

PAKURIKÄÄPÄINFEKTION ETENEMINEN YMPÄTYSSÄ PUUSSA

Agroforestry in Barents Region -hanke

Hietanen Anniina

Opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Agrologi (AMK)

2022

Maaseutuelinkeinot
Agrologi (AMK)

Tekijä	Anniina Hietanen	Vuosi	2022
Ohjaaja	Jussi Soppela		
Toimeksiantaja	Agroforestry in Barents Region -hanke		
Työn nimi	Pakurikäpäinfektion eteneminen ympätyssä puussa		
Sivu- ja liitesivumäärä	47 + 14		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, voidaanko pakurikäävällä infektoituneiden hieskoivujen ulospäin näyttämistä infektion merkeistä päätellä, kuinka paljon pakuri-infektio on päässyt leviämään puun sisässä. Tieto on tarpeellinen niin käävän kasvattajille kuin tutkijoillekin. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Lapin AMK:n hanke Agroforestry in Barents Region.

Aineisto eli pakurikäävällä infektoidut hieskoivut on kaadettu Agroforestry in Barents Region -hankkeessa perustetuilta koealoilta Rovaniemeltä, Hirvaan kylän alueelta. Aineistosta mitattiin, paljonko kussakin kiekossa ja pölkyssä oli pakurikäävällä infektoitunutta osuutta. Lisäksi aineistoa analysoitiin tilastomatematiikan keinoin yksisuuntaisella varianssianalyysillä.

Saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että pakurikäävän erilaisten ulkoisten infektoasteiden infektioprosenteissa on tilastollisesti merkitseviä eroja toisiinsa nähden. Tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan selvitetty, minkä eri infektoasteiden välillä tilastollisesti merkitseviä eroja oli havaittavissa. Tulosten tarkastelussa havaittiin myös, että suurimmat infektioprosentit löytyivät pölkyistä, joissa ei ollut ulkoisia merkkejä pakuri-infektiosta. Pienimpiä infektioprosentit taas olivat pölkyissä, joissa oli pakurikasvain jo nähtävillä.

Rural Industries
Agronomist

Author	Anniina Hietanen	Year	2022
Supervisor	Jussi Soppela		
Commissioned by	Agroforestry in Barents Region -project		
Subject of thesis	Spreading of the chaga mushroom infection in inoculated tree		
Number of pages	47 + 14		

The aim of this thesis is to find out if it is possible to discover how much the chaga mushroom infection has spread inside the tree and see, if it is possible to tell anything about the internal state of the tree by the external signs of the chaga infection in the tree. The knowledge about this subject is important for both scientists and the people cultivating chaga.

The commissioner for this thesis was a project called Agroforestry in Barents Region. The project was managed by Lapland University of Applied Sciences.

The material, the birch trees that had been infected with chaga mushroom, were collected from sample areas located in Rovaniemi, the village of Hirvas area to be more specific. The sample areas were found by the commissioner project.

From the material it was calculated how big the portion of the tree was that the chaga had taken over. In addition, the material was also analysed with the help of mathematical statistics. The used method of analysing was one-way variance analysis.

With the results it can be said that there are statistically significant differences between the percentages of infection on different external stages of infection with chaga. In this thesis it was not examined, where, between the groups the statistically significant differences appeared.

By analysing the results, it was also noticed that the largest percentage of infection was found in the logs where there were no external signs of infection with chaga. The smallest percentage of infection was found in those logs which were already producing visible chonks of chaga.

Key words

chaga mushroom, infection percentage, inoculating

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	PAKURIKÄÄPÄ	7
2.1	Perustietoa.....	7
2.2	Itiöemä ja pakurikasvannainen	8
2.3	Tunnistus ja ulkonäkö	9
2.4	Pakurin käytön historia.....	11
2.5	Uuselintarvikeasetus.....	11
3	KASVATUS JA TALOUDELLINEN KANNATTAVUUS	13
3.1	Ymppäys.....	13
3.2	Infektoitumisen ulkoisesti näkyvät asteet.....	17
3.3	Ymppäyksen taloudelliset mahdollisuudet	18
3.3.1	Alkuperäistodistuksella lisäarvoa pakurille	19
3.3.2	Metsän luomusertifiointi.....	20
3.3.3	EU:n nimisuojausta apua myyntiin ja markkinointiin.....	20
4	TUTKIMUKSEN VALMISTELU JA TOTEUTUS	21
4.1	Maastotyöt	22
4.2	Kiekkojen käsittely	24
4.3	Aineisto	25
4.4	Puiden nimeäminen	26
4.5	Mikroskooppikuvaus	27
4.6	Varianssianalyysi	27
5	TULOKSET	30
5.1	Puukohtainen läpikäynti	30
5.2	Infektioastekohtainen läpikäynti	38
5.3	Varianssianalyysi	38
5.4	Mikroskooppikuvauksen tulokset	39
5.5	Johtopäätökset	40
6	POHDINTA.....	43
	LÄHTEET	46
	LIITTEET	49

1 JOHDANTO

Kiinnostus superfood-trendiä kohtaan on kasvanut viime vuosikymmeninä ympäri maailmaa. Myös pakurikäävän tunnettavuus on lisääntynyt vahvasti 2010-luvulla. Pakurikäävän käyttökohteisiin kuuluvat niin kosmetiikka, terveys- ja hygieniatuotteet sekä erilaiset juomat. Eri puolilla maailmaa pakurin käyttöön liittyy erilaisia rajoituksia, jotka osaltaan vaikuttavat tapoihin, joilla kääpää voidaan laillisesti hyödyntää. Pelkästään pakurikääpäuutteen maailmanlaajuiset markkinat ovat arviolta kuitenkin noin 20 miljoonaa dollaria vuodessa. (Makery 2021, 6.) Suomessa mahdollisuudet pakurikäävän kasvatukseen ovat erinomaiset puhtaan ympäristön ja valvottujen olosuhteiden vuoksi (Silmu 2018). Myös pakurin ympäysmenetelmien kehitys on Suomessa muuta maailmaa edellä ja viljelymenetelmä on todettu toimivaksi (Nordic Fungi 2022). Markkinoiden kasvaessa myös suomalaisen pakurin vahvempi vienti maailmalle on realistinen tavoite.

Pakurikäpää on käytetty lääkinnällisiin tarkoituksiin eri puolilla maailmaa jo satojen vuosien ajan (Arktiset aromit 2022). Suomessakin kirjailija Aleksis Kivi mainitsi pakurikäävän kirjassaan Seitsemän veljestä jo vuonna 1873 (Suomalaisen Kirjallisuuden Seura 2022).

Tässä opinnäytetyössä selvitetään, mitä pakurikäpäinfektiolla ympäröityille hieskoivuille on tapahtunut reilun kahden vuoden aikana. Ulkoisesti näkyvät infektiosta on asteet on jaettu viiteen ryhmään: ei merkkiä infektiosta, ligniinivuoto, halkeama/repeämä, pullistuma ja pakurikasvain. Puun sisäistä tilannetta tutkittaessa tärkein tutkimuksessa selvitetty tulos on infektioprosentti, eli kuinka suuren osan puusta sieni-infektio on ehtinyt reilussa kahdessa vuodessa valtaamaan.

Opinnäytetyön tilaajana toimi Kolarctit CBC:n hanke Agroforestry in Barents Region. Pää toteuttajana hankkeessa oli Lapin ammattikorkeakoulu. Lisäksi hankkeessa mukana olivat Northern Arctic Federal University (NARFU) Venäjältä, Norwegian Institute of Bioeconomy Research (NIBIO) Norjasta sekä Suomen Luonnonvarakeskus. Hankkeen toiminta-aika oli marraskuusta 2018 huhtikuuhun 2022. (Kolarctic 2022.) Hankkeen päätavoitteena on kehittää uudenlaisia hyödyntämistapoja pohjoisen alueen metsille agrometsätalouden menetel-

miä hyödyntäen. Agrometsätalous tarkoittaa menetelmiä, joissa luonnonvaroja kuten sieniä, yrttejä ja marjoja hyödynnetään samanaikaisesti metsä- ja maatalouden perinteisemmän toteuttamisen rinnalla. Agrometsätalouden tavoitteena on luoda tuottavia, ekologisesti kestäviä, monipuolisia ja taloudellisesti kannattavia maankäytön järjestelmiä. (Agroforestry in Barents Region 2022.)

Työn teoriaosiossa käsitellään pakurikäpää, sen tunnistusta ja fysiologiaa sekä käyttöä ennen ja nyt. Lisäksi läpi käydään ymppääminen prosessina.

Tutkimusaineisto tätä opinnäytetyötä varten on kerätty Agroforestry in Barents Region -hankkeen koaloilta Rovaniemeltä Hirvaan kylän alueelta. Aineistoon valittiin yhteensä yhdeksän puuta, joista sahattiin 33 pölkyä. Pölkyissä oli yhteensä 411 kiekkoa, joille laskelmat tehtiin.

Tässä opinnäytetyössäni pyrin vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- Voidaanko ympätyn puun ulkoisesta infektiosteesta päätellä puun sisäistä tilannetta?
- Kuinka suuren alan isäntäpuusta sieni-infektio on ehtinyt vallata reilun kahden vuoden aikana?
- Millaisia prosesseja puun sisässä tapahtuu sieni-infektion edetessä?

2 PAKURIKÄÄPÄ

2.1 Perustietoa

Pakurikäpää (*Inonotus obliquus*) on valkolahottajien sukuun kuuluva lahottajasieni, jonka kasvutapa on alustan myötäinen. Pakurikäpää iskee isäntäpuuhun vauriokohtien, esimerkiksi oksan arpien sekä pakkashalkeamien kautta. Isäntäpuun nilasolukosta ja pakuri-infektion sienirihmastosta syntyy yhteistoiminnan tuloksena mustia, steriilejä kasvaimia, pakureita. Isäntäpuun rungon sisään sieni-infektio kasvattaa sienirihmastoa lahottaen puuta samalla. (Flygare 2020.) Kuviossa 1 on luontaisesti kasvanut pakurikäpää koivun rungolla.



Kuvio 1. Pakuri koivun rungossa

Valkolahonnut puu on säikeistä, vaaleaa ja pehmeää. Valkolahon edetessä puussa kaikki puukuitujen seinämien ainesosat pilkkoutuvat tai muokkautuvat. Etelä-Amerikassa valkolahon pehmittämää puuta on käytetty jopa eläinten rehuna. Valkolahoaminen on puuaineksen ja puun sydänosan entsyymaattista ha-

petusta ja pilkkomista. Lahottajasienistä sekä kaikista puuaineksessa elävistä mikrobeista ainoastaan valkolahottajat kykenevät hajottamaan ja muokkaamaan tehokkaasti puuaineksen ligniiniä. Ligniinin hajottamiseen valkolahottajilla on käytössään tehokkaita peroksidaasientsyymejä ja lakaaseja. (Timonen & Valkonen 2013, 266–267.)

Levinneisyydeltään pakurikäätä on sirkumboreaalin. Useimmiten kääpää tavataan pohjoisen pallonpuoliskon havumetsävyöhykkeellä. Merkittävimmät esiintymät löytyvät Pohjoismaista, Baltiasta, Aasian pohjoisosista, Venäjältä sekä Yhdysvaltojen ja Kanadan pohjoisosista. Pakurikäätä kasvaa leveyspiirien 40 ja 68 välisellä alueella. (Halmetoja 2012, 24–25.)

Pakurikäätä kasvaa pääasiassa sekä elävissä että kuolleissa koivuissa (Betula-suku) (Halmetoja 2012, 23). Pakurikäätä ei tule kuitenkaan koskaan kerätä kuolleesta puusta, sillä puun kuollessa myös pakurin ravintoarvot laskevat nopeasti (Arktiset aromit 2022). Koivun lisäksi pakurikäätä voi kasvaa myös muissa lehtipuissa, esimerkiksi pyökissä ja valkopyökissä, jalavassa, saarnissa sekä pihlajassa. Infektioita on todettu jopa raidoissa sekä harmaa- ja tervalepissä. Perinteisesti kuitenkin vain koivunpakuria on hyödynnetty lääkinällisiin tarkoituksiin ja kaikki tieteellinen tutkimus onkin toteutettu koivuilla kasvavilla pakureilla. (Halmetoja 2012, 23.)

Yleisesti vanhempia, noin 20–25-vuotiaita pakurikasvaimia pidetään jatkokäytön kannalta laadukkaimpina. Valkolahottaja voi elää puussa jopa 80 vuotta, mutta useimmiten pakurikäpäinfektio kuitenkin tappaa puun jo 7–12 vuoden kuluttua infektion saamisesta. (Halmetoja 2012, 23.)

2.2 Itiöemä ja pakurikasvannainen

Yleensä puhuttaessa itiöemästä tarkoitetaan sitä sienen osaa, joka on näkyvillä maan pinnalla. Itiöemä on myös se sienen rakenne, jonka avulla sieni kehittää ja levittää itiönsä ympärilleen. Pakurikäävän itiöemä on yksivuotinen ja kehittyy jokaiseen isäntäpuuhun vain yhden kerran. Isäntäpuun pinnalla näkyvä musta möykky ei siis ole varsinainen pakurikäätä, vaan sienen ja puun yhteistoimin-

nan tuloksena syntynyt kasvannainen, pakuri. Varsinainen itiöemä sijaitsee puun kuoren alla ja tulee esille vasta isäntäpuun kuoltua. Pakurikäävän itiöemä kehittyy isäntäpuun puu- ja kuorikerrosten väliin tai ohuen pintapuukerroksen alle. Itiöemä on ulkonäöltään noin sentin paksuinen, kova ja resupinaattinen eli kokonaan alustan myötäinen sekä nurin kääntyvä. (Halmetoja 2012, 23–28.)

Väriältään itiöemän pillistö on kasvuvaiheessa kanelinruskea ja silkinkiiltainen. Vanhetessaan se muuttuu kahvinruskeaksi ja kiilto katoaa. (Suomen lajitietokeskus 2022.) Itiöemän kuoltua pillipinta murenee pois. Pakurikäävän itiöt ovat suhteellisen isokokoisia, noin 5,5–8,5 mikrometriä. Niiden väri vaihtelee haaleanruskean ja läpinäkyvän välillä. Suurimmillaan itiöemä voi olla useiden metrien pituinen. (Halmetoja 2012, 28–29.)

Joskus itiöemä voi kehittyä myös elävään puuhun, mutta tämä on erittäin harvinaista. Pakurikäävän itiöemän näkeminen ylipäätään on hyvin harvinaista, eivätkä useat sienitieteilijät ole päässeet näkemään sitä. Harvinaisuus johtuu itiöemän nopeasta pilaantumisesta ja katoamisesta. (Halmetoja 2012, 28.)

Pakurikäävän itiöemän auettua, ottavat hyönteiset itiöemän pillistön omakseen, käyttäen ravinteikkaita itiöitä ruokanaan. Itiöemä sisältää paljon hyönteisille tärkeitä ravinteita. Esimerkiksi sienikudoksen sisältämät lipidit, sterolit ja B-vitamiinit ovat tärkeitä useiden kovakuoriaisten kasvulle ja lisääntymiselle. Itiöemä säilyy ehjänä vain muutaman viikon puun kuoren aukeamisen jälkeen. Itiöemä aukeaa ja levittää itiönsä myöhään syksyllä. Paras paikka pakurikäävän itiöemän löytämiseen on Pohjois-Suomi ja syyskuun alkupuoli. (Halmetoja 2012, 28.)

2.3 Tunnistus ja ulkonäkö

Puun ulkopintaan kasvava pakurikasvain on röpelöiseltä ulkopinnaltaan hiilenmusta, epäsymmetrinen ja mureneva. Sisältä kasvain on suurimmilta osin kahvinruskea ja puuta lähimmiltä osiltaan oranssinkellertävä. Rakenne on korkkimainen. Kasvannainen voi olla jopa 1,5 metriä pitkä, 40 senttimetriä leveä sekä

15 senttimetriä syvä. Painoa suurella kasvannaisella voi olla useita kiloja. (Halmetoja 2012, 23.)

Pakurikäävän tuoksu on tuoreena ja teeksi keitettynä makeahko ja miedosti sienimäinen. Kuivattuna pakuri on hajuton. Maultaan tuore tai kuivattu pakuri on melko neutraali, koostumukseltaan hieman sitkas ja kuituinen. Musta kuoriossa on vahvemman makuinen, aromi on hieman pistävä ja savuinen. (Halmetoja 2012, 24.)

Pakurikäävällä ei ole varsinaisia näköislajeja, ja pienellä perehtymisellä se on helppo tunnistaa. Yleisimmin pakuri sekoitetaan puiden runkojen epämuodostumiin, pahkoihin. Pahka on pakurikäepää huomattavasti kovempi koostumukseltaan. Pakuri myös irtoaa puusta huomattavasti pahkaa helpommin sen pehmeämmän rakenteen vuoksi. Muihin kääpiin pakurikäepää ei juurikaan voida sekoittaa sen erilaisen kasvutavan ja ulkonäön vuoksi. (Arktiset aromit 2022.) Kuviossa 2 esillä olevaan koivunpahkaan verrattuna kuvion 1 pakurikäepä on ulkonäöltään selvästi erilainen niin muodon kuin myös värin puolesta.



Kuvio 2. Pahka koivun rungolla

Muilla koivuissa eläville kääville poikkeuksellisesti pakurikäävällä ei ole lippa- maista muotoa tai näkyvää pillistöä. Kokematonta pakurin kerääjää voivat alkuun hämätä mustapintaiset koivunkäävät, esimerkiksi arinakääpä (*Phellinus igniarius*) sekä kantokääpä (*Fomitopsis pinicola*). Tarkemmalla silmäilyllä huomaa kuitenkin nopeasti, että nämä käävät eroavat pakurista monin tavoin. Näiden kääpien itiöemä on ylä- ja alapinnoiltaan erilainen siinä, missä pakurikääpäkasvannainen kasvaa puun myötäisesti eikä kasvannaisessa ole erillistä ylä- ja alapintaa. (Arktiset aromit 2022.)

2.4 Pakurin käytön historia

Pakurikäävän lääkinällisellä käytöllä on pitkät perinteet eri puolilla maapalloa. Pakuria on käytetty Pohjois-Euroopassa, Baltian maissa, Puolassa, Venäjällä, Koreassa ja Japanissa jo ainakin 1600-luvulta lähtien. (Arktiset aromit 2022.)

Suomessa kirjallisuudessa pakuri on mainittu jo 1870-luvulla. Vuonna 1873 kirjassaan, Seitsemän veljestä, Aleksis Kivi kirjoitti näin:

”synkeällä sydämellä läksi Juhani etsimään kadonnutta veljeänsä, käyskeli avaralta ympäri metsiä huudellen häntä nimeltä. Kohtasi erään mäen alla Taula-Matin, joka kirves kourassa, etsiskeli kääpiä ja pakurinmöhkäleitä, joilla jo olikin täyttänyt paitansa mahan ja poven.” (Suomalaisen Kirjallisuuden Seura 2022.)

