

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



**Vliv mikrostanovištních faktorů na distribuci
a dopad nekrózy jasanu**

Bakalářská práce

Autor: Tomáš Beran

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

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ochrany lesa a entomologie

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Beran

Lesnictví

Název práce

Vliv mikrostanovištních faktorů na distribuci a dopad nekrózy jasanu

Název anglicky

Impact of micro-locality factors on distribution and intensity of ash dieback

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je podrobný monitoring poškození jasanu patogenem *Hymenoscyphus pseudoalbidus* na mikrolokalitě (v oblasti Podkrkonoší) a následné vyhodnocení faktorů ovlivňujících intenzitu poškození jasanu tímto patogenem.

Metodika

Bakalářská práce se bude zabývat současnou problematikou invazního patogenu *Hymenoscyphus pseudoalbidus* poškozujícího *Fraxinus excelsior*. V Podkrkonoší bude vybrána lokalita s vysokou variabilitou prostředí, různou expozicí a sklonem terénu a různými typy porostu se zastoupením jasanu. Ve vegetační sezóně bude provedeno přesné zmapování a označení všech jasanů v dané lokalitě, u každého jedince bude zvlášť hodnoceno prosychání koruny, objem koruny, zástin koruny, pokryvnost stromového patra, zápoj jasanu v porostu a typ porostu. Data budou následně digitalizována a rámcově vyhodnocen vztah mezi poškozením dřeviny a vlastnostmi prostředí.

Doporučený rozsah práce

30 stran

Doporučené zdroje informací

- Cooke B. M., Gareth Jones D., Kaye B. (2006): The epidemiology of plant diseases. Springer: 576 p.
- Gross A., Holdenrieder O., Pautasso M., Queloz V., Sieber T. N. (2014): Hymenoscyphus pseudoalbidus, the causal of European ash dieback. *Molecular Plant Pathology* 15(1): 5-21.
- Havrdová L., Černý K., Pešková V. (2013): Hymenoscyphus pseudoalbidus V. Queloz, C. r. Grünig, R. Berndt, T. Kowalski, T. N. Sieber et O. Holderieder (anamorfa Chalara fraxinea T. Kowalski) Nekróza jasanu. *Lesnická práce* 92(6), příloha 4 s.
- Havrdová L., Černý K. (2013): Nekróza jasanu přehled současných znalostí. In: Knížek M., Modlinger R. (eds): Škodliví činitelé v lesích Česka 2012/2013. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. Průhonice, 11. 4. 2013. Zpravodaj ochrany lesa: 56-63.
- Havrdová L., Černý K. (2013): Význam vlhkosti vzduchu v epidemiologii nekrózy jasanu předběžné výsledky výzkumu. *Zprávy lesnického výzkumu* 58: 347-352.
- Kowalski T., Holdenrieder O. (2009): The teleomorph of Chalara fraxinea, the causal agent of ash dieback. *Forest Pathology* 39: 304-308.
- Kranz J. (1990): Epidemics of Plant Diseases. Springer: 268 p.
- Madden L., Hughes G., van den Bosch F. (2007): The Study of Plant Disease Epidemics. APS: 421 p.
- Timmermann V., Borja I., Hietala A. M., Kirisits T., Solheim H. (2011): Ash dieback: pathogen spread and diurnal patterns dispersal, with special emphasis to Norway. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 41: 14-20.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 7. 3. 2014

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 1. 8. 2014

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 12. 03. 2015

Čestné prohlášení

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Vliv mikrostanovištních faktorů na distribuci a dopad nekrózy jasanu“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

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

V Praze dne 20.4.2015

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval především vedoucímu mé bakalářské práce tedy paní Ing. Vítězslavě Peškové, Ph. D. Děkuji za její vedení, ochotnou pomoc, vstřícnost, rady a trpělivost.

Dále nemůžu opomenout poděkování paní Ing. Ludmile Havrdové. Děkuji především za drahocenné rady, trpělivost, velkou vstřícnost a nejvíce za její čas, kterého neměla mnoho, ale věnovala mi maximum. Mé velké poděkování patří také Mgr. Tereze Loskotové, která mi moc pomohla se zpracováním dat. Děkuji také své rodině a přítelkyni hlavně za jejich podporu.

Moc jmenovaným vděčím za pomoc, bez které by tato práce vznikala jen velmi těžko. Mnohokrát Vám všem děkuji.

Vliv mikrostanovištních faktorů na distribuci a dopad nekrózy jasanu

Impact of micro-locality factors on distribution and intensity of ash dieback

Abstrakt

Nepůvodní invazní patogen *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz, Hosoya, comb. nov. (BARAL et al., 2014) je aktuálním problémem dnešní doby. Způsobuje masivní odumírání jasanových populací v celé Evropě včetně ČR. Předmětem této práce je výzkum sledující rozšíření choroby na mikrolokalitě Křížlice. Práce obsahuje informace o houbovém onemocnění způsobující tzv. nekrózu jasanu. V metodice je popsáno modelové území Křížlice a terénní výzkum. Na modelovém území byl zjišťován rozsah výskytu patogenu. Sledovány byly veličiny jako tloušťka kmene ve výčetní výšce, typ prostu, GPS souřadnice a především prosychání korun způsobené *H. fraxineus*. Na základě získaných GPS souřadnic byly z GIS systému získány a vyhodnoceny veličiny: sklon terénu, nadmořská výška a expozice. Porovnávány byly faktory prostředí působící na dopad choroby - prosychání. Největší poškození vykazovaly břehové porosty, naopak nejmenší roztroušené výsadby. Bylo zjištěno, že s vyšší nadmořskou výškou se poškození jasanů snižuje, s větším sklonem terénu míra poškození stoupá. Spojitost mezi tloušťkou kmene a prosycháním nebyla prokázána. Tato práce by měla napomoci k řešení aktuální a velmi významné problematiky chřadnutí jasanů.

Abstract

Hymenoscyphus fraxineus (T. Kowalski) Baral, Queloz, Hosoya, comb. nov. (BARAL et al., 2014) is the alien invasive pathogen and is an actual problem of our age. Causing massive dieback of ash populations throughout Europe, including the Czech Republic. The situation is very serious, that's why it is the subject of this research work. Extension of the disease was study on microlocality Křížlice. The work contains information about a fungal disease that causes necrosis of ash. The methodology described the model area Křížlice and legwork, which is took place in it. They were recorded data in variables such as the thickness of the trees, the type of the vegetation, GPS coordinates and drying of treetop primarily caused by the pathogen. Thanks to the GPS coordinates were evaluated variables such as the slope of the terrain, altitude and exposure. Were evaluated compared the environmental factors affecting the impact of the disease. On the model area was found extensive presence of the pathogen and its considerable impact. Like most appeared to be damaged riparian vegetation, at least scattered plantings. It was also found that at higher altitudes damage decreases. With greater slope damage also increasing Establish a link between thickness and defoliation treetop failed. This work should help to address the broad issues ash dieback.

Klíčová slova: nekróza jasanu, patogen, poškození, *Hymenoscyphus fraxineus*, *Chalara fraxinea*, jasan ztepilý, faktory prostředí

Keywords: ash dieback, pathogen, damage, *Hymenoscyphus fraxineus*, *Chalara fraxinea*, common ash, environmental factors

Obsah:

1. <u>Úvod</u>	str. 1
2. <u>Cíl práce</u>	str. 2
3. <u>Rozbor problematiky (literární rešerše)</u>	str. 3
3.1. <u>Nepůvodní patogeny</u>	str. 3
3.2. <u>Jasan ztepilý (<i>Fraxinus excelsior</i>)</u>	str. 5
3.3. <u><i>Hymenoscyphus fraxineus</i></u>	str. 9
3.3.1. <u>Historie</u>	str. 9
3.3.2. <u>Původ a rozšíření</u>	str. 9
3.3.3. <u>Popis patogenu</u>	str. 11
3.3.4. <u>Šíření patogenu a jeho životní cyklus</u>	str. 11
3.3.5. <u>Symptomy poškození</u>	str. 12
3.3.6. <u>Faktory prostředí</u>	str. 14
3.3.7. <u>Současný stav problematiky</u>	str. 14
4. <u>Materiál a metodika</u>	str. 16
4.1. <u>Modelové území</u>	str. 16
4.2. <u>Sběr dat</u>	str. 19
4.2.1. <u>Průměr kmene</u>	str. 19
4.2.2. <u>Prosychnání koruny</u>	str. 19
4.2.3. <u>Typ porostu</u>	str. 20
4.2.4. <u>Zdravotní stav</u>	str. 22
4.3. <u>Zpracování dat</u>	str. 22
5. <u>Výsledky</u>	str. 22
5.1. <u>Prvotní charakteristiky</u>	str. 22
5.2. <u>Výsledky typů porostu</u>	str. 23
5.3. <u>Výsledky prosychnání</u>	str. 23
5.4. <u>Rezistence jedinců</u>	str. 26
6. <u>Diskuse</u>	str. 27
7. <u>Závěr</u>	str. 30
8. <u>Literatura</u>	str. 30
9. <u>Přílohy</u>	str. 35

Seznam obrázků:

obr. 1: <i>Fraxinus excelsior</i> – foto autor.....	str. 5
obr. 2: Rozšíření <i>Fraxinus excelsior</i> v Evropě – KRÜSSMANN (1968).....	str. 6
obr. 3: Listové nekrózy – GOV.UK (2015).....	str. 13
obr. 4: Mapka ČR – zdroj autor.....	str. 16
obr. 5: Modelové území s vyznačenými hranicemi – zdroj autor.....	str. 17
obr. 6: Modelové území (letecký snímek) – zdroj autor.....	str. 18
obr. 7: RV – foto autor.....	str. 21
obr. 8: BP – foto autor.....	str. 21
obr. 9: LS – foto autor.....	str. 21
obr. 10: Graf procentuálního rozdělení typů porostu v modelovém území.....	str. 23
obr. 11: Graf znázorňující počty jasanů v jednotlivých typech porostu a závislost na prosychání.....	str. 24
obr. 12: Graf znázorňující prosychání v různých typech porostů.....	str. 24
obr. 13: Graf znázorňující závislost prosychání na tloušťce kmene.....	str. 25
obr. 14: Graf znázorňující vztah prosychání k nadmořské výšce.....	str. 25
obr. 15: Graf znázorňující závislost prosychání na sklonu terénu.....	str. 26

Seznam tabulek:

tab. č. 1: Číselná stupnice prosychání.....	str. 20
---	---------

1. Úvod

V minulých letech na jasan i celé jasanové porosty negativně působily různé patogeny s větším či menším dopadem. Mezi škodlivější patogeny jasanu se řadí fytoftory (*Phytophthora* spp.), *Verticillium* spp., dále také např. padlí jasanové (*Phyllactinia fraxini*), rážovka (*Nectria galligena*) a *Pseudomonas savastanoi* pv. *fraxini*. Ještě také často opomíjené václavky rodu *Armillaria* spp. a *Inonotus hispidus* (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013). Z hmyzích škůdců se na jasanech vyskytují lýkohubi (*Hylesinus fraxini*, *Hylesinus crenatus*), kteří náleží mezi sekundární škůdce. Mezi méně časté škůdce patří dutilka jasanová (*Prociophilus bumeliae*), řadící se do čeledi mšicovití (GREGOROVÁ et al., 2006). Je však známo mnoho dalších organismů, poškozující jasan (GREGOROVÁ et al., 2006). I přesto tento výčet možných patogenů byl jasan považován za poměrně odolnou dřevinu. Až donedávna, tedy do poloviny 90. let, kdy začaly populace jasanu masivně odumírat. Onemocnění způsobující toto odumírání bylo v ČR pojmenováno jako „nekróza jasanu“ (JANKOVSKÝ et al., 2009). Onemocnění je rozšířeno téměř po celém evropském kontinentu, šíří se od severovýchodu směrem na jih (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013).

Chorobu způsobuje mikroskopická houba *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz, Hosoya (BARAL et al., 2014), anamorfní stadium *Chalara fraxinea* (KOWALSKI, 2006). K první identifikaci patogenu došlo v roce 2001, k popsání v roce 2006 (KOWALSKI, 2006), což je poměrně dlouhá doba od výskytu prvních příznaků v 90. letech. Jelikož jasan není považován za dřevinu vhodnou k hospodářskému pěstování a obvykle také není příliš ceněnou dřevinou, lze předpokládat, že docházelo k delšímu přehlížení výskytu patogenu. Až propuknutí epidemie, tedy masivní nárůst škod odhalil problém, který skrytě probíhal (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013). Studie dokonce potvrdily výskyt patogenu v Evropě už ze 70. let minulého století, herbářové položky ze Švýcarska výskyt doložily (QUELOZ et al., 2011). V ČR proběhlo první potvrzení výskytu tohoto patogenu v roce 2007 (JANKOVSKÝ et HOLDENRIEDER, 2009). Avšak k výraznějšímu výskytu symptomů docházelo už po roce 2003 (KOŠTÁLOVÁ, SÁZELOVÁ, 2010).

Nekróza jasanu poškozují většinu typů porostů, od roztroušených výsadeb po plně zapojené porosty. Jsou poškozovány jak mladé stromy, tak i vzrostlé výsadby. Mladé porosty jsou rychleji napadány, tudíž jsou ve větším ohrožení patogenem. Během jedné vegetační sezóny může dojít k odumření hostitele (HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2012).

Napadány jsou celé populace jasanů bez rozdílu věku, nekróza jasanu se vyskytuje jak v plně vzrostlých porostech, tak i na školkařském materiálu. Choroba už má na svědomí škody

v řádech statisiců až milionů Kč. Díky ekologické stabilitě stanovišť na některých lokalitách nelze škody na jasaněch ani vyčíslit. Prokázáno bylo, že chorobou jsou nejméně napadány solitérní jasaný a jasaný vyskytující se ve volné krajině, kde nedochází k hustějšímu zápoji. Nejvíce napadány jsou naopak břehové porosty a jasanové olšiny, které jsou ovlivňovány vyšší vlhkostí a mají poměrně hustý zápoj (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013). Byly hojně objeveny požerky, které na některých místech doprovázely infekci. Sekundárními škůdci způsobující toto napadení jsou lýkohubi v zastoupení druhů *Hylesinus crenatus* a *Hylesinus fraxini* (PEŠKOVÁ, SOUKUP, 2013).

