



## 1. ETAPA PĀRSKATS

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: **Nākotnes fitopatoloģisko risku izpēte**

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”

PASŪTĪTĀJS: Akciju sabiedrība “Latvijas valsts meži”  
Līguma Nr. 5-5.9.1\_007f\_101\_21\_69

PĒTĪJUMA ZINĀTNISKĀ  
VADĪTĀJA: Dr. biol. Dārta Kļaviņa,  
LVMI Silava pētniece

**Salaspils, 2022**

# SATURS

Saturs.....	2
Kopsavilkums .....	3
Summary .....	4
Tabulu saraksts.....	5
Attēlu saraksts .....	6
IEVADS .....	7
1. Invazīvās slimības, to monitorings Latvijā .....	8
1.1. Metodikas izstrāde <i>Phytophthora alni</i> un sēņu izraisīto skuju slimību monitoringa veikšanai .....	8
1.1.1. Metodika priežu jaunaudžu apsekošanai.....	8
1.1.2. Metodika priežu un citu skuju koku dekoratīvo stādījumu apsekošanai .....	9
1.1.3. Metodika fitoftoras sastopamības novērtēšanai .....	9
1.1.4. Metodika fitoftoras dinamikas novērtēšanai .....	10
1.1.5. Metodika priežu jaunaudžu monitoringa veikšanai .....	11
1.1.6. Metodikas aprobācija .....	11
1.2. Fitoftoras <i>P. alni</i> izplatības Latvijā novērtējums .....	12
1.2.1. Literatūras apskats.....	12
1.2.2. Materiāls un metodes .....	16
1.2.3. Rezultāti un diskusija .....	16
1.2.4. Secinājumi un rekomendācijas.....	20
1.3. Sēņu izraisīto skuju slimību monitoringa veikšana.....	21
1.3.1. Literatūras apskats.....	21
1.3.2. Materiāls un metodika.....	24
1.3.3. Rezultāti .....	25
1.3.4. Secinājumi un rekomendācijas.....	30
2. Sēņu izraisītās lapu koku slimības: ietekme uz koku veselību un koksnes kvalitāti .....	31
2.1. Bērzu <i>Betula</i> sp. un apšu <i>Populus</i> sp. inficēšanos ar trupi izraisošām sēnēm novērtējums .....	31
2.1.1. Literatūras apskats.....	31
2.1.2. Materiāls un metodika.....	38
2.1.3. Rezultāti .....	40
2.1.4. Secinājumi.....	42
2.2. Oša audžu monitorings, novērtējot ošu smaragdzaļās krāšņvaboles <i>Agrilus planipennis</i> sastopamību .....	43
2.2.1. Tēmas aktualitāte .....	43
2.2.2. Materiāls un metodika.....	43
2.2.3. Rezultāti un diskusija .....	45
2.2.4. Secinājumi.....	47
Literatūras saraksts.....	48
Pielikumi .....	60

## KOPSAVILKUMS

2021. gadā uzsākts pētījums “Nākotnes fitopatoloģisko risku izpēte”, lai novērtētu invazīvo skuju koku slimību un alkšņu fitoftoras infekcijas izplatību, kā arī veiktu dažādu lapu koku sugu fitopatoloģiskā stāvokļa raksturojumu Latvijā. Pētījuma ietvaros veikts smaragdzaļās krāšņvaboles (*Agrilus planipennis*) monitorings. Iegūtās zināšanas nepieciešamas, lai apzinātu fitopatoloģiskos riskus un sniegtu rekomendācijas slimību ierobežošanai.

Pētījuma pirmajā etapā analizēta literatūra par skuju koku slimību un fitoftoras pētījumiem, izstrādāta metodika slimību sastopamības novērtēšanai un monitoringam. Veikts skuju slimību un fitoftoras sastopamības novērtējums.

Apsekotas 160 alkšņu audzes visā Latvijas teritorijā. Simptomātiskie koki novēroti 30,6% audžu. Fitoftoras inficēti alkšņi konstatēti visā valsts teritorijā. Inficētajās audzēs simptomātisko koku īpatsvars vairumā gadījumu bija zem 10% (67% audžu). Stipri inficētas bija 16 audzes (33%), kurās inficēto koku īpatsvars bija 10–43%. Galvenokārt inficēti bija baltalkšņi, bet infekcija novērota arī melnalkšņiem, pat jaunaudzēs.

Apsekotas 165 parastās priedes jaunaudzēs (līdz 20 gadu vecumam), kā arī ievākts 51 skuju un čiekuru paraugs no dekoratīvajiem skuju koku stādījumiem. Jaunaudzēs vizuāli novērtēti slimību simptomi un ievākti skuju paraugi no simptomātiskiem kokiem. Konstatēts, ka no invazīvajiem priežu skuju patogēniem visbiežāk sastopamā suga ir *Dothistroma septosporum*. *Diplodia sapinea* konstatēta vairākās priežu jaunaudzēs un bieži – dekoratīvajos priežu stādījumos. Savukārt patogēns *Lecanosticta acicola* konstatēts tikai uz *Pinus mugo* dekoratīvajos priežu stādījumos.

Veikts bērzu un apšu trupes novērtējums kopšanas un galvenajās cirtēs. Apsekotas 135 cirsmas, tajās novērtēts celmu fitopatoloģiskais stāvoklis; no trupējušiem celmiem ievākti koksnes paraugi trupi izraisīto sēņu izdalīšanai un noteikšanai laboratorijas apstākļos.

Veikta objektu atlase ošu audžu apsekošanai pierobežas zonā ar Baltkrieviju un Krieviju. Izvēlētas sešas audzes, kurās izvietotas logu lamatas un ievākti bezmugurkaulnieku paraugi. 2021. gada krāšņvaboles lidošanas laikā tās klātbūtne netika konstatēta.

## SUMMARY

In 2021, a research “Study of future phytopathological risks” was started to assess the prevalence of invasive coniferous diseases and alder phytophthora infection, as well as to characterize the phytopathological condition of various deciduous tree species in Latvia. Moreover, study includes monitoring of beetle Emerald ash borer (*Agrilus planipennis*) in Latvia. The acquired knowledge is necessary to identify phytopathological risks and provide recommendations for disease control.

In the intermediate period of the first stage of the research, the literature on conifer foliage diseases and alder phytophthora was analyzed in order to develop a methodology for assessing and monitoring the incidence of these diseases.

160 alder stands have been surveyed throughout the territory of Latvia. Symptomatic trees were observed in 30.6% of stands. Phytophthora-infected alders have been found throughout the country. The proportion of symptomatic trees in the infected stands was mainly below 10% (67% of infected stands); more severely infected stands, in which the proportion of infected trees accounted for 10–43% of the surveyed trees, were 16 in total or 33% of infected stands. Grey alder was mainly infected, but black alder infection was also observed, even in new plantations.

165 young stands of Scots pine (under 20 years of age) were surveyed, as well as 51 samples of conifers from ornamental plantations were collected. Symptoms of diseases were visually assessed in young stands and needle samples were collected from symptomatic trees. Of the invasive pine needle pathogens, *Dothistroma septosporum* has been found to be the most common species. *Diplodia sapinea* has been found in some young plants, but often in ornamental pine plantations. The pathogen *Lecanosticta acicola*, on the other hand, was found only on *Pinus mugo* in ornamental pine plantations.

An assessment of birch and aspen rot in selective and main felling stumps in 135 sites were inspected and the phytopathological condition of stumps was assessed. Wood samples collected from rotten stumps for isolation and detection of rot-causing fungi under laboratory conditions.

Six ash stands in the border area with Belarus and Russia were selected for the survey of Emerald ash borer. Traps have been set in the selected stands and samples of beetles have been collected. No Emerald ash borer was detected in collected samples.

## TABULU SARAKSTS

1.1. tabula. 2021. gadā apsekoto audžu raksturojums (platība, skaits, vidējais vecums un vitalitāte).....	25
1.2. tabula. 2021. gadā apsekoto audžu raksturojums, grupējot jaunaudzes pēc bonitātes klasēm.....	26
2.1. tabula. Sēņu noteikšanai paredzēto praimeru raksturojums.....	40
2.2. tabula. Smaragdzaļās krāšņvaboles monitoringa parauglāukumu raksturojums.....	45

## ATTĒLU SARAKSTS

1.1. attēls. Apsekotās baltalkšņa (zaļi trijstūri) un melnalkšņa audzes (melni kvadrāti).....	16
1.2. attēls. Fitoforas Pocket Diagnostics® testeris, kas apstiprina patogēna klātbūtni.....	16
1.3. attēls. Apsekoto alkšņu audžu inficētība ar fitoftoru: krāsa norāda inficētību (zaļš – nav konstatēts patogēns; sarkans – fitoftora konstatēta); trijstūri – baltalkšņa audzes; kvadrāti – melnalkšņa audzes.....	17
1.4. attēls. Slimības simptomi melnalkšnim. Novērots, ka sūnas saskarē ar eksudātu dzeltē... 17	17
1.5. attēls. Fitoforas bojāti melnalkšņi jaunaudzēs Latgalē.....	18
1.6. attēls. Inficēto koku īpatsvars audzēs ar fitoforas slimības simptomiem: krāsa norāda inficētības intensitāti (oranžs – zem 10%; sarkans – 10–43%); trijstūri – baltalkšņu audzes; kvadrāti – melnalkšņu audzes.....	18
1.7. attēls. Apsekotās priežu jaunaudzēs (zaļi punkti) un skuju koku dekoratīvie stādījumi (sarkani rombi).....	24
1.8. attēls. <i>Dothistroma</i> skujbires simptomi – sarkanais krāsojums uz skujām un acervuli.....	27
1.9. attēls. <i>Dothistroma</i> skujbires izplatība apsekotajās mežaudzēs un dendroloģiskajos stādījumos: apli – mežaudzes, rombi – dekoratīvie stādījumi; sarkans – apstiprināts, ka simptomus izraisījusi sēne <i>D. septosporum</i> ; oranžs – simptomi atbilda <i>Dothistroma</i> skujbirei, bet molekulāri patogēna suga netika apstiprināta; zaļš - apsekojumi, kuros <i>Dothistroma</i> nav konstatēta.....	27
1.10. attēls. <i>Diplodia sapinea</i> bezdzimumsporas veidojošie augļķermeņi (piknīdas) uz priedes čiekura ārējās zvīņas (A) un atmirušajām skujām (B).....	28
1.11. attēls. <i>Diplodia sapinea</i> skujbires izplatība apsekotajās mežaudzēs un dendroloģiskajos stādījumos: apli – mežaudzes, rombi – dekoratīvie stādījumi; sarkans – apstiprināts, ka simptomus izraisījusi sēne <i>D. sapinea</i> , zaļš – apsekojumi, kuros <i>D. sapinea</i> nav konstatēta....	29
1.12. attēls. <i>Lecanosticta acicola</i> skujbires izplatība apsekotajos dendroloģiskajos stādījumos: sarkans – patogēns apstiprināts molekulāri; oranžs – simptomi atbilda <i>L. acicola</i> izraisītajiem, bet molekulāri patogēns vēl netika pārbaudīts; zaļš - apsekojumi, kuros <i>L. acicola</i> nav konstatēta.....	30
2.1. attēls. Trupējuši apšu celmi apsekotajos objektos (cietā (A) un mīkstā trupe (B)).....	39
2.2. attēls. Apsekotās bērzu (zili rombi) un apšu (zaļi rombi) audzes.....	40
2.3. attēls. Purpura sīkpiepes <i>Chondrostereum purpureum</i> augļķermeņi uz apsekotā celma... 41	41
2.4. attēls. Atsevišķi morfotipi, kas izdalīti no bērzu celmiem.....	41
2.5. attēls. Dominantie morfotipi – A34 uz apses (A) un B9 bērza (B).....	42
2.6. attēls. Ošu audzes Baltkrievijas un Krievijas pierobežā (Dienvidlatgales un Ziemeļlatgales reģionos) un parauglaukumu izvietojums smaragdzaļās krāšņvaboles monitoringam.....	44
2.7. attēls. Monitoringam izmantotās logu lamatas.....	45
2.8. attēls. Ošu raibā lūksngrauža ( <i>Hylesinus fraxini</i> ) ejas uz krituša oša stumbra.....	46
2.9. attēls. Smaragdzaļās krāšņvaboles ( <i>Agrilus planipennis</i> ) monitoringa rezultāti un izplatība kaimiņu valstīs (pamata karte Orlova-Bienkowskaja et al. 2020).....	47

## IEVADS

Ņemot vērā klimata pārmaiņas un dažāda veida stādmateriāla transportēšanas apjomu palielināšanos, arī Latvija, līdzīgi kā citas Eiropas valstis, pakļauta kokaugu invazīvo slimību un kukaiņu riskam. Šis pētījuma mērķis ir novērtēt baltalkšņu un melnalkšņu kalšanu izraisošā patogēna alkšņu fitoforas (*Phytophthora alni*) un sēņu izraisīto invazīvo skuju un dzinumu slimību izplatību Latvijā, kā arī veikt slimību monitoringu. Šī mērķa sasniegšanai izvirzīti seši uzdevumi; trīs no tiem uzsākti jau šajā pārskata periodā.

Saistībā ar klimata pārmaiņām Latvijā, līdzīgi, kā citur Eiropā, potenciāli pieaugs lapu koku īpatsvars, tādēļ svarīgi izvērtēt iespējamās fitopatoloģiskos un kukaiņu radītos riskus. Pētījumā plānoti septiņi darba uzdevumi, kuros paredzēts novērtēt fitopatoloģisko stāvokli un kukaiņu apdraudējumu vairākām lapu koku sugām. Divi no šiem uzdevumiem uzsākti šajā pārskata periodā.

Pētījuma pārskats strukturēts pa uzsāktajiem darba uzdevumiem, raksturojot darba materiālu, metodes, kā arī sniedzot ieskatu iegūtajos rezultātos.

# 1. INVAZĪVĀS SLIMĪBAS, TO MONITORINGS LATVIJĀ

## 1.1. Metodikas izstrāde *Phytophthora alni* un sēņu izraisīto skuju slimību monitoringa veikšanai

Metodika alkšņu fitoftoras (*Phytophthora alni* Brasier & S.A.Kirk) izplatības novērtēšanai Latvijas teritorijā, kā arī priežu dzinumu un skuju patogēnu novērtējuma metodika ietverta 2021. gada starpziņojumā 1.1. nodaļā. Šajā 1. etapa pārskatā iekļauts metožu kopsavilkums ar precizējumiem pēc pirmā gada rezultātu analīzes, konsultējoties ar Igaunijas Zemes un dzīvības zinātņu universitātes fitopatologiem.

### 1.1.1. Metodika priežu jaunaudzņu apsekošanai

Metodikas izstrādei par pamatu ņemta Igaunijas Zemes un dzīvības zinātņu universitātes fitopatologu lietotā metodika, kā arī citu darbi: Anonīms 2012, Drenkhan et al. 2013, Adamson et al. 2015b, Roques et al. 2017.

1. Akciju sabiedrības ‘‘Latvijas valsts meži’’ (turpmāk – LVM) datu bāzē atlasīt priedes jaunaudzes pēc noteiktiem kritērijiem.

Atlasāmas priedes jaunaudzes vecumā no 5 līdz 15 gadiem. Objekti atlasāmi randomizēti visā Latvijas teritorijā. Sastāvs: 10P. Meža tipi – dažādi (šajā etapā); turpmāk ieteikts atlasīt audzes damaksnī, lānā un šaurlapju ārenī, lai datu kopa būtu homogēnāka. Platība nav izšķiroša, bet izvēlēti objekti, kuru platība lielāka par 1,5 ha. Laika ekonomijas nolūkā iekļauts kritērijs, lai audzes būtu tuvu ceļiem, respektīvi, viegli sasniedzamas. Atlasāmo audžu skaits: sākotnēji atlasījām 220 audzes, no kurām šajā etapā bija plānots apsekot vismaz 100 jaunaudzes. Pēc starpziņojuma rezultātu izvērtēšanas un saņemtajiem ieteikumiem atlasītas vēl 20 jaunaudzes.

2. Apsekot jaunaudzes pēc zemāk minētās metodikas.

#### APSEKOŠANAS LAIKS

Audzņu apsekošana veicama no marta līdz maijam vai no septembra līdz novembrim, kad konstatējami slimību simptomi. Turpmāk ieteikts apsekošanu veikt no oktobra līdz novembrim, kad simptomi ir izteiktāki.

#### SIMPTOMU NOVĒRTĒJUMS AUDZĒ

Sākumā veic audzes vizuālo novērtējumu kopumā. Atzīmē, kāda ir audzes vitalitāte, vai ir dzīvnieku bojājumi, vai ir pilnībā nokaltuši koki u.c. Pēc nejaušības principa izvēlas 10 kokus, kuriem raksturo skujbīres intensitāti ballēs: 1) Nav skuju bojājumu/nav bojātas tekošā gada skujas; var būt atsevišķas bojātas otrā gada skujas; 2) Otrā gada skujas bojātas, bet bojājumi vairāk lokāli, ne pa visu vainagu; atsevišķas tekošā gada skujas var būt bojātas; 3) manāmi, būtiski skuju zudumi, bet tie skar tikai daļu vainaga; 4) būtiski bojājumi pa lielāko daļu vainaga. Ja kokiem sastopami dažādu slimību simptomi – to atzīmē. Atzīmē arī, vai bojātas pirmā gada vai otrā gada skujas, vai arī pirmā un otrā gada skujas.

#### PARAUGU IEVĀKŠANA

Simptomus galvenokārt raksturo dažādas formas un krāsas nekrotiski plankumi uz skujām. Šādu zaru un skuju paraugus ievāc no 2–3 simptomātiskiem kokiem un ievieto marķētos sterilos maisiņos. Uz bojātām skujām, dzinumiem vai čiekuriem simptomātiskajās zonās meklē slimību pazīmes un sēņu vairošanās struktūras (acervulus, piknīdas vai augļķermeņus). Ja skujas ir jau sakaltušas, tās ievāc kopā ar zara fragmentu. Ja konstatēti dažādi



simptomi, tos ievieto atsevišķos maisiņos. Atzīmē arī parauga ievākšanas un audzes apsekošanas datumu.

#### PARAUGU UZGLABĀŠANA

Paraugus pēc ievākšanas novieto aukstumkastē transportēšanai uz laboratoriju. Ja paraugu mikroskopēšanu laboratorijā plāno veikt citā dienā, paraugus uzglabā sasaldētā veidā pie  $-20^{\circ}\text{C}$ .

### 1.1.2. Metodika priežu un citu skuju koku dekoratīvo stādījumu apsekošanai

#### 1. Atlasīt dekoratīvos priežu stādījumus.

Dekoratīvo skuju koku stādījumu atlase veikta, konsultējoties ar atbilstošo botānisko dārzu vai dendroparku speciālistiem, kā arī izmantojot Latvijas kokaugu atlantu (Laiviņš u.c. 2009) un žurnāla "Latvijas Veģetācija" numuros pieejamo 15 Latvijas rajonu dendroloģisko stādījumu koku un krūmu pētījumu materiālu (autori Maija Bice, Dzintra Knapē, Dagnija Šmite, Ināra Bondare, Pēteris Evarts-Bunders).

Atlasīti stādījumi, kuros aug priedes *Pinus nigra*, *Pinus ponderosa*, *Pinus pinea*, *Pinus mugo*, *Pinus pumila* un citas dekoratīvo skuju koku sugas. Objektu atlasīti dažādās Latvijas vietās, ietverot galvenos dendroloģiskos skuju koku stādījumus. Apkopota informācija par atlasītajiem stādījumiem / kokiem (koku skaits, suga, vecums, cita informācija).

#### 2. Apsekot stādījumus pēc zemāk minētās metodikas.

##### APSEKOŠANAS LAIKS

Audzū apsekošana veicama no marta līdz maijam vai no septembra līdz novembrim, kad konstatējami slimību simptomi. Turpmāk ieteikts apsekošanu veikt no oktobra līdz novembrim, kad simptomi ir izteiktāki.

##### SIMPTOMU NOVĒRTĒJUMS

Veic vizuālo koku novērtējumu, atzīmē, ja ir kādi ārēji citu faktoru radīti bojājumi (dzīvnieku bojājumi, liela antropogēnā slodze u.tml.). Kokiem raksturo skujbires intensitāti ballēs: 1) nav skuju zudumu; 2) atsevišķas bojātas skujas, bet zaudējumi nav būtiski; 3) manāmi, būtiski, bet lokāli bojājumi; 4) būtiski bojājumi pa lielāko daļu vainaga. Ja uz šiem kokiem sastopami dažādu slimību simptomi – to atzīmē. Atzīmē arī, vai bojātas pirmā gada vai otrā gada skujas, vai pirmā un otrā gada skujas.

##### PARAUGU IEVĀKŠANA

Skat. 1.1.1. nodaļu. Paraugus ievāc no dažādu dekoratīvo skuju koku sugu kokiem konkrētajā stādījumā. Ja teritorijā sastopamas vairākas koku grupas ar to pašu sugu, var ievākt vairākus paraugus. Ja vienas sugas koku grupā konstatēti vairāki koki ar vienādiem simptomiem, ievāc vienu paraugu. Ja simptomi vienas sugas kokiem koku grupā ir atšķirīgi, paraugus ievāc atsevišķi.

PARAUGU UZGLABĀŠANA Skat. 1.1.1. nodaļu.

### 1.1.3. Metodika fitoforas sastopamības novērtēšanai

#### 1. LVM datu bāzē atlasīt baltalkšņu un melnalkšņu audzes pēc noteiktiem kritērijiem.

Atlasītas baltalkšņa un melnalkšņa audzes randomizēti visā Latvijas teritorijā. Audžu vecums: dažāds, virs 10 gadi. Ņemot vērā, ka patogēns konstatēts arī nejauši apsekotās melnalkšņa jaunaudzēs (1. pielikums, tabulas beigās), turpmāk ieteikts apsekot melnalkšņa jaunaudzis un pēc to fitopatoloģiskā stāvokļa novērtēšanas izsvērt slimības monitoringu kokaudzētavās. Audzes sastāvs: vismaz 6Ba vai 6M. Platība nav izšķiroša, bet izvēlēti objekti, kuru platība lielāka par 1 ha. Atlasāmo audžu skaits: šajā etapā sākotnēji atlasītas

120 baltalkšņa un 80 melnalkšņa audzes. Meža tipi – slapjais vēris, slapjā gārša, dumbbrājs, liekņa. Atlasē izvēlētas audzes no meža tipiem ar paaugstinātu mitrumu (slapjie un pārmitrie meža tipi), tādējādi paredzot, ka audžu tuvumā ir kāda ūdenstece vai ūdenstilpe. Ūdenstilpu vai ūdensteču reālais tuvums nogabalam novērtēts pēc kartogrāfiskā materiāla (1.pielikums).

## 2. Apsēkot jaunaudzēšas pēc zemāk minētās metodikas.

### SIMPTOMU NOVĒRTĒJUMS AUDZĒ

*Phytophthora alni* sastopamības novērtēšanai izmanto vizuālo simptomu novērtējumu (melni plankumi ar eskudātu uz stumbra, koku kalšana, vainaga izretināšanās), kā arī raksturo bojāto koku fitopatoloģisko stāvokli kopumā. Ja bojātajiem kokiem būs kādi citi bojājumi, to atzīmē. Atzīmē audzes apsekošanas un parauga ievākšanas datumu.

Ejot pa transekti, ik pa 10 soļiem novērtē tuvāk esošo valdaudzēšas alksni, atzīmējot sugu. Šajā etapā analizētajās audzēs novērtēts 30 alksņu fitosanitārais stāvoklis (simptomi ir/nav, jo vainaga bojājumu pakāpi vairs nebija iespējams novērtēt). Konsultējoties ar igauņu fitopatologiem, ieteikts turpmāk apsekot 10 kokus, lai samazinātu katrā audzē pavadīto laiku. Vainaga bojājumi novērtējami 5 vainaga vitalitātes klasēs: 1) nav vainaga bojājumu; 2) līdz 25% vainaga zari bojāti; 3) līdz 50% vainaga zari bojāti; 4) kalstošs koks, mazāk kā 50% zaru dzīvi; 5) nokaltis koks (Jürisoo et al. 2019, Jürisoo et al. 2021).

### APSEKOŠANAS LAIKS

Apsēkošana veicama martā–maijā, septembrī–novembrī, kad konstatējami slimības simptomi. Šajā etapā novērtējums veikts rudens sezonā. Turpmāk iesakām apsekošanu plānot pavasarī, kad simptomi ir izteiktāki, var novērtēt koku vainaga stāvokli, kā arī plānotā fitoformas tīrkultūru izolēšanas pēc Igaunijas kolēģu pieredzes varētu būt sekmīgāka.

### FITOFTORAS NOTEIKŠANA UN PARAGU IEVĀKŠANA

Vienam līdz trim kokiem audzē, kurā novēroti attiecīgiem simptomi, veic ātro fitoformas noteikšanu, izmantojot Pocket Diagnostics® testerus. Ja uz stumbra sastopami melni plankumi ar eskudātu, tad no tiem izcērt nelielu (apmēram 2×1 cm) mizas/koksnes paraugu un ieliek testera burciņā ar metāla lodītēm, aktīvi sakrata 30 līdz 60 sekundes. Ar komplektā esošo plastmasas pipeti paņem no pudelītes nelielu daudzumu šķidruma un iepilina testera apļveida bedrītē. Pēc 3–10 minūtēm reģistrē iegūto rezultātu: divas svītras – *Phytophthora* pozitīvs, viena svītra – *Phytophthora* negatīvs. Turpmāk, apsekojot 10 kokus no audzes, ieteikts testus veikt visiem simptomātiskajiem kokiem.

Audzēs, kur ar ātro Pocket Diagnostics® testu noteikta *Phytophthora* sp. klātbūtne, ievācam vienu līdz trīs koksnes paraugus (apmēram 3×1 cm) fitoformas tīrkultūru izdalīšanai, kas nepieciešams sugu noteikšanai. Tīrkultūru izdalīšana un sugu noteikšana aprakstīta detalizētāk 2021.gada Starpziņojumā. Tīrkultūru izdalīšanu plānots aprobēt 2022. gada pavasarī sadarbībā ar igauņu kolēģiem un Martin Mullett no Fitoformas pētījumu centra Čehijā.

## **1.1.4. Metodika fitoformas dinamikas novērtēšanai**

1. No baltalkšņa un melnalkšņa audzēm, kas apsekošanas pēc 1.1.3. nodaļā atspoguļotās metodikas, atlasīt vismaz 40 audzes fitoformas dinamikas novērtēšanai.

Lai novērtētu slimības attīstības dinamiku, izvēlētas vismaz 40 audzes vecumā līdz 40 gadiem; puse ar konstatētu infekciju un puse – bez slimības simptomiem. Audzes fitoformas dinamikas novērtēšanai izvēlētas, ņemot vērā audžu vecumu un teritoriālo izvietojumu (lai parauglūkumi būtu pēc iespējas vienmērīgi izkliedēti pa visu Latvijas teritoriju).

2. Apsēkot audzes pēc zemāk minētās metodikas.

Ejot pa transekti, ik pa 10 soļiem novērtē tuvāk esošo valdaudzēšas alksni, atzīmējot sugu. Kokus dabā numurē, lai var novērtēt tā paša koka fitosanitāro stāvokli pēc gada. Apsēko 10–30 kokus. Kokiem reģistrē sugu un diametru krūšu augstumā. Vainaga bojājumi novērtējami 5 vainaga vitalitātes klasēs: 1) nav vainaga bojājumu; 2) līdz 25% vainaga zari bojāti; 3) līdz

50% vainaga zari bojāti; 4) kalstošs koks, mazāk kā 50% zaru dzīvi; 5) nokaltis koks (Jūrisoo et al. 2019, Jūrisoo et al. 2021). Apsekošana veicama no marta līdz maijam, kad simptomi ir izteiktāki, var novērtēt koku vainaga stāvokli.

Lai novērtētu *P. alni* izplatību ietekmējošus faktorus, apkopos un statistiski analizēs informāciju, kas iegūta no apsekotajām audzēm. Īpaši analizēs *Phytophthora* sp. sastopamību atkarībā no audzes sastāva, vecuma, meža tipa un hidroloģiskā režīma, attāluma līdz ūdenstilpei. Šo audžu dati sniegs ieskatu arī par potenciālajiem infekcijas ceļiem.

### **1.1.5. Metodika priežu jaunaudzju monitoringa veikšanai**

No priedes jaunaudzēm, kas apsektas pēc 1.1.1. nodaļā atspoguļotās metodikas, atlasīt vismaz 40 priedes jaunaudzes skuju patogēnu dinamikas novērtēšanai katru gadu.

Lai novērtētu slimības attīstības dinamiku, izvēlas vismaz 40 audzes vecumā līdz 15 gadiem, ņemot vērā audžu vecumu un teritoriālo izvietojumu (lai parauglaukumi būtu pēc iespējas vienmērīgi izkliedēti pa visu Latvijas teritoriju). Meža tipi – damaksnis, lāns, mētrājs, lai datu kopa būtu homogēnāka.

Audzis apseko pēc 1.1.1. punktā aprakstītās metodikas katru gadu.

### **1.1.6. Metodikas aprobācija**

Abu pētījuma virzienu monitoringa metodikas (1.1.1. un 1.1.3. nodaļas) aprobācijai atlasītas 6 baltalkšņa un melnalkšņa audzes, kā arī 6 priedes jaunaudzes. Priedes jaunaudzēs aprobācija veikta starpziņojuma periodā. Alkšņu audžu apsekošanas metodika aprobēta, uzsākot audžu apsekošanu (septembra mēnesī). Laboratorijas metodika skuju patogēnu noteikšanai aprobēta. Iegūtas iemaņas sugu noteikšanai pēc mikroskopiskajām pazīmēm, kā arī sēņu tīrkultūrām un molekulārajām metodēm. Fitoftoras noteikšana pēc slimības pazīmēm dabā un testeriem aprobēta. Fitoftoras sugu noteikšana laboratorijas apstākļos, izdalot tīrkultūras vai lietojot molekulārās metodes, tiks aprobēta 2022.gadā 1.2. uzdevuma ietvaros.

## 1.2. Fitoforas *P. alni* izplatības Latvijā novērtējums

### 1.2.1. Literatūras apskats

#### *Melnalksnis un baltalksnis Latvijā*

Alkšņi ir Latvijā bieži sastopamas kokaugu sugas. Melnalksnis – *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. – sastopams bieži visā valstī gan mistrojūmā, gan tīraudzēs pārmitros mežos, krūmājos, pārpuvotās pļavās, vietās, kur ir tekošs gruntsūdens, bieži arī pavasarī applūstošās vietās, upju palienēs, mitrās piekrastēs (Priedītis 2014). Melnalksnis nereti sasniedz 25–30 m augstumu, tā sakņu sistēma ir dziļa, var paciest ilgstošu applūšanu. Var augt pat tad, ja saknes visu gadu atrodas ūdenī, bet, ja stumbri ir ūdenī, var panest tikai īslaicīgu applūšanu. Melnalkšņa vecums var sasniegt 100 gadus. Uz saknēm attīstās gumiņi, kur *Frankia* ģints baktērijas saista atmosfēras slāpekli (Dreimanis 2010). Pēc jaunākajiem datiem Latvijā melnalkšņa audzes aizņem 6,38% no kopējās meža platības (<http://www.silava.lv/petijumi/nacionalais-mea-monitorings.aspx>). Tās ir tīraudzes vai kopā ar baltalksni, bērziem, apsi, egli. Melnalksni raksturo tolerance pret salu un applūšanu, spēcīga sakņu sistēma, slāpekļa fiksācija, kas ir noderīgi mistrotās audzēs (Arhipova et al. 2012). Melnalksnim nepieciešams ne tikai labs apgaismojums, bet arī pieejams ūdens avots. Ir zināms, ka melnalksnim lapās nav mehānisma, kas kontrolētu transpirāciju, līdz ar to koku augšanu var ietekmēt sausās un karstās vasaras. Melnalksnis var augt applūstošās vietās, jo tā spēcīgās, vertikāli augošās saknes to nostiprina upju krastos un spēj izturēt anaerobus apstākļus dziļi zemē. Melnalkšņa lapas ir bagātas ar slāpekļa savienojumiem, un, tām nobirstot un sadaloties, gan augsne, gan upju ūdens bagātinās ar slāpekli. Melnalksnim ir nozīme upju krastu nostiprināšanā, un tas ievērojami ietekmē upju ekosistēmu (Claessens et al. 2010, Bielke et al. 2016).

Melnalksnis ir vērtīgs kokmateriālu avots. Latvijā veido melnalkšņa stādījumus tiem piemērotās vietās. Latvijā kokaudzētavās gadā izaudzē pusmiljonu melnalkšņa stādu, ko izmanto gan valsts mežos, gan privāto mežu īpašnieki (L. Zvejnieces konsultācija).

Baltalksnis – *Alnus incana* (L.) Moench – Latvijā bieži sastopams visā teritorijā, mistraudzēs vai tīraudzēs. Pēc jaunākajiem datiem baltalksnis Latvijā aizņem 9,34% no meža platības (<http://www.silava.lv/petijumi/nacionalais-meza-monitorings.aspx>). Tā ir tipiska pioniersuga, ar ko bieži aizaug nekoptas, pamestas zemes (Priedītis 2014). Baltalksnis ir otra izplatītākā lapu koku suga Latvijā (Liepiņš & Liepiņš 2010). Koka augstums parasti nepārsniedz 25 m, sakņu sistēma plaša, virspusēja, augs ir klimata izturīgs. Labi aug mitrās, īrdenās un trūdvielām bagātās augsnēs upju krastos, mežmalās, laukmalās. Tāpat kā melnalksnim, arī baltalksnim uz saknēm attīstās gumiņi, kur baktērijas *Frankia* piesaista gaisa slāpekli (Dreimanis 2010). Baltalkšņa lomu meža ekosistēmā nosaka tā spēja uzlabot augsnes īpašības (Liepa & Gaitnieks 2002). Baltalkšņa lapu nobiras un atmirusī sakne papildina organisko vielu krājumu zemsegas slānī. Augsne bagātinās ar slāpekļa savienojumiem, kas būs izmantojami nākamajos meža augšanas un attīstības ciklos. Pētījumos konstatēts būtisks kopējā slāpekļa pieaugums augsnē apmežotās lauksaimniecības zemēs baltalkšņa audzēs (Bārdule & Lazdiņš 2010).

