

TAIMIKON PERKAUKSEN JA ENSIHARVENNUKSEN
VAIKUTUKSET TERVASROSOISTEN PUIDEN MÄÄRÄÄN

Marko Niemelä

Opinnäytetyö
Luonnonvara- ja ympäristöala
Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri (AMK)

2016

Luonnonvara- ja ympäristöala
Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri (AMK)

| | | | |
|----------------------------|---|-------|------|
| Tekijä | Marko Niemelä | Vuosi | 2016 |
| Ohjaaja | Risto Jalkanen, Liisa Kuutti | | |
| Toimeksiantaja | Luonnonvarakeskus, Rovaniemi | | |
| Työn nimi | Taimikon perkauksen ja ensiharvennuksen vaikutukset tervasrosoisten puiden määrään | | |
| Sivu- ja liitemäärä | 57 + 6 | | |

Aggressiivinen tervasroso on noussut viljelytaimikoiden ongelmaksi Pohjois-Suomessa ja taudin torjumiseksi tarvitaan uutta tutkimustietoa. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, miten taimikon perkaus eri tavoilla on vaikuttanut tervasrosoisuuteen metsikön ensiharvennusvaiheessa ja miten tarkkaan tervasrosoiset puut saadaan poistettua ensiharvennuksen yhteydessä. Lisäksi tarkastellaan, miten koron sijaintikorkeus ja tervasrosopuiden merkintä vaikuttavat tervasrosopuiden havaitsemiseen ja puun poistamiseen käsittelyn yhteydessä.

Tutkimusalue sijaitsee Hirvaan Kuusikkoselässä Rovaniemellä. Kuuteen lohkokoon jaetulle, kuuden hehtaarin kokoiselle tutkimusalueelle on istutettu mäntyä vuonna 1974. Kussakin lohkoissa on neljä ruutua, jotka on taimikon perkauksen yhteydessä käsitelty eri tavoin. Kokeen männyistä 29 prosentilla on tervasrosokoro rungossa. Koe inventoitiin ennen (touko–kesäkuu 2015) ja jälkeen (huhtikuu 2016) harvennuksen.

Vähiten tervasrosoa oli ruuduilla, jotka oli jätetty käsittelemättä taimikon perkauksen yhteydessä. Koivusekoitus vähentää tervasrosoa huomattavasti. Tervasrosoiset puut olivat rinnankorkeudelta keskimäärin noin 1,7 senttimetriä paksumpia kuin terveet puut. Tervasroso onnistuttiin poistamaan harvennuksessa lähes kokonaan ja puiden merkitsemisellä on suuri vaikutus puiden poistamiseen. Yli viidessä metrissä oleva runkokoro on vaikeampi havaita kuin alle viidessä metrissä oleva koro.

Tiheässä kasvattamisella ja koivusekoituksella voidaan vähentää tervasrosoa ja uudistamalla tuoret kasvupaikat kuuselle tervasroso voidaan välttää kokonaan, sillä tervasroso iskeytyy hyväkasvuisiin mäntyihin. Tervasroson tunnistamiseen ja henkilöstön kouluttamiseen on panostettava, jotta tauti tunnistetaan ajoissa ja sairaat puut saadaan poistetuksi hakkuissa. Merkitsemällä sairaat puut saadaan poistetuksi hakkuun yhteydessä tehokkaasti.

Asiasanat: aggressiivinen tervasroso, metsätuhot, taimikon perkaus

School of Forestry and Rural Industries
Forestry Programme
Forestryengineer

| | | | |
|--------------------------|--|------|------|
| Author | Marko Niemelä | Year | 2016 |
| Supervisor | Risto, Jalkanen, Liisa Kuutti | | |
| Commissioned by | Natural Resources Institute Finland | | |
| Subject of thesis | Effects of sapling stand coppicing and first thinning to the amount of resin-top trees | | |
| Number of pages | 57 + 6 | | |

Aggressive resin-top disease has become a problem in recently planted forests in northern Finland and new research data is needed to tackle the disease. The purpose of this study is to investigate how cleaning of the recently planted forests in different ways has affected resin-top disease during the initial thinning phase of the forest and how precisely the trees suffering from resin-top disease can be removed during the initial thinning phase. The study will also look at how the resin canker location height and marking of trees suffering from resin-top disease affect the detection and removal of such trees during processing.

The study area is located in Kuusikkoselkä (Hirvas, Rovaniemi). In 1974, pine was planted to a study area of 6 hectares that has been divided into six sections. Each section contains four squares, which have been handled differently during the cleaning of the newly planted forest. Of the pines included in this study 29 percent suffer from resin-top disease. The study was inventoried before (May–June 2015) and after (April 2016) the thinning operation.

Squares that had not been handled during the cleaning of the newly planted forest showed the least signs of resin-top disease. Bark decreases resin-top disease considerably. Trees suffering from resin-top disease were approximately 1.7 centimetres wider than healthy trees breast high. Resin-top disease could be eradicated almost entirely during the thinning phase and marking the trees has a significant effect in removing the trees. It is more difficult to spot a resin canker when it is located 5 metres or higher from the ground, than when it is located under 5 metres from the ground.

The occurrence of resin-top disease can be decreased by planting the trees thickly and with bark. Resin-top disease can be almost entirely eradicated by renewing the new habitats for birch, because resin-top disease appears in prospering pines. One must invest in teaching personnel to detect resin-top disease, so that the disease is recognized in time and the unhealthy trees can be removed during the thinning operations. By marking the unhealthy trees, one can remove them effectively during the thinning operation.

Key words: aggressive resin-top disease, forest damage, sapling stand coppicing

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| ALKUSANAT..... | 6 |
| KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO..... | 7 |
| 1 JOHDANTO..... | 8 |
| 2 TAIMIKOIDEN JA NUORTEN METSIEN TUHONAIHEUTTAJAT POHJOIS-SUOMESSA..... | 12 |
| 2.1 Tuhojen vaihtelut maantieteellisesti..... | 12 |
| 2.2 Tuhot ennen vuotta 1954..... | 13 |
| 2.3 Tuhot 1954–1990-luvun alku..... | 13 |
| 2.4 Tuhot vuosituhatvuotteen vaihteessa..... | 14 |
| 2.5 Metsätuhot nykyään..... | 16 |
| 2.6 Metsätuhot tulevaisuudessa..... | 16 |
| 3 TERVASROSO..... | 19 |
| 3.1 Taudin kuvaus..... | 19 |
| 3.2 Ruostesieni..... | 19 |
| 3.3 Tartunta ja elinkierto..... | 20 |
| 3.4 Tunnistus..... | 21 |
| 3.5 Vaikutukset metsätalouteen..... | 23 |
| 3.6 Torjunta..... | 24 |
| 3.7 Tervasroso Pohjois-Suomessa..... | 25 |
| 3.7.1 Aggressiivisen tervasrosan esiintyminen Pohjois-Suomessa..... | 25 |
| 3.7.2 Tervasrosan elinympäristö..... | 27 |
| 3.7.3 Syitä aggressiivisen tervasrosan yleistymiseen..... | 28 |
| 4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS..... | 30 |
| 4.1 Tutkimusalue..... | 30 |
| 4.2 Aineiston keruu..... | 32 |
| 4.3 Aineiston käsittely..... | 33 |
| 5 TUTKIMUKSEN TULOKSET..... | 35 |
| 5.1 Taimikon perkauksen vaikutus tervasrosoisuuteen..... | 35 |
| 5.1.1 Runkoluvun ja puulajien vaikutus tervasrosoisuuteen..... | 36 |
| 5.1.2 Kuolleet puut ja niissä esiintyvä tervasrosoisuus..... | 40 |
| 5.1.3 Lämpötilan ja puujakson vaikutus tervasrosoisuuteen..... | 41 |

| | | |
|-----|---|----|
| 5.2 | Ensiharvennuksen vaikutus tervasrosoisuuteen..... | 42 |
| 5.3 | Koron sijaintikorkeuden vaikutus sen havaitsemiseen ja puun poistamiseen..... | 42 |
| 6 | TULOSTEN TARKASTELU..... | 44 |
| 6.1 | Taimikon perkauksen vaikutus tervasrosopuiden määrään..... | 44 |
| 6.2 | Miten hyvin tervasrosopuut onnistuttiin poistamaan harvennuksessa.... | 47 |
| 6.3 | Koron sijaintikorkeuden vaikutus sen havaitsemiseen..... | 48 |
| 7 | JOHTOPÄÄTÖKSET..... | 49 |
| 7.1 | Tutkimuksen tavoitteet..... | 49 |
| 7.2 | Tutkimuksen luotettavuus..... | 51 |
| 7.3 | Työn hyödyt..... | 52 |
| 7.4 | Jatkotutkimukset..... | 53 |
| | LÄHTEET..... | 54 |
| | LIITTEET..... | 57 |

ALKUSANAT

Opinnäytetyöni tutkimus- ja aineistonkeruumenetelmät olivat minulle uusia ja tarvitsin niissä ohjausta työn eri vaiheissa. Myös tutkimuksen lopulliseen raportointiin tarvitsin ohjausta ja neuvontaa.

Haluan kiittää Luonnonvarakeskukselta erikoistutkija, maatalous- ja metsätieteiden tohtori, filosofian tohtori, dosentti Risto Jalkasta opinnäytetyön erinomaisen hyvästä ohjauksesta. Inventointiavusta haluan kiittää metsätalousinsinööri Pekka Närheä ja koko inventointiryhmää.

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

| | |
|--|----|
| Taulukko 1. Tuhonaiheuttajaryhmien jakautuminen Lapin laki aineistossa (Penttinen ym. 2002)..... | 15 |
| Kuvio 1. Tervasrosan tappama männynlatva (kuva Risto Jalkanen)..... | 22 |
| Kuvio 2. Tervasrosoa taimikossa (kuva Risto Jalkanen)..... | 23 |
| Kuvio 3. Tervasrosan riskialueet Lapissa..... | 26 |
| Kuvio 4. Kuusikkoselän tutkimusalue..... | 31 |
| Taulukko 2. Kuusikkoselän tutkimusalueen summatunnuksia..... | 31 |
| Kuvio 5. Tervasrosoprosentit käsittelyittäin..... | 35 |
| Kuvio 6. Tervasrosan vaihtelut käsittelyittäin eri lohkoissa..... | 36 |
| Taulukko 3. Kokonaisrunkoluvut (kpl/ha) käsittelyittäin..... | 37 |
| Kuvio 7. Puulajisuhteet käsittelyittäin..... | 37 |
| Kuvio 8. Kokonaisrunkoluku, männyn runkoluku ja tervasrosopuiden runkoluku käsittelyittäin..... | 38 |
| Kuvio 9. Kokonaisrunkoluvun (kpl/ha) vaikutus tervasrossoon..... | 38 |
| Kuvio 10. Koivun runkoluvun (kpl/ha) vaikutus tervasrossoon..... | 39 |
| Kuvio 11. Männyn runkoluvun (kpl/ha) vaikutus tervasrossoon..... | 39 |
| Kuvio 12. Koivu-mänty runkolukusuhteen vaikutus tervasrossoon..... | 40 |
| Taulukko 4. Kuolleet puut käsittelyittäin (kpl/ha)..... | 40 |
| Kuvio 13. Kuolleiden puiden määrät käsittelytavoittain..... | 41 |
| Taulukko 5. Tervasrosoisuus puujaksoittain..... | 42 |

1 JOHDANTO

Metsissä on aina tuhonaiheuttajia, jotka sairastuttavat yksittäisiä puita ja jonka seurauksena puu voi kuolla. On myös tilanteita, joissa tuhot ovat laajempia ja vaikuttavat metsänkasvatuksen kannattavuuteen. Yksittäisiin tuhoihin ei tarvitse puuttua, koska metsässä tapahtuu aina luonnollista poistumaa, mutta laajemmat tuhot tulisi tunnistaa ajoissa, jotta voidaan ryhtyä ennalta ehkäiseviin toimenpiteisiin hyvissä ajoin. Onkin pohdittava, kuinka metsätuhot saataisiin minimoitua koko metsikön kiertoajalla. (Huuskonen, Hynynen & Valkonen 2014, 167.)

Metsätuhot voidaan jakaa abioottisiin ja bioottisiin tuhoihin. Abioottisia tuhoja ovat esimerkiksi lumi- ja tuulituhot, kun taas bioottisia tuhoja ovat hyönteis-, sien- ja selkärankaistuhot. Tuhot vaihtelevat metsän eri kehitysvaiheissa. Metsätuhot vaihtelevat myös ajallisesti ja alueellisesti. (Huuskonen ym. 2014, 167.)

VMI10:n mukaan Suomen puuntuotantoon käytettävästä metsämaan pinta-alasta vajaalla viidellä prosentilla on vakavia ja noin 20 prosentilla todettavia tuhoja, jotka vaikuttavat puuston laatuun. Lieviä tuhoja, jotka eivät alenna puuston laatua on runsaalla 20 prosentilla pinta-alasta. VMI10:n mukaan kaikista tuhoista 28 prosenttia on abioottisia (lumi, tuli, tuuli), 13 prosenttia selkärankaisten aiheuttamia, 16 prosenttia sienten aiheuttamia, viisi prosenttia ihmisen toiminnasta aiheutuneita, kolme prosenttia kilpailua elintilasta ja yksi prosentti hyönteisten aiheuttamia. Tunnistamatta jäi 34 prosenttia tuhoista. (Huuskonen ym. 2014, 168.)

