

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra ochrany lesa a entomologie

**Šíření fytoftorového onemocnění olší v břehových
porostech v závislosti na nadmořské výšce**

Bakalářská práce

Autor: Markéta Jílková
Vedoucí práce: doc. Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D.

2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce: Markéta Jílková
Studijní program: Lesnictví
Obor: Lesnictví
Vedoucí práce: doc. Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D.
Garantující pracoviště: Katedra ochrany lesa a entomologie
Jazyk práce: Čeština

Název práce: **Šíření fytoftorového onemocnění olší v břehových porostech v závislosti na nadmořské výšce**

Název anglicky: **Spread of Alder Dieback in the riparian stands in relation to the altitude**

Cíl práce: Cílem bakalářské práce je zhodnocení fytoftorového onemocnění olše lepkavé a olše šedé v břehových porostech toku Morávka a Čeladenka v závislosti na výškovém gradientu. Získané výsledky mohou být následně využity k vyhodnocení rozsahu poškození břehových porostů olší v rámci Česka.

Metodika: Bakalářská práce bude řešit aktuální problém fytoftorového onemocnění olší působené patogenem *Phytophthora alni*. Práce proběhnou v břehových porostech podél toků Morávka a Čeladenka v oblasti Západních Karpat u Frýdku-Místku. Na vybraných plochách budou hodnoceny jednotlivé parametry (stupeň napadení, úroveň defoliace, výška stromu, průměr kmene atd.). Výzkumné plochy budou rozmístěny v nadmořské výšce od 300 m n. m. do cca 700 m n. m. ve stometrových úsecích. V rámci hodnocení budou odebrány vzorky z napadených stromů, které budou následně použity k izolaci patogenu v laboratorních podmínkách. Zjištěné výsledky budou statisticky zpracovány a bude provedeno vyhodnocení napadení patogenem u olše lepkavé a olše šedé v závislosti na výškovém gradientu.

Harmonogram

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

Říjen – prosinec 2020 – zpracování dat získaných z terénu

Leden 2021 – předložení literární rešerše a zpracovaných dat ke kontrole

Březen 2021 – předložení, zhodnocení výsledků a diskuze bakalářské práce

Doporučený rozsah práce: 30-40

Klíčová slova: olše lepkavá, olše šedá, *Phytophthora alni*, břehové porosty, výškový gradient, defoliace

Doporučené zdroje informací:

1. Bjelke U., Boberg J., Oliva J., Tattersdill K., McKie B. G., Diez J., et al. 2016. Dieback of riparian alder caused by the *Phytophthora alni* complex: projected consequences for stream ecosystems. *Freshwater Biology*, 61(5): 565–579.
2. Černý K., Pešková V., Modlinger R. 2015. Rozšíření fytoftorového onemocnění olší v lesních porostech ČR – předběžné výsledky. *Zprávy lesnického výzkumu*, 60(4): 256–261.
3. Černý K., Strnadová V. 2010. *Phytophthora Alder Decline: Disease Symptoms, Causal Agent and its Distribution in the Czech Republic*. *Plant Protection Science*, 46(1): 12–18.

4. Gibbs J. N., Lipscombe M. A., Peace A. J. 1999. The impact of Phytophthora disease on riparian populations of common alder (*Alnus glutinosa*) in southern Britain. *European Journal of Forest Pathology*, 29: 39–50.
5. Jung T., Blaschke M. 2004. Phytophthora root and collar rot of alders in Bavaria: distribution, modes of spread and possible management strategies. *Plant Pathology*, 53: 197–208.
6. Pešková V., Čížková D. 2015. *Lesnická fytopatologie*. ČZU Praha: 109 s.
7. Romportl D., Chumanová E., Havrdová L., Pešková V., Černý K. 2016. Potential risk of occurrence of *Phytophthora alni* in forests of the Czech Republic. *Journal of Maps*, 12: 5 s.

Předběžný termín 2020/21 LS - FLD
obhajoby:

Konzultant: Ing. Markéta Macháčová

Elektronicky schváleno: 25. 5. 2020
prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 10. 8. 2020
prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.
Děkan

Čestné prohlášení

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Šíření fytoftorového onemocnění olší v břehových porostech v závislosti na nadmořské výšce“ vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Vítězslavy Peškové, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním 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 dne

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala své vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Vítězslavě Peškové, PhD. a konzultantce Ing. Markétě Macháčové za rady, připomínky a veškerý čas, které s ochotou a vstřícností investovali do vedení mé bakalářské práce.

Zároveň bych chtěla poděkovat svým blízkým za trpělivost a podporu při studiu a zpracovávání bakalářské práce.

Abstrakt

Výzkum na téma šíření fytoftorového onemocnění olší v břehových porostech v závislosti na nadmořské výšce probíhal ve východní části České republiky, konkrétně v okrese Frýdek-Místek, kde byla sbírána data z dvanácti výzkumných ploch umístěných podél čtyř různých vodních toků. Hodnocení napadení porostů probíhalo okulárním zhodnocením přítomnosti viditelných symptomů na kmenech. Z celkového počtu 375 pozorovaných jedinců se příznaky vyskytovaly u 29 z nich, zejména v nižších nadmořských výškách. Jedinci, kteří vykazovali známky napadení, byli označeni a následně u nich byly odebrány vzorky kůry. Tyto vzorky byly dále analyzovány v laboratoři ČZU. Výsledky izolace neprokázaly přítomnost patogenu *Phytophthora alni* na žádné z výzkumných ploch, z čehož plyne, že příznaky napadení byly pravděpodobně způsobeny jinými faktory prostředí. Z dosažených výsledků vyplývá, že ve studované oblasti nedošlo k zavlečení choroby např. s infikovaným sadebním materiálem a olšové porosty v této lokalitě je možné považovat za zdravé.

Klíčová slova:

olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), olše šedá (*Alnus incana*), *Phytophthora alni*, břehové porosty, výškový gradient, defoliace

Abstract

Research on the spread of Alder Dieback in the riparian stands in relation to the altitude took place in the eastern part of the Czech Republic, specifically in the district of Frýdek-Místek, where data was collected from twelve research areas located along four different watercourses. The assessment of vegetation infestations was based on an ocular assessment of the presence of visible symptoms on the strains. Of the 375 subjects observed, symptoms occurred in 29 of them, mainly at lower altitudes. Individuals who showed signs of attack were identified and subsequently sampled for bark. These samples were further analysed in the laboratory of ČZU. Isolation results did not show the presence of the pathogen *Phytophthora alni* on any of the research sites, suggesting that the symptoms of infestation were probably caused by other environmental factors. The results obtained indicate that the disease has not been introduced in the study area, e.g.

Keywords:

common alder tree (*Alnus glutinosa*), grey alder (*Alnus incana*), *Phytophthora alni*, riparian stands, height gradient, defoliation

Obsah

Obsah	8
1. Úvod	12
2. Rozbor problematiky	13
2.1 Plíseň olšová (Phytophthora alni Brasier & S. A. Kirk)	13
2.1.1. Zařazení do systému	13
2.1.2. Historie	13
2.1.3. Rozšíření patogenu v Evropě.....	13
2.1.4. Rozšíření patogenu v České republice	14
2.1.5. Životní cyklus a šíření patogenu.....	15
2.2 Průběh napadení	16
Napadení kořenového systému.....	16
Symptomy na bázi kmene	16
Další příznaky napadení	17
Symptomy v koruně	17
Dlouhodobé projevy napadení.....	17
2.3 Potenciální hostitelské dřeviny	18
2.3.1. Olše (r. <i>Alnus</i>).....	18
2.3.2. Olše lepkavá (<i>Alnus glutinosa</i>).....	18
2.3.3. Olše šedá (<i>Alnus incana</i>)	19
2.4 Ekonomické hledisko	20
2.5 Ochrana	21
3. Metodika	24
3.1 Hypotéza.....	24
3.2 Oblast výzkumu.....	24
3.3 Hodnocené parametry.....	25
3.4 Odběr vzorků kůry a izolace patogenu	26

3.5 Výzkumné plochy.....	27
4. Výsledky.....	39
5. Diskuse	45
6. Závěr.....	47
7. Seznam literatury	48
8. Seznam příloh.....	53
9. Přílohy	54

Seznam: tabulek, obrázků a grafů

Obrázky:

Obrázek 1 Mapa rozšíření patogenu v Evropě v roce 2016 (zdroj: BJELKE et al., 2016)	14
Obrázek 2 Mapa rozšíření <i>Phytophthora</i> subsp. <i>alni</i> (černé tečky) a <i>P.</i> subsp. <i>uniformis</i> (šedé tečky) v České republice (zdroj: ŠTĚPÁNKOVÁ et al., 2013)	15
Obrázek 3 Mapa rozmístění zkusných ploch (zdroj: www.mapy.cz).....	24
Obrázek 4: Letecký snímek výzkumné plochy č. 1 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)	27
Obrázek 5: Letecký snímek výzkumné plochy č. 2 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)	28
Obrázek 6: Letecký snímek výzkumné plochy č. 3 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)	29
Obrázek 7: Letecký snímek výzkumné plochy č. 4 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)	30
Obrázek 8: Letecký snímek výzkumné plochy č. 5 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)	31
Obrázek 9: Letecký snímek výzkumné plochy č. 6 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)	32
Obrázek 10: Letecký snímek výzkumné plochy č. 7 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)	33
Obrázek 11: Letecký snímek výzkumné plochy č. 8 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)	34

Obrázek 12: Letecký snímek výzkumné plochy č. 9 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)	35
Obrázek 13: Letecký snímek výzkumné plochy č. 10 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)	36
Obrázek 14: Letecký snímek výzkumné plochy č. 11 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)	37
Obrázek 15: Letecký snímek výzkumné plochy č. 12 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)	38

Tabulky:

Tabulka 1: Výškové gradienty	25
Tabulka 2: Stupně napadení	25
Tabulka 3: Výzkumná plocha č. 1 NA KAMENCI, řeka Morávka	27
Tabulka 4: Výzkumná plocha č. 2 RAŠKOVICE, řeka Morávka	28
Tabulka 5: Výzkumná plocha č. 3 BROD, řeka Morávka	29
Tabulka 6: Výzkumná plocha č. 4 MORÁVKA, řeka Morávka	30
Tabulka 7: Výzkumná plocha č. 5 NADRZ, řeka Morávka	31
Tabulka 8: Výzkumná plocha č. 6 BEBEK, řeka Morávka	32
Tabulka 9: Výzkumná plocha č. 7 BEBEK 2, řeka Morávka	33
Tabulka 10: Výzkumná plocha č. 8 MOHELNICE, řeka Mohelnice	34
Tabulka 11: Výzkumná plocha č. 9 MOHELNICE 2, řeka Mohelnice	35
Tabulka 12: Výzkumná plocha č. 10 FRYDLANT nad Ostravicí, řeka Ostravice	36
Tabulka 13: Výzkumná plocha č. 11 OSTRAVICE, řeka Ostravice	37
Tabulka 14: Výzkumná plocha č. 12 ČELADENKA, řeka Čeladenka	38
Tabulka 15: Přehled získaných dat v rámci jednotlivých výzkumných ploch	39
Tabulka 16: Výsledky regresní analýzy v závislosti stupně napadení na jednotlivých faktorech	41

Grafy:

Graf 1: Rozprostření jedinců olše lepkavé a olše šedé v rámci jednotlivých výzkumných ploch	39
Graf 2: Stupeň napadení v letech 2019 a 2020 (Wilcoxonův dvouvýběrový test)	40
Graf 3: Porovnání míry defoliace (Wilcoxonův dvouvýběrový test)	41
Graf 5: Vliv výčetní tloušťky na stupeň napadení	42

Graf 4: Vliv výšky stromů na míru napadení	42
Graf 6: Stupeň napadení na jednotlivých výzkumných plochách (Kruskal-Wallis test)	43
Graf 7: Závislost stupně napadení na nadmořské výšce (Korelační diagram, $r = -0,1807$)	44

1. Úvod

V době, kdy jsou české smrkové lesy pod permanentním devastujícím vlivem lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* (L.)) a jemu podobným, se naše pozornost jen těžko zaměřuje na problémy méně hospodářsky významných porostů, i přesto, že jsou jejich ekologické přínosy velmi významné. Typickým příkladem jsou porosty olší, které hrají nezastupitelnou roli v břehových oblastech po celém světě. Olše jsou již od 90. let 20. století ohrožovány patogenem, který na řadě míst způsobuje až úplné rozvrácení porostů.

Tímto patogenem je dnes již poměrně známá plíseň olšová (*Phytophthora alni*), která od západu kolonizuje olšové porosty celé Evropy a vzhledem k nedostatku obranných prostředků stále způsobuje významné ekonomické škody v mnoha sektorech.

Prozatím je její areál do značné míry omezen nízkými teplotami, které nejsou pro vývoj a rozmnožování patogenu ideální. Tento jev by měl být viditelný hlavně na severu nebo v hornatých oblastech, kde jsou přirozeně chladnější klimatické podmínky. Avšak za předpokladu, že by zde mohlo dojít k nárůstu teplot vlivem globálního oteplování, existuje možnost, že by i tyto oblasti mohly být zahrnuty do potenciálního areálu patogenu.