Odumírání jasanů stále pokračuje a je nutné tento fytopatologický problém vnímat a řešit. V současné době probíhá řada projektů zaměřená na různé oblasti problematiky týkající se choroby. V ČR se jedná o šest projektů: Vývoj efektivních opatření eliminujících dopad invaze *Chalara fraxinea* v lesním školkařství a v navazujících aspektech lesního a vodního hospodářství; Analýza faktorů ovlivňujících výskyt *Ch. fraxinea* v prostředí; Analýza faktorů ovlivňujících výskyt *Ch. fraxinea* v prostředí – pokračování; Vliv klimatických faktorů na rozsah poškození porostů jasanů patogenem *Ch. fraxinea*; Obnova a dlouhodobý, přírodě blízký management břehových porostů vodních toků a Infekční biologie *Ch. fraxinea* a faktory ovlivňující fruktifikaci teleomorfy *Hymenoscyphus pseudoalbidus* jako zdroje infekce nekrózy jasanu. (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013).

Nekrózou jasanu jsou nejvíce napadány druhy *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus angustifolia* (JANKOVSKÝ et HOLDENRIEDER, 2009), ale i *Fraxinus americana* u kterého byly symptomy napadení pozorovány ve Slovinsku (KOŠŤÁLOVÁ, SÁZELOVÁ, 2010).

Motivem pro výběr této práce byl fakt, že problematika nekrózy jasanu je téma velice aktuální a má ještě dosud nezodpovězené otázky.

2. Cíl práce

Cílem práce je podrobný monitoring poškození jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) patogenem *Hymenoscyphus fraxineus* na mikrolokalitě Křížlice, a následné vyhodnocení faktorů ovlivňujících intenzitu poškození jasanu tímto patogenem.

Výsledky výzkumu poslouží jako dílčí podklad pro vytvoření metodiky managementu výsadby jasanu v různých typech porostu (VÚKOZ, v.v.i.). Tato práce by tak mohla napomoci k řešení složité problematiky nekrózy jasanu.

3. Rozbor problematiky (literární rešerše)

3.1. Nepůvodní patogeny

Nepůvodní patogeny způsobují riziko především díky chybějícím poznatkům o epidemiologii patogenu a také vlivu na hostitele. Existují velmi agresivní druhy patogenů, schopné ochromit celé populace (ČERNÝ et al., 2015).

Některé nepůvodní patogeny mohou skrytě žít i desetiletí a větší poškození způsobují až v případě enormních podmínek prostředí, jako je působení různých stresových faktorů. Díky intenzivní mezinárodní spolupráci (např. EPPO) lze s velkou pravděpodobností předpokládat určité invaze. V ČR se dá do budoucna předpokládat výskyt *Eutypella parasitica* původem ze Severní Ameriky poškozující javory, také se dá předpokládat invaze extrémně polyfágního druhu *Phytophthora plurivola* (ČERNÝ et al., 2015).

K nejdůležitějším cizím patogenům, které způsobují největší problémy v ČR, patří *Ophiostoma novo-ulmi*, *Phytophthora alni* a právě *Hymenoscyphus fraxineus* (s nepohlavním stadiem *Chalara fraxina*). Tyto patogeny pocházejí pravděpodobně z Himalájí, Severní Ameriky a východní Asie (přitom v místě svého původu působí jen bezvýznamná poškození svých hostitelů). Díky invazím těchto tří uvedených patogenů je velice omezeno hospodaření s jilmu, jasany a olšemi. Nejhorší je nahrazení olše, která tvoří břehové porosty a díky svým ekologickým vlastnostem je ideální dřevinou těchto stanovišť. Lépe se jeví náhrada jilmů, za které se dají nalézt i ekonomicky výnosnější náhrady.

Grafióza jilmů

Holandská nemoc jilmů, jinak také označována grafióza jilmů, je nemoc působící masivní doumírání jilmů. Původcem choroby je houbový patogen *Ophiostoma novo-ulmi* (JANČARČÍK, 1999).

Grafióza se rozšířila už od 20. let dvacátého století velmi rychle po celém evropském kontinentu, za hlavního šířitele je považován podkorní hmyz, hlavně bělokazi (*Scolytus scolytus* a *Scolytus multistriatus*). Tyto brouci totiž přenášejí spory a konidie houby. Krom bělokazů byla souvislost se šířením spor spojována i s jinými druhy podkorního hmyzu např. lýkohuby, tesaříky, nosatci a řadou dalších (JANČARČÍK, 1999). Nejvíce jsou ohroženy jilm vaz (*Ulmus laevis*) a jilm horský (*Ulmus glabra*) jak uvádí Jančarčík (1999).

Onemocnění je tracheomykózní, patogen zamezuje protékání mízy cévami a dochází tak k odumírání větví a následně celého stromu. Příznaky jsou tak v terénu dobře viditelné. I přes poškození většiny větví dokážou napadené jilmu obrážet a několik větví si dokonce udržet olistění. Stromy odumírají postupně, za typický symptom poškození se dá považovat

v počátku zasychávání listů (ty zůstávají na stromech až do zimy) a dále nestejněměrné odpadávání odumřelé kůry z již mrtvých větví. Nezaměnitelné jsou pro chorobu i příznaky vnitřní, typické je zpravidla ucpání vodivých pletiv, které se dá zjistit laboratorním mikroskopickým vyšetřením. Zjistit chorobu se dá i ze zbarvení letokruhů (napadené mají tmavě hnědé koncentrické zbarvení), stačí jen pohled na příčný řez z odebraných větvíček (JANČARČÍK, 1999).

Obrana spočívá hlavně v prevenci, to znamená zdravotní výběry napadených stromů a nevytváření vhodných podmínek pro podkorní hmyz (čistota lesa). Byly zkoumány různé způsoby pro ochranu porostů před onemocněním, např. instalace feromonových lapačů pro bělokazy, ale ani přes značný odchyt nebylo prokázáno snížení dopadu choroby. Také se již dlouhou dobu testují chem. přípravky, od jejich užívání se dnes ale upustilo díky jejich krátkodobosti a neuspokojivým výsledkům. Pozornost je tedy zaměřena k pěstování genotypově odolných druhů, jejichž řadu již nabízejí zahraniční školky (JANČARČÍK, 1999).

Plíseň olšová

Poprvé se choroba objevila v osmdesátých letech minulého století v západní Evropě, původcem je *Phytophthora alni*. V ČR došlo k první izolaci plísně olšové v roce 2001 v povodí Ohře. V ČR napadá olši lepkavou (*Alnus glutinosa*), olši šedou (*Alnus incana*) a také i olšičku zelenou (*Dusheikia alnobetula*) (ČERNÝ et al., 2013).

Nejvíce je plíseň olšová aktivní od konce jara do první půle podzimu, maximum v srpnu. Na šíření patogenu má velký vliv teplota (ČERNÝ et al., 2013). K šíření patogenu dochází vodou, ten je schopný přežít ve formě aktivního mycelia a i plavoucích zoospor. Příznaky jsou nekrózy slabých a později silnějších kořenů, ty jsou však často schovány pod povrchem půdy nebo vodní hladinou. V dalším vývoji se patogen rozšiřuje vodivými pletivy hostitele a prorůstá do kmene. Na kmenech se objevují rudohnědé nekrózy, které mají typický jazykovitý vzhled. Ty mají velký přírůst, činí i několik cm za rok. V místě poškození nekrózou se na povrchu kůry objevují tzv. exudáty. Zbarvení exudátů je rezavé až černavé. Naopak od dvou dalších zmiňovaných nepůvodních patogenů v ČR, se symptomy v korunách objevují až po delší době (ČERNÝ et al., 2013). Jelikož se plíseň olšová šíří vodou, může docházet i ke kontaminování zálivky v lesních školkách a také k produkci infikovaného sadebního materiálu (ČERNÝ et al., 2013).

Za klíčové z hlediska ochranných opatření se považuje produkce a výsadba zdravého sadebního materiálu. Dále je nutné dodržovat v napadených porostech speciální těžební postupy. V již hodně napadených porostech dlouhodobě udržovat co nejmenší podíl olší, patogen z porostu ale jen tak nezmizí (může na stanovišti vyskytovat až 3 roky). Jestliže se

plíseň olšová v porostu rozšíří a zdomácní, je prakticky nemožné se jí zbavit (ČERNÝ et al., 2013).

3.2. Jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior* L.)



obr. 1: *Fraxinus excelsior*- foto autor

Jedná se o vysoký, opadavý strom dekorativně působící, dorůstající výšky až 40 m. Je řazen mezi nejvyšší domácí listnáče (KREMER, 2003). Dožít se může až 250 let (ÚRADNÍČEK, 2009). Vědeckou klasifikací je jasan ztepilý zařazen do říše *Plantae* (rostliny), oddělení *Magnoliophyta* (rostliny krytosemenné), třídy *Rosopsida* (vyšší dvouděložné rostliny), řádu *Lamiales* (hluchavkotvaré), spadá do čeledi *Oleaceae* (olivovníkovité) a je rodu *Fraxinus* (ZICHA, 2004). Rod *Fraxinus* pak čítá několik druhů, z nichž v ČR jsou původní dva. Právě zmiňovaný *Fraxinus excelsior* a jemu příbuzný *Fraxinus angustifolia* (jasan úzkolistý), pocházející z jihovýchodní Evropy (KREMER, 2003). Dalším druhem vyskytujícím se v ČR je *Fraxinus ornus* (jasan zimnář jinak také manový), který je u nás nepůvodním druhem. Původem pochází z jihozápadní Asie potažmo jižní Evropy (COOMBES, 1996).

Stručný morfologický popis jasanu ztepilého:

Mladší jasanu mají velice řídkou korunu, s poměrně příkře vzpřímenými větvemi. U starších stromů je koruna vysoko klenutá, přitom otevřená a poněkud nepravidelného tvaru. Na vrcholu pak nejširší, níže užší a málo rozložitá. Větve jasanu jsou poměrně rovné vzpřímené anebo rozložené paprscitě, vyrůstající už ve spodní části kmene. Letorosty poměrně tlusté, mají světle šedou barvu se světlými tečkami-lenticelami, v místě pupenů jsou zploštělé nebo jakoby smáčklé. Pupy mají černou barvu, jsou vstřícné a špičaté (KREMER, 2003). Letorosty mohou mít i barvu olivově zelenou, vzácněji nažloutlou (LEUGNEROVÁ, 2007).

Jasan má listy vstřícné, lichozpeřené, délky 20-25 cm, s 9-13 lístky, mají tvar podlouhle oválný, na konci špičaté. Listy jsou po okrajích zubaté, na líci zelené matně, na rubu lysé a světlejší (KREMER, 2003). Jiný autor např. Coombes uvádí délku až 30 cm, jednotlivé

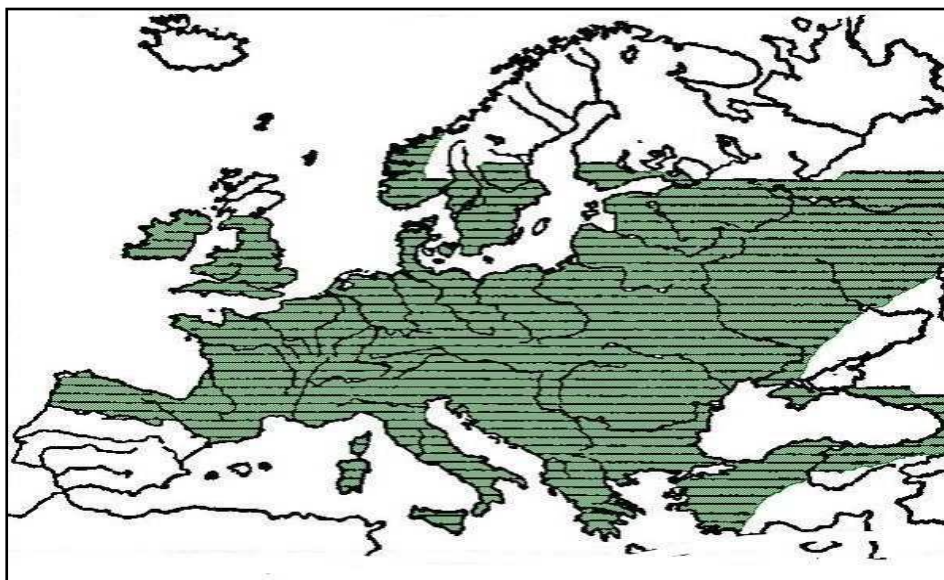
kopinaté lístečky jsou 3 cm široké a 10 cm dlouhé, zúžené na konci a okraje mají ostře zubaté (COOMBES, 1996).

Květy jedno- nebo oboupohlavné. Jasany patří mezi dřeviny jedno- nebo dvoudomé, květy mají velmi nenápadné. Kvete v dubnu, uváděn je i květen (SPOHNOVI, 2008). Plody jsou křídlaté nažky dlouhé asi 3 cm, v době zralosti hnědé, na vrcholu zašpičatělé (KREMER, 2003). Okřídlené plody visí v hustých velkých chomáčcích (COOMBES, 1996).

Kmen je většinou téměř rovný. Borka u mladších stromů hladká, časem více rozbrázděna do políček nebo s úzkými lištami (KREMER, 2003). Barva kůry je šedá (COOMBES, 1996). Kořenový systém jasanu je srdčitý, kulový kořen jen slabě vyvinutý (LEUGNEROVÁ, 2007).

Rozšíření:

Fraxinus excelsior se vyskytuje téměř po celé Evropě, neroste v nejsevernějších a nejjihnějších částech kontinentu. Upřesnění rozšíření je uvedeno na následující mapě (obr. 2).



obr. 2: Rozšíření *Fraxinus excelsior* v Evropě (KRÜSSMANN, 1968)

Jasan ztepilý v ČR zabírá 1 % porostní výměry (UHLÍŘOVÁ et al., 2004).

Těžiště jeho autochtonního rozšíření je především v lužních lesích 1. lesního vegetačního stupně, kde tvoří spolu s dalšími dřevinami tzv. tvrdý luh. Dřevinami tvrdého luhu jsou kromě jasanu také dub letní a jilmy, z nich nejčastěji jilm vaz. Jasan tvoří důležitou složku javorových jaseňin, protože podél vodních toků se rozšiřuje i do vyšších vegetačních stupňů (UHLÍŘOVÁ, KAPITOLA et al., 2004). Rozšíření jasanu však zdaleka není jen na lužních stanovištích, jak uvádějí někteří autoři např. COOMBES (1996). Této dřevině se daří i v suťových lesích a na skalách (SPOHNOVI, 2008), také roste v roklinových lesích, kde je jeho výskyt od stupně doubrav až po bukové smrčiny v podhorských a horských oblastech. Díky těmto vlastnostem jsou vylíšeny dva základní ekotypy jasanu: lužní a suťový (UHLÍŘOVÁ et

al., 2004). Ekotypy se pak ještě dělí na lužní ekotyp nížinný, do něhož spadají pouze úvalové lužní lesy, a na lužní pahorkatinný ekotyp. V rámci suťového ekotypu je vylišen zvláštní ekotyp vápencový (UHLÍŘOVÁ et al., 2004). Vápencový ekotyp se vyskytuje ve směsích s teplomilnějšími dřevinami např. dubem šípákem (LEUGNEROVÁ, 2007). Někteří autoři však zpochybňují existenci ekotypů, např. LEIBUNDGUT (1956). Výškové maximum výskytu jasanu by se v ČR dalo určit na hranici 980 m (UHLÍŘOVÁ, KAPITOLA et al, 2004).