Baltalkšņa malku izmanto apkurei, arī gaļas un zivju kūpināšanā. Tā koksne noder taras un šķeldas ražošanai. Baltalksnis ir nozīmīgs lokāls atjaunojamās enerģijas avots. Tā kā baltalksnis ir ļoti ātraudzīga koku suga, produktivitātes un mežsaimniecisko īpašību dēļ to var raksturot kā perspektīvu koku sugu, kas izmantojama īscirtmeta plantāciju ierīkošanai (Liepiņš & Liepiņš 2010).

Atzīmēts, ka baltalksnis, augot kopā ar citu sugu kokiem, pozitīvi ietekmē mikorizas veidošanos (Gaitnieks et al. 2000a). Baltalkšņa pozitīvā ietekme uz parastās egles mikorizu

veicina egles aizsardzību pret inficēšanos ar sakņu piepi (Gaitnieks et al. 2000b). Konstatēts, ka egles un baltalkšņa mistrotās audzēs no baltalkšņa rizosfēras izolētās sēnes ir antagonistiskas pret sakņu trapes izraisītāju *Heterobasidion annosum* (Arhipova u.c. 2008). Pētot baltalkšņa audzes, nav novērota to inficēšanās ar *Heterobasidion* (Arhipova et al. 2011b).

### ***Alkšņu fitoftora***

*Phytophthora* ģints organismi pieder oomicēšu nodalījumam (*Oomycota*), *Peronosporales* rindai, *Peronosporaceae* dzimtai. *Phytophthora* ģints organismiem ir endofītiska sēņotne, sporangiji mazzaraini. Sporangijos veidojas zoosporas vai arī tie eksistē kā viena spora, kas veido dīglstobru, un tas notiek, ja vidē nav ūdens. Tā ir bezdzimuma vairošanās (Miezīte 2017). Zoosporai ir divas vicas - viena uz priekšu, plūksnaina, otra vērsta atpakaļ. Pateicoties vicām, tās var kustēties ūdens vidē. Fitoflorām ir arī dzimumvairošanās – oogāmija. Oogonijos ir viena olšūna. Anterīdija izaugums iespiežas oogonijā, un rezultātā veidojas viena oospora. Oosporai dīgstot, veidojas sporangiji vai sēņotne (Piterāns u.c. 1975).

Pirmo reizi nopietnus melnalkšņa audžu postījumus ar iepriekš neaprašītu *Phytophthora* sugu 1993. gadā konstatēja Apvienotajā Karalistē (Gibbs 1995). Vēlāk infekciju atklāja arī baltalkšņim un *Alnus cordata* (Lilja et al. 2006). 2003. gadā slimība jau minēta Igaunijā un Lietuvā (Gibbs et al. 2003); pieejamas ziņas arī par citām valstīm – Beļģiju (Abrams et al. 2005, De Merlice et al. 2005), Čehiju (Černy et al. 2008, Romporti et al. 2016), Spāniju (Solla et al. 2010), Somiju (Lilja et al. 2011).

Slimības ierosinātājs izolēts Francijā 1996. gadā (Streito et al. 2002). 1999. gadā alkšņu slimības ierosinātāju nosauc par alkšņu fitoftoru (*Phytophthora alni*) un secina, ka tā radusies starpsugu hibridizācijas ceļā (Brasier et al. 1999). Izrādījās, ka izolētā *P. alni* Brasier & S.A. Kirk, sp. nov. ir heteroploīdu hibrīdu grupa, kas, iespējams, veidojusies, krustojoties *P. cambivora* ar citu sugu, kas radniecīga *P. fragariae*. Šīs sugas pieder pie heterotalliskajām *Phytophthora*, kam raksturīga oosporu veidošanās, sastopoties diviem atšķirīgiem dzimumtipiem – A1 un A2; tas ietver to, ka seksuālajā rekombinācijā var veidoties jauni celmi jeb rases ar augstāku patogenitāti nekā to vecākiem. Tipisks piemērs tam ir *Phytophthora alni* kompleksa rašanās no divām *Phytophthora* sugām (Lilja et al. 2006).

Alkšņu atmiršanai var būt vairāki cēloņi, tādēļ svarīgi zināt, vai iemesls ir alkšņu fitoftora. Lai varētu novērtēt risku, jāidentificē arī *Phytophthora alni* pasugas. Alkšņu fitoflorai konstatētas vairākas pasugas: standarta pasugu nosauca par *P. alni* subsp. *alni*, Zviedrijā izolēto variantu par *P. alni* subsp. *uniformis*, bet Holandes, Vācijas un Apvienotās Karalistes variantus apvienoja ar nosaukumu *P. alni* subsp. *multiformis*. No 2004. gadā pārbaudītajiem izolātiem visplašāk pārstāvētā pasuga bija *P. alni* subsp. *alni* (89%), līdz ar to domājams, ka tā ir visizplatītākā Eiropā un sekmīgi inficē alkšņus (Brasier et al. 2004).

*P. alni* pasugas atšķiras pēc hromosomu skaita ( $n = 11-22$ ), oogoniju un anterīdiju morfoloģijas, oosporu dzīvotspējas un koloniju pazīmēm (Brasier et al. 1999). Par visagresīvāko uzskata standarta un Holandes pasugu (Gibbs et al. 2003).

*Phytophthora alni*, līdzīgi kā citas šai ģintī piederošas sugas, ir stipri elastīga un ar ģenētiskajām īpašībām, kas ļauj strauji izmainīties to patogenitātei. Fitofloru izraisīto slimību uzliesmojums vērojams it īpaši tad, ja infekcija izplatās tai jaunos biotopos (Hayden et al. 2013).

2009. gadā pirmo reizi Latvijā konstatēta alkšņu inficētība ar fitoftoru (Brice et al. 2010). Šajā pētījumā fitofloras noteiktas tikai līdz ģints līmenim; suga noteikta tikai vienā no analizētajām audzēm, un tā bija *Phytophthora citricola*. 2015. gada oktobrī *P. alni* reģistrēta Latvijā, netālu no Rīgas, melnalkšņa audzē privātā mežā. Slimībai raksturīgās pazīmes novērotas 40% koku no alkšņu audzes (EPPO, 2018). Latvijas Valsts mežzinātnes institūta “Silava” (turpmāk – LVMI Silava) jaunākie dati liecina, ka Latvijas dienvidu daļā (Bauskas,

Daugavpils, Liepājas reģionos) infekcija ir sastopama. Lietuviešu kolēģi ir ziņojuši, ka kaimiņvalstī *P. alni* ir izplatīta gandrīz visā valsts teritorijā, kā arī zināms, ka kaimiņvalstī sastopama pasuga *P. alni* subsp. *alni* un *uniformis* (Norkute 2018).

### ***Slimības pazīmes***

Alkšņu fitoftoras izraisītos uzliesmojumus raksturo audzes lapotnes retinājums un nokaltušu koku grupas (Hayden et al. 2013). Slimības skartajiem alkšņiem ir raksturīgas sīkas, dzeltenas un retas lapas un uz stumbriem darvas krāsas vai rūsgani plankumi. Apsekojumos konstatēts, ka lokāli slimība ir ļoti postoša un strauji izplatās (Lilja et al. 2006). Citi autori (Solla et al. 2010) norāda, ka melnalksnim atmirst arī zari, pastiprinās “čiekuriņu” veidošanās, un nekrotiskie plankumi novērojami arī uz sakņu kakla, ne tikai stumbra apakšējā daļā. Bez minētajām pazīmēm min arī eksudāta izdalīšanos no nekrotiskajiem plankumiem kā melnalksnim, tā baltalksnim (Streito et al. 2002). Ir norāde, ka alkšņiem slimība var noritēt arī bez simptomiem (Elegbede et al. 2010).

Infekcija kokos nonāk caur saknēm. *Phytophthora alni* izplatībā izšķiroša nozīme ir kustīgajām zoosporām ūdens vidē. Gan melnalkšņi, gan baltalkšņi izplatīti vietās, kur ir bagātīgs mitruma nodrošinājums, un inficēšanā notiek ar zoosporām (Bielke et al. 2016). Atzīmēts, ka melnalkšņiem, kas aug upju krastos attālumā līdz vienam metram, slimības simptomi ir novērojami septiņas reizes biežāk, nekā augošiem 1–10 metru attālumā no upes (Gibbs et al. 1999).

### ***Alkšņu fitoftoras izplatīšanās ceļi. Faktoru ietekme***

*Phytophthora alni* vairojas gan bezdzimumiski, veidojot kustīgās zoosporas, gan dzimumiski – ar oosporām. Micēlijā var veidoties pārveidnes – hlamidosporas, kas ir šūnas ar biezu apvalku. Tās dīgst pēc miera perioda. Gan oosporas, gan hlamidosporas var saglabāties augsnē. Oosporas un hlamidosporas veidojas inficētā auga audos. Oosporas var izdzīvot augsnē, tomēr lielāka nozīme šajā ziņā ir hlamidosporām (Brasier et al. 1999). Ja augsnē nav saimniekauga audu, infekcijas izraisītāji tur saglabājas ne ilgāk par gadu (Jung & Blaschke 2004). Kustīgās zoosporas var aktīvi pārvietoties ūdens vidē. Var notikt arī to mehāniska pārnese ar ūdens straumi. Tā kā melnalksnis un baltalksnis labi aug mitrās vietās, it īpaši upju un strautu, arī citu ūdenstilpju krastos, ūdens ir svarīgs šīs slimības izplatīšanās avots. Attiecībā uz melnalksni kopš pagājušā gadsimta 90. gadiem alkšņu fitoftora to populācijās galvenokārt izplatās upju krastos. Tas ir nopietns risks gan alkšņu audzēm gar upēm, gan palieņu zonās (Claessens et al. 2010). Infekcija var saasināties pēc plūdiem, jo tie var bojāt saknes un stumbru (Strnadova et al. 2010). Ir dati par to, ka Beļģijā un Apvienotajā Karalistē šī slimība inficējusi 15–20% melnalkšņu, kas aug upju krastos (Webber et al. 2004). Beļģijā, pārbaudot melnalkšņa audzes, kas neaug upju krastos, novērots daudz mazāk slimības skarto koku – apmēram 5% (Claessens 2005). Bieži infekciju novēro alkšņiem, kas aug tieši gar upes krastu (Gibbs et al. 1999).

Alkšņu fitoftoras izplatība melnalkšņiem un baltalkšņiem pētīta Bavārijā (Jung & Blaschke 2004). Pētījumā ietvertas gan piekrastes, gan meža audzes. Piekrastes audzēs alkšņu fitoftoras simptomi sasniedz 50% un vairāk; infekcijas izplatība novērota straumes virzienā. Upju ūdenī fitoftora var nonākt ar meliorācijas ūdeņiem no inficētām audzēm. Arī teritorijas applūšana var veicināt infekciju. Autori pievērsuši uzmanību slimības izplatībai alkšņu plantācijās un secina, ka infekcijas avots var būt kokaudzētavas, kas piegādā kailsakņu stādus. Infekcija ar stādmateriālu nenāk no tām kokaudzētāvām, kas pašas audzē alkšņus un no tiem iegūst sēklas un laistīšanai neizmanto meliorācijas ūdeņus, kas var būt inficēti. Slimības ierosinātāji no inficētajiem stādiem var pāriet uz pieaugušajiem alkšņiem. Arī citā pētījumā

norādīts, ka *Phytophthora alni* var ienest stādījumos ar kailsakņu stādiem no kokaudzētavām, jo infekcijas ierosinātājs var piesaistīties pie stādu sīkajām saknītēm un iekļūt tajās, bet vizuālu slimības simptomu var nebūt (Downing et al. 2010).

Applūšanas gadījumā zoosporas var iekļūt kokā gan caur bojātu, gan nebojātu mizu. Primārā infekcijas vieta alkšņiem applūstošās vietās ir adventīvās saknes vai lenticelas, bet plantācijās stādītājiem kociņiem – inficēta sakņu sistēma.

Alkšņu atmiršanas riska faktori atzīmēti pētījumā Francijā (Thoirain et al. 2007). Infekcija biežāk novērojama gar upēm ar lēnu tecējumu. Slimības izplatību veicina ūdens vidējās vasaras temperatūras paaugstināšanās upēs. To var izskaidrot ar faktu, ka *Phytophthora alni* optimālā augšanas temperatūra ir 22,5–25°C, un 9–10°C temperatūrā sugas sporulācija ir vāja. Nav ietekmes slāpekļa saturam upju ūdenī. Fitofтору audzēs no inficētām vietām ar augsnes daļiņām var ienest gājēji un dzīvnieki, kā arī satiksmes līdzekļi.

Par temperatūras ietekmi uz alkšņu fitofтору ir norāde arī citā darbā (Bielke et al. 2016). Aukstas ziemas, it īpaši ilgāki stipra sala periodi ir nelabvēlīgi *Phytophthora alni* izdzīvošanai. Zviedrijā novērots, ka alkšņu fitoftora vairāk ir apvidos ar maigākām ziemām, tomēr *Phytophthora alni* subsp. *uniformis* ir arī vietās, kur ir barga ziema (Bielke et al. 2016).

Pētījumā par Eiropas dižskābarža atmiršanu centrālajā Eiropā *Phytophthora* infekcijas dēļ konstatēts, ka gan ilgstošas lietavas, gan sausums veicina slimības attīstību (Jung 2009).

### ***Alkšņu fitoforas ierobežošanas iespējas un prognozes par slimības izplatīšanos***

Tā kā alkšņu fitofora galvenokārt izplatās ar ūdeni, slimība var strauji izplatīties, jo minētās alkšņu sugas ir mitrumu mīloši augi, kā arī tās izplatību var veicināt ar inficētu stādmateriālu (Downing et al. 2010). Stādu inficēšanās ar alkšņu fitoforu kokaudzētavās ir nopietna problēma Eiropā (Jung 2009, Zamora-Ballesteros et al. 2017). No šiem atzinumiem izriet, cik svarīgi ievērot visus priekšnoteikumus, lai alkšņu stādi kokaudzētavās nebūtu inficēti, kontrolei izmantojamas ne tikai vizuālās, bet arī mikrobioloģiskās un molekulārās metodes.

Lai samazinātu potenciālos alkšņu fitoforas riskus, svarīga ir arī alkšņu stādījumu vietas izvēle – reljefs, ūdeņu tuvums, apkārtējo audžu veselības stāvoklis (Romporti et al. 2016). Līdz ar to nozīmīgs ir slimības monitorings audzēs gar ūdenstecēm un ūdenstilpēm.

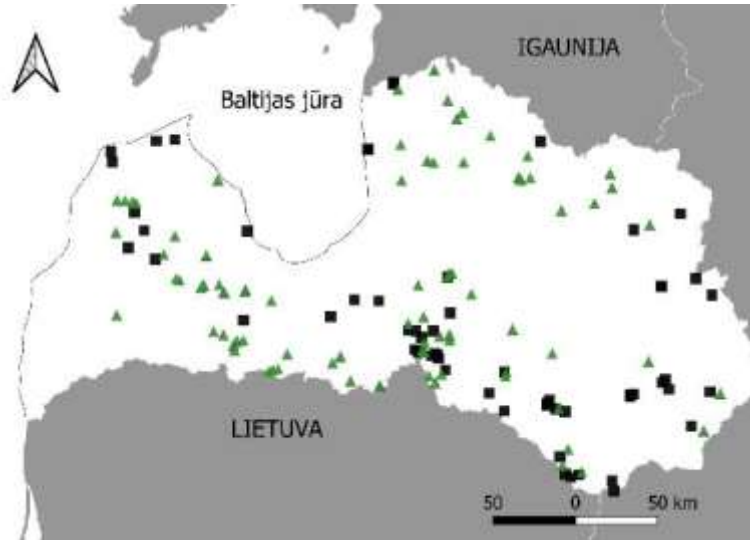
Citu valstu pētījumos atzīmēta gan *P. alni* sugas bioloģijas izpēte (kā zoosporu izplatība un to ierobežojošie faktori), gan rezistentu alkšņu indivīdu atlase (Bielke et al. 2016). Pētījumi par *Phytophthora alni* hibrīdu veidošanos liek pievērst uzmanību, vai neveidojas jauni, bīstamāki celmi, tādēļ ļoti svarīga ir molekulāro metožu izmantošana monitoringā (Hansen 2015).

Tā kā *Phytophthora alni* hibrīdiem ir labvēlīgas maigas ziemas un karstas vasaras, klimata pārmaiņas nākotnē varētu ietekmēt to izplatību (Lilja et al. 2011, Bielke et al. 2016). Ekstremālas lietus gāzes un sausums veicina *Phytophthora* izraisītās slimības (Jung 2009).

Latvijā fitoforas bojājumiem baltalkšņa audzē pirmo reizi konstatēti 2009. gadā, bet patogēns identificēts kā *Phytophthora citricola* (Brice et al. 2010). 2015. gada oktobrī *P. alni* reģistrēta Latvijā, netālu no Rīgas, melnalkšņa audzē privātā mežā un slimībai raksturīgās pazīmes novērotas 40% koku (EPPO, 2018). Šie pētījumi liecina, ka Latvijā alkšņus var inficēt dažādas fitoforas sugas, līdz ar to, pirmkārt, nepieciešams izvērtēt patogēna sastopamību mežaudzēs un ietekmi uz koku vitalitāti, kā arī veikt patogēna identificēšanu līdz sugas līmenim.

## 1.2.2. Materiāls un metodes

Darba metodika aprakstīta 1.1.3. nodaļā. Šajā etapā apsekoto audžu izvietojums redzams 1.1. attēlā. Četrpadsmit no sākotnēji atlasītajām audzēm nebija apsekojamas, jo audzes bija jau nocirstas, vai arī tām bija apgrūtināta piekļūšana.



1.1. attēls. Apsekotās baltalkšņa (zaļi trijstūri) un melnalkšņa audzes (melni kvadrāti).

Audzū apsekošana veikta laika posmā no septembra līdz novembra sākumam. Fitoforas klātbūtne diagnosticēta, izmantojot Pocket Diagnostics® testerus (1.2. attēls). Detalizētāka informācija par apsekotajām audzēm pievienota 1. pielikumā. Papildus atlasītajām audzēm infekcija konstatēta divās melnalkšņa jaunaudzēs (1. pielikums).



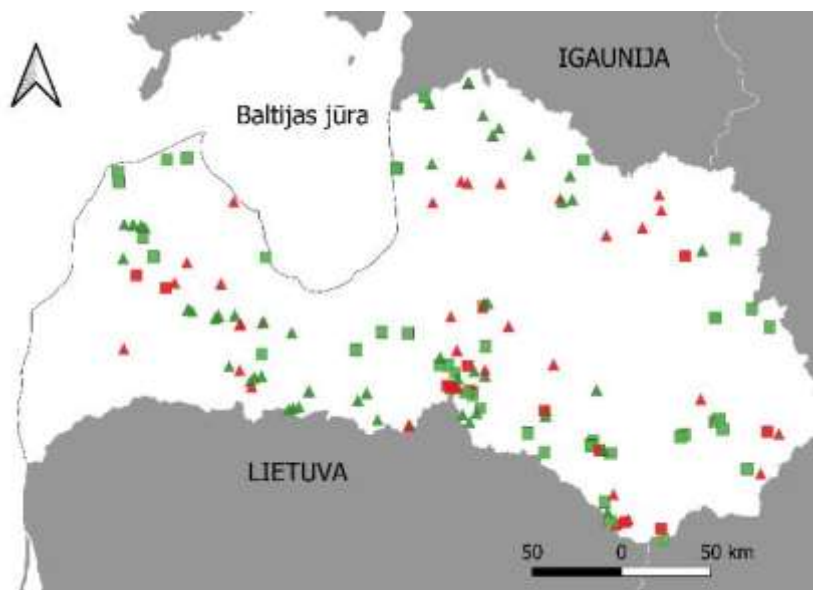
1.2. attēls. Fitoforas Pocket Diagnostics® testeris, kas apstiprina patogēna klātbūtni.

## 1.2.3. Rezultāti un diskusija

Kopā tika apsekotas 160 audzes no 90 sākotnēji plānotajām. Divdesmit audzes vēl plānots apsekot 2022. gada pavasarī, ietverot reģionos ar mazāku apsekojumu skaitu šobrīd (galvenokārt Dienvidkurzemi). Kopējā audžu platība ir 243,7 ha. Vidējā audzes platība 1,5 ha. No apsekotajām audzēm 94 dominēja baltalksnis un 66 – melnalksnis. Simptomātiskie koki



novēroti 30,62% audžu, rēķinot no kopējā apsekoto audžu skaita (1.3. attēls). Vidēji audzē konstatēti 0,79 simptomātiski koki jeb vidēji 1,09 simptomātiski koki baltalkšņa audzēs un 0,36 koki – melnalkšņa audzēs. Testi tika veikti 64 reizes, kopumā 40% no visām apsekotajām audzēm.



1.3. attēls. Apsekoto alkšņu audžu inficētība ar fitoftoru: krāsa norāda inficētību (zaļš – nav konstatēts patogēns; sarkans – fitoftora konstatēta); trijstūri – baltalkšņa audzes; kvadrāti – melnalkšņa audzes.

Kopumā fitopatoloģiskais stāvoklis izvērtēts 4427 kokiem – 2361 baltalkšņiem un 2066 melnalkšņiem. Pa visām audzēm kopumā uzskaitīti 127 simptomātiski koki, no kuriem 103 bija baltalkšņi un 24 melnalkšņi. Audžu apsekojumu laikā slimības simptomi netika konstatēti citām koku sugām. No kopējā koku skaita simptomātiskie koki sastāda 2,86%. No kopējā baltalkšņu skaita 4,36% koki bija ar slimības simptomiem, savukārt no melnalkšņiem – 1,16%. Melnalkšņa audzēs novērots, ka sūnas sakņu kakla reģionā saskarē ar eksudātu dzeltē, kas palīdz dabā ātrāk identificēt potenciāli inficētus melnalkšņus (1.4. attēls).



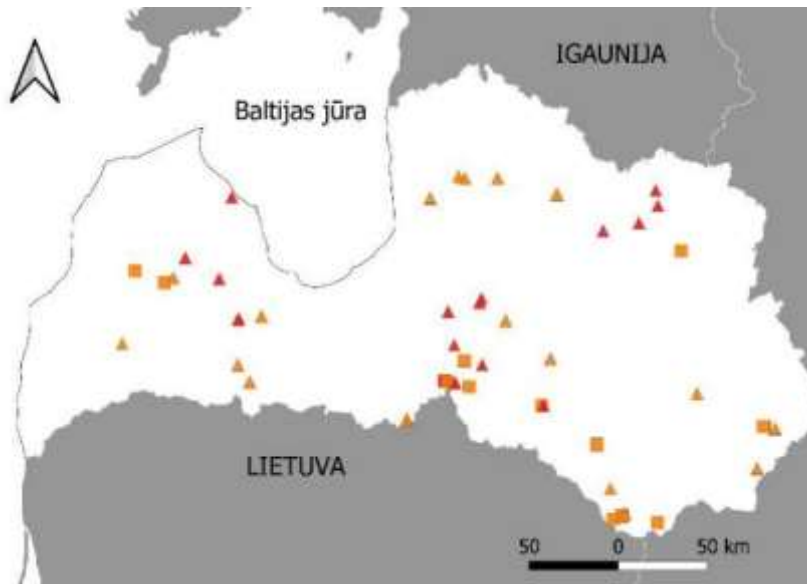
1.4. attēls. Slimības simptomi melnalksnim. Novērots, ka sūnas saskarē ar eksudātu dzeltē.

Papildus divās melnalkšņa jaunaudzēs konstatēti slimības simptomi un galotņu lūšana jauniem kokiem (1.5. attēls). Šo novērojumu dēļ turpmākajos pētījumos plānojam akcentēt melnalkšņa jaunaudžu apsekojumus, novērtējot to fitopatoloģisko stāvokli.



1.5. attēls. Fitoforas bojāti melnalkšņi jaunaudzēs Latgalē.

Analizējot inficēto koku īpatsvaru audzēs, kurās konstatēti slimības simptomi, gandrīz pusē audžu (49%) tikai viens no apsekotajiem kokiem bijis inficēts. Kopumā divas trešdaļas inficēto audžu sastādīja audzes ar inficēto koku īpatsvaru zem 10% (1.6. attēls). Vienā trešdaļā jeb 16 audzēs no inficētajām 49 audzēm inficēto koku īpatsvars veidoja 10–43% apseko koku.



1.6. attēls. Inficēto koku īpatsvars audzēs ar fitoforas slimības simptomiem: krāsa norāda inficētības intensitāti (oranžs – zem 10%; sarkans – 10–43%); trijstūri – baltalkšņu audzes; kvadrāti – melnalkšņu audzes.

Iegūtie rezultāti liecina, ka patogēns sastopams visā valsts teritorijā. Līdz šim veiktie pētījumi parāda, ka Latvijā fitoforas bojājumi alkšņu audzēs sastopami jau vairāk nekā 10 gadus (Brice et al. 2010), kas arī bija sagaidāms. Konsultējoties ar igauņu kolēģiem, zināms, ka līdzīga situācija vērojama arī Igaunijā (R. Drenkhan konsultācija). Arī lietuviešu kolēģi ziņojuši, ka *P. alni* ir izplatīta gandrīz visā Lietuvas teritorijā (Norkute 2018).

Tā kā daudzās audzēs patogēns konstatēts tikai uz atsevišķiem kokiem, pieļaujams, ka infekciju izraisījusi kāda cita mazāk agresīva fitoftoras suga. Pētījumi Latvijā liecina, ka alkšņus var inficēt arī citas fitoftoru sugas kā piemēram *Phytophthora citricola* (Brice et al. 2010). Turklāt igauņu kolēģi atsevišķus Igaunijas paraugus pārbaudījuši ģenētiski ar *P. alni* specifiskiem praimeriem un patogēnu nav konstatējuši (R. Drenkhan konsultācija). Somijas dati liecina, ka lokāli slimība ir ļoti postoša un strauji izplatās (Lilja et al. 2006), līdz ar to inficētajās audzēs būtu atrodams augstāku inficēto koku īpatsvars, ja patogēns būtu agresīvs.

Vainaga stāvokļa novērojums, ko veiksīm 2022. gada pavasara apsekojumos dos skaidrāku ieskatu patogēna ietekmes uz alkšņu vitalitāti novērtējumam, jo alkšņu fitoftoru raksturo audzes lapotnes retinājums un nokaltušu koku grupas (Hayden et al. 2013), ko nebija iespējams novērtēt 2021. gada rudenī.

Tomēr 2015. gada oktobrī *P. alni* reģistrēta Latvijā, netālu no Rīgas, melnalkšņa audzē privātā mežā un slimībai raksturīgās pazīmes novērotas 40% koku (EPPO, 2018). Bez tam Lietuvā zināms, ka sastopama pasuga *P. alni* subsp. *alni* un *uniformis* (Norkute 2018). Līdz ar to turpmākajā darbā pārbaudāms, kurās audzēs no inficētajām sastopama *P. alni* un vai bojājumus alkšņiem Latvijā veido arī kāda cita *Phytophthora* suga. Tā kā *P. alni* pasugas un citas fitoftoru sugas atšķiras pēc oogoniju un anterīdiju morfoloģijas, oosporu dzīvotspējas un koloniju pazīmēm (Brasier et al. 1999), būtiska ir tīrkultūru izdalīšana un patogēna identificēšana līdz sugas līmenim. To plānots veikt 2022. gada pavasarī, izdalot fitoftoru tīrkultūras sadarbībā ar igauņu kolēģiem un Martin Mullett no Fitoftoras pētījumu centra Čehijā.

Dati liecina, ka starp inficētajiem kokiem vairāk bija baltalkšņu, nekā melnalkšņu. Arī starp stipri inficētajām audzēm dominē baltalkšņa audzes (1.6. attēls). Kaut Latvijā melnalkšņa audzes aizņem 6,38% no kopējās meža platības (<http://www.silava.lv/petijumi/nacionlais-me-monitorings.aspx>), melnalksnis ir perspektīva suga un vērtīgs kokmateriālu avots. Līdz ar to iegūtie dati rāda pozitīvu tendenci attiecībā uz melnalksni. Neskatoties uz to, lokālais vairāk inficēto audžu izvietojums (1.6. attēls) liecina, ka Latvijā, iespējams, jau pastāv vairākas ar fitoftoru inficētas ūdenstilpes. Tas var būt potenciālais infekcijas avots daudzām mežaudzēm. Iespējams, fitoftora Latvijā līdzīgi kā citās valstīs izplatās gar upēm ar lēnu noteci vai caur meliorācijas ūdeņiem no inficētām audzēm (Thoirain et al. 2007). Apkopoti dati par apsekoto audžu attālumu no ūdenstilpēm (1. pielikums). Tie tiks analizēti saistībā ar fitoftoras infekciju 2022. gada uzdevumu ietvaros, kad būs apsekotas visas audzes. Fitoftoras klātbūtni ūdens paraugos iespējams noteikt, lietojot “augu materiāla lamatas” – ūdens paraugā ievietot rododendru lapas vai augļus, ko patogēns kolonizē.

Balstoties uz 2021.gada apsekojumu rezultātiem, atlasītas 20 audzes, kurās konstatēta fitoftora, slimības attīstības dinamikas novērtēšanai. Informācija par šīm audzēm, kurās 2022. gadā turpinās slimības dinamikas novērtēšanu, atrodama 1.pielikumā.

Vēršam uzmanību, ka papildus apsekojumos infekcija konstatēta melnalkšņa jaunaudzēm Latgales pusē. Stādu inficēšanās ar alkšņu fitoftoru var nākt jau no kokaudzētavām, kur daudzviet Eiropā fitoftora ir nopietna problēma (Jung 2009, Zamora-Ballesteros et al. 2017), jo īpaši kokaudzētavās, kas piegādā kailsakņu stādus (Jung & Blaschke 2004). Citā pētījumā norādīts, ka *Phytophthora alni* var ienest stādījumos no kokaudzētavām, kaut vizuālu slimības simptomu stādmateriālam var nebūt (Downing et al. 2010).

Attiecībā uz baltalksni, jāatzīmē, ka atlasītās audzes bija izvēlētas mitrajos un pārmitrajos meža tipos, kas atspoguļo tikai daļu no baltalkšņa mežaudzēm. Līdz ar to, dati interpretējami tikai uz selektīvu baltalkšņa audžu grupu un domājams, ka apsekojumos iekļaujot arī sausieņu tipus – inficēto koku procents būtu krietni zemāks.

#### **1.2.4. Secinājumi un rekomendācijas**

Vairāk kā 30% apsekoto alkšņu audžu konstatēta fitoftoras infekcija; simptomātiski koki novēroti visā valsts teritorijā.

Galvenokārt inficēts bija baltalksnis, bet infekcija novērota arī melnalksnim, pat jaunaudzēs.

Inficētajās audzēs simptomātisko koku īpatsvars ir zems, kas norāda uz vāju fitoftoras patogenitāti lielākajā daļā valsts teritorijas. Stipri inficētas (10–43% koku) bija 16 no 160 apsekotajām audzēm (10%); to lokālais izvietojums norāda uz potenciāli inficētiem ūdens baseiniem Latvijas teritorijā, kas veicina infekcijas izplatību.

Lai mazinātu infekcijas izplatību, rekomendējam inficētās baltalkšņa audzēs veikt koku ciršanu (rekonstruktīvās vienlaidus vai izlases cirtes).

### 1.3. Sēņu izraisīto skuju slimību monitoringa veikšana

Klimata pārmaiņas ir veicinošs faktors novērotajai dažādu patogēnu (*D. sapinea*, *Dothistroma septosporum*, *Entoleuca mammata*, *Hymenoscyphus fraxineus*, *Lecanosticta acicola*, *Ophiostoma novo-ulmi*) izplatībai uz Eiropas ziemeļiem (Hanso & Drenkhan 2008, Adamson et al. 2015b, Drenkhan et al. 2016a, Mullett et al. 2018, Jürisoo et al. 2019, Lutter et al. 2019). Kā invazīvās sugas, kas izraisa priežu skuju un dzinumu slimības Baltijas reģionā uzskatītas *Dothistroma septosporum*, *Dothistroma pini*, *Diplodia sapinea*, *Lecanosticta acicola* (Drenkhan & Hanso 2009, Adamson et al. 2015a,b). Šo sugu sastopamību Latvijā uzsākts izvērtēt šajā darba uzdevumā.