Cílem práce tedy bylo ověřit hypotézu, zda-li existuje průkazná závislost mezi nadmořskou výškou a výskytem napadení, přičemž za tímto účelem byly využity již založené výzkumné plochy v oblasti Moravskoslezských Beskyd a během konce srpna roku 2020 proběhlo týdenní pozorování jednotlivých ploch. Za napadené, byly považovány ty stromy, které nesly viditelné exudáty na kmenech, nejčastěji ještě v kombinaci s ostatními symptomy napadení, jako je například defoliace koruny, nekrotizace kořenového systému nebo přítomnost lézí pod kůrou. Problémem zůstává fakt, že ani dohromady tyto symptomy nejsou stoprocentními ukazateli přítomnosti *P. alni*, protože mohou být stejně tak způsobeny jinými činiteli nebo mechanickým poškozením. Z tohoto důvodu byly u jedinců, kteří projevovali známky napadení, odebrány vzorky kůry, pro laboratorní potvrzení výskytu patogenu.

2. Rozbor problematiky

2.1 Plíseň olšová (*Phytophthora alni* Brasier & S. A. Kirk)

3. 2.1.1. Zařazení do systému

Plíseň olšovou (*Phytophthora alni*) zařadil Ald et al. (2012) do superskupiny SAR, skupiny Stramenopiles, třídy Peronosporomycetes = „řasovky“ (DICK et al., 2001), která zahrnuje kromě jiných i rod *Phytophthora*.

4. 2.1.2. Historie

Již v roce 1876 popsal Anton de Bary rod *Phytophthora* názvem pocházejícím z řeckých slov *phytón* (rostlina) a *phthorá* (zhoubu) – doslova zhoubu rostlin. Tento rod zahrnuje rozmanitou škálu vesměs obligátně parazitických druhů, které mohou být biotrofy či nekrotrofy, druhy parazitující na široké škále rostlin anebo druhy vázané pouze na jednoho hostitele (ERWIN et RIBEIRO, 1996). Mezi nejznámější druhy spadající do tohoto rodu patří například plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*) (Mont.) de Bary, která z velké části zapříčinila Velký Irský hladomor (KROON et al., 2012) nebo plíseň buková (*Phytophthora cactorum*) (Lebert & Cohn) J. Schröter, která ohrožuje mladé semenáčky převážně buků v lesních školkách i v přirozeném zmlazení (PROCHÁZKOVÁ, 2009).

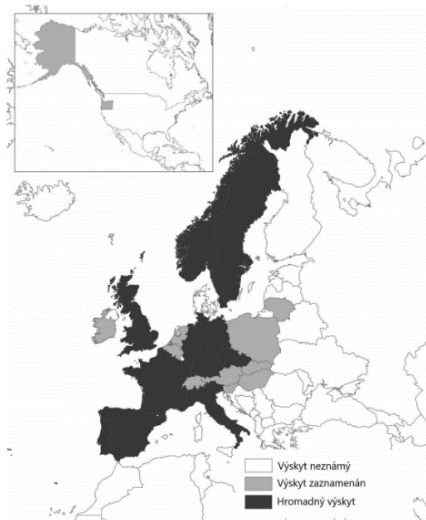
Jedním z nových druhů je plíseň olšová (*Phytophthora alni*), známá od roku 1993, kdy byla poprvé pozorována při chřadnutí olší ve Velké Británii (GIBBS et al., 1999). Jde o hybridní druhový komplex se třemi poddruhy (KROON et al., 2012), konkrétně *P. alni* subsp. *alni* (Brasier & S.A. Kirk), *P. alni* subsp. *multiformis* (Brasier & S.A. Kirk) a *P. alni* subsp. *uniformis* (Brasier & S.A. Kirk) (BRASIER et al., 2004). Zatímco *P. ssp. uniformis* byl do Evropy pravděpodobně zavlečen ze Severní Ameriky (AGUAYO et al., 2013), *P. ssp. multiformis* je zatím patogen neznámého původu, který vznikl buď starodávnou retikulací nebo autopolyploidizací (IOOS et al., 2006). *P. ssp. alni* vznikl pravděpodobně hybridizací mezi *P. ssp. multiformis* a *P. ssp. uniformis* nebo jejich příslušnými předky (IOOS et al., 2006). Oproti svým rodičům je ovšem značně agresivnější a destruktivnější (ÉRSEK et al., 1995).

2.1.3. Rozšíření patogenu v Evropě

První záznam o tomto patogenu pochází z Velké Británie, kde v roce 1993 došlo k hromadnému chřadnutí olší podél břehů řek (GIBBS et al., 1999). Od té doby byl zaznamenán minimálně v sedmnácti státech Evropy a to včetně Norska (STRØMENG,

2012), Švédsko (OLSSON, 1999; REDONDO et al., 2015) nebo třeba Španělska (VARELA et al., 2010; REDONDO et al., 2015) a Itálie (SANTINI et al., 2001).

V současnosti se patogen vyskytuje na území od Irsku na východ zhruba po linii Švédsko – Pobaltí – Polsko – Slovensko – Maďarsko – Slovinsko (HANSEN, 2012).



Obrázek 1 Mapa rozšíření patogenu v Evropě v roce 2016 (zdroj: BJELKE et al., 2016)

5.

2.1.4. Rozšíření patogenu v České republice

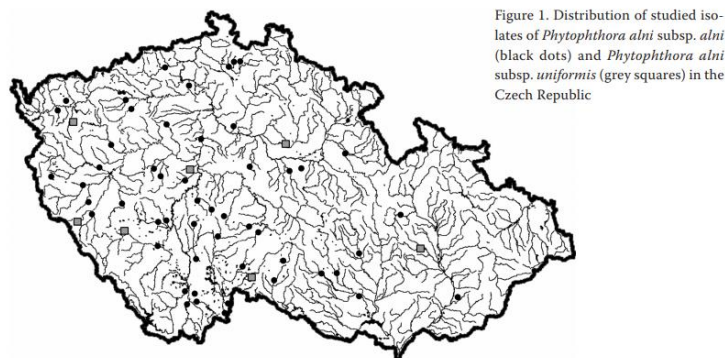
V České republice byl tento patogen poprvé oficiálně zaznamenán v roce 2001, ačkoliv hromadné chřadnutí olší u nás bylo pozorováno již v 80. a 90. letech (JANČAŘÍK, 1993). V roce 2007 byl patogen potvrzen v desítkách olšových porostů lokalizovaných hlavně v západních Čechách (ČERNÝ et al., 2008; ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010).

Na území ČR se z již zmiňovaných poddruhů nejvíce vyskytuje *P. alni* (88 % z analyzovaných izolátů) a *P. uniformis* (12 % z analyzovaných izolátů), *P. multiformis* nebyl v zemi dosud zaznamenán (ŠTĚPÁNKOVÁ et al., 2013).

P. alni dominuje hlavně v břehových porostech větších řek a v nížinách, oproti tomu *P. uniformis* se nachází převážně podél menších toků ve vyšších nadmořských výškách. Toto uspořádání naznačuje, že by *P. uniformis* mohl být původním poddruhem vytlačeným agresivnějším příbuzným taxonem, v našem případě *P. alni* (ŠTĚPÁNKOVÁ et al., 2013).

Z dosud provedených průzkumů vyplývá, že *P. alni* způsobuje největší škody v pánevních a plochých oblastech s hustou sítí vodních toků (ČERNÝ et al. 2016). V České republice tomuto popisu odpovídá hned několik oblastí, avšak nejvíce postiženými se zdají být povodí Vltavy a Ohře (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010).

Nejmenší škody jsou naopak v oblastech suchých a teplých a rovněž v oblastech horských s členitým reliéfem (ČERNÝ et al., 2016).



Obrázek 2 Mapa rozšíření *Phytophthora* subsp. *alni* (černé tečky) a *P.* subsp. *uniformis* (šedé tečky) v České republice (zdroj: ŠTĚPÁNKOVÁ et al., 2013)

2.1.5. Životní cyklus a šíření patogenu

Pro patogeny z rodu *Phytophthora*, je charakteristická vazba na vodní prostředí, které je nezbytné pro průběh jejich nepohlavního rozmnožování a současně také pro pohyb volných dvoubičíkatých zoospor. Ty se mohou pohybovat buď pasivně, a to na vzdálenosti až několika stovek metrů nejčastěji po proudu řeky, nebo aktivně, při chemotaktickém vyhledávání nového hostitele do vzdáleností několika desítek centimetrů (MRÁZKOVÁ et al., 2013). Kromě tohoto způsobu šíření, který probíhá díky pohybu volných zoospor ve vodním prostředí, existuje také varianta šíření patogenu ve formě inokula na již infikovaném materiálu, kterým mohou být například kopyta dobytka, drenáže, školkařský materiál aj. (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010; ČERNÝ et al., 2013).

Po nalezení vhodného hostitele dochází k tzv. interakci, neboli kontaktu hostitele s patogenem, který začíná vyvíjet infekční tlak a později proniká do dřeviny pomocí enzymů nebo mechanického tlaku (např. přes kořenové špičky, přirozené otvory nebo poranění borky/kutikuly), postupně dochází ke kolonizaci až nekrotizaci vodivých pletiv rostliny hyfovými vlákny patogena, na nichž se časem začnou vytvářet četné pohlavní orgány (gametangia), které většinou nikdy nevyklíčí a až později se ve vodním prostředí začnou na myceliu tvořit sporangiofory se sporangii, které nesou ony pohyblivé nepohlavní zoospory (ČERNÝ et al., 2013; ŘEPKOVÁ et RELICHOVÁ, 2013).

Patogen je aktivní od konce jara do poloviny podzimu. Jeho růstové optimum se nachází mezi 23-25°C, přičemž při nízkých teplotách se rozmnožuje a šíří jen minimálně. Krátkodobě je schopen přežít i teploty okolo -6°C. Je tedy možné, že díky klimatické změně může být očekávána vyšší aktivita patogenu na území ČR (ČERNÝ et al., 2013).

2.2 Průběh napadení

Plíseň olšová, jakožto významný invazivní patogen břehových porostů olší, se zpočátku často šíří zcela nepozorovaně. Je to primárně díky tomu, že v první fázi infekce napadá kořenový systém popř. krčky olší, odkud se skrze vodivá pletiva rozšiřuje do celé dřeviny. Může ovšem trvat několik let, než se na jedinci projeví viditelné symptomy. Pokud dojde k napadení lokality s vyhovujícími podmínkami, bývá poškozeno 50-90 % stromů, dále pak postupně dochází k ohniskovému prosychání celého porostu, přičemž v tomto okamžiku je velmi pravděpodobné napadení většiny stromů na stanovišti a v krajním případě může dojít až k rozvrácení celého porostu. Četnost patogenu klesá až s redukováním počtu olší (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010; ČERNÝ et al., 2013).

Napadení kořenového systému

Při napadení kořenového systému, nejčastěji tedy skrze kořenové špičky, postupuje patogen od drobných načervenalých kořínků přes vodivá pletiva a spodní vrstvy kůry, směrem ke kosterním kořenům a kmeni stromu, až o desítky centimetrů ročně. Napadené kořínky a časem i kosterní kořeny vlivem infekce postupně šednou až černají, tzv. nekrotizují, ztrácejí tím svou pevnost a pružnost a mohou být rychle ulamovány, což má za následek mimo jiné i to, že se břehy stávají nezpevněnými, dochází k erozi, a tudíž i k odkrývání mohutnějších kořenů olší. Tyto příznaky napadení jsou nespecifické a nemusí být vůbec patrné, dokud alespoň část kořenového systému dokáže zásobovat nadzemní část stromu vodou a živinami. Proto se nevyužívají při posuzování výskytu plísně olšové (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010).

Symptomy na bázi kmene

Příznaky na bázi kmene jsou oproti znakům na kořenech klíčové k určení původce chřadnutí olší. Během několika let se infekce rozšíří z kořenů či krčků až na bázi kmene stromu. Nekrotizace pletiv se v akutním stádiu onemocnění projevuje tvorbou načervenalých až černých exudátů, pronikajících skrze praskliny v borce na povrch (viz příloha 1 a 2). Nejlépe viditelné jsou od konce léta do prosince, kdy se na kmeni nejčastěji objevují nové exudáty, které jsou v tomto období nejnápadnější. Pokud následně odstraníme kůru, nalezneme vždy medovou nebo nápadně rudohnědou, jazykovitou až plamenitou nekrózu, která může dorůstat do výšky 1-3 m a mít průměr několik desítek cm. V období intenzivního růstu mohou být v horní části nekrózy dobře viditelné i její denní přírůsty, avšak lokalizace, zbarvení či velikost nekros jsou znaky variabilní jedince od jedince (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010).

Exudáty a nekrózy jsou na rozdíl od ostatních symptomů spolehlivým ukazatelem příčiny chřadnutí (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010).

Další příznaky napadení

Existují i jiné příznaky napadení, jako je např. prosychání koruny nebo tvorba sekundárního obrostu, které predikují přítomnost patogenu *P. alni* v porostu. Tyto symptomy, ale mohou stejně tak predikovat napadení patogenem *P. alni* jako i jinými Oomycety nebo pouze následky působení vlivu abiotických činitelů (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010).

Symptomy v koruně

K prvním projevům nemoci v koruně dochází až po překročení hranice únosnosti poškození kořenového systému a vodivých pletiv jednotlivce. V té chvíli už přísun minerálních látek, konkrétně dusíku a vody do koruny, nestačí pro syntézu chlorofylu a dochází k jevu zvanému chlorotizace, tzv. žloutnutí listů. Během dalšího snižování přísunu živin a vody dojde k redukci fotosyntézy a vlivem toho také k zmenšení listové plochy, což vede k prosvětlení koruny. Tyto dva jevy často nastávají ve velmi podobnou dobu nebo dokonce současně. Změna barvy listů, zmenšení listové plochy a ztráta olistění jsou výrazným projevem akutního onemocnění jedinců (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010).

