdravotní stav	Jedinci s bazálními nekrotami	Jedinci s defoliací > 50 %	Jedinci bez symptomů poškození a ostatní dřeviny
Mlaziny až kmenoviny do výčetní tloušťky 50 cm	Monokulturní	> 33% symptomatických jedinců*	Naléhavá probírka	Naléhavá probírka	Zachovat k udržení zápoje porostu
		< 33% symptomatických jedinců*	Rekonstrukce	Rekonstrukce	
	Směšovaný	Neuvažováno	Rekonstrukce	Žádné opatření	
Kmenoviny s výčetní tloušťkou nad 50 cm	Neuvažováno	Jedinci bez bazálních nekrot	x	Běžné probírky	Uvolňovat postupnými probírkami
		Jedinci s bazálními nekrotami	Rekonstrukce v rámci 3 let	Běžné probírky v rámci 3 let	

* bazální nekroza přes 50 % obvodu kmene a/nebo defoliace přes 50 %

U zralých porostů, kde se tvoří v důsledku choroby porostní mezery, nastává problém s nevyužitou porostní plochou. Přeživší stromy vykazují relativně dobrý zdravotní stav, tzn., není nutné obnovovat celý porost, naopak je vhodné odolnější jedince zachovat (Juodvalkis 2003; Riepšas 2009; De Haeck et al. 2013; Metzler et al. 2013; Gross et al. 2014a; Rosenvald et al. 2015; Heinze et al. 2017). Nemá smysl provádět ořez suchých nebo napadených částí koruny (De Haeck et al. 2013). Probírky by měly upřednostňovat vtroušené ostatní dřeviny a uvolňovat nadějně jedince (snížení konkurence; Juodvalkis and Vasiliauskas 2002; Juodvalkis 2003; Riepšas 2009; De Haeck et al. 2013; Metzler et al. 2013; Rosenvald et al. 2015; Clark and Webber 2017), po jejich realizaci by se mělo přistoupit k podsadbám vhodnými dřevinami.

Odumřelé jasanů a jedinci těsně před odumřením nehrají žádnou roli v procesu infekce, a proto mohou být ponechány v porostech (De Haeck et al. 2013). Lze namítat, že se bude rozšiřovat *Leperisinus fraxini*, ale pro něj je atraktivní pouze odumírající jasan, jakmile se začne usychající kůra odlupovat, přestává být atraktivní.

3.14 Hlavní principy opatření a pěstování jasanu v ČR dle Černého et al. (2016)

Dle Černého et al. (2016) je základním předpokladem k úspěšnému boji s chorobou dobrá znalost epidemiologie patogenu, schopnost určení projevů a rozsahu

napadení. Při posuzování dopadu infekce doporučují pravidelnou kontrolu porostů, vzhledem k rozsahu poškození dostačuje pro provozní praxi hodnocení po 25% intervalu prosychání korun (hodnocení před předčasným opadem listoví), je třeba zohlednit výskyt epikormických výhonů (vlků) a rozsah nekrotizace bází kmenů (škála 10, 25, 50, 75 %). Pro zhodnocení stavu porostu je zapotřebí zhodnotit alespoň 20 jedinců. V případě okrasných nebo zvláště cenných výsadeb doporučují stupnici hodnocení po 10 % prosychání, zaměřit je na každého jedince.

Stav lesních porostů v ČR z pohledu infekce *H. fraxineus* je různorodý. Obecně platí, že větší perspektivu k úspěšnému pěstování mají porosty starší, s nižším zakmeněním a podílem jasanu, stanovištně sušší, chudší, exponovanější a provětrávanější.

3.14.1 Obecné zásady pěstování jasanu dle Černého et al. (2016)

- 1) Provádět pravidelnou kontrolu zdravotního stavu (sít trvalých kontrolních ploch), hodnocení v červenci až srpnu, zohlednění prosychání koruny v 25% intervalech, počet epikormických výhonů, nekrózy báze. Hodnotit po 2 až 4 letech dle vývoje stavu porostu a fruktifikace patogenu.
- 2) Provádění častějších výchovných zásahů s ohledem na aktuální vývoj stavu porostu (interval 2-5 let). Zásahy načasovat speciálně po vegetačních sezónách vhodných pro rozvoj patogenu (vlhká teplá léta).
- 3) Preferovat negativní zásahy hlavně v mladých porostech důsledně odstraňovat jedince s poškozením terminálu, vršků korun, bází kmenů. Všechny zásahy jsou negativní, primárně zaměřené na zdravotní stav, hledisko hospodářské kvality je až druhotné.
- 4) Vhodné je opakované vyžínání buřeně v mladých porostech (počátkem léta a případně opakovat na vrcholu vegetační sezóny).
- 5) U starších porostů (tyčoviny) lze kombinovat negativní zásahy s podporou perspektivních stromů. V kmenovinách odstraňovat jedince s proschlou korunou nad 75 %, jedince s napadenou sekundární korunou nebo obrostem kmene, jedince s bazálními nekrotizacemi nad 10-25 % obvodu kmene. Výběry je vhodné provádět před počátkem ekonomického znehodnocení kmene (odumírání stromu, odumírání sekundárního obrostu, výskyt václavek, nalétnutí lýkohubů). Vedlejším efektem je podpora plodnosti odolnějšího genofondu a světlostní

přírůst. Porosty s průměrným prosycháním porostu do 25 % a jen s občasným výskytem jedinců k odstranění (viz výše) monitorovat; zasahovat ve standardních periodách. Provádět pouze probírku jednotlivců. Při zvýšeném výskytu jedinců k odstranění (25-40 %) ještě provést zdravotní probírku nebo započít s clonnou obnovou. Porosty s podílem jedinců k odstranění nad 40 % s horšícím se vývojem obnovit.

- 6) Podporovat zachování odolnějších genotypů.
- 7) Včasný termín výchovných zásahů. Vztahuje se k hodnocení, je třeba provést vyznačení/zásah před opadem listů.
- 8) Snížení vlhkosti v porostu probírkami s úpravou zakmenění na 0,8-0,7, tvar, umístění a orientace seče ovlivňuje vlhkostní parametry porostu.
- 9) Dospět k vhodnému druhovému složení porostů postupným snižováním zastoupení jasanu na přijatelnou úroveň. Dlouhodobě snížit podíl jasanu maximálně na 10–20(30) %, případně i méně. V případě porostů s provozně-bezpečnostními riziky platí dolní hranice.
- 10) V obnově až na výjimky nepoužívat jasan jako dřevinu hlavní. U vícedruhových porostů platí pravidlo, čím nepříznivější podmínky (vyšší vlhkost), tím nižší podíl zastoupení jasanu. Preferovat jasan na sušších, provívaných a exponovanějších lokalitách. Celkový podíl zastoupení jasanu musí být vždy pouze takový, aby bylo možné upravit druhovu strukturu porostu eliminací jasanu bez výrazných ekonomických ztrát a nedošlo ke snížení zakmenění pod 0,7. Doporučuje se včleňování dřevin s minerálně bohatým opadem (*Alnus* sp., *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, apod.), dále dřevin s opadem obsahujícím fungistatické látky (*Abies alba*, *Pinus sylvestris*, apod.) a světlostních dřevin.
- 11) Důležité je zhodnocení možnosti dopěstování porostů do ekonomicky rentabilního věku. Hlavní zásadou je udržet plný zápoj a dostatečné zakmenění (eliminace rizika snížení zakmenění a následný rozvoj buřeně). Neperspektivní porosty rekonstruovat.
- 12) Sledovat ostatní mortalitní faktory (*Armillaria* sp. a další kořenové hniloby, apod.)

3.14.2 Princip obnovy jasanu dle Černého et al. (2016)

- 1) Postup obnovy porostu závisí na závažnosti poškození a jeho rozložení v porostu, věku porostu a stanovištních podmínkách.
- 2) Je třeba respektovat faktor vlhkosti, postup je od poškozenějších částí na vlhčích místech k sušším (tzn. méně poškozeným) částem porostu.
- 3) Upřednostnit pasečný nebo násečný způsob obnovy z důvodu provozní jednoduchosti, lepšího odrůstání jasanu a snížení vhodnosti podmínek pro patogen. V případě vyšší variability porostu je možné volit seč kotlíkovou nebo clonnou.
- 4) Vhodným postupem obnovy (velikostí, tvarem a orientací obnovního prvku), který ovlivní vlhkost stanoviště lze ovlivnit průběh a dopad choroby.
- 5) Větší holé seče se doporučují u porostů homogenních podmínek se silným poškozením.
- 6) V případě náhlé změny faktorů ovlivňujících průběh odumírání a tím zdravotní stav porostu lze zkrátit obnovní dobu, začít s obnovou dříve.
- 7) Značit odolnější genotypy jako potenciální mateřské stromy.
- 8) Podporovat přirozenou obnovu jasanu, případně kombinovanou obnovu vícedruhového porostu.
- 9) Výmladkové hospodaření se nedoporučuje.
- 10) Obnova čistých jasenin není vhodná. Zastoupení jasanu v obnově nanejvýš jako dřevina vtroušená. Na extrémně vhodných stanovištích (temena kopců, exponované svahy, nízká vlhkost prostředí) může být jasan obnovován jako hlavní dřevina. Podíl jasanu v obnově by měl být tedy maximálně 5-25(40) %. Opět platí podmínka, že jasan tvoří pouze takový podíl porostu, který jsou schopny nahradit ostatní zastoupené dřeviny při náhlém zvýšení tlaku *H. fraxineus*. Jako melioračně zpevňující dřevinu nelze jasan v aktuální situaci doporučit.

3.14.3 Zásady identifikace odolných genotypů dle Černého et al. (2016)

Polygenní zdroj tolerance vůči patogenu byl zjištěn na úrovni jedince (genotypu). Snad v každé populaci je doložen výskyt odolnějších jedinců, jako základ boje proti chřadnutí jasanu je třeba je soustavně vyhledávat a zachovat, a dále množit.

Výše uvedené jedince je nutné hledat v přírodních výsadbách silně stresovaných a poškozovaných *H. fraxineus*. Lze posuzovat skupiny o nejméně 10-30 jedincích v homogenních podmínkách prostředí, skupiny zahrnující jedince přibližně stejného věku od 15-20 let. Je zapotřebí vyloučit vliv dalších patogenů a škůdců. Průměrné poškození porostu by mělo být alespoň 40-50%. Poškození korun vyhledávaných jedinců pak maximálně 5-10%, přičemž se vylučuje přítomnost sekundární koruny, epikormických výhonů a je třeba přihlídnout i k hospodářské vhodnosti jedince. Identifikované stromy musejí být trvale označeni, chráněni a uvolňováni od konkurence. Bylo by vhodné dále vytvořit databázi vybraných genotypů a zahájit produkci reprodukčního materiálu. V rámci běžného lesnického hospodaření je nutné tyto jedince zachovat jako mateřský porost pro přirozenou obnovu, v případě jejich nedostatku alespoň jako výstavky. Podpora místních populací má pozitivní vliv na genofond jasanové populace a zabrání se genetickému driftu.

3.15 Alternativní dřeviny

Mitchell et al. (2014) upozorňuje na systémové pojetí hledání alternativních dřevin a nalezení druhu, který bude plnit v ekosystému relativně stejné funkce ve srovnatelné kvalitě a zároveň bude možné ho úspěšně začlenit do původních společenstev na místo jasanu. Většina autorů (Delahaye et al. 2015; Enderle et al. 2017; Heinze et al. 2017; Sioen et al. 2017) se samozřejmě shoduje na základním předpokladu, využití dřevin podobné ekologické náročnosti v závislosti na stanovištních podmínkách, je tedy nutné volit adekvátní náhrady. Je možné porovnat vliv jednotlivých dřevin na aspekty ekosystému, ale je velmi těžké posoudit spolupůsobení jednotlivých funkcí dohromady (Langenbruch et al. 2012; Vesterdal et al. 2012; Cools et al. 2014). Ellis et al. (2012), Pautasso et al. (2013a), Lohmus and Runnel (2014), Mitchell et al. (2014) zmiňují problém hledání náhradních dřevin ve smyslu produkce, bez uvažování širších ekologických souvislostí, náhradní druhy budou odlišné v ekosystémovém působení a mohou být spouštěcím faktorem nepředstavitelných změn v ekosystému ve smyslu: koloběhu živin, dekompozice listového opadu, což může mít postupně vliv na úživnost půdy a tím na složení rostlinných doprovodných společenstev. Změna ve společenstvech stromů může mít vliv následně i na ostatní druhy ve smyslu nedostatku potravy, hnízdišť, přirozeného prostředí. Obzvláště u druhů vázaných na úzký okruh rostlin může mít chřadnutí jasanů vliv až na hranici vyhynutí.

Vzniklé světliny v zasažených porostech budou vhodným východiskem přirozené obnovy (De Haeck et al. 2013). Otázkou zůstává, jaké jsou vhodné náhradní dřeviny na uvolněná místa. V inundačních oblastech lužních lesů by se jako vhodná alternativa nabízely typické na světlo náročné druhy tvrdého luhu (*Quercus* sp., *Ulmus* sp. odolné vůči *Ophiostoma novo-ulmi*), ale právě kvůli jejich náročnosti na světlo nemohou být vhodnou náhradní dřevinou s malých kotlicích vzniklých po odumřelých jasanech (Heinze et al. 2017). Dosazování dlouhověkových světlomilných dřevin do stávajících pozůstatků jasanových porostů by způsobilo problémy jak z hlediska biologického (nevhodnost podmínek), tak hlavně z hlediska lesnicko-hospodářského (obtížné pěstování věkově různorodých porostů v podmínkách lužních lesů). Situace by byla i ekonomicky nevýhodná, došlo by k vytvoření nerovnoměrného rozložení věkových kategorií porostů, což by následně vedlo k nízkým výnosům v dalších deceniích (Delahaye et al. 2015, Heinze et al. 2017). Juodvalkis (2003) a Riepšas (2009) uvádějí, že porostní mezery (kotlíky) do 50 m² v mladých porostech a do 100 m² v starších porostech lze ponechat přirozené obnově, pokud jsou větší, tak přistoupit k podsadbám.

Pro funkci pokrytí porostní půdy na přechodnou dobu, do smýcení hlavního porostu, se jako ochrana před zabuřeněním stanoviště navrhuje použití hybridních klonů rychle rostoucích topolů v inundačních oblastech a na sušších stanovištích břízy (Heinze et al. 2017). Výsadba vyšší příměsi *Populus* sp. (až 50%) do postižených porostů v luzích s obmýtím 25 let by mohla alespoň částečně vyřešit hrozící finanční ztrátu (Enderle et al. 2017; Heinze et al. 2017). V úvahu přichází několik dalších alternativ pro luhu i ostatní stanoviště: *Acer platanoides*, *Juglans nigra*, *Quercus robur*, *Platanus x acerifolia* (syn. *P. x hispanica*), *Gleditschia triacanthos* a další. Jiné druhy, např. *Tilia* sp., *Betula pendula*, *Pyrus pyraeaster* a *Prunus avium* nesnáší časté záplavy, nejsou tudíž do lužních porostů vhodné. *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima*, *Acer negundo*, jejichž ekonomická hodnota je diskutována, nejsou z hlediska ochrany přírody vhodné, kvůli jejich invazivitě (Enderle et al. 2017; Heinze et al. 2017).

Problém s nepůvodními dřevinami nastává v oblastech celoevropské sítě chráněného území Natura 2000, do kterého spadá velká část lužních lokalit. V územích Natura 2000 je použití nepůvodních dřevin vyloučeno. Další fakt vystupující proti použití nepůvodních dřevin, je neexistence jakýchkoliv lesnicko-hospodářských zkušeností jejich pěstování. V neposlední řadě je zde nebezpečí, že budou v našich podmínkách napadány nějakým škůdcem, znemožňujícím jejich efektivní pěstování.

Použití nepůvodních druhů jasanu bude spojeno s určitými omezeními, *Fraxinus mandshurica* vykazuje vyšší odolnost než naše původní druhy, ale i na něm byli nalezeny symptomy *H. fraxineus* (Drenkhan and Hanso 2010, Drenkhan et al. 2016), navíc výrazně trpí na pozdní a časně mrazy, vykazuje nevalnou dřevní produkci a chybí jakékoliv zkušenosti s jeho pěstováním v Evropě (Drenkhan et al., 2014). *Fraxinus pennsylvanica* a *Fraxinus americana* jsou také citliví na *H. fraxineus*, i když méně než naše druhy (Drenkhan and Hanso 2010, Gross et al 2014a, McKinney et al. 2014). Na *F. mandshurica* a *F. americana* je prováděn výzkum jejich vlastností v podmínkách střední Evropy (Kirisits and Cech 2016).

Ve vyšších polohách jsou alternativou *A. pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Quercus petraea*, *Fagus sylvatica*. Bohužel jsme svědky nahrazování jasanu jehličnany (*Picea abies*, *Larix decidua* a *Pinus sylvestris*) mimo jejich přirozená stanoviště (Heinze et al. 2017). Podobně Claessens et al. (1999), Hein et al. (2009), Claessens et al. (2010), Sioen et al. (2017) doporučují použití *A. platanooides*, *A. pseudoplatanus*, *A. glutinosa* jako adekvátní náhradu za *Fraxinus* sp. s podobnými ekologickými vlastnostmi. Hemery et al. (2010) doporučují *B. pendula* z důvodu jejího podobného charakteru obsazování volných ploch jako má *Fraxinus* sp. *B. pendula* má dobrý rozvojový potenciál v kontextu globální změny (Hemery et al. 2010; Hynynen et al. 2010).

Enderle et al. (2017) vypracovali přehled vhodných alternativních druhů s přihlédnutím ke stanovištním podmínkám, se zakomponováním výsledků výzkumu dalších autorů (Walentowski et al. 2004, Taeger and Kölling 2016, Taeger et al. 2016), viz Tab. 3.

Tab. 3: Alternativní druhy za *F. excelsior* posuzované na základě tolerance k periodickému zaplavování a jejich stanovištních nároků (Enderle et al. 2017)

Druh	Stanoviště		Tolerance vůči záplavám	Nároky na bazické živiny
	Lužní lesy	Ostatní lesy		
<i>Pseudotsuga menziesii</i> ¹		x	nízká	nízké
<i>Picea abies</i> ¹	x	x	střední	nízké
<i>Larix decidua</i> ¹		x	nízká	nízké
<i>Pinus sylvestris</i> ¹	x	x	střední	nízké
<i>Abies alba</i> ¹		x	nízká	střední
<i>Populus tremula</i> ²	x	x	vysoká	střední
<i>Populus nigra</i> ²	x		vysoká	vysoké
<i>Salix spp.</i> ²	x		vysoká	vysoké
<i>Acer pseudoplatanus</i> ¹	x	x	vysoká	vysoké
<i>Ulmus glabra</i> ¹	x	x	střední	vysoké
<i>Sorbus aucuparia</i> ¹		x	střední	nízké
<i>Sorbus torminalis</i> ¹		x	nízká	vysoké
<i>Acer campestre</i> ¹	x	x	vysoká	vysoké
<i>Ulmus minor</i> ²	x	x	vysoká	vysoké
<i>Ulmus laevis</i> ²	x	x	vysoká	střední
<i>Alnus incana</i> ²	x		vysoká	vysoké
<i>Populus x canescens</i> ²	x		vysoká	vysoké
<i>Carpinus betulus</i> ¹		x	střední	střední
<i>Sorbus aria</i> ²		x	nízká	vysoké
<i>Betula pubescens</i> ²	x		vysoká	nízké
<i>Fagus sylvatica</i> ¹		x	nízká	nízké
<i>Betula pendula</i> ¹		x	střední	nízké
<i>Alnus glutinosa</i> ¹	x		vysoká	střední
<i>Populus alba</i> ²	x		vysoká	vysoké
<i>Tilia platyphyllos</i> ¹		x	nízká	vysoké
<i>Sorbus domestica</i> ¹		x	nízká	vysoké
<i>Acer platanoides</i> ¹	x	x	vysoká	vysoké
<i>Quercus robur</i> ¹	x	x	vysoká	nízké
<i>Quercus petraea</i> ¹		x	nízká	nízké
<i>Prunus padus</i> ²	x		vysoká	vysoké
<i>Prunus avium</i> ²		x	nízká	vysoké
<i>Malus sylvestris</i> ²	x	x	vysoká	vysoké
<i>Pyrus pyraeaster</i> ²	x	x	vysoká	vysoké
<i>Tilia cordata</i> ¹		x	vysoká	střední

¹ BaSIS (Taeger et al. 2016a, Taeger et al. 2016b); ² Walentovský et al. (2004)

Mitchell et al. (2016) vypracovali rozsáhlou studii se zaměřením na alternativní dřeviny namísto jasanu. Přistoupili k problému třemi metodami. Dle posouzení ekosystémových funkcí náhradních dřevin (rozklad opadu, tvorba hrabanky a vliv na chemismus půdy) nejlépe zastupují jasanu: *A. pseudoplatanus*, *A. campestre*, *A. glutinosa*. Zatímco *Fagus sylvatica*, *Q. robur/petraea*, *Sorbus aucuparia* a *Prunus avium* se jeví jako nejméně vhodné. *T. cordata*, *B. pubescens/pendula*, *Populus tremula* jsou hodnoceny jako středně vhodné. Druhou metodou bylo posouzení vlivu náhradní

dřeviny na biodiverzitu, takto byly nejlépe hodnoceny: *Q. robur/petraea*, *F. sylvatica*, *A. pseudoplatanus*; méně vhodné: *A. glutinosa*, *B. pubescens/pendula*, *P. tremula*, *S. aucuparia*; nejméně vhodné: *P. avium*, *T. cordata*, *A. campestre*. Při ohledu na druhy vázané pouze na jasan, se jako nevhodnější alternativa ukázaly: *Q. robur/petraea*, *P. tremula*, *A. pseudoplatanus*; méně vhodné: *S. aucuparia*, *T. cordata*, *F. sylvatica*, *A. glutinosa*; nejméně vhodné: *B. pubescens/pendula*. Třetím přístupem bylo metoda založená na kombinaci předchozích dvou, kde byly brány v potaz ekosystémové funkce i otázka zachování biodiverzity původních společenstev. Třetí metodou dospěli autoři k pravděpodobně nejvhodnější alternativě za odumírající jasan: *A. pseudoplatanus*, *A. glutinosa*, *A. campestre*. Nejméně vhodné jsou naopak: *T. cordata*, *F. sylvatica*, *P. avium*. Pro studii byly v ohledu na vázané druhy (biodiverzitu) použity skutečnosti týkající se Velké Británie, ekosystémové funkce jsou u jasanu stejné pro celou Evropu. Přičemž Pyatt et al. (2001), Perks et al. (2007), Ray et al. (2014) uvádějí, že stejné studie lze provést s použitím dané metodiky pro jakoukoliv oblast při použití místních údajů o vázaných druzích na jasan.

3.16 Ekonomický dopad choroby

Nekróza jasanu svými dalekosáhlými důsledky ovlivňuje nejen ekologickou stránku přírodního prostředí, ať už lesního nebo nelesního, ale v pojetí lidské populace se začíná výrazně projevovat jako jev ekonomický. Mimořádný ekonomický dopad se projevuje v mnoha oblastech lidské činnosti, jeho celkové vyčíslení je však problematické. Primárně jej lze rozdělit na přímé škody a další náklady vynaložené na nutná opatření (obnova porostů a jejich výchova, nákladnější pěstební opatření ve školkách, řešení problémů v městských výsadbách, volné krajině a břehových porostech, náhrada a údržba stromů – arboristické zásahy; Černý et al. 2016).

Dopad na lesnictví lze usuzovat už z údajů o celkovém zastoupení jasanu v ČR, kdy Černý et al. (2016) uvádí jako celkovou porostní plochu jasanu v ČR 36 543,94 ha, zásobu 7 021 600 m³, roční těžbu 11580 m³ a střední věk 61 let. Přičemž se předpokládá, že se nejvyšší ekonomický dopad projeví v PLO 35, 17, 34 (Dolnomoravské úvaly, Polabí, Hornomoravský úval), kde je dohromady přibližně 33,4 % celkové plochy jasanu v ČR. Navíc nelze odhadnout, jaký vývoj bude mít choroba do budoucna a jak závažný dopad to způsobí (Černý et al. 2016).

Hlavní dopady, které lze alespoň rámcově vyčíslit je ztráta na dřevní hmotě (odumírání jedinců) a snížení přírůstu. Skovsgaard et al. 2017 upozorňuje také na možnost změny technických vlastností dřeva (týká se mladých porostů, které budou tvořit hmotu už pod vlivem patogenu). Thomsen and Jorgensen (2011) ve své studii prokázali úbytek na přírůstu cca o jednu polovinu, Vacek et al. (2015) dokonce pozorovali až trojnásobný pokles přírůstu. Černý et al. (2016) zmiňují, že v porovnání s dubem byl jasan dokonce výnosnějším artiklem (z důvodu dvojsečného hospodaření jasanu s dubem). Cena kulatiny jasanu v jakostní třídě IIIA/B na odvozním místě se pohybuje v relacích 2 500–3 000 Kč/m³ (Černý et al. 2016), odumření stromů vede k posunu kulatiny z této třídy do třídy V a VI, tzn. k poklesu hodnoty o cca 60 % (snížení ceny o 2 000 Kč/m³ na odvozním místě). Porosty s akutním ohrožením jsou mýceny ve stadiu tyčovin, tzn. hmota jakostní třídy IV-VI, což se projeví cca 50% výtěží hmoty a dalším poklesem hodnoty o 10 % (Černý et al. 2016).

Dalším dopadem na snížení kvality (hodnoty) dříví jsou vady způsobené infekcí kmene (diskolorace, tvrdé a měkké hniloby, povrchové poškození lýkohuby). Uvedená poškození mohou vést k posunu dřevní hmoty ze třídy III A/B (a vyšších) do III C až D, což by odpovídalo ekonomické ztrátě cca 30–50 % (tj. až 1 000 – 1 500 Kč/m³ na odvozním místě). V extrémních případech mohou hniloby degradovat dříví až do jakostní třídy VI (palivové dříví; Černý et al. 2016).

Celkové škody by v nejhorším uvažovaném případě mohli dosáhnout 85-110 mil. Kč ročně (vztaženo k příslušné části objemu těžeb), z toho 30-35 mil. Kč v PLO 35, 17, 34. Aktuálně jsou škody pravděpodobně nižší. Lze uvažovat, že vzhledem k trendu šíření a dopadu choroby se v horizontu jedné až dvou dekád vyšplhají na faktickou úroveň cca 50 mil. Kč ročně (za předpokladu poškození 50 % hmoty; Černý et al. 2016).

Dlouhodobá perspektiva je jen hrubým odhadem, vzhledem k zastoupení *F. excelsior* a *F. angustifolia* v porostech nad 60 let o rozloze 22 500 ha (o stávající zásobě přes 5,8 mil. m³), lze předpokládat škody v průběhu následujících dvou decenií v mýtních porostech v řádu stovek mil. korun (Černý et al. 2016).

Je nutné uvažovat i škody v předmýtních porostech a v mlazinách, kde budou vynakládány investice na úpravu druhového složení, častější probírky (i nahodilé), jejichž výše závisí na stáří porostu, podílu jasanu a jeho poškození. Odhad vícenákladů lze uvažovat ve výši maximálně cca 10-15 tis. Kč/ha. V případě vhodného využití alternativních dřevin lze ztráty snížit (Černý et al. 2016).

Další významnou položkou jsou náklady na rekonstrukce silně zasažených porostů (náklady na zalesnění, zajištění porostů a dosavadní výchovu), které přišli v niveč. Lze je vyčíslit na cca 200 tis. Kč/ha. Rekonstrukce je možno uvažovat na cca 6 760 ha mlazin a tyčkovin s podílem jasanu nad 50 %, z toho zhruba polovina porostů se nachází na nejohroženějších typologických stanovištích. V případě rekonstrukce jen 10 % výše uvedených porostů, lze odhadovat ztráty na 65 mil. Kč. Realita může být horší a ztráta tudíž vyšší (Černý et al. 2016).

Celkový konečný ekonomický dopad nelze vyčíslit, vhodnými opatřeními (probírky, alternativní dřeviny, pěstování odolných genotypů) lze jeho výši výrazně snížit. I tak budou celkové ekonomické ztráty 10-50 % v závislosti na úspěšnosti hospodářských opatření, tzn. jen v luzích ztráty v řádu milionů až desítek milionů ročně (Černý et al. 2016).

V kontrastu k ztrátám povede pravděpodobně vývoj těžeb v dalších deceniích (po snížení objemu nahodilých těžeb) k postupnému zvyšování ceny jasanového dříví, což by mohlo působit jako stimul k hledání alternativních cest k úspěšnému pěstování jasanu v budoucnosti (Černý et al. 2016).

Náklady na nezbytná opatření (zajištění bezpečnosti, sanace, nové výsadby, ...) v intravilánech, břehových a jiných výsadbách jsou ještě vyšší než škody v lesnictví. Ekonomické škody mimo les, zastoupené hlavně společenskými a ekologickými funkcemi jsou nevyčíslitelné (Černý et al. 2016).

3.17 Hlavní ideje pro udržení populací jasanu

Po mnoho minulých let bylo klíčovým doporučením ponechávání relativně odolných jasanů ve všech zasažených porostech formou postupných negativních zdravotních probírek (Juodvalkis 2003; Riepšas 2009; Bakys et al. 2013; De Haeck et al. 2013; Kirisits 2013a; Metzler et al. 2013; Skovsgaard 2013; Kirisits and Freinschlag 2014, 2015; Longauer 2015; Rosenvald et al. 2015; Kirisits and Cech 2016; Kirisits et al. 2016). Zkušenosti s touto praxí byli neuspokojivé hlavně z ekonomického hlediska, přesto mají zmíněná opatření smysl v zachování odolnějších genotypů a je žádoucí provádět pokusy s těmito probírkami i nadále (McKinney et al. 2011; Bakys et al. 2013; McKinney et al. 2014; Lobo et al. 2014; Kirisits and Freinschlag 2015; Rosenvald et al. 2015; Vacek et al. 2015; Kirisits and Cech 2016).

Skovsgaard et al. (2010, 2013) navrhuje fyto-sanitární opatření a klade důraz na výchovu mladých smíšených porostů k získání odolných jedinců. Juodvalkis (2003) a Riepišas (2009) dodávají, že velká část z ponechávaných zdánlivě odolných jedinců podlehne infekci v následujících letech. Problém mortality v intenzivně probíraných porostech popisují Bakys et al. (2013), jedná se o rozvoj *Armillaria* sp. v důsledku poškození stromů těžbou, Pankuch et al. (2003) vidí řešení v šetrném provádění probírek, snížení mechanického a fyziologického poškození jedinců. Otázkou zůstává, zda není odolnost jasanů závislá na jejich věku, ve smyslu, zda jsou rezistentní genotypy dostatečně odolné i ve stadiu zmlazení a nepodlehnu tak infekci (Muñoz et al. 2016).