Suomessa pakuria on käytetty sota-aikana kahvinkorvikkeena ja teejuomana. Pakurista valmistettua yrttijuomaa kutsutaan Suomessa tikkateeksi. (Arktiset aromit 2022.)

2.5 Uuselintarvikeasetus

Uuselintarvikkeiksi lasketaan sellaiset tuotteet, joiden käyttö EU:ssa ihmisravintona on ollut vähäistä tai olematonta ennen vuoden 1997 toukokuuta. Nimensä mukaisesti uuselintarvikkeet ovat siis uutuuksia elintarvikekäytössä. Tarkemmin asia määritellään uuselintarvikeasetuksessa (EU 2015/2283). (Ruokavirasto 2022.)

EU:ssa pakurikäätä luetaan uuselintarvikkeeksi ja sen käyttö on sallittua vain vesi- tai etanoliuutteissa sekä rouheena. Tästä syystä pakurikäävän käyttö EU:n alueella on sallittua vain EU:n ravintolisäasetuksen määritelmän täyttävissä ravintolisissä. Ravintolisien lisäksi pakurikäätä voidaan Suomessa myydä ja markkinoida yrttiteenä. Pakurin kohdalla yrttitee tarkoittaa säädösten mukaan tuoreesta tai kuivatusta käävästä vesiuuttomenetelmällä valmistettua, haudutettua juomaa, jota käytetään kahvin tai teen tapaan. Juomaan ei saa lisätä soke-ria tai poreita. (Makery 2021, 5.)

Jotta pakurikäävän käyttö myös muissa elintarvikkeissa olisi sallittua, pitäisi pakurikäävälle saada uuselintarvikeasetuksen mukainen markkinointilupa (Ruokavirasto 2020). Ilman uuselintarvikeasetuksen mukaista markkinointilupaa käyttö tavanomaisissa elintarvikkeissa kuten leivissä, proteiinijauheissa, kahvissa tai kaakaossa on kielletty (Arktiset aromit 2022).

3 KASVATUS JA TALOUDELLINEN KANNATTAVUUS

Luonnontuotteiden kysyntä ja markkinat kasvavat nopeasti superfood-trendin kasvattaessa suosiotaan yhä enemmän. Myös pakurikäävän kysyntä on ollut suurta jo pidemmän aikaa ja myös käävän kasvattaminen eli ymppääminen on taloudellisesti kannattavaa. Pakurille löytyy ostajia niin Suomesta kuin myös ulkomailta. Runsainta kysyntä on Keski-Euroopassa, Kiinassa, Etelä-Koreassa, Japanissa sekä Yhdysvalloissa. (Helenius 2020, 17.)

Suomi on pakurinviljelyn edelläkävijämaa. Lukuun ottamatta Koreaa, ei tieteellistä tutkimusta pakurinviljelystä ole muualla maailmassa Suomen lisäksi tehty. Suomen puhdas luonto on myyntivaltti pakurin myynnissä ja markkinoinnissa. Pakurin viljely osataan Suomessa hyvin ja on epätodennäköistä, että muualta maailmasta tulisi yllättäen markkinat vievä tuote suomalaisen pakurin tilalle. (Nordic Fungi 2022.) Suomessakaan ei kuitenkaan ole päästy keräämään vielä yhtäkään kasvatettua pakurisatoa. Arviot pakurilla saavutettavista tuloista ovat siis vain suuntaa antavia. Arvioiden laatimiseen on käytetty luonnonvaraisesti kasvaneista pakureista saatua tietoa tyypillisestä painosta ja koosta. (Pro Pakuri Finland ry 2021b.)

3.1 Ymppäys

Ymppäys tarkoittaa sieni-infektion tahallista siirtämistä terveeseen puuhun. Ymppejä itsessään on puutikku, joka on kyllästetty sienirihmastolla. Pakuriymppejä voi ostaa useammalta taholta. Kolme suurinta myyjää Suomessa ovat Pro Pakuri Finland ry, Suomen Pakuri Oy ja Suomen Agrometsä Oy. Kaikilla kolmella on omaa ymppeiden tuotantoa ja hieman erilaiset ohjeistukset ymppeämiseen. (Savela 2018.)

Prosessina ymppeäys on kohtuullisen nopea ja helppo. Ymppejä voi istuttaa koko kasvukauden ajan, vaikkakin ymppeämiseen mahlakauden aikana on eräviä mielipiteitä. Välineistöksi ymppeämiseen riittävät tehokas porakone, lisäakut koneeseen, kymmenen millin poranterät, haavansuoja-aine sekä puhtaat kumihanskat. Hygieniasta huolehtiminen on erittäin tärkeää, ettei ymppeireikään pää-

se muita sieniä, hiivoja, homeita tai bakteereja. (Helenius 2020, 79.) Pakurilla ympätyssä ympittikussa on oranssinpunainen väri. Mikäli ymppi on selvästi eri värinen, kielii se mahdollisesti ympin kontaminoitumisesta, eli siitä, että ymppiin on päässyt kasvamaan muita sieniä. (Pro Pakuri Finland ry 2021b.)

Ensimmäinen ymppi istutetaan noin puolen metrin korkeuteen, ja siitä ylöspäin ympit istutetaan noin metrin välein. Ympit tulee aina istuttaa samalle puolelle puuta, ei niin, että ymppejä on puussa eri puolilla. Ymppien laittaminen eri puolille puun runkoa lisää riskiä puun poikkilahoamiselle. Suureen koivuun ymppejä voi laittaa jopa viisi, pieneen ja ohueen puuhun kaksikin ymppiä voi olla riittävä määrä. (Helenius 2020, 83.) Mikäli ympättävä puu on liian pieni tai siihen laiteetaan liian monta ymppiä, voi puu kuolla, ennen kuin pakuri ehtii kasvaa sadonkorjuukokoon. Pieneen puuhun kasvava pakuri on myös kooltaan pienempi kuin suurempaan puuhun kasvava. Suuremman puun sato-odotus on siis suurempi kuin pienen puun. (Pro Pakuri Finland ry 2021b.)

Ympittikku työnnetään kokonaan puun sisälle joko suoraan tai hieman alaviistoon porattuun reikään. Suomen Pakuri Oy:n yrittäjä Janne Mankki suosittelee alaviistoon poraamista etenkin, jos ymppäys tehdään mahlanvalumisaikana. Näin mahla ei pääse työntämään ymppiä ulos puusta. (Helenius 2020, 83.) Ympittikun saamiseksi kokonaan puun sisälle voi käyttää vasaraa tai vaikka puun palasta. Esimerkiksi puukepillä ympittikku on helppo lyödä paikalleen puun sisään. (Pro Pakuri Finland ry 2021b.)

Ymppäyksen jälkeen ymppireikä on tärkeää sulkea puiden suojaamiseen tarkoitettulla haavansuoja-aineella. Näin estetään ylimääräisten sieni-itiöiden ja bakteerien pääsy ymppireikään. Haavansuoja-aine kuluu ajan myötä pois, mutta pysyy paikallaan riittävän kauan, jotta pakurikäypä ehtii infektoimaan puun. (Helenius 2020, 83.)

Lopuksi ympätyt puut kannattaa merkitä jotenkin, näin ympätyt puut on helpompi löytää jatkossakin (Helenius 2020, 83). Kuviossa 3 on haavansuoja-aine Malusanilla peitetty pakuriymppi ja ymppireikä.



Kuvio 3. Haavansuoja-aineella peitetty ymppireikä

Isäntäpuuksi pakurille käyvät yhtä hyvin hies- ja rauduskoivut. Ympättävän puun ympärysmitta on oltava vähintään kymmenen senttimetriä, jotta kuusi senttimetriä pitkä ymppitikku mahtuu puun sisään kokonaan, eikä puun runkoa tule porattua vahingossa läpi saakka. (Helenius 2020, 80.)

Vaikka isäntäpuuksi sopivat niin hies- kuin rauduskoivutkin, on hieskoivujen ympppäminen usein järkevintä. Hieskoivu käy rauduskoivua huonommin sahatavaraksi, ja sen lisäksi hieskoivun kasvupaikka ja metsätaloudellinen arvo sopivat usein rauduskoivua paremmin ympppäykseen ja pakurikäävän kasvattamiseen. (Ranta 2022.)

Ympättävät puut voivat sijaita esimerkiksi ojanlaidoissa, pellonpientareilla tai muissa kohteissa, joihin ei motolla pääse harvennuksia tekemään. Välimatkaa lähimpään valtatiehen tulisi olla vähintään sata metriä, jotta liikennesaasteista ei päätyisi jäämiä pakuriin. (Helenius 2020, 80.)

Tärkein kriteeri ympättävien puiden valinnassa on terveys. Puun oksaisuus, kaksilatvaisuus tai suoruus eivät ole merkittäviä tekijöitä, eivätkä ne vaikuta pa-

kurin kasvuun. Huonosti kasvavien ja joka tapauksessa poistoon menevien puiden ympypääminen onkin järkevä vaihtoehto, sillä näin hyvin kasvavat puut voidaan jättää tuottamaan parempiarvoista puuta. Puun terveys on ensiarvoisen tärkeää siksi, että alkuvaiheessa pakurisieni ei ole kovinkaan hyvä taistelemaan muita sieniä vastaan ja jo valmiiksi infektoituneessa puussa pakuri jäisi helposti alakynteen. (Helenius 2020, 79–80.) Kuviossa 4 on vielä hieman koholla oleva pakuriymppi tulevan isäntäpuun pinnassa.



Kuvio 4. Pakuriymppi ennen ympin lyömistä puun sisään

Ympypäyksen jälkeen infektion kehittyminen jää luonnon ja sen määräämien olosuhteiden armoille. Itämiseen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa koivun oma kyky vastustaa sientä eli puun puolustusvaste, lämpötila ja pakkasjaksojen pituus, kuivien ja kosteiden jaksojen vaihtelut sekä valo-olosuhteet. (Helenius 2020, 57.)

Yhdestä puusta voidaan kerätä arviolta kaksi tai jopa kolme pakurisatoa, ennen kuin isäntäpuu lopulta kuolee. Viimeisen sadonkorjuun jälkeen pakuripuut on kaadettava, jotta vältetään sienien tahaton leviäminen lähialueen terveisiin pui-

hin. Luonnollisin menetelmin pakuri-infektio leviää ainoastaan niin, että isäntäpuun kuoltua sienien itiöemä repii puun pinnan auki ja pääsee vapauttamaan itiönsä ilmaan. Uusiin puihin itiöt pääsevät iskemään pinnan vaurioiden kautta. Vaarassa ovat siis vain jo valmiiksi jonkinlaisia pintavaurioita kärsineet puut. Näissä puissa infektio pääsee aloittamaan uuden kasvun, kasvattaen taas uuden pakurikasvaimen ja lopulta itiöemän. Pakuripuuna toimimisen jälkeen puu kelpaa vielä energia- ja polttopuuksi. Mikäli puu kaadetaan jo ensimmäisen pakurisadon keruun jälkeen, voi sen latvaosa käydä vielä myös kuitupuuksi. (Helenius 2020, 77.)

Useat tekijät vaikuttavat pakurin kasvunopeuteen. Muun muassa maaperä, maantieteellinen sijainti sekä ympäristön ajankohta vaikuttavat siihen, kuinka nopeasti pakuri kasvaa missäkin paikassa. Maaperistä kivennäismaa sopii pakurille turvemaita paremmin. Myös puulaji vaikuttaa kasvunopeuteen. Hieskoivussa pakuri kasvaa nopeammin kuin rauduskoivussa. Puulajin lisäksi myös puun koko vaikuttaa käävän kasvuun: pienemmissä koivuissa pakuri kehittyy nopeammin kuin suurissa koivuissa. (Miina ym. 2021.)

3.2 Infektoitumisen ulkoisesti näkyvät asteet

Pakuri-infektion onnistumista ja etenemistä seurattaessa kiinnitetään huomiota erilaisiin ulkoisiin merkkeihin, joita sieni saa puussa aikaan (Miina ym. 2021). Tässä opinnäytetyössä vaiheita on laskettu olevan neljä; ligniinineste, halkeama tai repeämä, pullistuma ja pakurikasvain. Lisäksi aineistossa on mukana sellaisia pölkkyjä, joissa ei ollut ulkoista merkkiä infektiosta. Näin laskettuna vaiheita on siis yhteensä viisi. Infektion ulkoisesti näkyvät vaiheet eivät välttämättä näy esitettyssä järjestyksessä ja ulkoiset merkit infektiosta voivat puuttua jopa kokonaan, vaikka sieni valtaisikin alaa puun sisältä. (Miina ym. 2021.)

Ympin ja sieni-infektion päätyessä isäntäpuuhun aloittaa puu taistelun sieninfektiota vastaan. Pakurikasvain alkaa kehittyä, kun isäntäpuu reagoi sieneen muodostamalla haavasolukkoa eli kallusta. Kalluksen lisäksi puu alkaa erittämään ligniiniä, tanniineja sekä erilaisia fenolisia yhdisteitä. Pääasiassa ligniinijohdannaisia ja betuliinia sisältävän tumman nesteen vuotaminen ulos ymp-

päysrei'ästä on usein ensimmäinen merkki onnistuneesta ympppäyksestä ja osoitus siitä, että isäntäpuu on hävinnyt taistelun sientä vastaan. (Helenius 2020, 54.)

Ligniiniestevalumia voidaan havaita jopa vain kuukausien kuluttua ympppäyksestä (Timonen 2020, 11). Seuraavien vuosien aikana puun pintaan ilmestyy repeytymiä ja pullistumia. Varsinainen pakurikasvain alkaa työntymään esiin isäntäpuusta yleensä 3–5 vuoden ikäisenä. (Aari 2021.) Pakurikäpää ei aina lähde kasvamaan suoraan ympppäyskohtaan, vaan kasvain voi puhjeta myös esimerkiksi vanhan pakkashalkeaman kohdalle tai kokonaan uuteen kohtaan puun rungolla. Puissa, joissa ymppejä on enemmän kuin yksi, voi pakuri myös halkaista puun kuorta pitkittäin ja kasvattaa pakurin ymppien välille. (Suomen Pakuri Oy 2022.)

3.3 Ympppäyksen taloudelliset mahdollisuudet

Pakurin kasvattaminen on kannattavinta jo muutenkin poistoon menevissä rannoissa. Näin tekemällä metsänomistaja maksimoi koivikkonsa rahallisen tuoton. Kuivatun pakurin kilohinta on nykyisin noin 30–50 euroa ja yhdestä koivusta voi saada jopa useamman kilon kuivaa pakuria satoa kohden. (Nordic Fungi 2022.)

Siitakesienellä infektoitu tukki voi tuottaa noin 0,4 kilogrammaa sientä metriä kohden. Jos arvioidaan, että pakurin tuottoarvio olisi sama, voisi kymmenen metriä pitkä, pakurilla ympätty koivu tuottaa teoriassa jopa neljä kilogrammaa pakuria. (Vanhanen 2022.)

Kun pakurin kilohinnaksi lasketaan 35 euroa ja ajatellaan, että puu tuottaisi kaksi pakurisatoa, joista saataisiin yhteensä kuusi kilogrammaa kuivattua pakuria. Näin laskettuna yhden puun pakurin tuotannosta saatava arvo olisi 210 euroa. (Nordic Fungi 2022.)

Jos metsänomistaja ostaa tuhat pakuriymppitappia kolmen euron kappalehintaan ja ympppää 200 puuta, tulee ymppien hinnaksi 3000 euroa. Jos yksi puu tuottaa yllä olevan laskelman mukaisesti 210 euroa, saadaan ympätyistä puista

yhteensä 42 000 euroa. Tämän tulon lisäksi metsänomistajalle jäävät vielä itse puut, jotka voidaan käyttää polttopuuna. (Nordic Fungi 2022.)

Verrattuna koivupuun hintoihin viime vuosina (koivukuitu 13 €/m³, tukki 33 €/m³ ja energiapuu 6 €/m³) on pakurin kasvatuksella mahdollisesti saatavat tuotot parempia kuin perinteisen metsänhoidon tuotot (Nordic Fungi 2022). Lisäksi pakurin kiertonopeus on nopeampi kuin puun kasvatuksen. Ensimmäinen pakurisato saadaan kerättyä aikaisintaan kahdeksan vuoden kuluttua ympppäämisestä. (Suomen Pakuri 2022.) Toinen sato kerätään arviolta 8–15 vuoden kuluttua ympppäyksestä ja kolmas sato kun ympppäyksestä on kulunut 15–23 vuotta (Helenius 2020, 21). Luonnonvarakeskuksen pakurikäävän viljelyyn keskittyneen Raharääseikkö-hankkeen tulokset pakurikäävän ympppäyksen onnistumisesta olivat myös lupaavia. Hankkeen koealoilla 75 prosenttia ympeistä oli lähtenyt kasvuun. (Piispanen 2017.)

3.3.1 Alkuperäistodistuksella lisäarvoa pakurille

Pakuriymppien myyjistä ainakin Nordic Fungi toimittaa asiakkailleen kauppojen yhteydessä alkuperäistodistuksen, jolla varmistetaan pakuriympin alkuperä. Alkuperäistodistuksen olemassaolo helpottaa pakurin myyntiä kansainvälisillä markkinoilla ja parantaa myös tuotteesta saatavaa hintaa. Myös osa suomalaisista pakurikäävän ostajista, esimerkiksi KÄÄPÄ Forest, edellyttää alkuperäistodistuksen olemassaoloa ostaessaan pakuria kasvattajilta. (Nordic Fungi 2022.)

Muiden ymppimyyjien nettisivuilta suoraa tietoa alkuperäistodistuksen saamisesta ei löytynyt, mutta oletettavaa on, että useimmat ymppien myyjät antavat myytävien ymppiensä mukana alkuperäistodistuksen ymppien valmistajaan ja käytettyyn pakurikantaan liittyen.

3.3.2 Metsän luomusertifiointi

Alkuperäistodistuksen lisäksi pakurikäävän myyntihintaa nostaa metsän rekisteröinti luomukeruualueeksi. Metsän rekisteröinti luomukeruualueeksi tulee tehdä ennen ensimmäisen pakurisadon korjuuta alueelta. (Nordic Fungi 2022.)