#### 1.3.1. Literatūras apskats

##### *Dothistroma* izraisītā skujbire

*Dothistroma* izraisītā skujbire (“*Dothistroma* needle blight DNB” jeb “red band needle blight”) ir viena no nozīmīgākajām priežu skuju slimībām, kas izplatīta visā pasaulē (Mullett et al. 2021). Pirmie simptomi, kas liecina par to, ka skuju inficētas, ir dzeltenīgas vai gaiši brūnas joslas uz skujām. Laika gaitā joslas kļūst brūnas, bet pēc tam iegūst tipisko ķieģeļsarkano krāsu, kas saglabājas vēl ilgi pēc tam, kad skuju atmirušas. Sarkanīgo joslu krāsa var variēt atkarībā no inficētās koka sugas, kā arī ne vienmēr tā ir saskatāma. Blakus sarkanajai joslai (infekcijas zonai), redzami brūni, atmiruši audi, kas robežojas ar tumši zaļām, lignificētām šūnām. Tas saistīts ar to, ka *Dothistroma* ģints sēnes izdala toksīnu dotistromīnu, kas veicina skuju šūnu atmiršanu un līdz ar to saistīts ar šo sēņu virulenci (Kabir et al. 2015). Sarkanu joslu centrā veidojas sēnes bezdzimumvairošanās auglķermeņi acervuli. Attiecībā uz slimības izplatību koku vainagā, novērots, ka infekcija vainagā izplatās no apakšas uz augšu un no vainaga iekšpuses uz ārpusi (Gonthier & Nicolotti 2013, Roques et al. 2017, Rodas & Wingfield 2020).

Sākotnēji, 50.–60.-tajos gados, šo slimību konstatēja Āfrikas valstīs un Ziemeļamerikā, galvenokārt klinškalnu priedei (*Pinus contorta*), melnajai priedei (*Pinus nigra*), dzeltenajai priedei (*Pinus ponderosa*) un Monterejas priedei (*Pinus radiata*) (Gibson et al. 1964, Gibson 1967, Gibson 1974). Skujbirei bija neliela ietekme uz priedēm, kas augs dabiskos apstākļos; uzliesmojumi bija izkliedus, kā arī koku bojāja dabiskajos mežos notika reti (Harrington & Wingfield 1998). Eiropā atsevišķi ziņojumi par *Dothistroma* skujbiri atrodami jau kopš pagājušā gadsimta piecdesmitajiem gadiem (Muray & Batko 1962, Murray 1967).

Sākot ar deviņdesmito gadu pirmo pusi Ziemeļu puslodē, tai skaitā Eiropā, *Dothistroma* skujbires biežums un uzliesmojumu intensitāte būtiski pieauga, tā pat palielinājies inficēto priežu sugu skaits, kā arī slimības skarto valstu skaits (Villebonne & Maugard 1999, Barnes et al. 2008, Brown & Webber 2008, Hanso & Drenkhan 2008, Drenkhan & Hanso 2009, Müller et al. 2009, Solheim & Vuorinen 2011). Šobrīd slimība konstatēta 78 valstīs (Drenkhan et al. 2016c). Baltijas valstīs skujbires attīstība novērota 21. gadsimta pirmajā dekādē un šobrīd tā ir plaši izplatīta priežu audzēs (Hanso & Drenkhan 2008, Drenkhan & Hanso 2009, Markovskaja & Treigiene 2009). Šobrīd 109 priežu dzimtas sugām konstatēta *Dothistroma* izraisītā skujbire ar dažādas intensitātes simptomātiku, tai skaitā 95 priežu sugām, vairākām egļu *Picea* spp. sugām, kā arī Eiropas lapeglei (*Larix decidua*) un zaļajai duglāzijai (*Pseudotsuga menziesii*) (Drenkhan et al. 2016c). Slimība ir izplatīta gan mežu ekosistēmās, gan dekoratīvajos svešzemju priežu stādījumos.

*Dothistroma* skujbire skuju koku sugām samazina biomasas pieaugumu. Biomasas pieauguma samazināšanos ir grūti uzskatāmi pierādīt, kamēr aptuveni 25% no skujām nav inficētas, tālāk zaudējumi ir proporcionāli infekcijas skartajam skuju apjomam, līdz tā sasniedz

75%, kad sākas koku kalšana (Gonthier & Nicolotti 2013). Galvenokārt infekcijas skartajiem kokiem samazinās caurmēra, nevis augstuma pieaugums (Gonthier & Nicolotti 2013). Kanādas pētījumi parādījuši, ka *Dothistroma* uzliesmojumi atstāj ietekmi uz priežu gadskārtu augšanas gaitu un priežu radiālo pieaugumu (Welsh et al. 2009).

Zināms, ka tikai 2% no kokiem, kas inficēti ar *Dothistroma* vai vairākiem patogēniem (*Dothistroma* kombinācijā ar *Armillaria* spp. vai *Diplodia* spp.) iet bojā, un tas notiek gadījumos, kad 85% skuju ir nobirušas (Gonthier & Nicolotti 2013). Tomēr *Dothistroma* spp. var veicināt citu patogēnu, piemēram, *Armillaria* spp. izraisītu koku bojāeju (Gonthier & Nicolotti 2013). Bojājuma pakāpe cieši saistīta ar koka vecumu. Lielāka ietekme slimībai ir jaunaudzēs (2–4 gadi) (Brown et al. 2003).

*Dothistroma* skujbiri izraisa divas šīs ģints sugas: *D. septosporum* (Dorog.) M. Morelet un *D. pini* Hulbary (Barnes et al. 2004). *Dothistroma septosporum* iekļauta EPPO karantīnas organismu sarakstā (EPPO 2005). Pretstatā plaši izplatītajai *D. septosporum*, sākotnēji uzskatīts, ka *D. pini* sastopama tikai Ziemeļamerikas centrālajā daļā (Barnes et al. 2004). Šobrīd *D. pini* ir konstatēta kopumā 13 valstīs, tai skaitā vairākās Eiropas valstīs kā Ukrainā, Krievijas dienvidrietumu daļā, Francijā, Ungārijā (Barnes 2008, Drenkhan et al. 2016c). *Dothistroma* nosakāma gan pēc mikroskopiskajām pazīmēm, gan molekulāri; *Dothistroma* sugas atšķiramas molekulāri, lietojot sugām specifiskos praimerus un citas molekulārās metodes (Branes et al. 2004, 2008, Groenewald et al. 2007, Ioos et al. 2010, Langrell 2011, Aglietti et al. 2021). Latvijā parastajai priedei konstatētas abas *Dothistroma* sugas – *D. septosporum* un *D. pini* (Ķiesnere 2014): *D. septosporum* visā valsts teritorijā un *D. pini* – atsevišķās mežaudzēs Kurzemē.

Pastāv vairāki izskaidrojumi, kādēļ salīdzinoši nesen saasinājusies *Dothistroma* izraisītās skujbires sastopamība Ziemeļu puslodes reģionos. Visticamāk, ka mainīgie klimata apstākļi un pret slimību uzņēmīgo koku sugu stādījumi, kas arī ietekmē patogēna izplatību. Britu Kolumbijā novērots, ka skujbires uzliesmojumi saistīti ar siltajām lietavām, kas bija raksturīgas no deviņdesmito gadu vidus līdz beigām (Woods et al. 2005). Tāpat arī Eiropā ir novērota saistība starp meteoroloģiskajiem faktoriem (piemēram, ilgstošām lietavām) un *Dothistroma* izraisītajiem skujbires uzliesmojumiem (Kirisits & Cech 2006, Brown & Webber 2008, Hanso & Drenkhan 2008, Drenkhan & Hanso 2009, Welsh et al. 2014, Woods et al. 2016, Markovskaja et al. 2020). Augsts mitruma līmenis un liels nokrišņu daudzums veicina *D. septosporum* sporu dīgšanu un skuju virsmas inficēšanu (Brown et al. 2003). Ja nav izteikta sezonālitate, infekcija ir sastopama un izplatās visu gadu (Rodas & Wingfield 2020).

Slimību var efektīvi ierobežot ar varu saturošiem fungicīdiem, bet šī ķīmiskā ierobežošanas metode izmantota tikai Austrālijas un Jaunzēlandes mežos (Bulmann et al. 2016). Citi piedāvātie risinājumi ir saistīti ar mežsaimniecības pasākumiem, ierobežojot slimības attīstību veicinošos faktorus. Pētījumi rāda, ka sēnes sporas pamatā izplatās divu metru rādiusā no infekcijas avota (Boateng & Lewis 2015), līdz ar to priežu jaunaudžu retināšana var samazināt slimības izplatību. Slimības izplatību veicina arī ūdens akumulācija uz skuju virsmas (Boateng & Lewis 2015), ko veicina paaugstināts mitrums koku vainagā. No mežsaimnieciskā viedokļa to var samazināt priežu jaunaudžu atzarošana, kā arī, izvēloties priežu audzēšanai piemērotākos meža tipus, jāizvērtē to saistība ar slimības risku (Boateng & Lewis 2015, Bulmann et al. 2016). Visbiežāk pielietotā stratēģija Eiropas valstīs ir rezistentāku sugu vai klonu atlase, kā arī inficētu priežu stādmateriāla pārrobežu pārvadājumu samazināšana, lai tādējādi nepalielinātu patogēna ģenētisko daudzveidību citās valstīs (Bulmann et al. 2016, Markovskaja et al. 2020).

## ***Diplodia sapinea* izraisītā skujbire**

*Diplodia sapinea* (Fr.) Fuckel (Phillips et al. 2013, Slippers et al. 2013) (sin. *Diplodia pinea* (Desm.) Kickx., *Sphaeropsis sapinea* (Fr.: Fr./ Dyko and Sutton) ir plaši izplatīts skuju koku patogēns, kas izraisa dzinumumu atmiršanu un skujbiri (“*Diplodia* tip blight” jeb “*Diplodia* shoot blight”).

*Diplodia* skujbire izraisa dažādus simptomus skuju kokiem: zaru un jauno dzinumumu deformācijas, vīti un atmiršanu, skuju kalšanu, dzinumumu, zaru un mizas vēzi. Citi slimības simptomi ir sakņu sistēmas traucējumi un ar tiem saistītā vīte skuju koku stādiem, kā arī mizas vēzis pieaugušiem kokiem un aplievas koksnes zilējums (Peterson 1977, Swart et al. 1985). Sēne veido melnus bezdzimumsporas veidojošus augļķermeņus (piknīdas) uz atmirušajām skujām, dzinumumiem vai čiekuru ārējajām zvīņām. Patogēna bezdzimumsporas (konīdijas) labi izplatās ar vēju, ūdens pilieniem, kukaiņiem un cilvēku starpniecību (Swart & Wingfield 1991, Bihon et al. 2011, Adamson et al. 2015b, Drenkhan et al. 2016b).

Ja slimības simptomi ir izteikti, patogēnu var labi noteikt pēc morfoloģiskajām un mikroskopiskajām pazīmēm. Ja patogēns neveido augļķermeņus, to var noteikt, lietojot dažādas molekulārās metodes (Flowers et al. 2003, Luchi et al. 2005, Luchi et al. 2011, Smith & Stanosz 2006).

*Diplodia* ir tā saucamais gadījuma patogēns (“opportunistic pathogen”), kas var izraisīt ekonomiskus zaudējumus uzņēmīgām sugām kokaudzētāvās, plantācijās un mežaudzēs (Swart & Wingfield 1991, Blodgett & Stanosz 1997). Sēne *Diplodia sapinea* ir bieži sastopama, kā endofīts priežu zaros, pumpuros un skujās un kļūst patogēns, kad saimniekaugs ir stresa apstākļos (Stanosz et al. 2001, Bußkamp et al. 2020, Oliva et al. 2020). Līdz ar to, stresa apstākļos slimības var izraisīt koka bojāeju (Rodas & Wingfield 2020). Tas, ka patogēns ilgstoši var būt klātesošs kokā asimptomātiskā veidā, apgrūtina slimības konstatēšanu un tās izplatības kontroli.

Patogēns ir sastopams visā pasaulē (Swart et al. 1985) mērenās joslas un subtropu skuju koku mežos (Desprez-Loustau et al. 2006, Fabre et al. 2011, De Urbina et al. 2017), bet salīdzinoši nesen tas konstatēts kā patogēns ziemeļu hemiboreālajos un boreālajos mežos.

Eiropā pēdējo dekāžu laikā novērota slimības izplatība ziemeļu virzienā saistībā ar klimata pārmaiņām un globālo tirdzniecību (Hanso & Drenkhan 2009, Fabre et al. 2011, Oliva et al. 2013, Adamson et al. 2015b, Brodde et al. 2019, Müller et al. 2019). *D. sapinea* domājams ievesta vairākās valstīs, pārvadājot stādus, sēklas vai citus inficētus skuju koku materiālus (Wingfield et al. 2001, Burgess & Wingfield 2002). 2016. gadā konstatēts *Diplodia* uzliesmojums Zviedrijā; tur speciālisti konstatējuši, ka silts maijs un jūnijs veicina slimības izplatību, un galvenais infekcijas avots ir stipri inficētie koki (Brodde et al. 2019). Pētījumā Monterejas priedes (*Pinus radiata*) jaunaudzēs Āfrikā secināts, ka meža tips ir maz saistīts ar slimības intensitāti un ka to vairāk ietekmē mikroklimats – īpaši jutīgas audzes reljefa iepakās un ielejās ar mazām temperatūras svārstībām un augstu mitruma līmeni (Zwolinski et al. 1990).

Lai samazinātu slimības izplatību, nepieciešams nodrošināt koku augšanai nepieciešamos minerālās barošanās apstākļus, kā arī ieteicams no audzes izvākt inficētos kokus mērķtiecīgi vai jaunaudzju kopšanas laikā (Brodde et al. 2019, Rodas & Wingfield 2020).

## ***Lecanosticta acicola* izraisītā skujbire**

*Lecanosticta acicola* (Thüm.) Syd. (sin. (dzimumvairošanās stadija): *Mycosphaerella dearnessii* M. E. Barr) izraisītā skujbire (“Brown-spot needle blight”) ir nozīmīga priežu skuju slimība, kas pirmo reizi 1876. gadā konstatēta Ziemeļamerikā (Tainter & Baker 1996). Patogēns Eiropā konstatēts 1942. gadā, Spānijā. Domājams, ka vēsturiski bijuši divi infekcijas ceļi no Amerikas uz Eiropu: pirmais no Misisipi reģiona uz Spānijas reģionu, otrs no

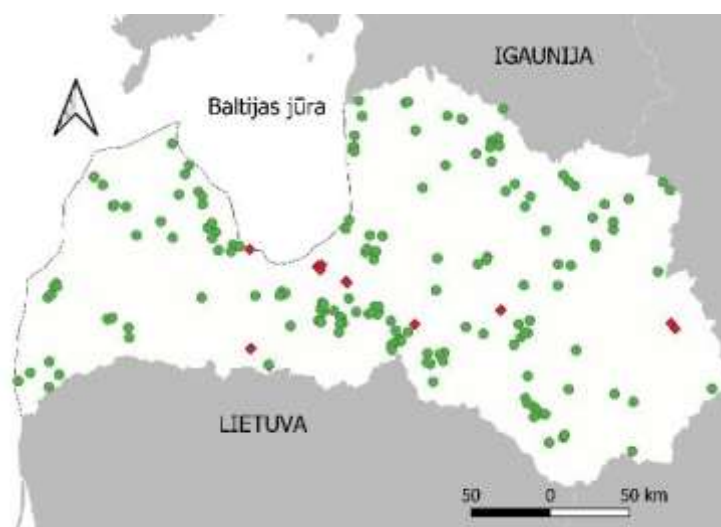
Ziemeļamerikas ziemeļaustrumu reģioniem uz Itāliju un no turienes uz Ziemeļeiropu (Janoušek et al. 2014).

Pēdējo dekāžu laikā slimība strauji izplatās Eiropā (Lévy & Lafaurie 1994, Holdenrieder & Sieber 1995, Drenkhan & Hanso 2009, Jankovský et al. 2009, Markovskaja et al. 2011, Hintsteiner et al. 2012, Adamson et al. 2015a, Adamčíková et al. 2021). Suga iekļauta EPPO karantīnas organismu sarakstā (EPPO 2008). Slimība galvenokārt vai sākotnēji konstatēta apdzīvotās vietās uz dekoratīvajām apstādījumu priedēm (Adamson et al. 2015a, Adamčíková et al. 2021). Tomēr konstatēta arī parastās priedes inficēšanās un slimības izplatība mežaudzēs (Adamson et al. 2018).

Slimības attīstība sākas no vainaga lejas daļas (Rodas & Wingfield 2020). Tas saistīts ar to, ka mitrums (lietus, migla un rasa) ir nozīmīgi faktori sēnes izplatībā. Minimālā temperatūra sēnes sporu izplatībai ir 2–3°C (Tainter & Baker 1996). Ziemeļamerikā novērots, ka visu gadu pastāv augsts risks inficēties ar šo patogēnu, jo īpaši – jūnija un augusta mēnešos (Tainter & Baker 1996).

### 1.3.2. Materiāls un metodika

Audzū atlasei un apsekošanai izmantotā metodika precizēta 1.1.1. un 1.1.2. nodaļās. Šajā etapā apsekojām 165 priedes jaunaudzes (155 pavasara sezonā un 10 rudens sezonā) un ievācām 51 paraugu no skuju koku dekoratīvajiem stādījumiem. Audžu atrašanās vietas redzamas 1.2. attēlā, kā arī detalizētāks audžu apraksts apkopots 2. pielikumā. Inficēto koku īpatsvaru starp meža tipiēm un starp bonitātes klasēm salīdzinājām ar neparametrisko Hī kvadrāta testu, kas piemērots divu paraugkopu proporciju pa kategorijām salīdzināšanai, novērtējot atšķirību būtiskumu.



1.7. attēls. Apsekotās priežu jaunaudzes (zaļi punkti) un skuju koku dekoratīvie stādījumi (sarkani rombi).

No visām apsekotajām audzēm ievākti skuju un dzinumu paraugi. Laboratorijas apstākļos paraugi mikroskopēti un noteiktas patogēnās sēnes, novērtējot sēņu morfoloģiskās pazīmes. No katra simptomātiska parauga paņemti skuju fragmenti patogēnu noteikšanai, izmantojot molekulārās metodes sadarbībā ar Igaunijas Dzīvības zinātņu universitāti (Prof. R. Drenkhan). Kopējais DNS no skuju paraugiem izdalīts ar Thermo Fisher Scientific ražoto DNS izdalīšanas komplektu GeneJET Genomic DNA Purification Kit. Sēņu identificēšanai veiktas polimerāzes ķēdes reakcijas (PCR) ar patogēnu sugām – *Dothistroma septosporum*, *Dothistroma pini*, *Lecanosticta acicola* un *Diplodia sapinea* – specifiskiem praimeriem.



*D. septosporum* noteikta ar praimeriem DStub2-F (5' – CGAACATGGACTGAGCAAAAC – 3') un DStub2-R (5' – GCACGGCTCTTTCAAATGAC – 3') (Ioos et al. 2010). Uz 20 µl PCR reakcijai ņemts 4µl PCR Master Mix (Solis BioDyne 5x HOT FIREPol Blend Master Mix ar 10 mM MgCl<sub>2</sub>); 0,5 µl katra praimera; 14 µl DDW un 1 µl parauga DNS. PCR protokols: sākuma denaturācija 95°C uz 10 minūtēm, 40 cikli, kas sastāvēja no DNS denaturācijas (95°C uz 30 sekundēm), praimeru hibridizācijas (60°C uz 30 sekundēm), DNS sintēze (72°C uz 1 minūti), un beigu DNS sintēzes 72°C uz 10 minūtēm.

*D. pini* noteikta ar praimeriem DPtef-F (5' – ATTTTTCGCTGCTCG – 3') un DPtef-R (5' – CAATGTGAGATG – 3') (Ioos et al. 2010). Uz 20 µl PCR reakcijai ņemts 0,2 µl DNS polimerāzes, 2 µl bufera, 1,6 µl 25 mM MgCl<sub>2</sub>; 0,4 µl katra praimera; 13,2 µl DDW un 2 µl parauga DNS. PCR protokols: sākuma denaturācija 95°C uz 10 minūtēm, 40 cikli, kas sastāvēja no DNS denaturācijas (95°C uz 30 sekundēm), praimeru hibridizācijas (60°C uz 30 sekundēm), DNS sintēzes (72°C uz 1 minūti), un beigu DNS sintēze 72°C uz 10 minūtēm.

*Lecanosticta acicola* noteikta ar praimeriem Latef-F (5' – GCAAATTTTCGCCGTTTATC – 3') un Latef-R (5' – TGTGTTCCAAGAGTGCTTGC – 3') (Ioos et al. 2010). Uz 20 µl PCR reakcijai ņemts 4 µl PCR Master Mix (Solis BioDyne 5x HOT FIREPol Blend Master Mix ar 10 mM MgCl<sub>2</sub>); 0,5 µl katra praimera; 14 µl DDW un 1 µl parauga DNS. PCR protokols: sākuma denaturācija 95°C uz 10 minūtēm, 40 cikli, kas sastāvēja no DNS denaturācijas (95°C uz 30 sekundēm), praimeru hibridizācijas (60°C uz 30 sekundēm), DNS sintēzes (72°C uz 1 minūti), un beigu DNS sintēze 72°C uz 10 minūtēm.

*Diplodia sapinea* noteikta ar praimeriem DiSapiF (5' – CCCTTATATATCAAACATGCTTTGT – 3') un DiploR (5' – TTACATAGAGGATTGCCTTCG – 3') (Riit 2014). Uz 20 µl PCR reakcijai ņemts 4 µl PCR Master Mix (Solis BioDyne 5x HOT FIREPol Blend Master Mix ar 10 mM MgCl<sub>2</sub>); 0,5 µl katra praimera; 14 µl DDW un 1 µl parauga DNS. PCR protokols: sākuma denaturācija 95°C uz 15 minūtēm, 40 cikli, kas sastāvēja no DNS denaturācijas (95°C uz 30 sekundēm), praimeru hibridizācijas (61°C uz 30 sekundēm), DNS sintēzes (72°C uz 1 minūti), un beigu DNS sintēze 72°C uz 10 minūtēm.

Polimerāzes ķēdes reakcijas produkti (5 µl) tika pārbaudīti uz 1% agarozes gēla, lai novērtētu, vai konkrētajā paraugā ir klātesošs attiecīgais patogēns vai nē.

### 1.3.3. Rezultāti

Pavisam 2021. gadā apsekotas 165 priedes jaunaudzēs, kas kopā aizņēma 382 ha (1.1. tabula). Audžu vidējais vecums bija 9,5 gadi.

1.1. tabula. 2021. gadā apsekoto priedes audžu raksturojums (platība, skaits, vidējais vecums un vitalitāte)

Meža tips	Kopējā platība, ha	Objektu skaits	Vidējais vecums, gadi	Veselu koku un koku ar nebūtiskiem skuju bojājumiem īpatsvars, %	Koku ar skuju bojājumiem īpatsvars, %
Dm	112,3	44	9,7	45%	55%
Ln	132,8	53	9,2	39%	61%
Mr	55,2	23	9,5	29%	71%
Sl	1,6	1	8,0	40%	60%
Dms	9,7	5	10,4	34%	66%

Mrs	13,8	8	10,1	16%	84%
As	31,8	14	9,1	51%	49%
Am	14,5	9	10,6	27%	73%
Ks	3,8	3	9,0	20%	80%
Km	1,8	1	13,0	0%	100%
Kv	1,0	2	6,5	65%	35%
Nd	4,0	2	10,0	35%	65%

Salīdzinājām skuju bojājumu intensitāti dažādos meža tipos, īpašu uzsvāru liekot uz tiem, kas pārstāvēti ar vairāk nekā trim audzēm. Konstatēta tendence, ka skuju slimību simptomi ir izteiktāki nabadzīgākos meža tipos kā mētrājs, slapjais mērtājs, mētru ārenis, salīdzinot attiecīgi ar damaksni, slapjo damaksni, šaurlapju āreni. Hi kvadrāta tests parādīja būtiskas atšķirības starp koku īpatsvaru katrā no grupām ( $p < 0,05$ ). Salīdzinājām skuju bojājumu intensitāti pa bonitātes klasēm (1.2. tabula), kas parādīja lielāku skuju bojājumu īpatsvaru zemākas bonitātes audzēs (3. un 4. klasē), salīdzinot ar 1. un 2. bonitātes klases audzēm ( $p < 0,05$ ).

1.2. tabula. 2021. gadā apsekoto priedes audžu raksturojums, grupējot jaunaudzēs pēc bonitātes klasēm

Bonitātes klase	Kopējā platība, ha	Objektu skaits	Vidējais vecums, gadi	Veselu koku un koku ar nebūtiskiem skuju bojājumiem īpatsvars, %	Koku ar skuju bojājumiem īpatsvars, %
1	117,2	48	9,6	44%	56%
2	165,2	67	9,2	41%	59%
3	80,5	39	9,7	31%	69%
4	19,4	11	9,9	22%	78%

Literatūrā ieteikts izvēlēties priežu audzēšanai piemērotākos meža tipus saistībā ar skujbires riskiem (Boateng & Lewis 2015, Bulmann et al. 2016). Mūsu dati liecina, ka damakšņa meža tipā skujbires bojājumi mežaudzēm ir mazāki.

No apsekotajām audzēm, balstoties uz pirmā etapa rezultātiem, atlasītas 50 priežu jaunaudzēs damakšņa, lāna un mētrāja meža tipos, kurās veiks ilgtermiņa skujbires satstoppinga novērtējums (2.pielikums). Papildus atlasītas 30 audzes, kurās konstatēta *Dothistroma* spp. vai *Diplodia sapinea*, vai abu šo patogēnu izraisītā skujbire (2. pielikums). Šajās audzēs novērtēs infekcijas izplatības dinamiku un tās ietekmi uz audzes mežsaimnieciskajiem rādītājiem.

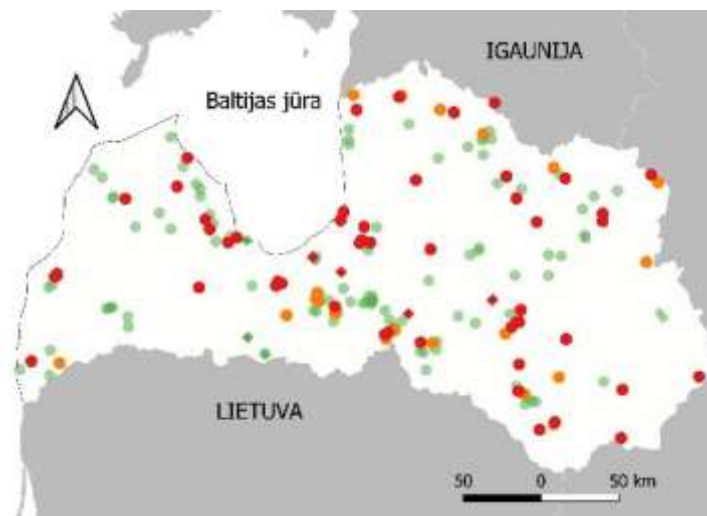
### ***Dothistroma* izraisītā skujbire**

*Dothistroma* izraisītā skujbire konstatēta uz ievāktajiem skuju paraugiem pēc mikroskopiskajām pazīmēm – sēnei tipiskais sarkanais krāsojums uz skužām, acervuli un konīdijsporas (1.8. attēls).



1.8. attēls. *Dothistroma* skujbires simptomi – sarkanais krāsojums uz skužām un acervuli.

*Dothistroma* skujbire konstatēta 68 no apsekotajām 165 priežu jaunaudzēm. Izplatības karte liecina, ka *Dothistroma* skujbire sastopama visā Latvijas teritorijā (1.9. attēls). Molekulārās analīzes apstiprinājušas, ka galvenokārt simptomus izraisījusi sēne *Dothistroma septosporum*. Tas saskan ar iepriekšējo pētījumu datiem, kas liecina, ka Latvijas teritorijā dominē *Dothistroma septosporum* (Ķiesnere 2014).



1.9. attēls. *Dothistroma* skujbires izplatība apsekotajās mežaudzēs un dendroloģiskajos stādījumos: apli – mežaudzes, rombi – dekoratīvie stādījumi; sarkans – apstiprināts, ka simptomus izraisījusi sēne *D. septosporum*; oranžs – simptomi atbilda *Dothistroma* skujbirei, bet molekulāri patogēna suga netika apstiprināta; zaļš - apsekojumi, kuros *Dothistroma* nav konstatēta.

Inficētās audzes bija dažāda vecuma un pārstāvēja atšķirīgus meža tipus. Vainaga bojājumi šajās audzēs galvenokārt bija nelieli un novēroti lokāli, tikai daļā vainaga; būtiski vainaga bojājumi konstatēti 0–50% apsekoto koku audzē (vidēji 0,3% audzē). Tomēr literatūrā atzīmēts, ka *Dothistroma* skujbire skuju koku sugām samazina biomasas pieaugumu, arī ja vainaga bojājumi ir nelieli (Gonthier & Nicolotti 2013). Zināms, ka tikai 2% no kokiem, kas inficēti ar *Dothistroma* vai vairākiem patogēniem (*Dothistroma* kombinācijā ar *Armillaria* spp. vai *Diplodia* spp.) iet bojā, ja skuju zudumi ir būtiski (Gonthier & Nicolotti 2013). Mūsu pētījumā 15 audzēs konstatēta kā *Dothistroma* skujbire, tā arī *Diplodia sapinea*. Taču tikai divās no šī audzēm konstatēti koki ar būtiskiem vainaga bojājumiem, attiecīgi vienam un pieciem no apsekotajiem kokiem.

*Dothistroma* skujbiri izraisa divas šīs ģints sugas: *D. septosporum* (Dorog.) M. Morelet un *D. pini* Hulbary (Barnes et al. 2004). Latvijā parastajai priedei konstatēti divi *Dothistroma* skujbires izraisītāji – *D. septosporum* un *D. pini* (Ķiesnere 2014). Mūsu pētījumā līdz šim konstatēta tikai *D. septosporum*. Turpmākajā darbā atkārtoti pārbaudīsim paraugus, kur patogēns vēl līdz sugas līmenim nav identificēts. Turklāt *Dothistroma* adaptācija un līdz ar to arī patogenitāte ir saistīta ar tās ģenētisko daudzveidību, ko ietekmē dzimumvairošanās

potenciāls. To novērtē, analizējot abu sēnes pārošanās tipu klātbūtni mežaudzē. To varētu novērtēt turpmākajā darbā. Zināms, ka Latvijā sastopami abi *D. septosporum* dzimumvairošanās tipi, tomēr dažās audzēs var būt sastopams tikai viens, kas izslēdz sēnes dzimumvairošanās iespēju (Ķiesnere 2014).

Mūsu pētījumā *D. septosporum* konstatēta ne tikai uz parastās priedes, bet arī uz trim citām priežu sugām (*P. ponderosa*, *P. mugo* un *P. sibirica*), kā arī uz baltegles (*Abies* sp.). Šobrīd 109 priežu dzimtas sugām konstatēta *Dothistroma* izraisītā skujbire ar dažādas intensitātes simptomātiku (Drenkhan et al. 2016c).

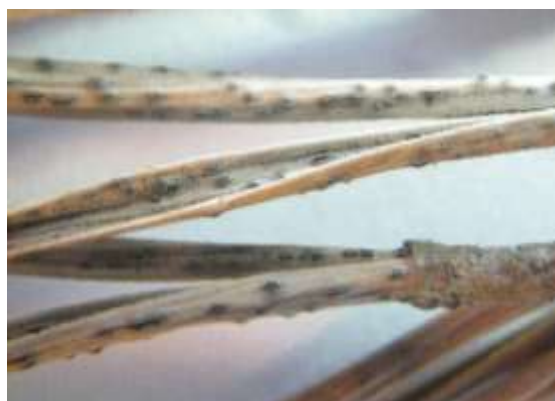
Tā kā infekcija ar šo patogēnu ir plaši izplatīta valsts teritorijā, inficētajās platībās ieteicams veikt jaunaudžu retināšanu vai atzarošanu (Boateng & Lewis 2015), kā arī atlasīt pret patogēnu rezistentākus klonus (Bulmann et al. 2016, Markovskaja et al. 2020).

### ***Diplodia sapinea* izraisītā skujbire**

*Diplodia sapinea* ir plaši izplatīts skuju koku patogēns, kas izraisa dzinumu atmiršanu un skujbiri. *Diplodia* skujbire izraisa dažādus simptomus skuju kokiem: zaru un jauno dzinumu deformācijas, vīti un atmiršanu, skuju kalšanu, dzinumu, zaru un mizas vēzi. Mūsu pētījumā šo patogēnu pēc sugas mikroskopiskajām pazīmēm konstatējām uz priežu čiekuriem (galvenokārt dekoratīvajām priedēm) un jaunajiem dzinumiem (1.10. attēls).



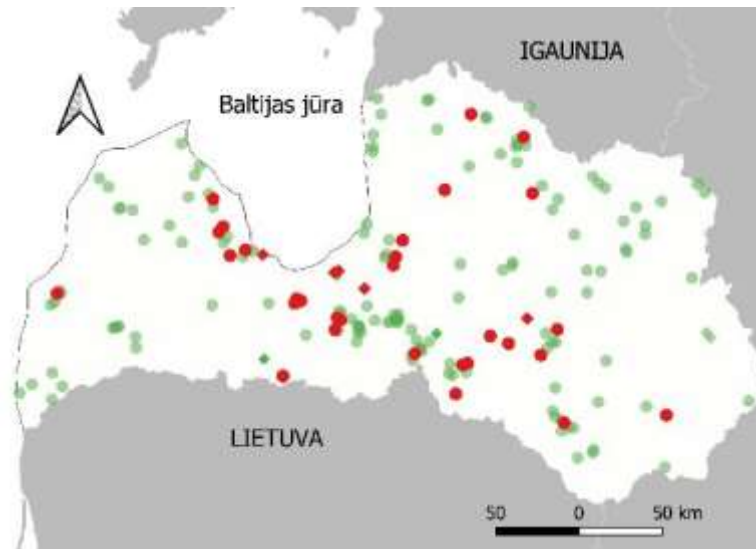
A



B

1.10. attēls. *Diplodia sapinea* bezdzimumsporas veidojošie augļķermeņi (piknīdas) uz priedes čiekura ārējās zvīņas (A) un atmirušajām skujām (B).