Ekologické nároky jasanu:

Jasan roste na různých geologických podkladech, podmínkou pro jeho výskyt jsou ale dostatečně živné půdy (LEUGNEROVÁ, 2007). Nejlépe se jasanu daří na půdách hlubokých, živných a vlhkých (UHLÍŘOVÁ et al., 2004). Hojně mu svědčí svěží půdy (KREMER, 2003). Jasan je považován za výmladkovou dřevinu s velkým invazním potenciálem. Má dokonce charakter pionýrské dřeviny. Jasan se na celé řadě stanovišť dobře, přirozeně zmlazuje, zejména na bazických substrátech. Zmlazovat může místy tak intenzivně, že utlačuje ostatní zmlazené nebo i uměle vysazené dřeviny, a to i přes jeho časté poškození zvěří. Tendence přirozeného zmlazení zesílily zejména v posledních letech, patrně za tím mohou stát vyšší depozice dusíku (UHLÍŘOVÁ et al., 2004).

Má nejvyšší spotřebu vody z našich dřevin společně s břízou. Dokáže se vyrovnat s nadbytkem vody v půdě, nesnáší však stagnující vodu a dlouhodobé záplavy (UHLÍŘOVÁ et al., 2004). Podle ekotypů jsou odvislé nároky jasanu na vláhu. Zatímco lužní ekotyp vyžaduje dostatek vlhkosti po celý rok, vápencový ekotyp je na její nedostatek uzpůsoben (LEUGNEROVÁ, 2007). Jasanu se příliš nevede na chudých písčítých, jílovitých a kyselých půdách. Taktéž se mu nedaří na rašelinných půdách (UHLÍŘOVÁ et al., 2004). Je prokázáno, že některé populace jsou schopné růst na extrémních stanovištích, jako jsou např. sutě, skály, hřebeny a jiné často velmi suché lokality s mělkým půdním profilem, avšak minerálně bohatým. Na těchto suchých stanovištích však může trpět letními vedry (UHLÍŘOVÁ et al., 2004). Na jasanech se často projevují klimatické výkyvy (LEUGNEROVÁ, 2007). Poškozovat ho mohou nízké zimní teploty a také pozdní mrazy, proto je nevhodný do mrazových kotlin (UHLÍŘOVÁ et al., 2004).

Během růstu se mění jeho nároky na světlo. Nelze ho tedy považovat za čistě světlomilnou dřevinu. V mládí totiž toleruje mírný zástín velmi dobře. Postupně s věkem jeho nároky na světlo stoupají, ve stáří je již světlomilný. Plné oslunění kmenů snadno může vyvolat korní spálu kotlin (UHLÍŘOVÁ et al., 2004).

Odolnost jasanu:

Jasan je považován za poměrně odolnou dřevinu. Častěji bývá poškozován houbovými patogeny než hmyzími škůdci. Jeho odolnost vůči celé řadě nepříznivých faktorů byla v mnoha případech zjištěna i prakticky prověřena, např. odolnost proti imisím, zasolení apod. Dalo by se říci, že tato dřevina je vhodná do průmyslových oblastí (UHLÍŘOVÁ et al., 2004). LEUGNEROVÁ (2007) však uvádí, že jasan nesnáší zasolené půdy a není vhodný do průmyslového prostředí.

Také lze jasan pokládat za vhodný k zalesňování a ozeleňování extrémních stanovišť, jako jsou výsypky. Osvědčuje se taktéž v městské zeleni (UHLÍŘOVÁ et al., 2004). V dnešní době se zdravotní stav populace jasanu rapidně změnil. Jasan podléhá tzv. nekróze jasanu, která působí jejich masivní odumírání (JANKOVSKÝ et al., 2009).

Využití jasanu:

Jasan byl v minulosti uctíván Vikingy, jakožto obrovský strom Yggdrasil, který bájně znázorňuje osu světa (SPOHMOVI, 2008). Má tedy velký historický potenciál.

Již v minulosti byl jasan hojně využíván, ať už jeho kůra na třísloviny, či produkty užívané v lidovém lékařství. Většina surovin získaných z různých částí jasanu (kůra, listy, semena, apod.) se využívá i dnes. Jasan se dokonce používal i jako zimní krmivo pro dobytek, kterému se předkládaly mladé výmladky (SLÁVIK, 2008).

Jasan plní v porostech zpevňující a meliorační funkci Co se týče kvality jasanového dřeva, ta se různí podle stanovišť. Za nejlepší jasanové dřevo je považováno dřevo pocházející z lužního ekotypu jasanu, o něco hůře je na tom dřevo jasanu z vápencového ekotypu (ÚRADNÍČEK, CHMELAR, 1995). Dřevo je ale vesměs hodnoceno jako kvalitní díky svým vlastnostem. Je pevné, houževnaté, odolné proti úderům a vibracím a je také dost pružné (uvádí více autorů např. LEUGNEROVÁ, 2007; ZEIDLER, ČAPEK, 2008). Opracovávat ho lze ručně i strojně, snadno se vyhlazuje a jinak povrchově upravuje, také se dobře lakuje, lepí i moří (ZEIDLER, ČAPEK, 2008). Jasanové dřevo má škálu využití dosti pestrou, pro svou pružnost se hojně využívá k výrobě nábytku a v interiérové truhlářině. Používán je i na sportovní náčiní (např. tenisové rakety, hokejky, baseballové pálky a tělocvičné nářadí), krájí se na obkladové a dekorativní dýhy, také je považováno za vynikající pro držadla a násady lopat (ÚRADNÍČEK, CHMELAR, 1995). LEUGNEROVÁ (2007) potvrzuje tyto uvedené možnosti využití jasanu a dále ještě uvádí, že se jasanové dřevo hodí i k výrobě hudebních nástrojů.

3.3. *Hymenoscyphus fraxineus*

3.3.1. Historie

Organismus byl poprvé identifikován v Polsku v roce 2001 (KOWALSKI, 2001), a popsán v roce 2006 pod jménem *Chalara fraxinea* Kowalski (KOWALSKI, 2006). V ČR byl patogen poprvé potvrzen v roce 2007, k potvrzení došlo v Arboretu Křtiny (JANKOVSKÝ, HOLDENRIEDER, 2009). Jedná se o anamorfní stádium hyfomycetu, jenž byl původně popsán jako *Hymenoscyphus pseudoalbidus* V. QUELOZ, C. R. GRÜNIG, R. BERNDT, T. KOWALSKI, T. N. SIEBER & HOLDENRIEDER (QUELOZ et al., 2011) patřící mezi askomycety (*Helotiales*, *Leotiomycetidae*, *Leotiomycetes*, *Ascomycota*) (GROSS et al., 2014). Tento název byl později změněn na dnes používaný – platný název *Hymenoscyphus fraxineus* (T. KOWALSKI) BARAL, QUELOZ, HOSOYA (BARAL et al., 2014).

Nejdříve nebylo vůbec zřejmé, že *Chalara fraxinea* patří k nově popsanému druhu *Hymenoscyphus fraxineus*. Při studii vývojového cyklu patogenu bylo původně totiž zjištěno, že *Chalara fraxinea* může patřit k běžnému askomycetu *Hymenoscyphus albidus* (ROBERGE ex DESM.) W. PHILIPS jako jeho nepohlavní stadium. Tento mikromycet je původním evropským druhem, jenž je běžně nalézán na opadu jasanu a na jeho odumřelých výhonech (KOWALSKI et HOLDENRIEDER, 2009). Saprophytický druh *Hymenoscyphus albidus*, ale nijak nepoškozuje stromy, nezpůsobuje nekrózu jasanů. Tyto druhy se od sebe liší jen velmi málo. Přesné rozlišení je možné jen některými molekulárními charakteristikami (mj. sekvencí ITS regionů rDNA) a virulencí proti jasanu (QUELOZ et al., 2011). Dnes je dokonce původní *Hymenoscyphus albidus* vytlačován patogenem *Hymenoscyphus fraxineus* (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013).

Bylo již jasně prokázáno, že *Chalara fraxinea* je nepohlavním stadiem (anamorfou) *Hymenoscyphus pseudoalbidus* (QUELOZ et al., 2011). Anamorfní stádium patogenu *Chalara fraxinea* způsobuje tzv. chřadnutí jasanů. V ČR se pro onemocnění používá název nekróza jasanu (JANKOVSKÝ et al., 2009).

3.3.2. Původ a rozšíření

Původ patogenu se přisuzuje do Asie (QUELOZ et al., 2011). Ukázalo se totiž, že *Chalara fraxinea* se shoduje se saprophytickým druhem *Lambertella albida*, který je běžný v Japonsku na opadu *Fraxinus mandshurica* (ZHAO et al., 2013). Tento saprophytický druh z Japonska je jen synonymem k evropskému druhu *Hymenoscyphus albidus* (BARAL et al., 2014). Jeden z předpokladů je, že nebezpečný patogen *Hymenoscyphus fraxineus* vznikl mutacemi právě ze saprophytického druhu (KOWALSKI et HOLDENRIEDER, 2009).

V Evropě se patogen rozšířil od severovýchodu do dalších částí Evropy. Výskyt už je zaznamenán téměř po celém kontinentu. GROSS et al. (2014) uvádí, že výskyt choroby na západě může být zbržděn západními větry a rozptýlení na jihu Evropy může být omezeno klimatickými podmínkami.

Výskyt je potvrzen v následujících státech: Rakousko, Německo, Finsko, Česká republika, severní Francie, Maďarsko, severní Itálie, Litva, Nizozemí, Belgie, Norsko, Polsko, Slovinsko, Švédsko, Dánsko, Estonsko, Lotyšsko, Bělorusko, Rumunsko, Maďarsko, Slovensko a Švýcarsko (EPPO REPORTING SERVICE). Nálezy hlásí také Velká Británie (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013) a Irsko (Havrdová, ústní sdělení). Nutno dodat že ve Velké Británii je problematika dobře zmapovaná. V dnešní době je tam nejvíce poškozeno východní pobřeží Anglie (FORESTRY COMMISSION, 2015). Infekce byla již popsána také na Ukrajině a v Rusku (GROSS et al., 2014).

Jelikož se vlna epidemie šíří od východu, tak se nekróza jasanu ještě neobjevila např. ve Španělsku (HAVRDOVÁ, ČERNÝ., 2013). Z hlediska celého evropského kontinentu lze vyhodnotit situaci jako nejhorší nejspíše v Polsku a Pobaltí, kde se choroba vyskytuje ve větší intenzitě delší dobu (HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2012).

K projevům onemocnění patogenem docházelo už od konce 90. let, výraznější rozvoj se projevil až po roce 2003 (KOŠTÁLOVÁ, SÁZELOVÁ, 2010). První doložené potvrzení výskytu v ČR proběhlo v roce 2007, a to ze vzorků odebraných z Dražanské vrchoviny, z Arboreta Křtiny ze dne 26. 9. 2007. Patogen byl přítomen v xylému (JANKOVSKÝ et HOLDENRIEDER, 2009).

Rozšíření po celé ČR se předpokládá od roku 2004 (JANKOVSKÝ et HOLDENRIEDER, 2009). V České republice se problematika chřadnutí jasanových porostů začala více řešit v roce 2008 (NÁROVEC et al., 2008; JANKOVSKÝ et al., 2009). Patogen byl prvně izolován na jižní Moravě a následně na lokalitách na Vysočině (JANKOVSKÝ et HOLDENRIEDER, 2009). Postup infekce probíhá v rámci ČR ze severovýchodu dále na jihozápad, v lepším zdravotním stavu se jeví porosty jasanu na jihozápadě, což je pravděpodobně způsobeno pozdější infekcí. V současné době jsou symptomy popisovány z celého území státu a význam patogenu narůstá (HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2011).

V ČR je nejvíce ohrožen *Fraxinus excelsior* a *Fraxinus angustifolia* (JANKOVSKÝ et HOLDENRIEDER, 2009), které jsou vůči nákaze velice citlivé. Také bylo potvrzeno chřadnutí na *Fraxinus americana* (KOŠTÁLOVÁ, SÁZELOVÁ, 2010), který má v Česku, ale jen nepatrné zastoupení. *Fraxinus ornus* je vůči napadení patogenem odolnější. Předpokládá se tak, protože tento druh je více příbuzný asijským druhům jasanů (QUELOZ et al., 2011).

3.3.3. Popis patogenu

Patogen má dvě stadia, která se mezi sebou výrazně liší. *Chalara fraxinea*, anamorfní/nepohlavní stádium nekrózy jasanu (GROSS et al., 2014), není pouhým okem viditelná. *Hymenoscyphus fraxineus*, teleomorfní/pohlavní stádium nekrózy jasanu, je okem pozorovatelný v době tvorby plodniček. Podle množství plodniček lze odhadovat míru poškození daného porostu.

Nepohlavní stadium *Chalara fraxinea* je vláknitý organismus, jehož hyfy dosahují délky v průměru 1,2-3 μm , mají barvu olivově hnědou a jsou subhyalinní. Na hyfách se vytvářejí krátké sporangiofory nebo konidiogenní buňky (tzv. fialidy). Tyto buňky produkují konidie (nepohlavní spory) o rozměrech 3,2-4 μm až 2,0-5 μm (HAVRDOVÁ et al., 2013).

Patogen přezimuje na opadlém materiálu (listy, řapíky, jednoleté výhony) ve formě pseudosklerocií a i v živých pletivech hostitele (výhony, větve) ve formě mycelia (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013).

Koncem jara, ale převážněji v létě se objevují bělavé plodničky pohlavního stádia *Hymenoscyphus fraxineus* (Foto 1). Jsou okem dobře viditelné, jelikož na tmavých pseudosklerociích vynikne jejich bílé zbarvení (Foto 2). Měří cca 1,5-3x0,4-2,0 mm (HAVRDOVÁ et al., 2013). GROSS et al. (2014) uvádí velikost apothecií okolo 3 mm v průměru, méně často mají i 8 mm. V teleomorfiích se vytvářejí protáhlá kyjovitá vřecka obsahující 8 hyalinních tenkostěnných jednobuněčných askospor. Askospory jsou bezbarvé eliptického tvaru, ale nepravidelné. Na vrchní straně jsou širší než na spodní, také jsou bez přehrádek (KOŠTÁLOVÁ, SÁZELOVÁ, 2010). Velikost askospor je uváděna 13-17 (-21)x3,5-5,0 μm a shoduje se na ní více autorů (KOŠTÁLOVÁ, SÁZELOVÁ, 2010; HAVRDOVÁ et al., 2013, GROSS et al., 2014). Zralé askospory jsou vzduchem uvolňovány do prostředí a infikují hostitele (HAVRDOVÁ et al., 2013).