Metsän luomusertifikaatin hakeminen on kannattavaa, sillä se lisää alueelta kerättävien luonnontuotteiden arvoa ja tuo lisämahdollisuuksia metsän käyttöön perinteisen metsätalouden rinnalle. Maailman suurin luomukeruualue löytyykin Suomesta. Yhteensä 6,9 miljoonaa hehtaaria Suomen metsistä on muutettu luomualueeksi. Alueen koko olisi kuitenkin mahdollista jopa nelinkertaistaa nykyisestä, sillä lähes kaikki Suomen metsätalousmaat olisi mahdollista liittää luomukeruualueeseen. (Metsäkeskus 2022.) Kokonaisuudessaan Suomen pinta-alasta noin 12 miljoonaa hehtaaria olisi mahdollista muuttaa luomualueeksi. Suomen kitu-, metsä- ja joutomaista jopa 99 prosenttia on luomukelpoista. (Judén 2022.)

3.3.3 EU:n nimisuojusta apua myyntiin ja markkinointiin

Pakuri ja metsien erikoissienet – nimisuojan turvin vientiin -hankkeessa päätarkoituksena oli valmistella pakurille ja tikkateelle EU:n nimisuoja eli suojattua alkuperänimitystä (SAN). Suojatulla alkuperänimityksellä tarkoitetaan nimeä, jonka tuote on aina peräisin tietyistä paikasta tai maasta. Tuotteen ominaisuudet ja laatu riippuvat kokonaan tai ainakin olennaisesti tietyistä maantieteellisestä ympäristöstä alueen luonnon ja inhimillisten tekijöiden vuoksi. (Luke 2022.) Pakurikäävän kohdalla hakemuksessa alueeksi on merkitty koko Suomi (Pro Pakuri Finland 2021a).

Hanke on loppunut syksyllä 2020, ja uudempaa tietoa nimisuoja asian etenemisestä ei tunnu löytyvän. EU:n nimisuojan saaminen pakuri- ja tikkatee nimille lisäisi suomalaisen pakurin menestymismahdollisuuksia etenkin Aasian markkinoilla. (Suomen luontoyrittäjyysverkosto ry 2022.)

4 TUTKIMUKSEN VALMISTELU JA TOTEUTUS

4.1 Pohjatietoa

Tämän opinnäytetyön suunnittelu ja toteutus aloitettiin syksyllä 2021. Ensimmäinen vaihe oli käydä kahdella koealalla Rovaniemen Hirvaalla, joihin pakuria oli kaksi vuotta aikaisemmin ympätty ja tehdä silmämääräinen inventointi tilanteesta. Iloksemme huomasi, että melkein jokainen koealueen ympätty puu osoitti eriasteisia merkkejä onnistuneesta ympäyksestä ja sieni-infektion leviämisestä. Inventointien perusteella päätettiin hankkia suurin osa aineistosta, seitsemän puuta, Vinsanlanton koealalta ja kaksi puuta Kuusiselän koealalta. Järjestelyyn päädyttiin siksi, että Vinsanlanton koealalla ympättyjä puuta oli enemmän ja näin suurempi osa koealan ympätyistä puista sai vielä jäädä tuottamaan pakurisatoa. Vinsanlanton koealalla ei kuitenkaan ollut yhtään hyvää esimerkkiä viimeisestä infektiosta eli pakurikasvaimesta. Aineiston kaksi viimeistä puuta haettiin siksi Kuusikkoselän koealueelta, jotta jokaisesta infektiosta saadaan materiaalia tutkimusta varten.

Koealat on perustettu Agroforestry in Barents Region -hankkeessa ja käytetyt pakurikannat on kerätty ja eristetty Luonnonvarakeskuksen aiemmissa tutkimushankkeissa pakuriin liittyen. Perustetut koealat tukevat Luonnonvarakeskuksen aiempaa koealaverkostoa. Kuusikkoselän ja Vinsanlanton koealoilla tarkastelun kohteena ovat erilaisten pakurikantojen erot sekä pakurisieni-infektion leviäminen puussa. Aineiston molemmat koealat on perustettu valtion maille. Koealoille oli ympätty viisi eri pakurikantaa ja jokaista kantaa 40 puuta koealaa kohden. (Ranta 2022.)

Koealat on perustettu puuntuotannon kannattavuuden kannalta epäedullisille alueille. Erilaiset suoja- ja vaihettumisvyöhykkeet sopivat usein tarkoitukseen hyvin. Myös epäonnistuneet metsäojitukset voivat tarjota hyviä kohteita pakurin tuotantoon, sillä usein ojanvarret kasvavat tiheästi hieskoivua alueilla, joilla puuntuotannon kannattavuus on heikkoa. (Ranta 2022.)

4.2 Maastotyöt

Maastotyöt aloitettiin syksyllä 2021, ja niihin kului ajallisesti noin neljä kuukautta. Vinsanlanton koealue sijaitsee hankalassa paikassa useastakin eri syystä. Tietä koealueen lähetyviltä ei kulkenut, ja ympäröivä maasto oli yleisesti hankalakuista. Matkan aikana täytyi ylittää esimerkiksi oja, suoalueita ja tiheitä räseikköjä. Agroforestry-hankkeen projektityöntekijän Aki Rannan kanssa selvitimme järkevimmän reitin tieltä koealalle ja kartoitimme, mitä reitille pitää tehdä, jotta puut saadaan sitä kautta tuotua pois koealalta. Kuviossa 5 on esillä karttakuva, johon reitti tieltä Vinsanlanton koealalle on merkitty. Koealan sijainti on merkitty punaisella pinnillä.



Kuvio 5. Reitti tieltä Vinsanlanton koealalle (Ranta 2021)

Reitti koealalle raivattiin auki raivaussahojen ja mottoorisahojen avulla. Lisäksi reitille täytyi rakentaa silta, sillä ylitettävä Vinsanoja oli niin leveä, ettei sitä voinut ylittää muutoin. Matkaa tieltä koealalle tuli tätä uutta reittiä pitkin noin 1,5

kilometriä. Joulukuun viimeisinä päivinä 2021 Lapin Metsäpalvelut Oy kävi hakemassa marraskuussa kaadetut puut Vinsanlanton koealalta. Kuusiselän koealueen puut toimme itse pois metsästä. Kuviossa 6 on esillä Vinsanlanton koealalta kaadetut puut koealan reunalla odottamassa kuljetusta pois metsästä.

Koealan puista sahatut pölkkyt olivat pituudeltaan noin 50–80 senttimetriä. Puut sahattiin pölkkyiksi niin, että jokaisesta puuhun laitetusta ympistä ja sitä ympäröivästä puusta sahattiin yksi pölkky. Ympätty kohta jätettiin jokaisessa pölkkyssä keskelle, jotta pakurin infektoima alue olisi ympistä molempiin suuntiin suunnilleen samankokoinen. Samasta puusta sahattujen pölkkyjen väliin ei jäänyt puuosaa, jota ei olisi otettu mukaan laskentaan. Tutkimuksen ulkopuolelle jäi jokaisesta puusta vain puun yläosa ja latva, sillä viimeinen ymppi oli useimmiten alle kahden metrin korkeudessa. Viimeinen pölkky siis sahattiin niin, että korkeimmalla ollut ymppi jäi tämän pölkyn keskelle.



Kuvio 6. Vinsanlanton koealan puut odottamassa siirtoa pois maastosta

4.3 Kiekkojen käsittely

Kun pölkyt oli saatu pois maastosta, toimitettiin ne työelämäkuntoutusta tarjoavan Eduro-säätiön puutyötiloihin. Eduro sahasi pölkyt kiekkoiksi, ja jokaiselle pölylle ja sen kiekkoille annettiin myös aakkosellinen järjestys ja numerointi. Kiekkojen merkitseminen oli erittäin tärkeää, sillä muutoin kiekkojen mittaaminen ja skannaaminen oikeassa järjestyksessä olisi ollut mahdotonta.

Kiekkojen valmistumisen jälkeen ne vietiin Lapin AMK:n kampuksen kellaritiloista löytyviin kasvikuivureihin ja kiekkojen annettiin kuivua noin viikko. Kuivaus suoritettiin, jotta kiekkoihin ei alkaisi kasvaa homeetta, joka voisi häiritä kiekkojen tutkimista myöhemmin. Myös halkeamia pyrittiin hallitsemaan kuivaamisella. Kuivauksen jälkeen kuitenkin todettiin, että kiekkojen pinta ei ole sahauksen jäljiltä tarpeeksi sileä jatkotutkimuksia varten. Kiekot toimitettiin takaisin Eduro-säätiölle erillistä hiontaa varten, ja sieltä ne valmistuivat hiihtolomaviikolla, keväällä 2022.

Hionnan valmistuttua kiekot putsattiin puupölystä Lapin AMK:n tiloissa ilmapilliä käyttäen. Tässä vaiheessa kiekkoista myös otettiin ylös halkaisija ja paksuus ohuimmasta ja paksuimmasta kohdasta.

Kiekkojen puhdistuksen ja mittauksen jälkeen oli aika pohtia sopivaa keinoa kiekkojen mittaamiselle. Kiekkoista haluttiin saada selville infektoitunut pinta-ala, kokonaispinta-ala, infektion valtaama tilavuus kiekosta sekä ehkäpä tärkeimpänä infektion valtaama ala prosenttina.

Kiekkojen pinta-alojen laskemista varten päädyimme menetelmään, jossa jokainen kiekko skannattiin skannerilla kiekon yläpinnalta. Skannerina toimi edullinen kotiskanneri Canon Pixma TS3351. Pinta-alat mitattiin Adobe Acrobat -ohjelman mittaustyökalun avulla. Erillinen mittaushje on liitteenä (Liite 1). Mittaustyökalun avulla laskettiin jokaisesta kiekosta infektoituneen alueen pinta-ala sekä koko kiekon pinta-ala kuorikerroksen sisäpuolelta mitattuna. Näiden tietojen pohjalta ja aiempia mittaustuloksia hyödyntäen saatiin selville myös muut tarpeelliset tulokset. Kuviossa 7 on kiekko S5 mittauserämerkintöjen kanssa. Kuvi-

ossa näkyy myös skannerin levyllä olleelle viivoittimelle tehty tarkistusmittaus mittakaavan oikeellisuudesta. Tarkistettiin siis, että yksi senttimetri viivoittimella on yksi senttimetri myös mittaustyökalun mukaan. Tämä tarkistus tehtiin jokaisen kiekon kohdalla.



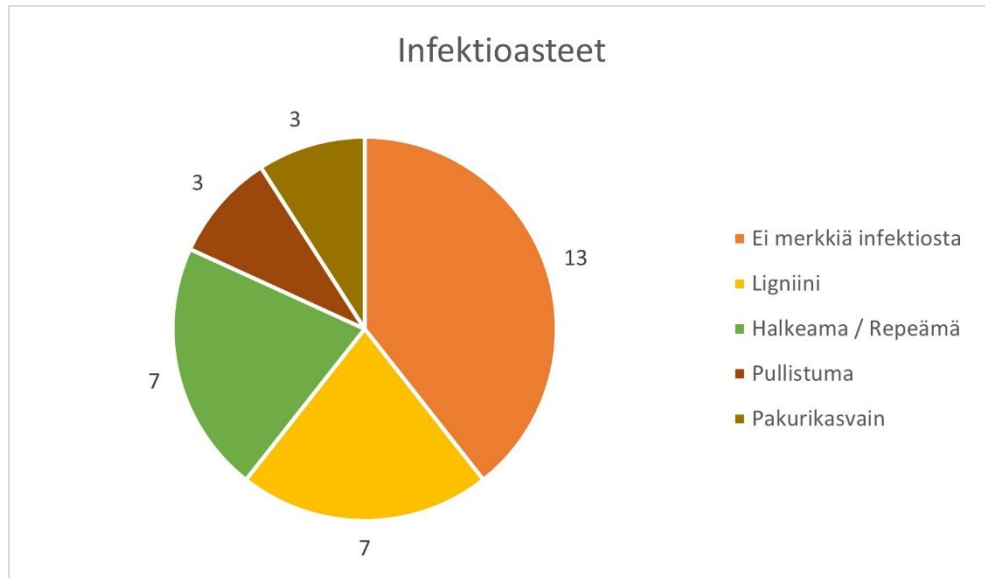
Kuvio 7. Kiekon T5 skannaus pinta-alamittausten kanssa

Kaikki pölkkyistä ja kiekkoista mitattu data kirjattiin Excel-taulukkoon. Kaikki mitatut ja lasketut tiedot sisältävä Excel-taulukko on liitteenä (Liite 2).

4.4 Aineisto

Aineistoon valikoitui yhteensä yhdeksän puuta, joista sahattiin 33 pölkkyä. Jokaisesta pölkystä kirjattiin ulkoisesti esillä oleva infektioste ylös jo metsässä ennen puiden kaatoa. Pölkkyistä sahattiin yhteensä 411 kiekkoa, joista tutkimus-

aineisto koostui. Kuviossa 8 on esillä pölkkyjen jakauma ulkoisten infektiosteiden välillä.



Kuvio 8. Infektiosteet ja jokaisen infektiosteiden sisältämä pölkky määrä

4.5 Puiden nimeäminen

Aineiston puut on nimetty koodein. Seitsemän ensimmäistä puuta on nimetty koodilla J3A ja perässä on numero. Alku J3A tarkoittaa pakurikantaa Jyri3A. Koodista saatava tieto on siis näissä puissa Pakurikanta Jyri3A ja puun numero koealalla. (Ranta 2022.)

Loput kaksi puuta oli koodattu eri tavalla. Puussa 07 KUUSPAK J3A alku KUUSPAK tulee koealan nimestä, Kuusikkoselkä ja infektoitavasta lajista eli pakurista. Numero 07 on tässä koodissa puun numero. Lopun J3A tarkoittaa samaa kuin aiemmissakin puissa eli pakurikantaa Jyri3A. (Ranta 2022.)

Puun KUUSPAK SIE 2A alku KUUSPAK tarkoittaa samaa kuin edellisessä eli koealaa Kuusikkoselkä ja sienilajia pakuri. SIE 2A kertoo, että käytetty pakurikanta on Sievin kanta. Merkintä 2A kertoo lisätietoa kantaan liittyen. Lopun numero 16 on tässä koodissa puun numero. (Ranta 2022.)

4.6 Mikroskooppikuvaus

Puun ulkoisen ja sisäisen tilanteen silmämääräisen arvioinnin lisäksi minulle avautui mahdollisuus tutkia muutamaa kiekkoa myös mikroskoopilla. Mikroskooppikuvauksen ideana oli saada kuvaa ja tietoa siitä, miltä terveeseen puun ja sieni-infektion valtaaman puun rajapinta näyttää mikroskoopilla katsottuna. Mikroskooppikuvaukset suoritettiin Luonnonvarakeskuksen tiloissa Rovaniemen Pilke-talossa.

Mikroskooppitarkasteluun valitsin viisi kiekkoa. Nämä viisi kiekkoa valikoituvat tarkemman tarkastelun kohteeksi siksi, että ne ovat jokainen hyviä esimerkkejä eri ulkoisesti havaittavista infektion vaiheista. Jokaisesta ulkoisesta infektiosta tarkasteluun siis otettiin yksi kiekko. Tutkittavia kiekkoja yhdistää myös se, että ne kaikki ovat juuri ympäyskohdan kiekkoja, eli näiden kiekkojen sisässä on pakuriympitikki. Mikroskooppitarkasteluun valitut kiekot olivat seuraavat: 07 KUUSPAK J3A A, kiekko M7 (ei merkkiä infektiosta), J3A 13 A, kiekko Z7 (ligniinivuoto), J3A 14 A, kiekko T6 (halkeama tai repeämä), J3A 14 D, kiekko F5 (pullistuma) sekä KUUSPAK SIE 2A 16 A, kiekko J11 (pakurikasvain).

4.7 Varianssianalyysi

Tutkiessani eri ulkoisten infektiosteiden (ei merkkiä infektiosta, ligniini, halkeama/repeämä, pullistuma, pakurikasvain) eroja ja korrelaatiota puun sisäiseen infektioprosenttiin käytin apunani yksisuuntaista varianssianalyysiä eli yksisuuntaista ANOVA-testiä (Analysis of Variance). Varianssianalyysillä tutkitaan eroavatko kahden tai useamman ryhmän keskiarvot toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Tutkitaan siis sitä, ovatko selitettävän muuttujan keskiarvot tilastollisesti merkitsevästi erisuuruisia selittävän muuttujan eri luokissa. (KvantiMOTV 2002.)

Yksisuuntaisessa varianssianalyysissä esitetään nollahypoteesi ja vaihtoehtoinen vaihtoehtohypoteesi, joka otetaan käyttöön, jos nollahypoteesi kumotaan varianssianalyysin tulosten perusteella. Tavallisesti nollahypoteesi kumotaan,

mikäli sen erehtymisprosentti eli ANOVA-laskelman p-arvo on 0,05 eli 5 prosenttia tai pienempi. (Antikainen 2020.) Nollahypoteesina tässä tapauksessa oli ajatus, että eri ulkoisten infektiosteiden infektioprosenttien välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa.

Aineistoa eli pölkkyjä ja niiden sisältämiä kiekkoja oli jokaisessa aineiston ryhmässä eri määrät. Pölkkyjä, joissa ei ollut ulkoista merkkiä infektiosta, oli yhteensä 13 ja kiekkoja näissä pölkkyissä oli kokonaisuudessaan 167. Ligniinivuotoa oli havaittavissa seitsemässä pölkkyssä ja yhteensä näissä pölkkyissä oli 78 kiekkoa. Halkeamia tai repeämiä oli myös seitsemässä pölkkyssä ja kiekkoja tämän ryhmän pölkkyissä oli 89. Pullistumia ja pakurikasvaimia oli kumpiakin kolmessa pölkkyssä. Pullistumien pölkkyissä kiekkoja oli 30 ja pakurikasvainten pölkkyissä 47.

Varianssianalyysin suorittaminen edellyttää, että ryhmien otoskoko tai varianssit ovat samansuuruisia (Statology 2021). Ensimmäisessä ANOVA-laskelmassa otin jokaisesta kategoriasta saman määrän pölkkyjä. Pölkkyjen määrä määräytyi kooltaan pienimpien ryhmien mukaan. Ryhmissä pullistuma sekä pakurikasvain pölkkyjä oli vain kolme, joten jokaisesta ryhmästä laskentaan valittiin kolme pölkkyä. Ryhmistä, joissa aineistoa oli enemmän kuin vähimmäismäärä, pölkkyt valikoitiin aineistosta sattumanvaraisesti. Tässä laskelmassa oli kuitenkin kaksi ongelmaa: ryhmien otoskoot jäivät pieniksi ja sekä varianssit että ryhmien otoskoot erosivat toisistaan. Varianssianalyysissä sääntönä on, että joko ryhmien väliset varianssit tai otosten koot saavat olla erisuuruisia, mutta eivät molemmat, joten tämä laskentatapa ei ollut sopiva (Statology 2021).