Ja patogēns neveido augļķermeņus, to var noteikt, lietojot dažādas molekulārās metodes (Flowers et al. 2003, Luchi et al. 2005, 2011, Smith & Stanosz 2006), tāpēc visus simptomātiskos paraugus pārbaudījām arī ar *Diplodia* specifiskiem praimeriem. Apkopojot sugas izplatības datus, secināts, ka patogēns kopumā sastopams visā Latvijas teritorijā (1.11. attēls). Tas atrasts 29 no 165 apsekotajām jaunaudzēm.



1.11. attēls. *Diplodia sapinea* skujbires izplatība apsekotajās mežaudzēs un dendroloģiskajos stādījumos: apļi – mežaudzes, rombi – dekoratīvie stādījumi; sarkans – apstiprināts, ka simptomus izraisījusi sēne *D. sapinea*, zaļš – apsekojumi, kuros *D. sapinea* nav konstatēta.

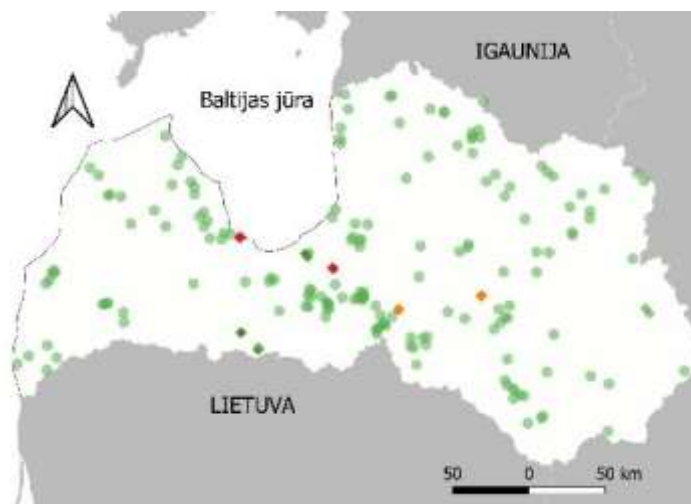
Inficētās audzes bija dažāda vecuma un pārstāvēja dažādus mežu tipus. Četrās no jaunaudzēm, kurās sēne *Diplodia sapinea* konstatēta, visi koki bija vizuāli bez skuju bojājumiem un tikai vienam no apsekotajiem kokiem novēroti nelieli, lokāli vainaga bojājumi. Iespējams, tas saistīts ar sēnes endofīto dabu - tā bieži sastopama kā endofīts priežu zaros, pumpuros un skujās un kļūst patogēns tikai, kad saimniekaugs ir stresa apstākļos (Stanosz et al. 2001, Bußkamp et al. 2020, Oliva et al. 2020).

Patogēns ilgstoši var būt klātesošs kokā asimptomātiskā veidā. Ja ir nodrošināts optimāls minerālās barošanās režīms, simptomi var neveidoties. Ieteicams, inficētos kokus, kam novēroti simptomi, izvākt no mežaudzes, lai tie neinficētu citus kokus (Brodde et al. 2019, Rodas & Wingfield 2020).

Iegūtā informācija par *Diplodia sapinea* populāciju dinamiku apkopota publikācijā: Adamson K., Laas M., Blumenstein K., Busskamp J., Langer G.J., Klavina D., Kaur A., Maaten T., Mullett M.S., Müller M.M. et al. Highly Clonal Structure and Abundance of One Haplotype Characterise the *Diplodia sapinea* Populations in Europe and Western Asia. *J. Fungi* **2021**, 7(8), 634; <https://doi.org/10.3390/jof7080634> [Impact factor: 5.816]. Šis pētījums rāda, ka Latvijā sastopamās *Diplodia* sēnes ir radniecīgākas ar Igaunijas indivīdiem un šīs slimības izcelsme Baltijas reģionā varētu nākt no Vācijas.

### ***Lecanosticta acicola* izraisītā skujbire**

Līdz šim minētas *L. acicola* atradnes Salaspilī, Nacionālajā botāniskajā dārzā (pirmais ziņojums par sugas konstatēšanu Latvijā 2012. gadā, kā arī atkārtota atradne 2016. gadā), kā arī ziņots par sugas sastopamību pie Daugavpils (Mullett et al. 2018, EPPO dati (<https://gd.eppo.int/taxon/SCIRAC/distribution/LV>)). Mūsu dati atkārtoti apstiprina atradni Salaspilī uz kalnu priedes (*Pinus mugo*), kā arī uzrāda jaunu sugas atradni Lāčupītes dendrārijā arī uz kalnu priedes (1.12.attēls). Skrīveru dendrārija un Kalsnavas arborētuma paraugu simptomi atbilda *L. acicola* izraisītajiem, bet patogēna klātbūtne šiem paraugiem vēl netika pārbaudīta molekulāri.



1.12. attēls. *Lecanosticta acicola* skujbires izplatība apsekotajos dendroloģiskajos stādījumos: sarkans – patogēns apstiprināts molekulāri; oranžs – simptomi atbilda *L. acicola* izraisītajiem, bet molekulāri patogēns vēl netika pārbaudīts; zaļš - apsekojumi, kuros *L. acicola* nav konstatēta.

Igaunijas pētniece M. Laas norāda (nepublicēti dati), ka suga konstatēta arī uz kalnu priedes Cēsu pilsētas apstādījumos. Balstoties uz šiem datiem, secinām, ka Latvijā kā citās valstīs slimība galvenokārt vai sākotnēji konstatēta apdzīvotās vietās uz dekoratīvajām apstādījumu priedēm (Adamson et al. 2015a, Adamčíková et al. 2021). Tomēr Igaunijā jau konstatēta arī parastās priedes inficēšanās un slimības izplatība mežaudzēs (Adamson et al. 2018). Līdz ar to turpināms šī patogēna monitorings, jo īpaši apsekojot un apzinot sugas izplatības potenciālos avotus – inficētus dekoratīvo priežu stādījumus, kā arī apsekojot mežaudzes inficēto platību tuvumā. Tā kā sēnes izraisītie simptomi ir novērojami uz inficētām skujām visu gadu (Tainter & Baker 1996), dekoratīvo priežu apsekojumus var plānot neatkarīgi no sezonas.

### 1.3.4. Secinājumi un rekomendācijas

Gandrīz 50% apsekoto priedes jaunaudžu konstatētas invazīvās patogēnu sugas. Dominantā invazīvo skujbires sēņu suga Latvijā ir *Dothistroma septosporum*, kas sastopama visā valsts teritorijā.

Balstoties uz citu valstu pieredzi, inficētajās platībās rekomendējams veikt jaunaudžu kopšanu vai atzarošanu, mērķteicīgi vai jaunaudžu kopšanas laikā izvākt infekcijas skartos kokus, kā arī atlasīt rezistentākus priežu klonus.

Skuju patogēns *Lecanosticta acicola* Latvijā līdz šim nav novērots uz parastās priedes, tajā skaitā nevienā noapsekotajām priežu jaunaudzēm. Dekoratīvajos priežu stādījumos konstatētas jaunas šīs sugas atradnes.

## 2. SĒŅU IZRAISĪTĀS LAPU KOKU SLIMĪBAS: IETEKME UZ KOKU VESELĪBU UN KOKSNES KVALITĀTI

Saistībā ar klimata pārmaiņām Latvijā, līdzīgi, kā citur Eiropā, potenciāli pieaugs lapu koku īpatsvars, tādēļ svarīgi izvērtēt iespējamās fitopatoloģiskās riskus. Pētījumā plānoti septiņi darba uzdevumi, kuros paredzēts novērtēt fitopatoloģisko stāvokli vairākām lapu koku sugām. Šajā etapā uzsākti divi no tiem.

### 2.1. Bērzu *Betula sp.* un apšu *Populus sp.* inficēšanos ar trupi izraisošām sēnēm novērtējums

#### 2.1.1. Literatūras apskats

Bērzi un apses ir plaši sastopamas koku sugas ziemeļu mērenajos klimata reģionos, tajā skaitā arī Latvijā. Šīs lapu koku sugas ir ekonomiski nozīmīgas un tiek audzētas kokmateriālu un celulozes ieguvei, kā arī, salīdzinot ar skuju kokiem, tās ir ātraudzīgākas. Ņemot vērā klimata pārmaiņas un gada vidējās temperatūras paaugstināšanos, lapu koku, tajā skaitā bērzu un apses pieprasījums un lapu koku platības visticamāk pieaugs, tādēļ ir būtiski noskaidrot šo koku sugu potenciālos patogēnus, kas izraisa koksnes trupi un samazina kokmateriālu vērtību.

#### Bērzi

##### *Faktori*

Bērzi ir viena no visjutīgākajām koku sugām pret patogēniem mikroorganismiem (Dubois et al. 2021). Novērota tendence, ka bērzu pieaugums samazinās pēc 30 gadu sasniegšanas. Iespējams, tas saistīts ar dažādām sēņu ierosinātām slimībām (Bennell & Millar 1984). Kā abiotiskie, tā biotiskie faktori (dzīvnieku un kukaiņu radītie mizas bojājumi; primārie patogēni kā miltrasa un rūsa) ietekmē bērzu uzņēmību pret trupes sēnēm (Bennell & Millar 1984).

Lai gan dabiski atjaunojušies bērzi jaunaudzēs ir izturīgi, labi aug ar barības vielām nabadzīgās augsnes, kā arī ir izturīgāki nelabvēlīgos laika apstākļos, tomēr ir novērots, ka pēc karstām, sausām vasarām kokiem lapas nobirst ātrāk (Phillips & Burdekin 1982), kā arī barības vielām nabadzīgās kūdrainās augsnes koki ir mazi un attīstās sliktāk. Šie aspekti padara bērzus daudz vieglāk inficējamus ar dažādiem patogēniem (Bennell & Millar 1984). Ļoti nabadzīgas, blīvas augsnes, it īpaši pseidoglejotās lauksaimniecības augsnes, kā arī gaisa piesārņojums ir iemesls tam, ka bērzu sakņu sistēma attīstās ļoti tuvu zemes virskārtai. Šādas audzes ir arī daudz jutīgākas pret salnu radītiem bojājumiem (Mauer & Palátová 2003). Salnu bojājumi un plaisas ir cieši saistītas ar iekrāsojumu un trupi izraisošo sēņu attīstību (Viherä-Aarnio & Velling 2017). Arī ilgstošs sausums vai plūdi novājina koku (Perala & Alm 1990). Pie tam, bērza pielāgošanās noteiktiem apstākļiem un barības vielu pieejamība augsnē ietekmē, cik izturīgs kokaugs būs pret šādām pārmaiņām (Perala & Alm 1990, Sellin et al. 2014). Piemēram, bērzi, kuri ir pieraduši pie augsta mitruma daudzuma gaisā, ir daudz jutīgāki pret sausumu (Sellin et al. 2014). Pazemināts fosfora daudzums augsnē būtiski samazina bērza rezistenci pret sausumu

(Perala & Alm 1990). Novājinātiem kokiem ir samazināti aizsardzības mehānismi, tie nespēj aizaudzēt brūci un izdalīt toksīnus vai kā citādi izolēt infekciju no pārējiem audiem (Stockland et al. 2012).

Būtiska loma patogēnu izplatībā ir mehāniskiem bojājumiem, ko izraisa lielie zīdītāji un kukaiņi (Gauthier et al. 2015). Koksnes iekrāsojums bērziem vairākkārt ir saistīts ar bērza kambija mušu *Phytobia betulea* un krāšņvabolēm *Agrius* (Hallaksela & Niemestö 1998, Skrylnik et al. 2019). Arī koksnes trupes sēnes ļoti bieži izplata dažādas kukaiņu sugas. Kā visbūtiskākā jāmin lapkoku ragaste *Tremex fuscicornis*, kas ir baltās trupes sēnes *Cerrena unicolor*, kā arī citu bazīdijsēņu izplatības vektors (Pažoutová & Šrůtka 2007).

Bērzu mizu un nereti arī koksni ievaino dažādu mežsaimniecisko darbību laikā (Fleet 2001). Ziemeļeiropā koksnes iekrāsojums bērzam ir visai bieži izplatīts un tiek cieši saistīts ar mehāniskiem koku bojājumiem. Bērza audzēs Lietuvā, kur iepriekš veikti dažādi meža apsaimniekošanas darbi, visiem kokiem, kuriem konstatētas mehāniskas brūces, novērots arī iekrāsojums. Iekrāsojuma intensitāte bija saistīta ar brūces izmēru (Vasaitis et al. 2012).

### ***Sakņu slimības***

Parasti sakņu slimības bērziem neizraisa būtiskus bojājumus. Izņēmums ir koki, kas pakļauti ekstrēmiem vides faktoriem, piemēram, sausumam (Bennell & Millar 1984). Būtiskākie patogēni, kas izraisa sakņu trupi ir celmenes *Armillaria* spp., priežu sakņupiepe *Heterobasidion annosum* s.s. un fitoftoras *Phytophthora* spp. (Bennell & Millar 1984).

Celmenes *Armillaria* spp. izraisa sakņu un stumbra trupi dažādām koku sugām. Kaut bērzi ir uzskatāmi par samēra rezistentiem pret *Armillaria* sakņu trupi, tomēr vairākas celmeņu sugas var inficēt novājinātus bērzus, piemēram, *Armillaria gallica* (*A. lutea*) un *A. ostoyae* (Rishbeth 1982, Mauer & Palatova 2003). Lielākā daļa *Armillaria* sugu ir saprofīti un augļķermeņus parasti veido uz kritušiem kokiem (Bennell & Millar 1984), tomēr dažreiz augļķermeņi var veidoties arī uz kalstošo koku sakņu kakla (Kuzmichev et al. 2001). Celmenes no koka uz koku izplatās ar rizomorfām (sēnes hifu veidoti melni sakņveida pavedieni). Trupe stumbrā parasti izplatās līdz 1-1,5 m augstumam (Kuzmichev et al. 2001).

Salnu radītie mizas bojājumi un sakņu sistēmas attīstība tuvu zemes virskārtai veicina *A. gallica*, *A. ostoyae* un *Trametes confragosa* sakņu trupi un lapu priekšlaicīgu nobiršanu bērzu audzēs. Ja šie patogēni inficējuši vairāk nekā 25% stumbra audu un 15% sakņu sistēmas, kokam tiek novērota ne tikai ievērojama apjoma lapu nomešana, bet arī sīksakņu un mikorizu atmiršana (Mauer & Palátová 2003). Savukārt *A. cepistipes* un *A. borealis* minētas kā visbiežāk sastopamās *Armillaria* sugas Somijā un vāji patogēnas gan skuju kokiem, gan lapu kokiem (Terho et al. 2007).

Priežu sakņupiepe *Heterobasidion annosum* s.s. galvenokārt ir skuju koku patogēns, tomēr tas var inficēt bērzus un, līdzīgi kā skuju kokiem, izraisīt stumbra un sakņu trupi (Bennell & Millar 1984, Kuzmichev et al. 2001). Priežu sakņupiepe parasti inficē bērzus mistraudzēs ar priedi, kā arī tā var inficēt jaunus bērzus, ja tie stādīti blakus inficētajiem skuju koku celmiem (Piri 1996, Lygis et al. 2004).

Vēl viens bērzu sakņu trupi izraisošs patogēns ir oomicētes *Phytophthora* spp. Koku un krūmu saknes, kas inficētas ar fitoftoru *Phytophthora* spp. atmirst. Literatūrā kā viens no biežākajiem dekoratīvo koku un krūmu atmiršanas cēloņiem tiek minēta fitoftoras infekcija (Bennell & Millar 1984). Tomēr jāatzīmē, ka fitoftoras ir bīstamākas tieši kokaudzētāvās (Lilja et al. 1996). Bērzus var inficēt vairākas *Phytophthora* sugas, pārsvarā *P. cactorum* (Lilja et al. 1996) un *P. plurivora* (Berezovska et al. 2021). *P. plurivora* izdalīta arī no kalstošiem 40 līdz 50 gadus veciem kokiem Ukrainā (Matsiakh et al. 2021).



Sēņu sugas, kas izraisa sakņu trupi bērzam: *Armillaria borealis*; *A. bulbosa*; *A. gallica*, *A. mellea*; *A. ostoyae*; *Heterobasidion annosum* s.s.; *Phytophthora cactorum*, *P. citricola*, *P. plurivora*, *Trametes confragosa*.

### ***Stumbra slimības***

Patogēni, kas izraisa stumbra trupi ir galvenais iemesls bērzu bojāejai, tomēr var būt arī citi faktori, kas ietekmē koku dzīvotspēju, piemēram, kukaiņu bojājumi, kā arī nelabvēlīgi augšanas apstākļi, galvenokārt – ilgstošais sausums vai plūdi (Bennell & Millar 1984). *Fomes fomentarius*, *Inonotus obliquus* un *Piptoporus betulinus* ir trīs nozīmīgākās sēņu sugas, kas tiek uzskatītas par galvenajiem koka stumbra bojājumu patogēniem (Bennell & Millar 1984, Hallaksela & Niemistö 1998). Visbiežāk sastopama ir *P. betulinus*, tomēr arī *F. fomentarius* un *I. obliquus* ir vietām bieži sastopamas, kā arī nereti visas trīs sugas novērotas vienā audzē (Bennell & Millar 1984).

Īstā posas piepe *Fomes fomentarius* veido daudzgadīgus augļķermeņus un ir bieži sastopama uz dažādiem lapu kokiem (Bennell & Millar 1984). Sēne inficē bērza stumbru caur mizas bojājumiem un izraisa balto trupi, kā rezultātā lielāka iespējamība, ka vētras laikā tos nolauzīs (Bennell & Millar 1984, Kuzmichev et al. 2001). *F. fomentarius* ir konstatēts arī tādām koku sugām, kā dižskābardis un kļava un citām lapu koku sugām (Ingold 1965). Novērots, ka *F. fomentarius* augļķermeņi biežāk sastopami bērziem, kas aug ēnainās vietās (ziemeļu puses nogāzēs un ēnainās iepakās), bet tikai uz nedzīviem kokiem (Gordienko 1977). Tiek uzskatīts, ka augļķermeņu attīstību veicina slāpekļis, kuru producē slāpekli piesaistošās baktērijas un CO<sub>2</sub>, kas rodas, sadaloties trupējušai koksnei (Larsen et al. 1978). Augļķermeņi producē līdz pat 10 miljoniem sporu (cm<sup>2</sup>) stundā (Rockett & Kramer 1974). Sporas labi dīgst koksnē, bet uz mizas to dīgtspēja ir daudz mazāka (Tsuneda & Kennedy 1980). Pēc Krievijā veikto pētījumu datiem, lietkoksnes zaudējumi, ko izraisa *F. fomentarius* var sasniegt 5 līdz 15% un ir atkarīgi no audzes vecuma un sastāva (Kuzmichev et al. 2001).

Melnā spulgpiepe *I. obliquus*, zināma arī kā čaga, veido sterilus māzerveidīgus izaugumus uz bērzu stumbriem un izraisa balto trupi. Tiek uzskatīts, ka *I. obliquus* ir koka mizas bojājumu parazīts, kas izmaina koka atbildes reakciju uz mizas bojājumiem (Shigo 1969, Kuzmichev et al. 2001). Sterilie izaugumi sastāv no ogļu melnas masas. Ārpuse ir koksnaina, ļoti cieta un trausla, iekšpuse - tumši dzeltenīga līdz brūna, korķaina. Fertila himēnija slānis veidojas zem mizas, uz atklātas koksnes, celma vai krituša koka stumbra. Sēnes augļķermeņi parasti atrodami uz jau nedzīviem kokiem 7 līdz 12 gadus pēc koka bojāejas (Zabel 1976). Tie veidojas aplievā un spiediena rezultātā sašķeļ koka audus un mizu, lai atklātu augļķermeņa himēnija poru slāni. Sporu produkcija notiek strauji, jo kukaiņi, kas pārtiek no sēnes augļķermeņa to strauji noārda un pēc mēneša augļķermeņi sairst (Zabel 1976). Sterilo izaugumu veidošanās un nozīme līdz šim nav skaidri zināma. Ziemeļeiropā *I. obliquus* konstatēts uz bērziem, taču Dienvideiropā, tas novērots arī uz dižskābaržiem, ozoliem un kļavām, kā arī citām koku sugām (Ritter 1981). Somijā, analizējot bērzu koksnes šķēsgriezumu, stipri bojātiem un inficētiem kokiem, konstatēts, ka trupe attīstījusies vairāk nekā 70% no kopējā šķērslaukuma (Terho et al. 2007). *Inonotus obliquus* parasti inficē kokus, kas vecāki par 40 gadiem, kā rezultātā lielāka iespējamība, ka samazinātas mehāniskās izturības. Inficētu koku īpatsvars audzē parasti nepārsniedz 5%, bet vecās audzēs var sasniegt līdz 20% (Kuzmichev et al. 2001).

Brūnā bērzipiepe *P. betulinus* veido viengadīgus augļķermeņus, kuri izmērā var sasniegt pat 30 cm diametru. Sēne izraisa brūno, kubisko trupi. Tā sastopama Eiropā, Ziemeļamerikā un Āzijā. Sēne parasti kolonizē bērzus. Kad substrāts ir noārdīts, augļķermeņu izmērs samazinās. Uz viena koka var būt līdz pat 25 augļķermeņiem, kas katrs attīstās apmēram 6 nedēļas, no augusta līdz novembrim (Macdonald 1937). Trupe stumbrā var attīstīties pat līdz

10 m augstumā. Sēne inficē koku caur laužtiem zariem un mizas bojājumiem (Kula et al. 2006). Nopietnākus bojājumus *P. betulinus* nodara augsnēs, kas nav īsti piemērotas bērzu audzēšanai, kā arī bērzu audzēs, kas cietušas no ugunsgrēka. Šādās audzēs trupes īpatsvars var sasniegt pat 100% (Kuzmichev et al. 2001).

Parastā apmalpiepe *Fomitopsis pinicola* ir viena no visbiežāk sastopamajām piepju sugām Latvijā. Tā pārsvarā ir saprofitiska uz vairākām skuju un lapu koku sugām, bet var inficēt arī dzīvus, parasti novājinātus, kokus caur mizas bojājumiem. Izraisa brūno kubisko trupi. Inficēto koku īpatsvars audzē parasti nepārsniedz 3% (Kuzmichev et al. 2001).

Parastā cietpiepe *Phellinus ignarius* ir piepju suga, kas pārsvarā inficē vecus lapu kokus (kļavas, bērzus, ošus, vītulus, liepas, gobas, un alkšņus) caur mizas bojājumiem un nolaužtiem zariem. Koki var tikt inficēti, kad sasniedz 20 līdz 30 gadu vecumu un trupējušo koku īpatsvars palielinās ar audzes vecumu. Ar *P. ignarius* inficēto koku īpatsvars vecos lapu koku mežos var sasniegt 60 līdz 100% (Kuzmichev et al. 2001).

Nopietns patogēns ir arī vienkrāsas cerēna *Cerrena unicolor*, kas bērziem izraisa balto trupi (Pažoutová & Šrůtka 2007, Terho et al. 2007). Šī sēne ļoti bieži ir primārais patogēns, var inficēt gan dzīvu, gan nedzīvu koksni, it īpaši, ja koks pakļauts mehāniskiem bojājumiem, kas atsedz aplievu (Enebak & Blanchette 1989). Arī tādi endofīti kā *Daldinia* un *Melanconium* ģints sēnes var izraisīt koksnes trupēšanu (Green 2004, Johannesson et al. 2002).

Bērzu koksnes vērtību būtiski samazina koksnes iekrāsojums, kas var veidoties jau dzīvā kokā caur brūcēm vai arī kokmateriālu uzglabāšanas laikā, it īpaši, ja tie tiek ilgstoši uzglabāti siltumā (piemēram, vasaras sezonā) (Schweingruber 2007, Ciseļonoka 2020). Koksnes iekrāsojumu izraisošās sēnes, kas kolonizē nedzīvu koksni, visbiežāk nesamazina koksnes mehānisko izturību (Schweingruber 2007). Arī Lietuvas pētījumā norādīts, ka no bojātajām vietām izolētās sēnes visbiežāk bija askusēnes, kuru izraisītās infekcijas lielākoties neietekmē koksnes mehānisko izturību. Dažas no šīm askusēņu sugām var izraisīt mīksto trupi, taču tad infekcija kokā parasti izplatās caur citiem vektoriem (aizlaužtiem zariem, kukaiņu ejām u.c.) (Vasaitis et al. 2012).

Ļoti bieži bērziem novērots arī kodola iekrāsojums (dažos pētījumos pat vairāk kā 74% apskatīto koku) (Viherä-Aarnio & Velling 2017). Visticamāk, šis iekrāsojums var būt gan primārās sēņu infekcijas rezultāts, gan kā sekundārā vai terciārā infekcija, kad ir izmainījušās koksnes īpašības (pH, mitruma un minerālvielu daudzums) un tās ir vairāk piemērotas patogēnu attīstībai (Hörnfeldt et al. 2010).

Somijā veiktā pētījumā koksnes iekrāsojums konstatēts praktiski visiem ievāktajiem paraugiem no bērzu audzēm un 83% gadījumu tas saistīts ar sēņu patogēniem. Inficēti visbiežāk 18 – 65 gadus veci koki. Nozīmīgākās sēnes, kuras izraisījušas koksnes iekrāsojumu, ir pioniersugas no ģints *Phialemonium* un *Phialophora fastigiata*. Sugas, kas saistītas ar serdes pigmentāciju, visplašākos bojājumus izraisījušas stumbra apakšdaļā (līdz 2 m augstumam), kamēr aplievas iekrāsojums konstatēts daudz retāk un vairāk saistīts ar augšējo stumbra daļu (Hallaksela & Niemistö 1998). *P. fastigiata* izraisa arī mīksto trupi. Polijā tā samērā bieži izolēta gan no bērza kodola, gan aplievas (Przybyl 2001). Citā somu pētījumā koksnes iekrāsojumu bērziem galvenokārt izraisīja *Piptoporus betulinus*, *Pholiota* spp. un *Chondrostereum purpureum* (Terho et al. 2007).

Purpura sīkpiepe *C. purpureum* ir Latvijā un Eiropā plaši izplatīta saprotrofa sēne, taču bieži ierosina trupi arī dzīviem kokiem. Šī sēne var izraisīt ne tikai koksnes iekrāsojumu gan dzīvā, gan nedzīvā koksne, bet arī dobumainību un balto stumbra trupi (Terho et al. 2007).

Zvīneņu *Pholiota* ģints sēnes daudzviet aprakstītas kā sakņu trupes ierosinātājas, taču jau pieminētajā Somijas pētījumā konstatēts, ka šīs ģints sēnes bērza koksne var izraisīt gan koksnes iekrāsojumu, gan trupi stumbrā. Vairumā gadījumu zvīnēnes konstatētas kopā ar *Armillaria* spp. (Terho et al. 2007).

Stumbra trupi izraisošās sēņu sugas bērzam: *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Inonotus obliquus*, *Phellinus igniarius*, *Piptoporus betulinus*, *C. purpureum*, *I. radiatus*, *P. squamosus*.

### ***Ekonomiskie zaudējumi***

Bērzu koksnes nozīme kokrūpniecībā arvien pieaug. Kā pioniersuga bērzi ir ātri augoši, labi atjaunojas un bieži izmantoti kā skuju koku piemistrojuma suga. Taču vājā rezistence pret mikroorganismiem samazina bērza kokmateriālu kvalitāti un vērtību (Dubois et al. 2021).

Vislielākos zaudējumus kokrūpniecībā nodara bazīdijsēnes – dažas sugas rada pat būtisku koksnes masas zudumus kā piemēram *P. betulinus* (Camlibel 2020).

### **Apse**

#### ***Faktori***

Apkārtējās vides apstākļiem ir liela loma tajā, cik uzņēmīgs kokaugs ir pret patogēno sēņu infekciju. Visuzņēmīgākie parasti ir novājināti vai veci koki, kuriem abiotisko vai biotisko faktoru rezultātā ir mazinājusies rezistence pret slimībām (Domanski 1983).

Tādi faktori kā ūdens trūkums vai pārāk liels mitrums, temperatūras izmaiņas, nepiemērota augsne vai minerālās barošanās režīma izmaiņas ne tikai novājina koku, bet nosaka arī to, cik intensīvi trupe izplatās (Domanski 1983).

Nelabvēlīgi augsnes parametri ir viens no slimību cēloņiem. Apšu audzes bieži ierīkotas gan uz bijušām lauksaimniecības, gan meža zemēm, taču lauksaimniecības zemes bieži izrādās piemērotākas apšu audzēšanai (Hjelm & Rytter 2016). Skābas (pH < 5), sablīvētas, pārāk sausas augsnes, kādas bieži ir skuju koku mežos, rada stresu apsēm, un padara tās uzņēmīgas pret daudziem patogēniem, piemēram, sakņu piepi *Heterobasidion annosum*, kas var strauji izplatīties audzē (Domanski 1983, Hjelm & Rytter 2016). Pārāk mitras augsnes (*Carex forest type*) var izraisīt neīstās posaspiepes *Fomes ignarius* infekcijas (Tsarev 2011).

Tāpat temperatūras izmaiņas ietekmē gan koku uzņēmību, gan patogēno sēņu izplatības ātrumu un intensitāti. Siltākas vasaras un sausuma periodi samazina apses aizsardzības mehānismus. Arī siltās ziemas ar temperatūru virs 5° C un nokrišņu daudzuma izmaiņas paaugstina, piemēram, *H. annosum* sporu produkcijas un izplatīšanās efektivitāti. Daudzu trupi izraisošo sēņu areālu iepriekš limitēja tieši temperatūra (La Porta et al. 2008). Tai paaugstinoties, tādu trupi izraisošo sugu kā *H. abietinum* un parastās celmenes *Armillaria mellea* areāls paplašināsies uz ziemeļiem (La Porta et al. 2008, Paul 1959).

Sēņu sporas bieži pārnēsā arī dažādi kukaiņi. Somijā veiktā pētījumā, no lielā apšgrauža *Saperda carcharias* visbiežāk izolētas tieši trupi izraisošās sēnes *Cadophora* sp. un *Pseudeurotium bakeri* (Linnakoski et al. 2018).

Būtisks iemesls patogēno sēņu ierosinātām koku slimībām ir dažādi mehāniskie mizas bojājumi. Ne tikai patogēni, bet arī daudzas saprotrofās sēnes var izplatīties koksnes audos caur brūcēm un izraisīt koka bojāeju vai samazināt koksnes vērtību, piemēram, tādas sēnes kā *Cytospora chrysosperma*, jau pieminētā *A. mellea* vai *Pholiota spectabilis* (Hawksworth et al. 1985). Ar apšu mizu un lapām labprāt barojas stirnas, bebrī un medņi, kas izraisa mehāniskos bojājumus. Sekundārās infekcijas var izraisīt arī tie paši kukaiņi, kuri apdzīvo kokus, jo, tāpat kā zīdītāji, rada brūces mizā un aplievā (Perala 1990).

## ***Trupes veidi***

Apšu koksne daudzviet tiek aprakstīta kā ļoti uzņēmīga pret patogēniem (Worrall & Fairweather 2009). Visbiežāk apšu trupi izraisa asku sēnes, taču bieži sastopamas arī bazīdijsēnes. Lai gan trupe tiek izdalīta sakņu trupē un stumbra trupē, daudzas sēnes var inficēt un izplatīties gan saknēs, gan stumbrā (Cellerino 1999).

## ***Sakņu trupe***

Visbiežākais apses sakņu trupes ierosinātājs ir parastā celmene *A. mellea*. Saprofīta formā to var atrast augsnē, taču, attīstoties rizomorfām, tā inficē koku caur bojātām saknēm. Sākotnēji trupējusi parastās apses koksne ir dzeltenīga, bet, kad trupe ir pietiekoši progresējusi koksne, tā ir balta, poraina, ar daudzām šaurām, tumšām zonālām līnijām (Paul 1959). Simptomi ir ļoti līdzīgi asku sēnes *Rosellinia necatrix* ierosinātai sakņu puvei, taču atšķirībā no tās, parastā celmene var attīstīties arī tālāk stumbrā pat vairāk nekā 1 m augstumā (Cellerino 1999).

*R. necatrix* ir saprofīts, bet var inficēt pieaugušus vai vecus kokus barības vielām limitētās audzēs vai iepriekšējā gadā iestādītās apses augsnēs ar mainīgu ūdens režīmu. Itālijā veiktos pētījumos kaltušo koku īpastvars audzē var sasniegt pat 10% (Cellerino 1999).

Lai gan iepriekš uzskatīts, ka apses ir samērā izturīgas pret *H. annosum* sakņu trupi, Polijā veiktā pētījumā apšu audzē visvairāk no trupējušas koksnes izolēts tieši *H. annosum*. Visuzņēmīgākie bijuši veci, bet diametrā mazāki koki. Pie kam, trupe attīstījusies samērā strauji, un pētījumā iekļautajās audzēs tiešs koku bojāejas iemesls bijušas gan *H. annosum*, gan *C. chrysosperma* ierosinātās infekcijas (Domanski 1983).

Mīnētājā Domanski pētījumā *C. chrysosperma* un *R. bicolor* aprakstītas kā sakņu trupi izraisošas sugas, taču visbiežāk tās tiek asociētas ar stumbra trupi (Biggs & Davis 1982, Domanski 1983). Polijā aprakstītajā apšu audzē būtiskus zaudējumus izraisīja arī *Cadophora disseminatus* un *P. bakeri*, tomēr vairāk tās pētītas kā patogēni parastajam osim, kur abas sugas izraisījušas koksnes noārdīšanos saknēs un sakņu kakla rajonā (Domanski 1983, Bakys et al. 2011, Orlovic et al. 2020).