3.3.4. Šíření patogenu a jeho životní cyklus

Patogen se šíří vzduchem pomocí askospor a primárně napadá listy a jejich řapíky, způsobuje nekrózu listů a jejich předčasný opad (BAKYS et al., 2009). Šíření patogenu je rozsáhlé díky hustotě askospor, která je velmi vysoká (KOWALSKI et HOLDENRIEDER, 2009). Proto je pro šíření patogenu typický rychlý nástup choroby. Avšak čím větší vzdálenost inokula od zdroje, tím jeho hustota klesá (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013).

K infekci hostitele tedy dochází v místě listových stop, pupenů, ale může pronikat i lenticelami a jinými různými poraněními či v místech posátí hmyzem (HAVRDOVÁ et al., 2013). Myceliem patogen prorůstá do vnitřních pletiv výhonů a větví hostitele, kde se rychle

šíří oběma směry (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013). Dochází k nekrotizaci pletiv dřeviny, a to v důsledku síly infekce. Napadené části dřívce či později usychají. Hostitel se snaží zabránit dalšímu pronikání infekce vytvořením kalusu, většinou se takto brání během léta (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013). Někdy může být tato obrana účinná a částečně zabránit dalšímu šíření infekce. Jenomže pokud je patogenem poškozen terminální výhon, vždy pak přebírá jeho úlohu výhon vedlejší, a to může znehodnocovat řezivo jasanu (KOŠŤÁLOVÁ, SÁZELOVÁ, 2010).

Mycelium patogenu přežívá zimu v pletivech hostitele (patogen byl úspěšně izolován z napadených výhonů v lednu - HAVRDOVÁ, unpubl.). Pak v následujícím vegetačním období se může šířit dále, a tím se zvyšuje rozsah napadení

Vegetační období patogenu začíná na jaře, průběh je především v létě. Právě v tomto období se na opadu napadených řapíků či listů z minulého roku vytvářejí plodničky pohlavního stadia (apothecia) produkující množství askospor (TIMMERMANN et al., 2011). TIMMERMANN et al. (2011) dále uvádí, že k vytváření apothecií na napadených výhonech hostitele dochází jen ve výjimečných případech. Největší koncentrace askospor se uvádí od července až do začátku srpna (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013). Vzduchem pak dochází k opětovnému šíření a napadení hostitele (TIMMERMANN et al., 2011). Takto je završen životní cyklus patogenu, který se neustále opakuje.

Pomocí molekulární analýzy byla *Chalara fraxinea* nalezena i v semenech jasanu, k infekci mohlo dojít askosporami nebo prorůstajícím myceliem z napadených výhonů (CLEARY et al., 2013). Zkráceně se dá cyklus popsat několika větami přibližně takto: Patogen se reprodukuje sexuálně na napadeném opadu z minulého roku, a to jednou ročně. Askospory jsou šířeny větrem a infikují jasanové listy v letním období. Asexuální spory slouží jen jako spermatia (GROSS et al., 2014).

3.3.5. Symptomy poškození (epidemiologie)

Symptomy napadení jsou různé, lze je pozorovat jak na mladších stromech, tak i u plně vzrostlých jedinců.

V letním období jsou charakteristické nekrózy listů a řapíků (SCOTT, 2012). V průběhu léta může docházet k předčasnému opadu listů. K předčasnému opadu listů může dojít již po několika týdnech od infekce hostitele (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013). Opad listů je nejvíce pozorovatelný koncem srpna až začátkem září (Foto 5). Značný vliv na opad má pravděpodobně počasí. Může docházet až k 100 % defoliacím hostitele (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013).

Na napadených výhonech lze pozorovat, nejdříve hnědavé, postupem času černavé nekrózy (Foto 3). Tyto nekrózy způsobují odumírání výhonů a větví, ty mohou usychat nad poškozením (Havrdová, Černý, 2013 – ZOL_LOS). Napadené výhony nebo větve lze bezpečně rozlišit podle barvy kůry od zdravého, zdravý je většinou olivově zelený (Foto 4). Pod kůrou napadených výhonů je typické pronikání onemocnění do lýka i dřeva, to je pak hnědavě až černavě zbarveno (SCOTT, 2012).

Onemocnění se u vzrostlých jedinců projevuje řidnutím korun a odumíráním výhonů (zejména přírůstků minulého roku). Během jedné sezóny může být napadeno velké množství výhonů a koruna výrazně prosychá. Hostitel na usychání výhonů reaguje tvorbou preventivních výhonů (vlků), čímž vzniká pod odumřelými částmi větví shlukovité olistění (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013). Shlukovité olistění je pro napadnutí patogenem typické, jedná se o reakci hostitele na poškození patogenem (Foto 6, 7, 8). Nekróza nejdříve poškodí drobné výhony, později může dojít k odumírání celých větví, včetně kosterních. Prosychání může být až 80-90% (Foto 7), takto poškozené stromy samozřejmě neplní většinu svých funkcí a strom nakonec odumírá (HAVRDOVÁ et al., 2013).

V průběhu roku se symptomy projevují postupně. V zimním období a na jaře jsou viditelné zejména nekrózy výhonů a větví (Foto 8). Na jaře si jasany vytváří nové výhony, které lze od napadených odlišit. Části výhonů napadené z uplynulého roku zpravidla usychají, patogen v nich buď odumírá, anebo se dál rozšiřuje. Tyto větve jsou lehce rozpoznatelné od nových výhonů, protože na nich nevyrostá olistění, také mají typické zbarvení. Nekrózy výhonů a větví jsou přítomné po celý rok (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013).



obr. 3: Listové nekrózy (GOV.UK, 2015)

Možnost záměny je prakticky vyloučena, jen v prvních fázích poškození patogenem může dojít k záměně s příčinami chřadnutí dřevin v důsledku napadení dřevokaznými houbami, nejčastěji václavkami (Foto 9). Záměna je také možná s napadením hmyzem, např. lýkohubi

(Foto 10), anebo v případě letorostů i s pozdními mrazy (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013). Tyto záměny se vyloučí po důkladnější kontrole stromu.

Především sazenice a mladé výsadby jasanu jsou poškozovány rychleji a ve větším rozsahu, mladé stromky mohou v důsledku napadení odumřít i během jedné vegetační sezóny (HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2012).

3.3.6. Faktory prostředí

Patogen je tolerantní k širokému rozsahu podmínek prostředí, proto se vyskytuje v tak velkém měřítku. I přes míru poškození v Evropě je studováno jen několik faktorů životního prostředí, které mohou výskyt a vývoj patogenu ovlivňovat (Gross et al., 2014). Dříve bylo uvažováno, že za velmi rychlým nástupem onemocnění jasanů tímto patogenem stojí změna podmínek prostředí. GROSS et al. (2014) uvádí, že klima na evropském kontinentu je vhodné pro vývoj patogenu.

Poškození patogenem se vyskytuje více na lokalitách s vlhčím mikroklimatem, kde jsou obecně podmínky favorizující patogen. Např. jednou z podmínek je větší vzdušná vlhkost (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013). Vlhkost může chránit spory před vyschnutím a také stimulovat klíčení (TIMMERMANN et al., 2011). V tomto prostředí je vlhkost ovlivněna samozřejmě několika dalšími faktory jako je geomorfologie anebo i zápoj stromového patra, který nepropouští tolik slunečního záření. Zápoj ale nemusí vždy napomáhat tvorbě vhodnějších podmínek pro patogen. Pokud je v porostu více druhů dřevin tak teoreticky sníží pravděpodobnost uchycení askospor na vhodném hostiteli, *H. fraxineus* napadá pouze jasanu, na listech jiných druhů neklíčí. Předpokládá se, že vliv na poškození porostů patogenem má i nadmořská výška a expozice. Svou roli může také sehrát celkový objem korun v dané kategorii. Předpokládá se totiž existence pozitivní závislosti mezi četností výskytu nektrózy jasanu a objemem korun (HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2012).

3.3.7. Současný stav problematiky

Přestože *Chalara fraxinea*, resp. *Hymenoscyphus fraxineus* je nepůvodním patogenem, stala se jedním ze základních fytopatologických problémů dnešní doby. Řešení této problematiky bude náročné a dlouhodobé. Ohroženy jsou tedy jasanu ve všech výsadbách, z hlediska prostředí pak nejvíce porosty, kde je jasan těžké nahradit: Jasanové olšiny souběžně napadené fytoftorovým onemocněním, břehové porosty a lužní lesy poskytující vhodné prostředí pro rozvoj onemocnění. Tam lze očekávat největší poškození nektrózou (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013).

Vzhledem k ekologickým požadavkům a také díky širokému využití jasanu jak v Evropě, tak v ČR, představuje chřadnutí jasanů nemalý problém. Patogen je v dnešní době již značně rozšířen a jeho nebezpečnost, zejména kvůli jeho rychlému šíření velmi znepokojuje fytopatology a lesníky (HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2012). Obecně je pohled na další vývoj velmi skeptický, někteří autoři dokonce připouštějí i kolaps celých populací jasanu. Vždyť během několika málo let se jasan stal z dřívě poměrně dobře odolné dřeviny jednou z nejvíce ohrožených dřevin. Vzhledem k lesnické (a i jiné) upotřebitelnosti jasanů lze očekávat, že invaze patogenu způsobí problémy řadě různých porostů, či výsadeb (HAVRDOVÁ et al., 2013).

Šíření vzduchem nelze zabránit fyto-sanitárními opatřeními (QUELOZ et al., 2010) a dosud nejsou známa ani efektivní ochranná opatření a o jejich účinnosti mnozí autoři pochybují (např. JANKOVSKÝ et al., 2009). Bude tedy velmi obtížné šíření infekce nějakým způsobem regulovat. Nicméně pomocí vhodných opatření, ale lze pravděpodobně do jisté míry zmírnit budoucí dopad choroby a potenciální škody. V úvahu připadají hlavně vhodné probírky a odstraňování napadených stromů, za důležité se považuje ponechávání fenotypově vhodnějších a odolnějších jedinců (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013).

Již bylo prokázáno, že jsou napadány všechny věkové kategorie a také porosty na různých stanovištích (HAVRDOVÁ et al., 2013; GROSS et al., 2014). Některé stanoviště jsou ohrožena méně, naopak k největšímu poškození nákazou dochází na stanovištích s velkým zastoupením jasanu a ovlivněných vlhkostí. Jsou to hlavně břehové porosty, prameniště, jasanové olšiny a tvrdé luhy u velkých toků. Za nejvíce ohroženy se považují jasanové olšiny s větším zastoupením olše, které napadá *Phytophthora alni*. Protože v případě napadení patogenem *Hymenoscyphus fraxineus* nebude moct být jasan použit jako náhrada za olši. U těchto důležitých porostů, které plní hned několik důležitých funkcí, může docházet i ke kolapsu. V důsledku epidemie *Chalara fraxinea* bude tedy nutno použití jasanu v těchto porostech revidovat (HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2012).

Problémy lze očekávat nejen na vlhkých stanovištích. Význam epidemie už je velmi výrazný i v sušových lesích a ochranných porostech na svazích, kde se vyskytuje vápencový ekotyp jasanu (HAVRDOVÁ et al., 2013). Ve volné krajině, kde je jasan často významnou složkou prvků územních systémů ekologické stability se taktéž dá hovořit o významných ztrátách populace. Za zmínku stojí i poškození stromořadí podél cest, v remízích, ale také v roztroušené krajině (HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2012).

V různých výzkumech byl výskyt choroby v ČR zjištěn nejen u porostů ovlivněných vlhkostí, nekroza jasanu se vyskytuje i u solitérních jedinců, roztroušených výsadeb, v

stromořadích, ve větrolamech, v okrasné zeleni ve městech, a také v ochranných porostech na svazích (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013). Výzkumy dokázaly, že poškození se od sebe výrazně liší v jednotlivých kategoriích, což uvádí více autorů (HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2012; PEŠKOVÁ, SOUKUP, 2013). Nejméně poškozeny se jevíly solitéry, naopak nejvíce břehové porosty a jasanové olšiny. Byla prokázána spojitost mezi vzdušnou vlhkostí a úrovní napadení (HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2012).

Jelikož šíření choroby bude pokračovat, lze očekávat nárůsty škod. Již dnes působí chřadnutí jasanů škody v řádech desítek mil. Kč. Škody v břehových porostech jsou do současné doby nevyčíslitelné (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013). Patogen ale představuje vážnou hrozbu i ve školkařství, při obnově porostů a obecně v mladých výsadbách jasanů (HAVRDOVÁ et al., 2013).