Kosteus, lämpö ja sateisuus edistävät tai rajoittavat tuhonaiheuttajien leviämistä ja lisääntymistä. Pohjois-Suomessa kesä on lyhyt ja ilmasto humidinen, kun taas talvi on pitkä, kylmä ja luminen sekä metsänrajat ovat lähellä. Mänty ja kuusi ovat sopeutuneet hyvin pohjoisen ympäristöolosuhteisiin ja ilmastoon, ja päivän pituus määrittää niiden kestävyden. Suomi on pitkä maa ja olosuhteet vaihtelevat pohjois-eteläsuunnassa voimakkaasti, siten havupuiden tuhonaiheuttajat vaihtelevat huomattavasti eri alueilla. Sienet viihtyvät alhaisissa lämpötiloissa, kunhan kosteutta on riittävästi, kun taas hyönteiset viihtyvät lämpi-

mässä. Siispä maan pohjoisosassa korostuvat abioottiset- ja sienituhot, kun taas etelässä korostuvat hyönteis- ja sienituhot. (Jalkanen 1989, 33; Jalkanen 2003, 59.)

Tervasrosan aiheuttamat tuhot erityisesti taimikoissa ovat lisääntyneet Pohjois-Suomessa ja Pohjois-Ruotsissa viime vuosien aikana merkittävästi. Ilmiö on yhdistetty julkisuudessa ilmastonmuutokseen, joskaan näyttöä taudin ja sääolojen yhteydestä ei ole. Ruostesienet viihtyvät lämpimissä ja kosteissa oloissa, joten ilmaston lämpeneminen ja sademäärien lisääntyminen voivat hyvinkin vaikuttaa tervasrosan lisääntymiseen. (Kasanen 2009, 120.)

Tervasrosoa on pidetty varttuneempien metsien tautina, mutta viime vuosikymmeninä tervasrosoa on tavattu myös taimikoista. Merkittävien taimikkotuhojen lisäksi pahoja tervasrosotartuntoja on löydetty nuorista ensiharvennusvaiheen metsistä, joissa tartunnan saaneita mäntyjä on ollut jopa 50–70 prosenttia metsikön runkoluvusta. (Jalkanen 2014, 31.)

Aggressiivisen tervasrosan merkitys alkaa vasta vähitellen valjeta. Ollaan tekemisissä vakavan ongelman kanssa ja metsänomistajat tarvitsevat tietoa, miten toimia ja ehkäistä tuhoja tulevaisuudessa. Luonnonvarakeskus on keskeisessä asemassa selvittämässä taudinkuvaa ja tervasrososta aiheutuneita ongelmia. Onkin välttämätöntä tuottaa myös kirjallisia ohjeita metsänomistajille tervasrosan aiheuttamien tappioiden vähentämiseksi. Mitä voidaan tehdä tervasrosan sairastuttamille taimikoille ja ensiharvennukseen tuleville nuorille kasvatustalustoille. Torjuntamenetelmistä on saatava uutta tietoa taudin lisääntymisen ja leviämisen ehkäisemiseksi. Tutkimuksen tehtävänä onkin tuottaa uutta tietoa, missä tilanteessa männyn kasvattaminen edelleen on järkevää. (Jalkanen 2015a.)

Aihe opinnäytetyöhöni avautui ryhmämme (A604M12) projektiopintojen kautta. Ryhmämme tehtävänä oli tehdä Hirvaan Kuusikkoselässä Rovaniemellä metsänkäsittely- ja mittausprojekti kevään ja kesän 2015 aikana. Tutkimusalueelle avautui Luonnonvarakeskukselta kaksi opinnäytetyöaihetta syksyllä 2015. Toinen aihe käsittelee tervasrosoa ja toinen taimikon perkauksen vaikutusta puus-

ton kehitykseen. Kiinnostukseni kohdistui tervasrosoon. Aihe on työelämää palveleva ja sopii Lapin ammattikorkeakoulun strategiaan edistäen luonnonvarojen älykästä käyttöä. Alueella tehdään tutkimus, miten nuoruusvaiheen käsittelyt ovat vaikuttaneet tervasrosoisten puiden määrään ja miten hyvin tervasrosoiset puut saadaan poistettua harvennushakkuussa.

Opinnäytteen tutkimustyön tilaaja on Luonnonvarakeskus. Luonnonvarakeskus on tutkimus- ja asiantuntijaorganisaatio, joka tekee työtä luonnonvarojen kestävä käytön ja biotalouden edistämiseksi. Rovaniemen toimipisteessä erikoistutkija Risto Jalkanen on tutkinut tervasrosoa ja toimi opinnäytetyöni ohjaajana Luonnonvarakeskuksen puolelta. Aihe on heille hyvin ajankohtainen Pohjois-Suomessa lisääntyneiden tervasrosotartuntojen vuoksi. Aihe on rajattu käsittelemään tervasroson aggressiivista muotoa, jonka tuhot kohdistuvat taimikoihin ja nuoriin kasvatusmetsiin Pohjois-Suomessa.

Tutkimusalue on kuuden hehtaarin männyn perkauskoe Hirvaan Kuusikkoselässä, joka on pahoin tervasroson sairastuttama. Alue on istutettu männylle 1974, ja kokeen käsittelyt on perustettu 1978. Kokeessa on valmis koealaverkosto koealakeskipisteineen. Sieltä on peräisin tämän tutkimuksen aineisto ennen ja jälkeen harvennushakkuun.

Männyn perkauksen vaikutusta tervasroson määrään ei ole aiemmin tutkittu, mutta taimituppaiden harvennuksen merkitystä tautisuuteen on seurattu Kaite-
ran vuonna 2000 tekemässä tutkimuksessa. Jalkasella ja Hallikaisella on meillä tutkimus tervasrosoalttiuteen vaikuttavista tekijöistä; työ perustuu VMI:n koealatietoihin Lapissa vuosina 2009–2013. Keväällä 2016 on valmistunut myös Anne Annalan opinnäytetyö tervasrosotartuntojen ajoittumisesta. Molemmat tutkimukset perustuvat aggressiiviseen tervasrosoon taimikoissa ja nuorissa kasvatusmetsissä. Jouni Väisäsellä on valmistumassa vuoden 2016 aikana samalta Kuusikkoselän kokeelta tutkimus nuoruusvaiheessa tehtyjen taimikonperkauskäsittelyjen vaikutuksesta männyn tuotokseen ja kasvuun. (Jalkanen 2015b.)

Tällä työllä halutaan osoittaa, miten vaikeaa hakkuun yhteydessä on havaita kaikki sairaat puut ja siksi edistää ongelman esille tuomista: kuinka moton kuljettaja tuntee taudin ja sen erilaiset esiintymismuodot, havaitsee sairaan puun ja vielä poistaa sen (Jalkanen 2015a). Työn tavoitteena on myös selvittää, miten erilaiset nuoruusvaiheen käsittelyt vaikuttavat tervasrosoisten puiden määrään. Taimikonperkauksen yhteydessä koealaruudut on käsitelty eri tavoin, joten tutkimuksella saadaan vastauksia puulajisuhteiden ja kasvatustiheyden vaikutuksista tervasrossoon.

Tutkimuksella pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- Miten mäntytaimikon perkauskäsittelyt ovat vaikuttaneet männyn tervasrosoisuuteen?
- Kuinka hyvin ensiharvennus kykenee poistamaan tervasrosoiset puut?
- Miten koron sijaintikorkeus vaikuttaa sen havaitsemiseen hakkuukoneesta?

2 TAIMIKOIDEN JA NUORTEN METSIEN TUHONAIHEUTTAJAT POHJOIS-SUOMESSA

2.1 Tuhojen vaihtelut maantieteellisesti

Suomessa metsät sijoittuvat noin 1 100 kilometrin matkalle pohjois–eteläsuunnassa. Kasvukauden keskimääräinen pituus ja kesän keskimääräinen lämpösumma vaihtelevat maan sisällä huomattavasti. Kesän keskilämpötila on Lapissa pohjoisella metsänrajalla noin seitsemän astetta matalampi kuin Kaakkois-Suomessa. Lapissa myös kesien keskilämpötilat vaihtelevat merkittävästi. Esimerkiksi Utsjoki-Kevolla keskimääräinen lämpösumma oli 20 vuoden jaksolta mitattuna (v. 1961–1980) 622 (d.d). Jakson aikana pienin vuotuinen lämpösumma oli 413 (d.d) suurimman ollessa 908 (d.d). Ero pienimmän ja suurimman välillä on keskimääräisestä lämpösummasta 79,6 prosenttia. (Jalkanen 2003, 59; Jalkanen 2007, 107.)

Myös sateisuudessa on eroja maantieteellisesti. Pohjois-Suomessa absoluuttisena vetenä mitattu sademäärä on alhaisempi kuin Etelä-Suomessa, mutta haihdunta on pohjoisessa erityisen alhainen verrattuna etelään. Pohjois-Suomessa talvi on ankarampi ja lumi peittää maan useita kuukausia kauemmin kuin etelässä. Talven lämpötilat ovat yleisesti alhaisemmat pohjoisessa. Myös kesät ovat erilaisia, joten tuhot vaihtelevat vuosittain ja alueittain voimakkaasti. (Jalkanen 2003, 59.)

Tuhoryhmien runsaussuhteet vaihtelevat leveysasteen mukaan. Tuhoeläinten ja tuhosiendien lajimäärät ovat suuremmat etelässä kuin pohjoisessa. Etelässä pahimmat tuhot ovat hyönteisten aiheuttamia, kun pohjoisessa sienituhot ja abioottiset tuhot korostuvat. Niinpä varsinkin metsänomistajien ja metsäammatilaisten on hyvä olla selvillä oman alueensa merkittävimmistä tuhonaiheuttajista. Näin tuhot tunnistetaan ja niihin päästään puuttumaan ajoissa ja estämään taloudellisten tappioiden nouseminen korkeiksi. (Jalkanen 1989, 33; Jalkanen 2003, 59.)

Viime vuosikymmeninä Lapin ympäristöoloissa tapahtuneet muutokset ovat parantaneet ennen merkityksettömien tuhonaiheuttajien elinoloja niin, että niistä on tullut ongelmia metsän kasvatukselle. Aiemmin puuston ja taudinaiheuttajien välillä vallinnut tasapaino on horjunut, ja siitä seuraa mittaviakin epidemioita. (Jalkanen 1989, 32.)

2.2 Tuhot ennen vuotta 1954

Vuotta 1954 voidaan pitää jonkinlaisena vedenjakajana, mitä Lapin metsien metsätuhoihin tulee. Siihen asti avohakkuut ja viljelemällä uudistaminen oli vähäistä. Luontainen uudistaminen oli keskeisessä asemassa ja uudistaminen keskittyi vanhoihin metsiin. Taimikkotuhoja ei tuona aikana juurikaan ollut, koska istutustaimikoita oli hyvin vähän. Tyypillisiä tunnettuja taimikko- ja muita tuhonaiheuttajia Lapissa oli tuohon aikaan männynthalvihome, tervasroso, tykky, kaar-nakuoriaiset, myrsky ja poro. Taudinaiheuttajina vähemmän tunnettuja olivat versosurma, männynharmaakariste, kasvuhäiriö, hirvi, lapinmyyrä, mäntypistiäiset, männynversoruoste ja poro lehtipuun osalta. (Jalkanen 2005a, 78–79.)

Kun metsiä alettiin uudistaa 1950-luvulla enemmän viljelemällä, se toi mukanaan massiiviset taimikkotuhot. Tuhonaiheuttajien lisääntymisen kannalta ratkaisevaa oli voimakkaan maanmuokkauksen käyttöönotto, kuusikoiden uudistaminen männylle, taimituotanto, vesakontorjunta, korkeiden maiden ja suomet-sien metsätalouuskäyttöönotto ja peltojen metsitys. (Jalkanen 2005a, 79.)

2.3 Tuhot 1954–1990-luvun alku

Surmakka tunnettiin sienenä jo 1890-luvulla, mutta versosurman laaja-alaisia tuhoja on Lapissa ollut 1960-luvun lopulla, vuonna 1982 ja lievänä 1994. Korkeiden maiden uudistusalojen ongelmana oli männynthalvihome. Eteläisessä Lapissa männynviljelyaloilla riesana oli männynversoruoste, joka oli seurausta uudistamisen myötä runsastuneesta haapavesakosta, joskin männynversoruoste on 2000-luvun taitetta lähestyttäessä käynyt vähiin. Hirvituhot puolestaan ovat nousseet 1980-luvun puolivälistä alkaen Lapin taloudellisesti merkittävimmäksi taimikkotuhojen aiheuttajaksi. Etelä-Lapissa ja Lapin kolmion alueella hirvi on

syönyt joka kolmatta viljeltyä männyntainta. Männynharmaakariste, jota ei Lapissa aiemmin tunnettu, yleistyi 1980- ja 1990-luvun alkupuolen epidemioissa Kittilän ja Sodankylän pohjoisosia myöten. Tauti saavutti 2000-luvulla jo männyn metsärajan. Harmaakariste teki pahempaa tuhoa Lapissa etenkin rehevissä männyntaimikoissa noin kymmenen vuoden välein. (Jalkanen 2005a, 79–80.)