Pokud se poškození rozšiřuje do celého porostu, má vždy ohniskový charakter, kdy ve středu se nacházejí ideálně stromy odumřelé a směrem ven se stupeň nákazy snižuje. I ohniskové chřadnutí olší ale může být způsobeno lokálními abiotickými vlivy (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010).

Dlouhodobé projevy napadení

Existují dva scénáře, jaký průběh může mít napadení stromu. Za příznivější se dá považovat situace, kdy jinak zdravá olše patogen zahubí nebo se infekce zastaví, a na bázi kmene dojde k zavalení buď celé rány nebo alespoň její části hojivým pletivem (viz příloha 3). V takovém případě může dojít k zdravotní stabilizaci jedince a vytvoření nové rovnováhy mezi nadzemní a kořenovou částí. Během této regenerace často vzniká sekundární koruna se shlukovitým olistěním. Stromy, které onemocnění prodělaly, mají ale typicky trvale zmenšenou listovou plochu a jsou často náchylné na napadení jinými parazity, například místa s vpadlou nektrózou a popraskanou borkou v místě zavalení původní nektrózy se mohou stát vstupní branou pro infekci patogenem *Inonotus radiatus*

(Sowerby) *P. Karst.*, který způsobuje snížení odolnosti kmene a tedy jeho časté zlomy u pařezu (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010).

Druhá situace nastává, pokud strom není dost silný na zahubení patogenu a dojde k jeho postupnému odumření (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010).

2.3 Potenciální hostitelské dřeviny

P. alni je oligofágní druh, který je dosud zaznamenán pouze na olších. Primárně jde o parazita olše lepkavé – *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., olše šedé - *Alnus incana* (L.) Moench a olše srdčité - *Alnus cordata* (Loisel.) Desf. (SANTINI et al., 2001). Mimo to jsou nálezy i na olši zelené – *Alnus viridis* (Ehrh.) C. Koch a olši červené – *Alnus rubra* (Bong.) (HANSEN, 2012) a lze předpokládat, že může způsobovat poškození i ostatních druhů olší (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010).

V ČR se vyskytuje olše lepkavá, olše šedá a olše zelená, ale *P. alni* byla prozatím izolována pouze na olši lepkavé a olši šedé (ČERNÝ et al., 2008).

2.3.1. Olše (r. *Alnus*)

Olše lepkavá i olše šedá je opadavý listnatý strom z čeledi břizovitých (Betulaceae), zařazený do skupiny bukotvarých (Fagales). Jde o druh původní ve většině států Evropy, v severní Africe a západní Asii (MCVEAN, 1953).

V ČR zastupují olše pouze 1,7 % lesů (Zpráva o stavu lesa, 2020), ovšem její role na stanovištích s nestabilními půdami (L1 – mokřadní olšiny, L2.2 – jasanovo-olšové luhy – prioritní stanoviště NATURA 2000) je neopomenutelná (MCVEAN, 1953). Vyskytuje se hlavně na stanovištích s bohatými půdami a velkým přísunem vody. Olše na svých stanovištích vytvářejí vhodné podmínky pro mnoho vodních organismů, mimo to mají také funkce zpevňovací, filtrační a mnoho dalších. Díky mutualistickému vztahu kořenů s nitrifikačními bakteriemi jsou navíc schopné obohatit půdu o sloučeniny dusíku (NOVOTNÁ et al., 2017).

2.3.2. Olše lepkavá (*Alnus glutinosa*)

Olše lepkavá je na našem území původním, nejrozšířenějším a hospodářsky nejvýznamnějším druhem rodu *Alnus*, stejně jako i ve většině evropských států, kromě severnějších částí Norska a Švédska, kde je její výskyt limitován zimními teplotami (MCVEAN, 1953).

Vyskytuje se v lužních lesích, u pramenišť a podél vodních toků. Upřednostňuje půdy bohaté na živiny, avšak s menším množstvím vápníku. Je považována za pionýrskou dřevinu břehů a ukazatel vysoko stojící hladiny podzemní vody (SPOHN et al., 2010). Ve stromovém habitu dorůstá výšky až 25 m. Nejčastěji jde o strom jedno kmenný s kuželovitou korunou a s rozpraskanou hnědo-šedou borkou. Listy má eliptické, řapíkaté se střídavým postavením na větvi a lysé, kromě úžlabí žilek, kde se nacházejí drobné rezavé trichomy. Okraj listu bývá dvakrát pilovitý a na špičce typicky vykrojený (EISENREICH et al., 2003).

Jde o jednodomou rostlinu, jejíž květy se objevují před vyrašením listů, tedy v březnu/dubnu. Samčí jehnědy přezimují po 2-4 na výhonech z předcházejícího roku, v době kvetení jsou převíslé až 9 cm dlouhé, hnědavé; samičí jehnědy jsou až 5 mm velké, fialové po 3-5 v paždí listů (EISENREICH et al., 2003; SPOHN et al., 2010).

Opylování probíhá anemogamií-větre. Uvádí se, že olše lepkavá je jeden z nejvýznamnějších původců senné rýmy. Uzavřené zelené plodné šištice dozrávají během září/října v dřevnaté černohnědé šištice 1-2 cm dlouhé (EISENREICH et al., 2003; SPOHN et al., 2010).

Čerstvé dřevo olší je oranžově červené, ale časem hnědne, je měkké, avšak ve vodě se stává velmi trvanlivým materiálem, a proto se používá ve vodních a zemních stavbách, nebo jako nábytkové dřevo (EISENREICH et al., 2003; SPOHN et al., 2010). Dříve se olšová borka pokládala do vody společně se železem. Tímto postupem po několika dnech vznikla černá tekutina, která sloužila k obarvování kůže na černo (SPOHN et al., 2010).

2.3.3. Olše šedá (*Alnus incana*)

Je to dřevina v mnoha věcech podobná olši lepkavé. Jde ovšem o strom menšího vzrůstu (max 20 m) (ČERNÝ et al., 2013), ale častěji se u ní nachází varianta vícekmenná. Borka je celoživotně hladká a bělošedá (podle ní získala v češtině své druhové jméno). Listy jsou postaveny střídavě, jsou řapíkaté, vejčité a na konci zašpičatělé. Typická je pro ně šedá plstnatost, která se vyskytuje pouze ze spodní strany listu a časem se i tady vytrácí kromě rubu a úžlabí žilek. Okraj listu je dvakrát hrubě pilovitý (EISENREICH et al., 2003; SPOHN et al., 2010).

Je to jednodomá rostlina, jejíž jednopohlavní jehnědy přezimují a rozkvétají před vyrašením listů také v březnu/dubnu. Také je opylována anemogamií. Plodní šištice

vejčité, zdřevnatělé, šedohnědé a až 16 mm velké (EISENREICH et al., 2003; SPOHN et al., 2010).

Oblastí výskytu jsou hlavně lužní lesy, vlhké svahy a břehy zejména horských potoků. Na rozdíl od Olše lepkavé upřednostňuje půdy vápnité, je roztroušená od podhůří až do hor, kde je často vysazována. Ačkoliv potřebuje mokré půdy s prosakující vodou, trvalé zamokření půd však nesnáší (EISENREICH et al., 2003; SPOHN et al., 2010).

Je považována za rychle rostoucí pionýrskou dřevinu, která se vysazuje pro upevnění svahů a zpevnění erodujících nebo podmílaných břehů (EISENREICH et al., 2003; SPOHN et al., 2010).

2.4 Ekonomické hledisko

Chřadnutí olší se vyskytuje v Evropě i v ČR s různou mírou intenzity již řadu let. Není však jasné, kolik z těchto záznamů lze připisovat přímo patogenu *P. alni* a to hned ze dvou důvodů. Prvním je fakt, že získávání aktuálních informací je poměrně složitý a časově náročný proces, ve kterém se pomocí tendenčně používaných izolačních technik a médií často nedaří přítomné oomycety vůbec izolovat. Druhým důvodem je skutečnost, že příznaky doprovázející *P. alni* (např.: tracheomykózní příznaky, nekrózy vodivých pletiv...) se překrývají s příznaky doprovázejícími infekce jiných parazitických oomycet, nebo vlivu abiotických činitelů, např. zvýšení hladiny vody (GREGOROVÁ et ČERNÝ, 2003; MRÁZKOVÁ et al., 2013).

Přestože díky těmto důvodům je stanovení přesného rozsahu škod způsobených *P. alni* náročné, není možné patogena podceňovat. Může se totiž projevit epidemicky, jak je tomu v některých zemích západní Evropy, nebo pouze lokálně, jako je tomu v Rakousku nebo aktuálně v ČR, kde zaznamenáváme pouze několik výraznějších ohnisek chřadnutí olší, mezi které patří střední Polabí v okolí Pardubic, Plzeňsko, Poorličí a Pojizeří, a mimo ně také mnoho drobných, lokálních ohnisek chřadnutí olší, u kterých z nedostatku času neznáme příčinu (GREGOROVÁ et ČERNÝ, 2003).

Kromě přímých ekonomických ztrát, které se pojí s odumíráním stromů, jejich odstraněním z porostu, zpracováním jejich dřeva a nahrazením novou výsadbou, což jsou problémy, které postihují hlavně lesnický sektor hospodářství, se chřadnutí olší jeví jako mnohem větší problém kvůli rozvrácení břehových porostů, které mají obrovský vliv na

ekologii a stabilitu břehů, jejich protierozní ochranu a spoustu dalších ekonomicky nevyčíslitelných faktorů (GREGOROVÁ et ČERNÝ, 2003).

Přestože v ČR patogen velké škody dosud nezpůsobil, musely být doposud vykáceny desítky tisíc olší, které byly vlivem jeho působení nenávratně poškozeny. V lesním hospodářství představuje riziko hlavně v oblastech, ve kterých je zkombinována přítomnost vysoké hladiny podzemní vody s výrazným zastoupením olše, tzn. hlavně v lužní a glejové řadě. (ČERNÝ et al., 2013).

Olše jsou dřeviny, které mají z lesnického hlediska svůj význam hlavně díky schopnosti růst na stanovištích s vysokou hladinou podzemní vody anebo s hladinou povrchové vody, které jsou pro ostatní dřeviny značně nepříznivé (ANONYM, 2015).

2.5 Ochrana

Reprodukční cyklus rodu *Phytophthora* je závislý na okamžitých podmínkách prostředí. Za optimálních podmínek totiž probíhá produkce infekčního inokula v mnoha cyklech během velmi krátké doby (konkrétně v rozmezí 2-4 dnů) (ERWIN et RIBEIRO, 1996).

Díky tomuto systému stačí pouze malé množství přeživšího inokula k opakovanému namnožení patogenu (ČERNÝ et al., 2005).

V současné době se stanovení možnosti obrany a ochrany proti šíření patogenu stále vyvíjí, hlavním a nejdůležitějším bodem ochrany stále zůstávají preventivní opatření (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010).

Pro mnohé lesní porosty s nízkou hladinou inokula je obrana pomocí fungicidů nemožná kvůli přítomnosti vodního toku a případnému ohrožení kvality tamní vody. Tím se v těchto lokalitách stává prevence a odstraňování napadených jedinců jedinou metodou kontroly patogenu v systémech (ČERNÝ et al., 2005).

2.5.1. Lesní školky

Pozorování výskytu patogenu v lesních školkách probíhalo v řadě států Evropy. Je zřejmé, že pokud se *P. alni* dostane do lesní školky může způsobit významné problémy. V Bavorsku byl zaznamenán případ, kdy nebyly ve školkách symptomy napadení vůbec patrné, ovšem projevíly se až po vysázení na trvalé stanoviště (JUNG et BLASCHKE, 2004; STREITO et al., 2002; PECKA, 2019).

Inokulum může být přenášeno skrze napadené sazenice, infikovaným školkařským materiálem, nebo vodou i na velmi vzdálené lokality (JUNG et BLASCHKE, 2004).

Aby k takovéto situaci nedocházelo, je důležité, aby byl v lesních školkách sazen zdravý kontrolovaný sadební materiál z ověřených zdrojů a případně důkladně dodržována ochranná karanténa (1-2 měsíce) nových sazenic před výsadbou do vlastních pěstebních ploch. Mezi základní preventivní opatření patří také používání sterilizovaných substrátů, filtrované závlahové vody, dezinfikování techniky a dodržování hygieny práce. Předjít infekci je s větší pravděpodobností možné pomocí pravidelných prohlídek zaškoleným personálem zajišťujícím včasné odstranění potencionálně napadených sazenic. Je vhodné také preventivní použití chemických nebo biologických přípravků v krizové části roku, konkrétně se doporučují fungicidy na bázi metalaxylu nebo dimetomorf (MRÁZKOVÁ et al., 2013; ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010).

Školkařské prostředí nám umožňuje obranná opatření ve volné přírodě neproveditelná nebo velmi nákladná a často sporná z hlediska ochrany přírody. Mezi takováto opatření řadíme například změny vlastností prostředí, při kterých se snažíme o dosažení takových podmínek, ve kterých rostliny nemají problém získávat vodu a současně dojde k omezení schopnosti patogenu produkovat zoosporangia. Další variantou je používání síry, která způsobuje zvýšenou aciditu prostředí. Tato metoda má svá úskalí, díky kterým není vhodná pro běžné používání, včetně samovolného uvolňování toxického hliníku. Naopak využívání biopreparátů je metoda šetrná k životnímu prostředí, ovšem její úspěšnost stále závisí na mnoha vnějších faktorech prostředí. Poslední používanou metodou jsou fungicidní a fungistatické přípravky, které slouží k přímé ochraně hostitele. Jedinou komplikací je jejich častá toxicita vůči dalším organismům. Tyto látky se běžně aplikují postřikem na listy, ale dají se rovněž použít ve formě nátěru na kmeny nebo jejich báze. Proti hnilobám kořenu a bázi způsobených rodem *Phytophthora* jsou propamocarb, furalaxyl, nebo již zmiňovaný metalaxyl a dimetomorf (ČERNÝ et al., 2005).