Náchylnost mladších jedinců na odumírání popisují i Skovsgaard et al. (2010). Muñoz et al. (2016) uvažují nad možnostmi úspěšného výběru vhodných klonů, jednou možností je výběr již ve školkách, další je výsadba vyššího počtu jedinců na ha než je obvyklé a realizace následné selekce až na místě. Oboje však vede k hlavnímu problému, kterým je zužování genetické variability budoucích porostů, což může být kontraproduktivní při ohrožení jasanů jinou chorobou, proto je třeba kombinovat zájem v odolnosti genotypů (klonů) proti *H. fraxineus* s dalšími zájmy (odolnost vůči dalším patogenům; Muñoz et al. 2016). A proto by paušální odstraňování celých porostů, bez náležité selekce zdravých jedinců s minimálně zasaženou korunou a bez bazálních nekrot, bylo neuvážené. Ponechání odolnější jedinci mohou být základem rekonstrukce populací *ex situ*.

Podstatnou myšlenku uvádí Kjær et al. (2017), je třeba hledat odolné jedince hlavně v silně postižených porostech s vysokým infekčním tlakem patogenu, kteří nevykazují příznaky ani za daných podmínek. Přičemž bude nezbytné slevit na hledisku hospodářské vhodnosti (průběžný kmen, zavětvenost, ...), aby nedošlo k přílišné ztrátě genetické variability, nehledě na fakt, že odolných jedinců je nedostatek (Kjær et al. (2017) v Dánsku evidují zatím 3500 stromů), není možné zužovat výběr dalšími kritérii. McCracken et al. (2017) zmiňují probíhající projekt pokusných výsadeb cca 155 000 jasanů na ploše 48 ha ve Velké Británii, kde jsou prováděny genetické testy odolnosti a rezistence a pokusné výsadby do infikovaných prostředí několika proveniencí jasanů z celé Evropy. Zatím testy ukazují uspokojivé výsledky a naději pro Evropské populace. Jiným řešením může být i vegetativní množení Douglas et al. (2017).

Pliūra (2011) vytvořil metodiku vícestupňových výběrů pro identifikaci nadějných jedinců vhodných jako základ pro budoucí generaci jasanů. Dále Pliūra

(2012) ve svém doporučení popisuje postup k vytváření vhodných semenných sadů jasanů, které mohou být nadějí pro zachování druhu, zároveň prostředkem ke studování různých proveniencí a genotypů jasanů, případně k jejich křížení a dalším studiím. Jiným řešením by mohlo být zkřížení *F. excelsior*, *F. angustifolia* s odolnými cizokrajnými (asijskými) druhy jasanu *F. mandshurica* (Muñoz et al. 2016; Heinze et al. 2017).

Muñoz et al. (2016) se přidávají ke společnému současnému názoru, neexistuje úplná rezistence jasanu proti *H. fraxineus*, ale existuje významná variabilita v částečné rezistenci, která je dědičná. Enderle et al. (2017) provádějí výzkum možnosti využití přirozené obnovy jasanu, její úspěšnost a odolnost, existuje potenciál v přirozené selekci jako naděje na záchranu druhu, je nutné se problematice nadále věnovat. Existuje několik hypotéz, jak obstojí jasanové populace panevropskou invazi *H. fraxineus*. Nabízí se myšlenka, že by po nejvyšší amplitudě dopadu mohly přežít fragmenty populací, mezi kterými by se choroba už nebyla schopna šířit a také denzita inokula by nepřekročila hranici potřebnou k infikování odolnějších genotypů (Heinze et al. 2017). V mnoha národních parcích se nacházejí původní přirozené populace jasanů s nezúženým genofondem, které mohou být budoucím zdrojem odolnějších populací (Heinze et al. 2017). Potenciál mají i staleté stromy u zemědělských usedlostí po celé Evropě nebo izolované populace v pohořích jižní Evropy (jižní Španělsko, Itálie, Sicílie, Řecko, Turecko), které by mohli být základem budoucích populací pěstovaných mimo vliv *H. fraxineus* (Heinze et al. 2017). Hlavní potenciál vidí Jönsson and Thor (2012) v průzkumech původních rozvolněných porostů a jejich diverzity. V populaci jasanů se nachází dostatečná základna pro přirozený nebo asistovaný výběr odolných jedinců, záleží na koevoluci hostitele a patogenu, přičemž je těžké odvodit budoucí výsledek vývoje obou zúčastněných stran, u náchylných genotypů dojde k přirozené eliminaci (Salvaudon et al. 2008; Muñoz et al. 2016). McKinney et al. (2011) pochybují o existenci účinného opatření proti odumírání jasanů a naznačují možnost, že se jeho populace úplně zhroutí.

V případě kritického snížení početnosti populace hostitele mohou všechny faktory ohrožující jasan vyumizet a může dojít k rekonvalescenci populací (Jönsson and Thor 2012). V případě uvolnění vlhkých nik po jasanech (vznik přírodních pasek) na úrodných půdách může přispět k zvýšení biodiverzity v lesích (Heilmann-Clausen and Bruun 2013). Oproti tomu Pautasso et al. (2013b) upozorňuje na možnost exploatace nežádoucích nepůvodních druhů (*Ailanthus altissima*, *Robinia pseudacacia*). Heilmann-

Clausen and Bruun (2013) zmiňuje přirozenost projevu vymírání na základě přemnožení patogenu, problém je v tomto případě nepůvodnost *H. fraxineus*, takže důsledek může být dalekosáhlejší jako u podobných zavlečených patogenů v Severní Americe.

4 Metodika

První část metodiky se zaměřuje na monitoring nekrózy jasanů způsobované patogenem *H. fraxineus* s cílem inventarizovat vybrané porosty, zjistit jejich zdravotní stav (viz kap. 4.1). Druhá část (viz kap. 4.2). Metodika hodnocení poškození zdravotního stavu porostů s ohledem na nekrózu jasanů způsobované patogenem *H. fraxineus* je částí metodiky, kde je uveden systém hodnocení stavu jasanů, na kterou navazuje aplikační část metodiky ve smyslu lesnických zásahů v porostech napadených nekrózou jasanů (viz kap. 4.3).

4.1 Terénní monitoring nekrózy jasanů

Hodnocení poškození zdravotního stavu jasanových porostů s ohledem na nekrózu jasanů způsobované patogenem *H. fraxineus*, bylo provedeno na 434 porostech. Z toho 100 jasanových porostů na lokalitách LS Strážnice (40 porostů), LS Prostějov (33 porostů), LS Luhačovice (18 porostů), Rokytnice nad Jizerou – KRNAP (8 porostů), Byzhradec (1 porost) v rámci bakalářské práce autora v roce 2014 až 2015. Dále 235 porostů v rámci práce diplomové v letech 2015-2016 (dle lokalit: KRNAP 85, 1 LS Černá Hora, 48 LS Český Rudolec, 5 LS Strážnice, 36 na LS Šternberk, 60 na LS Židlochovice. Pro rozšíření datového základu byla do srovnání zahrnuta data z 99 porostů hodnocení kolegy Ladislava Fuchse získaná v rámci jeho bakalářské práce v roce 2016 (10 porostů na lokalitě Červená Voda, 34 porostů na LS Lanškroun, 30 porostů na LS Hanušovice, 25 na LS Ruda na Moravě). Zdravotní stav zmlazení (podmíněn přítomností přirozeného zmlazení) byl posuzován celkem u 109 porostů (z toho 80 porostů zhodnotil autor, 29 porostů Ladislav Fuchs). Terénní zápisník a souhrn porostů jsou uvedeny v tabulkách v příloze (viz Příloha práce CD-ROM soubor Data monitoring, list č. 1. Terénní zápisník a list č. 2. Souhrn databáze porostů; na deskách diplomové práce).

4.1.1 Výběr porostů

Porosty určené k hodnocení poškození zdravotního stavu jasanů vlivem infekce *H. fraxineus* na území jednotlivých lesních správ a lesního závodu LČR s. p. (LS Strážnice, LS Prostějov, LS Luhačovice, LS Český Rudolec, LS Šternberk, LS Černá hora, LS Ruda na Moravě, LS Hanušovice, LS Lanškroun, LZ Židlochovice), na

majetku Obecních lesů Červená Voda, v neposlední řadě na území KRNAP byly vybírány po konzultaci s jejich správci. Všechna data charakterizující porosty LČR s. p. byla získána za úplatu formou výpisu z hospodářských knih LČR s. p. v elektronické formě. Bezplatně byla poskytnuta data na základě povolení výzkumné činnosti na území Krkonošského národního parku a ve zvláště chráněných územích jeho ochranného pásma č. 70/2016 uděleného autorovi Michalu Prouzovi, charakterizující porosty na území KRNAP. Jedná se o porosty se zastoupením *F. excelsior* a *F. angustifolia* v rozmezí 5-100 %, Byl kladen důraz na výběr porostů, tak aby byly zastoupeny všechny věkové třídy rovnoměrně a bylo reprezentováno nejvíce různých SLT. Lesními správami a Správou KRNAP byly poskytnuty lesnické porostní mapy v měřítku 1 : 10 000 pro orientaci v lesních komplexech a dohledání porostů.

4.1.2 Hodnocení poškození zdravotního stavu

Po vyhledání porostu v terénu bylo zaznamenáno označení porostu (resp. porostní skupiny) dle hospodářské knihy daného LHC, GPS souřadnice a nadmořská výška pomocí autonavigace GARMIN. Dále byly pořízeny fotografie, co nejlépe vystihující stav porostu. Zdravotní stav porostu byl hodnocen dle metodiky „Hodnocení poškození zdravotního stavu jasanů s ohledem na napadení nekrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus*“ (Rozsypálek 2015; viz kap. 4.2). Bylo posouzeno vždy maximálně 100 jedinců hlavní etáže porostu, a pokud bylo přítomno zmlazení jasanu, tak bylo hodnoceno maximálně 50 jedinců zmlazení v každém porostu. Jednotlivé výsledky byly písemně zaznamenávány do tabulek terénního zápisníku a následně převáděny do elektronické podoby tabulek softwaru Microsoft Excel 2010 v rámci vyhodnocovacích prací, kde byly dále zpracovávány. Během hodnocení byly pořizovány fotografie charakteristických symptomů choroby a stromů zastupujících jednotlivé stupně poškození. Byly sledovány i ostatní faktory ovlivňující celkový zdravotní stav porostu (např. výskyt podkorního hmyzu, přítomnost plodnic dřevokazných hub, abiotická poškození, atd.)

4.1.3 Vyhodnocování dat z terénu

Všechna získaná data z terénu byla převedena do tabulek v elektronické podobě v programu Microsoft Excel 2010. Ke každému hodnocenému porostu (resp. porostní skupině) byly přiřazeny údaje z hospodářské knihy LHP k němu příslušné, doplněny

pozorované údaje z terénu a vlastní hodnocení jedinců v porostu dle metodiky hodnocení poškození zdravotního stavu s ohledem na nekrózu jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* (Rozsypálek 2015). K jednotlivým hodnotám byl vypočítán průměr hodnocení zvlášť za hlavní etáž a za zmlazení, který reprezentuje zdravotní stav porostu. 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) byly 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 ($\alpha=0,05$). Jedná se o grafy porovnání závislosti stupně poškození porostu na faktorech prostředí (SLT, ekologická řada, edafická kategorie, lokalita, LVS, nadmořská výška), vlastnostech porostu (druh jasanu, věk, zastoupení jasanu, zakmenění, hlavní etáž/zmlazení, smíšení, způsob smíšení, původ porostu – způsob obnovy). Výsledky vyhodnocovacích prací ve formě grafů jsou uvedeny ve výsledcích práce a rozebrány v diskuzi. Dále byl vytvořen přehled podílu jedinců potenciálně určených k odstranění v hodnocených porostech dle aplikační části metodiky (viz kap. 4.3) formou tabulky (věkové stupně 10-14+ byly sloučeny v jednu kategorii z důvodu jejich nedostatku a lepší reprezentativnosti).

4.2 Metodika hodnocení poškození zdravotního stavu porostů s ohledem na nekrózu jasanů způsobovanou patogenem H. fraxineus

Základ metodiky hodnocení zdravotního stavu jasanů poškozovaných infekcí patogenem *H. fraxineus* byl vytvořena Ing. Jiřím Rozsypálkem v průběhu let 2011-2014 (Rozsypálek 2015). Následně byla metodika dopracována, byla ověřena její přesnost a doplněna aplikační část pro lesnickou praxi, kterou vytvořil Bc. Michal Prouza (Prouza 2015).

4.2.1 Vymezení počtu inventarizačních ploch

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. 4.2.2) 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.

4.2.2 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 zmlazení 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.

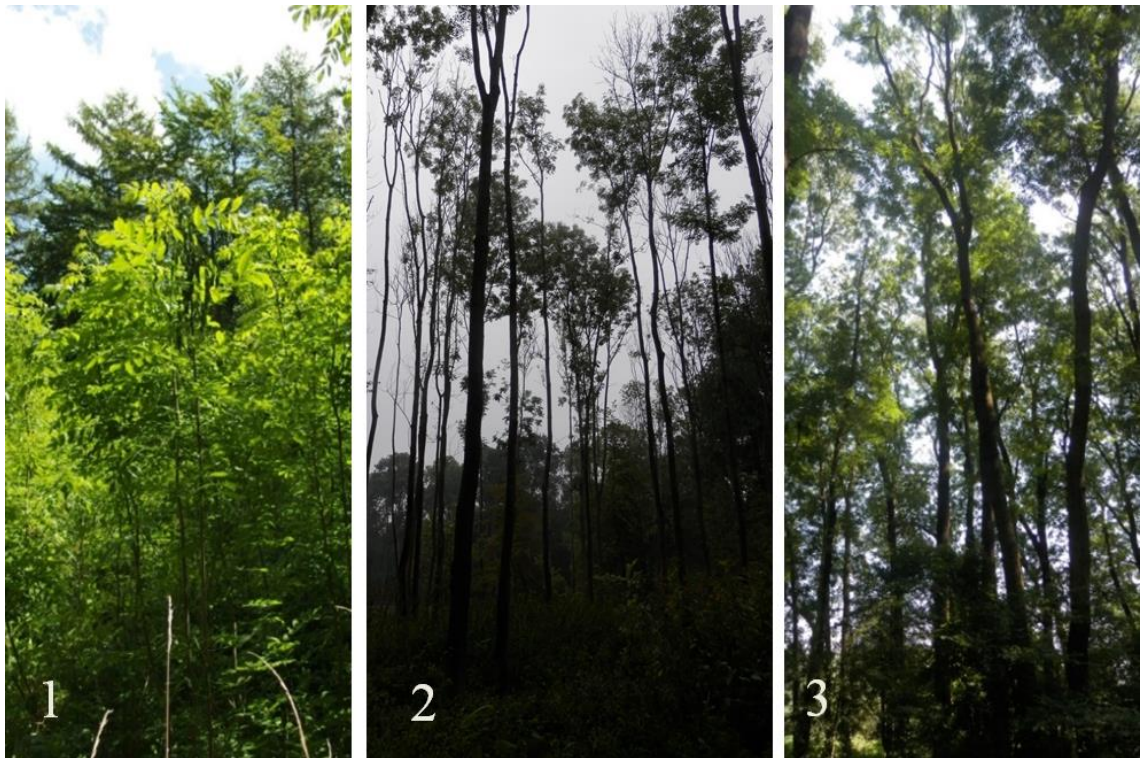
4.2.3 Vlastní hodnocení poškození

Hodnocení poškození je založeno na vizuálním posouzení projevu infekce a přiřazení stupně poškození ke konkrétnímu jedinci. Vzhledem k výrazně odlišným možnostem kontroly a závažnosti jednotlivých symptomů infekce v závislosti na věku hodnocených dřevin je metodika rozdělena podle stadia jedince (porostu) na tři kategorie: Mladí jedinci, Dospívající jedinci, Dospělí jedinci. Ke každému stadiu je vytvořena škála deseti stupňů poškození, charakterizující zdravotní stav vzhledem k projevu infekce.

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 (viz Obr. 15; část 1).

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 (viz Obr. 15; část 2).

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* (viz Obr. 15; část 3).



Obr. 15: Kategorie metodiky: (1) *Mladí jedinci*; (2) *Dospívající jedinci*; (3) *Dospělí jedinci* (Rozsypálek 2015; Prouza 2015).

4.2.4 Popis stupňů hodnocení dle kategorií jedinců

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 koruna 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 vyvětřování 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 prostupuje od spodních částí koruny až k vrcholu. V hojné 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 tvořená 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 nekroz 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).

4.2.5 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, přírůst 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 (viz Obr. 16).



Obr. 16: Sekundární výhony na kmeni (Rozsypálek 2015).

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 (viz Obr. 17).



Obr. 17: Letošní podkorní nekróza (Rozsypálek 2015).

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 hnědočernou 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 nekróz 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 (viz Obr. 18).



Obr. 18: Nekrózy na kmeni: (1) letošní nekróza; (2) loňská nekróza (Rozsypálek 2015).

Větvení:

Terminál

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

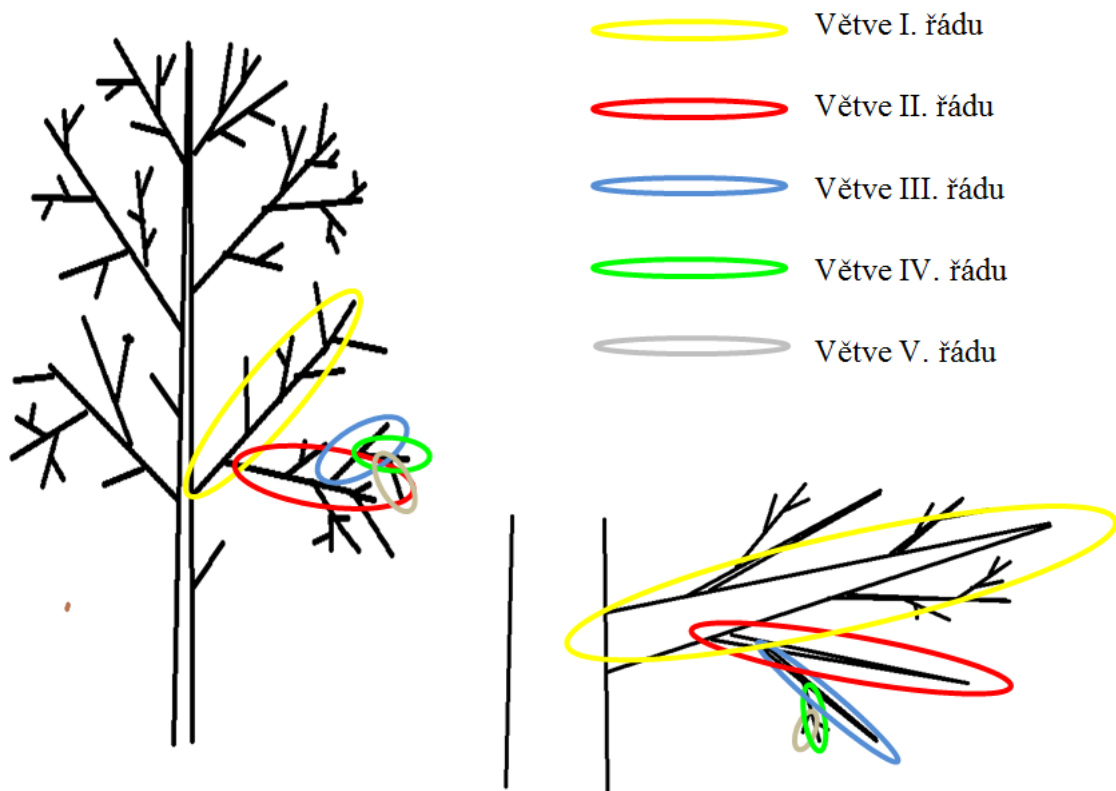
Primární výhony

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).

Větve I., II., III., IV., V. řádu (viz Obr. 19.)



Obr. 19: Větve I. až V. řádu (Prouza 2015).

4.3 Aplikační část metodiky

Návrh lesnických hospodářských opatření v jasanových porostech na základě zhodnocení jejich zdravotního stavu dle předchozí kapitoly 4.2. Metodika hodnocení poškození zdravotního stavu porostů s ohledem na nekrózu jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus*.

Základem opatření je kontrola porostů každých 3-5 let, především porostů předmýtních. Při podezření na změnu zdravotního stavu je třeba porost znovu zhodnotit a provést adekvátní zásah, důsledně eliminovat jedince se špatným zdravotním stavem. U běžných výchovných zásahů v porostech snížit intenzitu s ohledem na možné zhoršení zdravotního stavu v budoucnu. A mimo jiné změnit způsob zakládání nových jasanových porostů.

4.3.1 Nové výsadby

Popis postupu

1. Důsledně dodržovat výsadbu jasanu na stanoviště jeho ekologického optima.

2. Sázet jasan ve směsi se zastoupením maximálně 25 %, smíšení skupinkovité, výchovou porostu dospět k jednotlivému smíšení, do směsi volit stanovištně vhodné dřeviny.
3. Při výsadbě zajistit sadební materiál z více rozdílných zdrojů, protože často jsou napadány výsadby z důvodu úzké genetické variability sadebního materiálu, tzn. celá výsadba je vypěstována ze semen několika málo jedinců. U provedených výsadeb je pak vysoká pravděpodobnost výskytu velkého počtu geneticky náchylných jedinců. Při větším počtu zdrojů je vyšší pravděpodobnost, že někteří jedinci budou odolnější vůči infekci.
4. Preferovat při obnově porostů obnovu přirozenou, jako výběrové stromy lze využít pouze jedince s hodnocením zdravotního stavu stupně 1 a 2 (odolné genotypy).

4.3.2 Porosty do fáze mlaziny (1-15 let)

Popis zásahu

V mladých růstových fázích porostu se zastoupením jasanu nad 90 % (viz Obr. 20) je nutno odstraňovat pomocí negativního výběru všechny napadené jedince zdravotního stavu stupně 4 až 10. Jedinci s hodnocením zdravotního stavu stupněm 4 až 10 jsou v porostech již nepřipustní z důvodu deformace růstu stromu a narušení růstové vitality. U jedinců s hodnocením 1 a 2 lze očekávat běžnou dřevní produkci, jedinci s hodnocením 3 již nedosáhnou kvalitní produkce, není narušena jejich vitalita růstu, mohou sloužit jako dřevina výchovná, případně výplňová. Je třeba se vyvarovat zbytečných rekonstrukcí porostů, ve kterých se vyskytuje větší podíl odolných jedinců. Zachovat odolné jedince i v případě, že jedinec pozbyde hospodářského významu ve smyslu dřevoprodukčním.



Obr. 20: *Jasanové porosty do fáze mlaziny (1-15 let); vlevo porost stáří 6 let s průměrem zdravotního stavu 5,1; vpravo porost stáří 8 let s průměrem zdravotního stavu 2,74 (LS Strážnice; Prouza 2015).*

1. Zdravotní stav porostu 1,0-2,0:

Zdravý porost, bez nutnosti zásahu. Běžné hospodaření, výchova by měla směřovat k budoucí přirozené obnově, zachování odolných jedinců. Doporučuje se ochrana porostu důslednou eliminací napadených jedinců jasanu v okolních porostech dle návrhu opatření podle stáří porostu.

2. Zdravotní stav porostu 2,1-3,0:

Porost slabě napadený. Odstranit jedince s hodnocením zdravotního stavu stupně 4 až 10. V případě dostatku stromů je vhodné přistoupit i k odstranění jedinců stupně hodnocení zdravotního stavu 3. Množství odstraňovaných jedinců odpovídá intenzitě prvního výchovného zásahu (do 20 %), který bude nahrazen negativním výběrem napadených jedinců, ustoupit od běžného postupu zásahu a zaměřit se pouze na zdravotní hledisko. U porostů ve stáří nad 10 let není třeba jiných opatření, u mladších je vhodné vylepšovat výsadbou stanovištně vhodných dřevin.

3. Zdravotní stav porostu 3,1-5,0:

Porost napadený. Odstranit jedince s hodnocením zdravotního stavu 4 až 10, negativní výběr při zásahu. Odstraňovaných poškozených jedinců je 30-50 %

z celkového počtu jedinců v porostu. U porostů stáří do 10 let se navrhuje odstranění výjimečně i jedinců s hodnocením zdravotního stavu stupně 3, z důvodu snazšího zajištění porostu pomocí vylepšování stanovištně vhodnými dřevinami, v dostatečně prořídlených porostech lze vysazovat i světlomilné dřeviny. U porostů starších 10 let odstranit jedince s hodnocením zdravotního stavu stupně 4 až 10, jedinci s hodnocením 3 plní funkci výchovnou. Po odstranění poškozených jedinců se podle plošného rozmístění ponechaných stromů navrhuje celoplošná podsadba stín snášejšími dřevinami v případě rovnoměrného rozmístění ponechaných stromů nebo tvorba kotlíků stanovištně vhodných dřevin v případě vzniku vhodných holých ploch.

4. Zdravotní stav porostu 5,1-10,0:

Porost silně napaden. Podíl jedinců s hodnocením zdravotního stavu stupně 4 až 10 je vyšší než 50 %, v případě odstranění i jedinců s hodnocením zdravotního stavu stupně 3 dojde k odstranění až 80 % jedinců v porostu. Nutná rekonstrukce porostu stanovištně vhodnými dřevinami, je vhodné zachovat jedince s hodnocením zdravotního stavu stupně 1 a 2 (jako podporu přirozeného zmlazování odolných jedinců) pokud se vyskytují, zpravidla se jedná o několik jedinců v porostu.

4.3.3 Porosty do fáze nastávající kmenoviny (16-79 let)

Popis zásahu

V porostu se zastoupením jasanu nad 90 % v růstových fázích od tyčkovin po nastávající kmenoviny (viz Obr. 21) odstraňovat jedince s hodnocením zdravotního stavu stupně 5 až 10. U jedinců s hodnocením zdravotního stavu stupně 1-3 lze očekávat běžnou produkci, u stupně 4 sníženou produkci, jedinci jsou stále životaschopní a plní svoji funkci v porostech. U jedinců stupně 5 a vyšší chybí zpravidla terminální výhon, nebo je narušena stavba koruny natolik, že nelze předpokládat kvalitní produkci a není pravděpodobné, že se jedinec dožije mytního věku.



Obr. 21: *Jasanové porosty do fáze nastávající kmenoviny (16-79 let); vlevo porost stáří 20 let s průměrným zdravotním stavem 8,08; vpravo porost stáří 50 let s průměrným zdravotním stavem 7,72 (LS Strážnice; Prouza 2015).*

1. Zdravotní stav porostu 1,0-2,0:

Zdravý porost bez nutnosti zásahu z pohledu zdravotního stavu. Běžné hospodaření. Jedinců s hodnocením zdravotního stavu stupně 5 až 10 jsou průměrně 3 % v porostu, k jejich odstranění dojde při běžném výchovném zásahu.

2. Zdravotní stav porostu 2,1-3,0:

Porost slabě napadený. Negativním výběrem odstranit jedince s hodnocením zdravotního stavu stupně 5 až 10, jedná se zpravidla o cca 10 % jedinců roztroušených po porostu, odstraněním nedojde k narušení původní struktury. Je možná běžná výchova porostu, doporučuje se však zásah menší intenzity vzhledem k možnosti zhoršení zdravotního stavu porostu.

3. Zdravotní stav porostu 3,1-4,0:

Porost napadený. Negativním výběrem odstranění všech jedinců s hodnocením zdravotního stavu stupně 5 až 10. Jedná se zpravidla o cca 20 % jedinců z porostu. V místech kumulace oslabených jedinců vznikají světliny, kde většinou sama nastupuje přirozená obnova stín snášejších dřevin, případně přistoupit k částečným podsadbám. Podíl odstraňovaných jedinců pokryje

běžnou intenzitu výchovných zásahů, při zásahu přednostně uplatňovat negativní výběr napadených jedinců, nevyklučuje se citlivě uvolňovat jedince s hodnocením zdravotního stavu stupně 1 a 2.

4. Zdravotní stav porostu 4,1-6,0:

Porost silně napadený. Odstranit negativním výběrem jedince s hodnocením zdravotního stavu 5 až 10. Jedná se o cca 50 % jedinců. Podle rozmístění ponechaných jedinců po ploše navrhnout systém částečné rekonstrukce (resp. přeměny) porostu (kotlíky, náseky) nebo systém plošných podsadeb stanovištně vhodnými dřevinami. Negativní výběr poškozených jedinců je vhodné kombinovat a pozitivním výběrem jedinců s hodnocením zdravotního stavu stupně 1 a 2, ty označit jako výběrové, zachovat i při přeměně, přičemž se nebere v úvahu běžné produkční hledisko výběru, upřednostňovat jedince s dobrým zdravotním stavem, na ostatní vady nepřihlížet.

5. Zdravotní stav porostu 6,1-10,0:

Porost zcela poškozen, jedinců s hodnocením zdravotního stavu stupně 5 až 10 je v porostu více než 50 % (průměrně 75 %). Nutná celková přeměna, zanechat pouze jedince s hodnocením zdravotního stavu stupně 1 a 2 jako výstavky. Je zde možnost přirozené obnovy, jedná se několik málo stromů v porostu (existuje možnost, že se jedná o geneticky odolné jedince).

4.3.4 Porosty ve fázi kmenoviny (80 a více let)

Popis zásahu

Dle zákona 289/1995 Sb. je možná v porostech ve stáří nad 80 let (viz Obr. 22) mýtní úmyslná těžba. V porostech se zastoupením jasanu nad 90 % se doporučuje systém přirozené obnovy clonnou sečí postupným uvolňováním vhodných jedinců nebo systémem ponechaných výstavků (při nedostatku zdravotně vhodných jedinců v mateřském porostu). K přirozené obnově lze využít pouze jedince s hodnocením zdravotního stavu 1 a 2, ostatní nevhodné zmýtit.



Obr. 22: Jasanové porosty ve fázi kmenoviny (80 a více let); vlevo porost stáří 92 let s průměrným zdravotním stavem 2,25; vpravo porost stáří 109 let s průměrným zdravotním stavem 2,39 (LS Strážnice; Prouza 2015).

1. Zdravotní stav porostu 1,0-2,0:

Téměř zdravý porost. Kombinovaným výběrem dojde k odstranění cca 20 % jedinců, což nahradí první fázi clonné seče. Porost má předpoklady k přirozené obnově vzhledem k dostatku zdravých jedinců.