Aggressiivista tervasrosaa on havaittu olevan erityisesti viljavien maiden istutusmänniköissä, mutta myös luontaisesti syntyneissä nuorissa metsissä sitä on tavattu. Se on voinut tarttua aarien tai jopa hehtaarien alalla kaikkiin nuoriin mäntyihin. Puustoisilla ojitetuilla soilla on lapinmyyrä aiheuttanut merkittäviä tuhoja. Mäntykirvaa on tavattu viljelytaimikoissa, mutta ytimennävertäjien tuhot on olleet laskussa metsätuholain myötä. Tällä aikakaudella oli myös Lapin mäntyjen neulaskato kesällä 1987 ja metsävauriovyöhykkeet tunturien rinteillä (red belt). Sekä edellisiin ilmiöihin että 1960-luvulla kylmien säiden ja tunturimittareiden heikentämien koivikoiden tundrautumiseen on liitetty poron laidunnus. Pohjois-Suomessa riehui 1980-luvulla useita myrskyjä kuten Mauri 1982, Jeremias 1984, Susanna 1985, Sirkka 1985 ja Manta 1985. (Jalkanen 1989, 33–34; Jalkanen 2005a, 80.)

2.4 Tuhot vuosituhannen vaihteessa

Vuosituhannen vaihteessa metsänuudistamisessa on siirrytty viljelystä kohti luontaista uudistamista ja maanmuokkausmenetelmiä on kevennetty. Maanmuokkaus on vähemmän maanpintaa paljastavaa ja vähemmän maanpinnasta kohoavaa. Lievemmän maanmuokkauksen ja luontaisen uudistamisen vuoksi taimien alkukehitys hidastuu, jolloin ne altistuvat tuhoille pidemmän aikaa. Lapissa perkaamattomat taimikot houkuttelevat hirveä syömään mäntyä ja jos hoitamattomuus ulottuu myös kasvatusmetsiin, surmakan mahdollisuudet lisääntyvät. Luontaisen uudistamisen yleistymisen myötä mäntytaimikoita syntyy reheville maille vähemmän, mikä heikentää harmaakaristeen ja versoruosteen mahdollisuuksia. Kuusi on nostanut suosiotaan viljelypuulajina, mikä vähentää metsätuhoja yleisesti. (Jalkanen 2005a, 81.)

Vuonna 2001 inventoitiin Lapin lain (laki Lapin vajaatuottoisten metsien kunnostamisesta) rahoituksella Lapin ja Kuusamon yksityismaille 1984–1995 perustetut taimikot. Edellä mainittujen vuosien aikana tehtyjen 20 000 hankkeen joukosta arvottiin 1 000 hanketta, joissa oli 1 800 kuviota, joista lopulliseen maastointointiin arvottiin 300 kuviota, joista inventoitiin lopulta 265 kuviota. Kuvioilta kerättiin metsätuhotiedot kaikista koealoille (a' 20 m²) sattuneista viljelytaimista ja kasvatuskelpoisista luonnontaimista. Kaikista mitatuista viljelytaimista 44,8 prosentilla oli merkkejä jostakin tuhonaiheuttajasta (Taulukko 1). (Penttinen ym. 2002, 39–40.)

Taulukko 1. Tuhonaiheuttajaryhmien jakautuminen Lapin laki aineistossa (Penttinen ym. 2002)

| | |
|-----------------------------|--------|
| Sienitaudit | 52,0 % |
| Eläintuhot | 20,9 % |
| Muut tunnistetut tuhot | 19,8 % |
| Tunnistamatta jääneet tuhot | 7,3 % |

Männyllä havaitut yleisimmät sienitaudit olivat männyntalvihome, jota esiintyi 24,5 prosentilla viljelytaimista, männynversoruoste (10,3 %), harmaakariste (3,9 %) ja versosurma (3,8 %). Sen sijaan vuonna 2001 tehdyssä inventoinnissa ei tervasroso vielä ollut iskeytynyt merkittävästi Lapin 5–17-vuotiaisiin viljelytaimikoihin. Yleisimmät eläintuhot männyllä olivat hirvi 16,1 prosentilla, pihkakääriäinen 0,4 prosentilla ja mäntykirva 0,4 prosentilla kaikista viljelytaimista. Muita tuhoja männyllä olivat muun muassa vesojen ja naapuripuiden aiheuttamat tuhot sekä lumituhot. Vesoista kärsi viisi prosenttia ja lumesta kolme prosenttia viljelytaimista. Kuusen yleisimmät sienitaudit olivat kuusentalvihome ja kuusensuopursuruoste. Kuusentalvihometta esiintyi 12 prosentilla ja kuusensuopursuruostetta 0,5 prosentilla istutetuista taimista. Muista tuhoista kuusen taimien kasvua haittasivat eniten vesat, halla ja heinäisyys. (Penttinen ym. 2002, 39–40.)

2.5 Metsätuhot nykyään

Nykyään Lapissa tuhonaiheuttajat vaarantavat taimien terveydentilaa niin, että metsien kasvu ja kehittyminen ovat vaarassa kaikissa kehitysluokissa. Taimia haittaavat niiden kehityksen alkuvaiheessa muun muassa taimipoltesienet, kanalinnut, kuivuus, märkyys, rouste, eroosio, alhainen lämpötila, lumi ja ravinneperäiset kasvuhäiriöt. (Jalkanen, Aalto & Närhi 2013, 76.)

Varttuneemmilla taimilla on Lapissa monia kehitystä haittaavia taudinaiheuttajia. Merkittävin taudinaiheuttaja männyllä on männyntalvihome, jota esiintyy vuosittain laaja-alaisesti. Kuitenkin hirvi aiheuttaa Lapin taimikoissa taloudellisesti merkittävimmät tuhot. Tervasroso on edelleen jatkanut leviämistään Lapissa ja on yksi pohjoisen merkittävimmistä ja yleisimmistä tuhonaiheuttajista. Tervasroso itiöi edelleen Lapissa vanhoilla tuhoalueilla (Heino & Pouttu 2014, 10). Vielä muutama vuosikymmen sitten tervasrosoa pidettiin varttuneempien metsien tautina, mutta nykyään tervasrosan aggressiivinen tyyppi leviää nopeasti pohjoisen taimikoissa ja nuorissa kasvatusmetsissä. (Jalkanen ym. 2013, 76.)

Lapissa tavataan myös versosurmaa, männynversoruostetta ja mäntykoroa. Harmaakariste on ollut 2000-luvulla yleinen Lapin taimikoissa. Myyrät ovat olleet Lapissa tavallisia tuholaisia, kunnes huippuunsa kohonneet kannat romahtivat joulukuussa 2011. Poro on säilyttänyt asemansa tuhoten männyn taimia jo sirkkataimesta lähtien kaivaessaan ravintoa lumen alta. Poro myös lisää taimien riskiä kärsiä kuivuudesta jäkälämaiden ylläidunnuksen vuoksi ja hankaa sarvillaan jo vakiintuneita taimia hengiltä. Poro myös haittaa koivun kasvatusta merkittävästi. Muita tuhonaiheuttajia Lapissa ovat muun muassa pilkkumäntypistiäinen, juurinilurit, mäntykirva, kuplamörsky ja koukkulatvatauti. (Jalkanen ym. 2013, 76.)

2.6 Metsätuhot tulevaisuudessa

Hiilidioksidipitoisuuden nousu yhdessä muiden kasvihuonekaasujen kanssa johtaa ilmaston lämpenemiseen. Ilmatieteenlaitos on ennustanut lämpötilan vuosikeskiarvon nousevan seuraavan sadan vuoden aikana 2–6 celsiusastetta. Poh-

jois-Suomessa lämpötilan on ennustettu nousevan enemmän kuin Etelä-Suomessa. Lisäksi sademäärien on ennustettu nousevan 12–25 prosenttia ja siinäkin muutos on suurempi Pohjois-Suomessa. Jää nähtäväksi, miten ennustetut ilmaston lämpeneminen ja kosteuden lisääntyminen vaikuttavat tuhonaiheuttajiin metsissä. Alhainen lämpösumma rajoittaa hyönteisten yleisyyttä ja levinneisyyttä, kun taas lämpiminä kesinä voi tuhohyönteisiä kehittyä kaksikin sukupolvea. Lisääntynyt kosteus taas suosii sienitauteja, joiden itiöt tarvitsevat itääkseen kosteutta. Muita tekijöitä taudinaiheuttajien lisääntymiselle voi olla korkea sademäärä ja ilman kosteus kasvukauden aikana. Lauhat talvet taas edistävät sienten kasvua infektion saanneissa männyissä. (Uotila, Kasanen & Heliövaara 2015, 37–39.)

Kun ilmasto lämpenee, kasvukausi pitenee ja lämpösumma kasvaa. Tämän ansiosta Suomen puuston kokonaiskasvu lisääntyy ja metsään sitoutuneen hiilen määrä kasvaa. Suhteellisesti puuston kasvun on arvioitu lisääntyvän eniten Pohjois-Suomessa. Ilmastonmuutos edellyttää tuhoriskien tarkempaa huomioon ottamista metsänkasvatuksessa, sillä ilmaston lämpeneminen lisää sellaisia taudinaiheuttajia, joita Suomen kylmä ilmasto on ennen ehkäissyt. Tuhoriskit vaihtelevat puulajeittain, kasvupaikoittain ja maantieteellisesti. Onkin tärkeää tunnistaa ilmastonmuutoksen metsille aiheuttamat riskitekijät ajoissa ja puuttua niihin hyvissä ajoin. (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo & Väisänen 2014, 29, 51.)

Normaaleina kasvukausina metsänuudistaminen onnistuu varmasti tulevaisuudessaakin Pohjois-Suomessa, kun se tehdään nykyisten suositusten mukaisesti. Puulajit kannattaa valita kasvupaikan viljavuuden mukaan, ja viljelyyn käytetään alueelle soveltuvaa alkuperää. Äärevillä kasvupaikoilla kannattaa välttää avohakkuuta. Uudistettaessa kannattaa ottaa huomioon uudistusalan tautia edistävät ekologiset tekijät ja valita menetelmät, jotka nopeuttavat taimikon alkukehitystä. Uudistusalat kannattaa käsitellä sopivilla menetelmillä, jotka vähentävät taudinaiheuttajien leviämistä. (Kurkela 2002, 80.)

Pohjois-Suomessa puut kasvavat hitaasti ja ilmasto- ja muut ympäristötekijät voivat olla kohtalokkaita muutoksiin sopeutumattomille puille. Ankara ilmasto voi tappaa puita suoraan tai heikentää niitä niin, että ne altistuvat muille tuhonaiheuttajille. Paras keino torjua tuhoja onkin, että puulajeja kasvatetaan niille sopivilla kasvupaikoilla ja sillä kasvunopeudella, johon ne ovat pitkien aikojen kuluessa sopeutuneet. Tavalla tai toisella kiihdytetty puun kasvu Lapin oloissa lisää puiden alttiutta tuhoille. (Jalkanen 1989, 33,45.)

Tuhoista puhuttaessa tulokaslajit ja vieraslajit ovat jääneet vähälle huomiolle. Varsinkin mänty on puulajeistamme alttein vieraille tuholaisille. Tulokaslajit leviävät uusille alueille omin avuin, kun taas vieraslajit leviävät ihmisen toiminnan seurauksena. Sienilajit voivat levitä mantereelta toiselle jopa tuulen mukana. Hyönteisten leviäminen sen sijaan on huomattavasti hitaampaa. Uusia lajeja voi levitä pakkausmateriaaleissa ja käsittelemättömän puutavaran mukana. Tulokas- ja vieraslajien määrä voi kasvaa tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen, kansainvälisen kaupan, liikenteen ja turismin myötä. Tulokas- ja vieraslajien seurantaan joudutaankin varmasti tulevaisuudessa kiinnittämään entistä enemmän huomiota. (Honkaniemi 2014, 180; Uotila ym. 2015, 42.)

3 TERVASROSO

3.1 Taudin kuvaus

Tervasrosoa esiintyy kaikkialla Suomessa, mutta yleisimmin sitä tavataan Pohjois-Suomessa. Tervasroso aiheuttaa pitkiä tummia pihkaisia koroja kaikenikäisiin mäntyihin. Tervasroso on yksi yleisimmistä männyn taudeista Suomessa ja sitä on esiintynyt Suomen metsissä jo vuosituhansia. Usein tervasroso tappaa puun latvaosan koron yläpuolelta ja jos koro on latvuksen alapuolella, puu kuolee. (Väkevä, Kaitera, Kankaanhuhta & Lipponen 2000.)

Tervasrosoa aiheuttaa kaksi eri ruostesienityyppiä, männystä mäntyyn leviävä *Peridermium pini* ja väli-isäntäkasvia käyttävä *Cronartium flaccidum*. Väli-isäntäkasveina toimivat metsämaitikka, kuusiot, pionit ja käärmeenpistoyrtti. Metsämaitikkaa esiintyy kaikkialla Suomessa ja se onkin merkittävin tervasrosan isäntäkasveista. (Kasanen 2009, 118.)