Samērā bieži sakņu trupi apsēm ierosina arī ievērojamā liesmene *Gymnopilus spectabilis*. Tā novērojama kā plankumains, gaiši brūns iekrāsojums kodolkoksne. Vēlīnā stadijā tā var kļūt dzeltenīga un trupējusī koksne paliek šķiedraina; sēne parazitē uz saknēm vai stumbra apakšējā daļā. Ziemeļamerikā šis patogēns rada lielus zaudējumus, bet, lai gan Eiropā ir samērā izplatīts, visbiežāk sastopams saprotrofā formā (Holec 2005).

Potenciāls patogēns ir violetā sīkpiepe *Chondrostereum purpureum*, kas izraisa balto trupi, inficējot kokus caur mizas bojājumiem. Lai gan tā vairāk tiek asociēta ar sudraboto lapu slimību augļkokiem, labvēlīgos apstākļos var inficēt apšu saknes un celmus un izplatīties tālāk, izmantojot sakņu kontaktus (Hamberg et al. 2013, Paul 1959). Daudzos pētījumos ir pierādīta šīs sēnes inhibējoša ietekme uz stumbra atvašu veidošanos, taču atsevišķi pētījumi liecina par tās ierosinātu koksnes trupi parastajai apsei (Yurchenko 2008, Hamberg et al. 2013).

Sakņu trupi izraisošās sugas apsei: *A. mellea*; *H. annosum*; *C. chrysosperma*; *R. bicolor*; *C. disseminatus*; *P. bakeri*; *G. spectabilis*; *P. aurivella*; *C. micaceus*; *F. velutipes*; *F. populicola*; *G. applanatum*; *R. necatrix*.

## ***Stumbra trupe***

Tā kā apse ir viena no uzņēmīgākajām sugām pret serdes trupi, viena no lielākajām problēmām, apstrādājot apses koksnī, ir koksnes iekrāsojums. Apsēm ļoti bieži novērota neīstā

kodolkoksne (Baettig et al. 2017, Johansson & Hjelm 2013, Tsarev 2011). Tā izpaužas kā neregulāra baktēriju vai sēņu izraisīta pigmentācija stumbra centrālajā daļā un tai raksturīgs paaugstināts mitruma līmenis inficētajā koksnē, kas savukārt apgrūtina šādas koksnes apstrādi un izmantošanas iespējas (Baettig et al. 2017). Zviedrijā veiktajā pētījumā vairākās audzēs analizētajām bojātām apsēm konstatēts patogēno sēņu izraisīts koksnes iekrāsojums; tas novērots gandrīz visiem analizētajiem kokiem, īpaši sakņu kakla augstumā. Analizējot dažāda diametra kokus, neistās kodolkoksnes apjoms pozitīvi korelēja ar koka diametru (Johansson & Hjelm 2013).

Parastā cietpiepe *Fomes ignarius* ir bieži novērojama apsēm, ja tās audzētas niedrājos u.c. meža tipos ar paaugstinātu ūdens daudzumu. Ja apstākļi ir labvēlīgi *F. ignarius* attīstībai, tā var inficēt līdz pat 100% audzē esošās apses. Trupe stumbrā koncentrēta centrāli, šķērsgrizumā novērojama bāli iedzeltenā krāsā, norobežota no veselās koksnes ar 2 – 4 mm tumšām, pārtrauktām līnijām (Tsarev 2011).

Galvenais apses patogēns ir apšu cietpiepe *Phellinus tremulae*. Tas ir apsēm specifisks patogēns, kas Eiropā ir sastopama tikai uz parastās apses *Populus tremula*. Lai gan parastā apse visbiežāk inficēta ar *P. tremulae*, pētījumos norādīts, ka arī baltā apse *Populus alba*, pelēcīgā apse *Populus x canescens* un dažkārt arī citas lapu koku sugas, ieskaitot bērzu, var kalpot kā saimniekorganisms. Latvijā šī sēne plaši izplatīta, veido daudzgadīgus, līdz 20 cm platus auglķermeņus uz apšu stumbriem un nokaltušiem zariem. Koku inficē caur nokaltušo zaru stubbeņiem, retāk – caur svaigiem mizas bojājumiem (Wikstkom & Unestam 1976). Trupe visaktīvāk izplatās 2 līdz 5 gadus pēc inficēšanās; pēc 5 līdz 6 gadiem uz stumbra veidojas sēnes auglķermeņi. Sēne izraisa balto trupi, stumbra centrā bieži izveidojas dobums. 30 līdz 40 gadīgas apšu audzēs visvairāk no *P. tremulae* infekcijas cieš novājināti un noēnoti koki, bet ar laiku inficēšanas īpatsvars pieaug un var sasniegt pat 60 līdz 100% (Kuzmichev et al. 2001). Bojātā koksne ir līdzīga *F. ignarius* ierosinātai trupeī – norobežota ar tumšām līnijām, taču centrālā daļa ir dzeltenīga, vēlāk pat iegūst brūnganu nokrāsu (Niemelä 1974, Wikström & Unestam 1976). Verbylaitė et al. (2015) atzīmē, ka šī sēne nodara visbūtiskākos zaudējumus apsēm Lietuvā. Tā ir izplatīta arī citviet Eiropā, it īpaši mērenajā un boreālā joslā. Ja patogēns inficējis koku, tas var pilnībā noārdīt koksnī, jo trupe izplatās visa koka garumā un var bojāt ne tikai kodolkoksni, bet arī aplievu, līdz ar to *P. tremulae* var izraisīt apšu kalšanu jau 40 – 50 gadu vecās audzēs (Verbylaitė et al. 2015 un citētā literatūra). *P. tremulae* infekcijas intensitātes dēļ pārējo sēņu radītās trupes var pat nebūt saskatāmas. Izplatība audzē ir lineāra un 120 gadu laikā var pieaugt no 0 līdz 91% (Niemelä 1974, Pscheidt & Ocamb 2014, Wikström & Unestam 1976). Visbiežāk novērota uz veciem un diametrā lielākiem kokiem (Perala 1990, Wikström & Unestam 1976).

Jau pieminētā *C. chrysosperma* inficē sakņu kaklu caur sakņu atvasēm vai arī zariem, taču tā var izraisīt arī pilnīgu zaru atmiršanu (Domanski 1983). Lai gan iepriekš šī sēne uzskatīta par saprofītu, *C. chrysosperma* visbiežāk ir fakultatīvs parazīts un var tikt izolēta gan no bojātas koksnes, kur tā inficējusi mizu un kambiju caur bojātiem zariem, gan no veselās koksnes (Biggs & Davis 1982, Santamaria & Diez 2005). Ja vien koks nav mehāniski bojāts vai kā citādi novājināts, *C. chrysosperma* reti izraisa būtiskus koksnes bojājumus un ir bieži sastopama apšu mizas mikroflorā. Ja patogēns tomēr inficējis koks, slimība izpaužas kā dzeltens, gluds uzbiezinājums mizā. Vēlāk miza sašķeļas uzbiezinājuma robežās, iekrāsojas melna un koksne zem uzbiezinājuma kļūst brūna un piesūcināta ar ūdeni (Hawksworth et al. 1985).

Lapu koku vēzis *Hypoxylon mammatum* ir viena no visnopietnākajām slimībām, kas visbiežāk apdraud Amerikas apsi *P. tremuloides* Michx., taču tā ir novērota arī uz citām apšu sugām. Tā inficē gan jaunus, gan pieaugušus kokus caur mizas bojājumiem. Jauniem kociņiem, it īpaši tievākiem par 9 cm diametrā (1,3 m augstumā), novērota lielāka mirstība (Cellerino 1999). Amerikā veiktā pētījumā 45% ievāktā Amerikas apses koksnes paraugu konstatēta *H.*

*mammatum* (Chapela 1989). Lai gan informācija par infekcijas izplatību parastai apsei Eiropā ir nepilnīga, Cellarino (1999) norāda, ka dažviet Itālijā pat līdz 10% koku audzēs tikuši inficēti.

Asku sēnes no *Botryosphaeriaceae* dzimtas ierosina tumšu pigmentāciju koksne, un šī sēņu grupa bija vienas no visbiežāk izolētajām sēnēm no Amerikas apses koksnes paraugiem (Chapela 1989). Turpretī Itālijā vairāk nekā 30% parastās apses bija stipri inficēti ar šīs dzimtas patogēnu *Fusicoccum aesculi*. Apses šajā pētījumā bija 20 līdz 100 gadus vecas. Iekrāsojums koksne un mizā novērots pat līdz 6 cm diametrā, mērot no brūces. Sugas teleomorfa *Botryosphaeria dothidea* arī iepriekš aprakstīta kā būtisks patogēns citām apšu sugām Ķīnā, Portugālē un Serbijā (Grasso & Granata 2010).

Iepriekš minētās *Cadophora* sp., kas izolētas no lielā apšgrauža, inficē bērzu un apses (Blanchette et al. 2004; Linnakoski et al. 2018). *In vitro* šīs sēnes izraisījušas tumšu iekrāsojumu un mīksto trupi abām koku sugām (Blanchette et al. 2004).

Stumbra trupi izraisošās sugas apsei: *F. ignarius*, *P. tremulae*, *P. populicola*, *C. chrysosperma*, *R. bicolor*, *C. puteana*, *G. trabeum*, *C. lignyota*, *B. dothidae*, *Cadophora* sp.

### **Ekonomiskie zaudējumi**

Bojājumu nozīmīgums lielākoties ir atkarīgs no tā, kāds ir kokmateriālu izmantošanas mērķis. Ja mērķis iegūt augstas kvalitātes koksni, vislielākos ekonomiskos zaudējumus izraisa sakņu trupes un piepes, kas samazina kokmateriālu vērtību vai īpaši agresīvas lapu slimības, kas samazina producētās koksnes daudzumu. Īscirtmeta audzēs būtiskus zaudējumus izraisa galvenokārt sakņu un stumbra trupes dažādu mehānisko bojājumu dēļ. Taču jāņem vērā, ka slimību cēlonis var būt vairāku faktoru kopums (Anselmi 2009).

Tā kā apsēm ir lielāks mitruma daudzums koksne kā skuju kokiem, tās ir jāžāvē ilgāk nekā citi koki. Inficētā koksne palielinās mitruma daudzums, tāpēc šādai koksnei nepieciešams 2 – 6 reizes ilgāks žāvēšanas laiks. Mitruma daudzums inficētā neīstajā kodolkoksne var būt pat vairāk nekā divreiz lielāks (Johansson & Hjelm 2013, Baettig et al. 2017). Pie kam, šādi žāvēta koksne vieglāk plaisā un nav tik izturīga (Johansson & Hjelm 2013).

## **2.1.2. Materiāls un metodika**

Lai novērtētu trupes izplatību un to izraisošās sēnes bērzu (*Betula pendula*) un apses (*Populus tremula*) audzēs, pielietota līdzīga metodika, kā mūsu iepriekšējos pētījumos (Arhipova et al. 2011a, Arhipova et al. 2011b, Arhipova et al. 2012).

### 1. LVM datu bāzē atlasīt bērzu un apses audzes pēc noteiktiem kritērijiem.

Atlasāmas krājas kopšanas, vai vienlaidus atjaunošanas cirtes bērzu audzēs, randomizēti visā Latvijas teritorijā. Ciršanas gadi – 2019. līdz 2021. gads. Audžu vecums: dažāds, sākot no 20 gadiem. Audzes sastāvs: vismaz 5B. Platība nav izšķiroša, izvēlēti objekti, kuru platība lielāka par 0,4 ha. Atlasāmo audžu skaits: 90 objekti (orientējoši 60 vienlaidus atjaunošanas cirtes un 30 krājas kopšanas cirtes) (atlasāmo objektu skaits plānots lielāks par apsejamo objektu kopskaitu, lai ļautu brīvi plānot maršrutus un nebūtu nepieciešams veikt papildus atlasī, ja objektu skaits ir nepietiekams). Meža tipi – dažādi. Laika ekonomijas nolūkā iekļāvām arī kritēriju, lai audzes būtu tuvu ceļiem, respektīvi, viegli sasniedzamas.

Atlasāmas krājas kopšanas vai vienlaidus atjaunošanas cirtes apses audzēs randomizēti visā Latvijas teritorijā. Ciršanas gadi – 2019. līdz 2021. gads. Audžu vecums: dažāds, sākot no 20 gadiem. Audzes sastāvs: vismaz 5A. Platība nav izšķiroša, izvēlēti objekti, kuru platība

lielāka par 0,4 ha. Atlasāmo audžu skaits: 90 objekti (orientējoši 60 vienlaidus atjaunošanas un 30 krājas kopšanas cirtes) (atlasāmo objektu skaits plānots lielāks par apsekojamo objektu kopskaitu, lai ļautu brīvi plānot maršrutus un nebūtu nepieciešams veikt papildus atlasi, ja objektu skaits ir nepietiekams). Meža tipi - dažādi Laika ekonomijas nolūkā iekļāvām arī kritēriju, lai audzes būtu tuvu ceļiem, respektīvi, viegli sasniedzamas.

## 2. Apkopot jau pieejamo informāciju par atlasītajām mežaudzēm.

Atlasāmi dati par audzes lokalizāciju (kvartālapgabals, kvartāls, nogabals), audzes sastāvu, vecumu, tipu u.c. Sagatavot kartogrāfisko materiālu programmā QGIS un sastādīt maršrutus audžu apsekošanai, iespēju robežās kombinējot braucienus ar citiem šī Pētījuma uzdevumiem.

## 3. Apsekot audzes pēc zemāk minētās metodikas.

### SIMPTOMU NOVĒRTĒJUMS AUDZĒ

Katrā audzē/izcirtumā nogabalu apseko pa diagonālēm vai pa visu platību, ja tā ir maza/ja celmu maz. Uzmēra 30 attiecīgās sugas celmus: izmēra celma diametru divos perpendikulāros virzienos; atzīmē, vai celms ir trupējis vai netrupējis; ja celms trupējis, izmēra trupējušās daļas diametru divos perpendikulāros virzienos. Novērtē trapes intensitāti: 1) krāsojums – koksne mainījusi krāsu, bet koksnes struktūra palikusi nemainīga; 2) cietā trupe – koksne mainījusi krāsu, koksnes struktūra ir izmainīta; 3) mīkstā trupe – koksne mainījusi krāsu, ir mīksta (var iedurt zīmuli); 4) celmā izveidojies dobums (2.1. attēls).

Trupējušo koku īpatsvara salīdzināšanai starp dažādu vecumu audzēm lieto Hī kvadrāta testu.



A



B

2.1. attēls. Trupējuši apšu celmi apsekotajos objektos (cietā (A) un mīkstā trupe (B)).

### PARAUGU IEVĀKŠANA

No trim līdz sešiem trupējušiem celmiem paņem koksnes paraugu ar Preslera urbi. Celmi paraugu ievākšanai izvēlās pēc iespējas izklaidus: uz pieciem apsekotajiem celmiem viens trupējis celms parauga ievākšanai. Ja audzē trupējušo celmu īpatsvars ir zem 20% - paraugus ievāc no visiem trupējušiem celmiem. Paraugu ieliek mēģenē. Mēģeni marķē, uzrakstot LVM mežaudzes atslēgas kodu un celma numuru. Koksnes paraugus tālāk izmanto koksnes sēņu izdalīšanai tīrkultūrā. Atzīmē audzes apsekošanas un parauga ievākšanas datumu.

### PARAUGU UZGLABĀŠANA

Paraugus pēc ievākšanas novieto aukstumkastē transportēšanai uz laboratoriju. Paraugus uzglabā ledusskapī un laika periodā līdz divām dienām, koksnes paraugus apstrādā uzliekot uz sterilas agara barotnes trupi izraisīto sēņu izolēšanai un identifikācijai.

### SĒŅU IZDALĪŠANA UN IDENTIFICĒŠANA

Ievāktos koksnes paraugus sterilizē liesmā un uzliek uz Hagama agara barotnes Petri traukos. Petri traukus apseko katru trešo dienu, un visu augošo sēņu micēlijus, kas morfoloģiski

atšķiras, izgriež ar spirtā un liesmā dezinficētu skalpeli un pārnes katru uz atsevišķo Petri trauku ar Hagama agara barotni. Kad visas sēņu tīrkultūras iegūtas, veic to sadali grupās pēc to micēliju morfoloģiskām pazīmēm, analizējot sēņu tīrkultūras mikroskopiski. No katras morfoloģiskās grupas micēlija paraugi no vienas līdz divām tīrkultūrām izmantos sēņu sugu noteikšanai ar molekulārājām metodēm. Sēņu DNS izdalot no micēlija (Arhipova 2012), un sēņu ITS rajonu sekvencējot ar universālu un sēnēm specifisku praimeru (2.1. tabula); pēc iegūtajām sekvencēm noteiks trupi izraisošo sēņu sugas (Arhipova et al. 2011b). DNS izdalīšanu un paraugu sagatavošanu sekvencēšanai veiks LVMI Silava molekulārās ģenētikas laboratorijā.

2.1. tabula. Sēņu noteikšanai paredzēto praimeru raksturojums

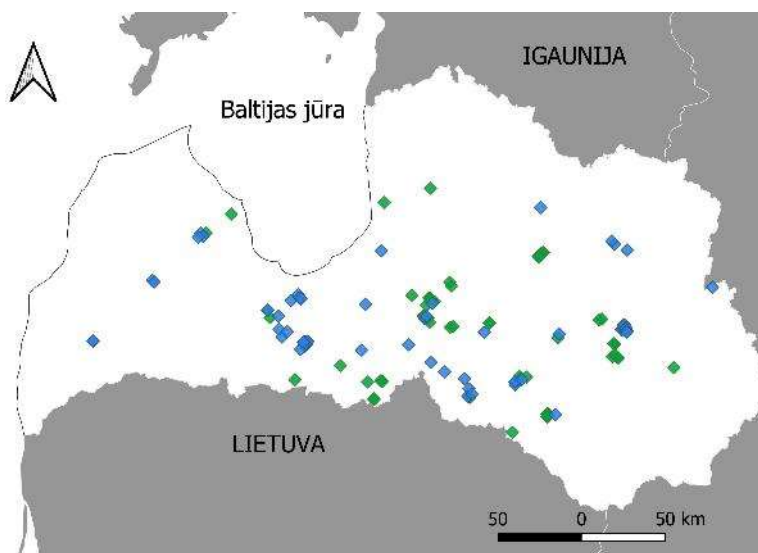
Npk.	Praimeris	Sekvence (5'...3')
1	ITS1F	5'' CTTGGTCATTTAGAGGAAGTAA 3''
2	ITS4	5'' TCCTCCGCTTATTGATATGC 3''

Atlasīti trīs hibrīdapes (*Populus tremula* L. x *P. tremuloides* Michx.) stādījumi trupi izraisošo sēņu un trupes izplatības novērtējumam. Audzes atrodas MPS (Meža pētīšanas stacija) Auce teritorijā (56°27' N, 22°53' E).

Audzes bērzu un apses trupi izraisošo sēņu novērtējumam tiks veikts 2. Etapa uzdevumu ietvaros. Balstoties uz 1. Etapa rezultātiem, trupējušos kokus plānots atlasīt

### 2.1.3. Rezultāti

Lai novērtētu trupes izplatību, kopumā apsekotas 135 audzes: 68 bērzu (49 vienlaidus atjaunošanas cirtes un 19 krājas kopšanas cirtes) un 67 apses (50 vienlaidus atjaunošanas cirtes un 17 krājas kopšanas cirtes). Kopējā audžu platība 245 ha. Vidējā audzes platība 1,8 ha. Audžu izvietojums redzams 2.2. attēlā un detalizētāka informācija par tām pieejama 3. un 4. pielikumā.



2.2. attēls. Apsektās bērzu (zili rombi) un apšu (zaļi rombi) audzes.

Kopumā novērtēti 3977 celmi: 1952 bērzu un 2025 apses. No apsekotajiem 1952 bērzu celmiem 1197 bija trupējuši, respektīvi 61,3%: 737 celmiem (37,7% no visiem celmiem) konstatēta cietā trupe, 460 celmiem (23,5% no visiem celmiem) – mīkstā trupe un dobums.



Bērzu audzēs vecumā līdz 40 gadiem trupējušo celmu īpatsvars bija 56,7% (13,2% mīkstā trupe), audzēs vecumā no 41 līdz 80 gadiem – 55,1% (19,1% mīkstā trupe), savukārt vecākās audzēs par 80 gadiem – 70,1% (31,1% mīkstā trupe).

No apsekotajiem 2025 apses celmiem 1616 bija trupējuši, respektīvi 79,8%: 1088 celmiem bija cietā trupe (53,7% no visiem celmiem); 528 – mīkstā trupe un dobums (26,1% no visiem celmiem). Apses audzēs vecumā līdz 40 gadiem trupējušo celmu īpatsvars bija 59,7% (26,2% mīkstā trupe), audzēs vecumā 41 līdz 80 gadi – 85,6% (25,8% mīkstā trupe), savukārt vecākās audzēs par 80 gadiem – 88,7% (26,6% mīkstā trupe).

Uz celmiem nereti konstatēti arī sēņu, galvenokārt saprofitisko sēņu, augļķermeņi, tai skaitā *Cerrena unicolor*, *Chondrostereum purpureum* un *Trametes* sp. augļķermeņi (2.3. attēls).



2.3. attēls. Purpura sīkpiepes *Chondrostereum purpureum* augļķermeņi uz apsekotā celma.

Pavisams ievākts 841 koksnes paraugs - 419 no bērzu un 422 - no apses celmiem. Sēnes izolētas no 453 (54%) koksnes paraugiem. No bērzu celmiem iegūtas 238 (53%) sēņu tīrkultūras, savukārt no apses celmiem - 215 (51% no apšu paraugiem).

Sagrupējot izdalītās koksnes sēnes pa morfotipiem, no bērziem izdalīti 87 dažādi morfotipi, bet no apšu koksnes izdevās izdalīt 112 dažādiem morfotipiem piederošas sēnes (2.4. attēls). Vidēji no apsekotajiem izcirtumiem iegūti 5 morfotipi.



2.4. attēls. Atsevišķi morfotipi, kas izdalīti no bērzu celmiem.

No bērzu koksnes izdalītajiem morfotipiem izteikti dominēja B9 (12% no kopējā izolātu skaita), kas konstatēts 65 koksnes paraugos, savukārt apsei visplašāk pārstāvētais morfotips ir A34 (22% no kopējā izolātu skaita), kas izdalīts no 108 koksnes paraugiem (2.5. attēls).



A



B

2.5. attēls. Dominantie morfotipi – A34 uz apses (A) un B9 bērza (B).

Trīspadsmiit morfotipus no bērzu celmiem izdevies iegūt tikai vienā eksemplārā, bet no apses celmiem vienā eksemplārā iegūti 44 morfotipi.

Turpmākajā darbā morfotipus identificēs, izdalot sēņu DNS un nosakot to taksonomisko piederību ar molekulārajām metodēm.

#### 2.1.4. Secinājumi

Bērza audzēs pēc 80 gadiem būtiski ( $p < 0,05$ ) palielinās trupes īpatsvars.

Apses audzēs 40 gadu vecumā trupējušo koku īpatsvars sastāda 60 procentus, bet pēc 40 gadiem trupējušo koku īpatsvars būtiski ( $p < 0,05$ ) palielinās (85%).

Trupes izraisošo sēņu daudzveidība apses koksne ir lielāka, salīdzinot ar bērzu koksni.

## 2.2. Oša audžu monitorings, novērtējot ošu smaragdzaļās krāšņvaboles *Agrilus planipennis* sastopamību

Pirmajā pētījuma etapā apzinātas oša audzes Latvijas teritorijā Krievijas un Baltkrievijas robežas tuvumā, kur valdošā koku suga ir parastais osis; izstrādāta monitoringa metodika ošu smaragdzaļās krāšņvaboles sastopamības novērtēšanai; izvietotas sešas logu lamatas, kas apsekotas četras reizes; smaragdzaļā krāšņvabole analizētajās audzēs netika konstatēta.

### 2.2.1. Tēmas aktualitāte

Parastais osis *Fraxinus excelsior* ir Eiropā plaši izplatīta suga. Latvijā tas atrodas tuvu sava areāla ziemeļu robežai, kas nosaka sugas augsto jutīgumu pret apkārtējās vides faktoriem. Pēc Valsts meža dienesta datiem (2021) oša audzes Latvijā aizņem tikai 10467 ha (0,35 % no kopējās mežaudžu platības). Īpaši strauji oša audžu platības samazinājušās pēdējos gados. Līdz šim galvenais oša kalšanas iemesls bija sēne *Hymenoscyphus fraxineus*, taču vēl viens nopietns apdraudējums oša audzēm ir ošu smaragdzaļā krāšņvabole *Agrilus planipennis*.

Ošu smaragdzaļās krāšņvaboles dabiskais areāls ir Āzija - Ķīna, Japāna, Korejas pussala, Mongolija, Taivāna, Krievijas Tālie Austrumi. Ziemeļamerikā, kur tā konstatēta 2002. gadā, tā izraisījusi masveida ošu kalšanu (Poland et al. 2015). Pirmo reizi Eiropā krāšņvabole konstatēta 2003. gadā Maskavā, un tālāk tā strauji izplatījies Krievijas Eiropas daļā (Orlova-Bienkowskaja 2014). Savā dabiskajā areālā *A. planipennis* sastopama uz jau novājinātiem un kalstošiem kokiem, taču ārpus tā ir agresīva un invazīva un bojā arī veselus kokus (Baranchikov et al. 2008).

Galvenie ošu smaragdzaļās krāšņvaboles saimniekaugi ir oši (*Fraxinus* spp.), tai skaitā parastais osis. Tā var būt sastopama arī uz valriekstiem (*Juglans mandshurica*), pterokārijām (*Pterocarya rhoifolia*), gobām un vīksnām (*Ulmus davidiana*, *U. propinqua*).

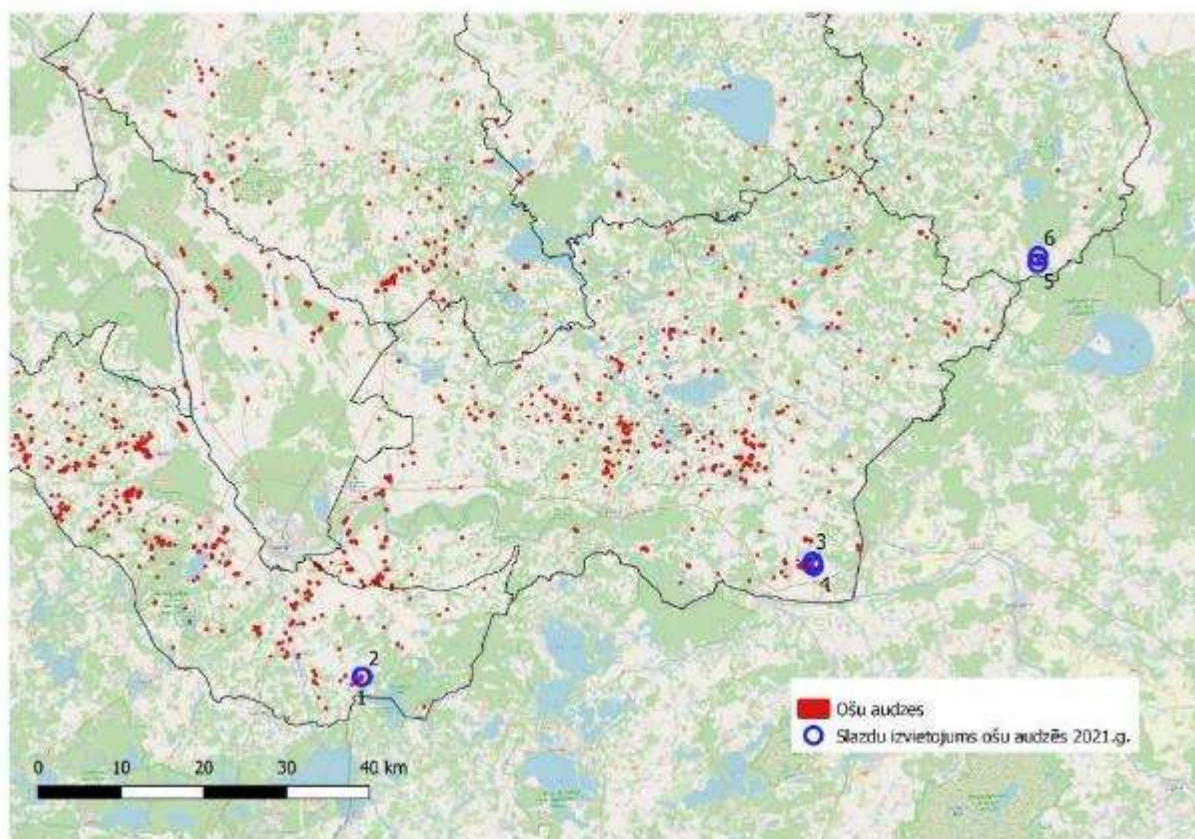
Pieaugušās vaboles lido no maija vidus līdz jūlijam. Tās barojas ar saimniekauga lapām un mātītes dēj olas koku stumbra mizas spraugās un plaisās (Bauer et al. 2004). Izšķīlušies kāpuri grauž mizu un lūksni līdz sasniedz kambija zonu, kur barojas un veido plakanas, līkumotas ejas. Pēdējās stadijas kāpuri vasaras beigās – rudenī izveido kūniņas gultni, kur pārziemo. Izšķīlušies imago izlido, veidojot mizā "D" formas izskrejas (Bauer et al. 2004, Orlova-Bienkowskaja & Bieńkowski 2015). Pieaugušās ošu smaragdzaļās krāšņvaboles ir līdz 14 mm garas un ap 3 mm platas. Mugurpuse tām ir metāliski zilganzaļa un vēderpuse - purpursarkana.

Slēptā dzīves cikla dēļ ir grūti konstatēt audzes invadēšanos agrīnās stadijās. Kāpuri bojā koka stumbru, veidojot ejas zem mizas. Taču koki neveido pamanāmu atbildes reakciju kā sulojošas brūces ieskreju vietās, kā tas raksturīgs, invadējoties ar citām *Agrilus* sugām. Uz mizas, virs kāpuru ejām, ar laiku parādās 5 līdz 10 cm garas plaisas. Ja kāpuru ir daudz un galerija sāk pārklāties, invadētajiem kokiem dzeltē un priekšlaicīgi nobirst lapas, nokalst zari, vietām atdalās miza, kas saistīts ar minerālvielu transporta pārtraukšanu. Koks nokalst pēc 2 – 3 gadiem. Uz stumbra un zariem redzamas nelielas (3 līdz 4 mm) "D" formas izskrejas, kas jau liecina par augstu invāziju (Wang et al. 2010).

### 2.2.2. Materiāls un metodika

Apzinātas oša audzes Latvijas teritorijā Krievijas un Baltkrievijas robežas tuvumā, kur valdošā koku suga ir parastais osis *Fraxinus excelsior* (2.6. attēls). Tieši šajā reģionā Latvijas mežaudzēs potenciālo apdraudējumu varētu radīt Krievijas teritorijā konstatētais, saimnieciski nozīmīgais, dendrofāgs ošu smaragdzaļā krāšņvabole *Agrilus planipennis*.

Izstrādāta monitoringa metodika ošu smaragdzaļās krāšņvaboles sastopamības novērtēšanai. Laikā no 12. aprīļa līdz 12. maijam apsektas 15 oša audzes un atlasīti trīs tuvu esošu audžu pāri (5. pielikums), kurās izvietotas sešas logu lamatas. Katrā parauglaukumā novērtēts koku stāvoklis- atmirstošu/atmirušu ošu klātbūtne, oši ar redzamām stumbra kaitēkļu ieskrejām/izskrejām, kas liecinātu par smaragdzaļās krāšņvaboles un citu ošu kaitēkļu klātbūtni, kā arī novērtēta oša atjaunošanās (2.2. tabula). Logu lamatām vairoga laukums  $0,17 \text{ m}^2 - 0,335 \text{ m} \times 0,505 \text{ m}$  (2.7. attēls). Kā konservējošs šķidrums savācējtraukos izmantots automašīnu logu tīrāmais šķidrums.



2.6. attēls. Oša audzes Baltkrievijas un Krievijas pierobežā (Dienvidlatgales un Ziemeļlatgales reģioni) un parauglaukumu izvietojums smaragdzaļās krāšņvaboles monitoringam.

Slazdi apsekti 4 reizes – 1. jūnijā, 18. jūnijā, 20. jūlijā un 12. augustā, kad slazdi arī noņemti. Katrā uzskaites reizē savāktais materiāls izanalizēts uz vietas, novērtējot ošu kaitēkļu klātbūtni.



2.7. attēls. Monitoringam izmantotās logu lamatas.

### 2.2.3. Rezultāti un diskusija

Parauglaukumi ierīkoti ar mērķi novērtēt gan krāšņvaboles, gan citu ošu kaitēkļu klātbūtni. Apsekojot parauglaukumus, nevienā no slazdiem smaragdzaļā krāšņvabole *Agrilus planipennis* netika konstatēta. Slazdos konstatētas četras ošu raibā lūksngrauža *Hylesinus fraxini* vaboles (3., 5., un 6. parauglaukumos). Lūksngrauzis parasti lido no maija sākuma līdz jūnija vidum (Resnerová & Zimová 2015), bet smaragdzaļās krāšņvaboles lidošana novērojama no jūnija vidus (Orlova-Bienkowskaja & Bieńkowski 2015).