4. Materiál a metodika

4.1. Modelové území

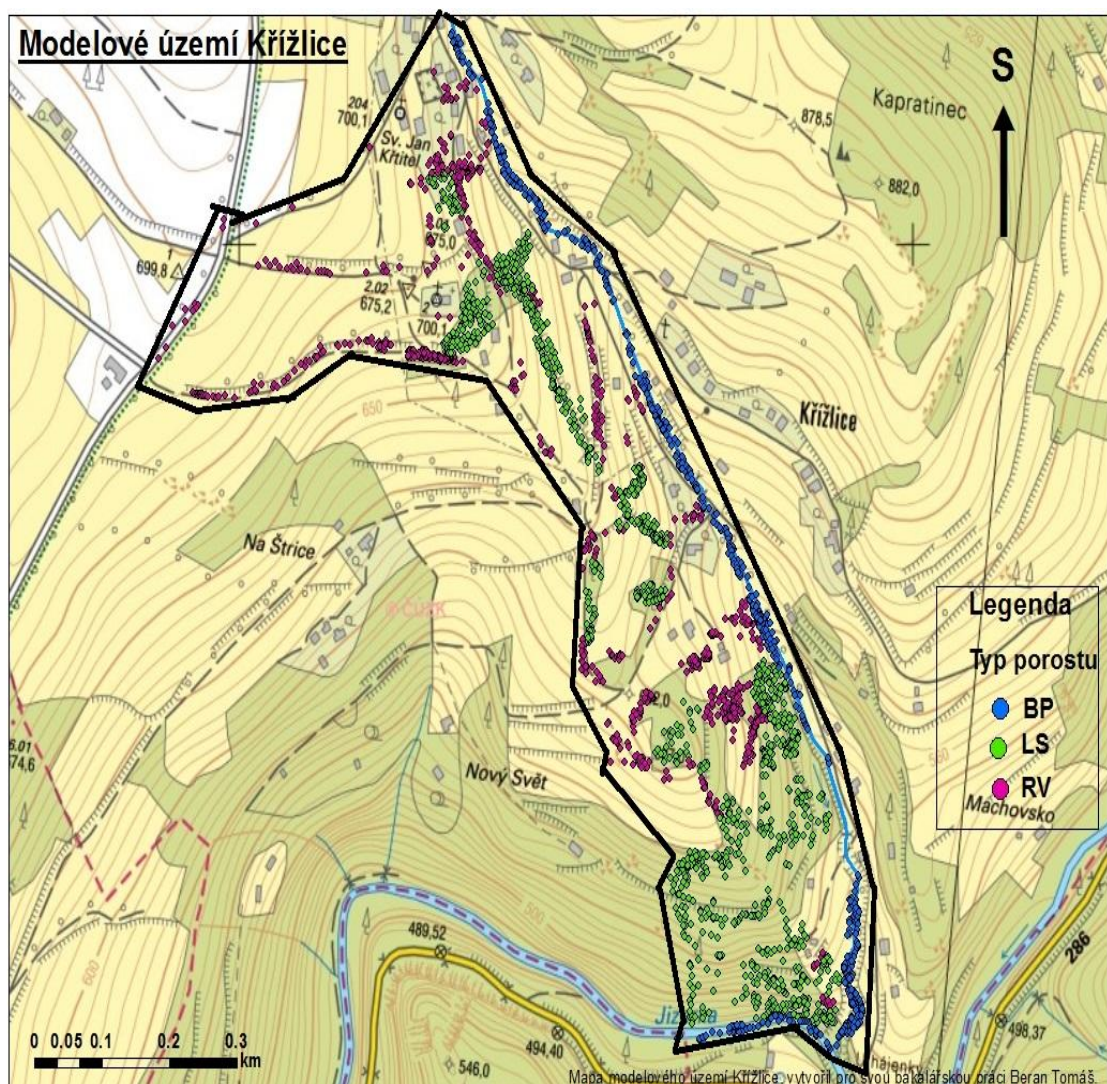
Pro práci bylo vybráno modelové území Křížlice ležící v katastrálním území Křížlice 676560. Křížlice pak spadají do svazku obcí patřících pod obec Jestřabí v Krkonoších. Na území jsou zastoupeny různé typy porostu jasanu ve značném výškovém gradientu s vysokou variabilitou prostředí, různou expozicí a sklonem terénu. Vybrané území tedy vhodně splňuje požadavky pro sběr dat. Pro upřesnění oblasti poslouží mapka (obr. 4).



obr. 4: Mapka ČR

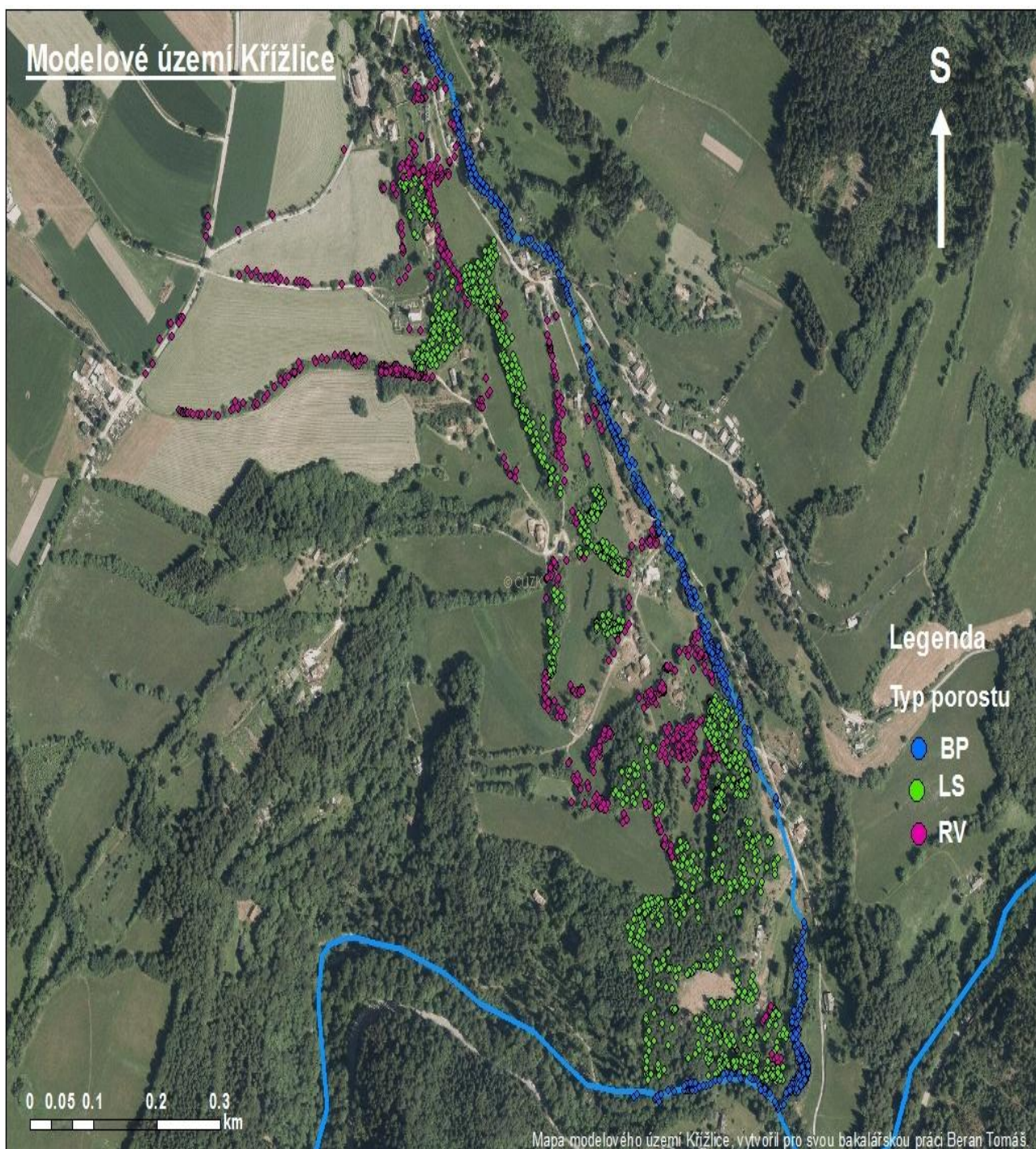
Mikrolokalita Křížlice je lokalizována mezi 15.507110-15.523098 E východní délky a 50,651601-50,661911 N severní šířky. Nejsevernějším bodem území je památník obětem první světové války, který se nachází v bezprostřední blízkosti č. p. 120. Území je na severu ohraničeno silnicí, která vychází z obce a napojuje se na větší komunikaci, jež vede dál na

sever směr Roudnice, nebo opačným směrem k Hrabačovu. Křižovatka těchto silnic pak tvoří nejzápadnější bod území. Z tohoto bodu je vedena hranice západní, ta není v terénu jednoznačně vylíšena. Vedena je po silnici směrem k Hrabačovu, u autobusové zastávky (cca. 200 m od křižovatky) hranice odbočuje na polní cestu, a po té dále pokračuje směrem na východ. Později se cesta stáčí na jihovýchod. Pro upřesnění tato polní cesta vede kolem č. p. 47 a 46, také kolem novostavby stojící na rozcestí polních cest a dále k jihu na další rozcestí, kde lze za orientační bod označit starou maringotku. Od tohoto rozcestí jde hranice po polní cestě k jihu, tato cesta volně končí na louce. Louka je pomyslně přetřata a východní hranice je vedena směrem jihovýchodním až k Jizerce. Tato hranice je v terénu velmi špatně čitelná. Pro lepší orientaci lze uvést, že konec západní hranice je veden po okraji rokle, která je v porostu dobře rozpoznatelná. Jižní hranici tvoří řeka Jizerka, nejuvýchodnější bod území je pak v místě přítoku bezejmenného potoka, který tvoří hranici východní. Tento potok protéká celou obcí a je velmi jednoznačnou hranicí rozpoznatelnou v terénu.



obr. 5: Modelové území s vyznačenými hranicemi

Velikost území je přibližně 35 ha v nadmořských výškách mezi 475-702 m. Z dalších faktorů byla pozorována také expozice a sklon svahu. Sklon svahu byl největší v jižní části modelového území, jedná se o prudký svah k řece Jizerce. Expozice se velmi lišila na různých místech kvůli poměrně členitému terénu. Území se nachází v PLO 23, Podkrkonoší. Popřevedení do vegetačních stupňů dle Zlatníka se v území lze setkat s bukovým (4), jedlobukovým (5) a i smrkobukovým (6) LVS.



obr. 6: Modelové území (letecký snímek)

4.2. Sběr dat

Před vlastním sběrem dat proběhla příprava (od 23. 6 do 27. 6. 2014), při které byly upřesněny hranice modelového území a také stupnice pro hodnocení prosychání korun v důsledku napadení patogenem. Také byli informováni dotčení majitelé a státní správa, na jejichž pozemcích výzkum proběhl.

Sběr dat probíhal od 14. 7. do 15. 8. 2014 v plném olistění, ještě před předčasným opadem listů jasanu. V modelovém území byl pomocí GPS GARMIN řady 60 v souřadnicovém systému WGS-84 zaznamenán každý jasan dosahující velikosti hroubí (včetně 7 cm a více) ve výčetní výšce (1,3 m).

U každého jasanu, byly zaznamenány tyto údaje: prosychání koruny, průměr kmene ve výčetní výšce, typ porostu a zdravotní stav. Měřené jasanu byly pro lepší orientaci označeny bílým křížem, takto byla eliminována možnost opakovaného změření stromu.

4.2.1. Průměr kmene

Průměr kmene byl měřen ve výčetní výšce (1,3 m) od paty kmene pomocí průměrky s jedním posuvným ramenem a druhým pevným. Jednalo se o klasický typ průměrky, nebylo použito elektronických ani digitálních průměrek. Jelikož je většina modelového území velmi svažité, pata kmene byla brána nikoli ze spodní části svahu, nýbrž z té vrchní.

Tloušťka stromu byla měřena dle zásad správného měření tloušťky. To znamená, že průměrka musela být přiložena kolmo k ose stromu. Kmene se musela dotýkat ve třech bodech. U zvláštních případů byla tloušťka měřena následovně: pokud byl strom křivého růstu, měřena byla tloušťka v 1,3 m, vztažena k ose křivého kmene; dále pokud bylo ve výčetní výšce nějaké pomístné ztlustění, např. boule, byla tloušťka takového stromu změřena pod boulí a nad boulí, z takového měření byl po té vypočítán průměr; pokud byly měřeny dvojáky, které byly rozdvojené již v 1,3 m, byly změřeny průměry obou kmenů a zaznamenány jako dva různé stromy; u dvojáků, které byly rozdvojeny až nad výčetní výškou, byl měřen průměr jako u normálně rostlého stromu, jen poznámkou bylo zaznamenáno, že se jednalo o dvoják (metodika dle SEQUENS, 2007).

Toto měření nahradilo objem korun (původně plánované hodnocení), který by byl v tak členitém terénu jen velmi obtížně měřitelný.

4.2.2. Prosychání koruny

Bylo zjišťováno prosychání koruny způsobené patogenem *Hymenoscyphus fraxineus*. Pokud bylo prosychání koruny způsobeno jinými patogeny či faktory, nebylo toto jiné poškození vyhodnocováno číselnou kategorií ani nijak nenavýšovalo kategorii u stromů

poškozených nekrózou jasanu. Za jiné poškození než způsobené *Hymenoscyphus fraxineus* bylo považováno např. přirozené prosychání korun, zlomené či chybějící větve, anebo poškození jinými biotickými patogeny.

Poškození korun bylo vyhodnoceno opticky. Posuzován byl podíl suchých částí koruny ve srovnání se zdravým stromem, poškození bylo vyjádřeno procentuálně. Za suché části koruny byly považovány větve úplně bez listů.

Byly stanoveny číselné kategorie, kde každé číslo má svůj procentuální rozsah. Podle optického posouzení, kdy bylo proschnutí stromu procentuálně ohodnoceno, se strom zařadil do kategorie 1 až 6. Jasanů označené číslem 6 se jevily jako nejvíce poškozené patogenem a naopak jasanů označené číslem 1 byly vyhodnoceny jako zdraví jedinci bez identifikace proschnutí koruny.

K hodnocení prosychání je nutné dodat, že v důsledku optického posuzování všech stromů v modelovém území jednou osobou nedojde ke zkreslení. Vlivem rozdílného subjektivního hodnocení by totiž mohlo docházet k chybě (HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2012).

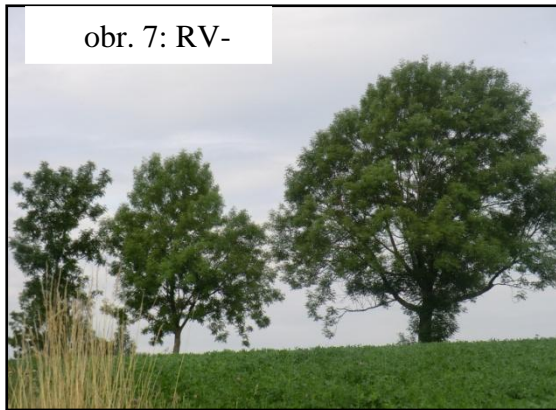
tab. č. 1: Číselná stupnice prosychání

Číselná kategorie	Procenta (%)
1	0
2	1-5
3	5-25
4	25-50
5	50-75
6	75-100

4.2.3. Typ porostu

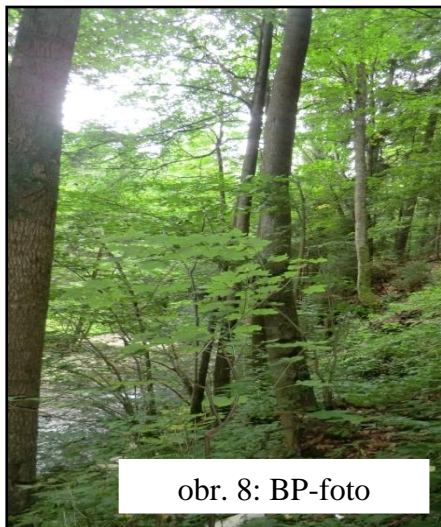
Vzhledem k širokému uplatnění jasanu byly pro potřeby výzkumu stanoveny tři kategorie typů porostu. Z nichž každá respektuje určitý typ: roztroušená výsadba ve volné krajině, břehové porosty a lesní porosty. Typy porostů byly vyhodnoceny opticky v terénu, podle níže uváděných kritérií. Dále byly stromy zařazovány do typů především podle zápoje korun.