2. Zdravotní stav porostu 2,1-4,0:

Porost napadený. Odstranit jedince s hodnocením zdravotního stavu stupně 3 až 10 současně s cíleným uvolňováním jedinců s hodnocením 1 a 2, dojde k odstranění cca 40-50 % jedinců. Problém nedostatku jedinců k clonné seči postupným uvolňováním jedinců, v případě nutnosti lze ponechat do nastoupení přirozené obnovy jedince stupně hodnocení 3, ale pouze v přípravné fázi clonné seče, v druhé fázi nutno odstranit a ponechat jen jedince stupně 1 a 2.

3. Zdravotní stav porostu 4,1-10,0:

Porost silně napaden. Nepředpokládá se výskyt jedinců se stupněm hodnocení zdravotního stavu 1-2. Nutné neprodleně zmýtit celý porost.

Pozn.: Při zásazích dodržovat Zákon 289/1995 Sb. (Lesní zákon), tzn. ve smyslu § 31, odst. 4 tohoto zákona: Provádět těžbu mýtní úmyslnou v lesních porostech mladších než 80 let je zakázáno; v odůvodněných případech může orgán státní správy lesů při

schvalování plánu nebo při zpracování osnovy nebo na žádost vlastníka lesa povolit výjimku z tohoto zákazu. Tzn. nutno žádat příslušný orgán Státní správy lesů o výjimku při plánování snížení zakmenění pod sedm desetin plného zakmenění u porostů, které nedosáhly věku 80 let.

4.3.5 Tabulková verze aplikační části metodiky

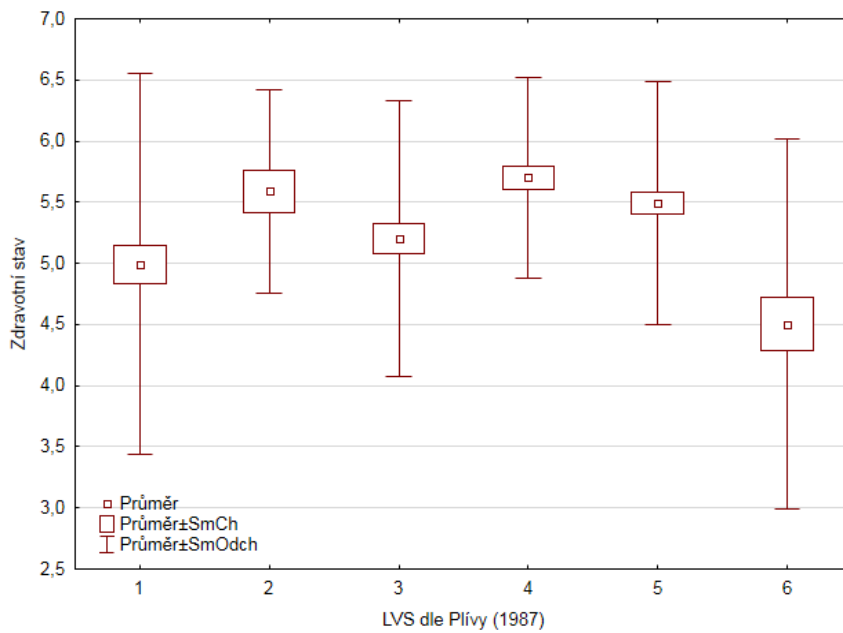
Celá aplikační část je ve zjednodušené verzi uvedena formou tabulky (viz Tab. 4).

Tab. 4: Aplikační část metodiky (Prouza 2015).

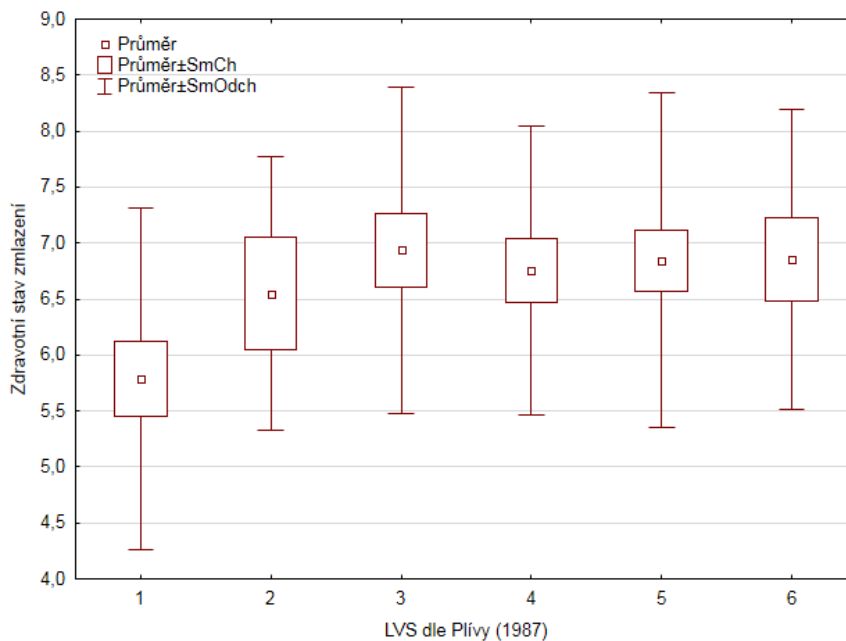
Aplikační část metodiky hodnocení poškození zdravotního stavu porostů s ohledem na nekrózu jasanu způsobovanou patogenem <i>Hymenoscyphus fraxineus</i>					
stadium porostu	filosofie výchovy	vhodní jedinci dle stupně zdravotního stavu	nehodní jedinci dle stupně zdravotního stavu	řešení stavu porostu	dopad zásahu ve smyslu zdr. stavu na porost vyjádřený množstvím odstaněných jedinců porostu a navrhovaný postup výchovy
nově zakládané	stanovištně vhodné dřeviny	1	2 až 10	zastoupení JS do 25 %, smíšené skupinkovitě, později jednotlivé, více zdrojů reprodukčního materiálu nebo přirozená obnova	x
mladé (do fáze mlaziny)	negativní výběr	1 až 3	4 až 10	vylepšování, doplňování popřípadě rekonstrukce dle intenzity napadení	1,0-2,0: bez zásahu
					2,01-3,0: odstranění až 30 % jedinců, běžný výchovný zásah nahradit negativním zdr. výběrem
					3,01-4,0: odstranění až 50 % jedinců - vylepšování, částečná rekonstrukce
					4,01-10,0: odstranění až 80 % jedinců - rekonstrukce, lze ponechat jedince s hodnocením 1 a 2, pokud se vyskytují
dospívající (do fáze dospívající kmenoviny)	kombinovaný výběr	1 až 4	5 až 10	podsadby, přeměny dle intenzity napadení	1,0-2,0: bez zásahu
					2,01-3,0: odstranění 10 %, jednotlivý výběr
					3,01-4,0: odstranění až 25 % jedinců, při kumulaci odstraňovaných jedinců vhodné pomítné podsadby
					4,01-6,0: odstranění až 50 % jedinců, vhodné celoplošné podsadby, nebo začít s postupnou přeměnou formou kotlíků atd.
					6,01-10,0: odstranění až 90 % jedinců porostu, přeměna, ponechat v případě výskytu jedince s hodnocením zdr. stavu 1 a 2
dospělé (kmenoviny)	pozitivní výběr	1 a 2	3 až 10	postup k přirozené obnově, clonné seče, výstavky	1,0-4,0: bez zásahu
					4,01-6,0: odstranění 30 % jedinců porostu, bez dalších opatření nebo podpořit přirozenou obnovu
					6,0-10,0: zmýtit 100 % jedinců
Pozn.: Při zásazích dodržovat zákon 289/1995 Sb. Lesní zákon, tzn. ve smyslu § 31, odst. 4 tohoto zákona nutno žádat příslušný orgán Státní správy lesů o výjimku při plánování snížení zakmenění pod sedm desetin plného zakmenění u porostů, které nedosáhly věku 80 let.					

5 Výsledky

5.1 Porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nektrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* vzhledem k LVS dle Plívy (1987), respektive k nadmořské výšce

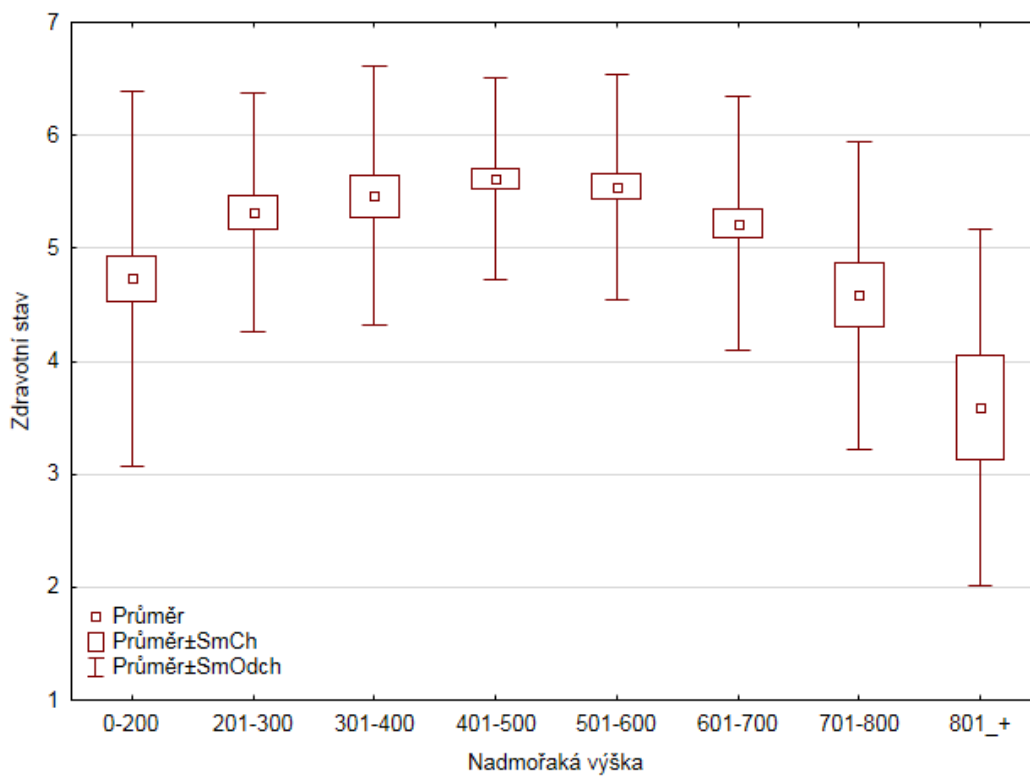


Obr. 23: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k LVS dle Plívy (1987)

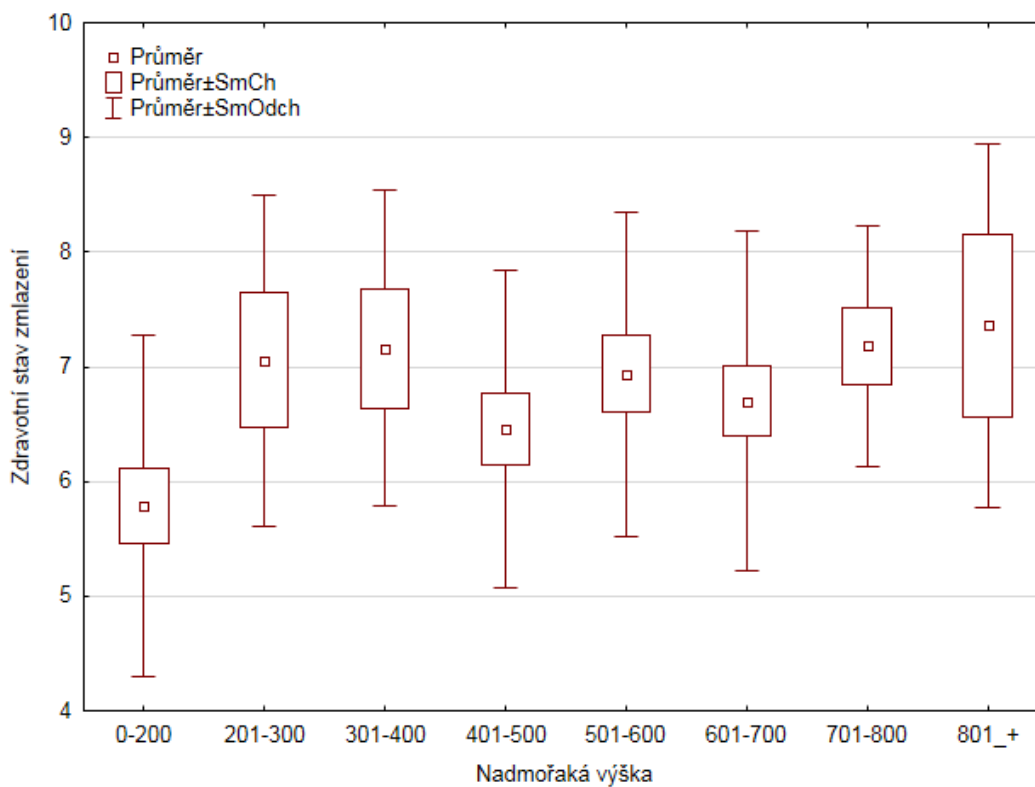


Obr. 24: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (zmlazení) vzhledem k LVS dle Plívy (1987)

Nebyla prokázána statisticky významná závislost intenzity poškození zdravotního stavu jasanů hlavní etáže ve vztahu k LVS dle Plívy (1987), viz Obr. 23. Lze ale pozorovat pozvolný pokles poškození zdravotního stavu jasanu od 4. LVS (bukového) do 6. LVS (smrko-bukového). V porovnání zdravotního stavu zmlazení (viz Obr. 24) také nebyl prokázán statisticky významný vztah mezi intenzitou poškození zdravotního stavu jasanů a LVS dle Plívy (1987), lze pozorovat mírně lepší zdravotní stav zmlazení v 1. LVS (dubovém).



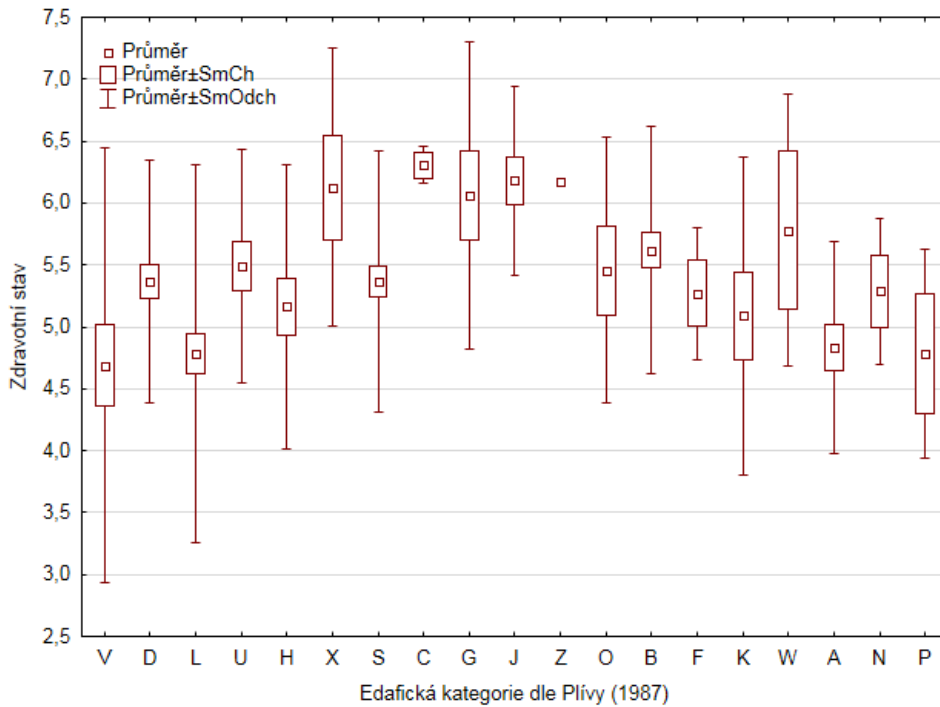
Obr. 25: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k nadmořské výšce



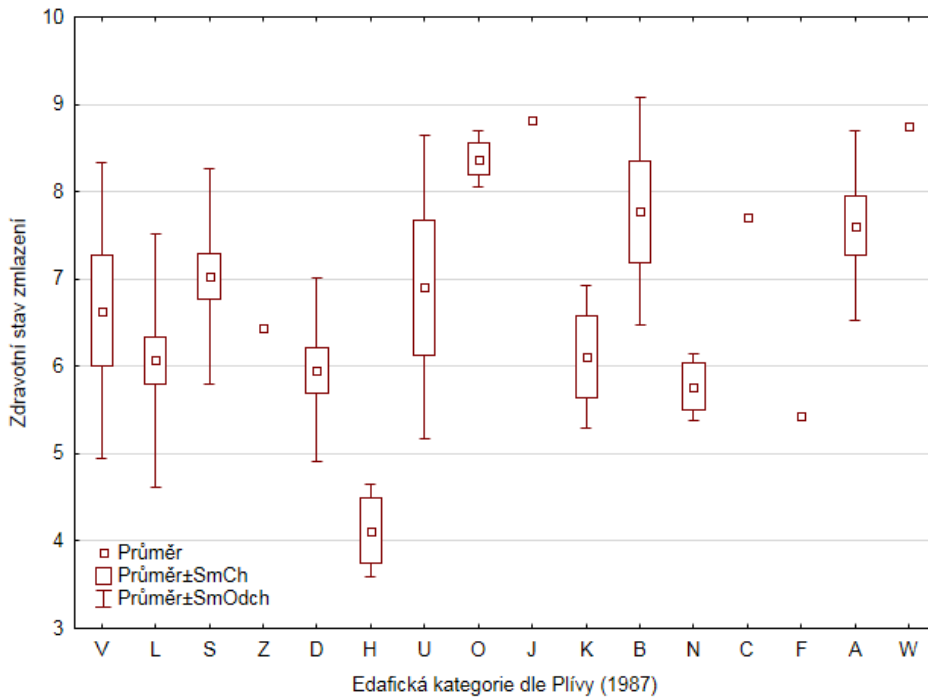
Obr. 26: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (zmlazení) vzhledem k nadmořské výšce

Poškození zdravotního stavu vzhledem k nadmořské výšce, vyjádřené intervaly nadmořských výšek pro lepší interpretaci, vykazuje u hlavní etáže mírný trend zhoršování zdravotního stavu od nejnižších nadmořských výšek až do 400 m n. m., dále je patrný trend zlepšujícího se zdravotního stavu s rostoucí nadmořskou výškou nad 400 m n. m. výše (viz Obr. 25), nejmenší poškození vykazují porosty v nadmořských výškách nad 700 m n. m. V poškození zdravotního stavu zmlazení nelze pozorovat žádný trend (viz Obr. 26).

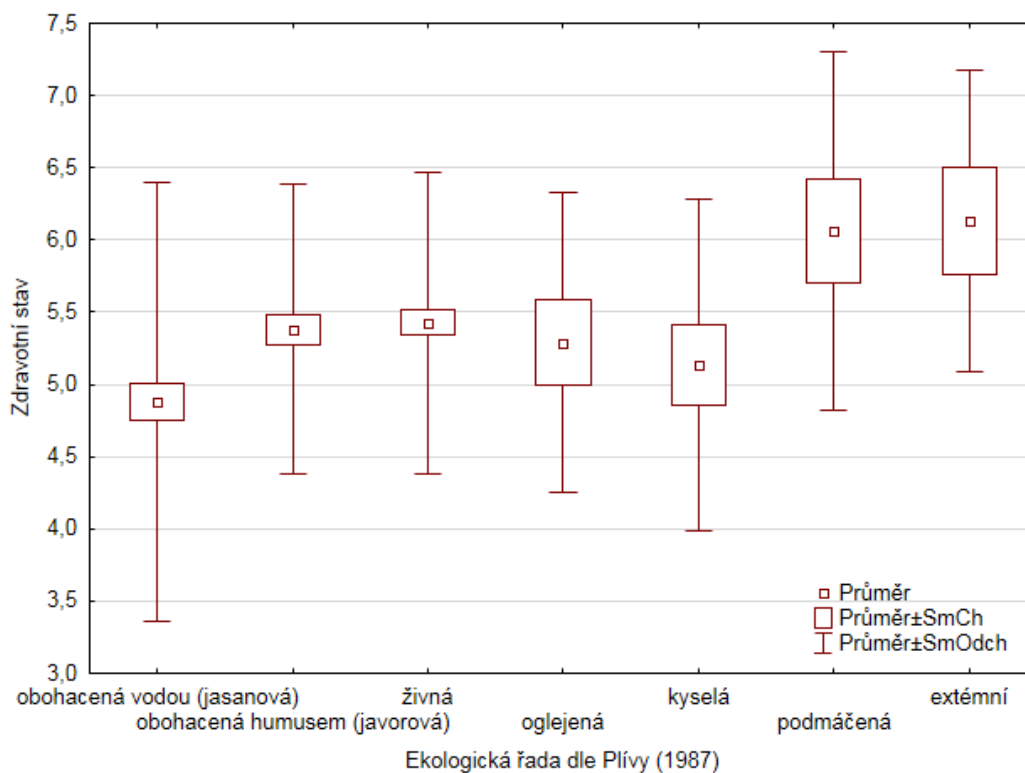
5.2 Porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nektrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* vzhledem edafickým kategoriím a ekologickým řadám dle Plívy (1987)



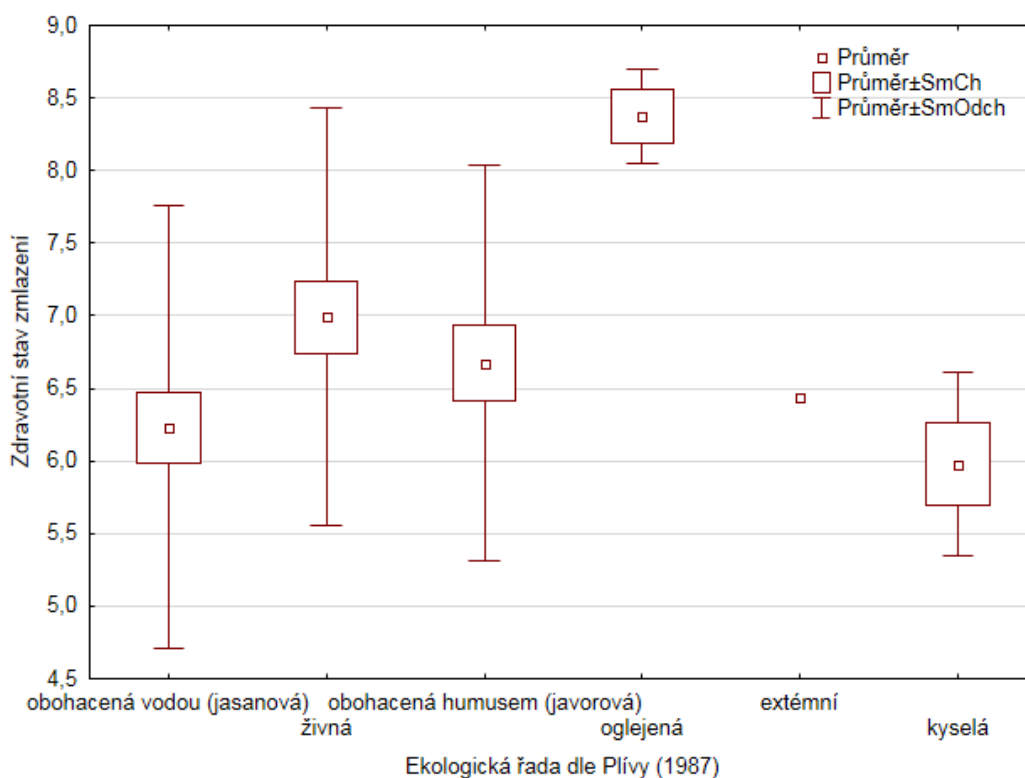
Obr. 27: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k edafickým kategoriím dle Plívy (1987)



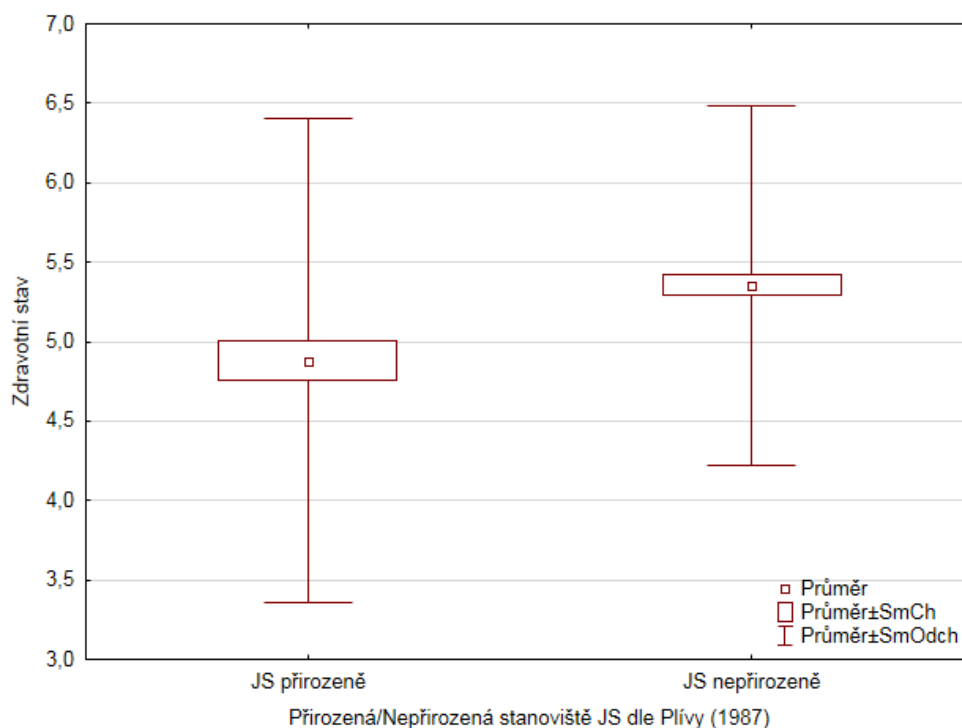
Obr. 28: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (zmlazení) vzhledem k edafickým kategoriím dle Plívy (1987)



Obr. 29: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k ekologickým řadám dle Plívy (1987)



Obr. 30: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (zmlazení) vzhledem k ekologickým řadám dle Plívy (1987)



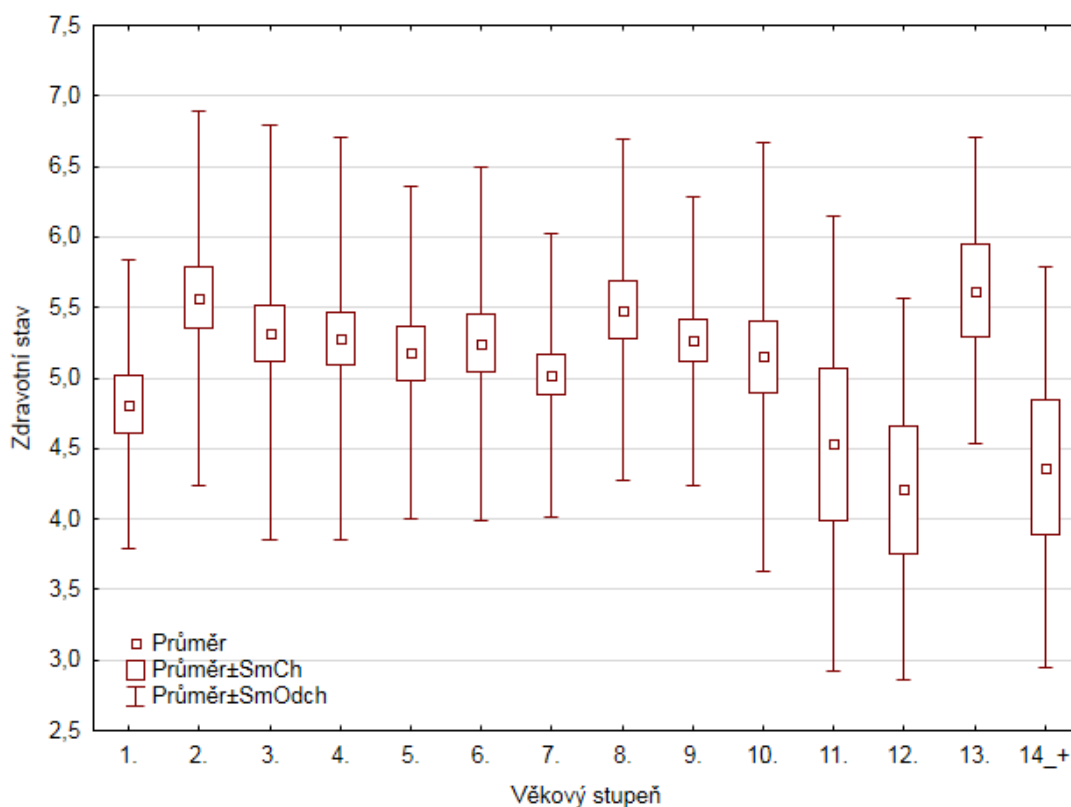
Obr. 31: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k přirozenosti stanoviště vzhledem k SLT dle Plívy (1987)

V rámci porovnání poškození zdravotního stavu jasanu vzhledem k edafickým kategoriím dle Plívy (1987) nebyla nalezena signifikantní závislost mezi hodnocenými edafickými kategoriemi a úrovní zdravotního stavu jasanu. Lze pozorovat jen mírné rozdíly mezi poškozením. Kdy nejvyšší poškození vykazují porosty na stanovištích edafické kategorie X (xerothermní), C (citlivá), J (javořiny) a G (gleje). Naopak nejnižší poškození vykazují porosty edafických kategorií A (acerózní), V (vlhká), L (luhy) a P (pseudoglej), viz Obr. 27. Zdravotní stav zmlazení je mírně lepší na stanovištích edafických kategorií B (bohatá), A (acerózní) a O (oglejená), horší naopak na H (hlinitá), viz Obr. 28.

V porovnání poškození zdravotního stavu jasanu vzhledem k ekologickým řadám (nadstavbové jednotky edafických kategorií) dle Plívy (1987) nebyla prokázána statisticky významná odchylka. Lze sledovat nejlepší zdravotní stav u ekologické řady obohacené vodou (jasanové), zároveň také největší rozptyl hodnot. Nejhorší zdravotní stav porostů vykazují ekologické řady podmáčená a extrémní (viz Obr. 29). Nejhorší zdravotní stav zmlazení je na stanovištích ekologické řady oglejené, nejméně poškozené je zmlazení na stanovištích ekologické řady kyselé (viz Obr. 30).

Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k přirozenosti stanoviště (SLT) dle Plívy (1987) podchycuje rozdíl mezi zdravotním stavem na SLT s přirozeným výskytem jasanu (1D, 1L, 1U, 1V, 2L, 2V, 3H, 3W, 3J, 3L, 3U, 4W, 5W, 5J, 5U, 5V, 6L, 6V) a na SLT ostatních, bez přirozeného výskytu jasanu. Byla prokázána statisticky významná odchylka mezi těmito dvěma kategoriemi, kategorie přirozených stanovišť vykazuje lepší zdravotní stav jasanu (viz Obr. 31).

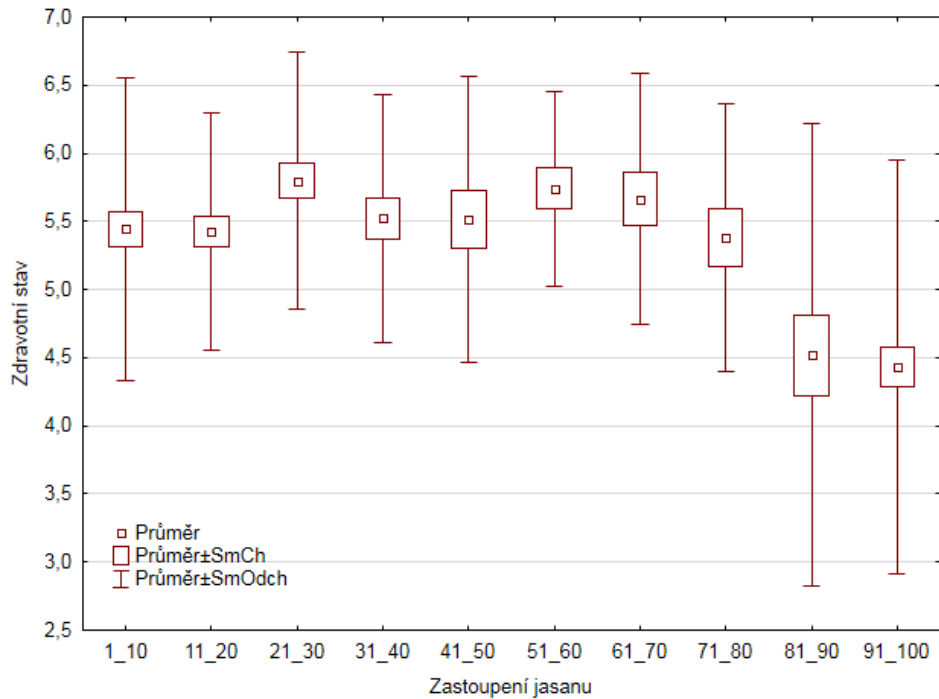
5.3 Porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nekrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* vzhledem k věku porostu



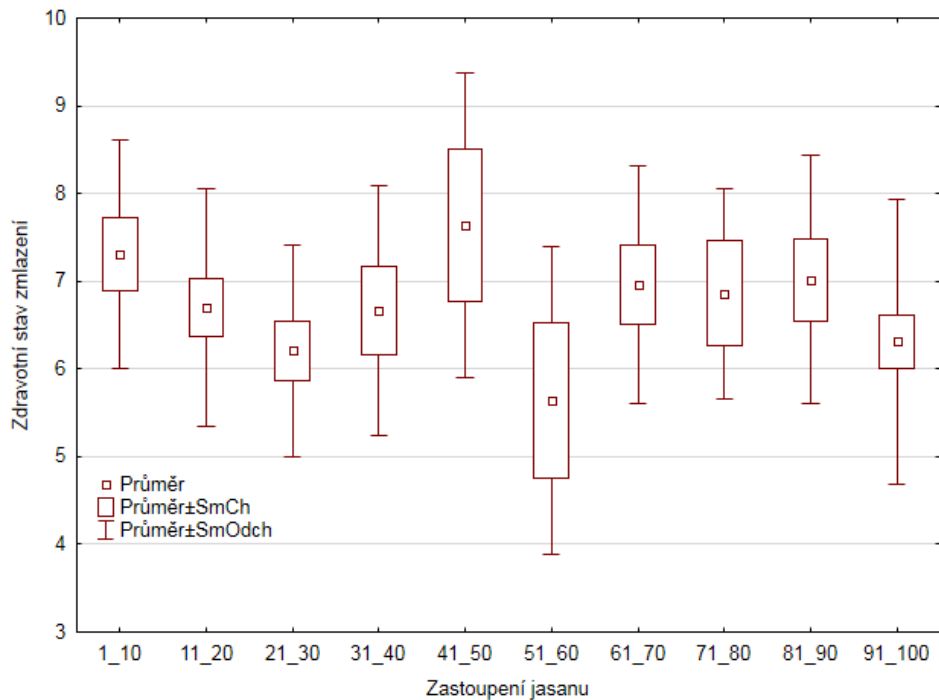
Obr. 32: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k věkovým stupňům

V porovnání intenzity poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) a věku porostu nebyly nalezeny statisticky průkazné výsledky. Mezi žádnými věkovými stupni nebyl nalezen významný rozdíl. Pouze některé vyšší věkové stupně (11., 12., 14.) jeví mírně lepší zdravotní stav (viz Obr. 32).

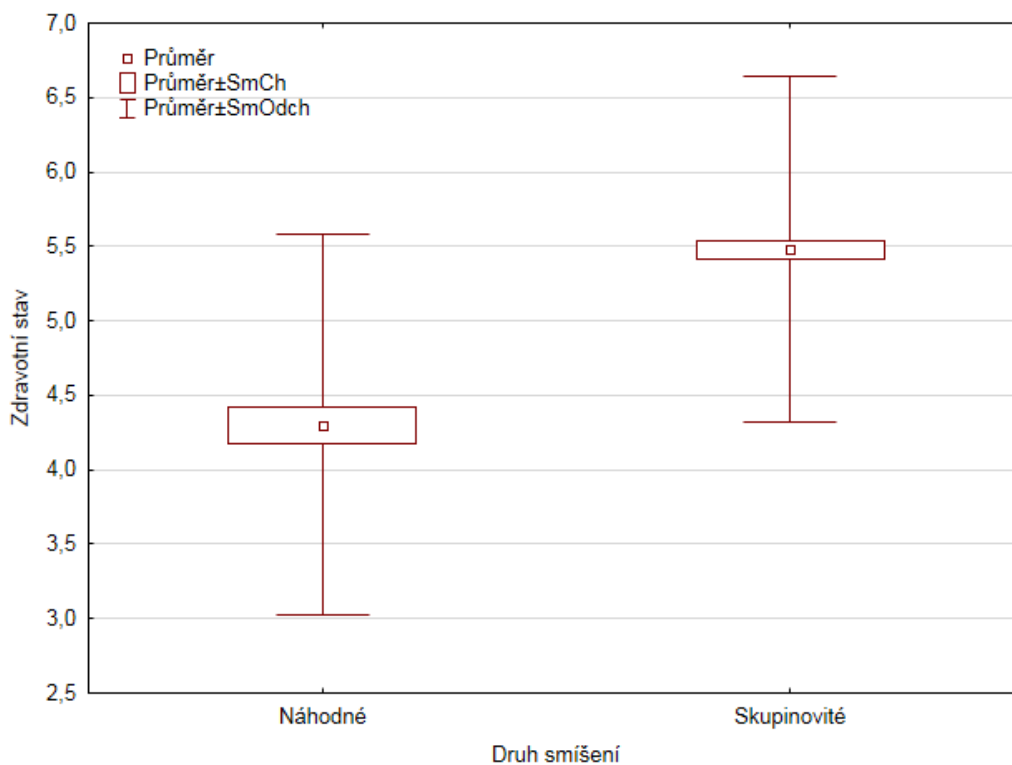
5.4 Porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nektrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* vzhledem k zastoupení jasanu v porostu



Obr. 33: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k zastoupení jasanu v porostu



Obr. 34: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (zmlazení) vzhledem k zastoupení jasanu v porostu



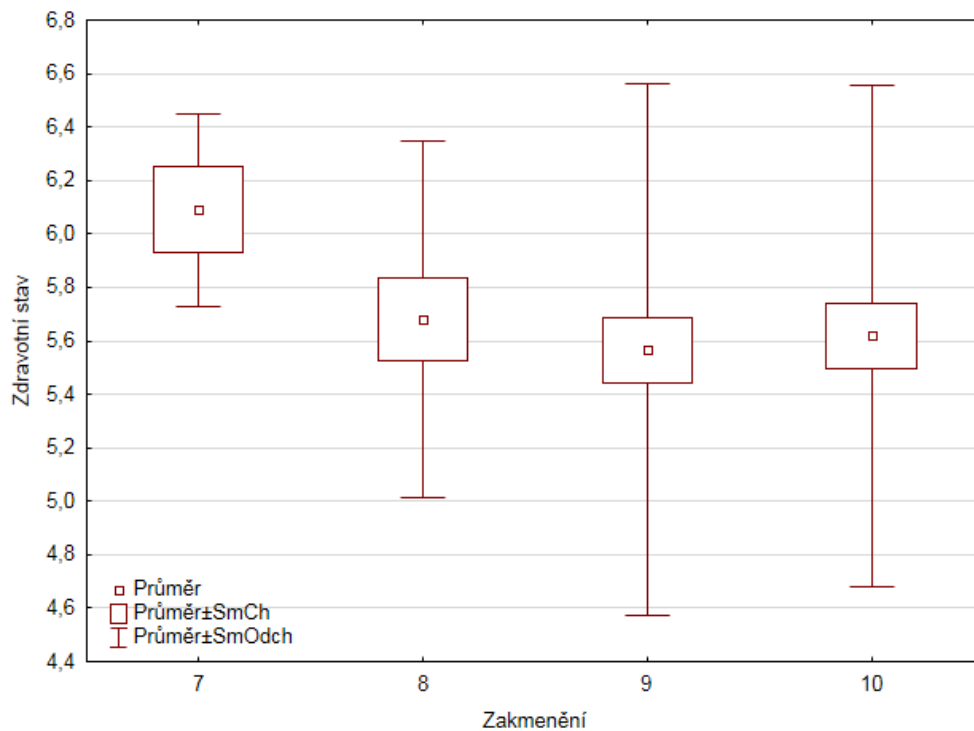
Obr. 35: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k charakteru (druhu smíšení) zastoupení jasanu v porostu

V porovnání míry poškození zdravotního stavu hlavní etáže porostů nekrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* vzhledem k zastoupení jasanu v porostu nebyla prokázána statisticky významná odchylka mezi jednotlivými intervaly zastoupení (sdružují zastoupení jasanu v porostu v intervalech po 10 % zastoupení). Lze pozorovat jen mírný trend v poklesu míry poškození v porostech se zastoupením jasanu nad 60 %. Nejlepší zdravotní stav vykazují poslední dva intervaly 81-90% a 91-100% zastoupení (viz Obr. 33).

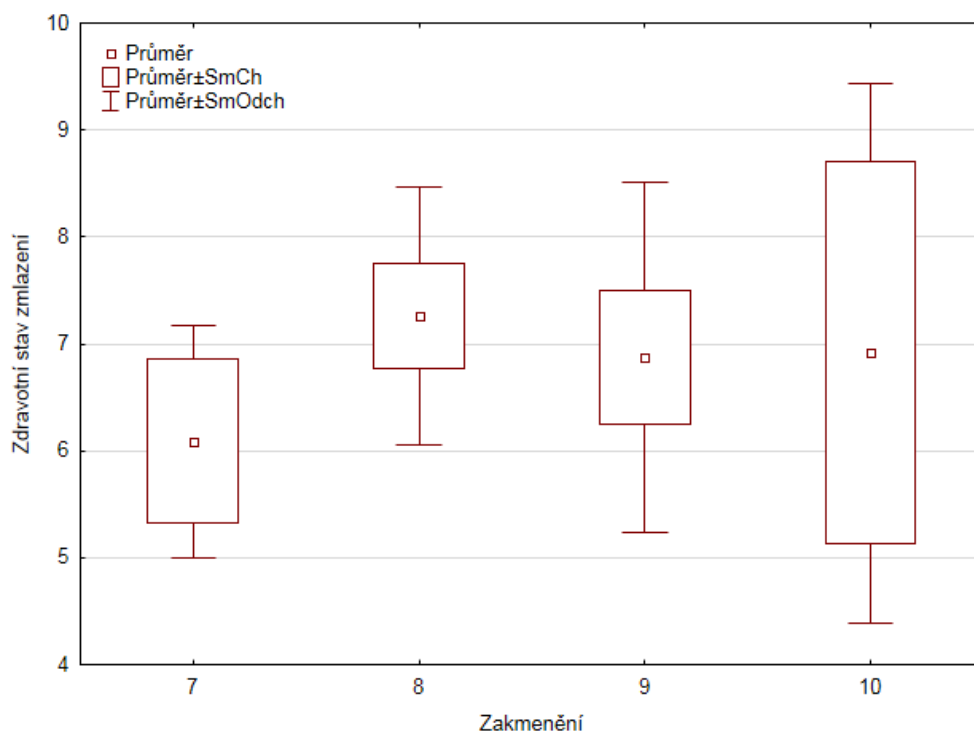
Stejně tak v porovnání míry poškození zdravotního stavu zmlazení jasanu vzhledem k zastoupení jasanu v porostu nebyla prokázána statisticky významná odchylka mezi intervaly zastoupení, ani nelze pozorovat žádný jiný trend v datech (viz Obr. 34).

V porovnání poškození zdravotního stavu jasanů vzhledem k charakteru (druhu smíšení) zastoupení jasanu v porostu byla prokázána signifikantní odchylka poškození zdravotního stavu mezi kategoriemi náhodného a skupinového smíšení. Na Obr. 35 lze vidět lepší zdravotní stav porostů náhodného smíšení (rozuměno rovnoměrného zastoupení jasanu v celém porostu) oproti skupinovitému smíšení (rozuměno jasan tvoří v porostech skupiny vyššího procentuálního zastoupení než je hodnota uvedená v LHP, případně až monokultury na malé ploše porostu).

5.5 Porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nektrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* vzhledem k zakmenění porostu



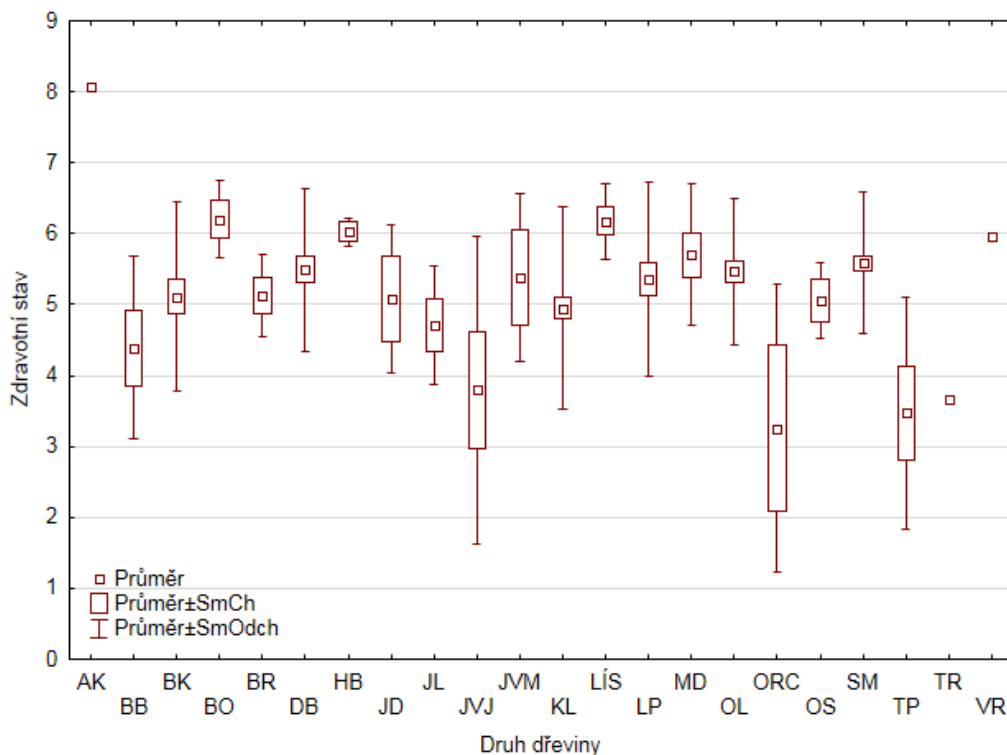
Obr. 36: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k zakmenění



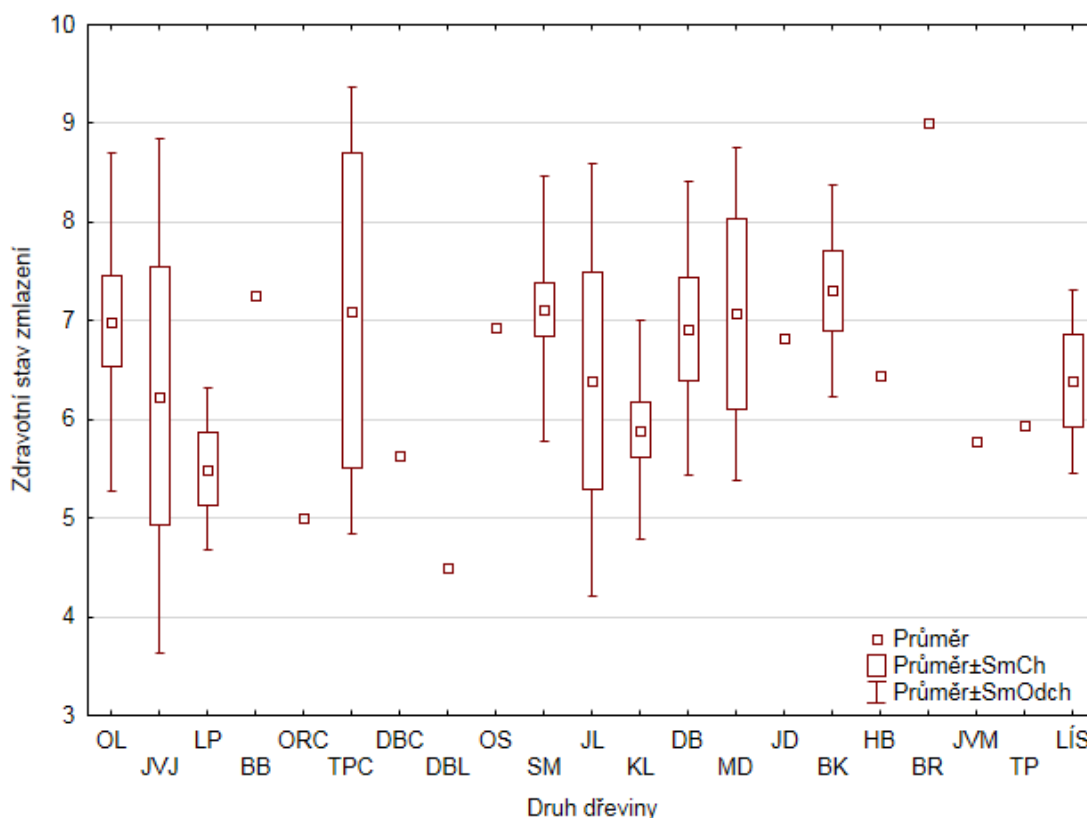
Obr. 37: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (zmlazení) vzhledem k zakmenění

V porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nekrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* vzhledem k zakmenění porostu nebyla prokázána statisticky významná odchylka mezi stupni zakmenění. U stavu hlavní etáže lze pozorovat mírně zhoršující se zdravotní stav s klesajícím zakmeněním, nejhorší zdravotní stav vykazují porosty se zakmeněním 7 (viz Obr. 36). U stavu zmlazení naopak mírně lepší zdravotní stav u zakmenění 7 oproti jiným stupňům zakmenění (viz Obr. 37).

5.6 Porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nekrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* vzhledem k dominantní ostatní dřevině v porostu



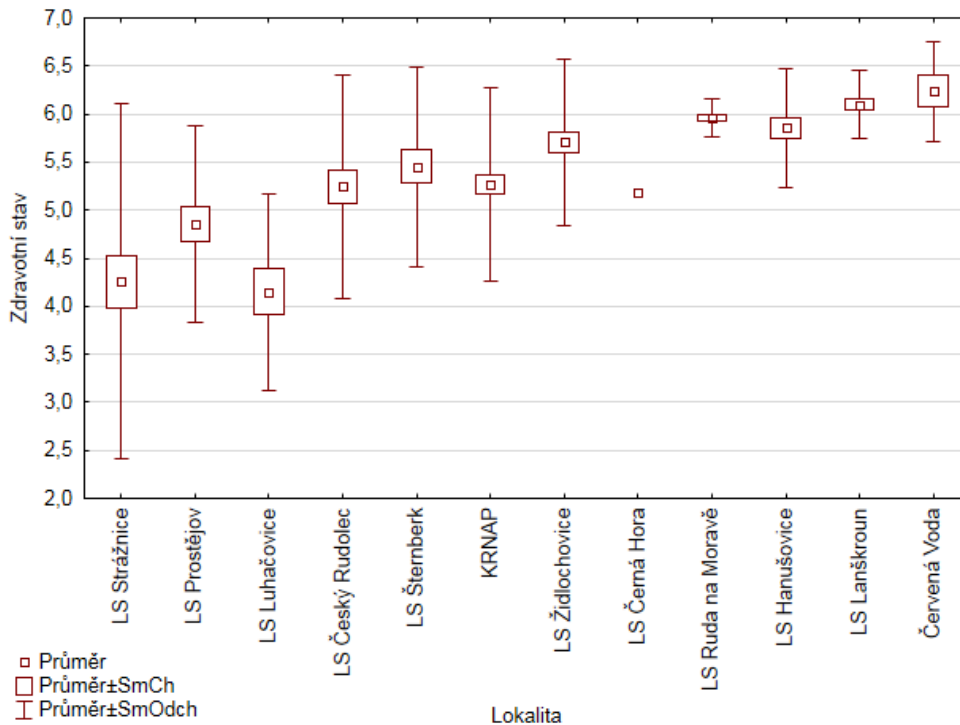
Obr. 38: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k dominantní ostatní dřevině v porostu



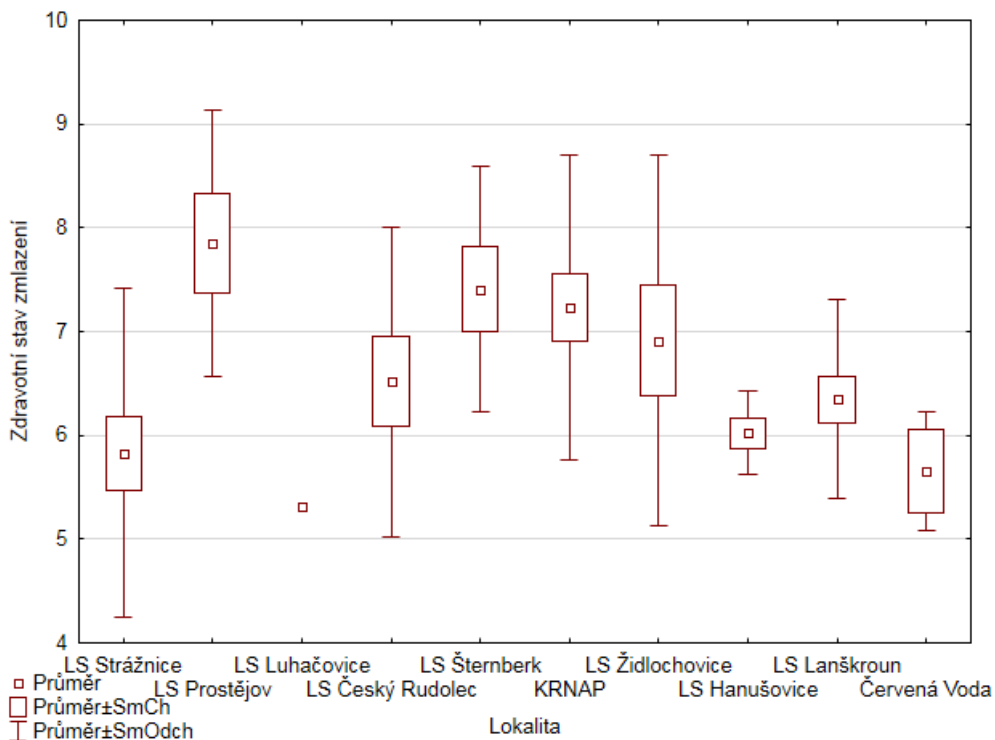
Obr. 39: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (zmlazení) vzhledem k dominantní ostatní dřevině v porostu

Při porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nekrozou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* vzhledem k dominantní ostatní dřevině v porostu (hlavní etáže i zmlazení) nebyla prokázána statisticky významná odchylka v poškození mezi jednotlivými dřevinami (viz Obr. 38, 39). Lze pozorovat nejhorší zdravotní stav hlavní etáže při smíšení s *Pinus sylvestris* (BO), *Corylus avellana* (LÍS), *Carpinus betulus* (HB) a *Robinia pseudoacacia* (AK). Naopak nejlepší zdravotní stav jasan vykazuje při smíšení s *Acer negundo* (JVJ), *Juglans nigra* (ORC), *Populus* sp. (TP) a *Prunus avium* (TR). Přičemž poškození zdravotního stavu jasanu má s *Acer negundo* (JVJ), *Juglans nigra* (ORC), *Populus* sp. (TP) největší rozptyl (viz Obr. 38).

5.7 Porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nekrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* mezi lokalitami



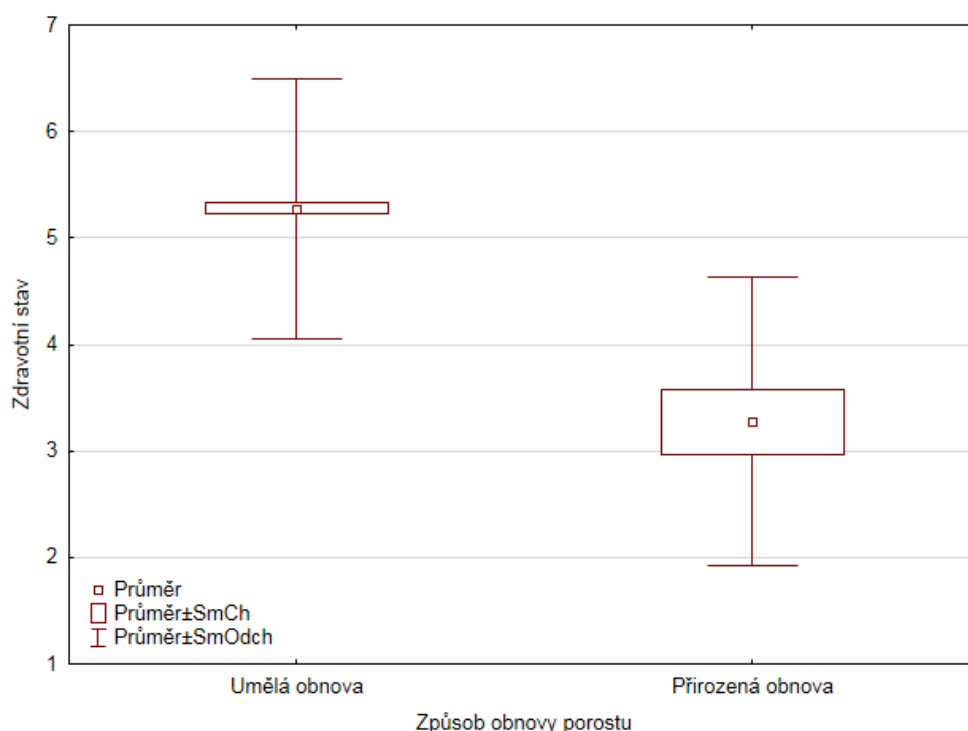
Obr. 40: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) dle lokalit hodnocení



Obr. 41: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (zmlazení) dle lokalit hodnocení

V porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů (hlavní etáže ani zmlazení) nektrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* mezi lokalitami nebyla prokázána signifikantní odchylka mezi jednotlivými lokalitami (viz Obr. 40, 41). Nejlepší zdravotní stav vykazují porosty (hlavní etáž) na území LS Strážnice a LS Luhačovice, nejhorší pak na území LS Ruda na Moravě, LS Lanškroun, LS Hanušovice a na majetku obecních lesů Červená Voda (viz Obr. 40). Nejlepší zdravotní stav zmlazení je na území LS Strážnice a na majetku obecních lesů Červená Voda, nejhorší na území LS Prostějov (viz Obr. 41).

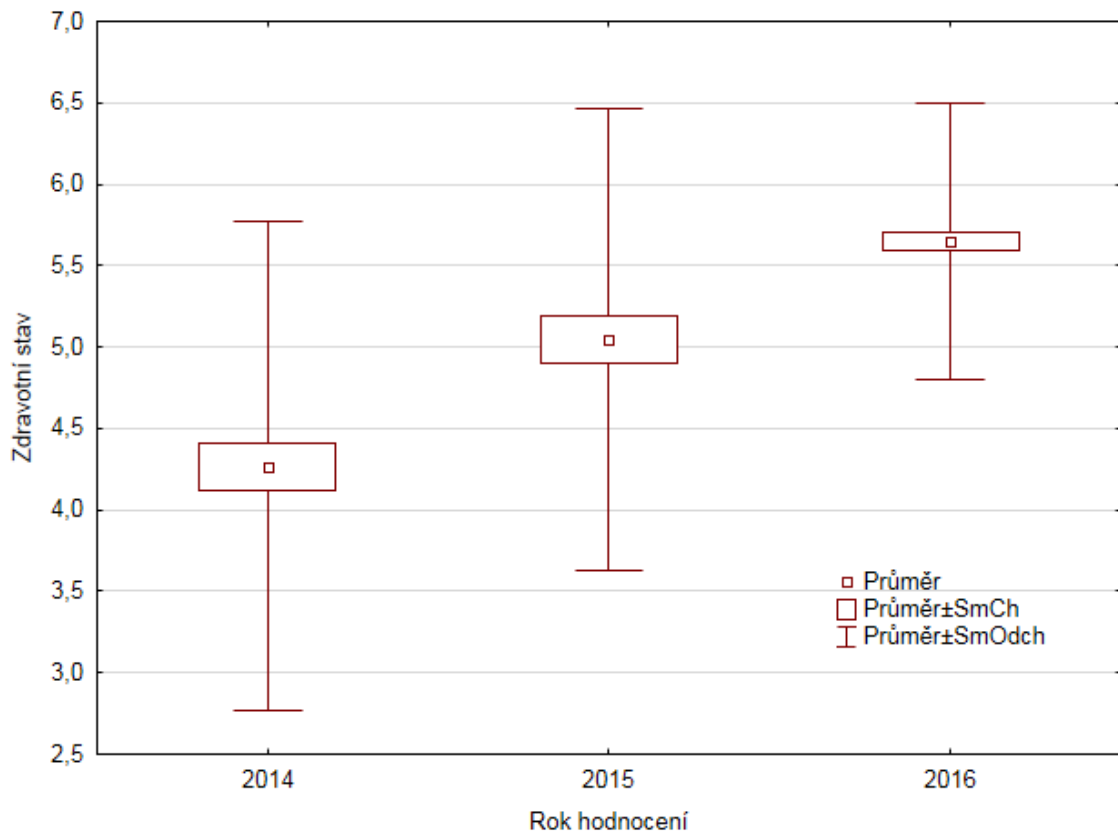
5.8 Porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nektrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* dle způsobu založení (obnovy) porostu



Obr. 42: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) dle způsobu založení (obnovy) porostu

Při porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nektrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* dle způsobu založení (obnovy) porostu byla prokázána statisticky významná odchylka mezi porosty zakládány umělou obnovou a porosty přirozené obnovy. Kdy porosty přirozené obnovy vykazují menší poškození zdravotního stavu (viz Obr. 42).