2.5.2. Lesní porosty

Je zřejmé, že ve školkařském prostředí je více možností ochrany než například v břehových a lesních porostech, kde se dá jen těžko zabránit kontaktu kořenových systémů olší s infekčním inokulem. Lze ale redukovat šíření patogenu vhodným managementem břehových porostů, snížením zastoupení olší v napadených, citlivých

nebo exponovaných stanovištích. Probírky a těžební práce by měly postupovat od zdravých porostů k těm nemocným, aby nedošlo k náhodnému zanesení patogenu do dalších lokalit a ideálně by mělo být hospodaření v napadených a zdravých porostech zcela odděleno. U již infikovaných porostů je vhodné provádět těžební zásahy hlavně v zimním období, kdy je prokázána nejnižší aktivita patogenu, a tudíž se snižuje i riziko jeho přenosu na zdravé jedince. Manipulace s potenciálně nakaženou dřevní hmotou a její skladování je rovněž velmi riziková operace, při které je třeba dbát na dodržování dostatečných vzdáleností od vodních zdrojů, vodotečí, drenáží nebo zdravých porostů či náletů olší a to minimálně 300 – 500 m (ČERNÝ et STRNADOVÁ, 2010; ČERNÝ et al., 2013).

U již infikovaných porostů je eradikace patogenu obtížná, ne-li přímo nemožná. V tomto případě jde tedy většinou pouze o snahu zabránit šíření patogenu vhodně zvolenými postupy těžby nebo bezpečnou manipulací se dřevní hmotou. V případě menších lokálních ohnisek stále existuje šance na úplné odstranění *P. alni* z porostu. Tato možnost zahrnuje smýcení celého porostu, udržení stanoviště tři roky bez přirozené obnovy, což je vzhledem ke snadnému šíření a zmlazování olší velmi obtížná možnost (ČERNÝ et al., 2015).

Závěrem je možné uvést, že v napadených i zdravých porostech se jeví jako ideální východisko udržování co nejmenšího podílu olše. V napadených porostech vede tento krok k poklesu početnosti populace patogenu, snížení škod a současně poklesu významu porostu jako zdroje inokula pro okolí. Úplné vymizení patogenu na stanovišti je nepravděpodobné (ČERNÝ et al., 2013).

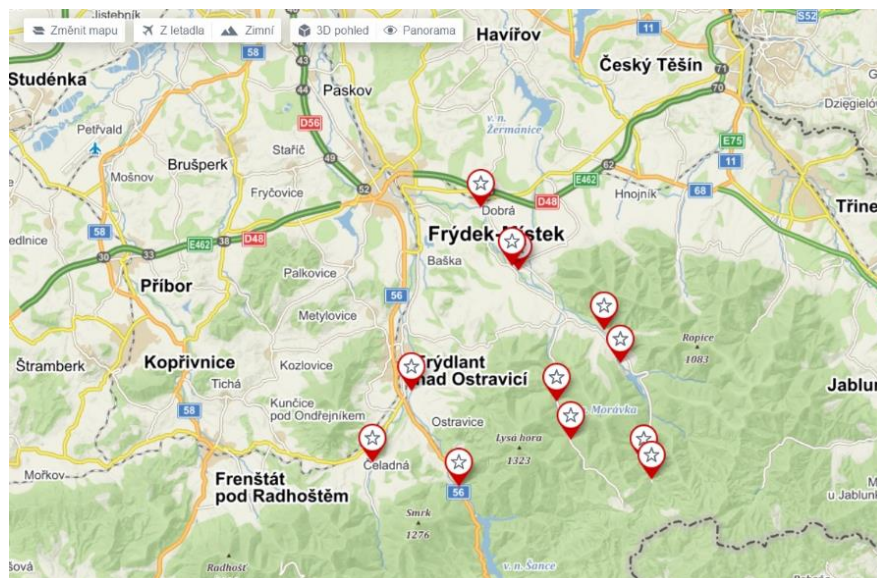
3. Metodika

3.1 Hypotéza

Hodnocení vycházelo z předpokladu, že by se plíseň olšová měla častěji vyskytovat v nižších nadmořských výškách, podél částí toků s širším korytem a pomalejším prouděním vody. Zde se totiž zdají být podmínky pro patogen značně příznivější než například v oblastech s rychle tekoucí vodou, úzkým korytem a chladnějším podnebím, které jsou typické pro toky ve vyšších nadmořských výškách. Kromě výše zmiňovaných faktorů může rozšíření patogenu ovlivňovat také množství záplav nebo výskyt luhů a niv, jejichž početnost se s rostoucí nadmořskou výškou snižuje anebo také přenos již nakaženého sadebního materiálu do nepostížených lokalit.

3.2 Oblast výzkumu

Výzkum probíhal v Moravskoslezském kraji, plochy byly rozloženy v PLO (=přírodní lesní oblast) 39 - Podbeskydská pahorkatina a PLO 40 – Moravskoslezské Beskydy. Bližší identifikaci polohy uvádí mapa č. 1 se zakreslenými výzkumnými plochami.



Obrázek 3 Mapa rozmístění zkusných ploch (zdroj: www.mapy.cz)

V této oblasti bylo již v roce 2019 založeno 12 výzkumných ploch podél toků Morávky, Mohelnice, Ostravice a Čeladny tak, aby byly pokryty jednotlivé výškové gradienty (viz. Tabulka č. 1). U zakládání těchto ploch byly dodržovány parametry podle metodiky dle Černý et al., (2016). Pro tento výzkum bylo převzato těchto 12 ploch kvůli stejným požadavkům i možnosti pozorovat vývoj porostů během více let.

Tabulka 1: Výškové gradienty

	Nadmořská výška gradientu (m n.m.)	Počet ploch v gradientu
1	300-400	4
2	401-500	4
3	501-600	2
4	601-700	2

Tabulka 2: Stupně napadení

STUPEŇ NAPADENÍ	
0	Bez napadení
1	Slabý stupeň napadení
2	Střední stupeň napadení
3	Silný stupeň napadení

3.3 Hodnocené parametry

Vlastní výzkum probíhal v závislosti na příznivém průběhu počasí od 25. do 30. 8. 2020. V této době se dá totiž očekávat nejvyšší aktivita patogenu.

Sběr dat spočíval v hodnocení příznaků napadení patogenem *P. alni* na 12 zkusných plochách v rozmezí nadmořských výšek od 300 m n. m. do cca 700 m n. m., kde probíhalo hodnocení několika parametrů.

Každá výzkumná plocha byla umístěna ve vzdálenosti 0 až 6 m od vodního toku. Výjimkou byla zkusná plocha č. 1, která je až 10 m od břehu, a to kvůli šterkovitým plážím. Důvodem, proč nebyly zaznamenávány vzdálenější jedinci je skutečnost, že největší riziko napadení patogenem *P. alni* je do vzdálenosti 1 m od břehu a fakt, že kořenový systém olší má v průměru přibližně 3 m od paty kmene (VÁLEK, 1977). Tato fakta vymezují nejpravděpodobnější výskyt symptomů v napadeném porostu.

Prvním měřeným parametrem byl průměr kmene v prsní výšce (1,3 m) každé olše, která již dosáhla průměr kmene nad 10 cm, a to klasickou lesnickou průměrkou s přesností na cm, přičemž pokud se jednalo o kmen oválného tvaru bylo měření provedeno dvakrát kolmo na sebe a u kmenů s výrazným poškozením bylo měření prováděno nad nebo pod tímto poškozením. U každého zaznamenaného jedince byla v předchozím roce změřena i výška digitálním výškoměrem Nikon, toto měření se v roce 2020 neopakovalo.

Dále byl pozorován stupeň defoliace, který je jeden z hlavních ukazatelů fyziologické vitality jedince. Pro hodnocení byla využita metodika podle IPC Forests (EICHHORN et al., 2016), stupeň napadení byl uváděn v procentech. Posledním pozorovaným faktorem byla přítomnost symptomů napadení typických pro *P. alni*, které byly hodnoceny jako stupně napadení. K hodnocení byla využita stupnice v rozsahu 0-3 (Tab. č. 2). Napadení bylo posuzováno podle viditelných příznaků na kmeni (exudátů) do výšky 2 m. Z napadených jedinců byly v rámci hodnocení odebrány vzorky kůry, které byly v laboratorních podmínkách použity k izolaci patogenu.

K zjišťování míry závislosti a zpracování výsledků byla využita aplikace Excel a program Statistika 13.

3.4 Odběr vzorků kůry a izolace patogenu

Vzorky kůry a napadeného pletiva byly odebrány ze stromů, které vykazovaly příznaky napadení, tzn. přítomnost exudátů na borce ve spodní části kmene (viz příloha 10). Odběr vzorku probíhal na základě metodiky dle ČERNÉHO et al. (2010), který doporučuje odběr v červenci až listopadu, kdy je patogen nejvíce aktivní, a tedy i pravděpodobnost jeho detekce je nejvyšší. Samotný odběr probíhal pomocí dláta, kterým byla nejdříve odstraněna svrchní část borky a poté odlupovány proužky vodivých pletiv. Odběr probíhal z horního růstového okraje nekrózy. Dle metodiky by měl odebraný vzorek obsahovat přechod nekrotizovaného a zdravého pletiva. Takto odebrané proužky byly uloženy a transportovány v plastové lahvi s destilovanou vodou, která slouží k odplavení fenolických látek a dalších sloučenin sekundárního metabolismu olše, které by mohly působit inhibičně při izolaci patogenu. Voda byla několikrát vyměněna také z důvodu odstranění rostoucí bakteriálních populací ve vodě.

Po přenesení do laboratoře byly vzorky vysušeny a pomocí skalpelu z nich byly odřezány kousky o rozměrech cca 0.5 x 0.3 x 0.3 cm, které byly umístěny na selektivní PARPNH agar. Agarové misky byly inkubovány ve tmě při laboratorní teplotě po dobu cca 6 dní. Kousky pletiv byly každodenně kontrolovány na přítomnost oomycet dle tvorby bílých hyfových vláken. Ty byly následně přeočkovány na V8 agarové médium a dle morfologických charakteristik byla provedena determinace (JUNG et al., 1996).

3.5 Výzkumné plochy

Výzkumná plocha č. 1

Tabulka 3: Výzkumná plocha č. 1 NA KAMENCI, řeka Morávka

GPS	začátek	N	49.66626
		E	18.41863
	konec	N	49.66582
		E	18.41982
Nadmořská výška (m n.m.)	začátek	346	
	konec	346	
PLO (=přírodní lesní oblast)	39		
LVS (=lesní vegetační stupeň)	3		
Katastrální území	Obec Dobrá		
Břeh	Levý		
Průměrná porostní výška	16 m		
Druh olše (OL=olše lepkavá; OŠ=olše šedá)	Většinou OL		
Podíl olší (%)	50-60		
Vzdálenost od vodního břehu (m)	5-10		

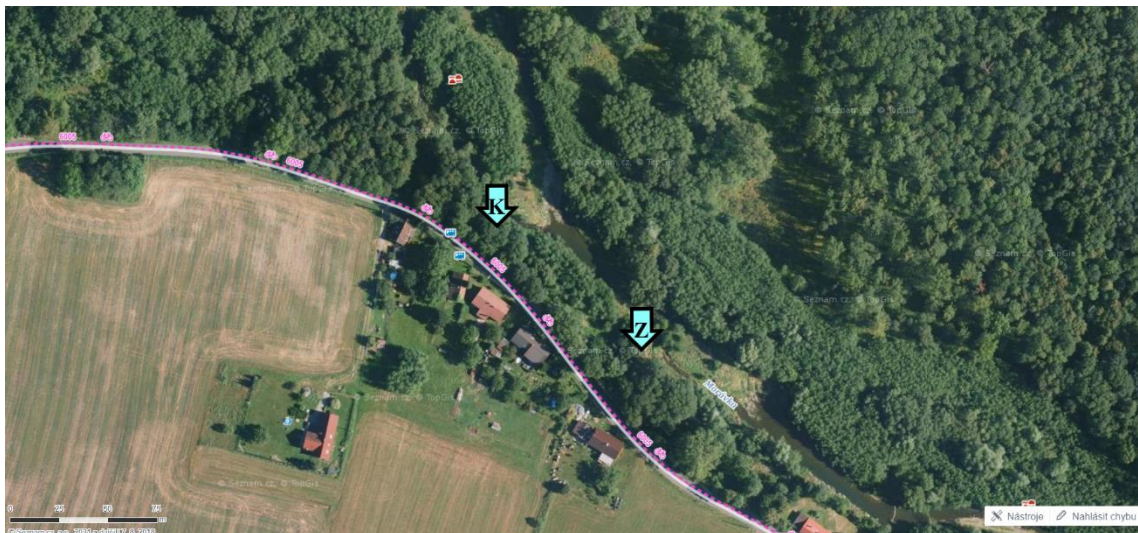


Obrázek 4: Letecký snímek výzkumné plochy č. 1 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)

Výzkumná plocha č. 2

Tabulka 4: Výzkumná plocha č. 2 RAŠKOVICE, řeka Morávka

GPS	začátek	N	49.63724
		E	18.44260
	konec	N	49.63777
		E	18.44157
Nadmořská výška (m n.m.)	začátek	378	
	konec	378	
PLO	39		
LVS	3		
Katastrální území	Obec Raškovice		
Břeh	Levý		
Průměrná porostní výška (m)	13-14		
Druh olše (%)	Většinou OL		
Podíl olší	60-70		
Vzdálenost od vodního břehu (m)	2-6		