Roztroušená výsadba (RV)



Jedná se o solitérní jedince, skupiny, shluky jasanů ve volné venkovské krajině. Patří sem i remízy, okraje porostů, stromořadí a dále také linie. Jasany spadající do tohoto typu porostu mají koruny většinou volné, pouze mírně ovlivňované jinými.

Břehové porosty (BP)



Největším kritériem pro zařazení stromů do tohoto typu porostu byla přítomnost vody. Jedná se o porosty podél vodotečí, do vzdálenosti 6m od břehové linie toku, a to jak ve volné krajině, tak v intravilánu obce, či lesním porostu. Ve spodní části modelového území nebylo jednoduché odhadnout, které stromy do této kategorie zařadit díky velkému svahu. Do této kategorie tedy byly zařazeny stromy v bezprostřední blízkosti řeky a zaplavované oblasti.

Lesní porosty (LS)



Jedná se o roztroušený až souvislý výskyt jasanů v lesních porostech. Patří sem skupinky jasanů a i jednotlivě rostoucí jasany v lesních porostech. Jasany v lesním porostu mají koruny ovlivňovány jinými, byly tak vyhodnoceny stromy většinou v plném zápoji. Ve spodní části modelového území byla většina jasanů zařazena do této kategorie, pokud nesplňovaly kritéria pro zařazení do kategorie BP (viz popis břehových porostů).

4.2.4. Zdravotní stav

Při hodnocení zdravotního stavu bylo hodnoceno jiné poškození (abiotické či biotické) než to způsobené *Hymenoscyphus fraxineus*. Zaznamenáváno bylo pouze formou přítomnosti (ANO/NE). Za jiné biotické poškození bylo posuzováno např.: škody způsobené *Hylesinus fraxini*, *Nectria galligena*, *Pseudomonas savastanoi pv. fraxiny* a *Armillaria* sp. (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, unpubl.) Za abiotické poškození bylo bráno i poškození kmene při těžbě, nebo skladováním různých materiálů (které poškodily kůru) také mrazové trhliny apod.

Ve výzkumu byly navíc ještě zaznamenány jasanů, které nevykazovaly žádné poškození a naopak stromy mrtvé. Ze získaných údajů pak můžeme tyto stromy zařadit do typů porostu, také určit jejich polohu pomocí zaznamenaných GPS souřadnic. Zvláštní význam by mohli mít stromy číselné kategorie 1, které lze považovat za fenotypově odolnější jedince.

4.3. Zpracování dat

Data zaznamenaná v terénu byla následně přepsána do aplikace Microsoft Office Excel a poté byla převedena pomocí zaznamenaných souřadnic do programu ArcGis 10.2. Výsledky byly následně zaneseny do mapky (viz obr. 4, 5, 6). V programu ArcGis 10.2 byly také na základě znalosti polohy hostitele vypočítány hodnoty nadmořské výšky, sklonu, expozice pro každý zaznamenaný jasan. Hodnoty byly použity jako podklad k vytvoření výsledků a grafů, které byly vytvořeny za použití aplikace Microsoft Office Excel a programu STATISTIKA 12.

5. Výsledky

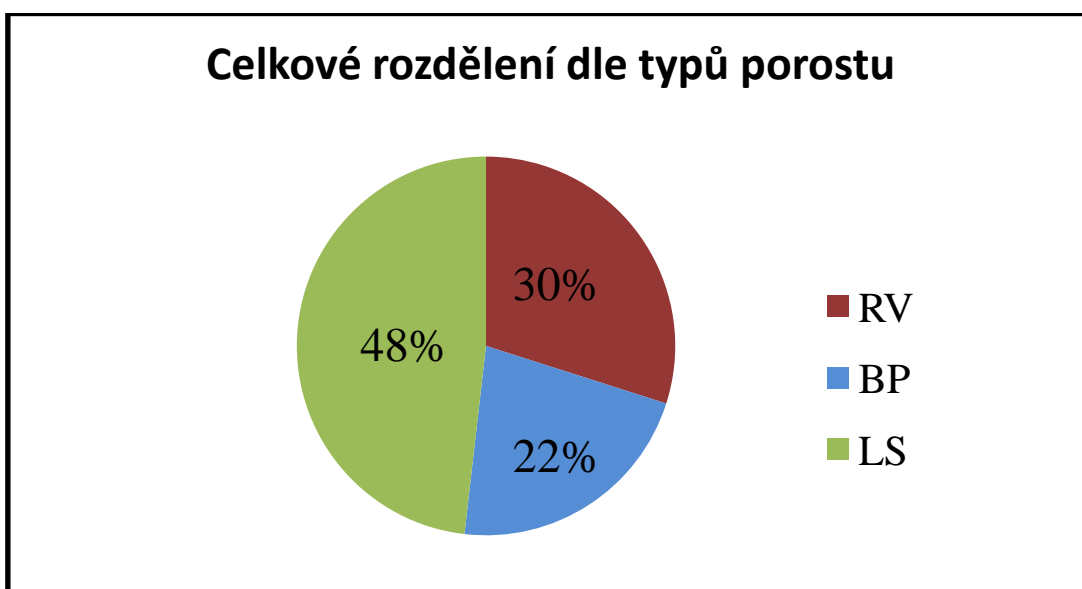
Uvedení výsledků vzešlých z terénního měření v modelovém území Křížlice. Výsledky byly zpracovány ve spolupráci s VÚKOZ, v.v.i.

5.1. Prvotní charakteristiky

V modelovém území byl i přes částečný vliv osídlení zjištěn poměrně hojný výskyt sledované dřeviny, jasanu ztepilého. Celkový počet zaznamenaných jasanů činí 2667. Nutno upřesnit, že do výzkumu byly zahrnuty jen jasanů s výčetní tloušťkou větší než 7 cm. Zjištěn byl velmi častý výskyt patogenu *Hymenoscyphus fraxineus*. Vliv nekrózy jasanů byl pozorován téměř na celém území, jeho přítomnost byla zjištěna u 2658 jasanů, Byly nalezeny stromy zcela mrtvé (8), jejichž větší počet byl zjištěn v lesních porostech. Nebo naopak několik málo jedinců (9) nevykazujících známky napadení patogenem, většinou zastoupené v roztroušené výsadbě v nadmořské výšce nad 650 m n m.

5.2. Výsledky podle typů porostu

Počty jasanů se dosti lišili vzhledem ke kategorii porostu, nejvíce stromů bylo zjištěno v kategorii lesní porost (LS – 1285 ks). Následuje roztroušená výsadba (RV) s celkovým počtem 798 stromů a nejméně bylo zaznamenáno stromů spadajících do kategorie břehový porost (BP), celkem 584 jedinců.

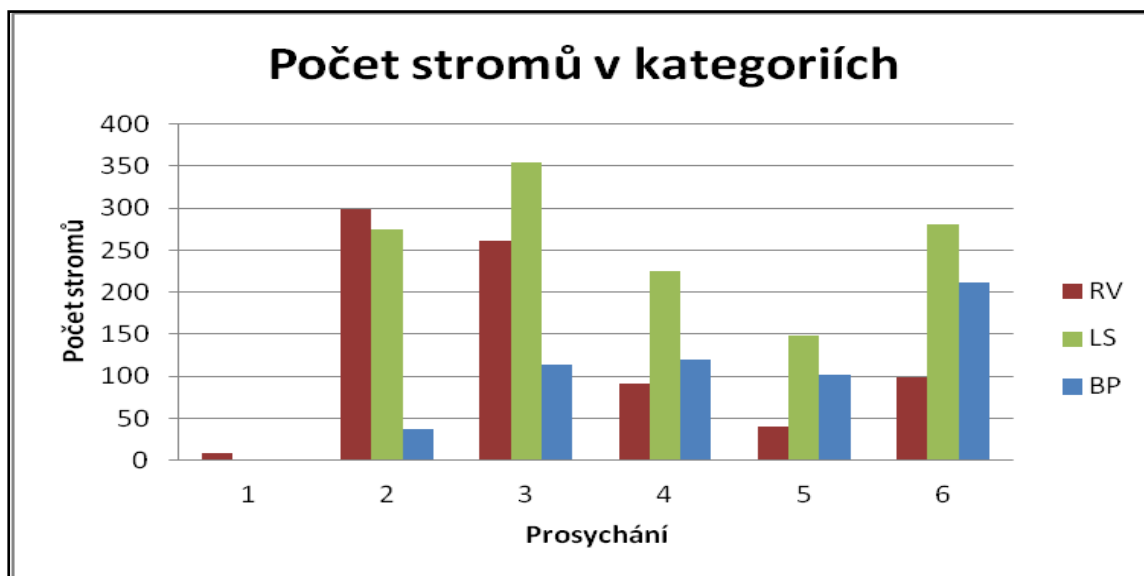


obr. 10: Graf Procentuální rozdělení typů porostu v modelovém území Křížlice.

Významně se lišily i měřené průměry stromů. Měřené hodnoty byly v rozmezí 7 až 88,5 cm. Největší průměrnou výčetní tloušťku měly jasanů v břehových porostech (26 cm) s nejčastějším průměrem 25 cm. Dále měly největší průměrnou tloušťku stromy v lese (21 cm), s nejčastěji se opakujícím průměrem 18 cm. Nejmenších průměrů dosahovaly stromy roztroušené výsadby s mediánem 13 cm a průměrnou výčetní tloušťkou 17 cm. Jedná se pouze o průměrné hodnoty vyplývající ze všech měření, v kategoriích se samozřejmě vyskytuje mnoho výjimek.

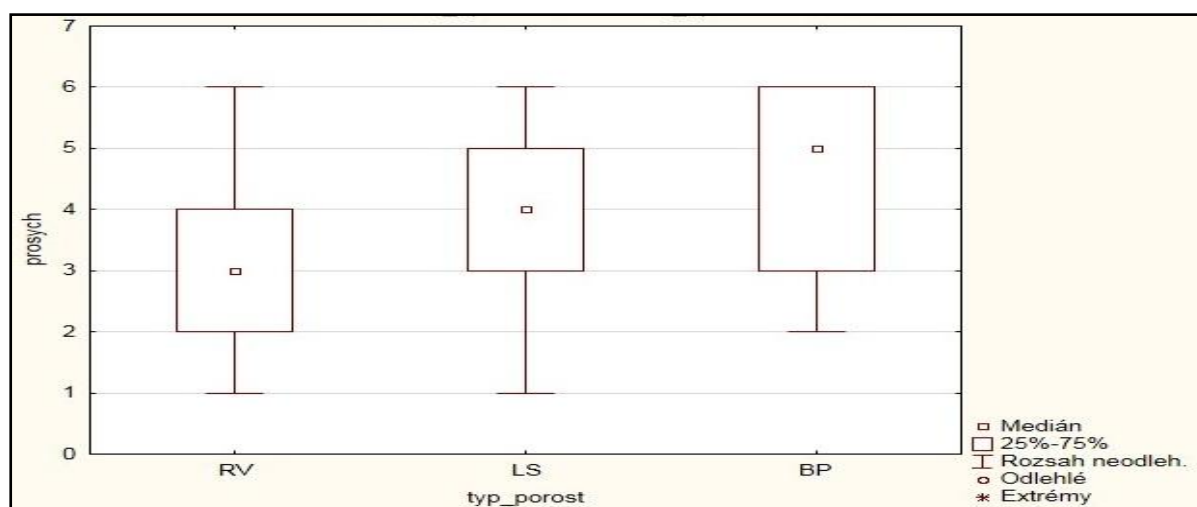
5.3. Vliv prosychání

Prosychání bylo nejdůležitějším posuzovaným kritériem. Jak již bylo uvedeno (viz 5.1. Prvotní charakteristiky), nekróza jasanů se v modelovém území vyskytovala ve značné míře. Důležité bylo zjistit, v jakém typu porostu se patogen *Hymenoscyphus fraxineus* vyskytuje a působí největší škody. Výsledky jsou znázorněny v grafech uvedených níže.



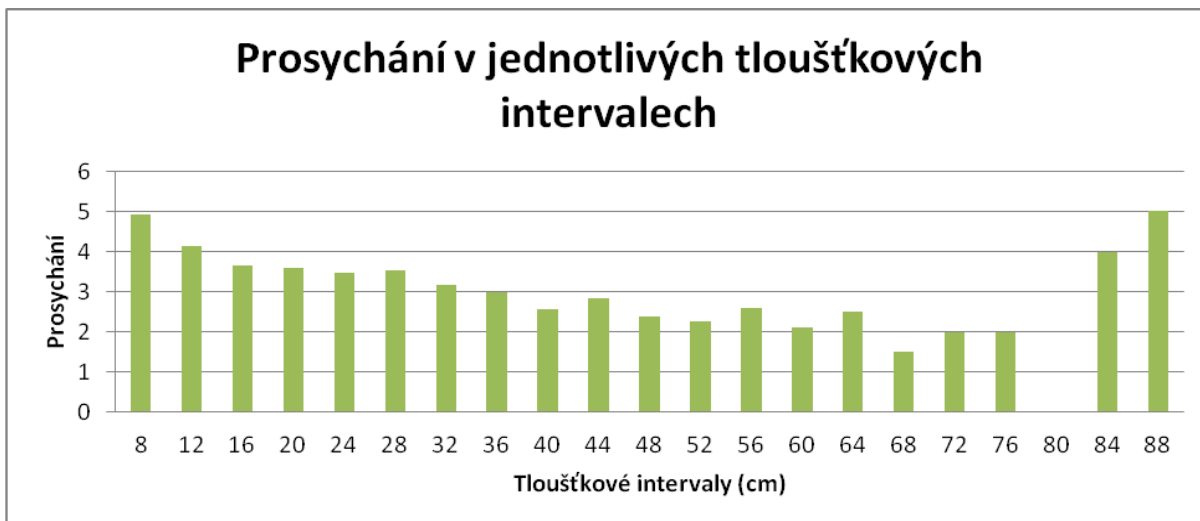
obr. 11: Počet stromů v kategoriích prosychání.