ANOVA-testiä tehdessä pieniä ryhmiä on mahdollista yhdistää keskenään, jotta jokaisesta ryhmästä saadaan enemmän yksittäisiä numeroita mukaan laskentaan (KvantiMOTV 2002). Päätin yhdistää kaksi pienintä ryhmää eli pakurikasvaimet ja pullistumat. Uuteen yhdistettyyn ryhmään pölkkyjä tuli kuusi ja kiekkoja 77 kappaletta. Uuteen varianssianalyysiin ryhmiä tuli siis neljä: ei merkkiä infektiosta, ligniinivuoto, halkeama/repeämä ja pullistuma tai pakurikasvain.

Otosten varianssien heittäilyä ei voi muuttaa muuttamatta aineistoa, joten ainoa vaihtoehto oli käyttää samankokoisia otoksia jokaisesta ryhmästä. Kahden pienimmän ryhmän yhdistämisen jälkeenkin pullistumat ja pakurikasvaimet sisältävä ryhmä jäi pienimmäksi, joten otoskooksi jokaiseen ryhmään tuli 77 kiekkoa. Tässä laskelmassa suurempien ryhmien otoksiin valikoidut puut ja kiekot otettiin taas sattumanvaraisesti mutta kuitenkin niin, että täysisiä pölkköjä otettiin niin monta kuin otoskooksi valittuun kiekkomäärään mahtui. Täysien pölkköjen lisäksi valikoitiin tarpeen mukaan loput kiekot ottamalla pölkkö ja jättämällä siitä alku- ja loppupään kiekot pois niin, että ympäryskohtaa lähimpänä olevat kiekot jäivät laskentaan mukaan.

Yksisuuntaiselle varianssianalyysille on olemassa monenlaisia jatkotestejä, joiden avulla pyritään selvittämään, minkä ryhmien välillä tilastollisesti merkitsevää eroa on. Jatkotestit jätin kuitenkin tästä opinnäytetyöstä pois, sillä niiden tekemiseen aika ei tämän opinnäytetyön rajoissa riittänyt.

5 TULOKSET

Tutkittavia kiekkoja oli aineistossa yhteensä 411. Kiekoista 167 oli pölkyistä, joissa ei ollut ulkoista merkkiä infektiosta. Ligniiniivalumaa sisältäneiden pölkkyjen kiekkoja oli yhteensä 78 ja halkeaman tai repeämän sisältäneiden pölkkyjen kiekkoja 89. Pullistumien pölkyissä kiekkoja oli yhteensä 30 ja pakurikäpäkassavaimen sisältävissä pölkyissä 47.

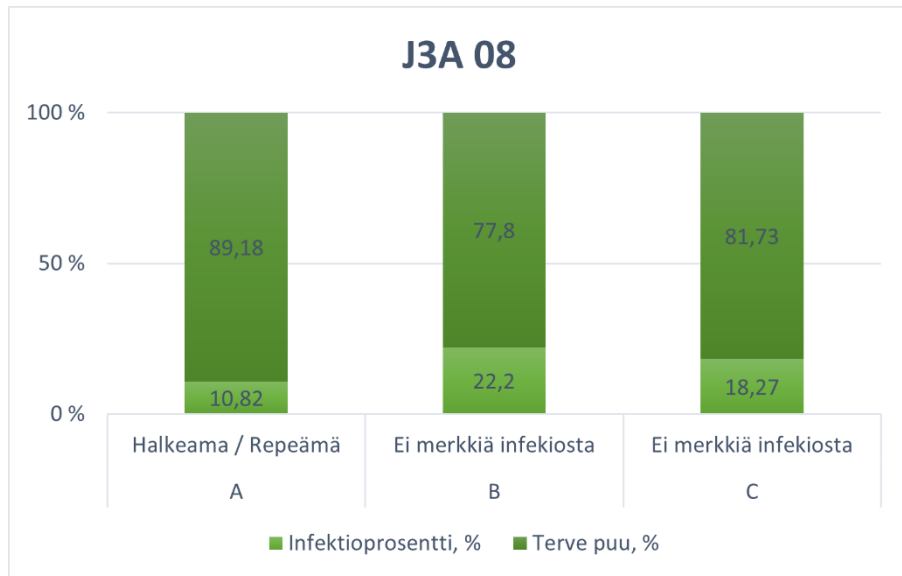
Seuraavaksi esittelen jokaisen puun omana kokonaisuutenaan. Jokaisen puun osalta olen tehnyt pylväsdiagrammin, joka osaltaan selkeyttää infektioprosenttien havainnollistamista kussakin puussa ja pölkkyssä. Kaaviossa jokainen pölkky on merkitty omaksi pylvääkseen. Pölkkyjen järjestys määräytyy sen mukaan, mistä kohtaa puuta pölkky on. Pölkky A on alin ja lähimpänä puun tyveä ollut osa puuta. Aakkosissa viimeisen kirjaimen saanut pölkky, esimerkiksi puussa J3A 08, pölkky C, taas on ollut puun viimeinen ympätty osa ja kasvanut korkeimmalla. Puukohtaisen läpikäynnin lisäksi kerrotaan tulokset mikroskooppikuvausista sekä yksisuuntaisesta varianssianalyysistä.

Infektion prosenttiosuus on laskettu jokaisen pölkyn osalta ottamalla kaikkien sen pölkyn kiekkojen infektioprosentit huomioon ja laskemalla niille keskiarvo. Esimerkiksi puun J3A 08 pölkyn A kohdalla infektioprosentti 10,82 prosenttia on kaikkien tämän pölkyn 12 kiekon tiedoista laskettu keskiarvo infektion suuruudesta.

5.1 Puukohtainen läpikäynti

Puussa J3A 08 oli yhteensä kolme pölkkyä. Kiekkoja puusta tuli yhteensä 36. A-pölkyn ulkoinen infektioste oli halkeama/repeämä ja sen infektioprosentti oli 10,82 prosenttia. Pölkkyssä B ei ollut ulkoista merkkiä infektiosta, ja sen infektioprosentti oli 22,20 prosenttia. Myöskään pölkkyssä C ei ollut ulkoisesti merkkiä infektiosta, ja sen infektioprosentti oli 18,27 prosenttia.

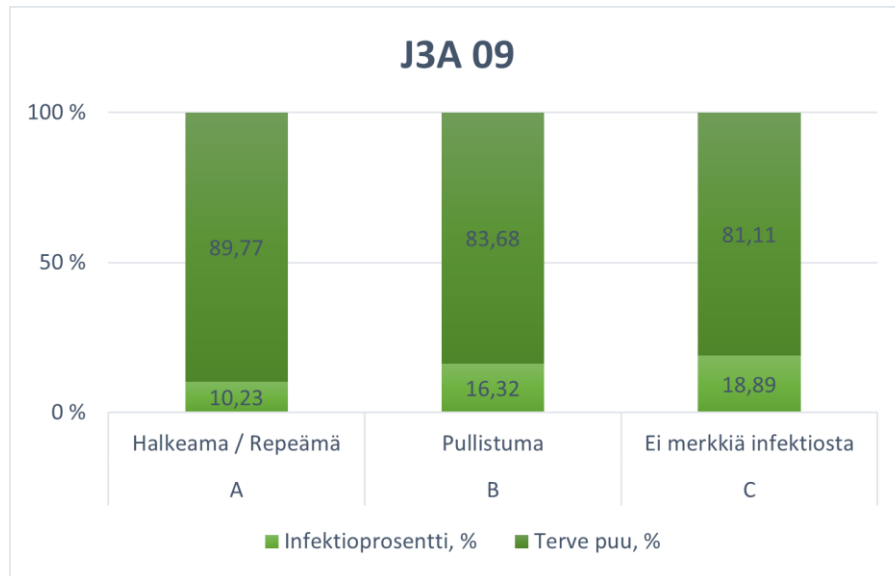
Puun J3A 08 pölkystä suurin infektioprosentti oli pölkössä B, 22,2 prosenttia. Pölkössä B ei ollut ulkoista merkkiä infektiosta. Kuviossa 9 on esillä puun J3A 08 tiedot pylväsdiagrammin muodossa.



Kuvio 9. Puun J3A 08 pölköt ja infektioprosentit

Puussa J3A 09 pölkkyjä oli myös kolme ja kiekkoja yhteensä 41. Pölkössä A infektioste oli halkeama/repeämä ja sen infektioprosentti oli 10,23 prosenttia. B-pölkössä ulkoisesti näkyvillä oli pullistuma, ja sen infektioprosentti oli 16,32 prosenttia. Pölkössä C ei ollut ulkoista merkkiä infektiosta, ja sen infektioprosentti oli 18,89 prosenttia.

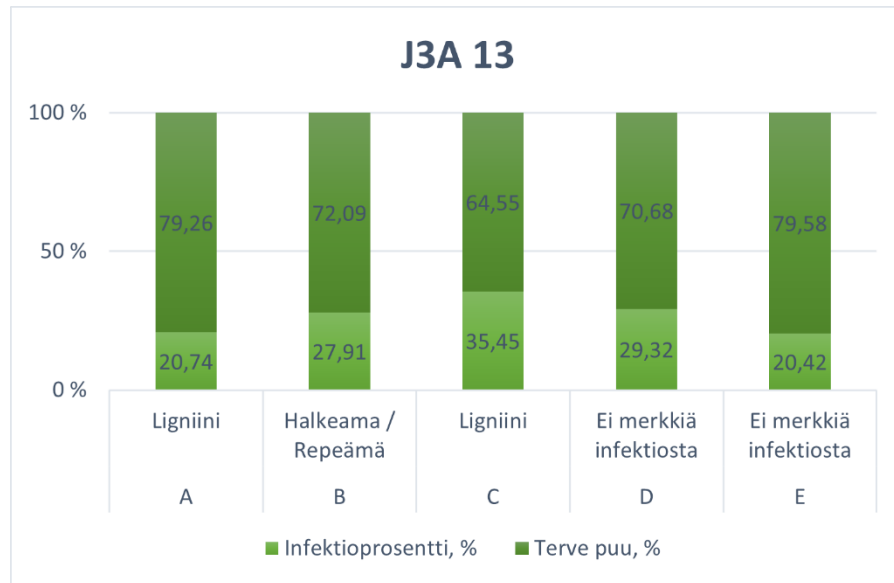
Puun J3A 09 pölkystä suurin infektioprosentti on pölkössä C, 18,89 prosenttia. Pölkössä C ei ollut ulkoista merkkiä infektiosta. Kuviossa 10 on esillä puun J3A 09 tiedot pylväsdiagrammin muodossa.



Kuvio 10. Puun J3A 09 pölkyt ja infektioprosentit

Puussa J3A 13 pölkkyjä oli yhteensä viisi kappaletta ja kiekkoja oli yhteensä 52. Pölkyssä A ulkoisena infektion merkinä oli ligniinivuoto ja infektioprosentti oli 20,74 prosenttia. B-pölkyssä ulkoinen infektiostaite oli halkeama/repeämä ja infektioprosentti oli 27,91 prosenttia. Pölkyssä C oli nähtävillä ligniininestevaluoma, ja sen infektioprosentti oli 35,45 prosenttia. D-pölkyssä ei ollut ulkoista merkkiä infektiosta ja sen infektioprosentti oli 29,32 prosenttia. Myös pölkky E oli ulkoisesti vailla merkkiä infektiosta, ja sen infektioprosentti oli 20,42 prosenttia.

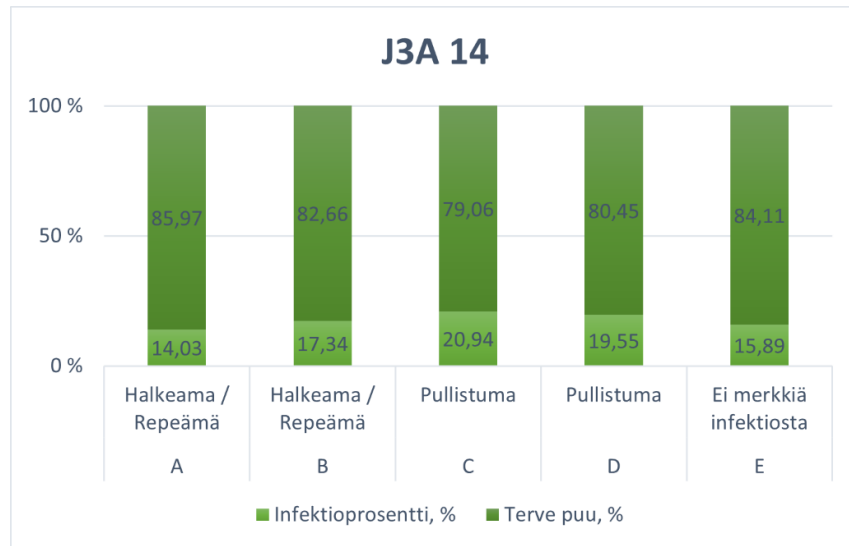
Puun J3A 13 suurin infektioprosentti löytyy pölkystä C, 35,45 prosenttia. Ulkoinen infektiostaite tällä pölkyllä oli ligniinivuoto. Kuviossa 11 on esillä puun J3A 13 tiedot pylväsdiagrammin muodossa.



Kuvio 11. Puun J3A 13 pölkyt ja infektioprosentit

Puussa J3A 14 oli kokonaisuudessaan viisi pölkkyä ja 53 kiekkoa. A-pölkyn ulkoinen infektioste oli halkeama/repeämä ja infektion prosenttiosuus 14,03 prosenttia. Pölkyssä B ulkoinen infektioste oli myös halkeama/repeämä ja sen infektion prosenttiosuus oli 17,34 prosenttia. Pölkyn C ulkoinen infektioste oli pullistuma ja infektioprosentti 20,04 prosenttia. D-pölkyssä ulkoinen infektioste oli myös pullistuma ja infektioprosentti 19,55 prosenttia. Pölkyssä E ei ollut näkyvää ulkoista merkkiä infektiosta, ja sen infektioprosentti oli 15,89 prosenttia.

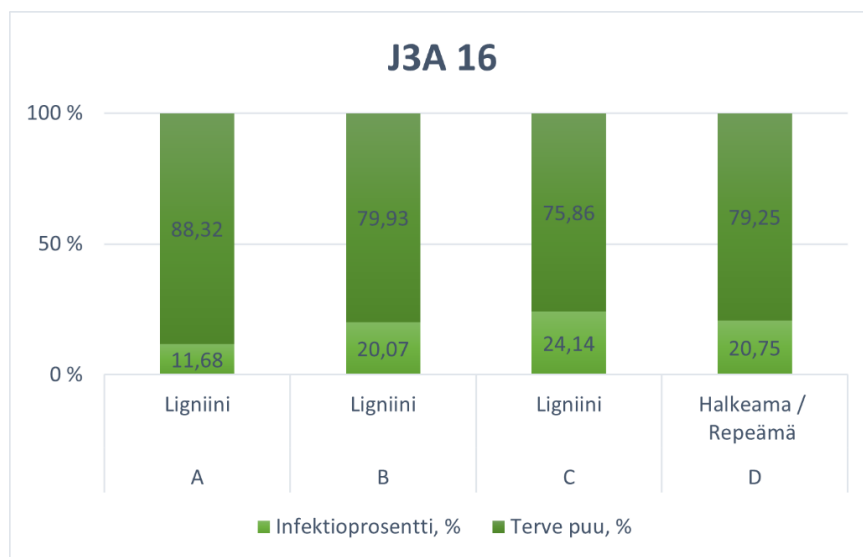
Puun suurin infekti-osuus oli pölkyssä C, 20,94 prosenttia. Kyseisen pölkyn ulkoinen infektioste oli pullistuma. Kuviossa 12 on esillä puun J3A 14 tiedot pylväsdiagrammin muodossa.



Kuvio 12. Puun J3A 14 pölkyt ja infektioprosentit

Puussa J3A 16 pölkkyjä oli neljä ja kiekkoja 41. Pölkkyssä A ulkoinen infektioste oli ligniini ja infektioprosentti 11,68 prosenttia. Pölkkyssä B ulkoinen aste oli myös ligniini ja infektioprosenttiosuus oli 20,07 prosenttia. C-pölkkyssä ulkoinen aste oli niin ikään ligniini, ja infektioprosentti 24,14 prosenttia. D-pölkkyssä ulkoinen infektioste oli halkeama/repeämä ja infektioprosentti 20,75 prosenttia.

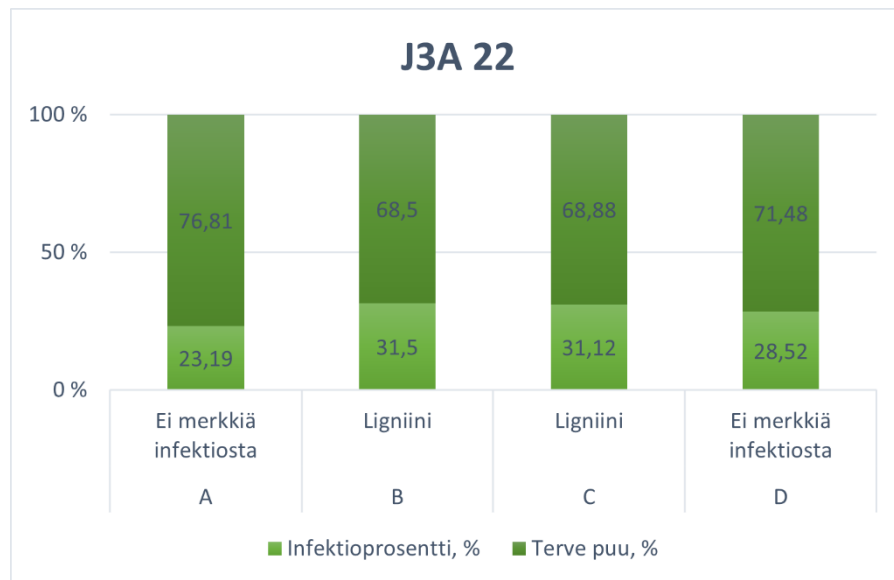
Puun suurin infektiio-osuus oli pölkkyssä C, 24,14 prosenttia. Ulkoisesti pölkkyssä C oli nähtävillä ligniinivuotoa. Kuviossa 13 esillä ovat puun J3A 16 tiedot pylväsdiagrammin muodossa.



Kuvio 13. Puun J3A 16 pölkyt ja infektioprosentit

Puussa J3A 22 pölkkyjä oli yhteensä neljä ja kiekkoja 55. Pölkkyssä A ei ollut ulkoista merkkiä infektiosta ja sen infektioprosentti oli 23,19 prosenttia. B-pölkkyssä oli ligniinivuotoa, ja sen infektioprosentti oli 31,50 prosenttia. Pölkkyssä C oli myös ligniinivuotoa, ja sen infektioprosentti oli 31,12 prosenttia. D-pölkkyssä ei ollut ulkoista merkkiä infektiosta ja sen infektioprosentti oli 28,52 prosenttia.