Obrázek 5: Letecký snímek výzkumné plochy č. 2 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)

Výzkumná plocha č. 3

Tabulka 5: Výzkumná plocha č. 3 BROD, řeka Morávka

GPS	začátek	N	49.63457
		E	18.44773
	konec	N	49.63533
		E	18.44719
Nadmořská výška (m n.m.)	začátek	362	
	konec	362	
PLO	39		
LVS	3		
Katastrální území	Obec Raškovice		
Břeh	Levý		
Průměrná porostní výška (m)	10		
Druh olše (%)	OL		
Podíl olší	80-90		
Vzdálenost od vodního břehu (m)	1-2		



Obrázek 6: Letecký snímek výzkumné plochy č. 3 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)

Výzkumná plocha č. 4

Tabulka 6: Výzkumná plocha č. 4 MORÁVKA, řeka Morávka

GPS	začátek	N	49.60492
		E	18.51399
	konec	N	49.60552
		E	18.51314
Nadmořská výška (m n.m.)	začátek	442	
	konec	441	
PLO	39		
LVS	3		
Katastrální území	Obec Morávka		
Břeh	Pravý		
Průměrná porostní výška (m)	20		
Druh olše (%)	OL; OŠ		
Podíl olší	95		
Vzdálenost od vodního břehu (m)	1-2		



Obrázek 7: Letecký snímek výzkumné plochy č. 4 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)

Výzkumná plocha č. 5

Tabulka 7: Výzkumná plocha č. 5 NADRZ, řeka Morávka

GPS	začátek	N	49.58805
		E	18.52673
	konec	N	49.58868
		E	18.52581
Nadmořská výška (m n.m.)	začátek	477	
	konec	479	
PLO	39		
LVS	4		
Katastrální území	Obec Morávka		
Břeh	Pravý		
Průměrná porostní výška (m)	22		
Druh olše (%)	OL		
Podíl olší	50-60		
Vzdálenost od vodního břehu (m)	4		



Obrázek 8: Letecký snímek výzkumné plochy č. 5 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)

Výzkumná plocha č. 6

Tabulka 8: Výzkumná plocha č. 6 BEBEK, řeka Morávka

GPS	začátek	N	49.52959
		E	18.55129
	konec	N	49.53047
		E	18.55090
Nadmořská výška (m n.m.)	začátek	653	
	konec	644	
PLO	40		
LVS	5		
Katastrální území	Obec Morávka		
Břeh	Pravý		
Průměrná porostní výška (m)	23		
Druh olše (%)	OL; OŠ		
Podíl olší	80		
Vzdálenost od vodního břehu (m)	1-2		

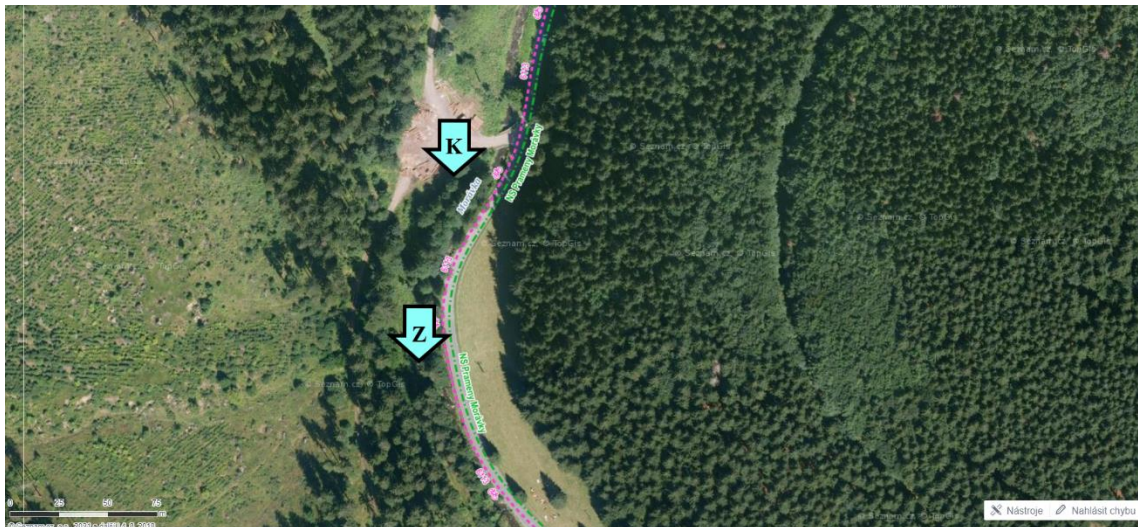


Obrázek 9: Letecký snímek výzkumné plochy č. 6 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)

Výzkumná plocha č. 7

Tabulka 9: Výzkumná plocha č. 7 BEBEK 2, řeka Morávka

GPS	začátek	N	49.53771
		E	18.54517
	konec	N	49.53862
		E	18.54537
Nadmořská výška (m n.m.)	začátek	600	
	konec	599	
PLO	40		
LVS	5		
Katastrální území	Obec Morávka		
Břeh	Levý		
Průměrná porostní výška (m)	18		
Druh olše (%)	OL; OŠ		
Podíl olší	50		
Vzdálenost od vodního břehu (m)	1-5		

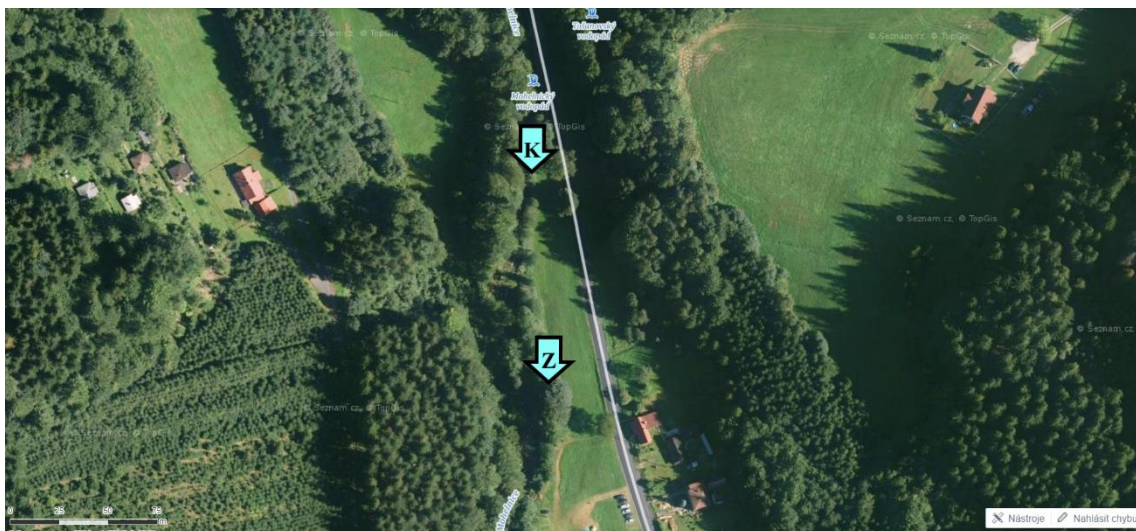


Obrázek 10: Letecký snímek výzkumné plochy č. 7 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)

Výzkumná plocha č. 8

Tabulka 10: Výzkumná plocha č. 8 MOHELNICE, řeka Mohelnice

GPS	začátek	N	49.56903
		E	18.47728
	konec	N	49.56989
		E	18.47712
Nadmořská výška (m n.m.)	začátek	527	
	konec	522	
PLO	40		
LVS	4		
Katastrální území	Obec Krásná		
Břeh	Levý		
Průměrná porostní výška (m)	15		
Druh olše (%)	OL; OŠ		
Podíl olší	60		
Vzdálenost od vodního břehu (m)	1-6		



Obrázek 11: Letecký snímek výzkumné plochy č. 8 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)

Výzkumná plocha č. 9

Tabulka 11: Výzkumná plocha č. 9 MOHELNICE 2, řeka Mohelnice

GPS	Začátek	N	49.54974
		E	18.48867
	Konec	N	49.55054
		E	18.48804
Nadmořská výška (m n.m.)	Začátek	567	
	Konec	572	
PLO	40		
LVS	5		
Katastrální území	Obec Krásná		
Břeh	Levý		
Průměrná porostní výška (m)	13		
Druh olše (%)	OL; OŠ		
Podíl olší	70		
Vzdálenost od vodního břehu (m)	1-2		



Obrázek 12: Letecký snímek výzkumné plochy č. 9 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)

Výzkumná plocha č. 10

Tabulka 12: Výzkumná plocha č. 10 FRYDLANT nad Ostravicí, řeka Ostravice

GPS	Začátek	N	49.57410
		E	18.36477
	konec	N	49.57492
		E	18.36541
Nadmořská výška (m.n.m.)	začátek	360	
	konec	362	
PLO	39		
LVS	4		
Katastrální území	Obec Frýdlant nad Ostravicí		
Břeh	Levý		
Průměrná porostní výška (m)	18		
Druh olše (%)	OL; OŠ		
Podíl olší	50		
Vzdálenost od vodního břehu (m)	1-3		

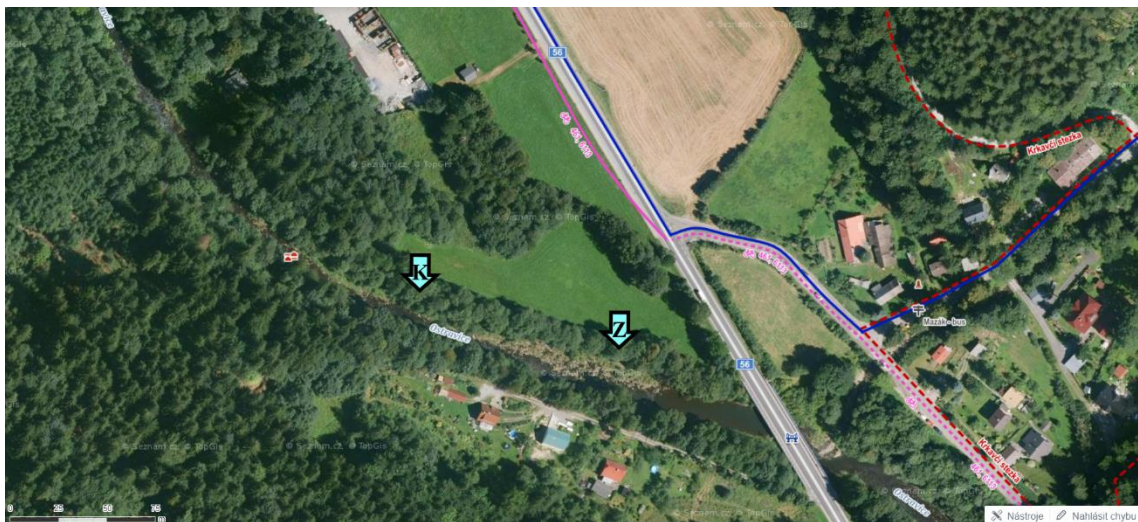


Obrázek 13: Letecký snímek výzkumné plochy č. 10 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)

Výzkumná plocha č. 11

Tabulka 13: Výzkumná plocha č. 11 OSTRAVICE, řeka Ostravice

GPS	začátek	N	49.52617
		E	18.40179
	Konec	N	49.52651
		E	18.40045
Nadmořská výška (m.n.m.)	Začátek	407	
	Konec	410	
PLO	40		
LVS	4		
Katastrální území	Obec Ostravice		
Břeh	Levý		
Průměrná porostní výška (m)	17		
Druh olše (%)	OL; OŠ		
Podíl olší	50		
Vzdálenost od vodního břehu (m)	3-5		



Obrázek 14: Letecký snímek výzkumné plochy č. 11 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)

Výzkumná plocha č. 12

Tabulka 14: Výzkumná plocha č. 12 ČELADENKA, řeka Čeladenka

GPS	začátek	N	49.53810
		E	18.33433
	Konec	N	49.53717
		E	18.33420
Nadmořská výška (m.n.m.)	Začátek	445	
	Konec	450	
PLO	39		
LVS	4		
Katastrální území	Obec Čeladná		
Břeh	Pravý		
Průměrná porostní výška (m)	18		
Druh olše (%)	OL; OŠ		
Podíl olší	70		
Vzdálenost od vodního břehu (m)	1-3		

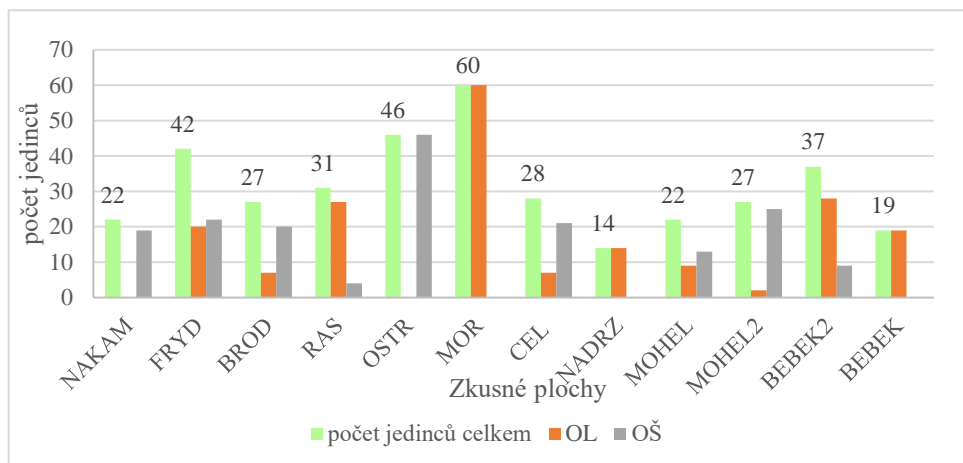


Obrázek 15: Letecký snímek výzkumné plochy č. 12 s označením Z - začátku a K - konce plochy (zdroj: www.mapy.cz)

4. Výsledky

4.1 Hodnocené parametry na jednotlivých výzkumných plochách

Celkem bylo měření provedeno na 375 kmenech. Číslo zahrnuje 157 olší šedých a 167 olší lepkavých, jejichž rozložení na jednotlivých plochách znázorňuje Graf č. 1, na kterém jsou výzkumné plochy uspořádány podle nadmořské výšky od nejnižše položené (NAKAM) po nejvýše položenou (BEBEK).