3.2 Ruostesieni

Ruostesienet kuuluvat kantasienten kaareen, *Urediniomycetes*-luokkaan ja *Uredinales*-lahkoon, jossa on useita heimoja. Ruostesienet viihtyvät kosteissa oloissa, ja sateiset lämpimät kesät ovat niiden leviämislle otollisia. Kostean sään vaatii yleensä kantaitiöiden muodostuminen, kun taas helmi- ja kesäitiöt leviävät parhaiten kuivalla säällä. (Kasanen 2009, 45.)

Ruostesienet ovat biotrofeja, jotka tarvitsevat elävän isäntäkasvin ja niinpä ne eivät yleensä tapa isäntäkasviaan. Ruostesienet voivat olla yksi-isäntäisiä eli autoeekkisiä tai kaksi-isäntäisiä eli heteroeekkisiä. Ruostesienten itiöasteista isäntäkasveja infektoivat kesäitiöt (urediosporit), kantaitiöt (basidiosporit) ja helmi-itiöt (eekiosporit). Männyn tunnetuimpiin ruostesieniin kuuluu tervasroso sekä verso- ja neulasruosteet. (Kasanen 2009, 45.)

3.3 Tartunta ja elinkierto

Tartunta tapahtuu helmi-itiöiden (*Peridermium pini*) avulla suoraan männystä mäntyyn tai kantaitiöiden (*Cronartium flaccidum*) avulla väli-isäntäkasvista mäntyyn. Tartunta tapahtuu yleensä kuorella olevien pienten vioittumien, hyönteisten aiheuttamien vioittumien tai neulasten ilmarakojen kautta, josta itiö kasvat-
taa iturihman kuoren solukkoon. Tartuntakohdasta sisään tunkeutunut iturih-
masto kasvaa kuorisolukossa kohti runkoa. Eteneminen voi pysähtyä jo seuraava-
vana kesänä, mutta suurissa puissa se voi jatkua useita vuosia ja elää jopa
vuosikymmeniä. Siihen kohtaan mihin iturihmaston eteneminen päättyy, sieni ai-
heuttaa epänormaalia solukon laajenemista. (Kurkela 1994, 241; Väkevä ym.
2000.)

Tervasrososienen taudinaiheuttamiskyky vaihtelee sekä eri sienipopulaatioiden
välillä että niiden sisällä. Männyn tartutuskokeissa jotkut pohjoissuomalaiset sie-
nialkuperät ovat voimakkaampia taudinaiheuttajia kuin eteläsuomalaiset sienial-
kuperät. Myös mänty yksilöiden välillä näyttäisi olevan perinnöllisiä eroja tervas-
rososion kestävydessä. Joissakin rungoissa voi olla useita tartuntoja, kun vierei-
set rungot ovat terveitä. (Kaitera 2009, 15–16; Uotila ym. 2015, 106.)

Rungon kohta, johon tervasroso on tarttunut, turpoaa, pihkoittuu ja lopuksi sii-
hen kehittyy koro (roso). Tartunnan saamisesta 1–2 vuoden kuluttua paisunee-
seen kohtaan syntyy ensin loppukesästä sienen pikkukuromapullot. Kun tartun-
nasta on kulunut 2–4 vuotta, paisuneeseen kohtaan kehittyy alkukesästä run-
saasti sienen helmi-itiöpesäkkeitä. Sieni hidastaa vuosiluston kasvua usean
vuoden ajan ja lopulta jälsikerros kuolee ja aiheuttaa solukkoon muutoksia. Hel-
mi-itiöpesäkkeiden muodostumisen jälkeen vioittunut kuorisolukko kuolee. Sitä
ennen sienen rihmasto on kasvanut viereiseen terveeseen kuorisolukkoon muo-
dostaen siellä seuraavana kesänä uusia helmi-itiöpesäkkeitä. Näin tervasroso
etenee vuosia ja lopulta se voi edetä rungon ympäri ja tappaa kuoren estäen
veden kuljetuksen, jolloin tartuntakohdan yläpuolinen osa puusta kuolee. Kuo-
ren kuoltua sienen saastuttama kohta rungosta pihkoittuu voimakkaasti, ja myö-
hemmin kuori muuttuu mustaksi varisten lopulta pois, jolloin harmaa puun pinta
jää näkyviin. (Kurkela 1994, 241–242; Väkevä ym. 2000.)

Taudin eteneminen männyssä riippuu siitä, onko tauti tarttunut väli-isäntäkasvista vai toisesta männystä. Jos tartunta on tullut nuoreen mäntyyn väli-isäntäkasvin välityksellä, sienen kasvu neulasesta oksaan kestää pitempään kuin jos tartunta olisi tullut toisesta männystä. Väli-isännän kautta tullessa tartunnassa on pidempi tartunta- ja itiöntiaika kuin männystä mäntyyn leviävässä muodossa. Kun väli-isäntäkasvista levinnyt sieni itiöi ensimmäisen kerran, tartunnan saaneet oksat kuolevat jo samana vuonna. Jos sieni on tarttunut oksaan lähelle runkoa voi runko kuolla nopeasti muutamassa vuodessa. Männystä mäntyyn leviävässä muodossa taas tartunnan saaneet oksat voivat itiöidä useita vuosia ennen kuolemistaan. (Kaitera 2009, 15.)

Tervasroso sieni talvehtii männyn kuoressa rihmastona, josta touko–heinäkuussa kehittyvät helmi-itiöt leviävät tuulen mukana joko edelleen mäntyyn (*P. pini*) tai väli-isäntäkasviin (*C. flaccidum*). Hyönteiset kuten latvapikikärsäkkäät voivat toimia taudin levittäjinä, koska pihkaa vuotavat korot houkuttelevat niitä puoleensa. Ne saavat itiöitä pinnallensa ja kuljettavat niitä mukanaan toisiin mäntyihiin (Kasanen 2009, 117). Kesäitiöpesäkkeet muodostuvat keskikesällä väli-isäntäkasvin lehdissä, joita seuraavat talvi-itiöpesäkkeet loppukesällä. Kun pesäkkeet itävät loppukesästä, niihin kehittyy itiökannat kantaitiöineen. Niiden avulla sieni leviää edelleen mäntyyn. (Väkevä ym. 2000.)

3.4 Tunnistus

Tervasrosan tunnistaa parhaiten männyn kuivasta latvasta ja yksittäisten oksien kellastumisena ja kuolemisena sekä pitkästä tummasta pihkaa vuotavasta korosta männyn rungolla. Nämä tuntomerkit on helpoin havaita varttuneemmissa puissa, joissa tauti on edennyt pitkälle ja latva on kuollut ja koro on selvästi nähtävissä (Kuvio 1). Taudin voi havaita ennen koron muodostumista oksan tai rungon turpoamisesta ja voimakkaasta pihkoittumisesta, kun puu puolustautuu sientä vastaan. Taudin voi havaita myös oranssinvalkoisten helmi-itiöpesäkkeiden perusteella, jotka ovat männyn rungolla touko–heinäkuussa. Tervasrosan itiöpesäkkeiden löytäminen on hankalaa, koska ne ovat yleensä korkealla latvuksessa, eivätkä erotu maasta katsottuna. Nuoressa metsässä helmi-itiöpussit

kuitenkin löytyvät puiden alaoksilta tai alhaalta rungosta. (Kurkela 1994, 241; Väkevä ym. 2000; Kasanen 2009, 116.)



Kuvio 1. Tervasrosan tappama männynlatva (kuva Risto Jalkanen)

Taimesta tervasrosan tunnistaa helpoiten yksittäisten oksien kuolemista, latvakuolemista tai kokonaisten taimien kuolemista. Siemen lisääntymispaikka rungossa tai oksassa on lähes poikkeuksetta rungon muita kohtia paksumpi ja kasvukauden aikana runsaasti pihkoittunut (Kuvio 2). (Jalkanen ym. 2013, 77–78.)



Kuvio 2. Tervasrosoa taimikossa (kuva Risto Jalkanen)

3.5 Vaikutukset metsätalouteen

Tervasroso aiheuttaa metsätaloudelle merkittäviä tappioita varsinkin Pohjois-Suomessa, joskin tautia on yleisenä koko maassa. Lapin metsäkeskuksen alueella tervasroso aiheuttaa tuhoa yhteensä 3,5 prosentilla metsämaan pinta-alasta. Vastaava luku Pohjois-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueella on 1,7 prosenttia, Kainuussa kaksi prosenttia, kun taas Pirkanmaalla ja Pohjois-Karjalassa tervasrosan vaurioittamia puita on 0,8 prosentilla metsämaan pinta-alasta. Pohjois-Suomessa taudin merkitystä kuvaa se, että Lapin metsäkeskuksen alueella tervasroso aiheuttaa 7,9 prosenttia vakaviksi luokitelluista tuhoista. (Kasanen 2009, 116–117.)

Yksittäisissä metsiköissä tehtyjen inventointien perusteella tervasroso voi aiheuttaa vikoja jopa kolmasosaan metsikön runkoluvusta. Jos koro on rungossa, eikä koron yläpuolinen osa kuole, tukki- ja kuitupuun tilavuustappio on vähäistä. Latvan kuoleminen taas aiheuttaa rungon tukkiosuudelle kymmenen prosentin

ja kuitupuulle 14 prosentin tilavuustappion. Tukkosassa oleva koro voi pilata koko tukin, joten sen merkitys sahatavaran määrään on suuri. Sahatavaran saantoa runkokorot vähentävät 34 prosenttia ja latvan kuoleminen 22 prosenttia. Runkokorot vähentävät tukin markkina-arvoa 18 prosenttia ja latvan kuoleminen 15 prosenttia. Voidaankin todeta, että tervasrosotartunnan saaneessa metsikössä taloudelliset tappiot ovat varsin merkittäviä. (Kaitera, Aalto & Jalakainen 1994, 376–381.)

3.6 Torjunta

Tervasroson torjuntaan on olemassa muutamia käytäntöjä, joiden avulla metsikön sairastumista voidaan ehkäistä ja siten vähentää metsänomistajalle koituvia taloudellisia tappioita. Tervasrosoiset puut on syytä poistaa taimikonhoidon ja harvennuksen yhteydessä, koska tauti voi levitä edelleen terveisiin puihin. Metsiköissä, joissa tautia esiintyy runsaasti ja kroonisena, sairaiden puiden poistamista olisi harkittava useammin kuin pelkästään normaalien harvennuksien yhteydessä (Kaitera & Nuorteva 2001, 466). Harvennukset ja taimikonhoidot olisi hoidettava ajallaan, koska viivästyneet harvennukset lisäävät taudin leviämistä edelleen. Tervasrosoisia puita ei tulisi käyttää uudistettaessa siemenpuina, koska alttius taudille on perinnöllistä. Siementen ja taimien alkuperä olisi hyvä olla tiedossa, ettei käytetä taudille altista materiaalia. (Väkevä ym. 2000.)

Reheville ja tuoreille kasvupaikoille mäntyä viljellessä tulee ottaa huomioon, että rehevät kasvupaikat ovat alttiimpia tervasrosolle, varsinkin jos alueella kasvaa runsaasti metsämaitikkaa, joka toimii tervasroson väli-isäntäkasvina. Kasvatuslannoitus voi myös lisätä tervasrosoa. (Väkevä ym. 2000.)

Tervasrosan aggressiivisen muodon torjuminen on hankalampaa. Silloin, kun tauti on tappanut puun oksan eli tuhon voi havaita selvästi, itiöinti on jo tapahtunut. Näin yksittäisen puun poisto harvennuksessa ei välttämättä vähennä sienien leviämistä merkittävästi. Väli-isäntäkasvin kautta levinnyt tartunta voi myös puhjeta vasta vuosien kuluttua tartunnasta ja näin sen havaitseminen on vaikeaa. Tässä vaiheessa puun poistolla estettäisiin vielä uudet tartunnat, mutta taudin havaitseminen on hankalaa. (Kaitera 2009, 16.)

3.7 Tervasroso Pohjois-Suomessa

Tervasroso on Lapissa yksi männyn vakavimmista metsän taudeista. Tervasrosaa aiheuttavaa sientä on kahta tyyppiä, männystä mäntyyn leviävä *Peridermium pini*, josta käytetään nimitystä perinteinen tervasroso ja väli-isäntäkasvia leviämiseensä käyttävä *Cronartium flaccidum*, josta käytetään nimeä aggressiivinen tervasroso. Ennen tervasrosaa pidettiin varttuneempien metsien tautina, mutta nykyään aggressiivinen tervasroso leviää Pohjois-Suomessa voimakkaasti. Varsinkin väli-isäntäkasvia käyttävä taudin aggressiivinen muoto lisääntyy Pohjois-Suomen taimikoissa ja nuorissa kasvatusmetsissä. (Jalkanen 2014, 31.)

VMI7:n yhteydessä vuonna 1982 Kuusamosta kerätyn tervasrosoaineiston perusteella todettiin ainoastaan yhdellä taimella tervasroso, kun kaikista koepuista tervasrosaa oli 3,3 prosentilla. Tervasroso keskittyi lähinnä uudistuskypsiin metsiin sekä varttuneisiin ja nuoriin kasvatusmetsiin, mutta tautia havaittiin hieman myös riukuvaiheen metsiköissä (Jalkanen 1988, 27). Kuitenkin jo 1980-luvun alussa Pohjois-Karjalassa, Kainuussa ja Etelä-Lapissa oli taimikoita, joissa tervasrosaa oli merkittävästi haitaten männyn kasvua. Samansuuntaisia havaintoja tehtiin myös Pohjois-Pohjassa Ruotsissa 1990-luvulla. Kahdesta lappilaisesta metsiköstä eristettiin 1990-luvun lopulla tervasrososieni, joka poikkesi geneettisesti perinteisestä tervasrososta. Aiheuttajana oli siis tervasroson aggressiivinen tyyppi. (Jalkanen 2014, 31.)