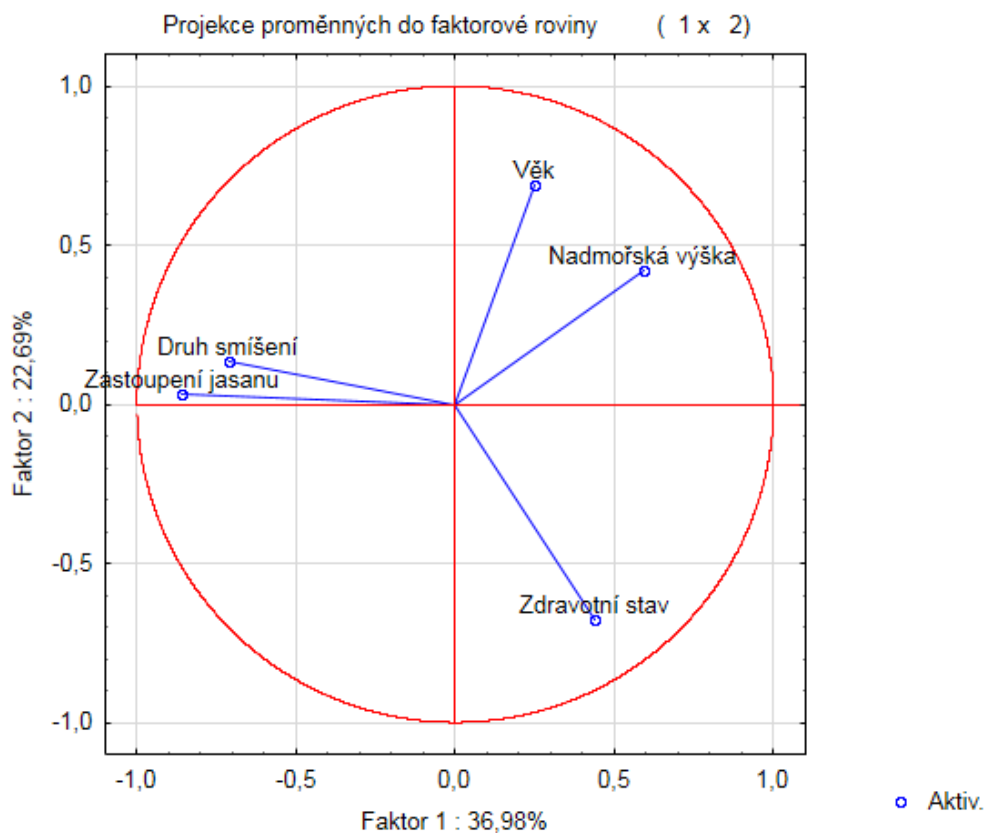
5.9 Porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nektrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* v jednotlivých letech hodnocení



Obr. 43: Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) dle roku hodnocení

Při porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nektrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* v jednotlivých letech hodnocení lze pozorovat určitý trend zhoršování zdravotního stavu jasanu v čase, ale signifikantní odchylka prokázána nebyla (viz Obr. 43).

5.10 Vyjádření vazeb jednotlivých proměnných prostřednictvím PCA



Obr. 44: PCA analýza faktorů ovlivnění infekce *H. fraxineus*

V rámci PCA analýzy byla zhodnocena míra závislosti několika zásadních hodnocených faktorů (druh smíšení, věk porostu, nadmořská výška, zastoupení jasanu) mezi sebou navzájem a jejich vliv na úroveň poškození jasanových porostů infekcí *H. fraxineus*. Úsečky faktorů, mezi nimiž neexistuje žádná korelace, svírají pravý úhel. Čím je úhel mezi faktory ostřejší či tupější, tím významnější je korelace mezi nimi. V případě, že dva hodnocené faktory tvoří přímku, je závislost mezi nimi stoprocentní.

Z výše umístěného grafu vyplývá, že největší vliv na intenzitu infekce, s níž jsou jasanové porosty v lesních porostech poškozovány, má druh smíšení porostu a zastoupení jasanu v porostu. Mezi věkem porostu a zdravotním stavem byla nalezena minimální korelace a nadmořská výška, v níž jsou porosty pěstovány, s velkou pravděpodobností vůbec neovlivňuje hodnotu zdravotního stavu porostů.

5.11 Vyjádření podílu jedinců určených k odstranění z hodnocených porostů dle Aplikační části metodiky

Tab. 5: Podíl jedinců určených k odstranění z hodnocených porostů dle Aplikační části metodiky (viz kap. 4.3)

Věkový stupeň	Průměrný podíl odstraňovaných jedinců dle druhu smíšení porostu		Průměrný podíl odstraňovaných jedinců dle způsobu založení (obnovy) porostu		Průměrný podíl odstraňovaných jedinců dle SLT (Plíva 1987)		Průměrný podíl odstraňovaných jedinců dle roku hodnocení			
	R (rovnoměrně)	N (nerovnoměrně)	přirozená obnova	umělá obnova	SLT přirozeně (Plíva 1987)	SLT nepřirozeně (Plíva 1987)	2014	2015	2016	bez rozlišení
1	67	71			66	73	52	75	74	67
2	69	77			67	75	52	53	81	70
3	66	79			61	75	29	42	87	66
4	67	87			67	69	43	47	89	67
5	62	72			51	62	41	43	77	62
6	65	75			63	73	37	59	82	65
7	58	63			51	62	35	54	68	60
8	78	77			77	81	47	65	91	78
9	95	97			95	97	27	94	98	95
10 +	87	91			86	91	86	91	91	87
Průměrný podíl odstraňovaných jedinců celkem	72	72	65	72	72	73	72	72	73	72

Dle Aplikační části metodiky (viz kap. 4.3) byl vyhodnocen pro každý porost zvlášť podíl jedinců určených k odstranění, průměry za jednotlivé věkové stupně jsou uvedeny v Tab. 5. dle jednotlivých vybraných kategorií (faktorů se statisticky prokázanou odchylkou mezi podkategoriemi). Průměrný podíl jedinců určených k odstranění bez rozlišení kategorií je 72 %. Dopočet podílu do 100 % ve věkových stupních 1-8 lze považovat za podíl jedinců potenciálně dopěstovatelných do fáze ekonomické rentability porostu (alespoň v dnešních podmínkách), což představuje 22-40 % počtu jedinců stávajících porostů (jejich poškození není fatální; viz kap. 4.2.3; 4.2.4; 4.3). Dopočet podílu do 100 % ve věkových stupních 9 a 10+ lze uvažovat jako podíl relativně odolných genotypů, protože do podílu odstraňovaných jedinců jsou započítávány veškeré stromy s jakýmkoliv projevem infekce (viz kap. 4.2.3; 4.2.4 *Kategorie Dospělí jedinci*; 4.3.4; 4.3.5). Lze uvést, že podíl odolných genotypů v porostech vhodných k obnově (80 let a více) se pohybuje mezi 5 až 13 %.

6 Diskuze

Na uvedených lokalitách (viz kap. 5.) byla zhodnocena v rámci diplomové práce míra poškození zdravotního stavu celkem 434 porostů dle metodiky hodnocení zdravotního stavu porostů s ohledem na nekrózu jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* (Rozsypálek 2015). Byly hodnoceny porosty zastupující co nejširší záběr stanovištních a porostních faktorů pro zhodnocení jejich potenciálního vlivu na průběh a dopad infekce. Vliv *H. fraxineus* byl pozorován na všech lokalitách v každém hodnoceném porostu, což potvrzuje Jönsson and Thor (2012), chřadnutí jasanů je potvrzeno napříč celým spektrem porostů i nelesních společenstev všech stanovišť. Infikovanost dosahuje 100 %, i ze zdánlivě nepoškozených jedinců byl izolován *H. fraxineus* (Goudet and Piou 2012; Rosenvald et al. 2015). Intenzita poškození hodnocených porostů se lišila v závislosti na několika málo faktorech. Není pochyb, že se už patogen rozšířil po celém území naší republiky, lze pouze diskutovat o jeho dopadu na porosty a jednotlivce v různých podmínkách přírodního prostředí. Problematikou vlivu stanovištních faktorů se zabývá v ČR a v Evropě několik autorů, které tato práce diskutuje. Existují i práce, které vliv jakýchkoliv faktorů na infekci patogenem *H. fraxineus* vylučují a zdůvodňují rozdílnost napadení porostů pouhou setrvačností v šíření patogenu prostředím před plným propuknutím choroby (Pautasso et al. 2013a).

6.1 Vliv faktoru nadmořské výšky na dopad infekce *H. fraxineus*

Prvním diskutovaným faktorem ovlivňujícím dopad infekce patogenem *H. fraxineus* je nadmořská výška sledovaných porostů (respektive jejich příslušnost k LVS dle Plívy 1987). Ve výsledcích práce (viz kap. 5.1) nebyla prokázána statisticky významná odchylka v poškození zdravotního stavu jasanů v závislosti na nadmořské výšce (viz kap 5.1, Obr. 25), ani prostřednictvím PCA analýzy nebyl prokázán vliv nadmořské výšky na zdravotní stav porostů (viz kap. 5.10, Obr. 44). Lze ale pozorovat mírně klesající intenzitu poškození hlavní etáže porostů od nadmořské výšky 400 m n. m. (viz Obr. 25). Při vyjádření výškové stupňovitosti pomocí LVS dle Plívy (1987) lze pozorovat lepší zdravotní stav od 4. LVS výše (550-600 m n. m.; viz Obr. 23). V poškození zdravotního stavu zmlazení vzhledem k nadmořské výšce (resp. výškové stupňovitosti) nelze pozorovat žádný významný trend (viz Obr. 24, 26). Výsledky korespondují s výsledky několika autorů (viz kap. 3.11.5), jasanů z vyšších

nadmořských výšek vykazují vyšší odolnost vůči *H. fraxineus* (Queloz et al. 2011; Baral and Bemann 2014; Havrdová et al. 2014; Havrdová 2015; Vacek et al. 2015). Havrdová et al. (2016a) zohledňují nadmořskou výšku ve svém modelu (viz kap. 3.12). Dle jejich závěrů jsou více poškozeny porosty v nižších nadmořských výškách (viz Obr. 9). Příčina tohoto jevu není zcela objasněna, nabízí se možnost nevhodnosti podmínek pro patogen (kratší vegetační sezóna, nižší sumy efektivních teplot, změna podmínek rozpadu listového opadu, jiný chemismus půd, vliv sněhové pokrývky, vazba na vlhkost stanoviště dle Havrdové (2015), apod.). Další autoři se shodují na příčině odolnosti jedinců (porostů, genotypů) proti patogenu z výše položených oblastí v morfologii listů (Körner et al 1986, Thomas 2011) a tloušťce epidermis a kutikuly (Tanner and Kapos 1982), která může bránit prorůstání spor do listů hostitele ovlivňovat úspěšnost kolonizace hostitelů patogenem (Havrdová et al. 2016a).

6.2 Vliv faktoru stanovištních podmínek vyjádřených prostřednictvím lesnické typologie

Druhým zkoumaným faktorem je vliv patogenu na porosty na rozdílných stanovištích z pohledu lesnické typologie, rozdílnost napadení porostů v závislosti na SLT dle Plívy (1987). SLT je definován jako kombinace LVS (rozebráno výše) a edafické kategorie. Tímto systémem je podchyceno celé spektrum lesních stanovišť v ČR. Pro lepší interpretaci výsledků byly SLT (příliš úzce specifické) rozděleny v práci na LVS (vliv faktoru viz výše) a edafické kategorie, které pak sdružují ekologické řady.

V porovnání odlišnosti napadení porostů v závislosti na těchto faktorech nebyla prokázána signifikantní odchylka v poškození zdravotního stavu jasanů (viz kap. 5.2). Přesto lze pozorovat jisté odchylky mezi zdravotním stavem hlavní etáže i zmlazení porostů na jednotlivých edafických kategoriích. Kdy nejvyšší poškození vykazují porosty na stanovištích edafické kategorie X (xerothermní), C (citlivá), J (javořiny) a G (gleje). Naopak nejnižší poškození vykazují porosty edafických kategorií A (acerózní), V (vlhká), L (luhy) a P (pseudoglej), viz Obr. 27. Stav zmlazení je relativně nejlepší na stanovištích edafických kategorií B (bohatá), A (acerózní) a O (oglejená), nejhorší naopak na H (hlinitá), viz Obr. 28.

Nejhorší zdravotní stav porostů (hlavní etáže) vykazují ekologické řady podmáčená a extrémní, dále poškození postupně klesá v pořadí řad: živná, obohacená humusem, oglejená, kyselá. Nejlepší průměr zdravotního stavu byl sledován na

ekologické řadě obohacené vodou (jasanové), zároveň také největší rozptyl hodnot (viz Obr. 29). Nejhorší zdravotní stav zmlazení je na stanovištích ekologické řady oglejené, dále se snižuje v pořadí řad: živná, obohacená humusem, obohacená vodou, nejméně poškozené je zmlazení na stanovištích ekologické řady kyselé (viz Obr. 30). Což zcela nesouhlasí s výsledky Havrdové (2015) a Havrdové et al. (2016a) uvedených i v práci Černého et al. (2016), kteří uvádějí nejméně poškozené porosty řad extrémní, kyselé a obohacené humusem. Zároveň nejvíce jsou poškozeny porosty řady živné (v ČR vzhledem k početnosti dominují, viz Obr. 7 a 8) a řady s vyšší dostupností vody (viz Obr. 7 a 8; Havrdová et al. 2016a; Černý et al. 2016). Černý et al. (2016) shrnují faktor lesnické typologie do jednoduchého vyjádření, větší perspektivu k úspěšnému pěstování jasanu mají stanovištně sušší, chudší, exponovanější. Původní hypotéza diplomové práce byla velice podobná, po vyhodnocení dat byla zamítnuta, jelikož nebyla potvrzena významná odchylka v poškození zdravotního stavu jasanů mezi jakoukoliv ekologickou řadou.

Dále Černý et al. (2016) zmiňují, že s lesnickou typologií se úzce váže i faktor morfologie – sklonitosti a nadmořské výšky, které Havrdová et al. (2016a) také zohledňují ve svém modelu (viz Obr. 9 a 10). Faktor vlhkosti se odráží i v morfologii terénu, sklonu terénu a lokální topografii. Havrdová et al. (2016a) predikují menší poškození jasanů na stanovištích s větším sklonem terénu (viz Obr. 10) a vyšší poškození na rovinách a v zařízých údolích než na temenech kopců (viz Obr. 11), což by ale měla zahrnovat také lesnická typologie ve smyslu SLT.

Zajímavým výsledkem je porovnání přirozených (SLT: 1D, 1L, 1U, 1V, 2L, 2V, 3H, 3W, 3J, 3L, 3U, 4W, 5W, 5J, 5U, 5V, 6L, 6V) a nepůvodních stanovišť jasanu dle Plívy (1987). Byla prokázána statisticky významná odchylka mezi těmito dvěma kategoriemi, kategorie přirozených stanovišť vykazuje lepší zdravotní stav jasanu (viz kap. 5.2; Obr. 31). Dle výsledků diplomové práce je nesmyslné vytvářet jiná lesnická doporučení, než-li již existující doporučení ve smyslu lesnicko-typologického systému dle Plívy (1987). Kde Plíva (1987) jasně uvádí přirozenou porostní skladbu jednotlivých souborů lesních typů, která je v lesnictví neustále omílána, avšak neuplatňována.

Otázkou zůstává, jestli mají v tomto ohledu vliv přirozené stanovištní podmínky pro jasanu nebo spíše faktor zachování linie původních přirozených populací jasanu (genofondu, genotypu), jejich vyšší genetické variability a tím odolnosti vůči patogenu *H. fraxineus*.

6.3 Míra poškození jasanových porostů vzhledem k faktoru věku

U mladých hostitelů bývá průběh onemocnění akutní, k mortalitě dochází již v sezoně napadení nebo po několika letech od propuknutí infekce, u dospělých jedinců bývá průběh onemocnění chronický, infikovaný jedinec často přežívá i desítky let (Kowalski and Holdenrieder 2008). Skovsgaard et al. (2010), Schumacher (2011), McKinney et al. (2011), Kirisits and Freinschlag (2012), Koltay et al. (2012), Gross et al. (2014a), McKinney et al. (2014), Havrdová (2015) potvrzují vyšší napadení mladších (nižších) porostů, protože jejich koruny jsou v kratší vzdálenosti od zdroje infekčního inokula v opadance. Roli pravděpodobně hraje i fakt nižšího infekčního tlaku a vyšší vypslosti listů nebo odlišných mikroklimatických podmínek pro rozvoj infekce v korunách vyšších stromů (Gross et al. 2014). Naproti tomu Vacek et al. (2015) a Rosenvald et al. (2015) došli k závěru, že zpočátku infekce odumírají mladší a potlačení jedinci, ale s postupem choroby jsou postiženi všichni stejně.

V bakalářské práci autor potvrdil statisticky významnou odchylkou rozdíl v dopadu infekce v závislosti na věku porostů, v diplomové práci hypotéza potvrzena nebyla. Porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k věku porostu nevykazuje statisticky významnou odchylku mezi žádnými věkovými stupni. Pouze některé vyšší věkové stupně (11., 12., 14.) jeví relativně lepší zdravotní stav (viz kap. 5.3; Obr. 32). I dle PCA analýzy (viz kap. 5.10, Obr. 44) byla nalezena pouze minimální korelace mezi zdravotním stavem a věkem porostů. Vše vede k hypotéze postupného nástupu choroby, kdy zpočátku infekce byli mladší porosty senzitivnější z důvodu jejich morfologických charakteristik. Postupem času se patogen rozšířil natolik, že úspěšně infikuje podobnou měrou všechny stadia vývoje porostů, což odpovídá výše zmíněným výzkumům (Vacek et al. 2015; Rosenvald et al. (2015).

Z pohledu pěstování jasanu jsou nejrizikovější porosty do 20 až 40 let, kde je poškození natolik fatální (viz kap. 3.12; Obr. 12), že u nich lze předpokládat zásadní probírky až rekonstrukce (Havrdová et al. 2016a, 2017). Naopak poškození větší části nastávajících kmenovin a kmenovin není natolik závažné, aby vyžadovalo bezprostřední kompletní smýcení porostů, zdravotní probírky jsou dostačujícím opatřením. Což neodpovídá výsledkům diplomové práce (viz kap. 5.3; Obr. 32), autor dokladuje fatální poškození i v mýtních porostech. S prognózou vývoje, která je rozebírána dále nelze očekávat stabilitu nebo dokonce uspokojivé hospodářské výsledky v žádných porostech hodnocených dle faktoru věku. A pokud se zájem zaměří pouze na hospodářské

hledisko (bez ohledu na zachování odolných genotypů, ekologickou stabilitu apod.) nelze doporučit nic než včasné smýcení napadených porostů, dokud není znehodnocena dřevní hmota, podobně jak uvádí množství autorů (Juodvalkis 2003; Riepšas 2009; De Haeck et al. 2013; Kirisits and Freinschlag 2014; Clark and Webber 2017; Chira et al. 2017).

V souladu s výsledky diplomové práce je hypotéza, že u mýtních porostů postupuje chřadnutí pomaleji. Doporučuje se vytěžit jedince s korunou odumřelou ze 70-80 % nebo jedince s bazálními nekrotizacemi (Metzler et al. 2013; Kirisits and Freinschlag 2014). Za účelem relativně dobrého zpeněžení dříví, je dobré se vyhnout úplnému odumření stromu, kde je kvalita dřeva snížena zabarvením od infekce sekundárními houbami a vytvořením sekundárních výmladků přímo na kmeni (Metzler et al. 2013; Kirisits and Freinschlag 2014). Pomaleji musí být rozuměno ovlivnění faktorem času, po který působí patogen v prostředí. Nelze předpokládat vyšší odolnost starších jedinců (porostů) za plného propuknutí infekce, jen z důvodu jejich věku. Všechny výsledky práce poukazující na lepší zdravotní stav starších porostů lze chápat pouze jako aktuální faktor, který postupem času a rozvoje infekce pomine.

6.4 Posouzení vlivu faktoru zastoupení jasanu v porostu

V porovnání míry poškození zdravotního stavu hlavní etáže porostů nekrotizací jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* vzhledem k zastoupení jasanu v porostu nebyla prokázána statisticky významná odchylka. Nejlepší zdravotní stav vykazují poslední dva intervaly 81-90% a 91-100% zastoupení jasanu (viz kap. 5.4; Obr. 33). Tento jev lze zdůvodnit zkreslením datového souboru hodnocením porostů v průběhu více než jednoho roku (2014-2016). Do datového souboru jsou zahrnuty data získaná v průběhu roku 2014 a 2015 (bakalářská práce), kde byla hlavní hypotéza zaměřena na faktor věku porostu, byly hodnoceny pouze porosty se zastoupením jasanu nad 80 %, z důvodu eliminace faktoru smíšení (druhé uvažované hypotézy bakalářské práce). Právě tyto porosty hodnocené v roce 2014 pravděpodobně zkreslují výsledný graf. Příjmutím hypotézy autorů Vacek et al. 2015, Rosenthal et al. (2015), Pautasso et al. (2013a) o vlivu času na dopad infekce (viz kap. 3.11, 3.11.4) se tato nesrovnalost eliminuje a lze uvést, že faktor smíšení nemá žádný vliv na míru poškození zdravotního stavu jasanu. Stejně tak v porovnání míry poškození zdravotního stavu zmlazení jasanu vzhledem k zastoupení jasanu v porostu nebyla prokázána statisticky významná

odchylka mezi intervaly zastoupení, ani nelze pozorovat žádný jiný trend v datech (viz kap. 5.4; Obr. 34). Naproti tomu dle PCA analýzy vyšlo, že faktor zastoupení jasanu má vliv na zdravotní stav porostu (viz kap. 5.10, Obr. 44).

Vzhledem k faktu, že údaje o procentuálním zastoupení jasanu v porostech jsou přebírána z dat hospodářské knihy LHP, vyvstává problém pozorovaný během terénního průzkumu. Procentuální suma zastoupení odpovídá relativnímu množství jasanu v porostu, ale ne jeho rozprostření po ploše. Může se tedy stát, že stejný podíl jasanu je rozprostřen jednotlivě nebo ve skupinkách rovnoměrně po celém porostu, ale také může být celý podíl jasanu koncentrován v monokulturní skupinu na jednom místě. U jasanu je tento jev poměrně častý v členitém území v porostech s jeho nízkým zastoupením, kdy je jasan využit na malé části porostu, který stanovištně odpovídá jeho specifickým ekologickým nárokům, pro které byl v prostu využit, odlišným od hlavní dřeviny. Z tohoto důvodu bylo přistoupeno k dodatečnému vyhodnocení vlivu zastoupení jasanu v porostech, které je zaměřeno právě na charakter smíšení (zastoupení) jasanu. Byly vytvořeny dvě kategorie, náhodné (rovnoměrné rozprostření jedinců po ploše) a skupinové smíšení (zahrnující porosty se shluky jasanů do monokultur). V porovnání poškození zdravotního stavu jasanů vzhledem k charakteru (druhu smíšení) zastoupení jasanu v porostu byla prokázána statisticky významná odchylka poškození zdravotního stavu mezi kategoriemi náhodného a skupinového smíšení. Na Obr. 35 (viz kap. 5.4) lze vidět lepší zdravotní stav porostů náhodného smíšení (rozuměno rovnoměrného zastoupení jasanu v celém porostu) oproti skupinovitému smíšení (rozuměno jasan tvoří v porostech skupiny vyššího procentuálního zastoupení než je hodnota uvedená v LHP, případně až monokultury na malé ploše porostu). Podobně dle PCA analýzy vyšlo, že charakter smíšení má největší vliv na zdravotní stav porostů ze všech hodnocených faktorů (viz kap. 5.10, Obr. 44).

Tento fakt otevírá opět otázku vlivu zastoupení jasanu na dopad infekce. Havrdová (2015) popisuje jako jeden z hlavních faktorů ovlivňujících dopad infekce na jasanu množství biomasy hostitele v prostředí, přičemž pozitivně ovlivňující míru onemocnění je plocha korun jednotlivých jasanů, plocha korun všech jasanů a podíl jasanu na stanovišti. Schumacher (2011), Gross et al. (2014), Havrdová (2015) uvádějí, že *H. fraxineus* potřebuje dostatečnou akumulaci jednotlivých náchylných jasanů. Černý et al. (2016) upozorňuje na poslední výzkumy, které ukazují, že role zastoupení jasanu není tolik významná, jak se předpokládalo. Havrdová (2015) zmiňuje další zkoumaný faktor, kterým je vzdálenost a míra napadení nejbližších okolních infikovaných

hostitelů, představujících potenciální zdroj inokula, což také přímo souvisí s hypotézou vlivu nerovnoměrného zastoupení jasanu v porostu.

Všechny fakty hovoří ve prospěch závislosti projevu infekce *H. fraxineus* na zastoupení jasanu v porostu. Možná je třeba hypotézu formulovat odlišně, ne ve vztahu k porostu, ale ve vztahu k většímu celku až celému prostředí. Doposud není zcela objasněna biologie a životní cyklus patogenu (Gross et al. 2014a). Není prokázáno jaká kumulace jedinců je kritická jako ložisko infekce a na jakou vzdálenost je schopno se šířit inokulum prostředím v dostatečné denzitě k infikování dalších jedinců (porostů).

Lze diskutovat o tom, že v případě rovnoměrného rozložení jasanu po porostu v úhrnném zastoupení, které vylučuje shluky jasanů a spíše inklinuje k jednotlivým roztroušeným jedincům po porostu, může být zdravotní jejich zdravotní stav lepší. Přičemž se nesmí opomenout, že musí být tato myšlenka prosazena v celém prostředí, ne pouze v jednotlivých porostech. Jak je uvedeno výše, nelze zatím stanovit na jakou vzdálenost je schopné se inokulum šířit, to znamená, že nelze určit rozsah vlivu porostů s vyšším zastoupením jasanu na dopad infekce v okolí. Proto nelze objektivně stanovit „bezpečnou“ vzdálenost vhodně smíšených porostů od nevhodně smíšených, které představují riziko zdroje inokula. Ani vhodně strukturovaný porost s optimálním zastoupením jasanu není vhodný pro pěstování, za předpokladu, že je v dosahu dostatečný zdroj infekce v okolních porostech.

6.5 Posouzení vlivu zakmenění a zápoje porostu

V porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nekrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* vzhledem k zakmenění porostu nebyla prokázána statisticky významná odchylka mezi stupni zakmenění. U stavu hlavní etáže lze pozorovat mírně zhoršující se zdravotní stav s klesajícím zakmeněním, nejhorší zdravotní stav vykazují porosty se zakmeněním 7 (viz kap. 5.5, Obr. 36).

Což odporuje výsledkům jiných autorů. Hauptman et al. (2013) a Havrdová (2015) uvádějí nižší poškození rozvolněných porostů z důvodu nevhodných podmínek pro patogen (nižší vlhkost, větší pohyb vzduchu). Havrdová et al. (2016a) a Havrdová et al. (2017) dokladují, že se vrůstajícím zakmeněním poškození vzrůstá. Vliv zakmenění porostů je patrný z Obr. 13. (viz kap. 3.12), model zpracovaný pro ČR (Havrdová et al. 2016a, 2017) predikuje nejvyšší poškození porostů se zakmeněním 0,9 a 1,0 a zejména

porostů s opožděnými probírkami. Provozně akceptovatelná hranice je zakmenění 0,7-0,8. Černý et al. (2016) navrhuji snížení zakmenění na 0,8 až 0,7.

Dále Havrdová (2015), Havrdová et al. (2016a, 2017); Skovsgaard et al. (2017) zmiňují zvýšenou mortalitu v porostech s přehoustlým zápojem, způsobovanou vnitrodruhovou konkurencí a ideálními podmínkami (vysoká vlhkost, malý pohyb vzduchu) pro rozvoj houbových patogenů včetně *H. fraxineus*. Hlavním problémem je nedostatek světla v porostech, kvůli kterému klesá konkurenceschopnost jasanů v přehoustlých porostech, je oslabena vitalita a tím zvýšena náchylnost k infekci (Dobrowolska et al. 2011; Bakys et al. 2013; Havrdová 2015). Šálek et al. (2013), Rosenvald et al. (2015) předpokládají, že poškození vrchních partií koruny je v hustě zapojených porostech fatální (mortalitní).

Naproti tomu výsledky souhlasí s Bakys et al. (2013), kteří sice neprokázali signifikantní závislost v odumírání jasanu způsobeným *H. fraxineus* na hustotě porostu (zakmenění) v mladých stejnověkových porostech paušálně, ale pozorovali určitý rozdíl v napadení ploch bez managementu oproti plochám s uskutečňovanými probírkami. Popisují nejvyšší mortalitu právě v porostech s nejnižší hustotou jedinců na ploše, k tomu Bose et al. (2014) a Pankuch et al. (2003) dodávají, že může být mortalita způsobená potěžebním šokem. Prospero et al. (2006), Lamour et al. (2007) upozorňují na problém probírek, kterým je vytvoření ideálních podmínek pro rozvoj *Armillaria* sp., vytvoření substrátu pro jejich rozvoj (pařezy, kořeny).