Graf 1: Rozprostření jedinců olše lepkavé a olše šedé v rámci jednotlivých výzkumných ploch.

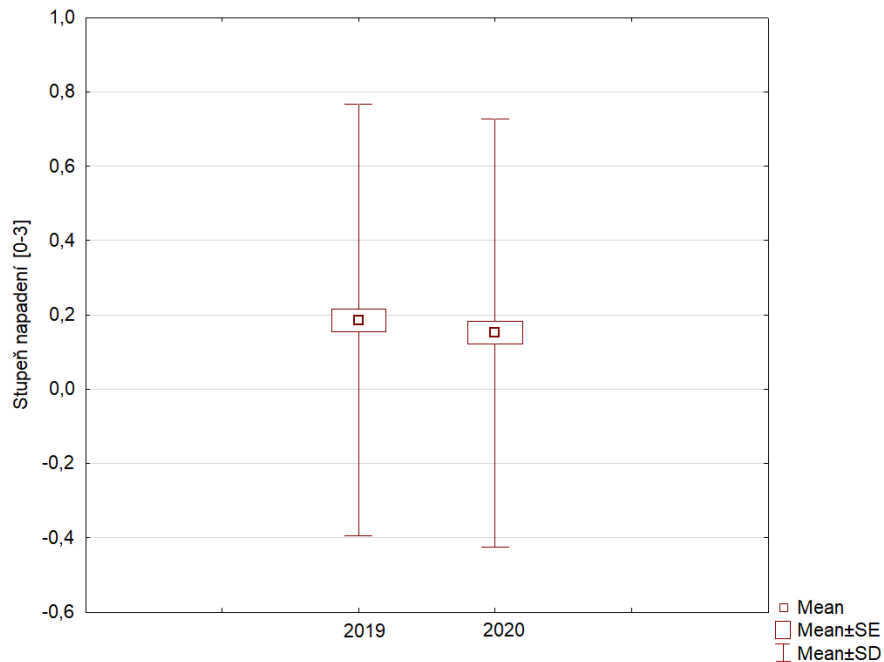
Kompletní pohled na naměřené hodnoty pro jednotlivé výzkumné plochy z roku 2020 a úplné názvy výzkumných ploch jsou uvedeny ve stejném pořadí (Tabulka č. 15.). Z tabulky vyplývá, že různý počet jedinců na jednotlivých výzkumných plochách (Graf č. 1), neměl vliv na celkové množství napadených jedinců na výzkumných plochách.

Tabulka 15: Přehled získaných dat v rámci jednotlivých výzkumných ploch

Výzkumné plochy	Počet jedinců	Průměrná výška (m)	Průměrná výčetní tloušťka (cm)	Nadmořská výška (m n. m.)	Počet napadených jedinců
NA KAMENCI	22	13,93	25,75	346,0	3
FRÝDLANT	42	11,24	15,87	361,0	1
BROD	27	8,74	11,46	362,0	3
RAŠKOVICE	31	10,58	14,82	378,0	12
OSTRAVICE	46	10,12	19,90	408,5	1
MORÁVKA	60	17,58	22,42	441,5	5
ČELADENKA	28	12,49	21,76	447,5	2
NÁDRŽ	14	17,39	25,95	478,0	0
MOHELNICE	22	13,18	39,48	524,5	2
MOHELNICE2	27	9,20	25,37	569,5	0
BEBEK 2	37	15,09	28,07	599,5	0
BEBEK	19	15,39	35,14	648,5	0

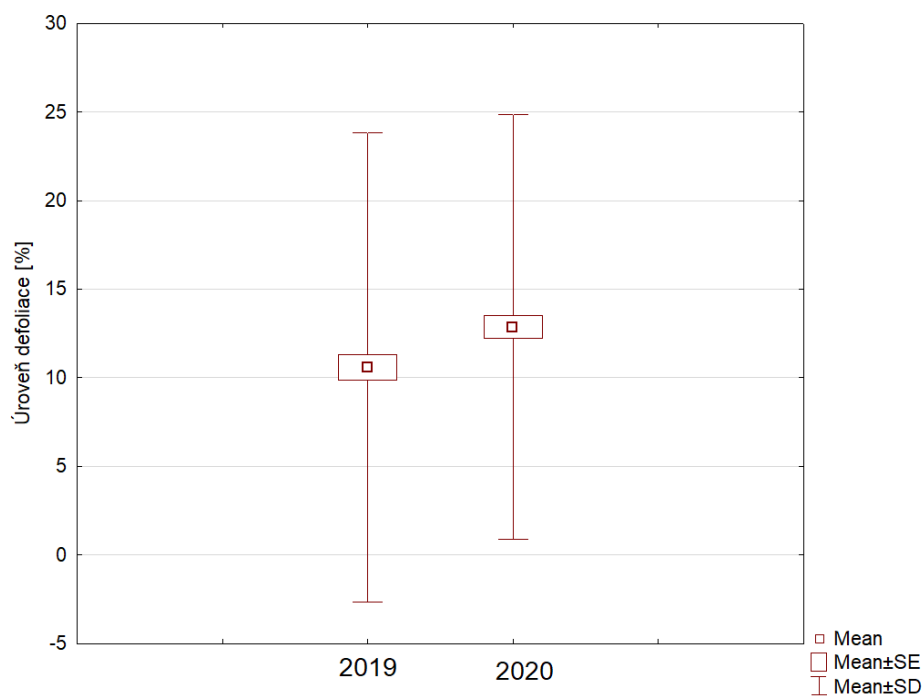
4.2 Porovnání hodnocení v letech 2019 a 2020

V roce 2019 probíhalo v rámci řešení excelentního projektu EVA a bakalářské práce (DERNER, 2020) stejné hodnocení poškození olšových porostů, jako v rámci mé práce. Zjištěné výsledky ukazují, že v roce 2019 byly příznaky napadení nalezeny celkem u 51 jedinců, z čehož bylo 33 jedinců olše šedé a zbylých 16 jedinců olše lepkavé (DERNER, 2020). Oproti tomu v roce 2020 došlo k poklesu počtu napadených jedinců na 29, z čehož 18 bylo olší lepkavých a 11 olší šedých.



Graf 2: Stupeň napadení v letech 2019 a 2020 (Wilcoxonův dvouvýběrový test)

Podle Grafu č. 2, který porovnává stupně napadení v jednotlivých letech, lze říci, že ačkoliv došlo k mírnému snížení průměrného stupně napadení, nejedná se o statisticky významný rozdíl mezi dvěma hodnocenými roky ($p > 0,05$).



Graf 3: Porovnání míry defoliace (Wilcoxonův dvouvýběrový test)

Výraznější rozdíl se projevil pouze u míry defoliace. Graf č. 3 ukazuje zřetelnější zvýšení míry defoliace oproti roku 2019, ani v tomto případě však nebyl rozdíl statisticky průkazný ($p > 0,05$).

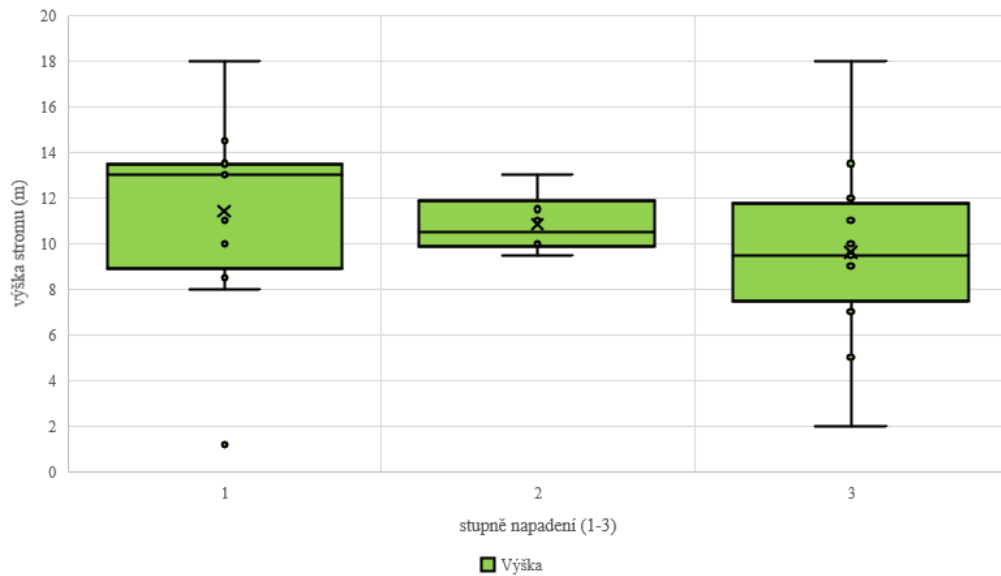
4.3 Vliv hodnocených faktorů na napadení olší

Dále byl porovnáván vliv jednotlivých faktorů prostředí na stupeň napadení. Jak vyplývá z Tab. 16, statisticky průkazný vliv na stupeň napadení byl prokázán pouze u faktoru nadmořská výška ($p > 0,05$), ostatní faktory neprokázaly významný vliv. Štíhlostní koeficient shrnuje vliv výšky a tloušťky kmene. Jednotlivé faktory jsou hodnoceny dále v textu.

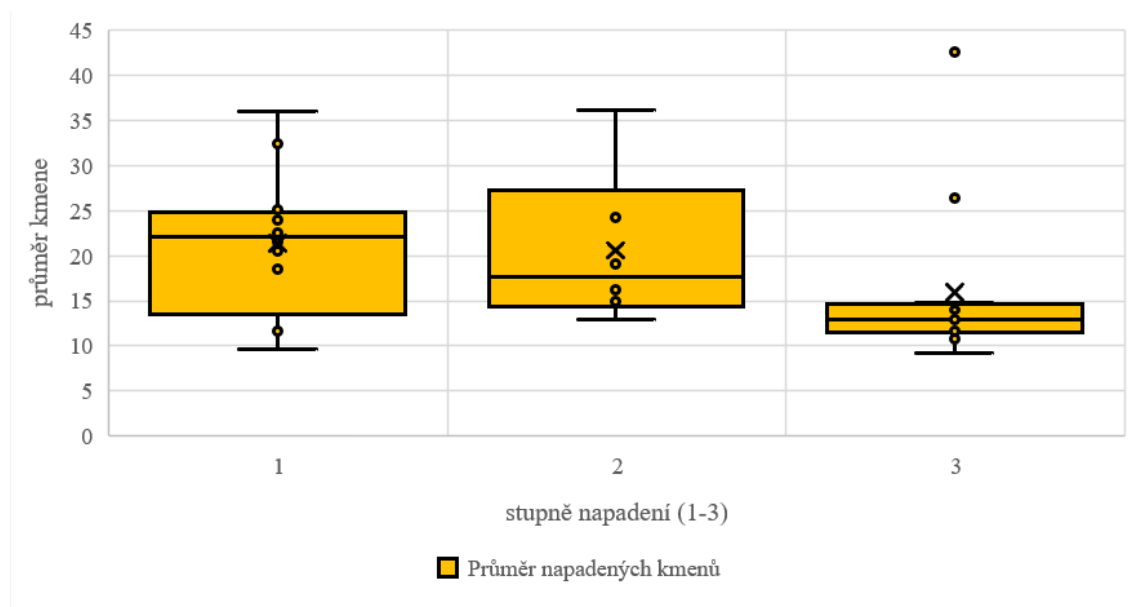
Tabulka 16: Výsledky regresní analýzy v závislosti stupně napadení na jednotlivých faktorech

Regression Summary for Dependent Variable: Stupeň napadení 2021			
R= ,21972284 R2= ,04827812 Adjusted R2= ,03743229			
F(4,351)=4,4513 p<,00160 Std.Error of estimate: ,56519			
	b	Std.Err. of b	p-value
N=356			
Intercept	0,55088	0,34369	0,10987
Šířka vodního toku [m]	0,00695	0,00558	0,21403
Vzdálenost od vodního toku	0,03499	0,02968	0,23933
Nadmořská výška	-0,00097	0,00044	0,03073
Štíhlostní koeficient (v/t)	-0,16669	0,17740	0,34805

Jedním ze sledovaných faktorů byla i výška napadených jedinců. Z Grafu č. 4 je patrné, že veličina vykazuje příliš velký rozptyl, a proto se nedá považovat za statisticky



Graf 5: Vliv výšky stromů na míru napadení

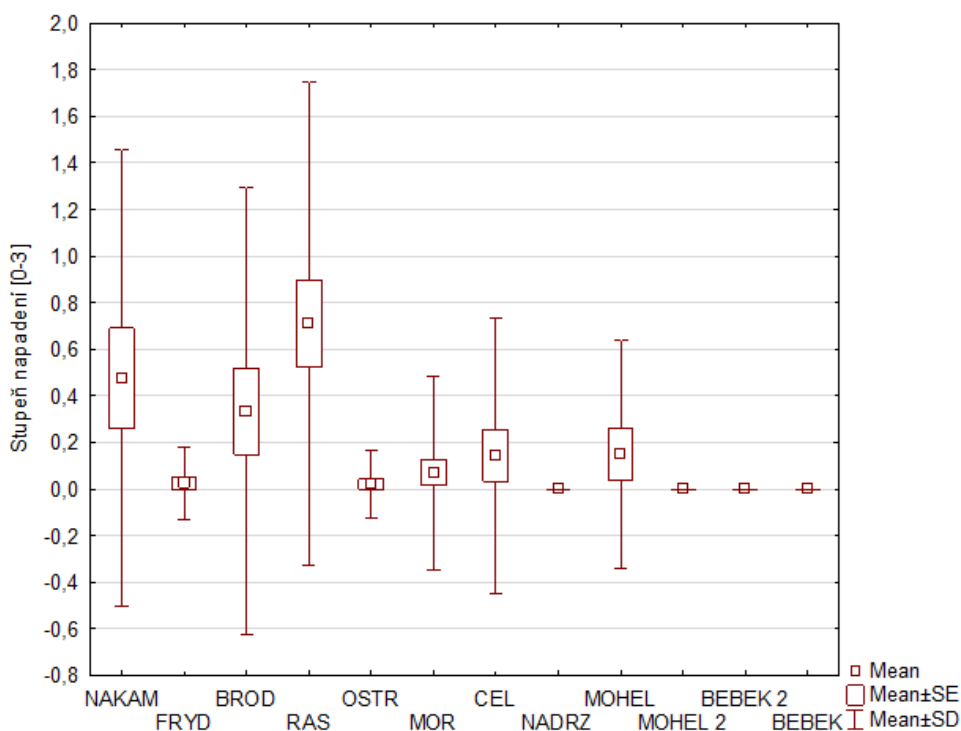


Graf 4: Vliv výčetní tloušťky na stupeň napadení

významného ukazatele. Je možné konstatovat, že stupeň napadení nekoreluje s výškou napadených jedinců.