Novērtējot kaitēkļu klātbūtnes simptomus parauglaukumos uz kalstošu, nokaltušu vai kritušu ošu stumbriem, trijos parauglaukumos konstatētas ošu raibā lūksngrauža ieskrejas un ejas (2.8. attēls). Piektajā parauglaukumā *H. fraxini* ejas vai ieskrejas uz ošu stumbriem netika konstatētas, bet 18. jūnijā uzskaitē slazdā konstatēta viena vabole (2.2. tabula).

2.2. tabula. Smaragdzaļās krāšņvaboles monitoringa parauglaukumu raksturojums

ID	Koordinātes (LKS92)		Kaltuši oši	Kaitēkļu pazīmes*	Piezīmes	Slazdos noķertie kaitēkļi**			
	X	Y				01. jūn.	18. jūn.	20. jūl.	12. aug.
1	667277	178894	ir	nav		0	0	0	0
2	667392	178901	ir	nav		0	0	0	0
3	721786	192796	ir	citi	atjaunojas	2 H.f.	0	0	0
4	721908	192242	ir	nav	atjaunojas	0	0	0	0
5	748988	228840	ir	citi		0	1 H.f	0	0
6	749049	229675	ir	citi	atjaunojas	1 H.f	0	0	0

\* Kaitēkļu pazīmes – “citi” atbilst stumbra kaitēkļu ieskrejām, kas neatbilst smaragdzaļās krāšņvaboles pazīmēm;

\*\* H.f. – ošu raibais lūksngrauzis *Hylesinus fraxini*.

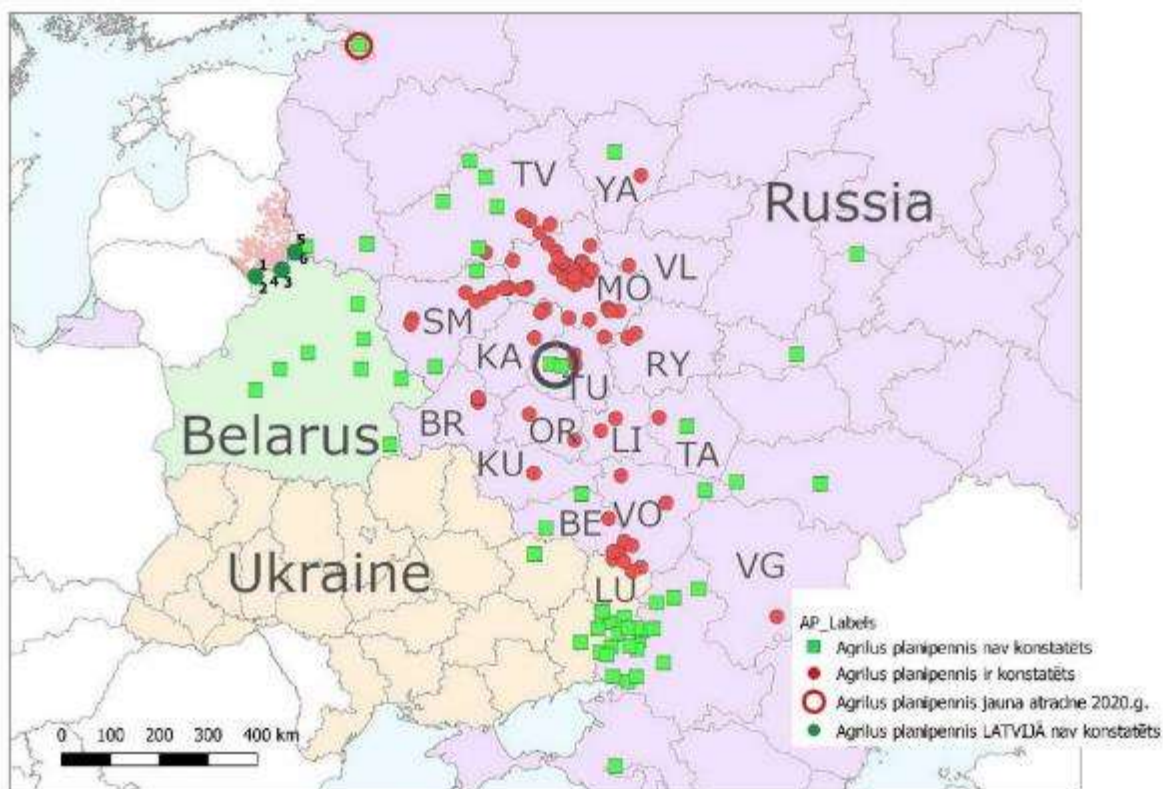


2.8. attēls. Ošu raibā lūksngrauža *Hylesinus fraxini* ejas uz krituša oša stumbra.

Kopējais oša audžu stāvoklis raksturots kā slikts. Visos parauglaukumos konstatēta ošu atmiršana, domājams, sēnes *Hymenoscyphus fraxineus* izraisītas slimības ietekmē. Vairākos parauglaukumos, kuros izveidojušies atvērumi, osis atjaunojas. Jaunie koki vizuāli novērtēti kā veseli.

Novērtējot smaragdzaļās krāšņvaboles izplatību kaimiņvalstīs, satraukumu rada jauna atradne St. Pēterburgas apkārtnē 2020. gadā (Volkovitsh & Suslov 2020) (2.9. attēls). Tiek uzskatīts, ka šī jaunā atradne nav dabiska šī kaitēkļu izplatīšanās, bet izveidojusies antropogēnās darbības rezultātā. Šī iemesla dēļ 2022. gadā būtu nepieciešama papildus slazdu izvietošana arī vairāk uz ziemeļiem – Alūksnes–Viļakas apkārtnē. Mērķtiecīgi būtu izmantot arī *A. planipennis* feromonu slazdus, lai arī to efektivitāte nav viennozīmīga. Veicot šī bīstamā kaitēkļa monitoringu Baltkrievijā, Ukrainā un Krievijā, 2019. gadā krāšņvabole konstatēta tikai Ukrainā un Krievijā, bet ne Baltkrievijā (Orlova-Bienkowskaja et al. 2020). Krāšņvabole konstatēta Ukrainas austrumu daļā un vairākos Krievijas reģionos, no kuriem tuvākais Latvijai ir Smoļenskas apkārtnē.

2011. gadā par smaragdzaļās krāšņvaboles atradni tika kļūdaini ziņots Zviedrijā. Šī kļūda ir labota, un šobrīd šis kaitēklis Zviedrijā nav konstatēts (pēdējās ziņas no 2015. gada) (Dobrowolska et al. 2015).



2.9. attēls. Smaragdzaļās krāšņvaboles *Agrilus planipennis* monitoringa rezultāti un izplatība kaimiņu valstīs (pamata karte Orlova-Bienkowskaja et al. 2020).

#### 2.2.4. Secinājumi

Pirmajā pētījuma etapā izvietotajās logu lamatās smaragdzaļā krāšņvabole netika konstatēta.

Nemot vērā, ka ošu smaragdzaļā krāšņvabole 2020. gadā konstatēta Sanktpēterburgā, nepieciešams turpināt kaitēkļa monitoringu Latvijas-Baltkrievijas un Latvijas-Krievijas pierobežā, papildus izvietojot slazdus arī vairāk uz ziemeļiem – Alūksnes–Viļakas apkārtnē.

## LITERATŪRAS SARAKSTS

- Abras, S., Chandelier, A., Fassotte, C., Lissarragne, J.-B., Cavalier, S.M., Debruxelles, N., Dufays, E. (2005). Phytosanitary monitoring of woody species from the banks of watercourses in Wallonia. *Parasitica* 61(2–4): 69–80.
- Adamčíková, K., Jánošíková, Z., Adamčík, S., Ostrovský, R., Pastirčáková, K., Kobza, M., Ondrušková, E. (2021). Host range, genetic variability, and mating types of *Lecanosticta acicola* in Slovakia. *Scand. J. For. Res.* 36 (5): 325–332. doi: 10.1080/02827581.2021.1941236.
- Adamson, K., Drenkhan, R., Hanso, M. (2015a). Invasive brown spot needle blight caused by *Lecanosticta acicola* in Estonia. *Scand. J. For. Res.* 30: 587–593. doi: 10.1080/02827581.2015.1041550.
- Adamson, K., Klavina, D., Drenkhan, R., Gaitnieks, T., Hanso, M. (2015b). *Diplodia sapinea* is colonizing the native Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the northern Baltics. *Eur. J. Plant Pathol.* 143(2): 343–350.
- Adamson, K., Laas, M., Drenkhan, R., Hanso, M. (2018). Quarantine pathogen *Lecanosticta acicola*, observed at its jump from an exotic host to the native *Scots pine* in Estonia. *Balt. For.* 24(1): 36–41.
- Aglietti, C., Meinecke, C.D., Ghelardini, L., Barnes, I., van der Nest, A., Villari, C. (2021). Rapid Detection of Pine Pathogens *Lecanosticta acicola*, *Dothistroma pini* and *D. septosporum* on Needles by Probe-Based LAMP Assays. *Forests* 12: 479. doi: 10.3390/f12040479.
- Anonīms. (2012). Mēģinių ėmimo rutulgrybiams nustatyti metodiką. Nr. A1-325, Lietuvos Respublikos Valstybinės augalininkystės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos, Vilnius (Lietuviešu valodā).
- Anselmi, N. (2009). Diseases of poplars and willows. FAO International Workshop “Improve The Contribution Of Poplars And Willows In Meeting Sustainable Livelihoods And Land-Use In Selected Mediterranean And Central Asian Countries”, Izmit, Turkey, 27 – 31 July, pp. 17.
- Arhipova, N. (2012). Heart rot of spruce and alder forests in Latvia – impact and possibilities for silvicultural control. Doctoral thesis. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences, 48 pp.
- Arhipova, N., Gaitnieks, T., Donis, J., Stenlid, J., Vasaitis, R. (2011a). Butt rot incidence, causal fungi, and related yield loss in *Picea abies* stands of Latvia. *Can. J. For. Res.* 41: 2337–2345.
- Arhipova, N., Gaitnieks, T., Donis, J., Stenlid, J., Vasiatis, R. (2011b). Decay, yield loss and associated fungi in stands of grey alder (*Alnus incana*) in Latvia. *Forestry* 84(4): 337–348.
- Arhipova, N., Gaitnieks, T., Donis, J., Stenlid, J., Vasaitis, R. (2012). Heart-rot and associated fungi in *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. stands in Latvia. *Scand. J. For. Res.* 27(4): 327–336.
- Arhipova, N., Gaitnieks, T., Nikolajeva, V., Vulfa, L., Mihailova, A. (2008). Baltalkšņa ietekme uz egļu sakņu rizosfēras mikrofloru un tās antagonismu pret *Heterobasidion annosum*. *Mežzinātne* 17(50): 9–14.
- Baettig, R., Cornejo, J., Guajardo, J. (2017). Detection and delimitation of false heartwood in *Populus* using and electrical impedance method. *Eur. J. Wood Wood Prod.* 75: 1003 – 1008.



- Bakys, R., Ihrmark, K., Stenlid, J., Menkis, A. (2011). Root rot, associated fungi and their impact on health condition on declining *Fraxinus excelsior* stands in Lithuania. *Scand. J. For. Res.* 26: 128 – 135.
- Baranchikov, Y., Mozolevskaya, E., Yurchenko, G., Kenis M. (2008). Occurrence of the emerald ash borer, *Agrilus planipennis* in Russia and its potential impact on European forestry. *EPPO Bulletin* 38(2): 233–238. doi:10.1111/j.1365-2338.2008.01210.
- Barnes, I., Crous, P.W., Wingfield, B.D., Wingfield, M.J. (2004). Multigene phylogenies reveal that red band needle blight of *Pinus* is caused by two distinct species of *Dothistroma*, *D. septosporum* and *D. pini*. *Stud. Mycol.* 50: 551–565.
- Barnes, I., Kirisits, T., Akulov, A., Chhetri, D.B., Wingfield, B.D., Bulgakov, T.S., Wingfield, M.J. (2008). New host and country records of the *Dothistroma* needle blight pathogens from Europe and Asia. *Forest Pathol.* 38: 178–195.
- Bauer, L.S., Haack, R.A., Miller, D.L., Petrice, T.R., and Liu, H. (2004). Emerald ash borer life cycle. In Emerald ash borer research and technology development meeting. Compiled by V. Mastro and R. Reardon. United States Department of Agriculture, Forest Service, Morgantown, West Virginia, United States of America. P. 8.
- Bārdule, A., Lazdiņš, A. (2010). Oglekļa un slāpekļa piesaiste minerālaugsnēs baltalkšņa (*Alnus incana* (L.) Moench) audzēs apmežojušās lauksaimniecības zemēs. *Mežzinātne* 21(54): 95–109.
- Bennell, A.P., Millar, C.S. (1984). Fungal pathogenes of birch in Britain. *Proceedings of the Royal Society of Edinburg*, 85B, 153-167.
- Berezovska, D., Oszako, T. K., Malewski, T., Stocki, M., Marozau, A., Stocka, N., Moser, W.K., Baggett, S.L., Belbahri, L., Nowakowska, J.A. (2021). Effect of defoliation on the defense reactions of Silver Birch (*Betula pendula*) infected with *Phytophthora plurivora*. *Forests* 12(7):1-20.
- Bielke, U., Boberg, J., Oliva, J., Tatersdill, K., Mckie, B.G. (2016). Dieback of riparian alder caused by the *Phytophthora alni* complex: consequences for stream ecosystems. *Freshw. Biol.* 61: 565–579.
- Biggs, A.R., Davis, D.D. (1982). Histopathology of cankers on *Populus* caused by *Cytospora chrysosperma*. *Can. J. Bot.* 61: 563 – 574.
- Bihon, W., Slippers, B., Burgess, T., Wingfield, M.J., Wingfield, B. (2011). Sources of *Diplodia pinea* endophytic infections in *Pinus patula* and *P. radiata* seedlings in South Africa. *For. Pathol.* 41: 370–375. doi: 10.1111/j.1439-0329.2010.00691.x.
- Blanchette, A.R., Weld, W.B., Jurgens, J.A., McNew, D.L., Harrington, T.C., Duncan, S.M., Farrell, R.L. (2004). Wood – Destroying Soft Rot Fungi in the Historic Expedition Huts of Antarctica. *Appl. Environ. Microbiol.* 70 (3): 1328 – 1335.
- Blodgett, J.T., Stanosz, G.R. (1997). *Sphaeropsis sapinea* Morphotypes Differ in Aggressiveness, but Both Infect Nonwounded Red or Jack Pines. *Plant Dis.* 81: 143–147. doi: 10.1094/pdis.1997.81.2.143.
- Boateng, K., Lewis, K.J. (2015). Spore dispersal by *Dothistroma septosporum* in northwestern British Columbia. *Phytopathology* 105: 69–79.
- Brasier, C.M., Cooke, D.E.L., Duncan, J.M. (1999). Origin of a new *Phytophthora* through interspecific hybridisation. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 96: 5878–5883.
- Brasier, C.M., Kirk, S.A., Delcan, J., Cooke, D.L. (2004). *Phytophthora alni* sp. nov. and its variants: Designation of emerging heteroploid hybrid pathogens spreading on *Alnus* trees. *Mycol. Res.* 108: 1172–1184.
- Brice, E., Usele, G., Bokuma, G., Lielmane, I., Zadeika, I., Šmits, A., Kenigšvalde, K., Gaitnieks, T. (2010). *Phytophthora* and *Alnus* sp. dieback in Latvia. Poster in conference “*Phytophthora* in European Forests: Conference on Impacts and Mitigation”, Viterbo, Italy (27–30.06.2010).

- Brodde, L., Adamson, K., Camarero, J.J., Castaño, C., Drenkhan, R., Lehtijärvi, A., Luchi, N., Migliorini, D., Sánchez-Miranda, A., Stenlid, J. et al. (2019). *Diplodia* Tip Blight on Its Way to the North: Drivers of Disease Emergence in Northern Europe. *Front. Plant Sci.* 9: 1818. doi: 10.3389/fpls.2018.01818.
- Brown, A.V., Rose, D.R., Webber, J.F. (2003). Red Band Needle Blight of Pine. Forestry Commission Information Note 49. Edinburgh: Forestry Commission. pp. 6.
- Brown, A., Webber, J. (2008). Red band needle blight of conifers in Britain. Research Note – Forestry Commission, 8 pp. Retrieved from ([http://www.forestry.gov.uk/pdf/FCRN002.pdf/\\$FILE/FCRN002.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/FCRN002.pdf/$FILE/FCRN002.pdf)).
- Bulmann, L.S., Bradshaw, R.E., Fraser, S., Martín-García, J., Barnes, I., Musolin, D.L., La Porta, N., Woods, A., Diez-Cesero, J.J., Koltay, A., Drenkhan, R., Ahumada, R., Poljakovic Pajinik, L., Queloz, V., Piškur, B., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Chira, D., Tomešová-Haataja, V., Georgieva, M., Jankovský, L., Anselmi, N., Markovskaja, S., Papazova, I., Sotirovski, K., Lazarević, J., Adamčíková, K., Poroń, P., Bragança, H., Vettrano, A., Selikhovkin, A.V., Bulgakov, T.S., Tubby, K. (2016). A worldwide perspective on the management and control of *Dothistroma* needle blight. *For. Pathol.* 46: 472–488.
- Burgess, T., Wingfield, M.J. (2002). Quarantine is important in restricting the spread of exotic seed-borne tree pathogens in the Southern hemisphere. *Intern. For. Rev.* 4: 56–65.
- Bußkamp, J., Langer, G.J., Langer, E.J. (2020). *Sphaeropsis sapinea* and fungal endophyte diversity in twigs of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in Germany. *Mycol. Prog.* 19: 985–999. doi: 10.1007/s11557-020-01617-0.
- Camlibel, O. (2020). Chemical analysis of birch tree (*Betula pendula* Roth) degraded by fungus. *BioRes* 15(2): 4353 – 4361.
- Cellerino, P.G. (1999). Review of fungal diseases in Poplar. Food and Agriculture Organization of the United Nations, pp. 53.
- Chapela, I.H. 1989. Fungi in healthy stems and branches of American beech and aspen: a comparative study. *New Phytol.* 113(1): 65 – 75.
- Ciseļonoka, L. (2020). Effect of urea treatment on discolouration causing fungi in *Betula pendula* Roth. wood. University of Latvia, Master thesis, pp. 65.
- Claessens, H. (2005). L'aulne glutineux. Ses stations et sa sylviculture. ASBL Forêt Wallonne, 189 pp. + 2 annexes.
- Claessens, H., Oosterbaan, A., Savill, P., Rondeux, J. (2010). A review of the characteristics of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and their implications for silvicultural practices. *Forestry* 83(2): 163–175.
- Černý, K., Gregorova, B., Strnadova, V., Holub, V., Tomsovsky, M., Cervenka, M. (2008). *Phytophthora alni* causing decline of black and grey alders in the Czech Republic. *Plant Pathology* 57: 370.
- Desprez-Loustau, M.-L., Marçais, B., Nageleisen, L.-M., Piou, D., Vannini, A. (2006). Interactive effects of drought and pathogens in forest trees. *Ann. For. Sci.* 63: 597–612. doi: 10.1051/forest:2006040.
- Dobrowolska, D., Hein, S., Oosterbaan, A., Wagner, S., Clark, J., Skovsgaard, J.P. (2011). A review of European ash (*Fraxinus excelsior* L.): implications for silviculture. *Forestry* 84(2): 133–148. doi: 10.1093/forestry/cpr001.
- Domanski, S. (1983). Fungi that destroyed a *Populus tremula* stand in Lagow Lubuski. *Eur. J. For. Pathol.* 13(3): 166 – 173.
- Downing, M.C., Jung, T., Thomas, V., Blaschke, M., Tuffly, M.F. Reich, R. (2010). Estimating the susceptibility to *Phytophthora alni* globally using both statistical analyses and expert knowledge. In: *Advances in threat assessment and their application to forest rangeland management.* p. 570–559.

- Dreimanis, A. (2016). Mežsaimniecības pamati. Jelgava, Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Meža fakultāte, 218 lpp.
- Drenkhan, R., Hanso, M. (2009). Recent invasion of foliage fungi of pines (*Pinus* spp.) to the Northern Baltics. *Forestry Studies | Metsanduslikud Uurimused* 51: 49–64.
- Drenkhan, R., Hantula, J., Vuorinen, M., Jankovský, L., Müller, M. (2013). Genetic diversity of *Dothistroma septosporum* in Estonia, Finland and Czech Republic. *Eur. J. Plant Pathol.* 136: 71–85. doi: 10.1007/s10658-012-0139-6.
- Drenkhan, R., Riit, T., Adamson, K., Hanso, M. (2016a). The earliest samples of *Hymenoscyphus albidus* vs. *H. fraxineus* in Estonian mycological herbaria. *Mycol. Prog.* 15: 835–844. doi: 10.1007/s11557-016-1209-5.
- Drenkhan, T., Voolma, K., Adamson, K., Sibul, I. (2016b). The large pine weevil *Hylobius abietis* (L.) as a potential vector of the pathogenic fungus *Diplodia sapinea* (Fr.) Fuckel. *Agric. For. Ēntomol.* 19: 4–9. doi: 10.1111/afe.12173.
- Drenkhan, R., Tomešová-Haataja, V., Fraser, S., Bradshaw, R.E., Vahalik, P., Mullett, M., Barnes, I. (2016c). Global geographic distribution and host range of *Dothistroma* species: A comprehensive review. *For. Pathol.* 46: 408–442. doi: 10.1111/efp.12290.
- Dubois, H.; Claessens, H.; Ligot, G. (2021). Towards Silviculture Guidelines to Produce Large-Sized Silver Birch (*Betula pendula* Roth) Logs in Western Europe. *Forests* 12: 599. <https://doi.org/10.3390/f12050599>
- Elegbede, C.F., Pierrat, J.-C., Aguayo, J., Husson, C., Halkett, F., Marçais, B. (2010). A statistical model to detect asymptomatic infectious individuals with an application in the *Phytophthora alni*-induced alder decline. *Phytopathology* 100: 1262–1269.
- Enebak, S.A., Blanchette, R.A. (1989). Canker formation and decay in sugar maple and paper birch infected by *Cerrena unicolor*. *Can. J. For. Res.* 19(2): 225 – 231.
- EPPO (2005). *Mycosphaerella pini*. Dignostics. OEPP/EPPO Bulletin. 35: 271–273.
- EPPO (2008). *Mycosphaerella dearnessii* and *Mycosphaerella pini*. Dignostics. OEPP/EPPO Bulletin. 38: 349–362.
- EPPO (2018). First report of *Phytophthora alni* in Latvia. EPPO Reporting Service no. 06 – 2018. Num. article: 2018/122. <https://gd.eppo.int/reporting/article-6316>.
- Fabre, B., Marçais, B., Desprez-Loustau, M., Piou, D. (2011). Can the emergence of pine *Diplodia* shoot blight in France be explained by changes in pathogen pressure linked to climate change? *Glob. Chang. Biol.* 17: 3218–3227. doi: 10.1111/j.1365-2486.2011.02428.x.
- Fleet, A.C. (2001). Growth, nutrition and genetic factors that affect pigmentation of wood-sapstain fungi. Master thesis, The University of British Columbia, pp. 128.
- Flowers, J., Hartman, J., Vaillancourt, L. (2003). Detection of Latent *Sphaeropsis sapinea* Infections in Austrian Pine Tissues Using Nested-Polymerase Chain Reaction. *Phytopathology* 93: 1471–1477. doi: 10.1094/phyto.2003.93.12.1471.
- Gaitnieks, T., Liepa, I., Rokjanis, B. (2000a). The influence of grey alder on the mycorrhiza in Norway spruce stands infected by root rot disease. *LLU Raksti* 3: 60–64.
- Gaitnieks, T., Liepa, I., Rokjanis, B., Indriksons, A. (2000b). Development of Norway spruce mycorrhiza in mixed Norway spruce and grey alder stands infected by *Heterobasidion annosum*. *Forest. Stud. (Tartu)* 34: 44–51.
- Gauthier, W.N., Fountain, E.W., Missun, T. (2015). Tree Wounds – Invitations to Wood Decay Fungi. *Plant Pathology Fact Sheet PPFs-OR-W-01*, pp. 7.
- Gibbs, J.N. (1995). *Phytophthora* root disease of alder in Britain. *OEPP/EPP Bull.* 25: 661– 664.
- 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. *Eur. J. For. Path.* 29: 9–50.

- Gibbs, J.N., Van Dijk, C., Weber, J. (2003). *Phytophthora* disease of alder in Europe. Forestry Commission Bulletin 126: 1–82.
- Gibson, I.A.S. (1967). The distribution, impact and control of a foliage disease of Pines in Africa caused by *Dothistroma pini* Hulbary. In Proceedings off the 14<sup>th</sup> IUFRO Congress, Munich, Germany, 209, Vol. 220, p. 84–88.
- Gibson, I.A.S. (1974). Impact and control of *Dothistroma* blight of pines. Eur. J. For. Pathol. 4: 89–100.
- Gibson, I.A.S., Christensen, P.S., Munga, F.M. (1964). First observations in Kenya of a foliage disease of pines caused by *Dothistroma pini* Hulbary. Commonw. For. Rev. 42: 31–48.
- Gonthier, P., Nicolotti, G. (2013). Infectious Forest Diseases. CABI.
- Gordienko, P.V. (1977). The biotype distribution of *Fomes fomentarius* in the conifer and hardwood forest of Sikhote-Alin. Lesovedenie 6: 86-91.
- Grasso, F.M., Granata, G. (2010). First report of *Botryosphaeria dothidea* associated with dieback of aspen (*Populus tremula*) in Italy. Plant Pathol. 59: 807.
- Green, S. (2004). Fungi associated with shoots of silver birch (*Betula pendula*) in Scotland. Mycol. Res. 108 (11): 1327 – 1336.
- Groenewald, M., Barnes, I., Bradshaw, R.E., Brown, A.V., Dale, A., Groenewald, J.Z., Lewis, K.J., Wingfield, B.D., Wingfield, M.J., Crous, P.W. (2007). Characterization and distribution of mating type genes in the *Dothistroma* needle blight pathogens. Phytopathology 97: 825–834.
- Hallaksela, A.-M., Niemistö, P. (1998). Stem discoloration of planted silver birch. Scand. J. For. Res. 13(1-4): 169-176. doi: 10.1080/02827589809382973.
- Hamberg, L., Malmivaara-Lämsä, M., Löfström, I., Hantula, J. (2013). Effects of a biocontrol agent *Chondrostereum purpureum* on sprouting of *Sorbus aucuparia* and *Populus tremula* after four growing seasons. BioControl 59: 125 – 137.
- Hansen, E. (2015). *Phytophthora* species emerging as pathogens of forest trees. Curr. Forestry Rep. 1: 16–24.
- Hanso, M., Drenkhan, R. (2008). First observations of *Mycosphaerella pini* in Estonia. Plant Pathol. 57: 1177. doi: 10.1111/j.1365-3059.2008.01912.x.
- Hanso, M., Drenkhan, R. (2009). *Diplodia pinea* is a new pathogen on Austrian pine (*Pinus nigra*) in Estonia. Plant Pathol. 58: 797–797. doi:10.1111/j.1365-3059.2009.02082.x.
- Harrington, T.C., Wingfield, M.J. (1998). Disease and the ecology of indigenous and exotic pines. In: Richardson, D.M. (Ed.) Ecology and biogeography of *Pinus*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Hawksworth, F.G., Gilbertson, R.L., Wallis, G.W. (1985). Common names for tree diseases in western United States and western Canada. Proceedings, 23rd Annual Western International Forest Disease Work Conference, 1984 September 25 – 28, Taos, NM, pp. 37.
- Hayden, K.J., Hardy, E.St.J., Garbelotto, M. (2013). Oomycete diseases. In: Gonthier, P., Nicolotti, G. (Eds.) Infectious forest diseases, p. 519–546.
- Hintsteiner, M., Cech, T.L., Halmschlager, E., Stauffer, C., Kirisits, T. (2012). First report of *Mycosphaerella dearnessii* on *Pinus nigra* var. *nigra* in Austria. For. Pathol. 42: 437–440.
- Hjelm, K., Rytter, L. (2016). The influence of soil conditions, with focus on soil acidity, on the establishment of poplar (*Populus* spp.). New For. 47: 731 – 750.
- Holdenrieder, O., Sieber, T.N. (1995). First report of *Mycosphaerella dearnessii* in Switzerland. For. Pathol. 25(5): 293–295.
- Holec, J. (2005). The genus *Gymnopilus* (Fungi, Agaricales) in the Czech Republic with respect to collections from other European countries. Acta Mus. Nat. Pragae, Ser. B Hist. Nat. 61 (1 – 2): 1 – 52.

- Hörnfeldt, R., Drouin, M., Woxblom, L. (2010). False heartwood in beech *Fagus sylvatica*, birch *Betula pendula*, *B. papyrifera* and ash *Fraxinus excelsior* - an overview. *Ecol. Bull.* 53: 61 – 76.
- Ingold, C.T. (1965). *Fomes fomentarius* on beech in Kent. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 48: 81-82.
- Ioos, R., Fabre, B., Saurat, C., Fourier, C., Frey, P., Marçais, B. (2010). Development, comparison, and validation of real-time and conventional PCR tools for the detection of the fungal pathogens causing brown spot and red band needle blights of pine. *Phytopathology* 100: 105–114.
- Jankovský, L., Palovčíková, D., Dvořák, M., Tomšovský, M. (2009). Records of Brown spot needle Blight related to *Lecanosticta acicola* in the Czech Republic. *Plant Prot. Sci.* 45: 16–18.
- Janoušek, J., Krumböck, S., Kirisits, T., Bradshaw, E.R., Barnes, I., Jankovský, L., Stauffer, C. (2014). Development of microsatellite and mating type markers for the pine needle pathogen *Lecanosticta acicola*. *Australasian Plant Pathol.* 43: 161–165.
- Johannesson, H., Ihrmark, K., Stenlid, J. (2002). Differential decay extension capability of *Daldinia* spp. in wood of *Betula pendula*, *Alnus glutinosa* and *Fraxinus excelsior*. *For. Ecol. Manag.* 167: 295 – 302.
- Johansson, T., Hjelm, B. (2013). Frequency of False Heartwood of Stems of Poplar Growing on Farmland in Sweden. *Forests* 4: 28 – 42.
- Jung, T. (2009). Beech decline in Central Europe driven by the interaction between *Phytophthora* infections and climatic extremes. *For. Pathol.* 39: 73–94. doi: 10.1111/j.1439-0329.2008.00566.x.
- Jung, T., Blaschke, M. (2004). *Phytophthora* root and collar rot of alders in Bavaria: distribution, modes of spread and possible management strategies. *Plant Pathol.* 53: 197–208.
- Jürisoo, L., Adamson, K., Padari, A., Drenkhan, R. (2019). Health of elms and Dutch elm disease in Estonia. *Eur. J. Plant Pathol.* 154: 823–841. doi: 10.1007/s10658-019-01707-0.
- Jürisoo, L., Selikhovkin, A.V., Padari, A., Shevchenko, S.V., Shcherbakova, L.N., Popovichev, B.G., Drenkhan, R. (2021). The extensive damage to elms by Dutch elm disease agents and their hybrids in northwestern Russia. *Urban Forestry & Urban Greening*, 63: 127214. doi: 10.1016/j.ufug.2021.127214.
- Kabir, M.S., Ganley, R.J., Bradshaw, R.E. (2015). Dothistromin toxin is a virulence factor in dothistroma needle blight of pines. *Plant Pathol.* 64: 225–234. doi: 10.1111/ppa.12229.
- Kirisits, T., Cech, T.L. (2006). Is *Dothistroma* needle blight going to become an important forest disease in Austria? *Forstschutz Aktuell* 36: 20–26 (Vācu val.).
- Kula, E., Buchta, I., Stransky, P. (2006). Frost cracks and their effect on the stability of birch stands in the Krušné hory Mts. *J. For. Sci.* 52(8): 348-356.
- Kuzmichev, E.P., Sokolova, E.S., Kulikova, E.G. (2001). Common Fungal Diseases of Russian Forests. General Technical Report NE-279, USDA Forest Service, Newtown Square, PA, 137 p.
- Ķiesnere, R.D. (2014). Invasive forest pathogen *Dothistroma* spp. in Latvia. Master thesis. Faculty of Biology, University of Latvia.
- Laiviņš, M., Krampis, I., Šmite, D., Bice, M., Knape, D., Šulcs, V. (2009). Latvijas kokaugu atlants. Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts, Rīga.
- Langrell, S.R. (2011). Nested polymerase chain reaction-based detection of *Dothistroma septosporum*, red band needle blight of pine, a tool in support of phytosanitary regimes. *Mol Ecol Resour.* 11(4): 749–752. doi: 10.1111/j.1755-0998.2011.02996.x.