3.7.1 Aggressiivisen tervasrosan esiintyminen Pohjois-Suomessa

Suomessa aggressiivisen tervasrosan tuhot keskittyvät Pohjois-Suomeen ja metsämaitikan reheville kasvupaikoille (Kaitera 2009, 17). Pahimmat tuhot keskittyvät vyöhykkeelle Länsi-Lapista Kainuuseen, mutta koko Pohjois-Suomi on potentiaalista aluetta aggressiiviselle tervasrosolle (Jalkanen 2011, 14). Lapin valtionmailla tervasrosaa on havaittu olevan noin 5 000 hehtaarin alueella. Tautia esiintyy todennäköisesti samassa laajuudessa myös Lapin yksityismailla, jolloin tervasrosaa voidaan arvioida esiintyvän yhteensä noin 10 000 hehtaarin alueella. (Lindholm 2015.)

VMI11:ssä (2009–2013) kirjattiin Lapissa kaikkiaan 17 koealan keskipistettä, joissa esiintyi tervasrosaa kehitysluokissa kaksi ja kolme (nuoret ja varttuneet taimikot). Luonnonvarakeskus inventoi edellä mainitut kohteet sekä 13 tervettä kohdetta 2014 kesällä. Koealat jakaantuivat ympäri Lappia, mutta tervasrosoisten kuvioiden painopiste oli länsirajalla sekä Sodankylän luoteisosissa ja Kittilän pohjoisosissa. Kaikkiaan tervasrosaa löytyi 14 taimikosta, joissa tervasrosoisuus oli 1–60 prosenttia. Kaikissa 30 taimikossa tervasrosoisuus oli keskimäärin 7,8 prosenttia. (Jalkanen 2014, 33.)

Kun edellisiin tuloksiin lisätään koosteet, jotka saatiin Lapin metsäsuunnittelijoille ja Metsähallituksen suunnittelijoille suunnatusta kyselystä, näyttäisi Lapissa olevan suuren tervasrosoriskin alueita neljä (Kuvio 3): Kittilän lehtokeskus, Tornionjokivarsi (Kolari–Pello–Ylitornio), Lapin kolmion lehtokeskus (erityisesti Kemijoen itäpuoli) ja Kemijokivarren vaaramaat (Kivaloiden vaaramaat) Kemijärvellä ja Rovaniemellä. Vähiten tautihavaintoja oli riskialueiden ulkopuolisilla alueilla Keski-Lapissa ja Itä-Lapissa. (Jalkanen 2014, 33.)



Kuvio 3. Tervasrosan riskialueet Lapissa

3.7.2 Tervasrosan elinympäristö

Perinteistä tervasrosoa tapaa mäntyvaltaisissa vanhoissa ja varttuneissa metsissä. Mitä pidempi aika on kulunut edellisestä hakkuusta, sitä runsaampana tervasrosoa esiintyy. Aggressiivista tyyppiä taas esiintyy mäntytaimikoissa ja mäntyvaltaisissa nuorissa kasvatusmetsissä. Aggressiivisen tervasrosan riskikohteita ovat avohakkuun, muokkauksen ja viljelyn kautta parantuneisiin olosuhteisiin syntyneet männyntaimikot ja ensiharvennusvaiheessa olevat männiköt tuoreilla ja lehtomaisilla kankailla. Tervasrosan aggressiivinen tyyppi viihtyy siis elinvoimaisissa hyväkasvuisissa männiköissä. Lapissa männyn kannalta parantuneista olosuhteista on syytä mainita ainakin viljelymateriaalin alkuperä, viljavat kasvupaikat männylle (entiset kuusen maat), maanmuokkauksen myötä parantuneet lämpö-, vesi- ja ravinneolot, lämpimämmät kasvukaudet sekä ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kasvu. (Jalkanen 2014, 31–34.)

Pohjoisen vanhoissa luonnontilaisissa metsissä voi tervasrosoisten puiden määrä ylittää jopa kymmeneen prosenttiin metsikön runkoluvusta. Männystä 2–4 prosenttia on tervasrosaisia eli tervasroso on yksi yleisimmistä pohjoisen sienitaudeista. Varttuneissa metsissä tapaa männystä mäntyyn leviävää perinteistä tyyppiä, kun taas väli-isäntäkasvin välityksellä leviävää aggressiivista tyyppiä tavataan taimikoissa ja nuorissa kasvatusmetsissä. (Jalkanen 2005b, 53.)

Jo 1970-luvulla on eteläisessä Lapissa tavattu nuoria ja varttuneita taimikoita, joissa tervasrosotartunta on ollut lähes kaikissa männyyissä. Vastaavia havaintoja on myös tehty muualta Lapista, Pohjois-Pohjanmaalta, Kainuusta ja Pohjois-Karjalasta. Esiintymille on tyypillistä niiden pienialaisuus, vain muutamia aareja, jossa kaikki puut ovat saaneet tartunnan. Aggressiiviselle tyypille ovat tyypillisiä runsaat oksatartunnat; yhdessä puussa voi olla jopa kymmeniä oksatartuntoja. Näyttäisi, että mänty on alttiimpi tartunnoille, jos se kasvaa tuoreella tai sitä paremmilla kasvupaikoilla. Pohjois-Suomessa puun kasvu onkin viime vuosikymmeninä parantunut suhteellisesti eniten Suomessa, ja nämä taimikot tervasroso on löytänyt. (Jalkanen 2005b, 53.)

Erästä pohjoissuomalaista vakavasti tervasroson sairastuttamaa kylvömänniköä tarkasteltiin viiden vuoden ajan (1993–1997). Tutkimuksessa seurattiin sienien infektiotekijöiden kehitystä, itiöinnin kestoa ja sienien kasvua männyissä. Tutkimusalue oli pahoin tervasroson sairastuttama (67 % männyistä tervasrosoisia). Sairaissa männyissä oli keskimäärin 6,5 koroa, vaihtelun ollessa 1–24 koroa. Koroista 90 prosenttia oli oksissa ja kymmenen prosenttia rungossa. Koroja esiintyi vuosittain, mutta vuosittaisia huippujaikin oli havaittavissa. Suurin osa (82 %) koroista aloitti ja lopetti itiöintinsä tutkimuksen kuluessa itiöiden 1–2 vuotta. Kuitenkin osa (14 %) koroista jatkoi itiöintään koko tutkimuksen ajan, yli kuusi vuotta. Valtaosa (83 %) ensimmäistä kertaa itiöivästä itiöpesäkkeistä syntyi 5–10 vuotta vanhoihin versoihin, vaihteluvälin ollessa 3–20 vuotta. Vuotuinen itiöivän koron pituus oli 3,8–4,4 senttimetriä. (Kaitera 2000a, 73.)

3.7.3 Syitä aggressiivisen tervasroson yleistymiseen

Mahdollisia syitä aggressiivisen tervasroson yleistymiseen Pohjois-Suomessa on monia. Männyn viljely istuttamalla liian viljaville kasvupaikoille niin sanotuille entisille kuusen maille lisää tervasroson riskiä. Myös voimakas maanmuokkaus ja sitä kautta parantuneet kasvuolosuhteet lisäävät riskiä. Maanmuokkaus parantaa lämpötiloutta huomattavasti ja viiden senttimetrin syvyydeltä mitattuna tehoisan lämpötilan summa onkin 30–60 prosenttia korkeampi kuin muokkaamattomassa maassa. Lisäksi maanmuokkaus nopeuttaa ravinteiden vapautumista mikrobitoiminnan vilkastuessa. (Mälkönen 2003, 165.)

Lapissa on myös muutamia tervasrosolle altistavia lehtokeskusalueita. Alailma-kehän hiilidioksidipitoisuuden kasvu ja lämpimämmät kesät 1990- ja 2000-luvulla sekä kasvupaikkojen tuoreutuminen lisäävät osaltaan riskiä tervasroson yleistymiselle. Uudet isäntäkasvit kuten metsämitikka, jota esiintyy Suomen metsissä tuoreutumisen vuoksi runsaasti, lisäävät tervasroson leviämistä. On myös mahdollista, että Pohjois-Suomessa leviävä aggressiivinen tervasroso on geneettisesti ähräkämpää. (Jalkanen 2014, 33–34.)

Kasvupaikan tuoreutuminen tarkoittaa, että kasvupaikat paranevat ajan myötä. Etelä- ja Keski-Lapin kivennäismaiden metsämaalla tuoreiden kankaiden osuus on kasvanut 28 prosentista 56 prosenttiin 1970-luvulta 2000-luvulle. Mäntyvaltaisuus on kasvanut Lapin metsissä 1950-luvulta alkaen ja kuusen osuus vastaavasti vähentynyt. Tämä johtuu pitkälti siitä, että mäntyä on viljelty runsaasti kuusen maille viime vuosikymmeninä. (Jalkanen 2014, 33–34.)

Uudistamiskohteille kesällä 2001 tehdyn inventoinnin mukaan Lapissa ja Pohjois-Pohjanmaalla 1984–1995 uudistetuista aloista oli viljelty männylle 83 prosenttia, kuuselle 16 prosenttia ja koivulle 0,4 prosenttia (Hyppönen ym. 2003, 21). Metsämaan pinta-alasta Lapissa oli mäntyä 75,9 prosentilla ja kuusta 16,2 prosentilla vuonna 2009–2013 (Suomen tilastollinen vuosikirja 2014, 171). Lapissa alle 40-vuotiaiden metsien osuus metsämaan pinta-alasta on noussut 1950-luvulta lähtien ja Lapin kesät ovat lämmenneet viime vuosikymmeninä (Jalkanen 2014, 33–34).

Tervasrosoa on tavattu Lapin taimikoissa jo yli 20 vuoden ajan, mutta silti taudin vakavuus on tullut täysin esiin vasta viime vuosina. Taimikkotuhojen lisäksi on noussut huoli tuhoista nuorissa ensiharvennusikäisissä männiköissä, joissa jopa 50–70 prosentilla 40–60-vuotiaista männystä on tervasrosotartunta. Monesti tuhojen laajuus huomataan vasta ensiharvennuksen suunnittelun yhteydessä. On vielä epäselvää, onko epidemia alkanut riukuvaiheessa vai onko tauti edennyt jo taimikossa, eikä sitä ole huomattu. On myös epäselvää, kuinka kauan tauti voi edetä metsikössä ja jakaa uusia tartuntoja. (Jalkanen 2014, 31–32, 35.)

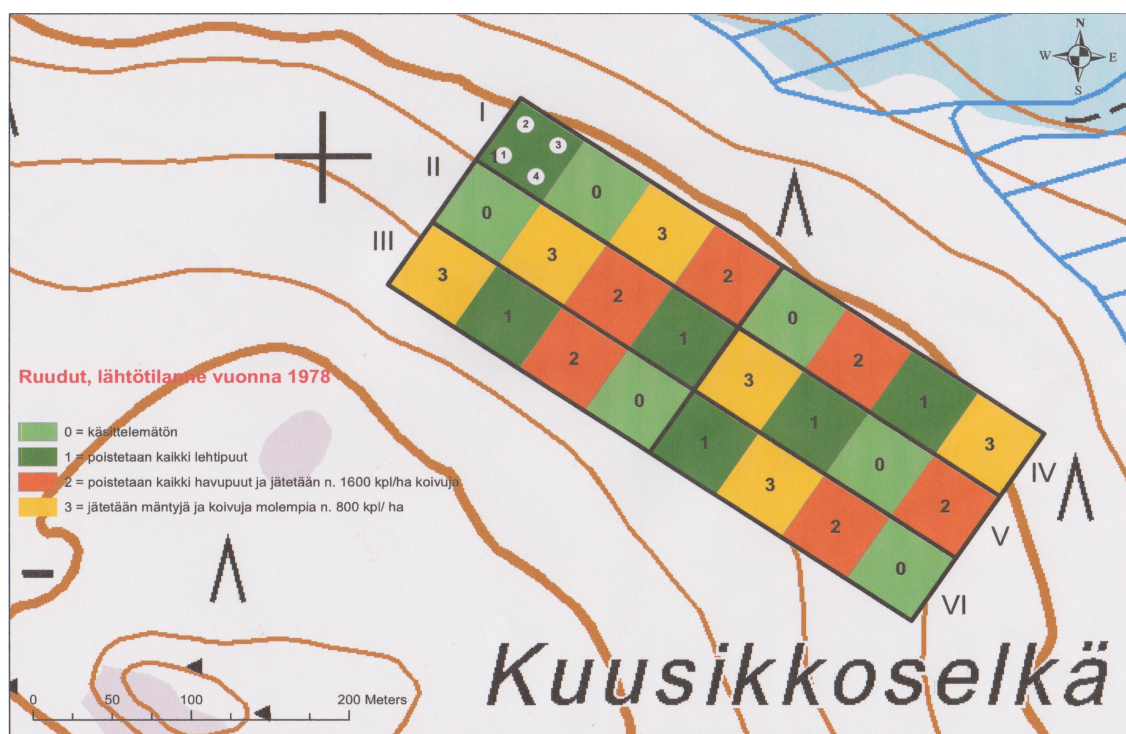
4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

4.1 Tutkimusalue

Tutkimusalue sijaitsee Hirvaan Kuusikkoselässä Rovaniemellä (Liite 1). Alun perin koe on perustettu mäntytaimikon perkauskohteeksi, ja kokeen tarkoituksena on ollut selvittää lehtipuuston vaikutusta tuotokseen. Koe on perustettu syyskesällä 1978 aurasalueelle, jolle on istutettu mäntyä vuonna 1974. Tutkimusalue on tuoretta kangasta. Alueelle on ollut tuolloin nousemassa runsaasti siemen- ja vesasyntyistä lehtipuuainesta. Reunametsän siemennyksen johdosta alueelle on syntynyt myös kuusta ja rauduskoivua.