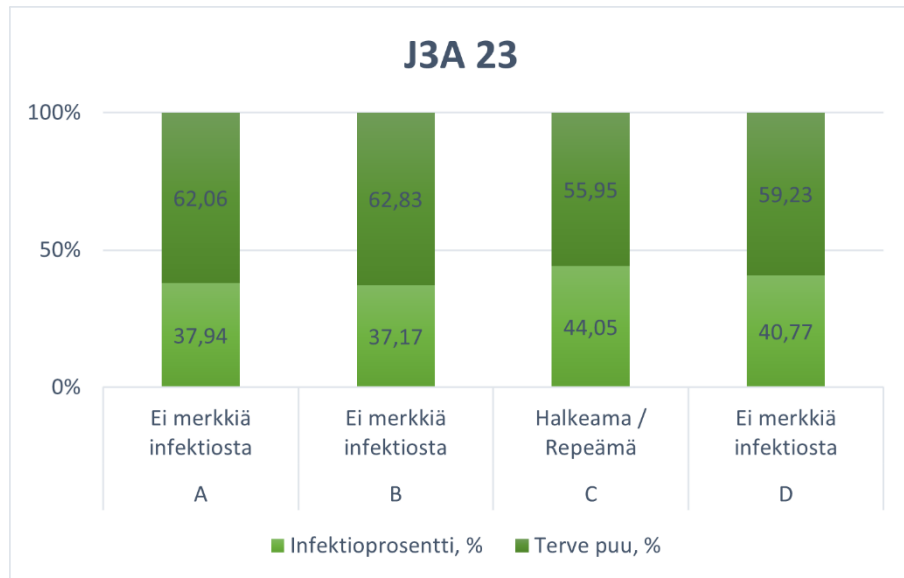
Puun suurin infektio-osuus oli pölkkyssä B, 31,50 prosenttia. Ulkoisesti nähtävillä oli ligniinivuoto. Kuviossa 14 esillä on puun J3A 22 tiedot pylväsdiagrammin muodossa.



Kuvio 14. Puun J3A 22 pölkyt ja infektioprosentit

Puussa J3A 23 oli yhteensä neljä pölkkyä ja 56 kiekkoa. A-pölkkyssä ei ollut ulkoisia merkkejä infektiosta, ja sen infektioprosentti oli 37,94 prosenttia. B-pölkkyssä ulkoista merkkiä infektiosta ei ollut myöskään, ja sen infektioprosentti oli 37,17 prosenttia. Pölkkyssä C ulkoisena merkinä oli halkeama/repeämä ja infektioprosentti oli 44,05 prosenttia. D-pölkkyssä ei ollut ulkoista merkkiä infektiosta ja sen infektioprosentti oli 40,77 prosenttia.

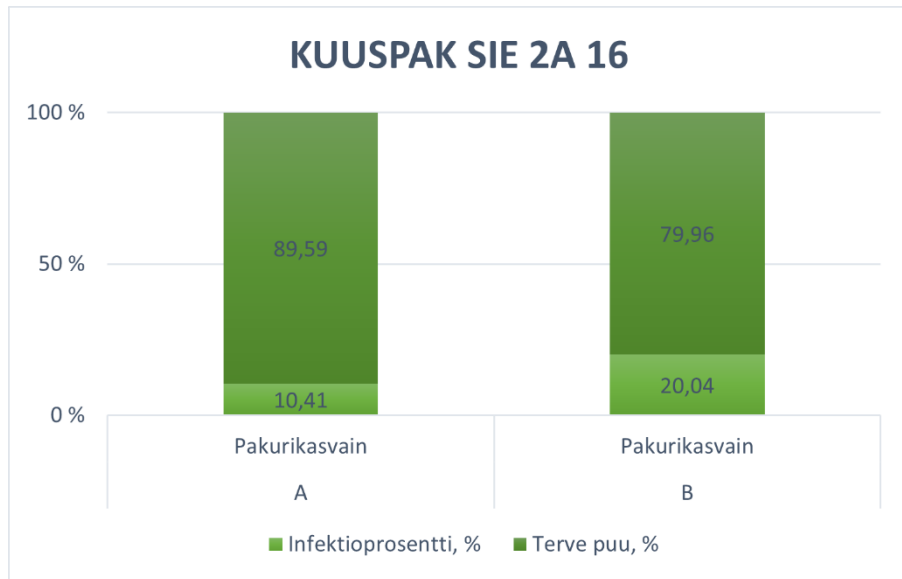
Tämän puun suurin infektio-osuus oli pölkyssä C, 44,05 prosenttia. Ulkoisena infektioasteena pölkyssä oli halkeama/repeämä. Kuviossa 15 esillä on puun J3A 23 tiedot pylväsdiagrammin muodossa.



Kuvio 15. Puun J3A 23 pölkyt ja infektioprosentit

Puussa KUUSPAK SIE 16 A2 pölkkyjä oli vain kaksi ja kiekkoja 34. Puun molemmissa pölkkyissä ulkoisena infektioasteena oli pakurikasvain. A-pölkyn infektioprosentti oli 10,41 prosenttia ja B pölkyn 20,04 prosenttia.

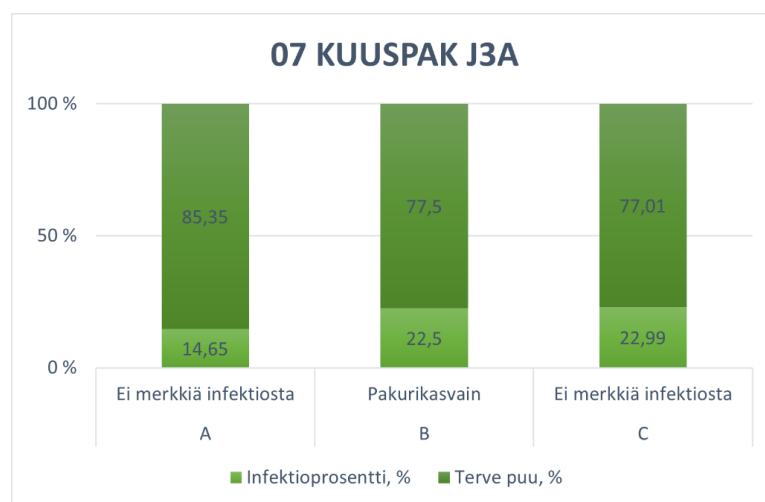
Suurin infektioaste tässä puussa oli pölkyssä B, 20,04 prosenttia. Pölkystä löytyi näkyvä pakurikasvain. Kuviossa 16 esillä on puun KUUSPAK SIE 2A 16 tiedot pylväsdiagrammin muodossa.



Kuvio 16. Puun KUUSPAK SIE 2A 16 pölkkyt ja infektioprosentit

Puussa 07 KUUSPAK J3A pölkkyjä oli yhteensä kolme ja kiekkoja 43. Pölkkyssä A ei ollut ulkoisia merkkejä infektiosta, ja sen infektioprosentti oli 14,65 prosenttia. Pölkkyssä B oli pakurikasvain, ja sen infektioprosentti oli 22,50 prosenttia. C-pölkkyssä ei ollut merkkiä infektiosta, ja sen infektioprosentti oli 22,99 prosenttia.

Puun suurin infektio-osuus oli pölkkyssä C, 22,99 prosenttia. Tässä pölkkyssä ei ollut ulkoista merkkiä infektiosta. Kuviossa 17 on esillä puun 07 KUUSPAK J3A tiedot pylväsdiagrammin muodossa.



Kuvio 17. Puun 07 KUUSPAK J3A pölkkyt ja infektioprosentit

5.2 Infektioastekohtainen läpikäynti

Puukohtaisen läpikäynnin lisäksi halusin käydä aineiston läpi vielä ulkoisten infektioasteiden kautta. Aineiston läpikäyminen infektioasteiden kautta antaa paremmin kuvaa siitä, millaisia prosenttiosuuksia infektio on vallannut eri ulkoisten infektioasteiden ryhmissä ja millaisia eroja ryhmien välillä on.

Pölkkyjä ilman ulkoista merkkiä infektiosta oli aineistossa yhteensä 13 kappaletta, ja niiden keskiarvoinen infektioprosentti oli 25,62 prosenttia. Kiekkojen kokonaismäärä tässä kategoriassa oli 167.

Ligniinivuotoa oli yhteensä seitsemässä pölkkyssä, ja näiden pölkkyjen keskiarvoinen infektioprosentti oli 25,72 prosenttia. Kiekkoja näissä pölkkyissä oli yhteensä 78.

Halkeamia tai repeämiä sisältäneitä pölkkyjä oli myös seitsemän, ja niiden keskiarvoinen infektioprosentti oli 20,55 prosenttia. Kiekkoja oli yhteensä 89.

Pullistumia oli kaikkiaan kolmessa pölkkyssä, kiekkoja oli 30. Näiden pölkkyjen keskiarvoinen infektioprosentti oli 18,55 prosenttia.

Pakurikasvain oli myös kolmessa pölkkyssä, ja näistä pölkkyistä kiekkoja oli 47. Keskiarvoinen infektioprosentti oli 16,87 prosenttia.

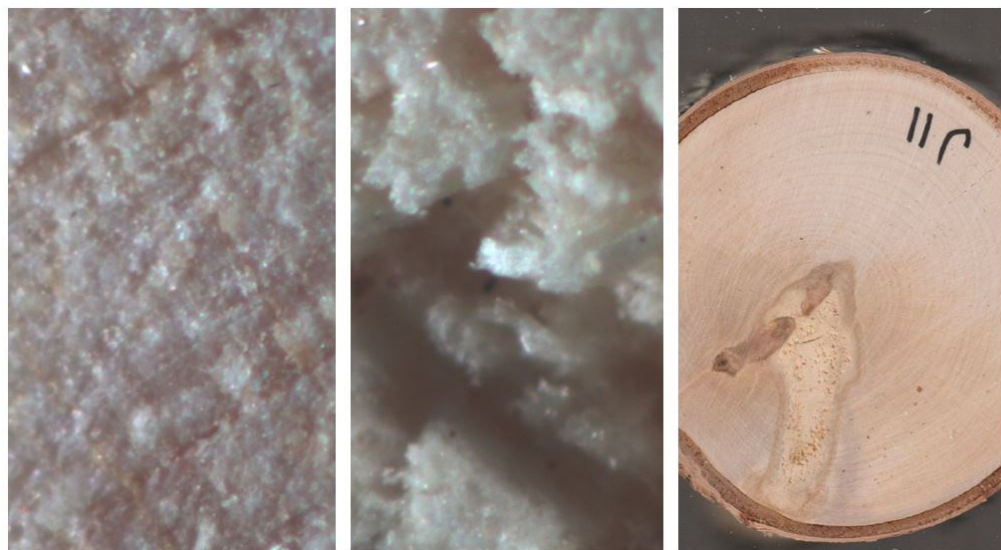
5.3 Varianssianalyysi

Yksisuuntaisen varianssianalyysin tulokset olivat hyvin samansuuntaisia muiden saatujen tulosten kanssa. ANOVA-testillä laskettu p-arvo oli 0,00000000009453 eli hyvin pieni. Koska laskettu p-arvo jäi reilusti alle rajarvoksi valitun 0,05 eli viiden prosentin rajan, oli tulos selkeä. Puun sisäiset infektioprosentit ovat tilastollisesti merkitsevästi erisuuruisia erilaisten ulkoisten infektiomerkkien välillä.

Yksisuuntainen varianssianalyysi ei kerro, minkä eri ryhmien välillä tilastollisesti merkitsevää eroa on, mutta johtopäätöksiä voi tehdä silmäilemällä saatuja lukemia. Ryhmien ei merkkiä infektiosta ja pullistuma/pakurikasvain välinen prosenttiero on kaikista suurin, eli voidaan sanoa, että ainakin näiden kahden ryhmän välillä tilastollisesti merkitsevä ero löytyy. ANOVA-laskelma on liitteenä (Liite 3).

5.4 Mikroskooppikuvauksen tulokset

Käytössä olleilla kuvausvälineillä infektoituneen puun ja terveen puun rajapinnassa ei juuri ollut mitään erikoista nähtävillä. Terveen puun ja infektoituneen puun erot näkyvät kuitenkin kuvissa hyvin. Kaikkien muiden luokkien kiekot lukuun ottamatta kiekkoa, jossa kasvoi pakurikasvain, näyttivät pääasiallisesti keskenään samanlaisilta mikroskoopilla tutkittaessa. Pakuria tuottaneen kiekon infektoitunut alue oli jo silmämääräisesti erinäköinen verrattuna muihin kiekkoihin. Muissa kiekkoissa infektoitunut alue on tummempi väriltään, mutta puun koostumuksessa ei ole silmin nähtäviä eroja. Pakuria tuottaneen kiekon infektoitunut alue oli silmämääräisesti keskeltä vaalea ja reikäinen, mutta ei kuitenkaan pehmeä. Kuviossa 18 vasemmalla on mikroskooppikuva terveestä puusta, keskellä mikroskooppikuva infektoituneesta osiosta ja oikealla kuva kiekosta kokonaisuudessaan.



Kuvio 18. Kiekon J11 skannauskuva ja lähikuvat terveestä puusta ja infektoituneesta alueesta

Vaikka infektoituneen ja terveen puun rajapinnasta ei saatukaan mitään erikoista näkyville, saatiin kuitenkin joihinkin kiekkoihin näkyville tumma viiva infektiopinnan ja terveen puun välille. Toisissa kuvissa taas viiva oli vaalea ja osassa sitä ei ollut lainkaan. Viivan syytä voidaan tässä vaiheessa vain arvailla, niin kuin myös syytä erivärisille pinnoille yhtymäkohtien rajalla. Kuviossa 19 on kiekon J11 rajapinnalla vaalea viiva ja kiekon F5 rajapinnalla tumma viiva.



Kuvio 19. Erilaisia rajapintoja terveen ja infektoituneen puun välillä

Aineiston laajemmalla tutkimisella mikroskooppikuvauksen avulla olisi voitu saada enemmän tietoa siitä, mikä erivärisiin viivoihin vaikuttaa. Tässä opinnäytetyössä mikroskooppikuvaukset olivat kuitenkin vain lisänä muuhun työhön, eikä tarkemmalle tutkimukselle ollut tässä työssä aikaa.

5.5 Johtopäätökset

Ulospäin tyhjissä pölkyissä infektioprosentti oli koko aineiston suurin. Pienin se taas oli pölkyissä, joissa oli jo ulkoisesti pakurikasvain näkyvillä. Tulokseen vaikuttaa varmasti aineiston suuresti eriävä määrä eri infektiosteiden välillä. Voidaan siis todeta ainakin se, ettei ulkoinen infektioste ole kovinkaan hyvä indikaattori puun sisässä etenevän infektion seuraamiselle. Koko aineistossa ei myöskään ollut mukana yhtään kiekkoa, jossa ei olisi ollut selvää infektoitunutta

aluetta nähtävillä läpileikkauksessa, vaikka ulkoinen infektiostaaste oli useissa pölkkyissä ei merkkiä infektiosta.

Varianssianalyysi tehtiin, jotta eri ryhmien välisiä eroja voitaisiin tarkkailla ryhmien vaihtelevista otoskoista riippumatta. Varianssianalyysin tulokset osoittivat selvästi sen, että joidenkin ulkoisten infektiostaasteiden kohdalla infektioprosentti oli erisuuruinen kuin muissa ryhmissä. Tarkempaa tietoa siitä, minkä ryhmien välillä tilastollisesti merkitsevä ero oli, ei yksisuuntaisella varianssianalyysillä saada selville. Tarkastelemalla varianssianalyysin tuloksia voidaan kuitenkin sanoa, että ainakin ryhmän, jossa infektioprosentti on pienin, ja ryhmän, jonka infektioprosentti on suurin, välillä on tilastollisesti merkitsevä ero.

Aineiston puista jokaisessa oli vähintään yksi pölkky, jonka infektiostaaste oli jokin muu kuin ”ei merkkiä infektiosta”. Tämä saattaa vaikuttaa tulokseen myös, sillä jokaisessa puussa jossakin kohdassa infektiostaaste oli ulkoisestikin katsottuna lähtenyt käyntiin. Vertailun vuoksi olisi ollut hyvä ottaa mukaan myös kokonainen puu, jossa ei kokonaisuudessaan olisi ollut ulkoisia merkkejä ympäryksen onnistumisesta. Tällaisia puita ei koealoilla juurikaan ollut, sillä ympärykset olivat onnistuneet todella hyvin. Tällaisen puun tietojen lisäämisellä aineistoon olisi saatu hieman kuvaa siitä, vaikuttavatko samassa puussa jo pidemmälle ehtineet ympärykset saman puun muihin osiin.

Koko aineiston toiseksi pienin infektioprosentti löytyy yhdestä kolmesta pölkystä, joissa oli näkyvä pakurikasvain. Puun KUUSPAK SIE 2A 16 pölkyn A infektioprosentti on vain 10,41 prosenttia ja silti puu oli jo saanut pienen pakurikasvaimen alun tuotettua. Koko aineiston pienin infektioprosentti oli puun J3A 09 pölkkyssä A, 10,23 prosenttia. Tässäkään pölkkyssä ulkoinen infektiostaaste ei ole tyhjä, vaan halkeama/repeämä. Koko aineiston suurin yksittäinen infektioprosentti taas löytyi puun J3A 23 pölkystä C. Tämän pölkyn infektioprosentti oli 44,05 prosenttia ja ulkoisesti näkyvä infektiostaaste halkeama/repeämä. Toiseksi suurin infektioprosentti löytyi viereisestä pölkystä eli puun J3A 23 pölkystä D. Tämän pölkyn infektioprosentti oli 40,77 prosenttia eikä siinä ollut ulkoista merkkiä infektiosta.

Infektion suuruus puun sisässä vaihtelee siis paljon aineiston sisällä ja eri ulkoisten infektiosteiden kohdalla. Infektioprosenttien keskiarvoista voidaan nähdä, miten puun sisäisen infektioprosentin sekä ulkoisen infektiosteiden korrelaatio kulkee niin, että pienimmät infektioprosentit löytyvät pölkyistä, joissa pakuri jo kasvaa ulospäin ja suurimmat infektioprosentit löytyvät pölkyistä, joissa ei ole ulkoista merkkiä infektiosta. Aineisto tässä työssä on kuitenkin itsessään pieni, vain yhdeksän kokonaista puuta. Jotta tässä tutkimuksessa nähty korrelaatio infektioprosentin ja ulkoisen infektiosteiden välillä voitaisiin varmistaa, täytyisi aineistoa laajentaa tai tehdä kokonaan uusi tutkimus laajemmalla aineistolla.