- Larsen, M.J., Jurgensen, M.F., Harvey, A.E., Ward, J.C. (1978). Dinitrogen fixation associated with sporophores of *Fomitopsis pinicola*, *Fomes fomentarius* and *Echinodontium tinctorum*. *Mycologia* 70, 1217-1222.
- Lévy, A., Lafaurie, C. (1994). Discovery of *Scirrhia acicola*. A new foliar pathogen on pine trees attenuata x radiata on the Aquitaine region. *Phytoma*. 463: 33–35.
- Liepa, I., Gaitnieks, T. (2002). Afforestation of abandoned agricultural land and *Alnus incana* L. (Moench). Scientific aspects of organic farming. In: Proceedings of conference held in Jelgava, Latvia, 21–22 March, 2002, p. 58–62.
- Liepiņš, K., Liepiņš, J. (2010). Baltalkšņa (*Alnus incana* L. (Moench)) un melnalkšņa (*Alnus glutinosa* L.) ietvarstādu augšanas rādītāji stādījumā lauksaimniecības augsnēs. *Mežzinātne* 21(54): 4–15.
- Lilja, A., Kokkola, M., Hantula, J., Parikka, P. (2006). *Phytophthora* ssp. – a new threat to tree seedlings and trees. *Skogforskningen – Aktuell* 1: 48–53.
- Lilja, A., Rikala, R., Hietala, A., Heinonen, R. (1996). Stem lesions on *Betula pendula* seedlings in Finnish forest nurseries and the pathogenicity of *Phytophthora cactorum*. *Eur. J. For. Pathol.* 26(2): 89-96.
- Lilja, A., Rytönen, A., Hantula, J., Mueller, M., Parikka, P., Kurkela, T. (2011). Introduced pathogens found on ornamentals, strawberry and trees in Finland. *Agric. Food Sci.* 20: 74–85.
- Linnakoski, R., Kasanen, R., Lasarov, I., Martinen, T., Oghenekaro, O.A., Sun, H., Asiegbu, O.F., Wingfield, J.M., Hantula, J., Heliövaara, K. (2018). *Cadophora margaritata* sp. nov. and other fungi associated with the longhorn beetles *Anoplophora glabripennis* and *Saperda carcharias* in Finland. *Antonie van Leeuwenhoek* 111: 2195 – 2211.
- Luchi, N., Capretti, P., Surico, G., Orlando, C., Pazzagli, M., Pinzani, P. (2005). A Real-Time Quantitative PCR Assay for the Detection of *Sphaeropsis sapinea* from Inoculated *Pinus nigra* Shoots. *J. Phytopathol.* 153: 37–42. doi: 10.1111/j.1439-0434.2004.00924.x.
- Luchi, N., Pratesi, N., Simi, L., Pazzagli, M., Capretti, P., Scala, A., Slippers, B., Pinzani, P. (2011). High-Resolution Melting Analysis: A new molecular approach for the early detection of *Diplodia pinea* in Austrian pine. *Fungal Biol.* 115: 715–723. doi: 10.1016/j.funbio.2011.05.005.
- Lutter, R., Drenkhan, R., Tullus, A., Jürimaa, K., Tullus, T., Tullus, H. (2019). First record of *Entoleuca mammata* in hybrid aspen plantations in hemiboreal Estonia and stand–environmental factors affecting its prevalence. *Eur. J. For. Res.* 138: 263–274. doi: 10.1007/s10342-019-01165-7.
- Lygis, V., Vasiliauskas, R. and Stenlid, J., (2004). Planting *Betula pendula* on pine sites infested by *Heterobasidion annosum*: disease transfer, silvicultural evaluation, and community of wood-inhabiting fungi. *Can. J. For. Res.* 34 (1): 120-130.
- Macdonald, J.A. (1937). A study of *Polyporus betulinus* (Bull.) Fr. *Ann. Appl. Biol.* 24: 289 - 310.
- Markovskaja, S., Kačergius, A., Treigienė, A. (2011). Occurrence of new alien pathogenic fungus *Mycosphaerella dearnessii*. *Bot. Lith.* 17(1): 29–37.
- Markovskaja, S., Raitelaitytė, K., Kačergius, A., Kolmakov, P., Vasilevich, V. (2020). Occurrence of *Dothistroma* needle blight in Lithuania and Belarus: The risk posed to native Scots Pine forests. *For. Path.* 50: e12626. doi: 10.1111/efp.12626.
- Markovskaja, S., Treigienė, A. (2009). New data on invasive pathogenic fungus *Dothistroma septosporum* in Lithuania [Nauji duomenys apie invazinį patogeninį grybą *Dothistroma septosporum* Lietuvoje]. *Bot. Lith.* 15(1): 41–45.
- Matsiakh, I., Kramarets, V., Cleary, M. (2021). Occurrence and diversity of *Phytophthora* species in declining broadleaf forests in western Ukraine. *For. Path.* 51(1): 1-12.

- Mauer, O., Palatova, E. (2003). The role of root system in silver birch (*Betula pendula* Roth) dieback in the air-polluted area of Krušné hory Mts. J. For. Sci. 49(5): 191-199.
- De Merlice, D., Chandelier, A., Debruxelles, N., Noldus, M., Laurent, F., Dufays, E., Claessens, H. (2005). Characterization of alder *Phytophthora* isolates from Wallonia and development of SCAR primers for their specific detection. J. Phytopathology 153: 99– 107.
- Miezīte, O. (2017). Meža aizsardzība. 2. daļa. Meža fitopatoloģija. Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Meža fakultāte, Jelgava. 172 lpp.
- Mullett, M.S., Adamson, K., Bragança, H., Bulgakov, T., Georgieva, M., Henriques, J., Jürisoo, L., Laas, M., Drenkhan, R. (2018). New country and regional records of the pine needle blight pathogens *Lecanosticta acicola*, *Dothistroma septosporum* and *Dothistroma pini*. For. Pathol. 48: e12440. doi: 10.1111/efp.12440.
- Mullett, M.S., Drenkhan, R., Adamson, K., Boroń, P., Lenart-Boroń, A., Barnes, I., Tomšovský, M., Jánošíková, Z., Adamčíková, K., Ondrušková, E. et al. (2021). Worldwide Genetic Structure Elucidates the Eurasian Origin and Invasion Pathways of *Dothistroma septosporum*, Causal Agent of *Dothistroma* Needle Blight. J. Fungi 7: 111. doi: 10.3390/jof7020111.
- Murray, J.S. (1967). *Dothistroma pini* Hulbary – Its occurrence in Europe. In: XIV IUFRO Kongress. Munchen.
- Murray, J.S., Batko, S. (1962). *Dothistroma pini* Hulbary: A new disease on pine in Britain. Forestry 34: 57–65.
- Müller, M.M., Hantula, J., Vuorinen, M. (2009). First Observations of *Mycosphaerella pini* on Scots Pine in Finland. Plant Dis. 93: 322–339.
- Müller, M.M., Hantula, J., Wingfield, M., Drenkhan, R. (2019). *Diplodia sapinea* found on Scots pine in Finland. For. Pathol. 49: e12483. doi: 10.1111/efp.12483.
- Niemelä, T. (1974). On Fennoscandian Polypores. III. *Phellinus tremulae* (Bond.) Bond. & Borisov. Annales Botanici Fennici Volume 11, Issue 3, pp. 202 – 215.
- Norkute, G. (2018). Tris svarbias miško medžių ligas – Alksniu džiuoti, goubu mara ir uosiu džiuoti sukeliančiu inaziniu patogenu populiaciju tyrimai. [Characterization of populations of invasive pathogens – causal agents of three major forest tree diseases: alder decline, Dutch elm disease and ash dieback]. Daktaro disertacijos santrauka. Biomedicinos mokslai, Ekologija ir aplinkotyra, Vilniaus Universitetas, Gamtos tyrimų centras, Vilnius [Lietuviešu val.].
- Oliva, J., Boberg, J., Stenlid, J. (2013). First report of *Sphaeropsis sapinea* on Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Austrian pine (*P. nigra*) in Sweden. New Dis. Rep. 27: 23– 23.
- Oliva, J., Ridley, M., Redondo, M.A., Caballol, M. (2020). Competitive exclusion amongst endophytes determines shoot blight severity on pine. Funct. Ecol. 35: 239–254. doi: 10.1111/1365-2435.13692.
- Orlova-Bienkowskaja, M.J. (2014). Ashes in Europe are in danger: the invasive range of *Agrilus planipennis* in European Russia is expanding. Biol. Invasions 16: 1345–1349. doi: 10.1007/s10530-013-0579-8.
- Orlova-Bienkowskaja, M.J., Bieńkowski, A.O. (2015). The life cycle of the emerald ash borer *Agrilus planipennis* in European Russia and comparisons with its life cycles in Asia and North America. Agr Forest Entomol. 18: 182–188. doi: 10.1111/afe.12140.
- Orlova-Bienkowskaja, M.J., Drogvalenko, A.N., Zabaluev, I.A., Sazhnev, A.S., Peregudova, E.Y., Mazurov, S.G., Komarov, E.V., Struchaev, V.V., Martynov, V.V., Nikulina, T.V., Bieńkowski, A.O. (2020). Current range of *Agrilus planipennis* Fairmaire, an alien pest of ash trees, in European Russia and Ukraine. Ann. For. Sci. 77: 29. doi: 10.1007/s13595-020-0930-z.

- Orlovic, J.K., Moro, M., Diminic, D. (2020). Role of Root and Stem Base Fungi in *Fraxinus angustifolia* (Vahl) Dieback in Croatian Floodplain Forests. *Forests* 11(6): 607.
- Paul, D.G. (1959). The problem of decay in the management of poplars in Alberta. Graduate Student Theses: Dissertations, & Professional Papers, pp. 79.
- Pažoutová, S., Šrůtka, P. (2007). Symbiotic relationship between *Cerrena unicolor* and the horntail *Tremex fuscicornis* recorded in the Czech Republic. *Czech Mycol.* 59(1): 83 – 90.
- Perala, D.A. (1990). *Populus tremuloides* Michx. Quaking aspen. Salicaceae Willow family. R.M. Burns and B.H. Honkala. *Silvics of North America. Volume 2, Hardwoods.* pp. 523–534. U.S. Dep. Agric. Handbook. 654.
- Perala, A.D., Alm, A.A. (1990). Reproductive Ecology of Birch: A Review. *For. Ecol. Manag.* 32: 1 – 38.
- Peterson, G.W. (1977). Infection, epidemiology, and control of *Diplodia* blight of Austrian ponderosa and Scots pines. *Phytopathology* 67: 511–514.
- Philips, D.H., Burdekin, D.A. (1982). *Diseases of Forest and Ornamental Trees.* London: Macmillan.
- Phillips, A., Alves, A., Abdollahzadeh, J., Slippers, B., Wingfield, M., Groenewald, J., Crous, P. (2013). The *Botryosphaeriaceae*: Genera and species known from culture. *Stud. Mycol.* 76: 51–167. doi: 10.3114/sim0021.
- Piri, T. (1996). The spreading of the S type of *Heterobasidion annosum* from Norway spruce stumps to the subsequent tree stand. *Eur. J. For. Pathol.* 26(4): 193-204.
- Piterāns, A., Vimba, E., Vulfa, L. (1975). *Zemāko augu sistemātika.* Rīga, Zvaigzne, 278 lpp.
- Poland, T.M., Chen, Y., Koch, J., Pureswaran, D. (2015). Review of the emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae), life history, mating behaviours, host plant selection, and host resistance. *Can. Entomol.* 147(03): 252-262. doi: 10.4039/tce.2015.4.
- La Porta, N., Capretti, P., Thomsen, I.M., Kasanen, R., Von Weissenberg, K., Hietala, A.M. (2008). Forest pathogens with higher damage potential due to climate change in Europe. *Can. J. Plant Pathol.* 30: 177 – 195.
- Priedītis, N. (2014). *Latvijas augi.* Rīga, Gandrs, 888 lpp.
- Przybyl, K. (2001). Fungi and bacteria associated with the wet and brown wood in trunk of *Betula pendula* trees. *Acta Soc. Bot. Pol.* 70(2): 113 – 117.
- Pscheidt, J.W., Ocamb, C.M. (2014). *Aspen (Populus tremuloides) – Aspen Trunk Rot.* Pacific Northwest Pest Management Handbooks, Oregon State University.
- Resnerová, K., Zimová, S. (2015). Contribution to bionomy of *Hylesinus fraxini* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) and its monogamy in the Czech Republic. *Forestry Journal* 61: 240–245. doi: 10.1515/forj-2015-0032.
- Riit, T. (2014). PCR praimerid taimede seenpatogeenide tuvastamiseks. *Magistritöö.* Tartu Ülikooli loodus- ja tehnoloogiateaduskond, Tartu, 59 lk.
- Rishbeth, J. (1982). Species of *Armillaria* in southern England. *Plant Pathol.* 31: 9-17. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1982.tb02806.x>.
- Ritter, G. (1981). Zur Verbreitung von *Inonotus obliquus* in der DDR. *Gleditschia* 8: 183-191.
- Rockett, T.R., Kramer, C.L. (1974). Periodicity and total spore production by lignicolous basidiomycetes. *Mycologia* 66: 817-829.
- Rodas, C.A., Wingfield, M.J. (2020). *Important Insect Pests and Diseases of Pine and Eucalyptus in Colombia.* Santiago de Cali, Colombia: Smurfit Kappa, 180 pp.
- Romporti, D., Chumanova, E., Havrdova, L., Peškova, V., Černý, K. (2016). Potential risk of occurrence of *Phytophthora alni* in forests of Czech Republic. *Journal of Maps* 12(1): 280–284.



- Roques, A., Cleary, M., Matsiakh, I., Eschen, R. (2017). Field Guide for the Identification of Damage on Woody Sentinel Plants. CABI, Delémont, Switzerland. ISBN-13-978-1-78639-441-5.
- Santamaria, O., Diez, J.J. (2005). Fungi in leaves, twigs and stem bark of *Populus tremula* from northern Spain. For. Path. 35: 95 – 104.
- Schweingruber, H.F. (2007). Wood Structure and Environment. Timell. E. T., Wimmer R. (ed.). Springer, pp. 279.
- Sellin, A., Niglas, A., Ounapuu-Pikas, E., Kupper, P. (2014). Rapid and long-term effects of water deficit on gas exchange and hydraulic conductance of silver birch trees grown under varying atmospheric humidity. BMC Plant Biol. 14(72): 1 – 12.
- Shigo, A.L. (1969). How *Poria obliqua* and *Polyporus glomeratus* incite cankers. Phytopathology 59, 1164-1165.
- Skrylnik, Y., Koshelyaeva, Y., Meshkova, V. (2019). Harmfulness of xylophagous insects for silver birch ( Roth.) in the left-bank forest-steppe of Ukraine. Folia Forestalia Polonica 61 (3): 159-173. doi: 10.2478/ffp-2019-0016.
- Slippers, B., Boissin, E., Phillips, A., Groenewald, J., Lombard, L., Wingfield, M., Postma, A., Burgess, T., Crous, P. (2013). Phylogenetic lineages in the *Botryosphaerales*: A systematic and evolutionary framework. Stud. Mycol. 76: 31–49. doi: 10.3114/sim0020.
- Smith, D.R., Stanosz, G.R. (2006). A Species-Specific PCR Assay for Detection of *Diplodia pinea* and *D. scrobiculata* in Dead Red and Jack Pines with Collar Rot Symptoms. Plant Dis. 90: 307–313. doi: 10.1094/pd-90-0307.
- Solheim, H., Vuorinen, M. (2011). First Report of *Mycosphaerella pini* Causing Red Band Needle Blight on Scots Pine in Norway. Plant Dis. 95: 875–875.
- Solla, A., Perez-Sierra, A., Corcobado, T., Haque, M.M., Diez, J.J., Jung, T. (2010). *Phytophthora alni* on *Alnus glutinosa* reported for a first time in Spain. Plant Pathol. 59: 798.
- Stanosz, G.R., Blodgett, J.T., Smith, D.R., Kruger, E.L. (2001). Water stress and *Sphaeropsis sapinea* as a latent pathogen of red pine seedlings. New Phytol. 149: 531–538. doi: 10.1046/j.1469-8137.2001.00052.x.
- Stockland N. J., Siitonen J., Jonsson G. B. (2012). Biodiversity in Dead Wood. Cambridge University Press, pp. 509.
- Streito, J.-C., Legrand, Ph., Tabary, F., Jarnouen de Villartay, G. (2002). *Phytophthora* disease of alder (*Alnus glutinosa*) in France: investigations between 1995 and 1999. For. Path. 32: 179–191.
- Strnadova, V., Černý, K., Holub, V., Gregorova, B. (2010). The effects of flooding and *Phytophthora alni* infection on black alder. J. For. Sci. 58(1): 40–45.
- Swart, W.J., Knox-Davis, P.S., Wingfield, M.J. (1985). *Sphaeropsis sapinea*, with special reference to its occurrence on *Pinus* spp. in South Africa. South Africa For. J. 35: 1–8.
- Swart, W.J., Wingfield, M.J. (1991). Biology and Control of *Sphaeropsis sapinea* on *Pinus* species in South Africa. Detail, 30, 40.
- Tainter, F.H., Baker, F.A. (1996). Principles of forest pathology: foliage pathology. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons, Inc. 805 pp.
- Terho, M., Hantula, J., Hallaksela, A.-M. (2007). Occurrence and decay patterns of common wood - decay fungi in hazardous trees felled in the Helsinki City. For. Pathol. 37(6): 420– 432.
- Thorain, B., Husson, C., Marçais, B. (2007). Risk factors for *Phytophthora*-induced decline of alder in northeastern France. The American Phytopathological Society 97(1): 99–105.
- Tsarev, P.A. (2011). Growth and breeding of aspen in Russia. Silvae Genet. 62 (4 – 5): 153 – 160.

- Tsuneda, I., Kennedy, L.L. (1980). Basidiospore germination and substrate preference in *Fomes fomentarius* and *Fomitopsis cajanderi*. *Mycologia* 72: 204–208.
- De Urbina, E.O., Mesanza, N., Aragonés, A., Raposo, R., Elvira-Recuenco, M., Boqué, R., Patten, C., Aitken, J., Iturriza, E. (2017). Emerging Needle Blight Diseases in Atlantic Pinus Ecosystems of Spain. *Forests* 8: 18. doi: 10.3390/f8010018.
- Vasaitis, R., Bakys, R., Vasiliauskas, A. (2012). Discoloration and associated fungi in stems of silver birch (*Betula pendula* Roth.) following logging damage. *For. Pathol.* 42 (5): 6.
- Verbylaitė, R., Baliuckas, V., Kuusienė, S. (2015). European aspen (*Populus tremula* L.) genetic diversity assessed by molecular methods correlation with *P. tremulae* infection incidence. *Biologija* 61 (3 – 4): 130 – 144.
- Viherä-Aarnio, A., Velling, P. (2017). Growth, wood density and bark thickness of silver birch originating from the Baltic countries and Finland in two Finnish provenance trials. *Silva Fenn.* 51 (4): 18.
- Villebonne, D., Maugard, F. (1999). Rapid Development of *Dothistroma* Needle Blight (*Scirrhia Pini*) on Corsican Pine (*Pinus Nigra* Subsp Laricio) in France. *La Sante des Forets, Annual Report 1998, Les Cahiers du DSF1, Paris: DERF*, p. 30–32.
- Volkovitch, M.G., Suslov, D.V. (2020). The first record of the emerald ash borer, *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae), in Saint Petersburg signals a real threat to the palace and park ensembles of Peterhof and Oranienbaum. In: Musolin, D.L., Kirichenko, N.I., Selikhovkin, A.V. (Eds.) *Dendrobiotic invertebrates and fungi and their role in forest ecosystems*. Saint Petersburg State Forest Technical University, Saint Petersburg, Russia, p. 121–122. doi: 10.21266/SPBFTU.2020.KATAEV.
- Wang, X.-Y., Yang, Z., Gould, J., Zhang, Y.-N., Liu, G.-J., Liu, E. (2010). The Biology and Ecology of the Emerald Ash Borer, *Agrilus planipennis*, in China. *J. Insect Sci.* 10: 128. doi: 10.1673/031.010.12801.
- Webber, J., Gibbs, J., Hendry, S. (2004). *Phytophthora* disease of alder. Information Note 6 review. Forestry Commission, Edinburgh, 6 pp.
- Welsh, C., Lewis, K., Woods, A. (2009). The outbreak history of *Dothistroma* needle blight: an emerging forest disease in northwestern British Columbia, Canada. *Can. J. For. Res.* 39(12): 2505–2519. doi: 10.1139/X09-159.
- Welsh, C., Lewis, K.J., Woods, A.J. (2014). Regional outbreak dynamics of *Dothistroma* needle blight linked to weather patterns in British Columbia, Canada. *Can. J. For. Res.* 44: 212–219.
- Wikström, C., Unestam, T. (1976). The decay pattern of *Phellinus tremulae* (Bond.) Bond, et Borisov in *Populus tremula* L. *Eur. J. For. Pathol.* 6(5): 291–301.
- Wingfield, M.J., Slippers, B., Roux, J., Wingfield, B.D. (2001). Worldwide movement of exotic forest fungi, especially in the tropics and the southern hemisphere: This article examines the impact of fungal pathogens introduced in plantation forestry. *Bioscience* 51: 134–140. doi: 10.1641/0006-3568(2001)051[0134:WMOEFF]2.0.CO;2.
- Woods, A., Coates, K.D., Hamann, A. (2005). Is an unprecedented dothistroma needle blight epidemic related to climate change? *Bioscience* 55: 761–769.
- Woods, A.J., Martín-García, J., Bulman, L., Vasconcelos, M.W., Boberg, J., La Porta, N., Peredo, H., Vergara, G., Ahumada, R., Brown, A., Diez, J.J. (2016). *Dothistroma* needle blight, weather and possible climatic triggers for the disease's recent emergence. *For. Pathol.* 46: 443–452. doi: 10.1111/efp.12248.
- Worrall, J.J., Fairweather, M.L. (2009). Decay and Discoloration of Aspen. *Forest Insect and Disease Leaflet 149*. US Department of Agriculture, Forest Service, pp. 9.
- Yurchenko, E. (2008). Corticioid fungi (Basidiomycota) on living wooden plants in Belarus: species inventory and host colonization strategies. *Bot. Lith.* 14 (3): 177 – 189.

- Zabel, R.A. (1976). Basidiocarp development in *Inonotus obliquus* and its inhibition by stem treatments. For. Sci. 22, 431-437.
- Zamora-Ballesteros, C., Haque, M.M.U., Diez, J.J., Martín-García, J. (2017). Pathogenicity of *Phytophthora alni* complex and *P. pluvivora* in *Alnus glutinosa* seedlings. For. Path. 47: e12299. doi: 10.1111/efp.12299.
- Zwolinski, J.B., Swart, W.J., Wingfield, M.J. (1990). Intensity of dieback induced by *Sphaeropsis sapinea* in relation to site conditions. Eur. J. For. Pathol. 20: 167–174.

# **PIELIKUMI**

## 1. pielikums

## Apsekoto alkšņu audžu raksturojums un patogēna sastopamība; slimības dinamikas pētījumiem atlasītās audzes

Atslēga	Audzēs sastāva formula	Meža tips	Apsektie baltalkšņi, skaits	Apsektie melnalkšņi, skaits	Simptomātiskie baltalkšņi, skaits	Simptomātiskie melnalkšņi, skaits	Pozitīvs tests (0 – nav, 1 – ir)	Ūdensteces / ūdenstilpes tuvums*	Ūdensteces / ūdenstilpes veids**	Parauglaukumi slimības dinamikas novērtēšanai
102-359-17	8Ba45 2B75	Grs	29	1	0	0	0	2	G, C	
103-435-21	7M2B75 1E90 +E158 P158 +E48	Db	0	30	0	0	0	2	G	
104-162-11	10Ba30	Vrs	30	0	1	0	0	2	U (Abuls)	
104-173-17	8Ba51 2M58 +B53	Grs	25	5	0	0	0	1	G	
104-179-23	6Ba2B126 1B1P56 +E56	Db	30	0	0	0	0	2	G, C	
104-72-13	9Ba1B32	Vrs	9	21	0	0	0	2	G	
106-666-6	10Ba43 +B43	Vrs	30	0	3	0	1	2	U (Baltiņupe)	+
108-507-9	6Ba2Ba48 2B138 +A48 Vi58 ats Os48	Vrs	30	0	3	0	1	2	G, C	+
109-307-6	10Ba49 +B84 P84 ats E84	Db	30	0	4	0	1	2	G, C	+
110-386-4	10Ba43 +M43 B43	Grs	30	0	8	0	1	2	G, U (Dzēsūpīte), C	+
202-306-21	7M2B1E115 +P110 A110 +E103	Db	0	30	0	1	0	1	G	
202-562-4	6Ba2M2B50 +E50 A50	Vrs	35	25	1	0	0	2	G, U (Mērgava), C	
205-247-18	6Ba45 1Ba2M1B65 +M85 E85	Db	30	0	1	0	0	2	U (Garūdene), C	
206-57-24	6M3B50 1E60 ats A45	Db	0	30	0	2	0	2	G	
207-60-8	6Ba4A9	Vrs	30	0	0	0	0	1	C	
207-66-10	7Ba65 3B90 +E90 +E67	Db	30	0	0	0	0	2	G	
302-312-2	7Ba2A1B138 +B38	Vrs	30	0	2	0	1	2	U (Babraunīca)	
303-358-24	6M4B79 +E73 2.ST 10E58	Db	0	30	0	0	0	0	—	
304-54-2	7M3B64	Db	4	56	1	0	1	2	G, U (Podvāze), C	+

304-55-10	10Ba28 +B28 B128 ats M28	Vrs	32	28	1	2	1	2	G, U (Podvāze), C	+
304-74-3	7Ba43 3B63 +Ba58	Lk	60	0	0	0	0	1	G	
306-4-26	9Ba1B53 +M47 A47	Grs	30	0	0	0	0	2	G	
307-187-8	6M2B99 2E119	Db	0	30	0	0	0	1	G	
307-199-20	6M2B68 2E79 +E57	Lk	0	30	0	0	0	1	G	
307-215-19	10M94 +E88 2.ST 10E79	Lk	0	30	0	0	0	1	G	
307-58-25	10M89 +E63	Db	0	30	0	0	0	1	U (Elsīte)	
308-219-1	9M1Ba58 +B58	Db	6	24	0	0	0	2	G	
308-22-32	7M3B22 +B16	Db	0	30	0	1	0	2	G	
308-41-12	6Ba4M9	Vrs	27	3	0	0	0	2	G	
311-389-17	10Ba45 +M45 ats B50	Vrs	28	2	1	0	1	2	G, C	+
312-140-11	6Ba39 3E54 1M39	Vrs	26	4	0	0	0	0	—	
312-197-21	8M2B59	Db	9	21	1	1	1	2	U (Laucesa), C	+
312-199-9	7Ba2M1B44	Vrs	27	3	1	0	0	2	G, U (Laucesa), C	
312-213-13	8M2B34	Db	0	30	0	1	0	2	G, C (Grāveļu ez.)	
312-338-5	8M2B59 +Ba36	Db	5	25	0	0	0	0	—	
312-68-6	7Ba49 3M59	Vrs	27	3	1	0	1	2	U(Silupe), C	+
312-82-18	7M84 2B64 1E84 2.ST 10E64	Db	0	30	0	0	0	2	U (Kokāšpurva upīte), C	
313-116-28	7M3B74	Vrs	0	30	0	0	0	0	—	
313-63-9	6M36 2Ba26 2E36	Db	11	19	1	1	1	2	U (Čuriškas upe)	+
402-110-12	6Ba2A2B23 +E23 E33	Vrs	0	30	0	0	0	2	G	
402-36-29	7M3B35 +A35 Ba35 ats Os35	Db	0	30	0	0	0	2	G, U (Pužupe)	
402-37-1	8M2B35 +Os35 L35 ats E35	Vrs	0	30	0	0	0	1	G, U (Pužupe)	
403-306-22	9Ba37 1E68 +B1 ats B37	Grs	30	0	0	0	0	0	—	
403-68-20	7Ba1B1M1B148 +E48 Ba63	Db	17	0	0	0	0	2	G, U (Ramata), C	

403-68-21	7Ba1B52 2B112 +E112 M52	Db	30	0	0	0	0	2	G, U (Ramata), C	
405-200-15	7M2B1E118 +Os118 2.ST 10Os63 E	Vrs	0	30	0	0	0	1	G	
405-200-5	7M2B1A48 +Os48 E63	Vrs	0	30	0	0	0	2	G	
405-476-26	6Ba4B53 +B88 E73 +E51	Vrs	30	0	1	0	0	0	—	
406-293-17	6Ba4B51 +B151 B71	Vrs	23	7	1	0	0	2	G, C (Augstrozes Lielezers)	
406-367-23	6Ba2B2M43 +B73 Oz73	Vrs	20	10	1	0	0	0	—	
406-370-12	8Ba2B43	Vrs	30	0	0	0	0	2	G	
407-14-11	6Ba3B1M38 +B136 A36 ats E36	Vrs	20	10	0	0	0	1	U (Aunupīte)	
407-24-7	6Ba28 4B25 +E25	Db	30	0	0	0	0	2	G	
407-602-6	8Ba2B138 +P128 ats M78 +E38	Vrs	30	0	2	0	0	2	U (Jumāra, Gauja)	
501-159-18	8Ba1M1A51	Grs	30	0	10	0	0	1	G	
501-523-6	10Ba59 ats M71	Vrs	30	0	13	0	1	2	G, U (Rite)	+
502-140-16	9M1B66 2.ST 10E50	Db	0	30	0	0	0	2	C	
502-140-26	7Ba49 3M59	Vrs	30	0	5	0	1	2	G, U (Sise), C	+
502-238-21	8Ba2B27	Vrs	1	29	1	0	0	2	G	
502-53-3	6Ba64 2B1M1A79	Grs	28	2	3	0	1	2	G	+
502-543-7	6M4B87 +E77	Db	4	26	0	0	0	2	G	
502-60-1	6Ba4B44 +A44	Vrs	21	9	0	0	0	1	G	
504-318-21	8Ba2B24 ats M22	Vrs	23	7	0	0	0	2	G	
504-386-9	6M20 4B19	Vrs	0	30	0	0	0	2	G, U (Augstupe)	
505-105-5	8M2B102 +E67	Db	0	30	0	0	0	2	G, C	
505-231-8	10M10	Db	0	30	0	0	0	1	G	
506-281-31	10M67	Db	0	30	0	0	0	1	G	
506-303-19	8M2B82 +E82	Lk	0	30	0	1	0	2	G	
506-311-12	6M4B38	Lk	0	30	0	0	0	2	G	
506-33-14	6M4B10 +E10	Lk	0	30	0	1	1	2	G	+

506-364-2	8Ba1M1B44 +A74 E44 ats Oz74	Vrs	30	0	0	0	0	2	G	
506-88-22	10Ba16 ats B16	Vrs	26	4	0	0	0	1	G, C	
506-98-27	8Ba62 2B79	Vrs	30	0	3	0	1	0	—	
509-189-15	10Ba43	Grs	28	2	1	0	1	2	G	
509-189-5	10Ba35	Grs	30	0	0	0	0	2	G	
509-194-1	6Ba1A2B1M43	Grs	25	5	1	0	1	2	G	+
509-221-1	6Ba1B1M2Vi34	Db	30	0	0	0	0	2	G, C	
509-311-23	9Ba1A11	Grs	30	0	0	0	0	2	G	
509-33-4	6Ba3Os1B41	Grs	30	0	0	0	0	2	G	
510-130-4	6M4B67 2.ST 10E49	Db	0	30	0	0	0	2	G	
510-136-5	9Ba1B39 +M39	Grs	30	0	3	0	1	1	G, C	+
510-212-16	7M3B87	Db	0	30	0	0	0	0	—	
510-25-32	6Ba2B2A31	Vrs	11	19	0	0	0	2	G	
510-361-2	6Ba4B9	Grs	28	2	0	0	0	2	G	
510-382-18	7Ba2A1Os37	Grs	25	5	0	0	0	0	—	
510-49-23	7M3B107 +E87	Lk	0	30	0	10	1	1	U (Smārde), C	+
510-71-58	9M1B77	Db	1	29	1	0	1	2	U (Smārde), C	+
510-93-26	10Ba33	Vrs	30	0	1	0	0	1	G	
511-47-23	6M3B1E58	Db	0	30	0	0	0	0	—	
511-84-21	9Ba1M11	Grs	24	6	0	0	0	1	G	
601-294-10	8M2B70 +Os70	Db	0	30	0	0	0	1	G	
602-114-6	7Ba3B27 +A27	Vrs	30	0	3	0	0	2	G	
603-209-9	7Ba3B52	Vrs	30	0	0	0	0	1	G	
603-212-27	6Ba47 2P1B1E66	Vrs	30	0	0	0	0	2	G	
603-299-13	7Ba3B20	Vrs	30	0	0	0	0	1	G	
603-341-11	8Ba1B1Os31	Vrs	30	0	2	0	1	2	G (Kūplēkas grāvis)	
603-342-6	8Ba2Os40	Grs	30	0	5	0	1	2	G (Kūplēkas grāvis)	
603-437-5	7Ba3B15 +M ats E15	Vrs	30	0	2	0	0	2	G, C	



603-442-15	8Ba2B39 +E39 A39 ats Os39	Grs	30	0	0	0	0	1	G (Lieljāņu gr.)
604-222-14	9M64 1B49 +P104 M92 ats A64 2.ST 10E62	Db	0	30	0	0	0	1	G
604-95-24	9M1B64 +E64 2.ST 10E46	Db	0	30	0	0	0	0	—
605-322-11	8M1A1B68	Db	0	30	0	0	0	1	G
605-396-14	8Ba2M69 +B69	Db	30	0	0	0	0	2	G, C
605-409-29	8Ba2Os54 +P97 B82 ats E82	Db	30	0	0	0	0	2	G, U (Sesava), C
606-136-13	7Ba37 3B62 +E62	Db	30	0	1	0	0	1	U (Auce)
606-171-14	8Ba2B37 +A37 B137 ats Oz37	Vrs	30	0	0	0	0	1	U (Auce)
606-29-18	6Ba3A1B50	Vrs	30	0	0	0	0	2	G, U (Bērze) C
607-29-18	9Ba57 1Os80 +B80	Grs	30	0	2	0	0	2	G, U (Auce)
608-74-17	6Ba2A2B36 +B136 E36 ats Os36	Vrs	30	0	0	0	0	2	G
610-145-1	7M3B21 +A21 E21	Db	0	30	0	0	0	2	G
611-148-18	10Ba32	Vrs	30	0	0	0	0	2	G
611-174-2	10Ba39	Grs	30	0	0	0	0	1	G
611-184-16	6Ba2A1B31 1E41 +L31	Grs	30	0	0	0	0	1	C (Grantskalnu karj.)
611-185-20	6Ba3B1M37	Vrs	22	8	0	0	0	1	U (Rukūze)
701-168-33	10M9	Db	0	30	0	0	0	1	G, C
703-102-7	8M2B9	Db	0	30	0	0	0	2	G
703-5-7	9M1B20 +E20 M13	Grs	0	30	0	0	0	2	U (Vecmājupe)
704-63-9	6M4B97 +E97 P97 +E90	Db	0	30	0	0	0	0	—
705-366-10	10Ba62 +B62 E62 ats B162	Grs	27	3	0	0	0	1	U (Engure)
707-342-30	7Ba45 3Ba35 +B145	Db	30	0	4	0	0	1	C
709-111-9	10Ba43 ats B43	Vrs	30	0	0	0	0	1	G
710-138-3	10Ba62	Vrs	30	0	0	0	0	0	—
710-156-16	7Ba3M22 +Ba37	Db	30	0	0	0	0	2	G

710-285-40	6M3Ba1B27 +B67 M67	Db	10	20	0	0	0	2	U (Riekte)	
713-247-33	7Ba3B33 +A33 B133	Vrs	5	25	0	0	0	0	—	
713-368-16	8M2B72 +E72	Db	0	30	0	0	0	1	C	
714-153-19	7Ba2E1B41 +P110	Vrs	30	0	5	0	0	2	G, U (Veģupīte), C	
805-39-27	6Ba3M1B155	Vrs	28	2	0	0	0	2	C (Balvu ez.)	
805-73-24	7M2B1E13	Db	0	30	0	2	0	1	U (Bolupe)	
806-51-9	6M2B109 2E139	Grs	0	30	0	0	0	2	G, U (Vjada)	
807-108-44	7M3B64 +E52	Db	0	30	0	0	0	2	G	
807-109-6	8M2B79 +E79	Db	0	30	0	0	0	1	G	
810-61-35	7M1B1A1E94 +E79	Grs	0	30	0	0	0	1	G	
811-7-11	7M3B79 +A73	Db	0	30	0	0	0	0	—	
812-197-10	6M4B79 +E63	Lk	0	30	0	1	1	2	G	+
812-227-20	6Ba3B1M49 +E39	Vrs	26	4	1	0	0	1	G	
306-272-22	7M3B71	Db	0	30	0	0	0	0	—	
306-276-27	8M2B26	Db	0	30	0	0	0	0	—	
306-274-27	6M4B76	Db	0	30	0	0	0	1	C	
809-224-14	7M3B61	Db	0	30	0	0	0	0	—	
809-257-19	6M76 2E106 2B76	Db	0	30	0	0	0	1	C	
809-155-2	6Ba26 3M1B61	Db	28	2	1	0	1	0	—	+
809-213-2	6M2E2B76	Db	0	30	0	0	0	2	G, U (Kozupe)	
311-196-13	9M1B76	Db	0	30	0	0	0	1	G	
313-224-2	10M8	Db	Audzes apsekošana nav veikta pēc norādītās metodikas				1	1	G	
313-203-9	10M9	Db	Audzes apsekošana nav veikta pēc norādītās metodikas				1	1	G	

\* Ūdenstilpes vai ūdenstece tuvums novērtēts klasēs: 0 – nogabalam 200m attālumā nav ūdenstilpe vai ūdenstece; 1 – nogabals nav tieši blakus vai to nešķērso kāda ūdenstilpe vai ūdenstece, bet tā atrodas 200m attālumā; 2 – nogabalam tieši blakus vai to šķērso kāda ūdenstilpe / ūdenstece.