U stavu zmlazení naopak mírně lepší zdravotní stav u zakmenění 7 oproti jiným stupňům zakmenění (viz kap. 5.5, Obr. 37). Což by z hlediska běžných lesnických postupů odpovídalo, přirozené obnově se obecně daří lépe v rozvolněných porostech. Souhlasí to i s výzkumy stanovištních faktorů ohledně vlhkosti a proudění vzduchu, jak již bylo uvedeno výše, kde v rozvolněných porostech by neměli být pro rozvoj patogenu příznivé podmínky (Hauptman et al. 2013; Havrdová 2015; Havrdová et al. 2016a, 2017; Skovsgaard et al. 2017).

Vliv zakmenění není zcela prokazatelný, vzhledem k výzkumům uvedeným výše lze sice předpokládat vyšší poškození u přehoustlých porostů, ale výsledky diplomové práce to neprokázaly. V porostech se zakmeněním 8, 9 a 10 je zdravotní stav jasanu téměř stejný. I v případě akceptování vlivu faktoru zakmenění, se jedná pouze o přenesený vliv vlhkosti prostředí a hlavně vliv aktuálního fyziologického stavu dřeviny, způsobeného cenotickým postavením v porostu, konkurencí o vodu živiny a světlo. Fitness dřeviny je jedním z hlavních faktorů ovlivňujícím jeho odolnost vůči chorobám,

pokud je sníženo, je pak jedinec náchylnější k patogenu. Přičemž snížení fitness ve smyslu zakmenění lze způsobit z pohledu lesnického hospodaření extrémně na obou pólech. Problémem jsou přehoustlé porosty, kde dochází k neúměrné konkurenci mezi jasanů, čímž dochází k oslabování a zvyšování náchylnosti k *H. fraxineus*, čímž se zvyšuje objem substrátu infikovatelného pro patogen a dochází k narůstání denzity inokula. Na druhou stranu systém provádění probírek a hlavně jejich necitelné provedení při jejich přílišné intenzitě se také projeví na celkovém fitness stromu (porostu). Příliš intenzivní zásah vede k potěžebnímu šoku, prudké změně stanovištních faktorů, a pokud došlo i mechanickému poškození ponechaných jedinců lze předpokládat vyšší náchylnost ke škodlivým faktorům a to nejen k *H. fraxineus*. V ohledu hustoty porostů lze doporučit pouze obecně známé pravidlo, zásahy v porostech je třeba provádět včas, s odpovídající intenzitou a hlavně šetrně. Podobně Dobrowolska et al. (2011) uvádějí, porosty světlomilných dřevin jako je *F. excelsior* je nutné udržovat v ideální hustotě a udržovat tak dokonalý zápoj, aby nebyla oslabena vitalita stromu. Hlavním problémem je nedostatek světla v porostech, kvůli kterému klesá konkurenceschopnost jasanů v přehoustlých porostech. S čímž souvisí i historické postupy pěstování jasanů, které byly zaměřeny na soustavné uvolňování nadějných jedinců jasanů ve prospěch udržení jejich vysoké vitality, zajišťující dobrou produkci (Wilhelm et al. 1999; Wilhelm and Rieger 2013). Tento přístup může zachránit výběrové stromy i v dnešní době, kdy jsou odolnější vůči infekci v důsledku vysoké vitality a široce rozvinuté koruny, nemusejí vynakládat energetické zdroje na konkurenční boj (Rosensvald et al. 2015; Heinze et al. 2017).

6.6 Posouzení vlivu ostatních dřevin v porostu

Při porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nekrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* vzhledem k dominantní ostatní dřevině v porostu (hlavní etáže i zmlazení) nebyla nalezena signifikantní rozdíly v poškození mezi jednotlivými dřevinami (viz kap. 5.6, Obr. 38, 39). Lze pozorovat nejhorší zdravotní stav hlavní etáže při smíšení s *Pinus sylvestris* (BO), *Corylus avellana* (LÍS), *Carpinus betulus* (HB) a *Robinia pseudoacacia* (AK). Naopak nejlepší zdravotní stav jasanů vykazuje při smíšení s *Acer negundo* (JVJ), *Juglans nigra* (ORC), *Populus* sp. (TP) a *Prunus avium* (TR). Přičemž poškození zdravotního stavu jasanů má s *Acer negundo* (JVJ), *Juglans nigra* (ORC), *Populus* sp. (TP) největší rozptyl (viz kap. 5.6, Obr. 38).

Černý et al. (2016) upozorňuje na obecně lepší zdravotní stav smíšených porostů oproti monokulturám jasanu. Havrdová et al. (2017) to potvrzují statisticky podloženými daty, kde směsi jasanu s *Abies alba*, *Pinus sylvestris*, *Acer pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*, *Carpinus betulus* vykazují nižší poškození. Oproti nim porosty s příměsí *Quercus robur* a *Fagus sylvatica* vede k vyššímu poškození jasanu. To se výrazně neshoduje s výsledky diplomové práce, kde proti sobě stojí výsledky hodnocení porostů s příměsí *Pinus sylvestris*. Autor pozoruje vůbec nejhorší zdravotní stav porostů jasanu s příměsí *Pinus sylvestris* oproti Havrdové et al. (2017), která pozorovala nejlepší zdravotní stav porostů s příměsí této dřeviny. *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus* hodnoceny jako příměsi ovlivňující zdravotní stav pozitivně (Havrdová et al. 2017), vyšly jako indiferentní. *Alnus glutinosa*, *Carpinus betulus* hodnoceny opět jako pozitivně ovlivňující zdravotní stav jasanu (Havrdová et al. 2017), ovlivňují zdravotní stav dle výsledků autora spíše negativně (příměs *Carpinus betulus* je vyhodnocena jako třetí nejhorší). Příměs *Quercus robur* a *Fagus sylvatica* dle Havrdové et al. (2017) vede k vyššímu poškození porostu, s čímž částečně souhlasí i výsledky diplomové práce, kde se *Quercus robur* řadí k dřevinám se spíše negativním vlivem na zdravotní stav porostů, ale vliv *Fagus sylvatica* je indiferentní.

Rozdíl v poškození je vysvětlen odlišným chemickým složením smíšeného opadu, ovlivňujícím rychlost rozkladu organického materiálu nebo inhibujícím vývoj mikrobiální složky včetně *H. fraxineus* (Havrdová et al. 2017). Autor diplomové práce nehodnotil příčinu zmíněných odlišností ve zdravotním stavu porostů, lze jen diskutovat o vlivu ostatních faktorů, které nejsou do tohoto posudku včleněny (vliv stanovištních a porostních faktorů). Pro směřované posouzení vlivu ostatních dřevin na zdravotní stav jasanů by bylo třeba posoudit jejich působení na patogen přinejmenším na podobných lesnicko-typologických stanovištích, u kterých právě Havrdová et al. (2016a) zmiňují statisticky významné rozdíly v dopadu infekce. Dalším nedostatkem hodnocení je absence uvážení vlivu zastoupení ostatních dřevin. V případě hodnocení vlivu listového opadu přimíšených dřevin na rozvoj patogenu by byly určující spíše laboratorní testy. Na základě provedených výzkumů nelze přikládat velkou váhu vlivu ostatních dřevin na ovlivnění infekce patogenem *H. fraxineus*.

6.7 Posouzení vlivu faktoru způsobu založení (obnovy) porostu

V porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nekrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* dle způsobu založení (obnovy) porostu byla prokázána signifikantní odchylka mezi porosty zakládány umělou obnovou a porosty přirozené obnovy. Kdy porosty přirozené obnovy vykazují menší poškození zdravotního stavu (viz kap. 5.8, Obr. 42).

Opět se ukazuje stará lesnická pravda pěstování lesů, ne nadarmo je aktuálním evropským trendem posledních decenií návrat k přirozené obnově porostů. Sice v dnešní době poháněný spíše ekonomicky výhodným (levnějším) založením porostu přirozenou obnovou nežli umělou. K původním důvodům patřil nedostatek reprodukčního materiálu. Mnohem důležitějším faktorem, významným hlavně pro dnešní situaci je zachování autochtonních populací, nepřetržitost původní genetické linie stanovištně přizpůsobených populací, které po několik generací vítězí v konkurenčním boji, čímž jsou dokonale přizpůsobeni aktuálnímu vlivu prostředí. Při využití umělé obnovy jsou často v nepřirozených podmínkách (bez vlivu přírodní selekce absencí konkurence a v řízených podmínkách prostředí) vypěstovány sazenice neschopné odolávat vlivům prostředí. Paradoxně Černý et al. (2016) doporučují, ve své metodice pro úspěšné pěstování jasanů pod vlivem *H. fraxineus*, pěstování reprodukčního materiálu ve školkách prostřednictvím eliminace patogenu chemickými látkami (fungicidy), úpravou vlhkosti, hrabáním listového opadu, termoterapiemi a dalším bezpočtem opatření. Což považuje za neopodstatněné řada autorů (Hauptman et al. 2013; Metzler et al. 2013; Dal Maso et al. 2014) z důvodu pouze podmíněné odolnosti, která se v neřízeném přírodním prostředí vytrácí. Jako uspokojivá aktivní obrana se jeví použití mykovirů (Schoebel et al. 2014) nebo jiných mikroorganismů (stále zatím v teoretické rovině).

V dnešní době jsou navíc vysazovány nejnižší možné (zákoně) počty sazenic na hektar (ekonomický problém dnešního lesnictví), které jsou nedostatečné pro následnou selekci z hospodářského hlediska (tvarové a růstové charakteristiky), natož k selekci zdravotní v případě chorob podobných *H. fraxineus*. Problém zúžení genetické variability dnešních populací lesních porostů vlivem umělé obnovy je diskutován již delší dobu, ale právě v souvislosti s *H. fraxineus* nabírá na důležitosti. Problém nedostatku osiva jasanu v minulosti vedl k pěstování produkčního materiálu ze zdrojů s omezenou genetickou variabilitou (sběr semen z malého počtu jedinců), kdy dále

v procesu výběru hospodářsky vhodných jedinců byl genofond nadále zužován. Proto jsme svědky hromadných rozpadů porostů, složených z jedinců geneticky příbuzných, kdy v případě jejich náchylnosti k infekci *H. fraxineus* hyne podstatná část porostu. Kdyby měli porosty vyšší genetickou variabilitu, existuje naděje zachování dostatečného počtu odolnějších jedinců, a tím zachování porostů.

Ve vztahu k faktoru genetiky v ohledu na nekrózu jasanů bylo provedeno v Evropě několik výzkumů, zabývajících se geneticky vázanou odolností populací jasanů. Rozdíly v odolnosti jednotlivých proveniencí se liší (Pliūra et al. 2011; Metzler et al. 2012; Enderle et al. 2013; Havrdová et al. 2016b). Muñoz et al. (2016) neprokázali rozdíly v odolnosti mezi proveniencemi. Vše napovídá, že podstata odolnosti jasanů proti *H. fraxineus* je na úrovni klonu nebo klonových rodin, genotypů a nikoliv na úrovni proveniencí (McKinney et al. 2011, 2012; Pliūra et al. 2011.; Kirisits and Freinschlag 2012; Kjær et al. 2012; Stener 2013; Pliūra et al. 2014, Enderle et al. 2015; Hauptman et al. 2016; Havrdová et al. 2016b). Muñoz et al. (2016) se přiklánějí ke společnému současnému názoru, neexistuje úplná rezistence jasanu proti *H. fraxineus*, ale existuje významná variabilita v částečné rezistenci, která je dědičná. S přihlédnutím k výsledkům výše uvedených testů (viz kap. 3.6), kde byla potvrzena relativně vysoká početnost relativně zdravých jedinců, existuje šance na úspěch výběrových šlechtitelských programů (Havrdová et al. 2016b). Obecně se autoři dostávají na celkový podíl v řádu jednotek procent populace vykazující určitý stupeň odolnosti (Husson et al. 2012; Bakys et al. 2013; Enderle et al. 2013; McKinney et al. 2014; Rosenvald et al. 2015; Lenz et al. 2016).

V případě využití přirozené reprodukce stávajících porostů, kterou navrhuji Douglas et al. (2013), Metzler et al. (2013) a Clark and Webber (2017), může nastat dle Lygise et al. (2014) problém. V dnešních podmínkách v infikovaných porostech ke zmlazování nedochází, zmlazení odumírá nebo přinejmenším nedochází k reprodukci v dostatečném měřítku (Lygis et al. 2014). Z výše uvedeného jasně vyplývá, že je nutné bezpodmínečně zachovat jedince (genotypy), kteří vykazují odolnost vůči *H. fraxineus*, jako základ budoucích populací, což se shoduje i s dalšími autory (McKinney et al. 2011; Bakys et al. 2013; McKinney et al. 2014; Lobo et al. 2014; Kirisits and Freinschlag 2015; Rosenvald et al. 2015; Vacek et al. 2015; Černý et al. 2016; Kirisits and Cech 2016). Podstatnou myšlenku uvádějí Černý et al. (2016) a Kjær et al. (2017), je třeba hledat odolné jedince hlavně v silně postižených porostech s vysokým infekčním tlakem patogenu, kteří nevykazují příznaky ani za daných podmínek.

Skeptický názor mají Juodvalkis (2003) a Riepšas (2009), uvádějí, že velká část z ponechávaných zdánlivě odolných jedinců podlehe infekci v následujících letech po probírkách. Problém mortality v intenzivně probíraných porostech popisují Bakys et al. (2013), příčinou je rozvoj *Armillaria* sp. v důsledku poškození stromů těžbou. Pankuch et al. (2003) vidí řešení v šetrném provádění probírek, snížení mechanického a fyziologického poškození jedinců. Otázkou zůstává, zda není odolnost jasanů závislá na jejich věku, ve smyslu, zda jsou rezistentní genotypy dostatečně odolné i ve stadiu zmlazení a nepodlehnu tak infekci (Muñoz et al. 2016).

6.8 Posouzení vlivu faktoru času na vývoj zdravotního stavu jasanu

Při porovnání míry poškození zdravotního stavu porostů nekrózou jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* v jednotlivých letech hodnocení lze pozorovat zjevný trend zhoršování zdravotního stavu jasanu v čase (viz kap. 5.9, Obr. 43). Tento časový trend zhoršování zdravotního stavu porostů lze vidět i v porovnání míry poškození porostů dle lokalit (viz kap. 5.7, Obr. 40), kde jsou v grafu seřazeny lokality dle let hodnocení zleva doprava od nejstaršího po nejnovější. Prokazatelně je tedy horší zdravotní stav jasanových porostů s postupem času. Pautasso et al. (2013a) jsou celkem skeptičtí k názorům existence faktorů ovlivňujících dlouhodobě chřadnutí jasanů, a jako hlavní faktor ovlivňující stav porostů uvádějí právě postupný nástup patogenu před plným paušálním propuknutím infekce v prostředí, což by souhlasilo s výsledky hodnocení (viz kap. 5.9, Obr. 43).

6.9 Podíl relativně odolných jedinců v populaci

Dle výsledků diplomové práce je průměrný podíl jedinců ve zhodnocených porostech určených k odstranění bez rozlišení kategorií 72 %, jedná se o jedince nevhodné k dalšímu pěstování dle metodiky (viz kap. 4.2 a 4.3). Přičemž Goudet and Piou (2012), Rosenvald et al. (2015) uvádějí, že infikovanost populace dosahuje 100 %, i ze zdánlivě nepoškozených jedinců byl izolován *H. fraxineus*. McKinney et al. (2011) a Pliūra et al. (2011) upozorňují na nejméně 70% mortalitu v celé populaci.

Dopočet podílu jedinců určených k odstranění do 100 % ve věkových stupních 1-8 (viz kap. 5.11, Tab. 5) lze považovat za podíl jedinců potenciálně dopěstovatelných do fáze ekonomické rentability porostu (alespoň v dnešních podmínkách). Což představuje 22-40 % podíl jedinců stávajících porostů, u kterých není poškození fatální; viz kap.

4.2.3; 4.2.4; 4.3). Jiní autoři v celé Evropě došli k podobným výsledkům týkajících se částečné odolnosti jasanů: v českých studiích 12-53% (Havrdová et al. 2016b), ve dvou litevských provenienčních pokusech 13-59% a 25-56% (Pliūra et al. 2011), v německých studiích jsou výsledky ještě příznivější (Metzler et al 2012; Enderle et al 2013).

Dopčet podílu jedinců určených k odstranění do 100 % ve věkových stupních 9 a 10+ lze uvažovat jako podíl relativně odolných genotypů bez projevu infekce *H. fraxineus* (viz kap. 4.2.3; 4.2.4 *Kategorie Dospělí jedinci*; 4.3.4; 4.3.5). Lze uvést, že podíl odolných genotypů v porostech vhodných k obnově (80 let a více) se pohybuje mezi 5-13 %. Obecně se autoři dostávají na celkový podíl většinou v řádu jednotek procent populace vykazující určitý stupeň odolnosti (McKinney et al. 2014; Lenz et al. 2016), konkrétně Estonsko 15 % (Rosensvald et al. 2015), Francie 5-8 % (Husson et al. 2012), Dánsko 2 % (Bakys et al. 2013), Německo 6 % (Enderle et al. 2013).

Vzhledem k výše uvedeným výsledkům diplomové práce a výsledkům dalších autorů, existuje šance na úspěch výběrových šlechtitelských programů, což potvrzují i Havrdová et al. (2016b), kteří objevili ve všech osmnácti jimi studovaných proveniencích množství jedinců s defoliací nepřekračující 5 %.

6.10 Vliv ostatních faktorů

Jedním z faktorů, který je třeba zmínit vzhledem k nekróze jasanů je vliv fenologie hostitele. Několik autorů řeší aktuálně roli fenologie v dopadu infekce *H. fraxineus*. Pliūra and Baliuckas (2007), Bakys et al. (2011), McKinney et al. (2011), Husson et al. (2012), Bakys et al. (2013), Muñoz et al. (2016) prokázali korelaci mezi fenologií hostitele a citlivostí k poškození *H. fraxineus*, vyšší dopad infekce vykazují jedinci s pozdějším rašením. Podrobné zdůvodnění pravděpodobné příčiny je předmětem dalších výzkumů (viz kap. 3.7), přičemž vše ukazuje na problém koincidence rašení listů jasanu se sporulací *H. fraxineus*, kdy mladé listy jsou nejvíce náchylné na infekci (Koch and Mew 1991; Barth et al. 2004; Kirisits and Cech 2009; McKinney et al. 2014). Tento jev může představovat podstatný problém v lesnictví, protože u jasanu byly jako perspektivní pro reprodukci upřednostňovány genotypy s pozdním rašením vzhledem k problému pozdních mrazů, které jasanu poškozují kvůli jejich citlivosti na nízké teploty při rašení.

Dalším jevem vztahujícím se k fenologii je opad listů. Listy jsou významnou vstupní branou infekce (Kirisits et al 2009b; Husson et al. 2012; Cleary et al. 2013; Kräutler et al. 2015). Hauptman et al. (2016) a Stener (2013) se shodují na faktu, že u silněji poškozených jedinců dochází k časnějšímu opadu asimilačního aparátu než u slaběji zasažených. McKinney et al. (2011), Kirisits et al. (2009) uvádí, že u genotypů přirozeně opadávajících dříve nedochází k tak masivnímu přenosu infekce do xylému hostitele. Lze spekulovat, zda se patogen neprotrikne do xylému ještě před opadem asimilačního aparátu (Hauptman et al. 2016). Podíl infikovaných výmladků u většiny předčasně opadávajících jedinců je nižší než u ostatních stromů (Kräutler and Kirisits 2012; Kirisits and Freinschlag 2012). Kirisits and Freinschlag (2012) ani Hauptman et al. (2016) nepotvrdili ve svých testech hypotézu, že by předčasný opad byl specifickou reakcí jedinců (genotypů) na infekci. I přes rozporuplné výsledky je třeba faktor předčasného opadu listů zkoumat, mohl by v budoucnu přispět k efektivnější selekci odolnějších genotypů vůči *H. fraxineus*.

Vůbec nejpodstatnějším problémem, v řešení situace nekrózy jasanů, se jeví v posledních letech výskyt bazálních nekróz (viz kap. 3.9). Bazální nekrózy jsou způsobeny proniknutím askospor patogenu *H. fraxineus* do hostitele skrz lenticely a praskliny v kůře stromů (Skovsgaard et al. 2010; Bakys et al. 2011; Husson et al. 2012; Enderle et al. 2013; Kräutler et al. 2015; Havrdová et al. 2016b; Muñoz et al. 2016). Přičemž nejsou bezpodmínečně vázány na jedince s postiženou korunou, naopak jsou časté u stromů s nepoškozenou korunou (Husson et al. 2012). Odolnost jasanů proti poškození koruny nesouvisí s odolností proti výskytu bazálních nekróz (Enderle et al. 2013). Fatální je hlavně související infekce *Armillaria* spp. (Lygis et al 2005; Thomsen and Skovsgaard 2007; Skovsgaard et al 2010; Bakys et al 2011; Husson et al. 2012; Enderle et al. 2013; Havrdová 2015; Marçais et al. 2016; Lenz et al. 2016; Muñoz et al. 2016), která obecně přispívá ke zhoršení zdravotního stavu jasanů napadených *H. fraxineus*. Hauptman et al. (2016), Marçais et al. 2016 poukazují na problém bazálních infekcí *Armillaria* sp. jako možné překážky v přežití odolnějších jedinců jasanu proti *H. fraxineus*, mohou vyloučit mnohé rezistentní genotypy ze šlechtění (odumření, mechanická nestabilita). Podobně Lygis et al. (2005), Lenz et al. (2016) sledovali bazální infekce s účastí *Armillaria* sp., kterými byly značně poškozovány jasany s vysokou vitalitou a nepoškozenou korunou vlivem *H. fraxineus*, které by měly být výběrovými jedinci pro zakládání budoucích populací.

6.11 Celková situace a návrh opatření v porostech

Celková situace pěstování jasanu v ČR a v celé Evropě je alarmující vzhledem k agresivitě patogenu, jeho nekontrolovatelnému šíření (viz kap. 3.4) a vysokému zastoupení jasanu v přírodním i kulturním prostředí (viz kap. 3.2). Ekonomický a zejména ekologický dopad je nepředstavitelný (viz kap. 3.16), ale lze ho do jisté úrovně eliminovat vhodným lesnickým hospodařením s použitím alternativních dřevin (viz kap. 3.15). Dle výše uvedeného výzkumu v rámci diplomové práce a výzkumů dalších českých a evropských autorů lze postupně začít pochybovat o jakékoliv naději záchranu populací jasanu, jak je dosud známe. Role faktorů ovlivňujících dopad infekce je přinejmenším diskutabilní a neprůkazná, nebyl potvrzen vliv faktorů prostředí na zdravotní stav jasanu (viz kap. 5). I když proti tomu vystupují výsledky Havrdové (2015), Havrdové et al. (2016a) a Černého et al. (2016) a některých dalších autorů, viz kap. 3.11 a 3.12. Autor se přiklání k názoru Pautasse et al. (2013a), kteří jsou celkem skeptičtí k názorům existence jakýchkoliv faktorů ovlivňujících dlouhodobě chřadnutí jasanů, jde jen o postupný nástup patogenu před plným paušálním propuknutím infekce v prostředí.

Jediným východiskem situace je aktivní asistovaný přírodní výběr relativně odolných genotypů, jejich ochrana a reprodukce, na čemž se shoduje většina autorů (McKinney et al. 2011; Bakys et al. 2013; McKinney et al. 2014; Lobo et al. 2014; Kirisits and Freinschlag 2015; Rosenvald et al. 2015; Vacek et al. 2015; Kirisits and Cech 2016). I když Muñoz et al. (2016) upozorňují na neexistenci úplné rezistence jasanu proti *H. fraxineus*, existuje významná variabilita v částečné rezistenci, která je dědičná. Asistovaný výběr nadále provádět formou postupných zdravotních probírek v zasažených jasanových porostech dle Aplikační části metodiky (viz kap. 4.3), která je založena na základě hodnocení zdravotního stavu jasanů bez ohledu na stanovištní podmínky, zohledňuje pouze věk porostů jako faktor ovlivňující proveditelná lesnická opatření vázaná na zabezpečení funkce porostu a jeho ekonomické rentability. Problematika dnešního pěstování jasanu pod vlivem *H. fraxineus* je rozebírána v kap. 3.13 a 3.14. Většina doporučení je založena na stanovištních podmínkách, které tato práce dementuje. Nebo jsou kategorizována dle porostních charakteristik, kde nebyl opět prokázán podstatný rozdíl v projevu infekce (viz kap. 5). U všech autorů lze nalézt společný a stále omílaný názor jediné zatím prokazatelné naděje spočívající v genetické odolnosti. Pokud odolnost spočívá pouze v genetickém faktoru, lze lesnická opatření

provádět bez ohledu na stanovištní podmínky, protože odolné genotypy jasanu se mohou nacházet kdekoliv. Je nutné zachovat jejich nejvyšší možný počet kvůli eliminaci zúžení genetické variability (snížit nároky na hospodářskou vhodnost jedinců). Při výběru odolných genotypů je třeba zohlednit výsledky evropských autorů uvedené v kap. 3.7, 3.8 a 3.9, vztahující se k vlivu fenologie a bazálních nekrot na infekci *H. fraxineus*. A dále podstatnou myšlenku autorů Černého et al. 2016 a Kjæra et al. (2017), kdy je třeba hledat odolné jedince hlavně v silně postižených porostech s vysokým infekčním tlakem patogenu, kteří nevykazují příznaky ani za daných podmínek.

7 Závěr

V rámci diplomové práce byla vyhodnocena míra poškození zdravotního stavu celkem 434 porostů dle metodiky hodnocení zdravotního stavu porostů s ohledem na nekrózu jasanů způsobovanou patogenem *H. fraxineus* (Rozsypálek 2015, Prouza 2015). Byly hodnoceny porosty zastupující co nejširší záběr stanovištních a porostních faktorů pro zhodnocení jejich potenciálního vlivu na průběh a dopad infekce.

Z toho 100 jasanových porostů na lokalitách LS Strážnice (40 porostů), LS Prostějov (33 porostů), LS Luhačovice (18 porostů), Rokytnice nad Jizerou – KRNAP (8 porostů), Byzhradec (1 porost) v rámci bakalářské práce autora v roce 2014 - 2015. Dále 235 porostů v rámci práce diplomové v letech 2015-2016 (dle lokalit-KRNAP 85, 1 LS Černá Hora, 48 LS Český Rudolec, 5 LS Strážnice, 36 na LS Šternberk, 60 na LS Židlochovice. Pro rozšíření datového základu byla do srovnání zahrnuta data z 99 porostů hodnocení kolegy Ladislava Fuchse získaná v rámci jeho bakalářské práce v roce 2016 (10 porostů na lokalitě Červená Voda, 34 porostů na LS Lanškroun, 30 porostů na LS Hanušovice, 25 na LS Ruda na Moravě). Zdravotní stav zmlazení (podmíněn přítomností přirozeného zmlazení) byl posuzován celkem u 109 porostů (z toho 80 porostů zhodnotil autor, 29 porostů Ladislav Fuchs).

Nebyla definitivně prokázána hypotéza závislosti charakteru poškození na nadmořské výšce (se zvyšující se nadmořskou výškou by měly být porosty méně poškozené). Protože vyhodnocením dat nebyla prokázána statisticky významná závislost intenzity poškození zdravotního stavu jasanů hlavní etáže ani zmlazení ve vztahu k LVS dle Plívy (1987), resp. k nadmořské výšce. Přesto poškození zdravotního stavu vzhledem k nadmořské výšce, vykazuje u hlavní etáže mírný trend zhoršování zdravotního stavu od nejnižších nadmořských výšek až do 400 m n. m., dále je patrný trend zlepšujícího se zdravotního stavu s rostoucí nadmořskou výškou nad 400 m n. m. výše.

Byla vyvrácena hlavní hypotéza práce, ve smyslu, že dopad infekce *H. fraxineus* je závislý na abiotických faktorech prostředí, obecně vlhčí a živnější stanoviště by měla být ohrožena více než porosty na sušších místech. Porovnáním poškození zdravotního stavu jasanu vzhledem k edafickým kategoriím dle Plívy (1987) a k ekologickým řadám (nadstavbové jednotky edafických kategorií) dle Plívy (1987) nebyla nalezena signifikantní odchylka. Což znamená, že dopad infekce není ovlivněn abiotickými stanovištními podmínkami.

V porovnání intenzity poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) a věku prostu nebyly nalezeny statisticky průkazné výsledky. Dopad infekce na zdravotní stav porostů není ovlivněn věkem jasanů.

Byla vyvrácena hypotéza, že poškození porostů by mělo být závislé na zastoupení jasanu v porostu, se zvyšujícím se zastoupením jasanu by mělo stoupat jeho poškození. Porovnáním míry poškození zdravotního stavu hlavní etáže a zmlazení vzhledem k zastoupení jasanu v porostu nebyla prokázána statisticky významná odchylka mezi jednotlivými intervaly zastoupení (sdružující zastoupení jasanu v porostu v intervalech po 10 %).

Ve vztahu k porostním charakteristikám nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v poškození porostů vzhledem k zakmenění (mezi jednotlivými stupni zakmenění). Dále nebyl prokázán vliv ostatních zastoupených dřevin v porostu na zdravotní stav jasanu. Ve srovnání poškození jasanu mezi jednotlivými lokalitami se projevil spíše trend v časovém rozestupu hodnocení mezi jednotlivými roky, který je i samostatně vyhodnocen. Kdy nebyla prokázána signifikantní odchylka, ale lze pozorovat jasný trend zhoršování stavu porostů v jednotlivých letech.

Statisticky významné výsledky byly prokázány v porovnání poškození zdravotního stavu jasanů vzhledem k charakteru (druhu smíšení) zastoupení jasanu v porostu mezi kategoriemi náhodného a skupinovitého smíšení. Dále v porovnání poškození zdravotního stavu jasanů (hlavní etáže) vzhledem k přirozenosti stanoviště (SLT) dle Plívy (1987), podchycující rozdíl mezi zdravotním stavem na SLT s přirozeným výskytem jasanu (1D, 1L, 1U, 1V, 2L, 2V, 3H, 3W, 3J, 3L, 3U, 4W, 5W, 5J, 5U, 5V, 6L, 6V) a na SLT ostatních, bez přirozeného výskytu jasanu. Poslední statisticky prokazatelný rozdíl byl nalezen na základě srovnání poškození porostů dle způsobu jejich založení (obnovy). Porosty přirozené obnovy vykazují menší poškození zdravotního stavu než porosty založené umělou obnovou.

PCA analýzou byla zhodnocena míra závislosti několika zásadních hodnocených faktorů (druh smíšení, věk porostu, nadmořská výška, zastoupení jasanu) mezi sebou navzájem a jejich vliv na úroveň poškození jasanových porostů infekcí *H. fraxineus*. Největší vliv na intenzitu infekce, s níž jsou jasanové porosty poškozovány, má druh smíšení porostu a zastoupení jasanu v porostu. Mezi věkem porostu a zdravotním stavem byla nalezena minimální korelace a nadmořská výška, v níž jsou porosty pěstovány, s velkou pravděpodobností vůbec neovlivňuje hodnotu zdravotního stavu porostů.