Další pozorovanou veličinou byla výčetní tloušťka, a přestože se v Grafu č. 5 objevuje trend, který naznačuje, že by se napadení mohlo vyskytovat častěji u stromů s nižší výčetní tloušťkou, nepovedlo se nám prokázat statistickou závislost těchto dvou veličin.

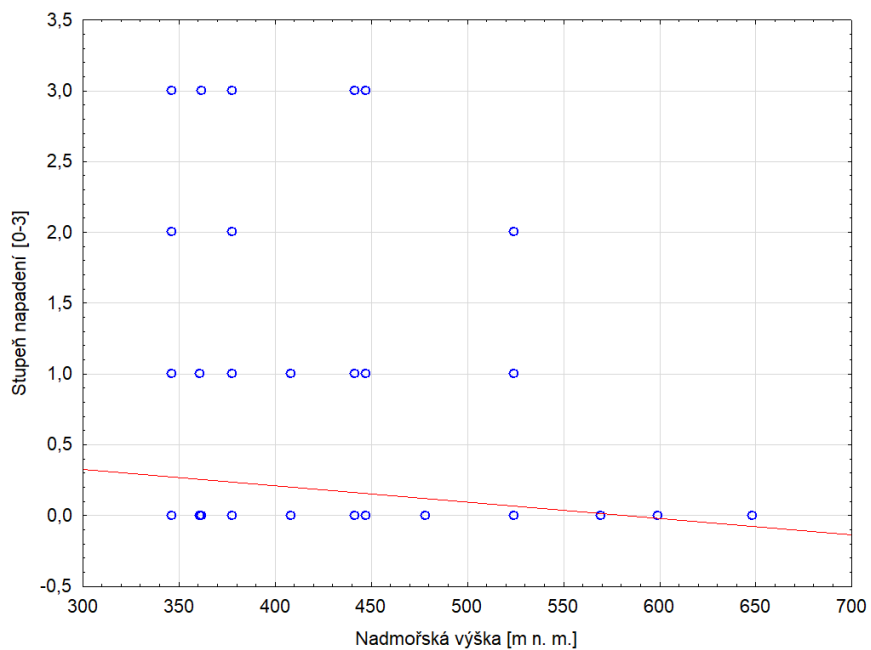
Graf č. 6 potvrzuje hypotézu o tom, že více napadených jedinců se vyskytuje v nižších nadmořských výškách než ve vyšších polohách. Rozdíly v průměrném stupni napadení však nebyly mezi jednotlivými výzkumnými plochami statisticky průkazné.



*Graf 6: Stupeň napadení na jednotlivých výzkumných plochách (Kruskal-Wallis test)
Poznámka: Výzkumné plochy na ose x jsou seřazeny od nejnižší nadmořské výšky vlevo po nejvyšší*

Hlavním sledovaným faktorem byla nadmořská výška, u které jako u jediného faktoru byla prokázána statistická závislost, kterou ukazuje Graf č. 7. Jak ukazuje korelační koeficient ($r = -0,1807$), tato závislost je poměrně slabá. Z grafu však vyplývá, že s vyšší nadmořskou výškou klesá stupeň napadení.

Z celkového počtu, 375 pozorovaných kmenů, neslo viditelné příznaky napadení pouze 29 jedinců. Na základě tohoto výsledku lze říci, že stupeň napadení olšových porostů v této lokalitě je nízký.



Graf 7: Závislost stupně napadení na nadmořské výšce (Korelační diagram, $r = -0,1807$)

5. Diskuse

Studium šíření fytoftorového onemocnění olší v břehových porostech v různých výškových gradientech probíhalo na 12 výzkumných plochách založených v roce 2019 v oblasti Moravskoslezských Beskyd podél toků čtyř řek: Morávky, Mohelnice, Ostravice a Čeladenky. V této oblasti bylo riziko napadení a škod způsobené *P. alni* vyhodnoceno jako střední až velmi vysoké (ROMPORTL et al., 2015).

Cílem výzkumu bylo zhodnotit stupeň napadení v této části Česka, protože ačkoliv se patogen historicky vyskytoval převážně v západní části státu, měl tendenci se skrze tisíce kilometrů rozšiřovat směrem na východ (ČERNÝ et al., 2013), zdálo se, že je pouze otázkou času, než zasáhne i námi zkoumanou oblast. Během výzkumu se prokázalo, že přestože se v této oblasti roztroušeně vyskytovaly symptomy napadení, testy kůry na patogen *P. alni* vyšly negativní.

Nepřítomnost patogenu ve vzorcích mohla být způsobena tím, že zatím nedošlo k jeho zavlečení do této oblasti. Je známo, že šíření patogenu probíhá vícero způsoby (MRÁZKOVÁ et al., 2013). Varianta šíření po vodním toku vyžaduje napadení jeho horní části, což je díky tomu, že se jedná o toky, které pramení výše v horách, málo pravděpodobné (JUNG et BLASCHKE, 2004), ať již vzhledem k místním horským klimatickým podmínkám nebo k hluboko v údolích zapuštěným korytům. Další možností přenosu je z již infikovaného materiálu z lesních školek, který je v přírodní lesní oblasti (=PLO) 40 značně omezen vyhláškou 139/2004 Sb., která neumožňuje přenos sadebního materiálu z ostatních PLO ČR. Tím pádem je nejpravděpodobnější zavlečení patogenu do této oblasti sadebním materiálem z místních školek. Jiná je situace v PLO 39, kam už je podle stejné vyhlášky možno dovážet sadební materiál z PLO 29, 36, 37, 38, 40 a 41. Tím se ovšem zvětšuje šance na dovoz již napadeného materiálu, který by mohl být příčinou šíření infekce v nižších oblastech (JUNG et BLASCHKE, 2004).

Vzhledem k výskytu exudátů na kmenech několika jedinců a potvrzené nepřítomnosti patogenu v odebraných vzorcích pletiv olší je možné soudit, že tyto příznaky byly důsledkem poškození abiotického charakteru. Jedním z možných vysvětlení by mohlo být zvýšení hladiny vody místních toků v roce 2020, které způsobilo podemletí břehů a došlo tak k odhalení a poškození mnoha kořenových systému či přímo vyvrácení olší. Takto vyvolané stresové podmínky pak mohou u poškozených jedinců vést k celkovému oslabení a horším obranným reakcím proti dalším biotickým i abiotickým faktorům.

V rámci našeho výzkumu byla v roce 2020 zjištěna zvýšená míra defoliace, která mohla být způsobena přemnožením populace bázlivce olšového (*Agelastica alni* (L.)), který může u mladších jedinců způsobit vysokou míru defoliace až mortalitu zapříčiněnou abnormální ztrátou transpirační plochy asimilačních orgánů (JANČAŘÍK, 1993).

Odolnost této oblasti vůči patogenu *P. alni* může být dána klimatickými podmínkami oblasti. V porovnání se zkoumanými oblastmi na západě Česka (ČERNÝ et al., 2015) nebo s výzkumy z jiných států, je místní klima výrazně chladnější, což má podle AGUAYO et al. (2013), negativní vliv na pežívání a šíření patogenu.

Dalším faktorem, který by mohl mít vliv na nižší míru poškození olší *P. alni*, může být odlišný typ půdy. Místní fluvizemě jsou kyselější než kambizemě, které se vyskytují v okolí Vltavy a Ohře, kde se patogen prokazatelně vyskytuje ve větším množství (ČERNÝ et al., 2015). Půdy s nižším pH by tedy mohly vytvářet pro patogen nevhodné prostředí.

Symptomy napadení se vyskytovaly hojněji v porostech s relativně malou výčetní tloušťkou, která byla v této oblasti doprovázena větším zakmeněním porostu. Tento jev může být mimo jiné zapříčiněn také uspořádáním kořenového systému mladých olší. V porostu před probírkou jsou na sebe totiž jedinci mnohem více nahuštěni než ve starších porostech, a tedy i jejich kořenové systémy se častěji prolínají a navzájem dotýkají.

Vliv na rozšíření patogenu může mít také množství mechanického poškození, jehož četnost se oproti normálu díky jarním povodním v roce 2020 zvýšila.

Jediným statisticky průkazným faktorem, který měl vliv na stupeň napadení byla nadmořská výška. Zjištěná závislost však byla poměrně slabá. Z toho je možné usuzovat, že stromy v nižších nadmořských výškách obecně více vykazují příznaky napadení, které mohou být způsobeny vlivem mnoha dalších faktorů. Patogen *P. alni* však podle dosažených výsledků na této lokalitě není doposud přítomný, z čehož vyplývá, že nedošlo k zavlečení choroby např. s infikovaným sadebním materiálem.

6. Závěr

Výsledkem předložené práce bylo zhodnocení zdravotního stavu dvanácti olšových porostů ve východní části České republiky se zaměřením na přítomnost patogenu *P. alni*. V těchto porostech se nacházely stromy, které sice vykazovaly známky napadení, jako je zvýšená míra defoliace nebo přítomnost exudátů na kmeni, ale při testování odebraných vzorků pletiva v laboratoři nebyla přítomnost patogenu *P. alni* potvrzena.

Primární příčina poškození olší je pravděpodobně abiotického charakteru spolu s napadením stromů defoliátory. V nižších nadmořských výškách byl zjištěn vyšší výskyt stromů s příznaky napadení, což mohlo být způsobeno např. vlivem zvýšení hladiny vody místních toků v roce 2020 a oslabením stromů na těchto stanovištích, či dalšími faktory. Celkově byl však zdravotní stav hodnocených porostů velmi dobrý.

Patogen *P. alni* však podle dosažených výsledků na této lokalitě není doposud přítomný, z čehož vyplývá, že nedošlo k zavlečení choroby s infikovaným sadebním materiálem nebo jinou možnou cestou.

Vzhledem k tomuto výsledku bych doporučila nadále dodržovat stávající management ve zkoumaných porostech a také dále odebírat sadební materiál z tamních školek, které podle dosavadních pozorování nejsou napadeny patogenem *P. alni*.

7. Seznam literatury

ADL, S. M., SIMPSON, A. G. B., LANE, CH. E., LUKEŠ, J., BASS, D., BROWSER, S. S., BROWN, M. W., BURKI, F., DUNTHORN, M., HAMPL, V., HEISS, A., HOPPENRATH, M., LARA, E., LE GALL, L., LYNN, D. H., MCMANUS, H., MITCHELL, E. A. D., MOZLEY-STANRIDGE, S. E., PARFREY, L. W., PAWLOWSKI, J., RUECKERT, S., SHADWICK, L., SCHOCH, C. L., SMIRNOV, A., SPIEGEL, F. The revised classification of eukaryotes. *Journal of eukaryotic microbiology*, 2012, **59** (5): s. 429-514.

AGUAYO, J., ADAMS, G. C., HALKETT, F., CATAL, M., HUSSON, C., NAGY, Z. Á., HANSEN, E. M. MARÇAIS, B., FREY, P. Strong genetic differentiation between North American and European populations of *Phytophthora alni subsp. uniformis*. *Phytopathology*, 2013, **103**, s. 190-199.

ANONYM. Olše – dřevina roku 2015 Lesů ČR. Silvarium.cz. [cit. 2021-02-03], 2015, Dostupné z <<http://www.silvarium.cz/lesnictvi/olse-drevina-roku-2015-lesu-cr>>.

BJELKE, U., BOBERG, J., OLIVA, J., TATTERSDILL, K., MCKIE, B. G. Dieback of riparian alder caused by *Phytophthora alni* complex: projected consequences for stream ecosystems. *Freshwater Biology*, 2016, **61**, s. 565–579.