Graf znázorňuje počty jasanů v jednotlivých typech porostu a kategoriích prosychání. Je dobře patrné, že nejvíce jasanů je zařazeno v kategorii 3 (prosychání 5-25 %) – 730 ks, z toho nejvíce v LS – 357 ks a nejméně v BP – 114 ks. Velké zastoupení má také kategorie 2 (1-5 %) – 610 ks s největším počtem RV – 298 ks a nejméně zastoupeným typem BP – 37 ks. Kategorie 6 (75-100 %) zahrnuje 592 jedinců, z toho největší zastoupení bylo LS – 283 ks, nejmenší v RV – 97 ks. Vysoký počet poškozených jedinců je také v břehovém porostu – 212 ks.



obr. 12: Prosychání jasanů podle typů porostů

Velmi důležitý graf znázorňuje prosychání v různých typech porostu. Závislost poškození na různých typech porostu je předmětem mnoha výzkumů. Nejméně nekrózou napadené se jeví roztroušené výsadby (s mediánem 5-25 %), protikladem jim jsou nejvíce poškozené břehové porosty (s mediánem 50-75%). Lesní porosty dosahují mediánu 25-50% proschnutí. Prosychání stromů nebylo hodnoceno jen vzhledem k typu porostu, zjišťovány byly i další veličiny např. níže uvedená tloušťka.

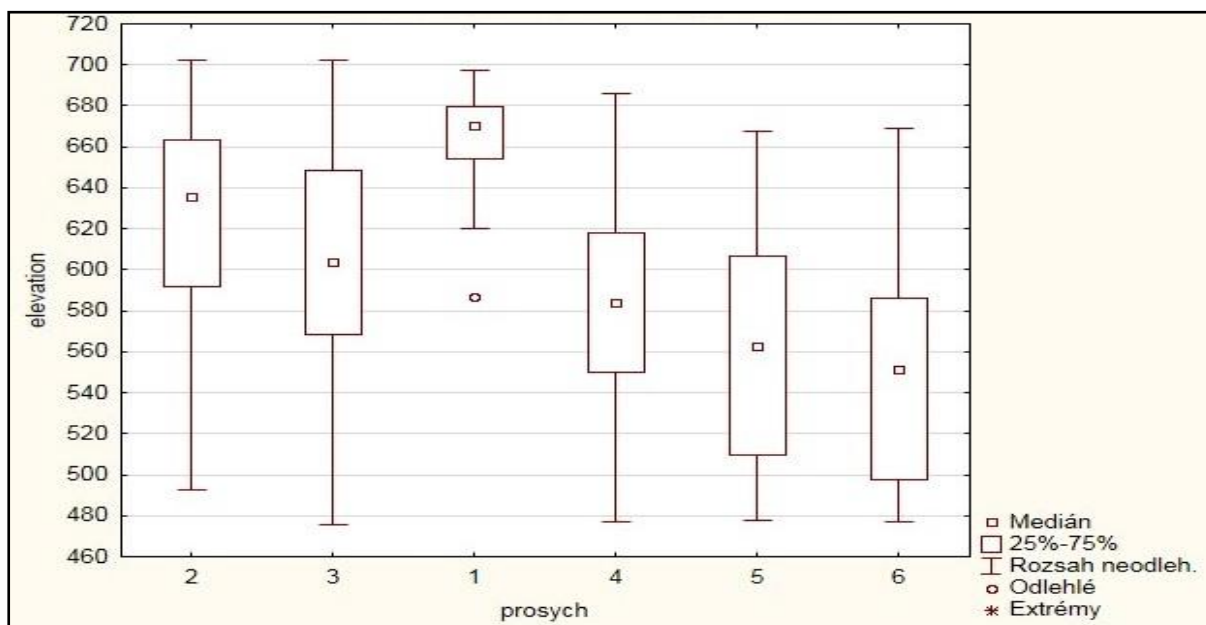


obr. 13: Prosychání jasanů podle jednotlivých tloušťkových intervalů

Tento graf byl vytvořen tak, aby znázornil závislost prosychání na tloušťce. Jelikož změřených průměrů bylo velmi mnoho, průměry byly seskupeny do čtyřcentimetrových tloušťkových intervalů (např. tloušťkový interval 12 obsahuje průměry od 10,1 do 14 cm).

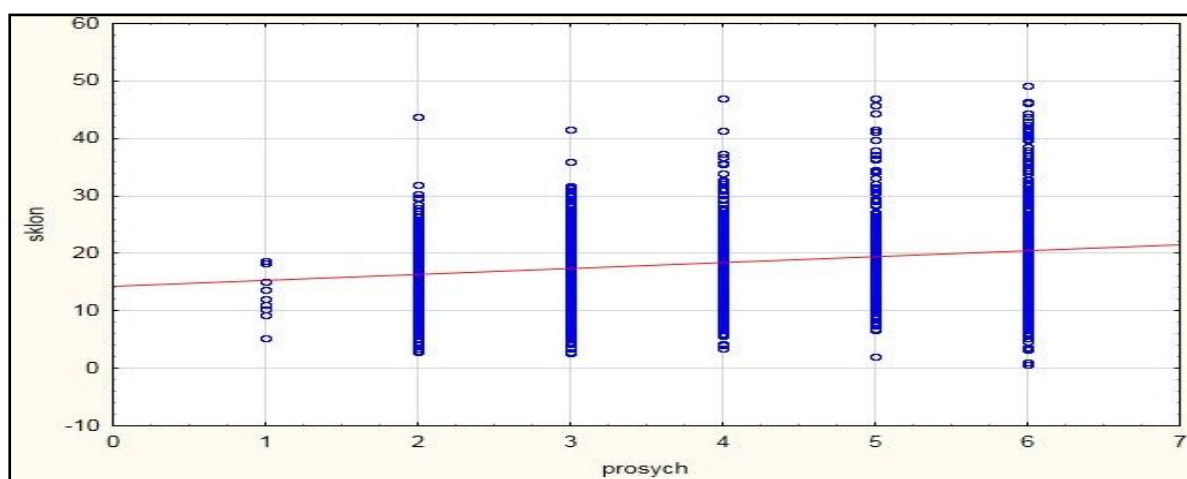
Nutno zmínit, že počty jasanů v intervalech se výrazně liší, nejvíce záznamů je v nejmenších tloušťkových intervalech (např. tl. interval 8 – 566ks, tl. interval 12 – 496ks), nejméně v intervalech největších hodnot. Tam jsou průměry zastoupeny většinou jen jedním jedincem, v intervalu 80 dokonce není jedinec žádný. Prosychání bylo vyhodnoceno vždy jako aritmetický průměr pro celý jeden interval. Může tedy docházet ke zkreslení vzhledem k počtům jedinců v intervalech. Z takto vytvořeného grafu tedy lze vyvodit, že nedochází k příliš velkým rozdílům. Nevyskytují se extrémní výkyvy, které by se daly posuzovat.

Určitou roli v poškození porostů hrají i faktory prostředí. Pozornost byla věnována nadmořské výšce (obr. 14) a sklonu terénu (obr. 15).



obr. 14: Vztah prosychání k nadmořské výšce

Grafické znázornění vztahu prosychání k nadmořské výšce v modelovém území Křížlice. Rozsah nadmořských výšek je poměrně značný (475–702 m n. m.). Dále je patrné, že hodnoty v jednotlivých kategoriích prosychání jsou dosti variabilní. Podle tohoto grafu se nepoškozené stromy kategorie 1 (0 % prosychání) nacházejí v nejvyšších nadmořských výškách, medián – 670 m n. m. Naopak stromy nejvíce ovlivněné patogenem (75-100 % prosychání) se nacházejí v nižších nadmořských výškách, medián – 550 m. n. m. Do kategorie 1 spadá pouze 9 měření, nejvíce hodnot bylo naměřeno v kategorii 3 (730 měření), kde je také největší rozsah zjištěných nadmořských výšek.



obr. 15: Vztah prosychání ke sklonu terénu

Další závislost prosychání byla posuzována na sklonu terénu. Graf závislosti prosychání na sklonu ukazuje, že s větším sklonem terénu stoupá i poškození jedinců.

5.4. Rezistence jedinců

V modelovém území Křížlice se za rezistentní jedince jeví jasanů označené číselnou kategorií jedna. Nutno uvést, že počet 9 jedinců (osm roztroušená výsadba a jeden z lesa) tvoří z celkového počtu všech jasanů zastoupení jen 0,3 %. Tito jedinci nevykazovaly žádné známky poškození patogenem *Hymenoscyphus fraxineus*. Stromy měly ukázkovou korunu a měly plné olistění. Tyto jedince můžeme považovat za velmi důležité pro výzkum, protože u nich lze předpokládat, vzhledem k častému a vysokému poškození okolních jasanů, vyšší imunitu vůči chřadnutí jasanů díky fenotypovým vlastnostem a vhodnému genofondu. Vyhledávání a ponechávání odolných jedinců může být klíčem k zachování jasanových populací a také pro obnovu jasanových výsadeb (HAVRDOVÁ et al., 2013).

6. Diskuse

Na modelovém území Křížlice byl prokázán velmi častý výskyt patogenu *Hymenoscyphus fraxineus*. Nekrózu jasanů provázely mnohé symptomy, např.: plodničky na opadu (Foto 1), předčasný opad listů a prosychání korun (např. Foto 5). Průměrné poškození všech změřených jasanů můžeme pomocí číselné stupnice prosychání (viz tabulka č. 1) vyjádřit hodnotou 3,8, což představuje vyšší hranici kategorie 5-25 %; přesněji 21 %. Jak bylo prokázáno, na poškození patogenem mají značný vliv vnější faktory prostředí a mnohé jiné (např.: genotyp jasanu). Pro menší zkreslení by se daly uvést např. průměrné hodnoty prosychání pro daný typ porostu, nebo průměrné hodnoty prosychání dle různých tloušťek stromů. Příčinou poměrně velkého poškození patogenem v oblasti Křížlic může být nejspíš fakt, že se askospory šíří vzduchem na velké vzdálenosti, déle trvající infekční tlak (oblast byla zasažena na začátku invaze v ČR, a také vysoká densita hostitele a askospor (KOWALSKI et HOLDENRIEDER, 2009). Ze sledovaných typů porostu bylo na sledovaném území prokázáno nejvyšší procentuální zastoupení lesa (LS). Vysoký počet jasanů v lese by se dal vysvětlit tak, že lesy zabírají poměrně velkou část modelového území. Navíc je nutné uvést fakt, že jasanů vyskytujících se ve vysoké koncentraci nedaleko řeky Jizerky, byly většinou zařazeny právě do kategorie LS, jelikož díky svahu a vzdálenosti nesplňovaly podmínky kategorie břehový porost. Příčinu lze také hledat v poměrně nízkých požadavcích na tuto kategorii. V ostatních kategoriích byly podmínky o něco striktnější. Pokud jedinec nespadal do roztroušené výsadby díky zápoji korun nebo nebyl v blízkosti vodoteče, spadal automaticky do kategorie les. Nejméně bylo hodnoceno jedinců v břehových porostech, v modelovém území do této kategorie spadaly jen jasanů podél nejmenného potoka a v bezprostřední blízkosti řeky Jizerky. Lze také uvést, že břehové porosty v místě obce byly částečně redukovány a káceny. Nejedná se však o žádné masivní kácení, nýbrž jen o jednotlivé probírky na soukromých pozemcích. Modelové území dobře vyjadřuje zastoupení jasanů v jednotlivých kategoriích v Podkrkonoší (PLO 23) – mírně zvlněná krajina.

Nejdůležitějším hodnoceným kritériem bylo prosychání korun. K němu se také vztahovala většina výsledků. Hodnoceno bylo prosychání v různých typech porostu, zastoupených jednotlivými počty jedinců. Tento údaj by neměl být zkreslující vzhledem k vyššímu počtu jedinců v jednotlivých kategoriích. Lze uvést, že čím větší kategorie prosychání, tím je více jedinců v břehovém porostu. Naopak je tomu u roztroušené výsadby. Důležité ale bylo vyhodnocení prosychání v různých typech porostu jako celku. Z uvedených výsledků, přestože lze pozorovat variabilitu v rámci typů porostu, se dá konstatovat, že poškození

jednotlivých typů se mezi sebou liší. Největší poškození bylo zjištěno v břehových porostech, poté v lesních porostech a nejméně byly poškozeny jasanů v roztroušené výsadbě. Toto zjištění se shoduje s podobnými výzkumy a závěry jiných autorů (HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2012 - AP). Těmito výsledky můžeme pravděpodobně potvrdit spojitost mezi vlhkostí a dopadem nektrózy jasanů, jak již prokázal výzkum (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013 - ZLV). Většinou se houby vyvíjejí lépe na vlhčích stanovištích, lze tedy předpokládat, že patogen se svými nároky od většiny druhů hub neliší.

Nicméně onemocnění není závislé pouze na typu porostu, ale také na mnoha dalších faktorech jak přepokládá např. GROSS et al. (2014). Za další faktory, které by mohli mít vliv na šíření a dopad choroby se považují nadmořská výška, expozice a sklon terénu. K těmto faktorům se ještě bude dále přihlížet. Přihlédnuto bylo i k závislosti prosychání na tloušťce změřených stromů.

Tloušťky stromů byly roztríděny do tloušťkových intervalů pro lepší přehlednost. Závislost tloušťky kmene ve výčetní výšce na prosychání koruny nebyla prokázána. V menších intervalech tloušťky se vyskytovalo mnohem větší množství jasanů než ve vyšších intervalech, což výsledek ovlivnilo. Vyšší zastoupení jasanů v menším intervalu tloušťky je přirozené, postupně bude docházet k přirozenému proředění porostů a ukazuje nám, že i přes infekční tlak dochází k obnovám porostů. Také je však prokázáno, že mladé stromy s menšími průměry mohou v případě napadení patogenem odumírat mnohem rychleji (HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2012).

V hodnocení vlivu nadmořské výšky na poškození jasanů nelze dojít k přesnému závěru. Nejvíce poškozené stromy se nacházely v nejmenších nadmořských výškách modelového území. Tento jev lze poměrně jednoduše vysvětlit, protože nejvíce poškozené stromy se nacházely v jižní části modelového území u řeky Jizerky, kde jsou nejnižší nadmořské výšky, nejvyšší sklonitost terénu a nejvyšší vzdušná vlhkost. Hodnoty dosahují velké variability. Největší vykazuje kategorie 3, což může být způsobeno největším počtem měřených jedinců. Ovšem vysoké rozdíly mezi hodnotami lze pozorovat i u dalších kategorií prosychání. Přímo v terénu se poškození lišilo spíše zonálně. I ve vyšších nadmořských výškách bylo potvrzeno znatelné poškození patogenem. A proto se nedá s jistotou uvést, že nadmořská výška hraje důležitou roli z hlediska prosychání v tomto zvoleném modelovém území. Nicméně autoři (např. HAVRDOVÁ et ČERNÝ, 2012) uvažují, že nadmořská výška může být důležitá pro rozsah poškození patogenem.