\*\* Ūdenstilpes vai ūdenstece veids: G – grāvis; U – upes; C – cits (ezers, dīķis, purvs vai sezonāli applūstoša teritorija).

## 2. pielikums

## Apsēkoto priežu audžu raksturojums un patogēnu sastopamība; ilgtermiņa parauglaukumiem atlasītās audzes

Parauga kods	LVM atslēga	Platība, ha	Meža tips	Vecums, gadi	1 balle, koku skaits	2 balles, koku skaits	3-4 balles, koku skaits	DoS*	Dip*	Audzē ilgtermiņa parauglaukums	Audze skujbires dinamikas pētījumam
PS1	711-250-1	0,87	Dm	8	3	7	0	0	0		
PS2	701-406-24	3,53	Dm	12	3	7	0	0	0		
PS3	714-179-16	3,46	Ln	11	3	7	0	0	0	+	
PS4	704-143-4	1,61	Mr	13	3	7	0	0	0	+	
PS5	710-180-26	1,19	Ln	8	3	7	0	0	0		
PS6	604-343-23	4,28	Dm	11	4	6	0	0,5	1	+	+
PS7	508-65-18	4,82	Ln	19	9	1	0	0	1		
PS8	610-232-17-1	4,84	Dm	16	8	2	0	0,5	0		
PS9	610-299-7-1	3,67	Ln	10	6	4	0	0,5	1		
PS10	108-424-11	0,87	Ln	6	10	0	0	0	0		
PS13	408-188-7	9,68	Ln	12	7	3	0	1	0	+	+
PS15	601-232-11	2,63	Dm	12	3	6	1	0	0		
PS16	601-257-4	4,38	Dm	11	9	1	0	1	0		
PS17	504-74-8	2,31	Mr	5	2	8	0	0	0	+	
PS18	504-148-13	1,3	Mr	3	3	6	1	0	0		
PS19	504-178-2	8,09	Ln	3	3	7	0	0	0		
PS20	409-266-10	2,82	Ln	8	2	8	0	0	1	+	+
PS21	409-264-33-0	3,14	Mr	14	1	8	1	0	0		
PS22	409-249-5	0,89	Am	10	7	3	0	1	0		
PS23	409-519-12	1,48	Am	11	4	6	0	1	1		
PS24	409-147-24-0	0,74	Am	12	7	3	0	1	0		
PS25	408-392-17-0	1,58	Sl	8	4	6	0	1	0		
PS26	408-444-23-0	3,49	As	7	6	4	0	0	1		
PS27	705-366-8	1,7	Dm	11	2	8	0	1	0	+	+
PS28	710-164-15	2,01	Dm	8	0	8	2	0	0		

PS29	504-125-11	2,27	Ln	9	8	2	0	0	0		
PS30	504-151-1	3,73	Mr	10	7	3	0	0	0		
PS31	504-186-26	3,25	Ln	11	5	5	0	0	0		
PS32	504-320-20	2,65	Ln	8	6	4	0	0	0		
PS33	504-143-25	0,25	Kv	6	7	3	0	0	0		
PS34	504-78-7	2,92	Mr	12	5	5	0	0	0	+	
PS35	801-147-3	2,24	Ln	10	0	10	0	0	0	+	
PS36	802-68-12	1,7	Mr	10	0	10	0	0	0		
PS37	802-663-11	1,79	Am	7	0	9	1	0	0		
PS38	802-446-5	1,59	Mr	11	0	8	2	0	0	+	
PS39	505-103-9-0	2,15	Dm	6	9	1	0	0	0		
PS40	506-26-32-0	2,03	Ln	11	6	4	0	0	0		
PS41	505-250-39	3,27	Ln	12	8	2	0	0	0		
PS42	505-250-43-0	2,99	Mr	12	5	5	0	0	0		
PS43	510-23-3-0	3,02	Dm	7	2	8	0	0,5	0		
PS44	510-15-27	2,71	Mr	7	4	6	0	1	1	+	+
PS45	510-14-16-0	2,93	Ln	7	8	2	0	0	0		
PS46	510-29-25-0	3,41	Mr	10	6	4	0	1	0		
PS47	510-108-8	1,69	Ln	8	7	3	0	0,5	0		
PS48	604-101-16	1,6	Dm	8	3	7	0	0	0	+	
PS49	508-179-7	1,28	Ks	9	2	8	0	0	0		
PS50	508-289-5	1,73	Dm	10	3	7	0	0	0		
PS51	508-266-5	2,72	Ln	9	1	9	0	0	0		
PS52	508-264-10	2,62	Dm	11	4	6	0	1	0	+	+
PS53	508-331-1	1,97	Dm	8	8	2	0	0	0		
PS54	508-328-16	3,03	Dm	8	7	3	0	0,5	0		
PS55	508-411-13	1,82	Ln	7	2	8	0	0	0	+	
PS56	508-66-36	1,7	Dm	8	3	7	0	0	0		
PS57	205-262-17	2,53	Dm	5	8	2	0	0	0		

PS58	205-262-15	3	Dm	8	7	3	0	0	0	+	
PS59	205-277-24	1,99	Ln	3	6	4	0	0	0		
PS60	205-277-19	1,4	Ln	11	7	3	0	0	0		
PS61	211-66-24	1,46	Dm	10	8	2	0	0	0	+	
PS62	211-179-57	1,84	Dm	7	10	0	0	0	0		
PS63	507-123-9	1,84	Mr	8	2	8	0	0	1		
PS64	507-119-16	2,21	Ln	9	1	9	0	0,5	1	+	+
PS65	303-18-10	2,14	Mr	11	3	7	0	0	0		
PS66	507-232-4	2,65	Ln	12	2	8	0	1	0	+	+
PS67	507-312-20	1,67	Mr	9	1	9	0	0	0		
PS68	507-307-11	2,43	Ln	9	1	9	0	0	0		
PS69	511-176-22	1,47	Ks	6	3	7	0	0	1		
PS70	307-202-19	3,38	Ln	11	3	7	0	0	0		
PS71	307-262-29	1,7	Ln	12	2	8	0	1	0	+	+
PS72	308-44-2	2,22	Nd	9	2	8	0	0,5	0		
PS73	308-72-1	1,83	Nd	11	5	5	0	0	1		
PS74	308-112-12	1,83	As	8	2	8	0	0	0		
PS75	308-93-15	3,28	Ln	9	6	4	0	0	0		
PS76	502-206-1	1,64	Mr	7	4	6	0	0	0	+	
PS77	410-345-11	2,13	Dm	14	8	2	0	1	0	+	+
PS78	412-334-33	1,4	Ln	10	3	7	0	0	0		
PS79	412-361-3	2,39	Ln	9	5	5	0	0	0		
PS80	412-324-3	2,07	Ln	9	4	6	0	0	0		
PS81	503-528-15-0	1,61	Am	14	2	8	0	0	1		
PS82	209-457-26	2,64	Dm	9	1	9	0	0	0		
PS83	213-155-1	1,69	Ln	14	4	6	0	1	0	+	+
PS84	213-34-5	2,26	As	7	2	8	0	0	0		
PS85	213-529-10	2,27	Dm	7	4	6	0	0	0		
PS86	213-428-15	3,38	Am	11	3	7	0	0,5	0		

PS87	601-400-25	1,7	Mr	7	9	1	0	0	1	+	
PS88	601-494-11	0,72	Mrs	15	0	10	0	1	0		
PS89	707-74-16	1,77	As	6	10	0	0	0	0		
PS90	707-176-40	1,03	Ks	12	1	8	1	1	0		
PS91	703-110-15-1	1,94	As	6	10	0	0	0	0		
PS92	203-324-25	1,25	Am	9	0	10	0	0	0		
PS93	203-299-12	1,6	Ln	6	0	10	0	0	0		
PS94	203-221-7	3,31	As	14	0	10	0	1	1		
PS95	203-209-2-1	2,95	Mr	7	0	10	0	1	0	+	+
PS96	203-226-10	2,25	Ln	6	0	10	0	0	0		
PS97	202-35-8	3,02	Mr	9	1	9	0	0	0		
PS98	801-299-13	2,07	Ln	11	2	3	5	1	1	+	+
PS99	712-449-16	2,36	Dm	14	10	0	0	1	1	+	+
PS100	712-62-8	1,99	Ln	8	2	8	0	0	0		
PS101	712-248-13	2,29	Ln	10	0	10	0	0	0		
PS102	712-148-27	2,97	Mr	9	0	10	0	0	1	+	+
PS103	712-439-2	2	Ln	9	0	10	0	0	1	+	+
PS104	707-422-12	0,67	As	10	0	10	0	1	0		
PS105	604-358-9	3,2	Ln	14	4	6	0	0	0		
PS106	604-287-22	3,8	Dm	10	3	7	0	0	0		
PS107	302-113-40	1,51	Ln	8	1	9	0	0,5	1	+	+
PS108	302-176-6	2,47	As	11	1	9	0	1	0		
PS109	302-156-24	1,72	Am	10	0	8	2	1	0		
PS110	302-153-10	1,67	Am	11	1	6	3	1	0		
PS111	302-57-3	2,66	Ln	7	2	6	2	0	0		
PS112	302-3-3	2,15	Dms	7	5	4	1	0	1		
PS113	109-21-5	1,74	Mrs	7	3	7	0	0	0		
PS114	109-191-2	3,21	Dm	11	3	7	0	1	0	+	+
PS115	109-487-8	1,4	Dms	7	4	6	0	1	0		

PS116	108-121-18	1,25	As	7	8	2	0	0	0		
PS117	804-130-4	1,97	Dm	12	3	7	0	0,5	0	+	
PS118	804-18-15	2	Mrs	11	2	8	0	1	0		
PS119	106-575-1	0,59	Ln	10	5	5	0	1	0	+	+
PS120	106-468-10	0,78	Kv	7	6	4	0	0	0		
PS121	106-120-6	1,91	Dm	12	1	9	0	0,5	0		
PS122	611-193-7	1,06	Dm	7	10	0	0	0	1	+	
PS123	102-208-2	1,99	Mrs	6	2	8	0	0	1		
PS124	102-271-7	1,85	Mrs	12	4	6	0	0,5	0		
PS125	102-321-13	1,03	Ln	8	2	8	0	0	0		
PS126	102-491-31	1,17	Ln	9	1	9	0	0	0		
PS127	102-518-4	1,95	Ln	11	2	8	0	0	0		
PS128	103-346-18	2,44	Ln	9	2	8	0	0	0		
PS129	104-22-5	3,61	Dm	11	8	2	0	0	0		
PS130	104-229-2	3,8	Dm	10	2	8	0	1	0	+	+
PS131	104-227-35	1,71	Ln	6	5	5	0	0	1		
PS132	805-146-3	1,84	Dms	12	3	7	0	0	0		
PS133	805-165-5	2,99	Mr	12	1	9	0	0	0		
PS134	807-201-9	2,18	Ln	8	1	9	0	0,5	0	+	
PS135	805-80-6	1,76	Km	13	0	6	4	1	0		
PS136	805-15-19	1,9	Dm	13	0	8	2	1	0	+	+
PS137	611-321-12	1,93	As	9	3	7	0	0,5	0		
PS138	605-17-12	1,79	Mrs	9	2	8	0	1	0		
PS139	608-38-7	1,76	Mrs	8	0	8	2	0	0		
PS140	609-83-8	2,02	Dm	11	0	10	0	1	1	+	+
PS141	609-98-47	2,68	Dm	11	2	8	0	1	1		
PS142	609-105-24	2,68	Ln	13	0	10	0	1	1	+	+
PS143	101-351-1	1,92	Mrs	13	0	10	0	1	0		
PS144	101-163-22	2,94	Dm	9	2	8	0	0	0		

PS145	101-161-4	1,81	Dm	14	1	9	0	1	0		
PS146	404-375-10	3,54	Dm	12	2	8	0	0,5	1	+	+
PS147	306-201-7	2,85	As	10	3	7	0	1	0		
PS148	812-273-9	2,03	Ln	10	1	9	0	1	0	+	+
PS149	311-148-3	1,53	Dm	7	1	9	0	1	1	+	+
PS150	809-363-10	2,05	Mr	11	4	6	0	0	0		
PS151	311-322-2	3,02	Ln	9	7	3	0	1	0	+	+
PS152	310-178-15	1,87	Mr	7	4	6	0	0,5	0	+	
PS153	310-166-10	2,04	Dms	13	3	7	0	1	0		
PS154	312-35-31	2,72	Dm	8	2	8	0	1	0	+	+
PS155	309-387-7	2,39	Dm	11	4	6	0	0	0		
PS156	306-224-10	2,26	Dms	13	2	8	0	0,5	0		
PS157	309-1-10	2,98	Mr	14	1	9	0	1	0	+	+
PS158	601-470-7	2,54	As	8	8	2	0	1	0		
PS159	407-578-1	1,91	Dm	6	5	4	1	1	1	+	+
PS160	407-419-6	1,77	Ln	6	8	2	0	0	0		
PS161	403-349-13	5,01	Dm	6	7	2	1	0	0		
PS162	403-238-6	1,16	Ln	6	9	1	0	1	0	+	
PS163	403-287-18	3,35	As	10	10	0	0	0,5	0		
PS164	401-142-23	3,72	Ln	8	10	0	0	0,5	0	+	
PS165	401-327-6	2,15	As	15	8	2	0	1	0		
PS166	405-41-16	1,36	Dm	8	7	3	0	0	0		
PS167	405-146-9	2,81	Dm	10	10	0	0	0	0		
PS168	405-187-6	1,77	Ln	6	6	4	0	0	0		

\* DoS – *Dothistroma septosporum*; Dip – *Diplodia sapinea*.



## 3. pielikums

## Apsekoto apšu audžu raksturojums

Audzes apzīmējums	Audzes atslēga	Cirtes veids *	Novērtēto celmu skaits	Trupējušo celmu skaits	Trupējušo celmu %	Vid. celma diametrs (cm)	1. kl., celmu skaits	2. kl., celmu skaits	3. kl., celmu skaits	4. kl., celmu skaits
KaA1	501-407-2	V	30	22	73%	40,0	0	15	3	4
KaA2	501-413-1	V	31	27	87%	35,7	0	22	1	4
KaA3	501-407-6	V	32	26	81%	40,2	0	21	2	3
KaA4	501-420-20	V	32	24	75%	42,6	0	16	4	3
KaA5	501-430-6	V	30	24	80%	29,0	0	15	4	5
KaA6	501-167-4	V	31	20	65%	38,3	0	20	7	4
KaA7	501-449-3	V	30	28	93%	38,4	0	28	0	0
KaA8	501-424-3	V	28	28	100%	44,7	0	16	5	7
KaA9	501-431-5	V	30	30	100%	35,3	0	27	1	2
KaA10	501-315-16	V	30	28	93%	35,9	0	24	1	3
KaA11	501-267-7	V	30	30	100%	39,7	0	25	3	2
KaA12	501-267-16	V	30	30	100%	42,9	0	20	1	9
KaA13	501-320-1	V	41	38	93%	28,0	0	36	1	1
KaA14	501-320-11	V	32	30	94%	37,1	0	25	1	4
KaA15	501-323-9	V	30	28	93%	33,7	0	20	1	7
KaA16	501-344-1	V	30	29	97%	38,9	0	23	0	6
KaA17	501-267-6	V	30	30	100%	34,3	0	19	3	8
KaA18	502-52-11	V	32	26	81%	28,0	0	18	4	4
KaA19	502-37-15	V	25	23	92%	40,8	0	11	7	5
KaA20	303-251-3	V	30	17	57%	38,7	0	9	3	5
KaA21	303-234-7	V	30	19	63%	37,2	0	12	3	4
KaA22	712-302-20	V	33	20	61%	39,4	0	11	4	5
KaA23	711-331-1	V	28	12	43%	18,7	0	6	0	6
KaA24	503-308-4-0	V	30	20	67%	54,6	4	7	1	9
KaA25	503-297-15	V	30	23	77%	54,5	4	6	3	10
KaA26	305-95-1	V	30	25	83%	65,1	3	7	3	12
KaA27	305-75-44	V	30	27	90%	62,0	14	7	3	3
KaA28	305-70-16	V	30	27	90%	57,2	9	4	7	7
KaA29	307-319-21	V	30	29	97%	34,1	9	14	5	1
KaA30	307-168-2	V	30	28	93%	40,1	8	7	8	5
KaA31	307-167-5	V	30	29	97%	46,4	9	8	8	4
KaA32	307-167-3	V	30	27	90%	45,2	13	8	5	1
KaA33	307-167-1	V	30	27	90%	44,5	13	7	3	4
KaA34	307-177-36	V	30	28	93%	49,1	11	8	3	6
KaA35	307-177-13	V	30	26	87%	53,8	8	7	10	1
KaA36	307-177-14	V	30	26	87%	57,4	8	12	3	3
KaA37	801-5-9	V	30	27	90%	47,7	4	9	6	8
KaA38	801-13-8	V	30	26	87%	47,2	10	11	5	0
KaA39	801-30-24	V	10	10	100%	31,5	5	2	2	1
KaA40	801-36-3	V	30	29	97%	39,2	15	8	4	2
KaA41	801-36-1	V	30	29	97%	41,2	16	8	4	1
KaA42	801-36-15	V	30	27	90%	44,2	11	6	6	4
KaA43	509-11-4	V	30	28	93%	39,2	6	12	7	3
KaA44	801-313-2	V	30	30	100%	29,4	4	10	2	14

KaA45	803-250-23	V	30	26	87%	49,4	17	3	5	1
KaA46	803-262-11	V	30	29	97%	48,8	16	6	5	2
KaA47	808-268-46	V	30	28	93%	35,0	18	6	3	1
KaA48	808-269-45	V	30	23	77%	45,7	9	11	1	2
KaA49	808-269-44	V	21	19	90%	48,3	10	5	1	3
KaA50	808-268-37	V	30	25	83%	46,4	10	9	4	2
KoA1	407-513-9	K	40	35	88%	18,4	0	7	9	18
KoA2	502-550-3	K	32	26	81%	22,2	0	21	4	1
KoA3	502-542-13	K	34	25	74%	23,5	0	19	5	1
KoA4	611-226-14	K	31	12	39%	37,9	0	7	2	3
KoA5	509-180-14	K	32	16	50%	20,5	0	6	4	5
KoA6	509-176-9	K	30	12	40%	22,8	0	5	2	5
KoA7	505-412-18	K	30	14	47%	24,2	0	10	1	3
KoA8	505-410-6	K	30	16	53%	24,9	0	11	1	4
KoA8	509-126-2	K	40	26	65%	19,9	0	17	2	5
KoA9	405-427-7	K	30	21	70%	22,1	0	18	2	1
KoA10	608-89-22	K	30	21	70%	13,3	0	11	5	5
KoA11	608-35-11	K	28	13	46%	15,1	0	5	4	4
KoA12	809-470-4	K	27	14	52%	17,2	0	7	3	4
KoA13	306-134-10	K	33	19	58%	16,3	0	12	3	4
KoA14	306-312-6	K	30	15	50%	17,7	0	4	7	4
KoA15	306-131-22	K	30	15	50%	17,1	0	5	5	5
KoA16	306-312-4	K	32	22	69%	18,9	0	12	7	3

\* V – vienlaidus atjaunošanas cirte; K – krājas kopšanas cirte.

## 4. pielikums

## Apsēkoto bērzu audžu raksturojums

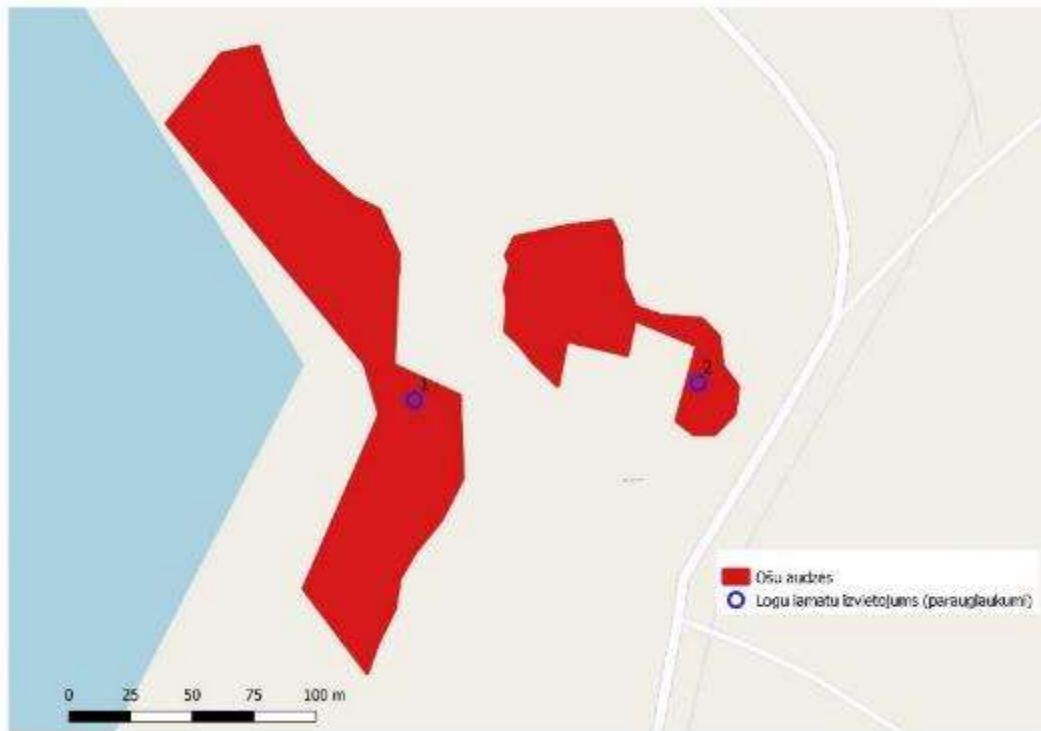
Audzis apzīmējums	Audzis atslēga	Ciršveids *	Novērtēto celmu skaits	Trupējušo celmu skaits	Trupējušo celmu %	Vid. celma diametrs (cm)	1. kl., celmu skaits	2. kl., celmu skaits	3. kl., celmu skaits	4. kl., celmu skaits
KaB2	604-18-22	V	31	12	39%	38,4	0	7	2	3
KaB3	611-24-8	V	25	7	28%	50,9	0	2	2	3
KaB4	611-23-12	V	32	17	53%	40,4	0	6	2	9
KaB5	611-41-24	V	31	13	42%	42,1	0	8	4	1
KaB6	611-27-15	V	29	10	34%	45,3	0	6	1	3
KaB7	611-55-3	V	24	13	54%	47,3	0	7	1	5
KaB8	611-44-3	V	33	15	45%	34,8	0	10	4	1
KaB9	611-22-16	V	31	18	58%	47,2	0	9	2	7
KaB10	611-56-31	V	27	16	59%	36,2	0	7	6	3
KaB11	611-56-20	V	31	18	58%	34,9	0	11	5	2
KaB12	611-55-19	V	23	12	52%	33,4	0	9	1	2
KaB13	303-158-7	V	32	14	44%	41,5	0	9	2	3
KaB14	303-232-2	V	32	13	41%	39,8	0	7	2	4
KaB15	711-324-2	V	31	15	48%	32,8	0	10	2	3
KaB16	707-331-14	V	13	10	77%	32,8	0	6	1	3
KaB17	711-352-1	V	23	10	43%	23,7	0	9	0	1
KaB18	611-40-15	V	29	19	66%	40,1	0	6	4	9
KaB19	611-54-15	V	30	17	57%	23,7	0	11	1	5
KaB20	609-31-39	V	30	11	37%	30,9	0	7	1	3
KaB21	609-9-14	V	27	14	52%	31,1	0	9	4	1
KaB22	609-40-1	V	21	11	52%	27,6	0	10	1	0
KaB23	609-41-34	V	30	13	43%	27,9	0	11	2	0
KaB24	609-41-39	V	20	14	70%	33,5	0	14	0	0
KaB25	609-41-40	V	30	15	50%	29,4	0	13	2	0
KaB26	204-337-24	V	23	13	57%	27,3	0	12	1	0
KaB27	204-337-20	V	26	13	50%	32,9	0	9	2	2
KaB28	207-1-13	V	29	14	48%	29,5	0	10	3	1
KaB29	0207-9-10	V	31	7	23%	40,5	0	7	0	0
KaB30	608-216-33	V	30	13	43%	32,0	0	7	5	0
KaB31	608-258-9	V	30	17	57%	30,4	0	7	2	2
KaB32	608-228-23	V	26	11	42%	27,3	0	8	8	1
KaB33	304-46-8	V	30	30	100%	43,0	9	11	5	5
KaB34	304-38-1	V	30	29	97%	36,1	9	11	8	1
KaB35	304-37-5	V	17	17	100%	41,4	4	5	7	1
KaB36	305-80-29	V	30	30	100%	39,8	12	7	6	5
KaB36	307-187-3	V	27	25	93%	26,4	11	10	2	2
KaB37	611-88-2	V	30	27	90%	36,5	8	6	2	11
KaB38	611-107-3	V	30	29	97%	47,2	12	7	5	5
KaB39	801-294-21	V	30	24	80%	37,7	17	6	1	0
KaB40	808-229-6	V	30	30	100%	15,0	3	9	12	6
KaB41	808-229-26	V	15	15	100%	21,3	2	3	1	9
KaB42	808-229-8	V	30	30	100%	43,2	1	9	6	14
KaB43	808-239-8	V	30	29	97%	38,1	1	7	8	13
KaB44	808-196-4	V	30	30	100%	39,8	6	13	6	5
KaB45	808-186-25	V	30	30	100%	34,2	6	5	7	12
KaB46	808-217-7	V	30	30	100%	47,3	2	4	8	16

KaB47	808-226-8	V	30	30	100%	31,1	2	7	11	10
KaB48	808-241-17	V	30	30	100%	33,4	2	15	4	9
KaB49	808-248-25	V	30	30	100%	32,1	4	11	7	8
KoB1	501-421-11	K	33	26	79%	15,7	0	23	3	0
KoB2	501-410-6	K	31	31	100%	36,3	0	16	3	0
KoB3	501-326-22	K	12	8	67%	22,1	0	7	0	1
KoB4	506-314-3	K	36	22	61%	20,1	0	15	3	4
KoB5	510-99-9	K	38	26	68%	20,3	0	22	2	2
KoB6	504-377-4	K	35	16	46%	19,1	0	13	2	1
KoB7	508-421-3	K	31	12	39%	25,0	0	11	0	1
KoB8	0611-22-10	K	32	15	47%	26,0	0	13	2	0
KoB9	608-35-4	K	31	12	39%	16,5	0	10	2	0
KoB10	608-109-4	K	37	19	51%	21,7	0	12	4	3
KoB11	303-220-1	K	31	9	29%	18,1	0	7	1	1
KoB12	303-13-17	K	32	11	34%	19,1	0	8	1	2
KoB13	711-359-4	K	29	11	38%	16,3	0	6	4	1
KoB14	104-284-2	K	30	16	53%	21,1	0	11	5	0
KoB15	111-686-20	K	30	12	40%	19,2	0	10	1	1
KoB16	111-351-4	K	30	14	47%	18,5	0	12	1	1
KoB17	111-308-6	K	30	11	37%	19,3	0	4	5	2
KoB18	503-666-5	K	25	13	52%	19,8	0	6	6	1
KoB19	810-115-15	K	30	16	53%	17,6	0	10	5	1

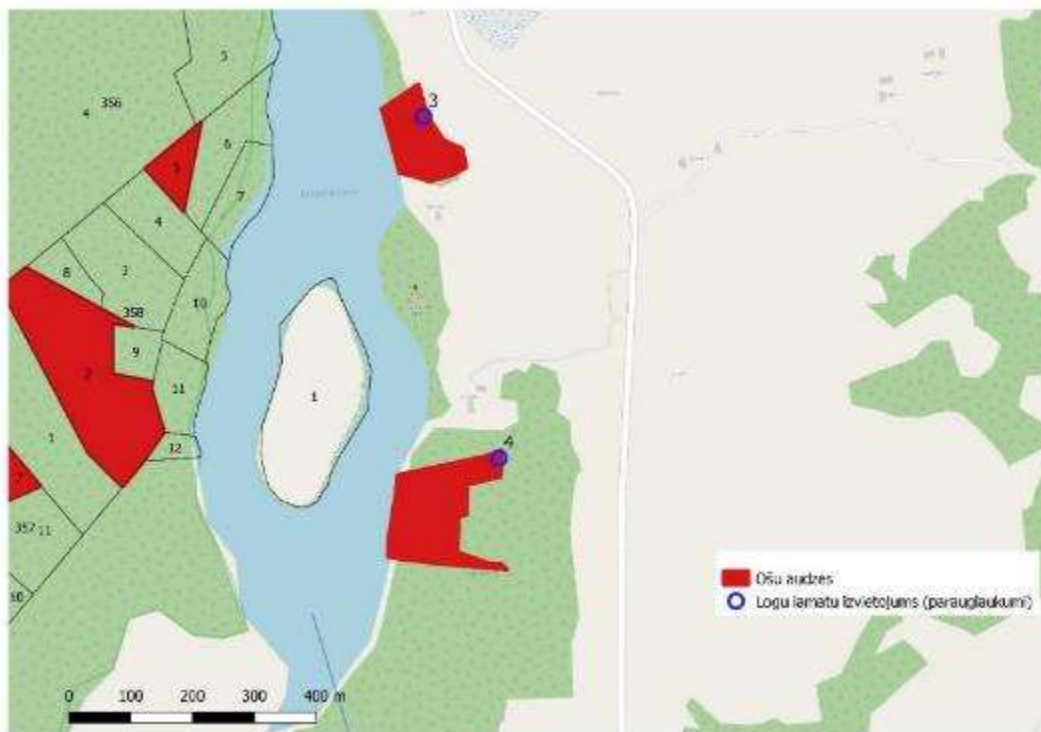
\* V – vienlaidus atjaunošanas cirte; K – krājas kopšanas cirte.

## 5. pielikums

### Apsekoto ošu audžu un loga lamatu izvietojuma shēmas



Pirmā un otrā parauglaukuma izvietojums ošu audzēs.



Trešā un ceturtnā parauglaukuma izvietojums ošu audzēs.



Piektā un sestā parauglaukuma izvietojums ošu audzēs.