BRASIER, C. M., KIRK, S. A., DELCAN, J., COOKE, D. E. L., JUNG, T., MAN IN'T VELD, W. A. *Phytophthora alni* sp. nov. and its variants: designation of emerging heteroploid hybrid pathogens spreading on *Alnus* trees. *Mycological Research*, 2004, **108**(10), s. 1172-1184.

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

ČERNÝ, K., STRNADOVÁ, V. *Phytophthora alder* decline: disease symptoms, causal agent and its distribution in the Czech Republic. *Plant Protection Science*, 2010, **46**, s. 12-18.

ČERNÝ, K., STRNADOVÁ, V. Winter survival of *Phytophthora alni subsp. alni* in aerial tissues of black alder. *Journal of Forest Science*, 2012, **58**, s. 328-336.

ČERNÝ, K.; STRNADOVÁ, V.; PEŠKOVÁ, V. Plíseň olšová *Phytophthora alni* Brasier & S.A Kirk. Lesnická práce 2013, příloha, 1-6 s.

ČERNÝ, K., PEŠKOVÁ, V., MODLINGER, R. Distribution of phytophthora disease of alders in forest stands in the Czech Republic-preliminary findings. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2015, **60**, s. 256-261.

ČERNÝ, K., GREGOROVÁ, B., STRNADOVÁ, V., HOLUB, V., GABRIELOVÁ, Š., ZLATOHLÁVEK, A., MRÁZKOVÁ, M., Rod *Phytophthora* na lesních dřevinách. *Lesnická práce: Archiv časopisu LP* [online]. 2005, **84**(12/05), 1 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z:<http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-84-2005/lesnicka-prace-c-12-05/rod-phytophthora-na-lesnich-drevinach>.

ČERNÝ, K., STRNADOVÁ, V., GREGOROVÁ, B., MRÁZKOVÁ, M. Onemocnění olší způsobené druhem *Phytophthora alni* Brasier & S.A. Kirk. Identifikace choroby, odběr vzorků. Certifikovaná metodika. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví. 2010, s. 26

ČERNÝ, K., STRNADOVÁ, V., FEDUSIV, L., GABRIELOVÁ, Š., HAŇÁČKOVÁ, Z., HAVRDOVÁ, L., HRABĚTOVÁ, M., MRÁZKOVÁ, M., NOVOTNÁ, K., PEŠKOVÁ, V., ŠTOCHOVÁ, P., ROMPORTL, D. Ekonomické škody způsobené plísní olšovou v břehových porostech vodních toků a nádrží s dominantní olší v modelové oblasti povodí Vltavy. Předběžné výsledky. *Vodní hospodářství: Specializovaný vědeckotechnický časopis pro projektování, realizaci a plánování ve vodním hospodářství a souvisejících oborech životního prostředí v ČR a SR*. 2016, **66**(8), s. 1-5.

DERNER, D. Rozšíření plísně olšové (*Phytophthora alni*) v břehových porostech v závislosti na výškovém gradientu, 2020, Bakalářská práce, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra ochrany lesa a entomologie. Vedoucí práce doc. Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D.

DICK, M. W. The Peronosporomycetes. *The Mycota VII. Part A* [online]. UK, 2001, s. 39-69 [cit. 2021-04-07]. Dostupné z:
<http://www.plantpath.cornell.edu/Courses/PP602/pdf/Dick%202001.pdf>

EISENREICH, W., HANDEL, A., ZIMMER, U. E. Nový průvodce přírodou: zvířata a rostliny. *Praha: Beta-Dobrovský & Ševčík*, 2003, **1**, s. 588.

EICHHORN, J., ROSKAMS, P., POTOČÍČ, N., TIMMERMANN, V., FERRETTI, M., MUES, V., SZEPEŠI, A., DURRANT, D., SELETKOVIČ, I., SCHRÖCK, H.-W., NEVALAINEN, S., BUSSOTTI, F., GARCIA, P., WULFF, S. Part IV: Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents. In: UNECE ICP Forests Programme Coordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. *Thünen Institute of Forest Ecosystems*, 2016, s. 49 p. + Annex [<http://www.icp-forests.org/manual.htm>].

ERWIN, D. C.; RIBEIRO, O. K. Phytophthora diseases worldwide, *American Phytopathological Society Press*, 1996, s. 526.

ÉRSEK, T., ENGLISH, J. T., SCHOELZ, J. E. Creation of species hybrids of *Phytophthora* with modified host ranges by zoospore fusion. *Phytopathology*, 1995, **85**, s. 1343-1347.

GIBBS, J. N. Phytophthora root disease of alder in Britain. *Bulletin OEPP*, 1995, **25** (4), s. 661-664.

GREGOROVÁ, B., ČERNÝ, K. Chřadnutí olší ve světě a u nás. *Zprávy lesnického výzkumu: Reports of Forestry research*, 2003, **48**(2-3), s. 123-124.

IOOS, R., ANDRIEUX, A., MARÇAIS, B., FREY, P. Genetic characterization of the natural hybrid species *Phytophthora alni* as inferred from nuclear and mitochondrial DNA analyses. *Fungal Genetics and Biology*, 2006, **43**(7), s. 511-529.

JANČAŘÍK, V. Usuchání olší. *Lesnická práce*, 1993, **72**, s. 14–16.

JUNG, T., BLASCHKE, H., NEUMANN, P., Isolation, identification and pathogenicity of *Phytophthora* species from declining oak stands. *European Journal of Forest Pathology*. 1996, **26**, s. 253–72.

JUNG, T., BLASCHKE, M. *Phytophthora* root and collar rot of alders in Bavaria: distribution, models of spread and possible management strategies. *Plant Pathology*, 2004, **53**(2), s. 197-208.

KROON, L. P., BROUWER, H., de COCK, A. W., GOVERS, F. The genus *Phytophthora* anno 2012. *Phytopathology*, 2012, **102**(4), s. 348-364.

MCVEAN, D. N. *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. *Journal of Ecology*, 1953, **41**(2), s. 447-466.

MRÁZKOVÁ, M., ČERNÝ, K., TOMŠOVSKÝ, M., STRNADOVÁ, V., GREGOROVÁ, B., HOLUB, V., PÁNEK, M., HAVRDOVÁ, L., HEJNÁ, M. Occurrence of *Phytophthora multivora* and *Phytophthora plurivora* in the Czech Republic. *Plant Protection Science*, 2013, **49**(4), s. 155–164.

NOVOTNÁ, K., ŠTOCHLOVÁ, P., HAVRDOVÁ, L., ČERNÝ, K. Současná ohrožení vybraných klíčových dřevin lužních lesů a břehových porostů a možnosti jejich eliminace. *Ochrana přírody: Výzkum a dokumentace*, 2017, **10**(6), s. 24-27.

OLSSON, C. H. B. Diagnosis of root-infecting *Phytophthora* spp. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae - Agraria*, 1999, **161**, s. 100.

PECKA, Š. *Invaze Phytophthora alni v Evropě*. Praha, 2020. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky. Vedoucí práce Černý, Karel

PINTOS VARELA, C., RIAL MARTINEZ, C., MANSILLA VÁZQUEZ, J. P., AGUÍN CASAL, O. First Report of *Phytophthora* Rot on Alders Caused by *Phytophthora alni* subsp. *alni* in Spain. *Plant disease*, 2010, **94** (2), s. 273-273.

PROCHÁZKOVÁ, Z. Kvalita a zdravotní stav bukvic sbíraných ze země a ze sítí. *Zprávy lesnického výzkumu* [online], 2009, **54**(3), s. 205-212 [cit. 2021-04-07].

REDONDO, M. A., BOBERG, J., OLSSON, C. H. B., OLIVA, J. Winter conditions correlate with *Phytophthora alni* subspecies distribution in southern Sweden. *Phytopathology*, 2015, **105**(9), s. 1191-1197.

ROMPORTL, D., CHUMANOVÁ, E., HAVRDOVÁ, L., PEŠKOVÁ, V., ČERNÝ, K. Potential risk of occurrence of *Phytophthora alni* in forests of Czech Republic. *Journal of Maps*, 2016, **12**, s. 280-284.

ŘEPKOVÁ, J., et RELICHOVÁ, J. *Genetika rostlin. MU v Brně*, 2001.

SANTINI, A., BARZANTI, G. P., CAPRETTI, P. A new *Phytophthora* root disease of alder in Italy. *Plant Disease*, 2001, **85** (5), s. 560.

SPOHN, M., et GOLTE-BECHTLE, M. Co tu kvete?: květena střední Evropy : více než 1000 planých rostlin, *Knižní klub*, 2010, **1**, s. 400.

STREITO, J. C., LEGRAND, P., TABARY, F., VILLARTAY, G. J. Phytophthora disease of alder (*Alnus glutinosa*) in France: investigation between 1995 and 1999. *Forest Pathology*, 2002, 32(3), 179-191.

STRØMENG, G., BRURBERG, M. B., HERRERO, M., COUANON, W., STENSVAND, A., BORJA, I., TALGO, V. Phytophthora alni forarsaker ajukdom pa or (*Alnus spp.*) i Norge. *Bioforsk TEMA*, , 2012, **12**, s. 1-8.

ŠTĚPÁNKOVÁ, P., ČERNÝ, K., STRNADOVÁ, V., HANÁČEK, P., TOMŠOVSKÝ, M. Identification of Phytophthora alni Subspecies in Riparian Stands in the Czech Republic. *Plant Protection Science*, 2013, **49**, (Special issue): S3-S10,

VÁLEK, Z. Lesní dřeviny jako vodohospodářský a protierozní činitel. Praha, *Státní zemědělské nakladatelství 1977*, 1977, s. 203.

8. Seznam příloh

Př. 1 Čerstvé exudáty na kmeni ve středních Čechách (autor: Markéta Macháčová)	54
Př. 2 Aktivní léze s exudáty – ukázka silného napadení ve středních Čechách (autor: Markéta Macháčová)	54
Př. 3 Stará propadlá léze zavalená kalusem, typický příznaky napadení P. alni – ukázka ze středních Čech (autor: Markéta Macháčová)	55
Př. 4 Odhalený exudát na borce olše šedé (autor: Markéta Jílková).....	55
Př. 5 Výzkumná plocha Ostravice (autor: Markéta Jílková)	56
Př. 6 Výzkumná plocha Brod, následky zvýšené hladiny řeky (autor: Markéta Jílková)	56
Př. 7 Odhalená kůra olše šedé v místě exudátu (autor: Markéta Jílková).....	57
Př. 8 Bázlivec olšový (autor: Markéta Jílková)	57
Př. 9 Kousky odebraného pletiva na selektivním agarovém médiu (autor: Markéta Macháčová).....	58
Př. 10 Ukázka odběru pletiva z napadeného stromu (autor: Markéta Macháčová).....	58

9. Přílohy



Př. 2 Aktivní léze s exudáty – ukázka silného napadení ve středních Čechách (autor: Markéta Macháčová)



Př. 1 Čerstvé exudáty na kmeni ve středních Čechách (autor: Markéta Macháčová)



Př. 4 Odhalený exudát na borce olše šedé (autor: Markéta Jílková)



*Př. 3 Stará propadlá léze zavalená kalusem, typický příznaky napadení *P. alba* – ukázka ze středních Čech (autor: Markéta Macháčová)*



Př. 5 Výzkumná plocha Ostravice (autor: Markéta Jílková)



Př. 6 Výzkumná plocha Brod, následky zvýšené hladiny řeky (autor: Markéta Jílková)



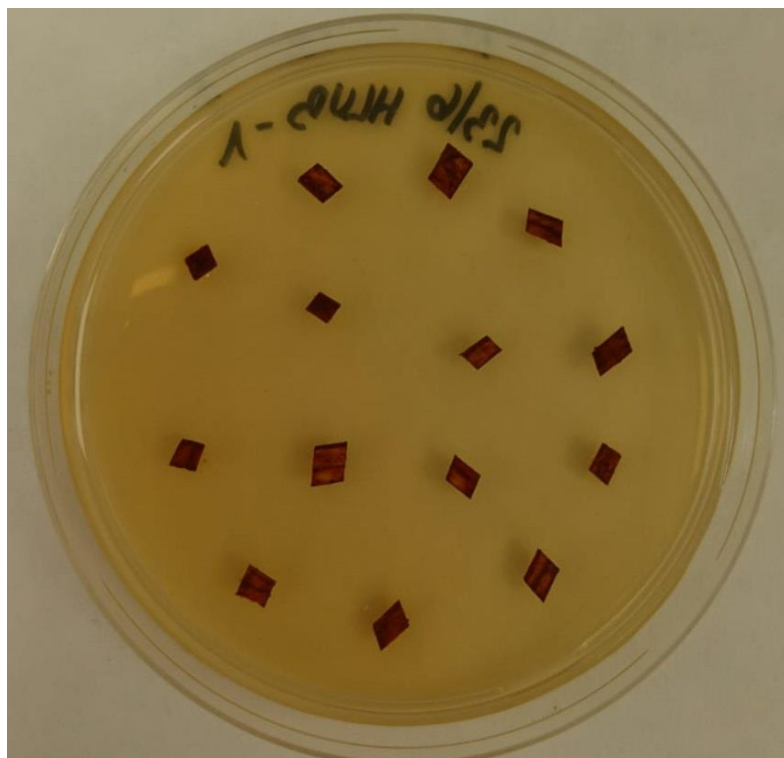
Př. 8 Bázlivec olšový (autor: Markéta Jílková)



Př. 7 Odhalená kůra olše šedé v místě exudátu (autor: Markéta Jílková)



Př. 10 Ukázka odběru pletiva z napadeného stromu (autor: Markéta Macháčová)



Př. 9 Kousky odebraného pletiva na selektivním agarovém médiu (autor: Markéta Macháčová)