Při porovnání prosychání a sklonu terénu už se dá hovořit o výsledcích, které prokazují, že s větším sklonem narůstá poškození. Jiné výzkumy uvádějí opak, tedy že s narůstajícím

sklonem poškození klesá (HAVRDOVÁ et al., 2014). Výsledky se rozcházejí, důvodem může být fakt, že v modelovém území je největší sklon zaznamenán v nejspodnější, zařízle části území (jedná se o prudký svah k řece Jizerce), kde je nejvyšší vzdušná vlhkost která podporuje rozvoj onemocnění a také to není příliš vhodné stanoviště pro pěstování jasanu.

Při terénním průzkumu bylo zaznamenáváno i poškození jiné než způsobené patogenem *Hymenoscyphus fraxineus*. Jinak (biotickými i abiotickými faktory) bylo poškozeno 13 % jedinců vyskytujících se v modelovém území. Je počítáno i s druhotným napadením stromů již poškozených chřadnutím jasanu. Tyto poškozené jasanu vykazovaly typické symptomy napadení sekundárními škůdci, z nichž nejhojněji se vyskytovali lýkohubi a václavky. Přítomnost václavky prozrazovaly rhizomorfy (Foto 9), přítomnost lýkohubů byla zjištěna dle požerků, jednalo se o druh *Hylesinus fraxini* (Foto 10). O přítomnostech těchto dalších poškození se ve svých pracích zmiňuje více autorů (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013; GROSS et al., 2014). Nedá se hovořit o tom, že výskyt sekundárních patogenů v lokalitě během doby, kdy docházelo k rozvoji nekrózy jasanu, narostl. Dle optického posouzení v lokalitě se nedají populace těchto škůdců označovat za kritické.

Nepůvodní houbové patogeny představují velké riziko pro lesní ekosystémy a jejich význam dále narůstá. GROSS et al. (2014) uvádí ve své práci, že je důležité se poučit z již poměrně známých infekcí jako je např. grafióza jilmů. Při které došlo k úbytku jilmů na pouhých 5 až 10% původní populace (ČERNÝ et al., 2015). Proč je důležité se poučit, vysvětluje GROSS et al. (2014) tak, že u takovýchto patogenů (např. *Ophiostoma novo-ulmi*, *Cenangium ferruginosum* apod.) již jsou poměrně známy podmínky prostředí v kterých lze očekávat největší poškození a také samotná agresivita patogenu. To se ještě ale nedá tvrdit u *Hymenoscyphus fraxineus*, který je stále předmětem zkoumání (HAVRDOVÁ, ČERNÝ, 2013).

Nejvíce jsou šířením nepůvodních patogenů poškozeny geograficky rozsáhlé země jako je Francie, Anglie, Německo a Itálie, jelikož mají vhodné klima a exponovanou polohu. I Česká republika patří k nejvíce vnímavým státům EU, ne však kvůli své rozloze, ale kvůli přehlížení problémů invazí, a to jak ze strany odborné, tak ze strany laické veřejnosti. Setkáváme se s nepochopením významnosti a vzhledem k podceňování a nedostatečnému předávání informací se zpomaluje postup boje proti těmto patogenům. Nečinností velice napomáháme invazi a dáváme patogenům prostor pro další škody (ČERNÝ et al., 2015).

Problém houbových patogenů na území našeho státu již přesáhl únosnou mez a stal se širokým celospolečenským problémem dotýkajícím se nejen lesnictví, ale i mnoha dalších oborů jako např. vodohospodářství, ochrany přírody a krajiny a i městských výsadeb. Dalo by se dokonce usoudit, že je štěstí, že jsou takto napadány a decimovány "jen" jilmy, jasanu a

olše, a dosud jsou takovýchto ztrát ušetřeny naše nejznámější hospodářské dřeviny jako buk lesní (*Fagus sylvatica*), dub letní (*Quercus robur*), smrk ztepilý (*Picea abies*) či borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Není nejmoudřejší zůstat jen pasivními pozorovateli toho co se kolem nás děje (ČERNÝ et al., 2015).

7. Závěr

V této bakalářské práci byly shrnuty aktuální poznatky o velmi rozšířené chorobě dnešní doby. Toto houbové onemocnění postihující celou Evropu působí znatelné škody na jasanových porostech i na území ČR.

Na základě poznatků o *Hymenoscyphus fraxineus* byl proveden výzkum v modelovém území Křížlice. Při výzkumu byly zkoumány souvislosti mezi dopadem choroby a hlavními faktory prostředí.

V modelovém území bylo zaznamenáno a posouzeno 2667 jasanů. Z výsledků je patrné, že dopad choroby se liší dle typu porostu. Nejvíce byly poškozeny břehové porosty, předpokládá se spojitost s vlhkostí. Nejmenší poškození vykazovaly jasanů v roztroušené výsadbě. Spojitost mezi tloušťkou kmene a prosycháním koruny jasanu nebyla prokázána. Závislost prosychání na nadmořské výšce byla vyhodnocena tak, že s nižší nadmořskou výškou stoupá poškození jasanů. U sklonu terénu bylo zjištěno, že s větším sklonem stoupá dopad choroby.

V modelovém území bylo zaznamenáno 9 jedinců patogenem nezasazených. Tyto jedinci mají nejspíše odolný genofond a mohli by mít značný význam v problematice této choroby. Takoví jedinci jsou předpokladem pro udržení jasanů v našich lesích a klíčem pro jeho návrat ve větší míře.

8. Literatura

BARAL H., QUELOZ V., HOSOYA T. (2014): *Hymenoscyphus fraxineus*, the correct scientific name for the fungus causing ash dieback in Europe. IMA FUNGUS 5: 79–80.

BAKYS R., VASAITIS R., BARKLUND P., THOMSEN I. and STENLID J. (2009): Occurrence and pathogenicity of fungi in necrotic and non-symptomatic shoots of declining common ash (*Fraxinus excelsior*) in Sweden. European Journal Forestry 128: 51–60.

CLEARY M., ARHIPOVA N., GAITNIEKS T., STENLID J., VASAITIS R. (2013): Natural infection of *Fraxinus excelsior* seeds by *Chalara fraxinea*. Forest Pathology 43: 83–85.

COOMBES J. A. (1996): Stromy. První vydání, Martin: Vydavatel'stvo Osveta, 320 s.

ČERNÝ K., STRNADOVÁ V., PEŠKOVÁ V. (2013): *Phytophthora alni* Brasier et S.A. Kirk Plíseň olšová. Lesnická práce 92(6), příloha 4 s.

ČERNÝ K., MRÁZKOVÁ M., HRABĚTOVÁ M., STRNADOVÁ V., ROMPORTL D., HAVRDOVÁ L., HAŇÁČKOVÁ Z., NOVOTNÁ K., ŠTOCHLOVÁ P., LOSKOTOVÁ T., PEŠKOVÁ P. (2015): Invaze houbových patogenů – riziko pro lesní hospodaření v ČR?. In *Invazní škodlivé organismy v lesích ČR*. Sborník příspěvků vydala Česká lesnická společnost ve spolupráci s Komisí ochrany lesa Odboru lesního hospodářství České akademie zemědělských věd a Lesní ochrannou službou Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i. Praha: Novotného lávka 2015: 31–43.

EPPO (2015): EPPO Reporting Service: Archives of EPPO Reporting Service [online].

Published: 12. 3. 2015. Available:

http://archives.eppo.int/EPPOReporting/Reporting_Archives.htm. [accessed on 12. 3. 2015]

FORESTRY COMMISSION: Chalara dieback of ash (*Hymenoscyphus fraxineus*) [online].

Published 24. 2. 2015. Available: <http://www.forestry.gov.uk/chalara>. [accessed on 28. 2. 2015]

GOV.UK: Chalara management plan [online]. Published 26.2.2013. Available:

<https://www.gov.uk/government/publications/chalara-management-plan>. [accessed on 8. 3. 2015]

GREGOROVÁ B., ČERNÝ K., HOLUB V., STRNADOVÁ V., ROM J., ŠUMPICH J., KLOUDOVÁ K. (2006): Poškození dřevin a jeho příčiny. Praha, VÚKOZ, 504 s.

GROSS A., HOLDENRIEDER O., PAUTASSO M., QUELOZ V., SIEBER T. N. (2014): *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the causal of European ash dieback. *Molecular Plant Pathology* 15(1): 5–21.

HAVRDOVÁ L., ČERNÝ K. (2012): *Chalara fraxinea* v CHKO Lužické hory – předběžné výsledky výzkumu. *Acta Průhoniana* 100: 137–145.

HAVRDOVÁ L., ČERNÝ K. (2013a): Nekróza jasanu přehled současných znalostí. In: Knížek M., Modlinger R. (eds): Škodliví činitelé v lesích Česka 2012/2013. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. Průhonice, 11. 4. 2013. Zpravodaj ochrany lesa, s. 56–63.

HAVRDOVÁ L., ČERNÝ K. (2013b): Význam vlhkosti vzduchu v epidemiologii nekrózy jasanu – předběžné výsledky. *Zprávy lesnického výzkumu* 58 (4): 347–352.

- HAVRDOVÁ L., ČERNÝ K., PEŠKOVÁ V. (2013): *Hymenoscyphus pseudoalbidus* V. Queloz, C. r. Grünig, R. Berndt, T. Kowalski, T. N. Sieber et O. Holderieder (anamorfa *Chalara fraxinea* T. Kowalski) Nekróza jasanu. *Lesnická práce* 92(6), příloha 4 s.
- HAVRDOVÁ L., ZÁBRANSKÝ P., ČERNÝ K. (2014): Extrémní rozvoj nekrózy jasanu v břehových porostech je podmíněn vysokou vlhkostí jejich prostředí. *Vodní hospodářství* 11/2014: 1–4.
- JANČARČÍK V. (1999): Grafióza jilmů. *Lesnická práce* 78 (10), příloha 4 s.
- JANKOVSKÝ L., HOLDENRIEDER O. (2009): *Chalara fraxinea* –Ash Dieback in the Czech Republic. *Plant Protect Science* 45: 74–78.
- JANKOVSKÝ L., ŠŤASTNÝ P., PALOVČÍKOVÁ D. (2009): Nekróza jasanu *Chalara fraxinea* v ČR. *Lesnická Práce* 88 (1): 16–17.
- KOŠŤÁLOVÁ V., SÁZELOVÁ V. (2010): Chřadnutí a odumírání jasanů, Původce: *Chalara fraxinea* Kowalski, 2006 [online]. Ministerstvo zemědělství ve spolupráci se Státní rostlinářskou správou. Publikováno 2010, Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/94933/chradnuti_a_odumirani_jasanu.pdf. [citováno 4. 3. 2015]
- KOWALSKI T. (2001): O zamieraniu jesionów [About ash dieback]. *Trybuna Leśnika* 4: 6–7.
- KOWALSKI T. (2006): *Chalara fraxinea* sp. nov. Associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathology* 36: 264–270.
- KOWALSKI T., HOLDENRIEDER O. (2009): The teleomorph of *Chalara fraxinea*, the causal agent of ash dieback. *Forest Pathology* 39: 304–308.
- KREMER P. B. (2003): Původce přírodou, Stromy. 2198. vydání, Praha: Euromedia Group, k.s. – Knižní klub v Praze: 254-255.
- KRÚSSMANN G. (1968): Evropské dřeviny: Příručka pro přátele přírody. Státní zemědělské nakladatelství Praha. 192 s.
- LEUGNEROVÁ G. (2007): *Fraxinus excelsior* L. – jasan ztepilý [online]. Publikováno 4. 7. 2007. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/fraxinus-excelsior/>. [citováno 5. 3. 2015]
- NÁROVEC V., TREJTAROVÁ J., JANČARČÍK V. (2008): Čeká i naše jasanu chřadnutí? *Lesu zdar* 14 (5): 4–6.

PEŠKOVÁ V., SOUKUP F. (2013): Prosychání a odumírání dřevin. In: Knížek M., Modlinger R. (eds.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2012 a jejich očekávaný stav v roce 2013. Strnady. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2013,. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum 2013, s. 43.

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

SCOTT S. (2012): How to identify *Chalara* ash dieback in the field [online]. Published 2. 11. 2012. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=8sI7hgFZ-4g>. [accessed on 2. 3. 2015]

SEQUENS J. (2007): Skripta Dendrometrie 2007. Fakulta lesnická a dřevařská – Česká zemědělská univerzita v Praze. 152 s.

SLÁVIK M. (2008): Jasan – strom roku 2008. Česká zemědělská univerzita v Praze. 55–57.

SPOHNOVI R. a M. (2008): Nový průvodce přírodou: Stromy. První vydání. Praha: Euromedia Group, k.s. – Knižní klub v Praze, 255 s.

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

UHLÍŘOVÁ, H., KAPITOLA P. et al. (2004): Poškození lesních dřevin. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s. 191.

ÚRADNÍČEK et al. (2009): Dřeviny české republiky. Vydáno nadačním fondem profesora A. Bayera. Brno: Lesnická práce, 368 s.

ÚRADNÍČEK L., CHMELÁŘ J. (1995): Dendrologie lesnická listnáče 1 (*Angiospermae*). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno, 167 s.

ZEIDLER A., ČAPEK L. (2008): Jasan – strom roku 2008: Kvalitativní parametry jasanového dřeva pro výrobu hokejových holí. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. s. 58–62.

ZHAO Y. J., HOSOYA T., BARAL H. O., HOSAKA K., KAKISHIMA M. (2013): *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the correct name for *Lambertella albida* reported from Japan. Mycotaxon, 122: 25–41.

ZIČHA O. (2004): Jasan ztepilý *Fraxinus excelsior* L. [online]. Publikováno 18. 10. 2004.
Dostupné z: <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id40411/pos0,200/>. [citováno 26. 2. 2015]

9. Přílohy



Foto 1: Plodničky *Hymenoscyphus fraxineus*



Foto 2: Plodničky na opadu



Foto Beran Tomáš

Foto 3: Napadené výhony s hnědavou nektrózou



Foto Beran Tomáš

Foto 3: Napadené výhony s hnědavou nektrózou



Foto 4: Zdravý letorost



Foto 4: Detail zdravého letorostu



Foto 5: Předčasný opad listí



Foto 6: Shlukovité olistění



Foto 6: Shlukovité olistění v koruně jasanu



Foto 7: Defoliace korun



Foto 8: Napadený jasan v zimním období



Foto 9: Poškození václavkou-rhizomorfy



Foto 10: Poškození lýkohuby