Perkauskoee, joka on pinta-alaltaan kuuden hehtaarin kokoinen, on jaettu kuuheen lohkoon ja nämä edelleen neljään 50 x 50 metrin käsittelyruutuun. Ruudun pinta-ala on 0,25 hehtaaria, ja ruutuja on kaikkiaan 24 kappaletta. Jokaisella ruudulla on neljä numeroitua ympyräkoealaa ($r = 5,64$ m) pinta-alaltaan 100 neliometriä. Ympyräkoealojen, joita on yhteensä 96 kappaletta, keskipisteet on merkitty punaisilla paaluilla ja paikannettu DGPS-laitteella. Jokaisen ruudun puusto on perattu eri tavalla vuonna 1978. Käsittelytavat on numeroitu seuraavasti: 0 = käsittelemätön, 1 = poistettu kaikki lehtipuut (mäntykäsittely), 2 = poistettu kaikki havupuut ja jätetty noin 1 600 kappaletta hehtaarilla koivuja (koivukäsittely) ja 3 = jätetty sekä mäntyjä että koivuja noin 800 kappaletta hehtaarilla (mänty-koivukäsittely) (Kuvio 4).

Kuusikkoselän kokeessa tervasrososieni on levinnyt voimakkaasti. Tauti on aiheuttanut paikoin suurta tuhoa. Sienitartuntoja on niin latvassa kuin rungossa. Mittausprojektin yhteydessä kaikista ympyräkoealaan kuuluvista männyistä karotettiin tervasrosoisuus. Samalla kolmella (3, 5 ja 6) kokeen kuudesta lohkosta tervasrosoiset puut merkittiin maalaamalla. Harvennusta varten tehdyssä korjuusuunnitelmassa mainitaan metsikön olevan tervasrosainen ja että tervasrosoiset sekä muuten vikaiset lumituhopuut on poistettava (Liite 2). Koneenkuljettajan on tunnistettava ja poistettava rosopuut myös merkitsemättömältä alueelta eli lohkoilta 1, 2 ja 4.



Kuvio 4. Kuusikkoselän tutkimusalue

Kuusikkoselkään tehdyn mittausprojektin yhteydessä laskettiin tutkimusalueelta seuraavat summatunnukset. Summatunnukset on laskettu hehtaaria kohden (Taulukko 2).

Taulukko 2. Kuusikkoselän tutkimusalueen summatunnuksia

| | |
|---------------------------------------|--------|
| Runkoluku (ha) | 3 003 |
| Kokonaistilavuus (m ³ /ha) | 214,81 |
| -mänty (m ³ /ha) | 104,89 |
| -kuusi (m ³ /ha) | 10,02 |
| -koivu (m ³ /ha) | 99,90 |
| Keskipituus (m) | 11,20 |
| Keskiläpimitta (cm) | 10,59 |

Harvenuksessa runkoluku jouduttiin tiputtamaan paikoin harvaksi, koska korjuuohjeessa oli ohje poistaa kaikki tervarosoiset puut. Runkolukuun laskettiin mukaan ainoastaan rinnankorkeudelta yli 4,5 senttimetrin puut. Liitteessä 3 kuvataan puustoa ennen ja jälkeen harvennuksen.

4.2 Aineiston keruu

Tutkimusaineiston kerääminen suoritettiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäinen aineisto kerättiin mittausprojektin yhteydessä. Aineiston keräämiseen osallistui koko ryhmä A604M12. Aineisto kerättiin suoraan maastotietokoneille Excel-taulukkoon. Aineiston kerääminen toteutettiin touko–kesäkuussa 2015 noin viides-
sä päivässä kahdella kolmen henkilön ryhmällä. Toinen aineisto kerättiin ensiharvennuksen jälkeen huhtikuussa 2016. Sen keräämiseen osallistui lisäksi kolme henkilöä Luonnonvarakeskuksesta.

Ensimmäisessä inventoinnissa tiedot kerättiin ruuduittain siten, että jokaisesta ruudusta mitattiin neljä ympyräkoealaa ($r = 5,64 \text{ m}$). Nämä koealat sijoitettiin vanhojen koealojen paikoille, jotka oli merkitty maastoon paaluilla. Osa koealojen keskipisteen merkkipaaluista puuttui. Puuttuvat paalut sijoitettiin paikalleen DGPS -paikantimen avulla.

Keväällä 2015 koealojen kaikista läpimitaltaan yli 4,5 senttimetrin puista mitattiin seuraavat tiedot: puulaji, puujakso (päävaltapuu, lisävaltapuu, välipuu, aluspuu, alikasvos), puun läpimitta ($d_{1,3}$), puun sijainti (etäisyys ja suunta koealan keskipisteestä), puun pituus joka viidennestä puusta (ml. kuolleet), tervasrosoisuus männyn rungossa (1 = terve, 2 = koro alle viiden metrin korkeudella, 3 = koro vain yli viiden metrin korkeudella) ja onko puu elävä/kuollut. Kolmesta lohkosta (3, 5 ja 6) maalattiin kaikki löydetyt tervasrosoiset puut. Lisäksi selvitettiin käsittelyruudun kasvupaikkatyyppi ja maalaji (Liite 4).

Puun etäisyys keskipisteestä mitattiin Vertexin avulla kaikista rinnankorkeudelta yli 4,5 senttimetrin puista. Vertexin avulla mitattiin myös joka viidennen puun pituus. Suunta koealan keskipisteestä puuhun mitattiin bussolin avulla asteen tarkkuudella. Läpimitta mitattiin mittasaksilla koealan keskipistesuunnasta puun ollessa pyöreä, mutta epäsymmetrisistä rungoista ristimitalla.

Yksi mittausryhmän jäsen oli keskipaalulla ja mittasi puun suunnan ja etäisyyden keskipisteeseen sekä joka viidennen puun pituuden. Toinen jäsen kiersi pitäen Vertexin transponderia rinnankorkeudella mitattavassa puussa ja mittasi lä-

pimitan rinnankorkeudelta. Kolmas mittaja kirjasi tiedot maastotietokoneelle. Puulaji, puujakso, tervasrosoisuus ja koron korkeus katsottiin yhdessä, koska näin saatiin havainnot useasta eri suunnasta.

Myös toinen inventointi toteutettiin vanhojen koealojen paikoilla. Toiseen aineistoon kerättiin tiedot kaikista hakkuussa jääneistä puista ja mäntyjen tervasrosoisuudesta. Kaikki puut mitattiin hakkuun jälkeisen tervasrosoisuuden laskemiseksi. Tiedot vietiin samaan tiedostoon ensimmäisen aineiston kanssa. Puut paikannettiin ja yksilöitiin suunnan ja etäisyyden perusteella. Ensiharvennuksen jälkeen kerättävä aineisto antaa vastauksen, miten hyvin tervasrosoiset puut saatiin harvennuksen yhteydessä poistettua ja miten koron sijaintikorkeus vaikutti sen havaitsemiseen.

4.3 Aineiston käsittely

Tutkimus on määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus. Tutkimus perustuu mitattuun aineistoon ja aineiston käsittelyssä käytettiin tilastollisia menetelmiä.

Projektiopintojen yhteydessä aineisto kerättiin suoraan maastotietokoneella Excel-taulukoihin, jotka myöhemmin koostettiin yhdeksi aineistoksi. Aineisto järjestettiin ruuduittain ja puulajeittain järjestykseen sen tulkitsemisen helpottamiseksi. Aineistossa on yhteensä 2 883 mitattua puuta, joista mäntyjä oli 632 kappaletta ja niistä tervarosoisia oli 183 kappaletta. Aineistossa on seuraavat tiedot: toisto, ruutu, koeala, kasvupaikka, maalaji, puulaji, puujakso, puustoryhmä, etäisyys (cm), suunta, läpimitta rinnankorkeudelta (mm), pituus (dm) ja tervasrosoisuus. Hakkuun jälkeen kerättävää aineistoa varten lisättiin vielä poistamatta jääneille puille oma sarake, johon merkittiin hakkuussa jäänyt puu ja oliko se tervasrosoinen (Liite 4).

Aineisto ladattiin SPSS-ohjelmaan, jossa sitä analysoitiin ristiintaulukoimalla. Ristiintaulukoimalla saatiin kaikki tarvittavat muuttujat mukaan ja niiden riippuvuuksien tarkastelu voitiin suorittaa SPSS:n avulla luotettavasti. Tilastollista merkitsevyyttä testattiin Pearsonin khiin toiseen -testillä (χ^2 -testi). Osa tuloksiin tarvittavista tiedoista johdettiin ristiintaulukoinnin tuloksista. Näitä olivat runkolu-

vut (kpl/ha) ja kuolleiden puiden määrät (kpl/ha). Osa taulukoista ja kaavioista muokattiin SPSS-ohjelmistolla ja tallennettiin LibreOfficen laskentataulukkoon, jossa lopulliset kaaviot ja taulukot voitiin muokata LibreOfficen Calcia käyttäen. Näin voitiin varmistua, että taulukoita ja kaavioita voidaan muokata työn loppuun saakka.

Käsittelytavat nimettiin tämän tutkimuksen yhteydessä seuraavasti: käsittelemätön (= 0-ruudut), mäntykäsittely (= 1-ruudut, käsitelty männyn hyväksi poistamalla kaikki lehtipuut), koivukäsittely (= 2-ruudut, käsitelty koivun hyväksi poistamalla kaikki havupuut ja jättämällä koivuja n. 1600 kpl/ha) ja mänty-koivukäsittely (= 3-ruudut, käsitelty koivun ja männyn hyväksi jättämällä molempia n. 800 kpl/ha).

5 TUTKIMUKSEN TULOKSET

5.1 Taimikon perkauksen vaikutus tervasrosoisuuteen

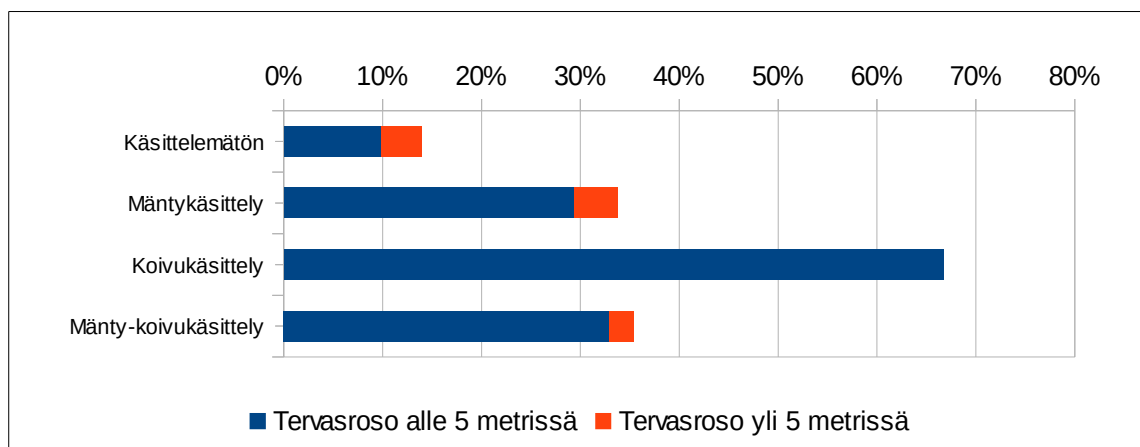
Koko kokeen mäntyjen tervasrosoisuus oli 29 prosenttia. Tervasroso oli rungossa alle viidessä metrissä 86,9 prosentilla ja yli viidessä metrissä 13,1 prosentilla männyistä. Kuviossa 5 on esitetty tervasrosoisuus käsittelyittäin.

Käsittelemättömillä ruuduilla tervasrosoa esiintyi keskimäärin 14 prosentilla männyistä. Tervasroso oli rungossa alle viiden metrin korkeudella 70,7 prosentilla ja yli viiden metrin korkeudella 29,3 prosentilla männyistä.

Mäntykäsittelyillä ruuduilla tervasrosoa oli keskimäärin 33,8 prosentilla männyistä. Tervasroso oli rungossa alle viiden metrin korkeudella 87,0 prosentilla ja yli viidessä metrissä 13,0 prosentilla männyistä.