Dle Aplikační části metodiky byl vyhodnocen pro každý porost zvlášť podíl jedinců určených k odstranění. Průměrný podíl jedinců určených k odstranění bez rozlišení kategorií je 72 %. Ve věkových stupních 1-8 lze považovat za podíl jedinců potenciálně dopěstovatelných do fáze ekonomické rentability porostu (alespoň v dnešních podmínkách), přibližně 22-40 % počtu jedinců stávajících porostů (jejichž poškození není fatální). Ve věkových stupních 9 a 10⁺ lze uvažovat dle Aplikační části metodiky o podílu relativně odolných genotypů v rozsahu 5 až 13 %, které jsou vhodné k přirození obnově porostů. Čímž byla navržena konkrétní lesnická opatření ve zhodnocených porostech.

Vzhledem k neprokázání hypotéz diplomové práce (vliv stanovištních a porostních faktorů) se autor přiklání k názoru, že faktorem, jenž by mohl citelně ovlivňovat dopad infekce je pravděpodobně genetika (relativní odolnost některých genotypů). Přičemž je třeba tuto teorii ověřit dalším výzkumem v praxi.

8 Summary

In the thesis was evaluated the health status of 434 stands with a focus on ash dieback caused by *H. fraxineus*, according to evaluation methodology of health condition damage on stands taking into account the ash dieback (Rozsypálek 2015, Prouza 2015). The evaluated stands represent wide site and stand habitat factors and we assessed their potential impact on the progress and impact of this infection.

Rated areas were selected on the forest district Strážnice (40 stands), Prostějov (33 stands), Luhačovice (18 stands), near the town Rokytnice nad Jizerou – KRNAP (Giant Mountains national park) (8 stands), near the town Byzhradec (1 stand) within bachelor thesis in 2014 - 2015. 235 stands were assessed within diploma thesis in 2015-2016 on forest district KRNAP (85 stands), Černá Hora (1 stand), Český Rudolec (48 stands), Strážnice (5 stands), Šternberk (36 stands), Židlochovice (60 stands). 99 rated stands by colleague Ladislav Fuchs (assessed within his bachelor thesis in 2016) were included to extend the data base of comparison (on the forest district Červená Voda - 10 stands, Lanškroun - 34 stands, Hanušovice - 30 stands, Ruda na Moravě – 25 stands). The health status of stand regeneration (caused by the presence of natural seedlings) was evaluated in a total of 109 stands (80 stands were evaluated by author, 29 stands were evaluated by Ladislav Fuchs).

After the data evaluation, we found that the health state damage of stands with ash dieback presence is not altitude-dependent. The results of this do not suggest that the altitude affects the level of damage by ash dieback and the damage of ash trees does not significantly decrease with increasing altitude.

Results refuted the main hypothesis of this study, in the sense that the impact of infection *H. fraxineus* is dependent on abiotic environmental factors. Generally wetter and higher nutrient habitat should be threatened more than the stands on drier areas. There was no significant difference in comparing the health status of stands with regard to site (abiotic) factors.

We found that the damage to the health state of stands with regard to ash dieback is not age-dependent.

The damage degree of ash stands does not depend on the percentage of ash trees in the stand. The damage of health state of stand does not decrease with decreasing percentage of ash trees in stand.

We found that the health state damage of stands with presence of ash dieback does not depend on stand factors (like stocking, other tree species).

We can see clear trend of decreasing health status in ash stands during evaluation period.

Statistically significant differences were observed in comparison of the status of health damage on factor the mixing type of stand. Regularly mixed stands is low affected than irregular mixed ones. Stands on the natural habitat according Plíva (1987) was not so affected by *H. fraxineus* as the stands on unnatural habitats for ashes. Last statistically demonstrable difference was found in comparison of the health status damage in stands which were differed in type of establishment (planting or natural seedlings). Natural regenerated stands showed less health damage than the artificial planted stands.

Recommended measures by the application part of the methodology for forest cultivation in infected stands was determined. The average proportion of individuals for disposal without distinguishing categories is 72%. There is approximately 22-40 % proportion of relatively healthy ash trees (the damage is not fatal) in stands up to age of 80 years. The proportion of relatively resistant genotypes of ash is about 5-13 % in the stands of age over 80 years. These genotypes are suitable for natural regeneration of stands.

Based on the results of the thesis (insignificant effect of site and stand factors), the author tends to the view that the genetics can be one of the main factors that affects the impact of *H. fraxineus* infection (meaning relative resistance of certain ash genotypes). This hypothesis must be verified in practice by future research.

9 Reference

- ADAMS, G. C., ROUX, J., WINGFIELD M. J., 2006: Cytospora species (Ascomycota, Diaporthales, Valsaceae): introduced and native pathogens of trees in South Africa. *Australasian Plant Pathology* 35, 521–48.
- AMBROS, Z., ŠTYKAR, J., 1999: Geobiocenologie I. Brno: Mendelova lesnická a zemědělská univerzita, 63 s.
- BAKYS, R., VASAITIS, R., BARKLUND, P., IHRMARK, K., STENLID, J. 2009a: Investigations concerning the role of *Chalara fraxinea* in declining *Fraxinus excelsior*. *Plant Pathol* 58: 284–292.
- BAKYS, R., VASAITIS, R., BARKLUND, P., THOMSEN, I. M., STENLID, J., 2009b: Occurrence and pathogenicity of fungi in necrotic and nonsymptomatic shoots of declining common ash (*Fraxinus excelsior*) in Sweden. *Eur. J. For. Res.* 128, 51–60.
- BAKYS, R., VASAITIS, R., SKOVSGAARD, J. P. 2013: Patterns and severity of crown dieback in young even-aged stands of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) in relation to stand density, bud flushing phenotype and season. *Plant Prot. Sci.* 3: 120-126.
- BAKYS, R., VASILIAUSKAS, A., IHRMARK, K., STENLID, J., MENKIS, A., VASAITIS, R. 2011: Root rot, associated fungi and their impact on health condition of declining *Fraxinus excelsior* stands in Lithuania. *Scand. J. For. Res.* 26, 128–135.
- BARAL, O., BEMMANN, M. 2014: *Hymenoscyphus fraxineus* vs. *Hymenoscyphus albidus* – A comparative light microscopic study on the causal agent of European ash dieback and related foliicolous, stroma-forming species. *Mycology* 5, 228–290.
- 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* 3, 11-3 (in Swedish).
- BARTH, C., MOEDER, W., KLESSIG, D. F., CONKLIN, P. L. 2004: The timing of senescence and response to pathogens is altered in the ascorbate-deficient Arabidopsis mutant vitamin c-1. *Plant Physiology* 134: 1784–1721.
- BENGTSSON, S. B. K., BARKLUND, P., VON BRÖMSEN, C., STENLID, J. 2014: Seasonal pattern of lesion development in diseased *Fraxinus excelsior* infected by *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *PLoS ONE* 9, 76429.
- BFW (FEDERAL RESEARCH AND TRAINING CENTRE FOR FORESTS, NATURAL HAZARDS AND LANDSCAPE) 2015: Why is the existence of common ash in Austria at stake? Distribution of ash dieback (map) [online]. Citováno 18. 2. 2017. Dostupné na World Wide Web: <http://www.esche-in-not.at/index.php/en/problem>
- BOSE, A. K., HARVEY, B. D., BRAIS, S., BEAUDET, M., AND LEDUC, A. 2014: Constraints to partial cutting in the boreal forest of Canada in the context of natural disturbance-based management: a review. *Forestry*, 87(1): 11–28. doi:10.1093/ forestry/cpt047.
- BUČEK, A., LACINA, J., 1999: Geobiocenologie II. Brno, Mendelova lesnická a zemědělská univerzita, 240 s.
- BUTIN, H., KOWALSKI, T., 1986: Die natürliche Astreinigung und ihre biologischen Voraussetzungen. III. Die Pilzflora von Ahorn, Erle, Birke, Hainbuche und Esche. *European Journal of Forest Pathology* 16, 129–38.
- CAPPAERT, D., MCCULLOUGH, D. G., POLAND, T. M., SIEGERT, N. W. 2005: Emerald Ash Borer in North America: a research and regulatory challenge. *Am Entomol* 51:152–65.

- CECH, T. L. 2008: Eschenkrankheit in Niederösterreich – neue Untersuchungsergebnisse [Dieback of ash in Lower Austria – new results]. *Forstschutz Aktuell* 43: 24-28 (in German).
- CECH, T. L., 2006. Echenschaä den in Österreich. *Forstschutz Aktuell* 37, 18-20.
- CECH, T. L., KEßLER, M. AND BRANDSTETTER, M. 2012: Monitoring ash dieback in Austria (Monitoring des Zurücksterbens der Esche in Österreich.) In: STEYRER, G., TOMICZEK, C., HOCH, G. AND LACKNER, C. (Editors), Proceedings of the Third Meeting of Forest Protection and Forest Phytosanitary Experts, Federal Research Centre for Forests, Department of Forest Protection, Vienna, Austria, 14–16 October 2009. *Forstschutz Aktuell* 55: 56-58 (in German).
- CLAESSENS, H., OOSTERBAAN, A., SAVILL, P. AND RONDEUX, J. 2010: A review of the characteristics of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and their implications for silvicultural practices. *Forestry* 83(2): 163-175.
- CLAESSENS, H., PAUWELS, D., THIBAUT, A. AND RONDEUX, J. 1999: Site index curves and autoecology of ash (*Fraxinus excelsior* L.), sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) and cherry (*Prunus avium* L.) in Wallonia (Southern Belgium). *Forestry* 72(3): 171-182.
- CLARK, J., WEBBER, J. 2017: The ash resource and the response to ash dieback in Great Britain. p. 228-237 in Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.)- Consequences and Guidelines for Sustainable Management, The Report on European Cooperation in Science & Technology (COST) Action FP1103 FRAXBACK, Swedish University of Agricultural Sciences, SE-75007 Uppsala, Sweden ISBN (electronic version) 978-91-576-8697-8.
- CLEARY, M. R., DANIEL, G., STENLID, J. 2013: Light and scanning electron microscopy studies of the early infection stages of *Hymenoscyphus pseudoalbidus* on *Fraxinus excelsior*. *Plant. Pathol.* 62, 1294–1301.
- CLEARY, M., NGUYEN, D., STENER, L. G., STENLID, J., SKOVSGAARD, J. P. 2017: Ash and ash dieback in Sweden: a review of disease history, current status, pathogen and host dynamics, host tolerance and management options in forests and landscapes. P. 195- 208 in Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.)- Consequences and Guidelines for Sustainable Management, The Report on European Cooperation in Science & Technology (COST) Action FP1103 FRAXBACK, Swedish University of Agricultural Sciences, SE-75007 Uppsala, Sweden ISBN (electronic version) 978-91-576-8697-8.
- COOLS, N., VESTERDAL, L., VOS, B., VANGUELOVA, E., HANSEN, K. 2014: Tree species is the major factor explaining C:N ratios in European forest soils. *For Ecol Manage* 31:3–16.
- ČERNÝ, K., HAVRDOVÁ, L., ZLATNÍK, V., HRABĚTOVÁ, M. 2016: Pěstování jasanu v prostředí s výskytem *Hymenoscyphus fraxineus*. Certifikovaná metodika. 51 s. ISBN: 978-80-87674-18-5. [online]. Citováno 29. 3. 2017. Dostupné na World Wide Web: http://www.vukoz.cz/dokumenty/056/Metodiky/Pestovani_jasanu_s_Hymenoscyphus_fraxineus.pdf.
- DAL MASO, E., COCKING, J., AND MONTECCHIO, L. 2014: Efficacy tests on commercial fungicides against ash dieback *in vitro* and by trunk injection. *Urban Forestry & Urban Greening* 13: 697-703. doi:10.1016/j.ufug.2014.07.005.
- DAVYDENKO, K., VASAITIS, R., STENLID, J., MENKIS, A., 2013: Fungi in foliage and shoots of *Fraxinus excelsior* in eastern Ukraine: a first report on *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *Forest Pathology* 43, 462–467.
- DE HAECK, A., ROSKAMS, P., STEENACKERS, M. AND HENS, M. 2013: Advies betreffende de verspreiding van de essenziekte in Vlaanderen. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, INBO. A.2013.82 (in German).
- DELAHAYE, L., HERMAN, M., CHANDELIER, A., CLAESSENS, H. AND MARCHAL, D. 2015: Note de référence pour la gestion du frêne dans le contexte de la crise liée à la chalarose. *Forêt wallonne* 136: 53-58.

- DOBROWOLSKA, D., HEIN, S., OOSTERBAAN, A., SKOVSGAARD, J., P., WAGNER, S., P. 2008: Ecology and growth of European ash (*Fraxinus excelsior* L.). In International Conference on Growing Valuable Broadleaved Trees Species, Freiburg University: October (pp. 6-8).
- DOBROWOLSKA, D., HEIN, S., OOSTERBAAN, A., WAGNER, S., CLARK, J., SKOVSGAARD, J. P. 2011: A review of European ash (*Fraxinus excelsior* L.): implications for silviculture. *Forestry* 84: 133–148.
- DOUGLAS, G. C., NAMARA, J. M., O'CONNELL, K., DUNNE, L., GRANT, J. 2017: Vegetative propagation of dieback-tolerant *Fraxinus excelsior* on commercial scale, p. 288-299 67 in Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.)- Consequences and Guidelines for Sustainable Management, The Report on European Cooperation in Science & Technology (COST) Action FP1103 FRAXBACK, Swedish University of Agricultural Sciences, SE-75007 Uppsala, Sweden ISBN (electronic version) 978-91-576-8697-8.
- DOUGLAS, G. C., PLIURA, A., DUFOUR, A., ET AL. 2013: Common Ash (*Fraxinus excelsior*). In: Pâques LE, ed. Forest Tree Breeding in Europe: current state-of-the-art and perspectives.: Springer.
- DOUGLAS, G., RYAN, C., 2012: Situation with ash in Ireland: stand characteristics, health condition, ongoing work and research needs. In: VASAITIS, R. (ed.), Meeting program and abstracts of country presentations, COST Action FP1103 FRAXBACK 1st Management Committee / Working Group Meeting, 13–14 November 2012, Vilnius, Lithuania, pp. 24–25.
- DRENKHAN, R. AND HANSO, M. 2010: New host species for *Chalara fraxinea*. *New Disease Reports* 22: 16.
- DRENKHAN, R., ADAMSON, K., HANSO, M., 2015: *Fraxinus sogdiana*, a Central Asian ash species, is susceptible to *Hymenoscyphus fraxineus*. *Plant Protection Science* 51, 150–2.
- DRENKHAN, R., AGAN, A., PALM, K., ROSENVALD, R., JÜRISOO, L., MAATEN, T., PADARI, A., DRENKHAN, T. 2017: Overview of ash and ash dieback in Estonia. p. 115-124 in Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.)- Consequences and Guidelines for Sustainable Management, The Report on European Cooperation in Science & Technology (COST) Action FP1103 FRAXBACK, Swedish University of Agricultural Sciences, SE-75007 Uppsala, Sweden ISBN (electronic version) 978-91-576-8697-8.
- DRENKHAN, R., SANDER, H. AND HANSO, M. 2014: Introduction of Mandshurian ash (*Fraxinus mandshurica* Rupr.) to Estonia: Is it related to the current epidemic on European ash (*F. excelsior* L.)? *European Journal of Forest Research* 133: 769-781.
- DRENKHAN, R., SOLHEIM, H., BOGACHEVA, A., RIIT, T., ADAMSON, K., DRENKHAN, T., MAATEN, T. AND HIETALA, A. M. 2016: *Hymenoscyphus fraxineus* is a leaf pathogen of local *Fraxinus* species in the Russian Far East. *Plant Pathology*, in press, doi: 10.1111/ppa12588.
- ELLIS, C. J., COPPINS, B. J., HOLLINGSWORTH, P. M. 2012: Lichens under threat from ash dieback. *Nature* 491:672.
- ENDERLE, R., FUSSI, B., LENZ, H. D., LANGER, G., NAGEL, R., METZLER, B. 2017: Ash dieback in Germany: research on disease development, resistance and management options. p. 89-105 in Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.)- Consequences and Guidelines for Sustainable Management, The Report on European Cooperation in Science & Technology (COST) Action FP1103 FRAXBACK, Swedish University of Agricultural Sciences, SE-75007 Uppsala, Sweden ISBN (electronic version) 978-91-576-8697-8.
- ENDERLE, R., METZLER, B., DELB, H. 2014: Ash dieback. FVA Annual Report 2014, p. 21-23. [online]. Citováno 26. 3. 2017. Dostupné na World Wide Web: http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/pilze_nematoden/fva_eschtriebsterben_stand/index_EN.

- ENDERLE, R.; NAKOU, A.; THOMAS, K.; METZLER, B., 2015: Susceptibility of autochthonous German *Fraxinus excelsior* clones to *Hymenoscyphus pseudoalbidus* is genetically determined. *Ann For. Sci.* 72, 183–193.
- ENDERLE, R.; PETERS, F.; NAKOU, A.; METZLER, B., 2013: Temporal development of ash dieback symptoms and spatial distribution of collar rots in a provenance trial of *Fraxinus excelsior*. *Eur. J. For. Res.* 132, 865–876.
- FORESTRY COMMISSIONS, 2013. National Forest Inventory (NFI) survey of the incidence of *Chalara fraxinea* infection of ash (*Fraxinus excelsior*) in Great Britain [online]. Citováno 10. 3. 2014. Dostupné na [http://www.forestry.gov.uk/pdf/NFI_survey_of_incidence_of_Chalara_fraxinea_infection_of_ash.pdf/\\$FILE/NFI_survey_of_incidence_of_Chalara_fraxinea_infection_of_ash.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/NFI_survey_of_incidence_of_Chalara_fraxinea_infection_of_ash.pdf/$FILE/NFI_survey_of_incidence_of_Chalara_fraxinea_infection_of_ash.pdf)
- FRAXIGEN 2005: Ash species in Europe: biological characteristics and practical guidelines for sustainable use. Oxford Forestry Institute, University of Oxford, UK. 128 pp.
- FREINSCHLAG, C., 2013: Untersuchungen zum Eschentriebsterben in Eschen-Samenplantagen in Österreich (Investigations on ash dieback in ash seed plantations in Austria). University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna (BOKU), Austria, Master Thesis, 110 [+18] pp.
- GANGE, A. C., GANGE, E. G., MOHAMMAD, A. B., BODDY, L. 2011: Host shifts in fungi caused by climate change? *Functional Ecology* 4: 184–190.
- GARCIA-GUZMAN, G., GIRZO, R. 2001: Patterns of leaf-pathogen infection in the understory of a Mexican rain forest: Incidence, spatiotemporal variation, and mechanisms of infection. *American Journal of Botany*, 88: 634–45.
- GEIGER, R., ARON, R. H., TODHUNTER, P. 2009: The climate near the ground. Rowman & Littlefield Publishers, Inc., Lanham, MA, US, 623 s.
- GOMES, R. R., GLIENKE, C., VIDEIRA, S. I. R., LOMBARD, L., GROENEWALD, J. Z., CROUS P. W. 2013: Diaporthe: a genus of endophytic, saprobic and plant pathogenic fungi. *Persoonia* 31, 1–41.
- GOUDET, M., AND PIOUS, D. 2012: Ash dieback or chalarose—what do we know? [La chalarose du frêne: Que sait-on?]. *Rev. For. Fr.* 64(1): 27–40. doi:10.4267/2042/47436.
- GRIFFITH, G. S., BODDY, L. 1988: Fungal communities in attached ash (*Fraxinus excelsior*) twigs. *Transactions of the British Mycological Society* 91, 599–606.
- GROSS, A., HOLDENRIEDER, O., 2015: Pathogenicity of *Hymenoscyphus fraxineus* and *H. albidus* towards *Fraxinus mandshurica* var. *japonica*. *Forest Pathology* 45, 172–4.
- GROSS, A., HOLDENRIEDER, O., PAUTASSO, M., QUELOZ, V. AND SIEBER, T. N. 2014a: *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the causal agent of European ash dieback. Pathogen profile. *Molecular Plant Pathology* 15: 5–21. doi:10.1111/mpp.12073.
- GROSS, A., HOSOYA, T., QUELOZ, V. 2014b: Population structure of the invasive forest pathogen *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *Molecular Ecology* 23, 2943–2960.
- GROSS, A., SIEBER, T. N. 2016: Virulence of *Hymenoscyphus albidus* and native and introduced *Hymenoscyphus fraxineus* on *Fraxinus excelsior* and *Fraxinus pennsylvanica*. *Plant Pathology* 65, 655–663.
- GUILLAUMIN, J. J., MOHAMMED, C., ANSEMI, N., COURTECUISSÉ, R., GREGORY, S. C., HOLDENRIEDER, O., INTINI, M., LUNG, B., MARXMÜLLER, H., MORRISON, D., RISHBETH, J., TERMORSHUIZEN, A. J., TIRRO, A., VAN DAM, B. 1993: Geographical distribution and ecology of the *Armillaria* species in western Europe. *Eur. J. For. Pathol.* 23, 321–341.
- HALMSCHLAGER, E., KIRISITS, T. 2008: First report of the ash dieback pathogen *Chalara fraxinea* on *Fraxinus excelsior* in Austria. *Plant Pathol* 57: 11–77.

- HAUPTMAN, T., CELAR, F. A., DE GROOT, M. AND JURC, D. 2015: Application of fungicides and urea for control of ash dieback. *iForest* 8: 165-171. doi:10.3832/ifor1272-008.
- HAUPTMAN, T., OGRIS, N., DE GROOT, M., PIŠKUR, B., JURC, D. 2016: Individual resistance of *Fraxinus angustifolia* clones to ash dieback. *For. Path.* 46, 269–280 doi: 10.1111/efp.12253.
- HAUPTMAN, T., PIŠKUR, 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.
- HAUPTMAN, T., SKUDNIK, M., JURC, D. 2012: Ash dieback in Slovenia: ash damage at ash seed collecting stands. *Wood* 64, 129–135.
- HAUPTMAN, T.; OGRIS, N.; JURC, D. 2010: Kaj se dogaja z jesenom pri nas? - Tretje nadaljevanje. *Gozd. Vest.* 68, 71–73.
- HAVRDOVÁ, L. 2015: Analýza vybraných faktorů ovlivňujících výskyt *Chalara fraxinea* v protřetí. *Disertační práce*. Praha, ČZU. 106 p.
- HAVRDOVÁ, L., ČERNÝ, K. 2012: Invaze *Chalara fraxinea* v CHKO Lužické hory – předběžné výsledky výzkumu. *Acta Pruhoniciana* 100: 137-145.
- HAVRDOVÁ, L., NOVOTNÁ, K., ZAHRADNÍK, D., BURIÁNEK, V., PEŠKOVÁ, V., ŠRŮTKA, P., ČERNÝ, K. 2016b: Differences in susceptibility to ash dieback in Czech provenances of *Fraxinus excelsior*. *For. Path.* 46 (2016) 281–288. doi: 10.1111/efp.12265
- HAVRDOVÁ, L., ZÁBRANSKÝ, P., ČERNÝ, K. 2014: Extrémní rozvoj nekrózy jasanu v břehových porostech je podmíněn vysokou vlhkostí jejich prostředí. *Vodní Hospodářství* 64(11): 1–4.
- HAVRDOVÁ, L., ZAHRADNÍK, D., ČERNÝ, K., CHUMANOVÁ, E., ROMPORTL, D., PEŠKOVÁ, V. 2016a: Mapa potenciálního poškození lesních porostů ČR nekrozou jasanu. Specializovaná mapa s odborným obsahem. Certifikace 2. 11. 2016 MZe (osvědčení č. 60487/2016-MZE-16222/MAPA656). VÚKOZ, v. v. i., Průhonice, 43p. ISBN 978-80-87674-15-4. (NAZV QJ1220218)
- HAVRDOVÁ, L., ZAHRADNÍK, D., ROMPORTL, D., PEŠKOVÁ, V., ČERNÝ, K. 2017: Environmental and silvicultural characteristics influencing the extent of ash dieback in forest stands. *Baltic Forestry, Special issue: Susceptibility of European Tree Species to Alien Invasive Pests*, přijato. (NAZV QJ1220218, COST CZ LD14078)
- HEILMANN-CLAUSEN, J., BRUUN, H. H. 2013: Dieback of European ash (*Fraxinus excelsior*) – Sheer misery or an opportunity for biodiversity? – Reply to Pautasso. *Biological Conservation* 167: 450–451.
- HEIN, S., COLLET, C., AMMER, C., GOFF, N. L., SKOVSGAARD, J. P. AND SAVILL, P. 2009: A review of growth and stand dynamics of *Acer pseudoplatanus* L. in Europe: implications for silviculture. *Forestry* 82(4): 361-385.
- HEINZE, B., TIEFENBACHER, H., LITSCHAUER, R., KIRISITS, T. 2017: Ash dieback in Austria – history, current situation and outlook. p. 33-52 in *Dieback of European Ash (Fraxinus spp.)-Consequences and Guidelines for Sustainable Management, The Report on European Cooperation in Science & Technology (COST) Action FP1103 FRAXBACK*, Swedish University of Agricultural Sciences, SE-75007 Uppsala, Sweden ISBN (electronic version) 978-91-576-8697-8.
- HEMERY, G. E., CLARK, J. R., ALDINGER, E., CLAESSENS, H., MALVOLI, M. E., O'CONNOR, E., RAFTOYANNIS, Y., SAVILL, P. S. AND BRUS, R. 2010: Growing scattered broadleaved tree species in Europe in a changing climate: a review of risks and opportunities. *Forestry* 83(1): 65-81.
- HEYDECK, P. BEMMANN, M., KONTZOG, H. G., 2005: Triebsterben an Gemeiner Esche (*Fraxinus excelsior*) im nordostdeutschen Tiefland. *Forst und Holz* 60; 505-6.

- HIETALA, A. M., TIMMERMANN, V., BØRJA, I., SOLHEIM, H. 2013: The invasive ash dieback pathogen *Hymenoscyphus pseudoalbidus* exerts maximal infection pressure prior to the onset of host leaf senescence. *Fungal Ecology* 6: 302-308.
- HOFMEISTER, J., MIHALJEVIČ, M., HOŠEK, J. 2004: The spread of ash (*Fraxinus excelsior*) in some European oak forests: an effect of nitrogen deposition or successional change? *Forest Ecology and Management* 203: 35–47.
- HUSSON, C., CAËL, O., GRANDJEAN, J. P., NAGELEISEN, L. M., MARCAIS, B. 2012: Occurrence of *Hymenoscyphus pseudoalbidus* on infected ash logs. *Plant. Pathol.* 61, 889–895.
- HUSSON, C., SCALA, B., PASCAL, C., PASCAL, O., FREY, N., 2011. *Chalara fraxinea* is an invasive pathogen in France *Eur J. Plant Pathology* 130; 311-324 DOI 10.1007/s10658-011-9755-9.
- HYNYNEN, J., NIEMISTÖ, P., VIHERRÄ-AARNIO, A., BRUNNER, A., HEIN, S. AND VELLING, P. 2010: Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. *Forestry* 83(1): 103-119.
- CHEN, J. 2012: Fungal Community Survey of *Fraxinus excelsior* in New Zealand. Uppsala, Sweden: Swedish University of Agricultural Sciences, PhD thesis.
- CHIRA, D., CHIRA, F., TĂUT, I., POPOVICI, O., BLADA, I., DONIȚĂ, N., BÂNDIU, C., GANCZ, V., BIRIȘ, I. A., POPESCU, F., TĂNASIE, Ș., DINU, C. 2017: Evolution of ash dieback in Romania. p. 185-194 in Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.)- Consequences and Guidelines for Sustainable Management, The Report on European Cooperation in Science & Technology (COST) Action FP1103 FRAXBACK, Swedish University of Agricultural Sciences, SE-75007 Uppsala, Sweden ISBN (electronic version) 978-91-576-8697-8.
- IOOS, R., KOWALSKI, T., HUSSON, C., HOLDENRIEDER, O., 2009: Rapid in planta detection of *Chalara fraxinea* by a real-time PCR assay using a duallabelled probe. *European Journal of Plant Pathology* 125, 329–35.
- JANKOVSKÝ, L., HOLDENRIEDER, O. 2009: *Chalara fraxinea* – Ash dieback in the Czech Republic. *Plant Prot. Sci* 45; 74-78.
- JOHANSSON, S., STENLID, J., BARKLUND, P., VASAITIS, R. 2009a: Svampen bakom askskottsjukan – biologi och genetik. *Fakta Skog* 3: 1–4.
- 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. 2003: Ūkininkavimo pažeistuose uosynuose rekomendacijos [Recommendations for management of damaged ash stands]. Ministry of Environment of the Republic of Lithuania, Vilnius 11 pp. (ISBN 9955-539-14-3)
- JUODVALKIS, A. AND VASILIAUSKAS, A. 2002: Lietuvos uosynų džiūvimo apimtys ir jas lemiantys veiksniai [The extent and possible causes of dieback of ash stands in Lithuania]. *LŽŪU 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, 151s.
- KEPLEY, J. B., JACOBI, W. R., 2000: Pathogenicity of *Cytospora* fungi on six hardwood species. *Journal of Arboriculture* 26, 326–33.
- KEBLER, M., CECH, T. L., BRANDSTETTER, M. AND KIRISITS, T. 2012: Dieback of ash (*Fraxinus excelsior* and *Fraxinus angustifolia*) in Eastern Austria: disease development on monitoring plots from 2007 to 2010. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development* 4(9): 223-226.