6 POHDINTA

Tutkimuksen tulos oli todella mielenkiintoinen ja jopa yllättävä. Oletin, että ulkoisesti näkyvällä infektiosteella ja pölkyn varsinaisella infektioprosentilla olisi ollut jonkinlaista yhteyttä toisiinsa. Saatujen tulosten perusteella näin ei kuitenkaan ole tai ainakaan ulkoisen asteen perusteella ei voida päätellä, kuinka pitkällä puun sisäinen infektoituminen on.

Pakurikäävän kasvatuksen tulevaisuuden näkymät ovat mielestäni hyvät, mutta eivät ongelmattomat. Vieläkään ei ole selvillä realistisia lukuja siitä, millaisia tuottoja metsänomistaja voi pakurin kasvatuksesta saada. Kysyntää raaka-aineelle silti selvästi on nyt ja toivottavasti myös tulevaisuudessa. Todellisuudessa pakurikäävän ympäyksen kannattavuus selviää vasta tulevien vuosien aikana, kun ensimmäiset ympätyt pakurikäöpäsadot päästään keräämään. Ennen ensimmäisten ympättyjen isäntäpuiden satojen keruuta on mielestäni hankala esittää arvioita siitä, millaisiin rahallisiin tuloksiin viljelyllä voidaan päästä.

Tämän tutkimuksen kautta tieto pakurikäävän infektoitumisprosessista ja puun sisällä tapahtuvista vaiheista valottui taas vähän lisää. Sienen toimintamekanismin ymmärtäminen on tärkeää, sillä se voi auttaa saavuttamaan parempia viljelymääriä ympäysmenetelmällä.

Opinnäytetyöni tavoitteiden toteutumisessa onnistuin mielestäni hyvin. Tutkimusprosessi itsessään oli pitkä ja osittain työtä hankaloittivat tekniset ongelmat ja oma osaamattomuuteni teknisten sovellusten kanssa. Sopivan ohjelmiston ja menetelmän löytäminen pinta-alojen laskemiseksi oli hieman ongelmallista. Lopulta tähänkin kuitenkin löytyi keino, jonka avulla laskelmat saatiin tehtyä ja tulokset kirjattua ylös.

Suurin haaste tutkimuksen tekemisessä oli työn kesto. Maastotyöt aloitettiin syksyllä 2021, ja vuotta myöhemmin olen saamassa työn raportoinnin loppuun. Kaksi eniten aikaa vienyttä vaihetta olivat maastotyöt, jotka veivät yhteensä noin neljä kuukautta sekä puukiekkujen skannaaminen ja pinta-alojen laskeminen. Yhden kiekon skannaamiseen ja pinta-alojen laskemiseen Adobe Acrobat -

ohjelmiston mittaustyökälulla minulla meni yhteensä noin seitsemän minuuttia. Kun kiekkoja oli yhteensä 411, meni aikaa tähän vaiheeseen yhteensä noin 48 työtuntia. Laskemalla kaikki kiekkojen tiedot itse pystyin kuitenkin varmistumaan siitä, ettei laskutavoissa tai tarkkuuksissa tullut muutoksia ja näin tulosten laatu pysyi tasaisena eikä laskijasta riippuvaisia muutoksia tullut mukaan aineistoon.

Tätä opinnäytetyötä tehdessäni mieleeni tuli myös useita lisätutkimuksen aiheita liittyen pakurikäävän ympppäykseen ja kasvatukseen. Olisi hyvin mielenkiintoista ottaa esimerkiksi taas kahden vuoden kuluttua uusia puita samoilta koealoilta ja katsoa, onko muutosta ulkoisten infektiosteiden ja puun sisäisen tilan vertailussa tapahtunut. Erityisesti olisi mielenkiintoista nähdä, onko infektion prosenttiosuus yhä pienin niissä puissa, joissa on jo näkyvä pakurikasvain, vai onko tilanne muuttunut. Myös eri pakurikäpäkantojen tapoja infektoida isäntäpuu olisi mielenkiintoista tutkia lisää.

Erimallisten ymppien kokeilu olisi mielestäni aihe, jota kannattaisi myös tutkia. Nykyisin käytössä oleva ymppitappi on noin kuusi senttimetriä pitkä ja se upoteetaan kokonaan puun sisään. Pakurin luontainen infektointitapa eroaa ympppäystavasta paljon. Luontaisesti pakuri iskee oksan arpiin ja pakkashalkeamiin, jotka ovat muodoltaan usein pitkänmallisia ja matalia, siis täysin erilaisia ympppäyksessä tehtävään vioitukseen. Nykyisin käytössä olevat tuottoarviot pakurikäävän mahdollisista satomääristä perustuvat villinä kasvavien pakurien painoihin, tämä on mielestäni hieman ongelmallista luonnollisen ja tahallisen infektointitavan ollessa niin erilaiset.

Alun perin tähän opinnäytetyöhön piti sisältyä myös 3D-mallinnus isäntäpuusta ja pakurikäpäinfektion leviämisestä puun sisällä. Mallinnus oli tarkoitus tilata ulkopuoliselta tekijältä, mutta käyttää aineistona laskemieni lukuja ja tietoja. Sopivaa toteuttajaa ja aikaa ei kuitenkaan ikävä kyllä mallinnuksen tekoon tällä kertaa löytynyt. Keräämieni ja laskemieni tietojen pohjalta 3D-mallinnuksen tekeminen olisi osaavalle tekijälle varmasti kohtuullisen helppo tehtävä. Mallinnuksen avulla pakurikäävän kasvua puun sisällä olisi helppo havainnollistaa. Mallinnuksen toteuttaminen olisikin hyvä lisä johonkin tulevaisuuden pakurikäpähankkeeseen tai opinnäytetyöhön.

Pakurikäävän ympäätäminen on aiheena erittäin mielenkiintoinen ja uutta tutkimusta aiheen parista tehdään luultavasti paljon tulevien vuosien aikana. Tieto ympätyn pakurikäävän osalta lisääntynee paljon sen jälkeen, kun ensimmäiset viljellyt pakurisadot saadaan kasvatettua keruukään. Kasvatusmenetelmien yhä kehittyessä ja parantuessa sekä metsänomistajien kiinnostuksen kohotessa pakuria kohtaan voi pakurikääpä todella olla tulevaisuuden suuri vientituote ja lisätulo suomalaiselle metsänomistajalle.

LÄHTEET

Aari 2021. Parempaa tuottoa koivusta – pakurikäävän viljely. Viitattu 30.10.2022 <https://aarimetsa.fi/artikkelit/parempaa-tuottoa-koivusta-pakurikaavan-viljely/>.

Agroforestry in Barents Region 2022. Mitä on agrometsätalous? Viitattu 30.10.2022 <https://agroforestryproject.eu/fi/agroforestry-in-barents-region/>.

Antikainen, O. 2020. Kuinka Excel ohjelmalla tehdään yksisuuntainen varianssianalyysi sekä mahdollinen jatkotesti. Viitattu 30.10.2022 <https://www.youtube.com/watch?v=XWvHgY6yzqw&t=563s>.

Arktiset aromit 2022. Pakurikäöpä. Viitattu 25.10.2022 <https://www.arktisetaromit.fi/fi/erikoisluonnontuotteet/pakurikaapa/>.

Flygare, S. 2020. Pakurin kysyntä kasvussa Aasiassa, Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa. Viitattu 25.10.2022 <https://www.maaseutu.fi/maaseutuverkosto/viestinta2/terveiset-maalta-ja-maailmalta/pakurin-kysynta-kasvussa-aasiassa-euroopassa-ja-pohjois-amerikassa>.

Halmetoja, J. 2012. Pakurikäöpä. Tampere: Kirjapaino Ropposet Oy.

Helenius, A. 2020. Pakuri kasvata ja tienaa. Latvia: Livonia Print.

Judén, T. 2022. Luomusertifiointi ei estä metsänhoitoa. Viitattu 12.11.2022 <https://www.maaseutukuriiri.fi/hanketarinat/334-2/>.

Kolarctic 2022. Agroforestry in Barents region (KO1157 AgroFore). Viitattu 30.10.2022 <https://kolarctic.info/our-projects/>.

KvantiMOTV 2002. Varianssianalyysi. Viitattu 26.10.2022 <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/variassi/anova.html>.

Luke 2022. Pakuri ja metsien erikoissienet – nimisuojan turvin vientiin. Viitattu 28.10.2022 <https://www.luke.fi/fi/projektit/protect>.

Makery 2021. Pakurikäöpää raaka-aineena hyödyntävien tuotteiden markkina-kartoitus. Viitattu 1.11.2022 https://bin.yhdistysavain.fi/1605988/NNY6Zadm7PKCn0EAKHmv0WgFM_/Pakurik%C3%A4%C3%A4p%C3%A4tuotteiden%20markkina-analyysi%20huhtikuu%202021.pdf.

Metsäkeskus 2022. Miksi metsä kannattaa liittää luomukeruualueeseen? Viitattu 30.11.2022. <https://www.metsakeskus.fi/fi/metsan-kaytto-ja-omistus/oikeudet-ja-velvollisuudet/metsien-sertifiointi-luomukeruualueiksi>.

Miina, J., Peltola, R., Veteli, P., Linnakoski, R., Cortina Escribano, M., Haveri-Heikkilä, J., Mattila, P., Marnila, P., Pihlava, J., Hellström, J., Sarjala, T., Kurttilla, M., Vanhanen, H. 2021. Inoculation success of *inonotus obliquus* in living birch (*Betula* spp.). *Forest ecology and management*. 492. Viitattu 25.10.2022 <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0378112721003327?token=9F54377>

382C07EE795146004A6F215B66508C167D1D242DEBBD3C9B1D4771D41E36303456BF5D44E5455235B0A9316BA&originRegion=eu-west-1&originCreation=20221025133800.

Nordic Fungi 2022. Pakuri lisää metsästäsi saatavia tuloja. Viitattu 25.10.2022 <http://nordicfungi.fi/pakurin-tuotto-odotus/>.

Piispanen, H. 2017. Paljon puhetta pakurista. Viitattu 1.11.2022 <https://www.lapinamk.fi/loader.aspx?id=dfe98776-b33f-48f6-803b-196953319878>.

Pro Pakuri Finland ry 2021a. Pakuri ja metsien erikoissienet Loppuseminaari, ke 10.11.2021. Viitattu 29.10.2022 <https://www.propakuri.fi/ajankohtaista/pakuri-ja-metsien-erikoissienet-lop/>.

Pro Pakuri Finland ry 2021b. Ympääminen master Short 2021. Viitattu 30.10.2022 https://www.youtube.com/watch?v=L_9mQveKKmc.

Ranta, A. 2021. Tarjouspyyntö. Sähköposti anniina.hietanendu.lapinamk.fi 31.11.2021. Tulostettu 25.10.2022.

Ranta, A. 2022. Kysymyksiä pakuripuihin liittyen. Sähköposti anniina.hietanen@edu.lapinamk.fi 11.10.2022. Tulostettu 25.10.2022.

Ruokavirasto 2020. Kahvissa uuselintarvikkeeksi luokiteltavaa pakuriuutetta. Viitattu 30.10.2022 <https://www.ruokavirasto.fi/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/takaisinvedot1/kahvissa-uuselintarvikkeeksi-luokiteltavaa-pakuriuutetta/>.

Ruokavirasto 2022. Uuselintarvikkeet ja uudet prosessit. Viitattu 25.10.2022 <https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/ainesosat-ja-sisalto/uuselintarvikkeet-ja-uudet-prosessit/>.

Savela, S. 2018. Metsissä voisi muhia miljoonien omaisuus – metsänomistajat lämpiävät hitaasti pakurin kasvatukselle. Viitattu 30.10.2022 <https://yle.fi/uutiset/3-10494798>

Silmu 2018. Arvosieniviljely. Viitattu 1.11.2022 <https://metsatietosilmu.fi/arvosieniviljely/>.

Statology 2021. How to Perform an ANOVA with Unequal Sample Sizes. Viitattu 30.10.2022 <https://www.statology.org/anova-unequal-sample-size/>.

Suomalaisen Kirjallisuuden Seura 2022. Seitsemän veljestä. Kirjoittanut Aleksis Kivi. Viitattu 29.10.2022 <https://7veljesta.finlit.fi/seitsem%C3%A4n-veljest%C3%A4-kirjoittanut-aleksis-kivi/10>.

Suomen lajitietokeskus 2022. Pakurikäpää – *Inonotus Obliquus*. Viitattu 12.11.2022 <https://laji.fi/taxon/MX.206058>.

Suomen luontoyrittäjyysverkosto ry 2022. Pakuri ja metsien erikoissienet – nimisuojan turvin vientiin. Viitattu 28.10.2022 <https://www.aitoluonto.fi/tutkimus-ja->

kehittaminen/hankerekisteri/hankerekisteri/pakuri-ja-metsien-erikoissienet---nimisuoja-turvin-vientiin/.

Suomen pakuri Oy 2022. Viljely. Viitattu 31.10.2022
<https://www.suomenpakuri.fi/viljely>.

Timonen, E. 2020. Pakurin puoliviljely. Oulun ammattikorkeakoulu. Maaseutu-
tuelinkeinojen tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 31.10.2022.
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/347290/Pakurin%20puoliviljely.pdf;jsessionid=0C6396706675CD627EB1E0FC597ED3B4?sequence=2>.

Timonen, S. & Valkonen, J. 2013. Sienten biologia. Tallinna: Raamatutrükikoja
OU.

Vanhanen, H 2022. RahaRäaseikkö – Pakurikäävän luonnonkierto ja tuottami-
nen. Viitattu 30.10.2022 [https://docplayer.fi/22584201-Raharaaseikko-
pakurikaavan-tuottaminen-henri-vanhanen.html](https://docplayer.fi/22584201-Raharaaseikko-pakurikaavan-tuottaminen-henri-vanhanen.html).

LIITTEET

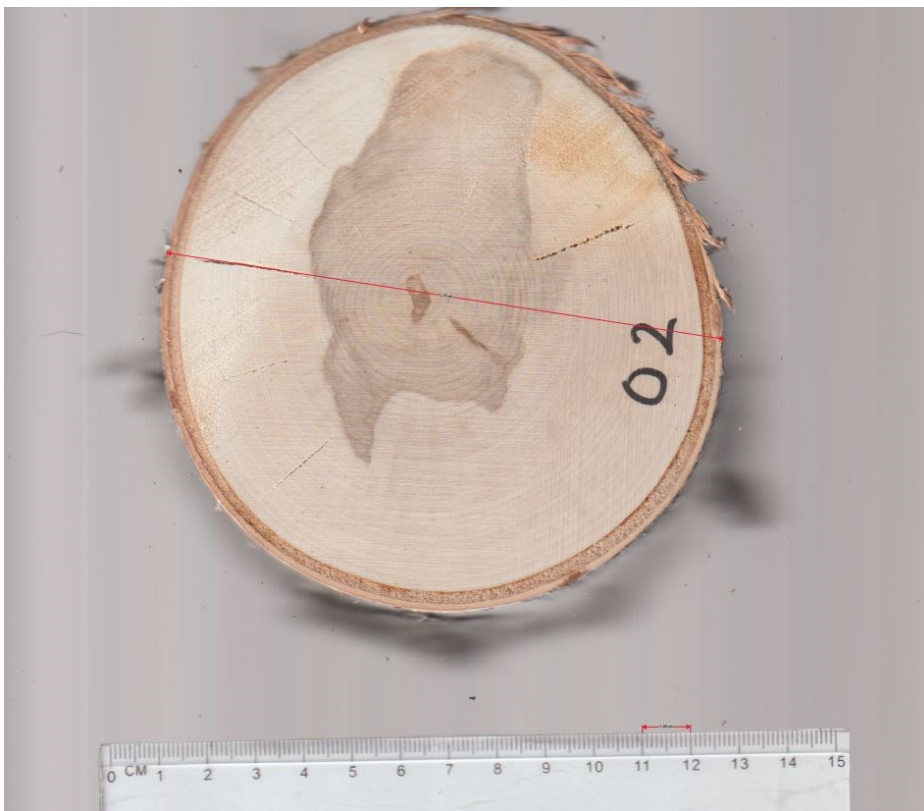
- Liite 1. Pinta-alan mittausohje
- Liite 2. Aineiston mittaukset Excel-tiedosto
- Liite 3. Yksisuuntaisen varianssianalyysin aineisto ja tulokset

Liite 1 1(3)

Pinta-alan mittaaminen Adobe Acrobat Reader ohjelman mittaustyökalun avulla

1. Kiekko skannataan yläpuolelta alaspäin viivoittimen kanssa. (mittakaavan varmistukseen). Tallennusmuodoksi valitaan PDF.
2. PDF-tiedosto avataan Adobe Acrobat -ohjelmassa ja työkaluksi valitaan mittaustyökalu.
3. Acrobat skaalaa skannauksen niin, että oikea mittasuhte on $4,15 \text{ cm} = 1 \text{ cm}$.
4. Mittaustyökalun avulla rajataan kiekosta infektoitunut alue sekä koko kiekon alue.
5. Ohjelma antaa skaalauksella $4,15 \text{ cm} = 1 \text{ cm}$ oikean tuloksen.
6. Mittausten jälkeen PDF-tiedostot tallennetaan ja mittaustulokset vietään erilliseen excel-taulukkoon.

Oikea skaalausuhde varmistettiin skannauksessa olevan viivoittimen sekä kiekon ja skannatun kuvan mittoilla ja vertailuilla keskenään.