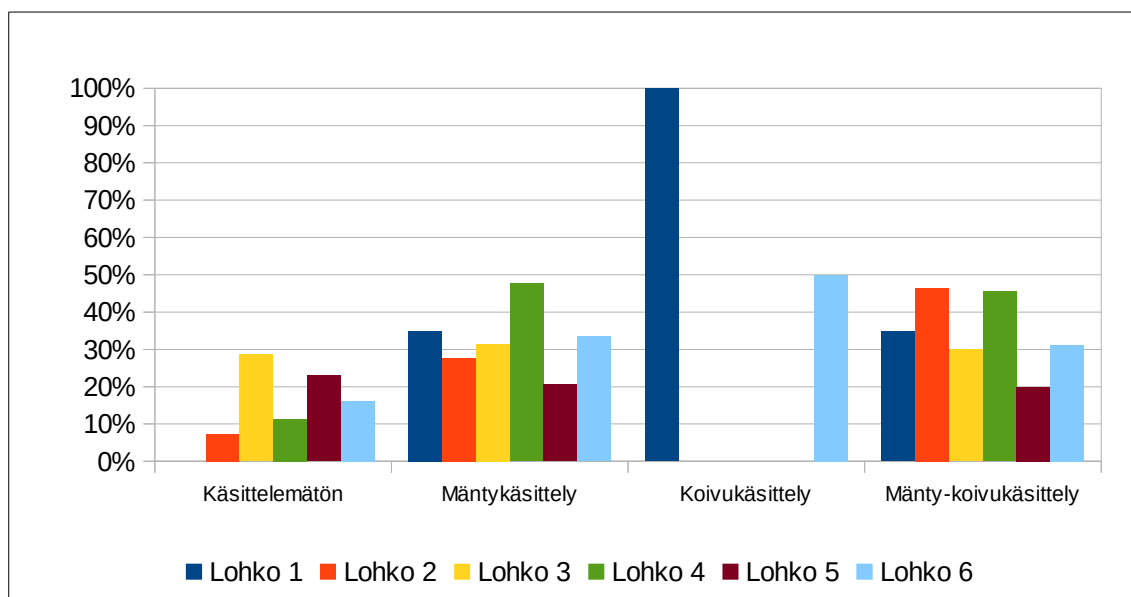
Koivukäsittelyillä ruuduilla tervasrosoa oli keskimäärin 66,7 prosentilla männyistä. Mäntyjä oli tässä käsittelyssä tosin vain 12 kappaletta hehtaarilla. Tervasrosoa oli rungoissa vain alle viiden metrin korkeudella.

Mänty-koivukäsittelyillä ruuduilla tervasrosoa oli keskimäärin 35,4 prosentilla männyistä. Tervasrosoa oli rungossa alle viiden metrin korkeudella 92,9 prosentilla ja yli viidessä metrissä 7,1 prosentilla männyistä.



Kuvio 5. Tervasrosoprosentit käsittelyittäin

Käsitlemättömillä ruuduilla tervasrosoisten mäntyjen osuus vaihteli lohkojen välillä 0–28,6 prosenttia. Mäntykäsittelyillä ruuduilla tervasrosan osuus vaihteli välillä 20,5–47,6 prosenttia. Koivukäsittelyillä ruuduilla tervasrosan osuus vaihteli välillä 0–100 prosenttia. Mänty-koivukäsittelyillä ruuduilla tervasrosan osuus vaihteli välillä 20–46,4 prosenttia (Kuvio 6).



Kuvio 6. Tervasrosan vaihtelut käsittelyittäin eri lohkoissa

Käsitlemättömillä ruuduilla oli tilastollisesti erittäin merkitsevästi vähiten tervasrosaa ($p < 0,001$), kun testattiin käsittelyiden välistä tervasrosoisuutta. Jos mukaan otetaan lohkoittaiset tulokset, eli testataan jokainen lohko erikseen käsittelyiden osalta, niin lohkoilla 3, 5 ja 6 ei ollut tilastollista merkitsevyyttä ($p > 0,05$). Koivukäsittely jätettiin testauksesta pois sen vähäisen mäntymäärän vuoksi.

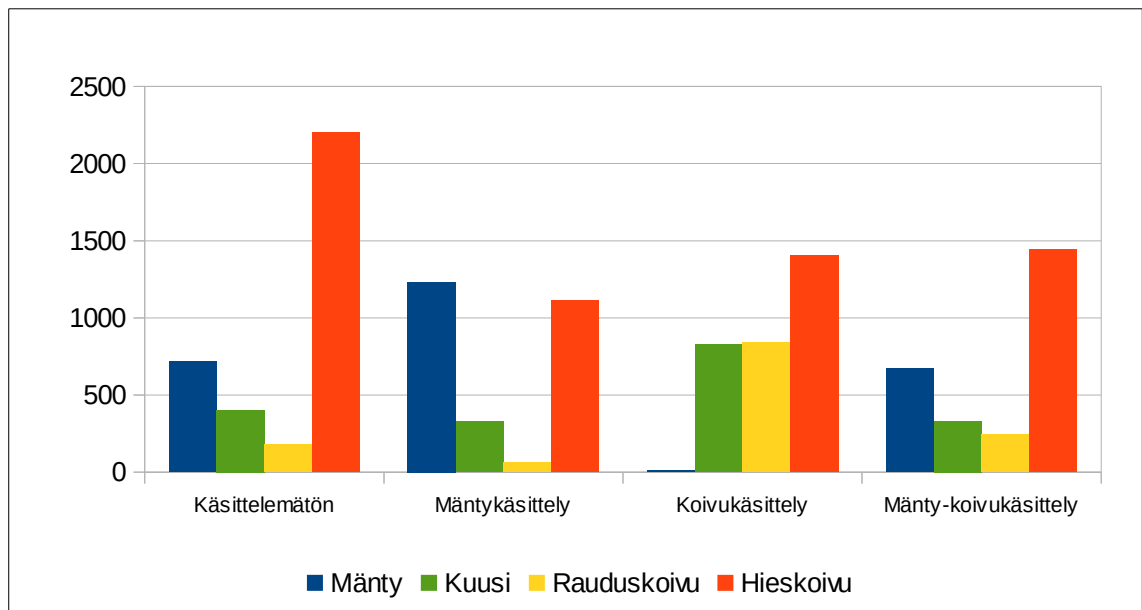
5.1.1 Runkoluvun ja puulajien vaikutus tervasrosoisuuteen

Runkoluku vaihteli käsittelyittäin välillä 2 688–3 500 puuta hehtaarilla (Taulukko 3). Koko kokeen runkoluku oli keskimäärin 3 003 puuta hehtaarilla; näistä mäntyjä oli 21,9 prosenttia, kuusia 15,8 prosenttia, rauduskoivuja 11,0 prosenttia ja hieskoivuja 51,3 prosenttia.

Taulukko 3. Kokonaisrunkoluvut (kpl/ha) käsittelyittäin

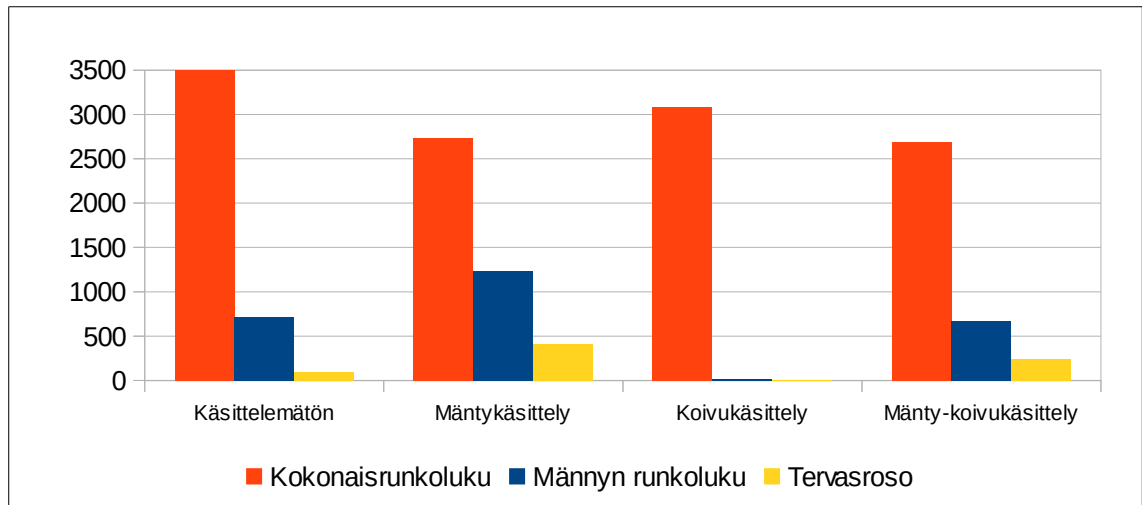
| Käsitlemätön | Mäntykäsittely | Koivukäsittely | Mänty-koivukäsittely |
|--------------|----------------|----------------|----------------------|
| 3 500 | 2 738 | 3 088 | 2 688 |

Myös puulajisuhteet vaihtelivat nuoruusvaiheen käsittelyistä johtuen (Kuvio 7). Käsitlemättömillä ruuduilla runkoluku oli 3 500 kappaletta hehtaarilla, josta mäntyä oli 20,5, kuusta 11,5, rauduskoivua 5,1 ja hieskoivua 62,9 prosenttia. Mäntykäsittelyillä ruuduilla runkoluku oli 2 738 kappaletta hehtaarilla. Tästä mäntyä oli 45,1, kuusta 12,0, rauduskoivua 2,3 ja hieskoivua 40,6 prosenttia. Koivukäsittelyillä ruuduilla runkoluku oli 3 088 kappaletta hehtaarilla. Tästä mäntyä oli 0,4, kuusta 26,9, rauduskoivua 27,3 ja hieskoivua 45,5 prosenttia. Mänty-koivukäsittelyillä ruuduilla runkoluku oli 2 688 kappaletta hehtaarilla. Tästä mäntyä oli 25,0, kuusta 12,4, rauduskoivua 9,0 ja hieskoivua 53,6 prosenttia.



Kuvio 7. Puulajisuhteet käsittelyittäin

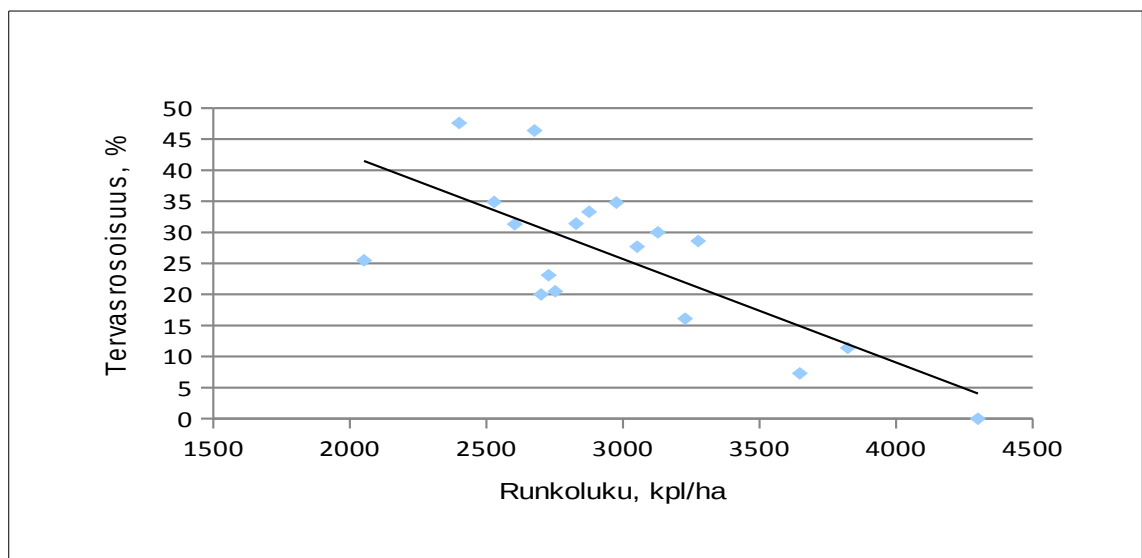
Nuoruusvaiheen käsittely vaikuttaa myös runkolukuun. Käsitlemättömillä ruuduilla on luonnollisesti suurin runkoluku. Kuviossa 8 on kuvattu kokonaisrunkoluvun, männyn runkoluvun ja tervasrosopuiden määrän suhteita.