- KIRISITS, T., KRITSCH, P., KRÄUTLER, K., MATLAKOVA, M., 2012: Ash dieback associated with *Hymenoscyphus pseudoalbidus* in forest nurseries in Austria. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development* 4, 230–235.
- KIRISITS, T. 2013: Eschentriebsterben: Neue Erkenntnisse und Empfehlungen [Ash dieback: new insights and recommendations]. *Kärntner Forstverein Information (KFV Info) [Klagenfurt, Austria]* 70/January 2013: 12–14 (in German).
- KIRISITS, T. 2015: Ascocarp formation of *Hymenoscyphus fraxineus* on several-year-old pseudosclerotial leaf rachies of *Fraxinus excelsior*. *Forest Pathology*, doi: 10.1111/efp.12183.
- KIRISITS, T. AND CZECH, T. L. 2009: Observation on the sexual stage of the ash dieback pathogen *Chalara fraxinea* in Austria. *Forstschutz Aktuell* 48. 21–25.
- KIRISITS, T., CECH, T. L. 2016: Aktueller Wissensstand zum Eschen(trieb)sterben [Current state of knowledge on ash dieback]. In: MITTER, M. (Editor), Eschen(trieb)sterben und Verkehrssicherheit [Ash dieback and hazard risks]. Broschüre über die Informationsveranstaltung vom Mittwoch, den 6. April 2016, in Salzburg. Salzburg: Land Salzburg, Abteilung 4 Lebensgrundlagen und Energie, Referat 4/02 - Landesforstdirektion, 7-21 (in German). [online]. Citováno 22. 3. 2017. Dostupné na World Wide Web: https://www.salzburg.gv.at/agrarwald_/Documents/Eschentriebsterben.pdf.
- KIRISITS, T., CECH, T. L., FREINSCHLAG, C., HOCH, G., KONRAD, H., UNGER, G. M., SCHÜLER, S. AND GEBUREK, T. 2016: Eschentriebsterben: Wissensstand und Projekt „Esche in Not“ [Ash dieback: state of knowledge and project “ash in distress”]. *Kärntner Forstverein Information (KFV Info) [Klagenfurt, Austria]* 79/January 2016: 32-35 (in German).
- KIRISITS, T., DÄMPFLE, L., KRÄUTLER, K., 2013: *Hymenoscyphus albidus* is not associated with an anamorph stage and displays slower growth than *Hymenoscyphus pseudoalbidus* on agar media. *For. Pathol.* 43, 386-389.
- KIRISITS, T., FREINSCHLAG, C. 2012: Ash dieback caused by *Hymenoscyphus pseudoalbidus* in a seed plantation of *Fraxinus excelsior* in Austria. *J. Agric. Ext. Rural Dev.* 4, 184–191.
- KIRISITS, T., FREINSCHLAG, C. 2014: Eschentriebsterben: Wissensstand und Praxisempfehlungen [Ash dieback: state of knowledge and recommendations for practice]. *Kärntner Forstverein Information (KFV Info) [Klagenfurt, Austria]* 73/January 2014: 18-20 (in German).
- KIRISITS, T., FREINSCHLAG, C. 2015: Eschentriebsterben: Gesunde Eschen erhalten und fördern! [Ash dieback: preserve and promote healthy ashes!] *Kärntner Forstverein Information (KFV Info) [Klagenfurt, Austria]* 76/January 2015: 9-11 (in German).
- KIRISITS, T., KRÄUTLER, K. AND CECH, T. L. 2010b: Wieder früher Blattfall der Esche [Again early leaf shedding of ash]. *Forstzeitung (Vienna)* 121(10): 30-31 (in German).
- KIRISITS, T., KRÄUTLER, K., KEßLER, M., STEYRER, G. AND CECH, T. L. 2011: Österreichweites Eschentriebsterben [Austria-wide ash dieback]. *Forstzeitung (Vienna)* 122(05): 36-37 (in German).
- KIRISITS, T., MATLAKOVA, M., MOTTINGER-KROUPA, S., CECH, T. L., HALMSCHLAGER, E. 2009: The current situation of ash dieback caused by *Chalara fraxinea* in Austria. *SDU Faculty of Forestry Journal*, Serial: A (Special Issue): 97–119.
- KIRISITS, T., MATLAKOVA, M., MOTTINGER-KROUPA, S., HALMSCHLAGER, E., LAKATOS, F., 2010a: *Chalara fraxinea* associated with dieback of narrow-leafed ash (*Fraxinus angustifolia*). *Plant Pathology* 59, 411.
- KIRISITS, T., SCHWANDA, K., 2015: First definite report of natural infection of *Fraxinus ornus* by *Hymenoscyphus fraxineus*. *For. Pathol.* 45, 430–432.
- KJÆR, E. D., MCKINNEY, L. V., HANSEN, L. N., OLRİK, D. C., LOBO, A., THOMSEN, I. M., HANSEN, J. K., NIELSEN, L. R. 2017: Genetics of ash dieback resistance in a restoration context – experiences from Denmark, p. 106-114 in Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.)- Consequences and

Guidelines for Sustainable Management, The Report on European Cooperation in Science & Technology (COST) Action FP1103 FRAXBACK, Swedish University of Agricultural Sciences, SE-75007 Uppsala, Sweden ISBN (electronic version) 978-91-576-8697-8.

KJÆR, E. D., MCKINNEY, L. V., NIELSEN, L. R., HANSEN, L. N., HANSEN, J. K. 2012: Adaptive potential of ash (*Fraxinus excelsior*) populations against the novel emerging pathogen *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *Evol. Appl.* 5, 219–28.

KOCH, M. F., MEW T. W. 1991: Effect of plant age and leaf maturity on the quantitative resistance of rice cultivars to *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*. *Plant Disease* 75: 901–904.

KOLTAY, A., SZABO, I., JANIK, G. 2012: *Chalara fraxinea* incidence in Hungarian ash (*Fraxinus excelsior*) forests. *J. Agr. Ext. Rud. Dev.* 4: 236- 238.

KOPINGA, J.; DE VRIES, S. 2013: Differences in susceptibility to *Chalara fraxinea* (twigs dieback of ash) of common ash (*Fraxinus excelsior*) in the Netherlands – Report of the observations and results of 2012. Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN), Wageningen.

KÖRNER, C., BANNISTER, P., MARK, A. F. 1986: Altitudinal variation in stomatal conductance, nitrogen content and leaf anatomy in different plant life forms in New Zealand. *Oecologia* 69, 577–588.

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

KOWALSKI, T. A., HOLDENRIEDER, O. 2008: A new fungal disease of ash in Europe (in German). *Schweiz. Z. Forstwes.* 159, 45–50.

KOWALSKI, T., BILANSKI, P., KRAJ, W. 2017: Pathogenicity of fungi associated with ash dieback towards *Fraxinus excelsior*. *Plant Path.* Doi: 10.1111/ppa.12667.

KOWALSKI, T., HOLDENRIEDER, O. 2009a: Pathogenicity of *Chalara fraxinea*. *Forest Pathology* 39, 1–7.

KOWALSKI, T., HOLDENRIEDER, O., 2009b: The teleomorph of *Chalara fraxinea*, the casual agent of ash dieback. *For. Pathol* 39; 304-308.

KOWALSKI, T., KEHR, R. 1992: Endophytic fungal colonization of branch bases in several forest tree species. *Sydowia* 44, 137–68.

KOWALSKI, T., KRAJ, W., BEDNARZ, B. 2016: Fungi on stems and twigs in initial and advanced stages of dieback of European ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *European Journal of Forest Research* 135, 565–79.

KOWALSKI, T., ŁUKOMSKA, A. 2005: Studies on *Fraxinus excelsior* L. dieback in Włoszczowa Forest Unit stands. *Acta Agrob.* 59. 429–440.

KOWALSKI, T., SCHUMACHER, J., KEHR, R., 2010: Das Eschensterben in Europa – Symptome, Erreger und Empfehlungen für die Praxis [Ash dieback in Europe – symptoms, causes and prognosis]. In: DUJESIEFKEN, D. (ed.), Jahrbuch der Baumpflege 2010. Haymarket Media, Braunschweig, Germany, pp. 184–195.

KOWALSKI, T.; BARTNIK, C. 2010: Morphological variation in colonies of *Chalara fraxinea* isolated from ash (*Fraxinus excelsior* L.) stems with symptoms of dieback and effects of temperature on colony growth and structure. *Acta Agrobot.* 63, 99–106.

KOWALSKI, T., BILANSKI, P., HOLDENRIEDER, O. 2015: Virulence of *Hymenoscyphus albidus* and *H. fraxineus* on *Fraxinus excelsior* and *F. pennsylvanica*. *PLoS ONE* 10, e0141592.

KRAJ, W., KOWALSKI, T., ZAREK, M. 2013: Structure and genetic variation of *Diplodia mutila* on declining ashes (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Journal of Plant Pathology* 95, 499–507.

- KRÄUTLER, K., KIRISITS, T. 2012: The ash dieback pathogen *Hymenoscyphus pseudoalbidus* is associated with leaf symptoms on ash species (*Fraxinus* spp.). *J. Agric. Ext. Rural Dev.* 4, 261–265.
- KRÄUTLER, K., TREITLER, R., KIRISITS, T. 2015: *Hymenoscyphus fraxineus* can directly infect intact current-year shoots of *Fraxinus excelsior* and artificially exposed leaf scars. *Forest Pathology* 45, 274–80.
- KUNCA, A., LEONTOVYC, R., ZUBRIK, M., GUBKA, A. 2011: Bark beetle outbreak on weakened ash trees and applied control measures. *EPPO Bull.* 41, 11–13.
- LAMOUR, A., TERMORSHUIZEN, A. J., VOLKER, D. AND JEGER, M. J. 2007: Network formation by rhizomorphs of *Armillaria lutea* in natural soil: their description and ecological significance. *FEMS Microbiol. Ecol.* 62(2): 222–232. doi:10.1111/j.1574-6941.2007.00358.x.
- LANGENBRUCH, C., HELFRICH, M., FLESSA, H. 2012: Effects of beech (*Fagus sylvatica*), ash (*Fraxinus excelsior*) and lime (*Tilia* sp.) on soil chemical properties in a mixed deciduous forest. *Plant Soil* 352:389–403.
- LENZ H. D., BARTHA, B., STRAßER, L., LEMME, H. 2016: Development of Ash Dieback in South-Eastern Germany and the Increasing Occurrence of Secondary Pathogens. *Forests* 2016, 7, 41; doi:10.3390/f7020041
- LOBO, A., HANSEN, J. K., MCKINNEY, L. V., NIELSEN, L. R., KJÆR, E. D. 2014: Genetic variation in dieback resistance: growth and survival of *Fraxinus excelsior* under the influence of *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 29(6): 519-526.
- LOBO, A., MCKINNEY, L. V., HANSEN, J. K., KJAER, E. D., NIELSEN, L. R. 2015: Genetic variation in dieback resistance in *Fraxinus excelsior* confirmed by progeny inoculation assay. *For. Pathol.* 45, 379–387.
- LOHMUS, A., RUNNEL, K. 2014: Ash dieback can rapidly eradicate isolated epiphyte populations in production forests: a case study. *Biol Conserv* 169:185–8.
- LONGAUER, R. 2015: Ash dieback and silviculture strategies for managing infected ash stands: review. In: Proceedings of Central European Silviculture, 2–4 September 2015, Sborník příspěvků, Brno, Czech Republic.
- LYGIS, V., BAKYS, R., GUSTIENE, A., BUROKIENE, D., MATELIS, A., VASAITIS, R. 2014: Forest self-regeneration following clear-felling of dieback-affected *Fraxinus excelsior*: focus on ash. *European Journal of Forest research* 133: 501–510.
- LYGIS, V., VASILIAUSKAS, R., LARSSON, K. H., STENLID, J. 2005: Wood-inhabiting fungi in stems of *Fraxinus excelsior* in declining ash stands of northern Lithuania, with particular reference to *Armillaria cepistipes*. *Scand. J. For. Res.* 20, 337–346.
- MARÇAIS, B., BRÉDA, N. 2006: Role of an opportunistic pathogen in the decline of stressed oak trees. *J. Ecol.* 94, 1214–1223.
- MARÇAIS, B., HUSSON, C., GODART, L., CAËL, O. 2016: Influence of site and stand factors on *Hymenoscyphus fraxineus*-induced basal lesions. *Plant Path.* 65, 1452–1461. Doi: 10.1111/ppa.12542
- MARIE-PIERRE, J., DIDIER, A., GERARD, B. 2006: Patterns of ash (*Fraxinus excelsior* L.) colonization in mountain grasslands: the importance of management practices. *Plant Ecology* 183: 177–189.
- MARIGO, G., PELTIER, J. P., GIREL, G., PAUTOU, G. 2000: Success in the demographic expansion of *Fraxinus excelsior* L. *Trees* 15: 1–13.
- MATLAKOVA, M. 2009: Untersuchungen zum gegenwärtigen Zurücksterben der Eschen. Vienna, Austria: University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Masters thesis.

- MCCRACKEN, A. R., DOUGLAS, G. C., RYAN, C., DESTEFANIS, M., COOKE, L. R. 2017: Ash dieback on the island of Ireland, p. 125-139 in Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.)- Consequences and Guidelines for Sustainable Management, The Report on European Cooperation in Science & Technology (COST) Action FP1103 FRAXBACK, Swedish University of Agricultural Sciences, SE-75007 Uppsala, Sweden ISBN (electronic version) 978-91-576-8697-8.
- MCKINNEY, L. V., NIELSEN, L. R., COLLINGE, D. B., THOMSEN I. M., HANSEN, J. K., 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. V., NIELSEN, L. R., HANSEN, J. K., KJÆR, E., D. 2011: Presence of natural genetic resistance in *Fraxinus excelsior* (Oleraceae) to *Chalara fraxinea* (Ascomycota): an emerging infectious disease. *Heredity* 106: 788-797.
- MCKINNEY, L. V., THOMSEN, I. M., KJÆR, E. D., NIELSEN, L. R. 2012: Genetic resistance to *Hymenoscyphus pseudoalbidus* limits fungal growth and symptom occurrence in *Fraxinus excelsior*. *For. Pathol.* 42, 69-74.
- METZLER, B., BAUMANN, M., BAIER, U., HEYDECK, P., BRESSEM, U. AND LENZ, H. D. 2013: Bundesweite Zusammenstellung: Handlungsempfehlungen beim Eschentriebsterben [Nationwide compilation: recommended actions regarding ash dieback]. *AFZ-Der Wald* 68 (5): 17-20, (in German).
- METZLER, B., ENDERLE, R., KAROPKA, M., TÖPFNER, K., ALDINGER, E. 2012: Entwicklung des Eschentriebsterbens in einem Herkunftsversuch an verschiedenen Standorten in Süddeutschland. *Allg. Forst u. Jagdz.* 183, 168-180.
- MITCHELL, R. J., BEATON, J. K., BELLAMY, P. E., BROOME, A., CHETCUTI, J., EATON, S., ELLIS, C. J., GIMONA, A., HARMER, R., HESTER, A. J., HEWISON, R. L., HODGETTS, N. G., IASON, G. R., KERR, G., LITTLEWOOD, N. A., NEWAY, S., POTTS, J. M., POZSGAI, G., RAY, D., SIM, D. A., STOCKAN, J. A., TAYLOR, A. F. S., WOODWARD, S. 2014: Ash dieback in the UK: a review of the ecological and conservation implications and potential management options. *Biol Conserv* 175:95-109.
- MITCHELL, R. J., PAKEMAN, R. J., BROOME, A., BEATON, J. K., BELLAMY, P. E., BROOKER, R. W., ELLIS, C. J., HESTER, A. J., HODGETTS, N. G., IASON, G. R., LITTLEWOOD, N. A., POZSGAI, G., RAMSAY, S., RIACH, D., STOCKAN, J. A., TAYLOR, A. F. S., WOODWARD, S. 2016: How to Replicate the Functions and Biodiversity of a Threatened Tree Species? The Case of *Fraxinus excelsior* in Britain. *Ecosystems* 19: 573-586 DOI: 10.1007/s10021-015-9953-y.
- MUÑOZ, F., MARÇAIS, B., DUFOUR, J. AND DOWKIW, A. 2016: Rising out of the ashes: additive genetic variation for susceptibility to *Hymenoscyphus fraxineus* in *Fraxinus excelsior* [online]. Citováno 22. 3. 2017. Dostupné na World Wide Web: <http://dx.doi.org/10.1101/031393>
- MZe, 2009. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2008, Praha. 126 s. ISBN 978-80-7084-861-6.
- MZe, 2013. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2012, Praha. 132 s. ISBN 978-80-7434-112-0.
- MZe, 2014. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2013, Praha. 134 s. ISBN 978-80-7434-153-3.
- MZe, 2015. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2014, Praha. 108 s. ISBN: 978-80-7434-242-4.
- MZe, 2016. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2015, Praha. 132 s. ISBN 978-80-7434-324-7.
- NIEMELÄ, P., LINDGREN, M., UOTILA, A. 1992: The effect of stand density on the susceptibility of *Pinus sylvestris* to *Gremmeniella abietina*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7: 129-133.

- OGRIS, N., 2009: Kaj se dogaja z jesenom pri nas? - Drugo nadaljevanje. *Gozd. Vest.* 67, 251–252 (in Slovene).
- OGRIS, N., HAUPTMAN, T., JURC, D., 2009: *Chalara fraxinea* causing common ash dieback newly reported in Slovenia. *Plant Pathology* 58, 1173.
- OGRIS, N., HAUPTMAN, T., JURC, D., FLOREANCIG, V., NARSICH, F., MONTECCHIO, L., 2010: First report of *Chalara fraxinea* on common ash in Italy. *Plant Dis* 94, 133.
- OGRIS, N., MLINŠEK, G. 2010: Mraznica je poskodovala veliki jesen pri Radljah ob Dravi. *Novice iz varstva gozdov* 3, 2–3 (in Slovene).
- PANKUCH, J. M., BLENIS, P. V., LIEFFERS, V. J. AND MALLETT, K. I. 2003: Fungal colonization of aspen roots following mechanical site preparation. *Can. J. For. Res.* 33(12): 2372–2379. doi:10.1139/x03-172.
- PAUTASSO, M., AAS, G., QUELOZ, V., HOLDENRIEDER, O. 2013a: European ash (*Fraxinus excelsior*) dieback—a conservation biology challenge. *Biol. Conserv.* 158:37–49.
- PAUTASSO, M., AAS, G., QUELOZ, V., HOLDENRIEDER, O. 2013b: Dieback of European ash: Let's avoid this kind of opportunities for nature conservation. *Biol. Conserv.* 167: 452–453.
- PERKS, M. P., HARRISON, A. J., BATHGATE, S. J. 2007: Establishment Management Information System (EMIS): delivering good practice advice on tree establishment in the uplands of Britain. In: K.M. Reynolds et al., Eds. Sustainable forestry: from monitoring and modelling to knowledge management and policy science. CAB International, Wallingford, pp. 412–24.
- PFISTER, A. 2012: Aktuelle Schäden durch Eschenbastkäfer in der Steiermark. *Forstsch. Aktuell* 2012, 54, 22–25.
- PIRIBAUER, V. C. 2013: Untersuchungen zum Eschentriebsterben an *Fraxinus angustifolia* und *Fraxinus pennsylvanica*. Vienna, Austria: University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Masters thesis.
- PLIŪRA, A. 2011: Paprastojo uosio atsparių ligoms genotipų atranka ir naudojimas rezistencinėmis sėklinėms plantacijoms veisti [Selection of common ash genotypes resistant to diseases and their use for establishment of resistant seed orchards]. Naujausios rekomendacijos žemės ir miškų ūkiui – 2011 [New Recommendations 164 for Agriculture and Forestry - 2011]. Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centras. Akademija, Kaunas, pp. 47–49 (ISSN 2029-7548) [in Lithuanian].
- PLIŪRA, A. 2012: Paprastojo uosio rezistencinių sėklinių plantacijų veisimas. [Establishment of disease-resistant common ash seed orchards]. Naujausios rekomendacijos žemės ir miškų ūkiui – 2012 [New Recommendations for Agriculture and Forestry - 2012]. Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centras. Akademija, Kaunas, pp. 44–47 (ISSN 2029-7548) [in Lithuanian].
- PLIŪRA, A., BALIUCKAS, V. 2007: Genetic variation in adaptive traits of progenies of Lithuanian and western European populations of *Fraxinus excelsior* L. *Baltic Forestry*, 13: 28–38.
- PLIŪRA, A., LYGIS, V., SUCHOCKAS, V., BARTKEVIČIUS, E. 2011: Performance of twenty four European *Fraxinus excelsior* populations in three Lithuanian progeny trials with a special emphasis on resistance to *Chalara fraxinea*. *Baltic Forestry* 17: 17–34.
- PLIŪRA, A., MARČIULYNIENE, D., BAKYS, R., SUCHOCKAS, V. 2014: Dynamics of genetic resistance to *Hymenoscyphus pseudoalbidus* in juvenile *Fraxinus excelsior* clones. *Balt. For.* 20, 10–27.
- POLAND, T. M., MCCULLOUGH, D. G. 2006: Emerald ash borer: invasion of the Urban forest and the threat to North America's ash resource. *J For* 104:118–24.
- POLENO, Z., VACEK, S. 2009: Praktické postupy pěstování lesů. Lesnická práce, s. r. o., 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2.

- PROSPERO, S., HOLDENRIEDER, O., AND RIGLING, D. 2006: Rhizomorph production and stump colonization by co-occurring *Armillaria cepistipes* and *Armillaria ostoyae*: an experimental study. *For. Pathol.* 36(1): 21–31. doi:10.1111/j.1439-0329.2006.00426.x.
- PROUZA, M., 2015: Monitoring a ověření metodiky hodnocení nekrózy jasanů způsobené patogenem *Chalara fraxinea* na vybraných územích. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. 109s.
- PRZYBYŁ, K., 2002: Fungi associated with necrotic apical parts of *Fraxinus excelsior* shoots. *Forest Pathology* 32, 387–94.
- PYATT, D. G., RAY, D., FLETCHER, J. 2001: An ecological site classification for forestry in Great Britain: *Bulletin* 124. Edinburgh: Forestry Commission.
- QUELOZ, V., GRÜNIG, C. R., BERNDT, R., KOWALSKI, T., SIEBER, T. N., HOLDENRIEDER, O. 2011: Cryptic speciation in *Hymenoscyphus albidus*. *For. Pathol.* 41; 133-142.
- RAY, D., BATHGATE, S., MOSELEY, D., TAYLOR, P., NICOLL, B., PIZZIRANI, S., GARDINER, B. 2014: Comparing the provision of ecosystem services in plantation forests under alternative climate change adaptation management options in Wales. *Reg Environ Change*. doi:10.1007/s10113-014-0644-6.
- RIEPŠAS, E. 2009: Pažeistų uosynų atsikūrimo/atkūrimo būklė ir taikytinos priemonės [Regeneration of damaged common ash stands and recommended measures]. *Mūsų girios [Our Forests]* 10: 18-19. [in Lithuanian].
- ROSENVALD, R., DRENKHAN, R., RIIT, T. AND LÖHMUS, A. 2015: Towards silvicultural mitigation of the European ash (*Fraxinus excelsior*) dieback: The importance of acclimated trees in retention forestry. *Canadian Journal of Forest Research* 45(9): 1206-1214. doi: 10.1139/cjfr-2014-0512.
- ROZSYPALEK, 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.
- SALVAUDON, L., GIRAUD, T., SHYKOFF, J. A. 2008: Genetic diversity in natural populations: a fundamental component of plant– microbe interactions. *Curr Opin Plant Biol* 11: 135–143.
- SANSFORD, C. 2013: Pest Risk Analysis for *Hymenoscyphus pseudoalbidus* (anamorph *Chalara fraxinea*) for the UK and the Republic of Ireland. Forestry Commission [online]. Citováno 13. 8. 2014. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/hymenoscyphusPseudoalbidusPRA.pdf>.
- SCHOEBEL, C. N., ZOLLER, S., AND RIGLING, D. 2014: Detection and genetic characterisation of a novel mycovirus in *Hymenoscyphus fraxineus*, the causal agent of ash dieback. *Infection, Genetics and Evolution* 28: 78–86. doi:10.1016/j.meegid.2014.09.001.
- 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.
- SCHUMACHER, J., KEHR, R., LEONHARD, S. 2010: Mycological and histological investigations of *Fraxinus excelsior* nursery saplings naturally infected by *Chalara fraxinea*. *For. Pathol.* 40, 419–429.
- SCHUMACHER, J., WULF, A., LEONHARD, S., 2007: Erster Nachweis von *Chalara fraxinea* T. Kowalski sp. nov. in Deutschland – ein Verursacher neuartiger Schäden an Eschen. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 59 (6): 1–3.
- SIOEN, G., ROSKAMS, P., DE CUYPER, B., STEENACKERS, M. 2017: Ash dieback in Flanders (Belgium): research on disease development, resistance and management options. p. 61-67 in Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.)- Consequences and Guidelines for Sustainable Management, The Report on European Cooperation in Science & Technology (COST) Action FP1103 FRAXBACK, Swedish

University of Agricultural Sciences, SE-75007 Uppsala, Sweden ISBN (electronic version) 978-91-576-8697-8.

SKOVSGAARD, J. P. 2013: How does ash dieback influence silviculture? How can silviculture influence ash dieback? In: Living with ash dieback in continental Europe: present situation, longterm experience and future perspectives. COST Action FP1103 FRAXBACK Meeting with UK & IE Stakeholders, 29 November 2013, London, England.

SKOVSGAARD, J. P., THOMSEN, I. M., BARKLUND, P. 2009: Skötsel av bestånd med askottsjuka (Management of stands with ash dieback in Swedish only). *Faktaskog* 13, 2009.

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

SKOVSGAARD, J. P., WILHELM, G. J., THOMSEN I. M., METZLER, B., KIRISITS, T., HAVRDOVÁ, 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.

STEINBÖCK, S., 2013: Ash dieback caused by *Hymenoscyphus pseudoalbidus* in Norway: Phenology and etiology of leaf symptoms and ascospore dispersal distances. University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna (BOKU), Austria, Master thesis, 120 pp.

STENER, L. G. 2013: Clonal differences in susceptibility to the dieback of *Fraxinus excelsior* in southern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 28, 205–216.

STŘEŠTÍK, S., ŠAMONIL, P. 2006: Ecological valence of expanding European ash (*Fraxinus excelsior* L.) in the Bohemian Karst (Czech Republic). *Journal of Forest Science* 52:293-305.

SZABO, I. 2009: First report of *Chalara fraxinea* affecting common ash in Hungary. *Plant Pathol* 58: 797.

ŠIMÍČEK, V. 1999: Břehové a doprovodné porosty vodních toků, MZe ČR, Agrospoj, Praha, 102 s.

TAEGER, S. AND KÖLLING, C. 2016: Standortinformationssystem BaSIS [Site Information System BaSIS]. *AFZDerWald*, (submitted manuscript, in German).

TAEGER, S., JANTSCH, M. AND KÖLLING, C. 2016: Einfluss besonderer Standortfaktoren auf die Baumartenwahl [Impact of special site effects on tree species selection]. *AFZ-DerWald*, (submitted manuscript, in German).

TAINTER, F. H., BAKER, F. A., 1996: Principles of Forest Pathology. Hoboken, NY, USA: John Wiley.

TANNER, E. V., KAPOS, V. 1982: Leaf structure of Jamaican upper montane rain-forest trees. *Biotropica* 14, 16–24.

THOMAS, S. C. 2011: Genetic vs. phenotypic responses of trees to altitude. *Tree Physiol.* 31, 1161–1163.

THOMSEN, I. M. 2013: Das Eschentriebsterben an Stadt- und Straßenbäumen – eine Situationsbeschreibung aus Dänemark [Ash dieback of urban and rural trees – a status from Denmark]. *Jahrbuch der Baumpflege* 2014: 103-109 (in German).

THOMSEN, I. M., JØRGENSEN, B. B. 2011: Tilvæksttab som følge af asketoptørre. *Skov & Landskab, Videnblade Skov og Natur* 8.7-50, 1–2.

THOMSEN, I. M., SKOVSGAARD, J. P. 2007: Honningsvamp som følgeskade til asketoptørre. [Attacks by honey fungus associated with crown dieback of ash. In Danish]. *Skoven* 39, 518–520.

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., BØRJA, I., HIETALA, A. M., KIRISITS, T., SOLHEIM, H. 2011: Ash dieback: pathogen spread and diurnal patterns of ascospore dispersal, with special emphasis on Norway. *EPPO Bulletin* 41: 14–20.
- TREŠTIC, T., MUJEZINOVIĆ O. 2013: Ash dieback in Bosnia and Herzegovina?! In: VASAITIS, R., CLEARY, M. R. (eds.), Program and abstracts, COST Action FP1103 FRAXBACK 4th Management Committee Meeting and workshop 'Frontiers in ash dieback research', 4–6 September, Malmö, Sweden, 2013, pp. 30–31.
- UDAYANGA, D., CASTLEBURY, L. A., ROSSMAN, A. Y., CHUKEATIROTE, E., HYDE, K. D. 2014: Insights into the genus *Diaporthe*: phylogenetic species delimitation in the *D. eres* species complex. *Fungal Diversity* 67, 203–29.
- ÚRADNÍČEK, L. 2004: Lesnická dendrologie: *Angiospermae*. Mendelova lesnická a zemědělská univerzita, Brno. 127 s.
- ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA, P., TICHÁ, S., KOBLÍŽEK, J. 2009: Dřeviny České republiky, 2. přeprac. Vydání. Lesnická práce, s. r. o., 367 s. ISBN 978-80-87154-62-5.
- ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ BRANDÝS NAD LABEM (ÚHÚL) 2007: Národní inventarizace lesů v České republice 2001-2004. Úvod, metody, výsledky. Vydání první, Brandýs nad Labem, 224s. ISBN 978-80-7084-587-5.
- ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ BRANDÝS NAD LABEM (ÚHÚL) 2016. Prezentace a výsledky NIL 2 [online]. Citováno 17. 2. 2017. Dostupné na World Wide Web: <http://nil.uhul.cz/>.
- 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.
- VESTERDAL, L., ELBERLING, B., CHRISTIANSEN, J. R., CALLESEN, I., SCHMIDT, I. K. 2012: Soil respiration and rates of soil carbon turnover differ among six common European tree species. *For Ecol Manage* 264:185–96.
- VITALE, S., SANTORI, A., WAJNBERG, E., CASTAGNONE-SERENO, P., LUONGO, L., BELISARIO, A. 2011: Morphological and molecular analysis of *Fusarium lateritium*, the cause of gray necrosis of hazelnut fruit in Italy. *Phytopathology* 101, 679–86.
- VITASSE, Y., FRANCOIS, F., DELPIERRE, N., DUFRENE, E., KREMER, A., CHUINE, I., DELZON, S. 2011: Assessing the effects of climate change on the phenology of European temperate trees. *Agricultural and Forest Meteorology* 151: 696–980.
- WALENTOWSKI, H., EWALD, J., FISCHER, A., KÖLLING, C., TÜRK, W. 2004: Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. *Geobotanica: Freising*, 441 pp.
- WANG, Z., BINDER, M., SCHOCH, C., JOHNSTON, P., SPATAFORA, J., HIBBETT, D., 2006: Evolution of helotialean fungi (Leotiomycetes, Pezizomycotina): a nuclear rDNA phylogeny. *Mol. Phylogenet. Evol.* 41. 295–312.
- ZASPEL, I., PHAM, L. H., KRAUSE, E. 2007: Mycotoxin producing *Fusarium* species – the cause of primary stem canker of deciduous forest plants. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica Special Edition*, 253–6.