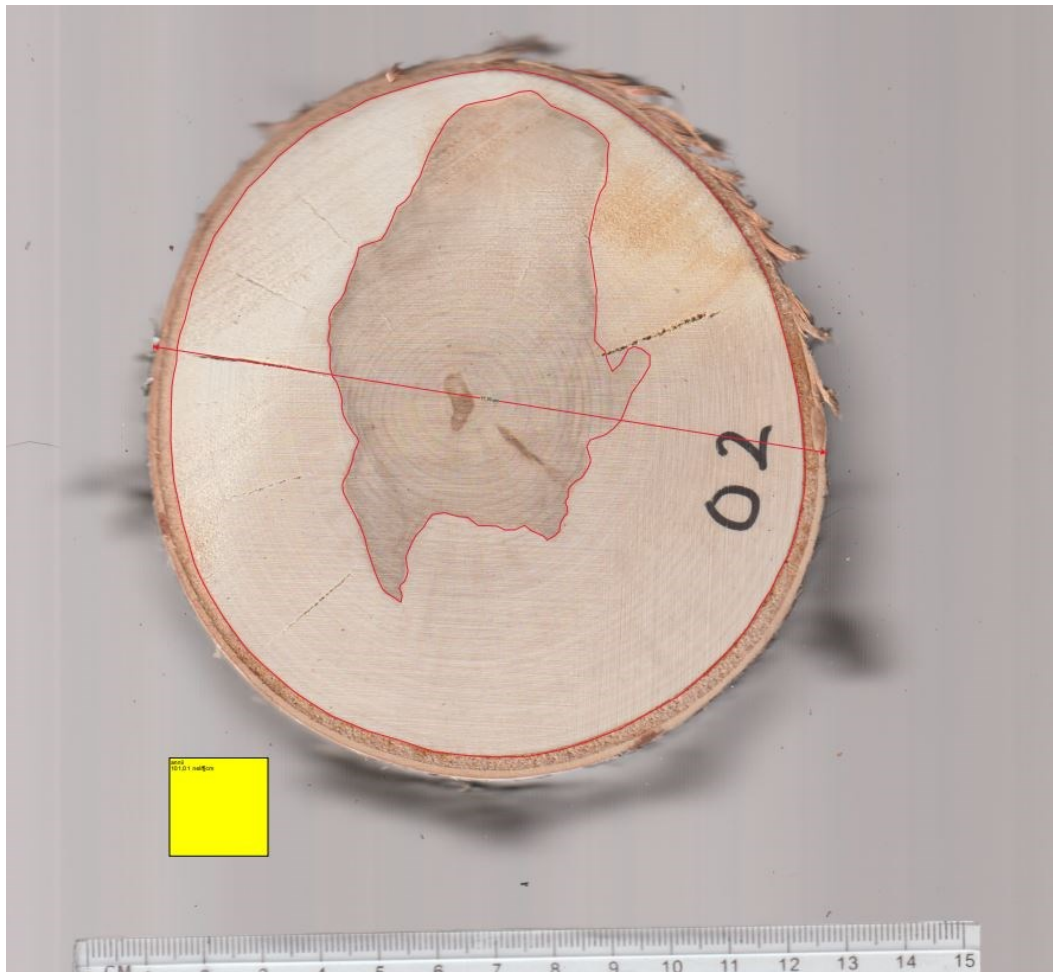
Kuvassa halkaisijan mitta 11,7 cm.

Liite 1 2 (3)



Kuvassa sama kiekko mitattuna samasta kohdasta. Halkaisija 11,7 cm.

Liite 1 3 (3)



Adobe Acrobat mittatyökalulla mitattuna

Koko kiekon pinta-ala (puunkuoren alta mitattuna) 101,01 cm²

Infektoituneen alueen pinta-ala 29,60 cm²

Infektoitunut pinta-ala siis $(29,60/101,01 \times 100)$ 29,30 % pinta-alasta.

Liite 2 1 (7)

Puu	Tunnistekirjain	Kiekkojen määrä	KokonaisPA (cm ²)	Infektoitunut PA keskiarvo (cm ²)	KokonaisPA keskiarvo (cm ²)	Infektionprosenttiosuus (%)	Infektoitunut tilavuus (cm ³)	Kokonaistilavuus (cm ³)
EI MITÄÄN								
J3A 08 B	Ä	11						
		1	79,95	10,45	80,83	12,93	54,34	420,32
		2	84,2	12,08	82,08	14,71	59,77	406,27
		3	89,36	14,98	86,78	17,26	76,37	442,58
		4	81,81	17,26	85,59	20,17	87,16	432,20
		5	79,09	18,31	80,45	22,76	91,55	402,25
		6	77,63	19,53	78,36	24,92	97,65	391,80
		7	77,17	20,11	77,40	25,98	102,56	394,74
		8	77,1	20,52	77,14	26,60	102,60	385,68
		9	82,75	21,28	79,93	26,62	105,31	395,63
		10	84,19	22,60	83,47	27,07	112,98	417,35
		11	72,04	19,68	78,12	25,19	118,05	468,69
Pölkky J3A 08 B								
J3A 08 C	Ö	13						
		1	67,37	15,57	69,71	22,34	73,18	327,61
		2	69,78	16,14	68,58	23,54	82,31	349,73
		3	67,98	17,19	68,88	24,95	85,07	340,96
		4	66,55	17,58	67,27	26,13	89,63	343,05
		5	66,36	17,46	66,46	26,27	86,43	328,95
		6	68,38	17,46	67,37	25,91	87,28	336,85
		7	71,52	19,31	69,95	27,61	96,55	349,75
		8	78,01	18,48	74,77	24,71	92,38	373,83
		9	73,19	13,84	75,60	18,31	69,20	378,00
		10	62,45	10,98	67,82	16,18	55,42	342,49
		11	60,46	9,85	61,46	16,03	48,76	304,20
		12	63,39	9,58	61,93	15,47	48,38	312,72
		13	63,48	10,30	63,44	16,24	31,42	193,48
Pölkky J3A 08 C								
J3A 09 C	N	13						
		1	77,47	13,08	70,48	18,55	63,41	341,80
		2	77,77	14,88	77,62	19,16	75,86	395,86
		3	75,2	13,95	76,49	18,24	59,29	325,06
		4	79,66	14,08	77,43	18,18	59,12	325,21
		5	79,92	15,57	79,79	19,51	77,05	394,96
		6	85,21	15,97	82,57	19,34	74,24	383,93
		7	72,91	14,69	79,06	18,57	71,22	383,44
		8	71,46	13,59	72,19	18,82	69,96	371,75
		9	70,4	12,75	70,93	17,98	61,84	344,01
		10	70,14	12,52	70,27	17,81	62,58	351,35
		11	74,84	12,94	72,49	17,85	67,94	380,57
		12	75,58	15,28	75,21	20,32	73,34	361,01
		13	77,42	15,71	76,50	20,54	84,05	409,28
J3A 09 C								
J3A 13 D	ABCD	8						
		1	66,58	15,77	70,71	22,30	69,39	311,12
		2	68,32	18,43	67,45	27,32	91,23	333,88
		3	69,27	19,90	68,80	28,93	103,48	357,73
		4	69,77	20,89	69,52	30,04	103,38	344,12
		5	68,74	20,81	69,26	30,05	108,21	360,13
		6	67,76	20,73	68,25	30,37	106,73	351,49
		7	68,86	20,24	68,31	29,63	102,21	344,97
		8	72,26	20,84	70,56	29,53	101,05	342,22
J3A 13 D								
J3A 13 E	R	10						
		1	65,66	18,43	68,96	26,73	94,91	355,14
		2	65,88	15,78	65,77	23,99	77,32	322,27
		3	67,33	15,00	66,61	22,52	74,25	329,69
		4	64,9	13,63	66,12	20,61	67,44	327,27
		5	60,81	13,02	62,86	20,71	63,12	304,85
		6	59,81	12,22	60,31	20,25	59,85	295,52
		7	60,2	11,49	60,01	19,14	56,85	297,02
		8	57,31	10,49	58,76	17,85	49,80	279,09
		9	59,51	9,95	58,41	17,03	48,23	283,29
		10	58,12	9,07	58,82	15,41	57,56	373,48
J3A 13 E								
J3A 14 E	ABC	11						
		1	72,21	9,56	65,17	14,67	43,02	293,24
		2	74,28	11,83	73,25	16,15	60,92	377,21
		3	73,22	12,76	73,75	17,29	65,05	376,13
		4	69,74	12,94	71,48	18,10	64,70	357,40
		5	70,38	13,08	70,06	18,67	65,40	350,30
		6	70,18	12,57	70,28	17,89	62,85	351,40
		7	71,21	12,26	70,70	17,34	63,11	364,08
		8	76,89	11,97	74,05	16,16	61,05	377,66

Liite 2 2 (7)

		9	72,92	10,41	74,91	13,89	54,63	393,25
		10	69,46	8,87	71,19	12,45	46,10	370,19
		11	72,56	8,50	71,01	11,96	16,57	138,47
JSA 14 E								
J3A 22 A	S	15	121,75					
		1	112,5	15,53	117,13	13,26	73,74	556,34
		2	111,53	18,44	112,02	16,46	94,97	576,88
		3	112,93	21,40	112,23	19,06	104,84	549,93
		4	114,04	23,64	113,49	20,83	112,29	539,05
		5	118,63	24,83	116,34	21,34	125,37	587,49
		6	111,79	25,17	115,21	21,85	119,56	547,25
		7	106,94	25,15	109,37	23,00	123,24	535,89
		8	104,28	25,29	105,61	23,94	121,37	506,93
		9	101,55	25,49	102,92	24,76	123,60	499,14
		10	100,17	25,53	100,86	25,31	123,82	489,17
		11	98,92	25,87	99,55	25,99	124,18	477,82
		12	98,93	26,49	98,93	26,77	132,43	494,63
		13	101,24	27,61	100,09	27,59	133,91	485,41
		14	100,84	28,87	101,04	28,57	144,35	505,20
		15	99,91	29,18	100,38	29,07	115,26	396,48
JSA 22 A								
J3A 22 D		14						
		1		18,19	105,21	17,29	88,20	510,25
		2	79,49	27,24	79,49	34,27	132,11	385,53
		3	79,31	26,72	79,40	33,65	133,58	397,00
		4	78,82	26,48	79,07	33,49	129,73	387,42
		5	78,92	26,30	78,87	33,34	128,85	386,46
		6	78,18	25,81	78,55	32,85	125,15	380,97
		7	78,91	25,64	78,55	32,64	124,33	380,94
		8	78,28	24,22	78,60	30,81	123,50	400,83
		9	77,57	21,75	77,93	27,91	106,58	381,83
		10	78,24	20,05	77,91	25,74	97,24	377,84
		11	76,51	18,52	77,38	23,94	89,82	375,27
		12	76,57	16,87	76,54	22,04	80,13	363,57
		13	85,66	15,44	81,12	19,03	77,95	409,63
		14	78,76	15,01	82,21	18,25	30,76	168,53
JSA 22 D								
J3A 23 A	K	16						
		1	104,68	26,72	104,68	25,53	130,93	512,93
		2	103,22	27,87	103,95	26,81	136,56	509,36
		3	106	31,26	104,61	29,88	151,61	507,36
		4	104,47	34,64	105,24	32,92	166,27	505,13
		5	105,36	36,49	104,92	34,78	178,78	514,08
		6	104,82	38,57	105,09	36,70	183,18	499,18
		7	107,32	41,77	106,07	39,38	213,03	540,96
		8	111,84	45,55	109,58	41,56	223,17	536,94
		9	106,69	44,69	109,27	40,90	230,13	562,71
		10	100,15	42,69	103,42	41,28	224,12	542,96
		11	100,1	44,70	100,13	44,64	232,44	520,65
		12	110,94	50,04	105,52	47,42	245,20	517,05
		13	124,93	59,73	117,94	50,64	313,56	619,16
		14	92,05	49,27	108,49	45,41	256,20	564,15
		15	84,26	30,88	88,16	35,03	172,93	493,67
		16	80,86	28,25	82,56	34,22	101,70	297,22
JSA 23 A								
J3A 23 B	G	14						
		1	74,78	27,03	77,82	34,73	122,99	354,08
		2	75,96	26,94	75,37	35,74	133,33	373,08
		3	74,14	27,18	75,05	36,22	133,18	367,75
		4	74,22	27,21	74,18	36,68	137,41	374,61
		5	71,23	26,35	72,73	36,23	131,73	363,63
		6	71,45	25,58	71,34	35,86	125,34	349,57
		7	71,32	25,69	71,39	35,99	131,02	364,06
		8	72,84	25,86	72,08	35,88	125,42	349,59
		9	78,14	28,43	75,49	37,66	140,73	373,68
		10	70,36	28,20	74,25	37,98	142,41	374,96
		11	68,58	26,00	69,47	37,42	128,68	343,88
		12	68,19	26,49	68,39	38,74	129,80	335,09
		13	67,87	27,27	68,03	40,09	133,62	333,35
		14	72,31	28,84	70,09	41,14	154,27	374,98
JSA 23 B								
J3A 23 D	P	12						
		1	58,22	28,10	65,27	43,05	136,26	316,54
		2	54,71	25,17	56,47	44,58	124,59	279,50
		3	54,18	23,87	54,45	43,83	116,94	266,78
		4	54,11	23,48	54,15	43,36	115,03	265,31
		5	52,96	22,79	53,54	42,56	111,65	262,32
		6	54,75	22,93	53,86	42,58	112,36	263,89

Liite 2 3 (7)

		7	54,54	23,04	54,65	42,15	111,72	265,03
		8	55,16	21,55	54,85	39,28	105,57	268,77
		9	51,59	20,00	53,38	37,46	97,98	261,54
		10	51,05	19,02	51,32	37,05	93,17	251,47
		11	50,77	18,41	50,91	36,15	90,18	249,46
		12	50,86	17,74	50,82	34,91	90,47	259,16
J3A 23 D								
07 KUUSPAK J3A A	M	14						
		1	100,23	13,32	100,23	13,28	61,25	461,06
		2	92,35	12,54	96,29	13,02	63,30	486,26
		3	89,65	12,27	91,00	13,48	57,06	423,15
		4	87,02	12,67	88,34	14,34	65,22	454,93
		5	84,1	13,24	85,56	15,47	64,21	414,97
		6	84,59	13,52	84,35	16,02	72,31	451,25
		7	81,58	12,98	83,09	15,62	64,25	411,27
		8	77,68	11,93	79,63	14,98	60,84	406,11
		9	80,24	11,95	78,96	15,13	62,11	410,59
		10	78,74	12,09	79,49	15,21	60,45	397,45
		11	76,05	11,76	77,40	15,19	59,98	394,71
		12	76,57	11,57	76,31	15,16	53,80	354,84
		13	73,48	11,10	75,03	14,79	55,48	375,13
		14	80,92	11,00	77,20	14,25	31,35	220,02
07 KUUSPAK J3A A								
07 KUUSPAK J3A C	L	16						
		1	56,89	13,91	56,89	24,45	66,07	270,23
		2	57,01	14,19	56,95	24,92	66,69	267,67
		3	60,3	15,08	58,66	25,71	73,89	287,41
		4	67,79	16,37	64,05	25,56	81,85	320,23
		5	61,53	18,30	64,66	28,30	92,42	326,53
		6	58,99	18,93	60,26	31,41	94,63	301,30
		7	56,53	17,75	57,76	30,72	86,95	283,02
		8	57,48	15,89	57,01	27,87	72,28	259,37
		9	52,68	13,98	55,08	25,38	68,50	269,89
		10	51,55	12,82	52,12	24,60	63,46	257,97
		11	55,27	11,38	53,41	21,31	55,76	261,71
		12	47,47	9,64	51,37	18,77	46,27	246,58
		13	46,09	8,29	46,78	17,71	38,94	219,87
		14	48,51	7,76	47,30	16,41	37,64	229,41
		15	45,32	7,40	46,92	15,77	35,89	227,54
		16	51,62	7,39	48,47	15,24	24,74	162,37
07 KUUSPAK J3A C								
LIGNIINI								
J3A 13 A	Z	12						
		1	111,92	15,27	111,92	13,64	75,59	554,00
		2	105,72	16,91	108,82	15,54	83,70	538,66
		3	101,08	17,49	103,40	16,91	87,45	517,00
		4	100,44	18,70	100,76	18,55	92,54	498,76
		5	100,74	20,14	100,59	20,02	104,73	523,07
		6	99,47	21,18	100,11	21,15	103,76	490,51
		7	96,94	21,14	98,21	21,52	104,62	486,11
		8	95,14	21,37	96,04	22,25	105,78	475,40
		9	94,92	21,70	95,03	22,83	110,64	484,65
		10	94,02	23,14	94,47	24,49	115,70	472,35
		11	93,92	24,14	93,97	25,69	120,70	469,85
		12	93	24,86	93,46	26,59	126,76	476,65
J3A 13 A								
J3A 13 C	B	10						
		1	78,74	25,70	85,87	29,92	127,19	425,06
		2	78,27	26,21	78,51	33,38	124,47	372,90
		3	77,84	27,35	78,06	35,03	136,73	390,28
		4	78,01	27,89	77,93	35,78	138,03	385,73
		5	82,25	29,48	80,13	36,79	142,98	388,63
		6	86,16	32,89	84,21	39,06	161,16	412,60
		7	101,69	39,82	93,93	42,40	191,14	450,84
		8	78,35	33,85	90,02	37,60	155,71	414,09
		9	76,97	23,72	77,66	30,54	112,65	368,89
		10	72,29	22,99	74,63	30,80	165,49	537,34
J3A 13 C								
J3A 16 A	W	10						
		1	149,45	9,73	149,45	6,51	53,03	814,50
		2	151,33	11,57	150,39	7,69	60,74	789,55
		3	146,8	13,84	149,07	9,28	72,63	782,59
		4	143,63	14,69	145,22	10,12	76,39	755,12

Liite 2 4 (7)

J3A 09 A	H	15							
		1	104,76	3,36	104,76	3,21	9,91	309,04	
		2	104,77	4,20	104,77	4,01	19,95	497,63	
		3	101,78	5,33	103,28	5,16	26,38	511,21	
		4	100,37	6,53	101,08	6,46	32,65	505,38	
		5	99,31	8,15	99,84	8,16	40,34	494,21	
		6	95,69	9,38	97,50	9,62	48,28	502,13	
		7	95,42	10,19	95,56	10,66	49,93	468,22	
		8	105,18	12,93	100,30	12,89	62,71	486,46	
		9	103,18	14,47	104,18	13,88	65,09	468,81	
		10	93,52	13,22	98,35	13,44	56,82	422,91	
		11	92,84	12,59	93,18	13,51	62,93	465,90	
		12	89,89	12,04	91,37	13,17	57,17	433,98	
		13	92,16	11,60	91,03	12,74	56,84	446,02	
		14	90,4	11,93	91,28	13,06	57,84	442,71	
		15	88,38	12,20	89,39	13,65	60,39	442,48	
J3A 09 A									
J3A 13 B	Q	12							
		1	90,76	18,35	89,57	20,49	84,41	412,02	
		2	92,49	24,36	91,63	26,59	123,02	462,71	
		3	87,07	24,34	89,78	27,11	116,81	430,94	
		4	84,09	23,84	85,58	27,85	116,79	419,34	
		5	87,08	23,84	85,59	27,86	119,20	427,93	
		6	91,11	25,28	89,10	28,37	125,11	441,02	
		7	100,61	28,41	95,86	29,63	139,18	469,71	
		8	101,09	28,69	100,85	28,44	134,82	474,00	
		9	87,67	24,59	94,38	26,05	124,15	476,62	
		10	83,81	23,51	85,74	27,41	121,05	441,56	
		11	84,58	23,46	84,20	27,86	121,99	437,81	
		12	85,42	25,71	85,00	30,25	133,69	442,00	
J3A 13 B									
J3A 14 A	T	13							
		1	113,82	11,07	113,82	9,72	50,35	517,88	
		2	113,78	11,84	113,80	10,40	59,20	569,00	
		3	109,96	13,96	111,87	12,48	69,80	559,35	
		4	108,89	15,44	109,43	14,11	77,95	552,60	
		5	108,14	16,39	108,52	15,10	81,11	537,15	
		6	113,59	19,80	110,87	17,86	102,93	576,50	
		7	115,63	20,83	114,61	18,17	101,03	555,86	
		8	108,74	17,89	112,19	15,95	91,24	572,14	
		9	101,81	15,85	105,28	15,06	80,84	536,90	
		10	103,51	14,39	102,66	14,02	74,11	528,70	
		11	102,65	13,98	103,08	13,56	67,10	494,78	
		12	97,74	13,17	100,20	13,14	64,53	490,96	
		13	100,75	13,01	99,25	13,11	81,96	625,24	
J3A 14 A									
J3A 14 B	AB	12							
		1	94,64	13,04	97,70	13,34	61,92	464,05	
		2	97,2	12,83	95,92	13,37	66,69	498,78	
		3	93,99	13,93	95,60	14,57	73,13	501,87	
		4	97,34	15,03	95,67	15,71	75,15	478,33	
		5	93,93	16,15	95,64	16,88	82,34	487,74	
		6	93,11	16,76	93,52	17,92	86,29	481,63	
		7	92,68	17,11	92,90	18,41	86,38	469,12	
		8	97,46	18,87	95,07	19,84	98,10	494,36	
		9	98,72	21,00	98,09	21,41	102,90	480,64	
		10	105	20,58	101,86	20,20	103,90	514,39	
		11	95,04	18,18	100,02	18,17	93,60	515,10	
		12	95,09	17,34	95,07	18,23	49,40	270,94	
J3A 14 B									
J3A 16 D	U	11							
		1	111,95	21,57	103,52	20,84	113,24	543,48	
		2	114,04	25,41	113,00	22,49	125,78	559,33	
		3	108,46	24,56	111,25	22,07	121,55	550,69	
		4	106,25	23,65	107,36	22,03	117,04	531,41	
		5	105,24	22,94	105,75	21,69	108,97	502,29	
		6	108	22,96	106,62	21,53	102,17	474,46	
		7	111,71	24,32	109,86	22,14	117,95	532,80	
		8	112,8	23,36	112,26	20,81	115,61	555,66	
		9	110,24	20,64	111,52	18,50	93,89	507,42	
		10	104,59	18,66	107,42	17,37	87,68	504,85	
		11	103,47	17,04	104,03	16,38	105,65	644,99	
J3A 16 D									
J3A 23 C	E	14							
		1	66,07	20,92	84,77	24,68	98,32	398,42	
		2	64,13	25,86	65,10	39,72	129,28	325,50	
		3	64,05	26,90	64,09	41,97	134,50	320,45	
		4	62,1	27,47	63,08	43,54	137,33	315,38	

Liite 2 5 (7)

		5	141,42	15,61	142,53	10,95	78,03	712,63
		6	142,19	17,13	141,81	12,08	82,22	680,66
		7	141,12	18,31	141,66	12,93	89,72	694,11
		8	141,38	19,83	141,25	14,04	99,13	706,25
		9	139,4	22,14	140,39	15,77	107,38	680,89
		10	140,35	24,78	139,88	17,71	130,07	734,34
J3A 16 A								
J3A 16 B	Ä	10						
		1	138,86	26,45	139,61	18,95	112,41	593,32
		2	137,95	26,53	138,41	19,17	133,98	698,95
		3	134,91	26,81	136,43	19,65	131,37	668,51
		4	131,72	26,74	133,32	20,06	131,03	653,24
		5	131,2	25,61	131,46	19,48	129,33	663,87
		6	131,46	24,41	131,33	18,59	122,05	656,65
		7	126,98	24,54	129,22	18,99	120,25	633,18
		8	125,9	25,93	126,44	20,50	129,63	632,20
		9	129,28	28,55	127,59	22,37	149,86	669,85
		10	125,7	29,23	127,49	22,92	168,04	733,07
J3A 16 B								
J3A 16 C	Y	10						
		1	119,41	27,37	122,56	22,33	130,01	582,14
		2	120,82	27,25	120,12	22,68	129,41	570,55
		3	124,45	28,47	122,64	23,22	145,20	625,44
		4	123,29	29,25	123,87	23,61	149,18	631,74
		5	121,12	29,83	122,21	24,41	159,56	653,80
		6	118,06	30,49	119,59	25,49	150,90	591,97
		7	116,77	30,06	117,42	25,60	145,77	569,46
		8	118,45	30,51	117,61	25,94	143,37	552,77
		9	118,27	29,34	118,36	24,79	143,77	579,96
		10	121,93	28,02	120,10	23,33	79,84	342,29
J3A 16 C								
J3A 22 B	O	13						
		1	103,3	28,80	112,62	25,57	141,12	551,81
		2	100,38	29,05	101,84	28,53	146,70	514,29
		3	96,79	28,85	98,59	29,26	144,23	492,93
		4	94,95	28,63	95,87	29,86	143,15	479,35
		5	95,19	30,13	95,07	31,69	150,63	475,35
		6	92,26	30,54	93,73	32,58	160,31	492,06
		7	92,54	30,31	92,40	32,80	154,56	471,24
		8	93,61	30,77	93,08	33,05	152,29	460,72
		9	95,75	30,93	94,68	32,67	156,20	478,13
		10	102,63	31,16	99,19	31,41	154,24	490,99
		11	96,98	32,16	99,81	32,22	152,76	474,07
		12	89,84	31,51	93,41	33,73	160,70	476,39
		13	93,73	30,58	91,79	33,32	67,28	201,93
J3A 22 B								
J3A 22 C	C	13						
		1	87,54	29,77	90,64	32,85	133,97	407,86
		2	88,54	29,07	88,04	33,02	143,90	435,80
		3	89,06	29,71	88,80	33,46	142,61	426,24
		4	89,19	29,27	89,13	32,84	143,42	436,71
		5	87,75	27,99	88,47	31,63	138,53	437,93
		6	86,88	26,74	87,32	30,62	137,71	449,67
		7	85,47	25,84	86,18	29,98	133,05	443,80
		8	85,41	25,57	85,44	29,93	127,85	427,20
		9	86,38	25,81	85,90	30,05	131,63	438,06
		10	85,01	25,35	85,70	29,58	131,79	445,61
		11	81,98	24,55	83,50	29,40	122,73	417,48
		12	82,15	24,77	82,07	30,18	122,61	406,22
		13	83,62	25,71	82,89	31,01	128,53	414,43
J3A 22 C								
HALKEAMA / REPEÄMÄ								
J3A 08 A	D	12	122,12					
		1	119,98	0,95	121,05	0,78	4,66	593,15
		2	114,39	2,47	117,19	2,10	12,20	580,07
		3	113,99	5,06	114,19	4,43	26,54	599,50
		4	108,31	8,39	111,15	7,55	41,95	555,75
		5	100,43	10,95	104,37	10,49	53,11	506,19
		6	97,75	14,29	99,09	14,42	69,31	480,59
		7	98,76	17,12	98,26	17,42	82,15	471,62
		8	89,02	15,69	93,89	16,71	78,43	469,45
		9	83,04	12,86	86,03	14,95	65,59	438,75
		10	83,84	11,77	83,44	14,11	60,62	429,72
		11	84,16	11,61	84,00	13,82	59,77	432,60
		12	81,71	10,79	82,94	13,01	51,79	398,09
Pölkky J3A 08 A								

Liite 2 6 (7)

		5	63,68	27,81	62,89	44,21	145,98	330,17
		6	61,02	27,68	62,35	44,39	141,14	317,99
		7	68,13	29,77	64,58	46,10	151,83	329,33
		8	65,47	31,54	66,80	47,22	134,05	283,90
		9	60,43	28,80	62,95	45,75	142,56	311,60
		10	56,72	26,13	58,58	44,61	137,18	307,52
		11	58,94	25,80	57,83	44,61	130,29	292,04
		12	58,51	26,18	58,73	44,58	128,28	287,75
		13	59,4	26,27	58,96	44,56	128,72	288,88
		14	59,8	26,99	59,60	45,28	74,21	163,90
J3A 23 C								
PULLISTUMA								
J3A 09 B	X	13						
		1	84,32	11,12	84,32	13,19	52,82	400,52
		2	83,73	11,06	84,03	13,16	55,30	420,13
		3	82,84	11,32	83,29	13,59	56,60	416,43
		4	86,74	12,42	84,79	14,65	61,48	419,71
		5	88,47	13,89	87,61	15,86	67,37	424,88
		6	84,25	14,42	86,36	16,70	69,22	414,53
		7	84,22	14,88	84,24	17,66	72,14	408,54
		8	86,37	15,95	85,30	18,69	77,33	413,68
		9	88,51	15,87	87,44	18,15	79,35	437,20
		10	87,99	15,42	88,25	17,47	73,22	419,19
		11	85,54	14,89	86,77	17,16	70,73	412,13
		12	77,38	14,07	81,46	17,27	72,46	419,52
		13	78,55	14,23	77,97	18,25	59,75	327,45
J3A 09 B								
J3A 14 C	V	9						
		1	87,05	15,31	82,80	18,49	77,32	418,14
		2	88,51	16,90	87,78	19,25	85,32	443,29
		3	89,89	18,53	89,20	20,77	88,94	428,16
		4	91,17	19,86	90,53	21,93	97,29	443,60
		5	90,06	21,10	90,62	23,28	104,42	448,54
		6	88,98	21,22	89,52	23,70	105,01	443,12
		7	87,59	19,38	88,29	21,95	93,00	423,77
		8	85,02	16,96	86,31	19,65	84,78	431,53
		9	84,04	16,34	84,53	19,32	70,24	363,48
J3A 14 C								
J3A 14 D	F	8						
		1	77,61	15,85	80,83	19,61	73,70	375,84
		2	80,14	15,69	78,88	19,89	80,02	402,26
		3	79,8	16,66	79,97	20,83	83,28	399,85
		4	81,45	17,33	80,63	21,49	89,25	415,22
		5	84,28	18,84	82,87	22,74	95,14	418,47
		6	89,73	17,49	87,01	20,10	90,95	452,43
		7	86,8	14,52	88,27	16,45	72,60	441,33
		8	76	12,42	81,40	15,26	60,86	398,86
J3A 14 D								
PAKURIKASVAIN								
KUUSPAK SIE 2A 16 A	J	19						
		1	131,38	2,88	131,38	2,19	8,78	400,71
		2	115,57	4,32	123,48	3,49	20,71	592,68
		3	111,87	5,86	113,72	5,15	29,28	568,60
		4	105,16	7,50	108,52	6,91	36,38	526,30
		5	102,08	8,54	103,62	8,24	42,25	512,92
		6	101,32	9,53	101,70	9,37	48,10	513,59
		7	97,72	9,13	99,52	9,17	43,80	477,70
		8	92,25	8,57	94,99	9,02	40,68	451,18
		9	86,15	8,78	89,20	9,84	41,24	419,24
		10	83,87	9,27	85,01	10,90	45,40	416,55
		11	83,4	9,45	83,64	11,30	44,89	397,27
		12	84,07	9,58	83,74	11,44	47,42	414,49
		13	86,17	10,33	85,12	12,14	50,10	412,83
		14	83,09	10,94	84,63	12,93	53,61	414,69
		15	80,51	11,50	81,80	14,05	58,62	417,18
		16	78,41	11,81	79,46	14,86	58,46	393,33
		17	80,11	11,42	79,26	14,40	54,79	380,45
		18	76,43	11,53	78,27	14,73	53,61	363,96
		19	78,37	13,63	77,40	17,60	43,60	247,68
KUUSPAK SIE 2A 16 A								
KUUSPAK SIE 2A 16 B	A	15						
		1	71,38	13,78	74,88	18,40	61,32	333,19

Liite 2 7 (7)

		2	72,43	12,60	71,91	17,52	61,11	348,74
		3	70,13	12,71	71,28	17,82	60,35	338,58
		4	68,65	12,36	69,39	17,81	60,56	340,01
		5	68,02	12,23	68,34	17,90	60,54	338,26
		6	69,36	12,69	68,69	18,47	64,06	346,88
		7	70,09	12,74	69,73	18,26	62,40	341,65
		8	64,75	11,96	67,42	17,74	56,81	320,25
		9	63,29	11,87	64,02	18,54	56,98	307,30
		10	66,27	13,34	64,78	20,59	66,68	323,90
		11	67,34	14,55	66,81	21,77	69,82	320,66
		12	68,94	14,95	68,14	21,93	73,23	333,89
		13	73,14	16,41	71,04	23,09	81,20	351,65
		14	75,8	19,97	74,47	26,81	95,83	357,46
		15	72,92	17,82	74,36	23,96	119,39	498,21
KUUSPAK SIE 2A 16 B								
07 KUUSPAK J3A B	Mallipuu	13						
		1	75,13	13,03	74,025	17,60	63,20	359,02
		2	75,46	12,795	75,295	16,99	65,89	387,77
		3	72,5	13,615	73,98	18,40	67,39	366,20
		4	70,67	14,855	71,585	20,75	72,79	350,77
		5	66,76	15,23	68,715	22,16	71,58	322,96
		6	68,68	16,83	67,72	24,85	88,36	355,53
		7	71,96	18,08	70,32	25,71	94,92	369,18
		8	68,74	18,245	70,35	25,93	94,87	365,82
		9	75,26	18,81	72	26,13	99,69	381,60
		10	67,4	17,415	71,33	24,41	90,56	370,92
		11	65,24	16,035	66,32	24,18	80,98	334,92
		12	61	15,005	63,12	23,77	72,02	302,98
		13	62,39	14,695	61,695	23,82	88,90	373,25
07 KUUSPAK J3A B								

Liite 3 1 (3)

Yksisuuntainen varianssianalyysi ryhmien arvot

Ei merkkiä infektiosta	Ligniini	Halkeama / repeämä	Pullistuma tai pakuikasvain
17,26	13,64	3,21	13,19
20,17	15,54	4,01	13,16
22,76	16,91	5,16	13,59
24,92	18,55	6,46	14,65
25,98	20,02	8,16	15,86
18,55	21,15	9,62	16,70
19,16	21,52	10,66	17,66
18,24	22,25	12,89	18,69
18,18	22,83	13,88	18,15
19,51	24,49	13,44	17,47
19,34	25,69	13,51	17,16
18,57	26,59	13,17	17,27
18,82	29,92	12,74	18,25
17,98	33,38	13,06	18,49
17,81	35,03	13,65	19,25
17,85	35,78	20,49	20,77
20,32	36,79	26,59	21,93
20,54	39,06	27,11	23,28
13,26	42,40	27,85	23,70
16,46	37,60	27,86	21,95
19,06	30,54	28,37	19,65
20,83	30,80	29,63	19,32
21,34	6,51	28,44	19,61
21,85	7,69	26,05	19,89
23,00	9,28	27,41	20,83
23,94	10,12	27,86	21,49
24,76	10,95	30,25	22,74
25,31	12,08	9,72	20,10
25,99	12,93	10,40	16,45
26,77	14,04	12,48	15,26
27,59	15,77	14,11	2,19
28,57	17,71	15,10	3,49
29,07	18,95	17,86	5,15
25,53	19,17	18,17	6,91
26,81	19,65	15,95	8,24
29,88	20,06	15,06	9,37
32,92	19,48	14,02	9,17
34,78	18,59	13,56	9,02
36,70	18,99	13,14	9,84
39,38	20,50	13,11	10,90
41,56	22,37	13,34	11,30
40,90	22,92	13,37	11,44
41,28	22,33	14,57	12,14
44,64	22,68	15,71	12,93
47,42	23,22	16,88	14,05

Liite 3 2 (3)

Yksisuuntainen varianssianalyysi ryhmien arvot

50,64	23,61	17,92	14,86
45,41	24,41	18,41	14,40
35,03	25,49	19,84	14,73
34,22	25,60	21,41	17,60
43,05	25,94	20,20	18,40
44,58	24,79	18,17	17,52
43,83	23,33	18,23	17,82
43,36	25,57	20,84	17,81
42,56	28,53	22,49	17,90
42,58	29,26	22,07	18,47
42,15	29,86	22,03	18,26
39,28	31,69	21,69	17,74
37,46	32,58	21,53	18,54
37,05	32,80	22,14	20,59
36,15	33,05	20,81	21,77
34,91	32,67	18,50	21,93
24,45	31,41	17,37	23,09
24,92	32,22	16,38	26,81
25,71	33,73	24,68	23,96
25,56	33,32	39,72	17,60
28,30	32,85	41,97	16,99
31,41	33,02	43,54	18,40
30,72	33,46	44,21	20,75
27,87	32,84	44,39	22,16
25,38	31,63	46,10	24,85
24,60	30,62	47,22	25,71
21,31	29,98	45,75	25,93
18,77	29,93	44,61	26,13
17,71	30,05	44,61	24,41
16,41	29,58	44,58	24,18
15,77	29,40	44,56	23,77
15,24	30,18	45,28	23,82

Yksisuuntainen varianssianalyysi. Tulokset ja puiden tiedot

Anova: yksisuuntainen

YHTIENVETO				
Ryhmät	Lukumäärä	Summa	Keskiarvo	Varianssi
Ei merkkiä infektiosta	77	2171,919182	28,20674263	93,37618032
Ligniini	77	1939,88435	25,19330325	62,9399842
Halkeama / repeämä	77	1699,329289	22,06921154	138,5752624
Pullistuma tai päkurykäsvain	77	1349,576691	17,52697001	29,11808454

ANOVA

Voitelun lähde	NS	YK	KN	F	P-arvo	F-kriittinen
Luokkien välissä	4811,965244	3	1603,988415	19,8017448	9,45318E-12	2,634306115
Ryhmissä	24624,72287	304	81,00237786			
Yhteensä	29436,68811	307				

Ryhmiin sattumanvaraisesti valitut pökyt ja kiekot

Ei merkkiä infektiosta	Ligniiniuoto	Halkeama / Repeämä	Pullistuma tai päkurykäsvain Koko aineisto
J3A 09 C	J3A 13 A	J3A 09 A	
J3A 22 A	J3A 13 C	J3A 13 B	
J3A 23 A	J3A 16 A	J3A 14 A	
J3A 23 D	J3A 16 B	J3A 14 B	
07 KUUSPAK J3A C	J3A 16 C	J3A 16 D	
J3A 08 B kiekot 3-7	J3A 22 B	J3A 23 C	
	J3A 22C kiekot 1-12		