Kuvio 8. Kokonaisrunkoluku, männyn runkoluku ja tervasrosopuiden runkoluku käsittelyittäin

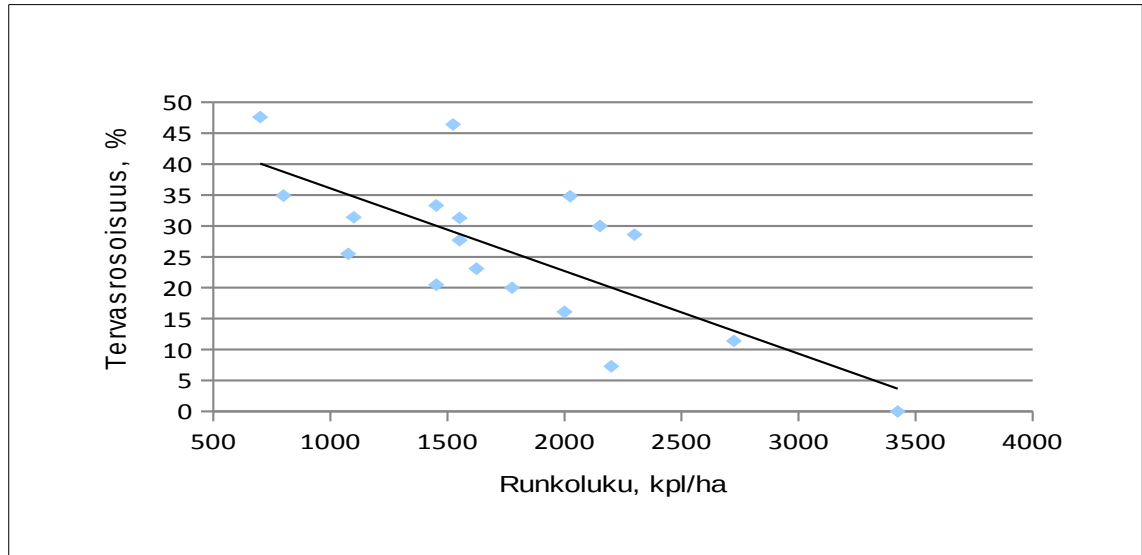
Kun tarkastellaan kokonaisrunkoluvun ja puulajikohtaisten runkolukujen vaikutusta tervasrosoon siten, että käsittelyitä ei huomioida vaan jokaiselta ruudulta mitattua runkolukua verrataan ruudun mäntyjen tervasrosoprosenttiin (Kuviot 9–12). Koivukäsittely on jätetty pois, koska niillä männyn määrä oli alhainen.

Tuloksista käy ilmi, että mitä korkeampi on kokonaisrunkoluku, sitä vähemmän on tervasrosoa. Kokonaisrunkoluvun kasvu vähensi tilastollisesti erittäin merkittävästi tervasrosoisuutta ($p < 0,001$) (Kuvio 9).



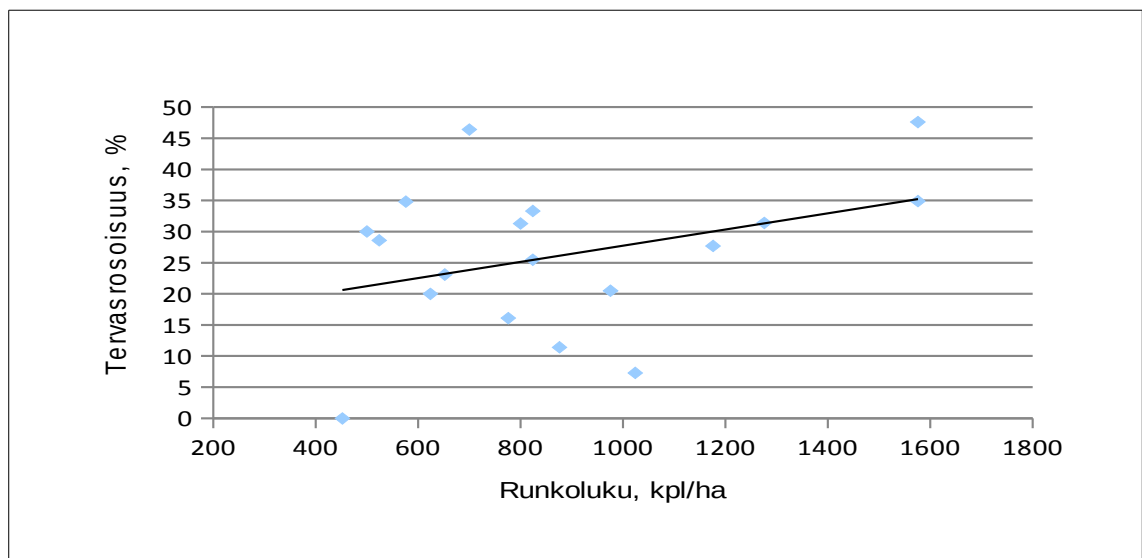
Kuvio 9. Kokonaisrunkoluvun (kpl/ha) vaikutus tervasrosoon

Mitä enemmän ruuduilla oli koivua, sitä pienempi oli tervasrosoprosentti. Koivun runkoluvun kasvu vähensi tilastollisesti erittäin merkittävästi tervasrosoisuutta ($p < 0,001$) (Kuvio 10).



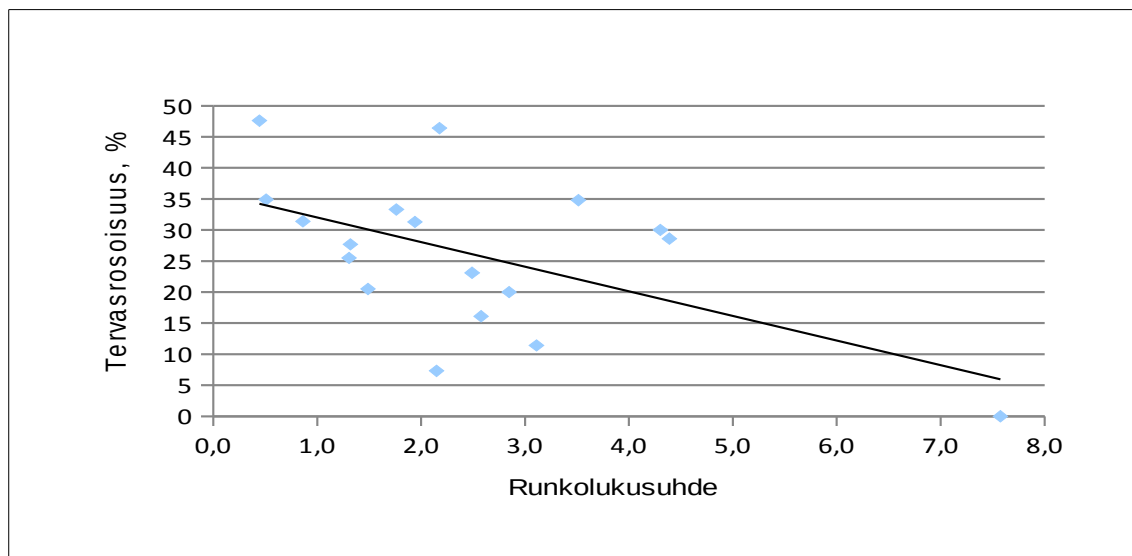
Kuvio 10. Koivun runkoluvun (kpl/ha) vaikutus tervasrossoon

Kun tarkastellaan männyn runkoluvun vaikutusta tervasrossoon, huomataan että männyn osuuden kasvaessa myös niissä oleva tervasrososon osuus kasvaa hieman, joskaan männyn runkoluvun kasvu ei lisännyt tilastollisesti merkitsevästi tervasrosoa ($p > 0,05$) (Kuvio 11).



Kuvio 11. Männyn runkoluvun (kpl/ha) vaikutus tervasrossoon

Koivu-mänty runkolukusuhte vāhensi tilastollisesti merkittāvasti tervasrosoisuutta ($p < 0,05$), joskin ilman arvoa (7,6 vs. 0 %) tulos olisi epāsely. Koivun suhteen kasvaessa māttyyn verrattuna, tervasrosoisuus vāhenee (Kuvio 12).



Kuvio 12. Koivu-mänty runkolukusuhteen vaikutus tervasrosioon

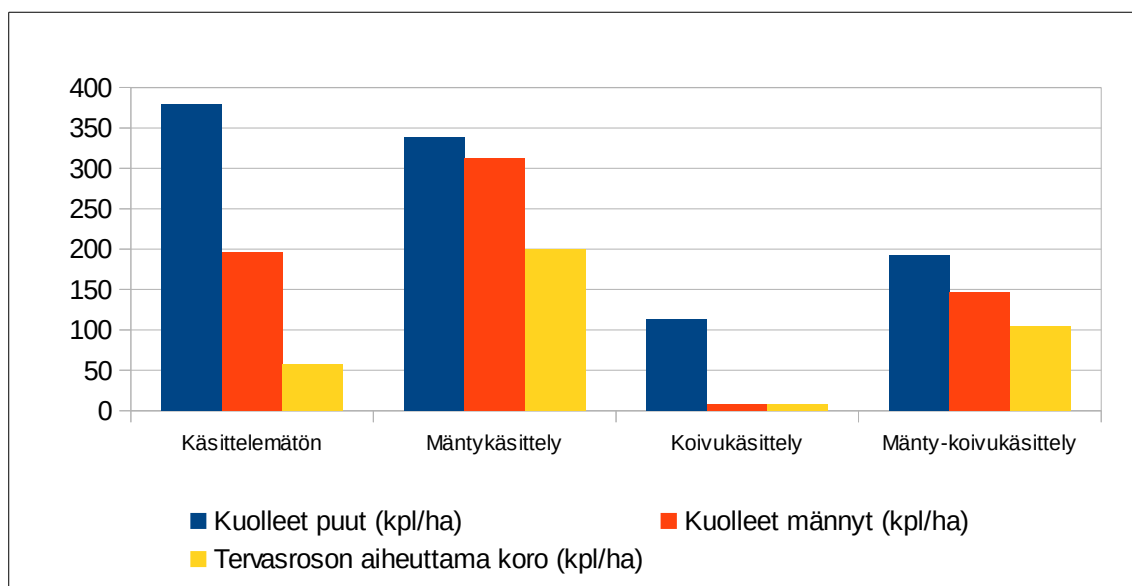
5.1.2 Kuolleet puut ja niissä esiintyvä tervasrosoisuus

Koko tutkimusalueella oli kuolleita puita keskimäärin 255 kappaletta hehtaarilla. Mäntyjä näistä oli 166 kappaletta hehtaarilla. Kuolleissa männyissä oli tervasrosion aiheuttama koro keskimäärin 93 kappaleessa hehtaarilla eli kuolleista männyistä tervasrosoisia oli 56,0 prosenttia. Taulukossa 4 on esitetty kuolleet puut, kuolleet männyt ja kuolleet tervasrosoiset männyt käsittelyittäin.

Taulukko 4. Kuolleet puut käsittelyittäin (kpl/ha)

| | Käsittelymätön | Mänty käsittely | Koivu käsittely | Mänty-koivu käsittely |
|---|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| Kuolleet puut | 379 | 338 | 113 | 192 |
| Kuolleet männyt | 196 | 313 | 8 | 146 |
| Kuolleet tervasrosoiset männyt | 58 | 200 | 8 | 104 |
| Kuolleet tervasrosoiset männyt % | 29,6 | 63,9 | 100 | 71,2 |

Eniten kuolleita puita on käsittelemättömissä ja mäntykäsittelyissä ruuduissa. Kuolleita mäntyjä ja kuolleita tervasrosopuita on eniten mäntykäsittelyssä. Kuolleiden puiden määrä on alhaisin koivukäsittelyssä. Erot kuolleiden puiden määrässä käsittelyittäin olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä ($p < 0,001$). Kuviossa 13 on graafisesti esitetty kuolleiden puiden, kuolleiden mäntyjen ja kuolleiden tervasrosoisten mäntyjen suhdetta.



Kuvio 13. Kuolleiden puiden määrät käsittelytavoittain

5.1.3 Läpimitan ja puujakson vaikutus tervasrossoon

Kaikkien elävien terveiden mäntyjen keskiläpimitta oli 17,1 senttimetriä. Tervasrosoisten elävien mäntyjen keskiläpimitta oli 18,8 senttimetriä. Suuren vaihtelun vuoksi erot eivät ole kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä ($F = 1,169$; $p > 0,05$).

Aineiston keruun yhteydessä jokainen puu luokiteltiin puujaksoittain. Puujaksot ovat päävaltapuu, lisävaltapuu, välipuu, aluspuu ja alikasvos. Eniten tervasrosoa oli lisävaltapuissa ja välipuissa. Aluspuissa oli hieman näitä vähemmän tervasrosoa, mutta päävaltapuissa oli vähiten tervasrosoa. Alikasvoksessa ei ollut ensimmäistäkään tervasrosotartunnan saanutta puuta (Taulukko 5).

Taulukko 5. Tervasrosoisuus puujaksoittain

| Puujakso | Koro alle 5 m % (kpl) | Koro yli 5 m % (kpl) | Yhteensä % |
|--------------|--------------------------|-------------------------|-------------|
| Päävaltapuu | 22,9 (104) | 2,6 (12) | 25,5 |
| Lisävaltapuu | 27,9 (24) | 10,5 (9) | 38,4 |
| Välipuu | 34,2 (25) | 4,1 (3) | 38,3 |
| Aluspuu | 31,6 (6) | 0 (0) | 31,6 |

5.2 Ensiharvennuksen vaikutus tervasrosoisuuteen

Merkityillä lohkoilla tervasrosoisuus ennen ensiharvennusta oli 26,4 prosenttia, josta alle viidessä metrissä oli 86,5 prosenttia ja yli viidessä metrissä 13,5 prosenttia. Ensiharvennuksen jälkeen tervasrosoa oli 4,3 prosentilla männyistä. Tervasrosopuista saatiin poistetuksi 96,1 prosenttia. Merkityillä lohkoilla tervasrosopuita oli ennen ensiharvennusta 154 ja ensiharvennuksen jälkeen kuusi kappaletta hehtaarilla.

Merkitseättömillä lohkoilla tervasrosoa oli ennen ensiharvennusta 31,0 prosentilla männyistä, josta alle viidessä metrissä oli 87,2 prosenttia ja yli viidessä metrissä 12,8 prosenttia. Ensiharvennuksen jälkeen tervasrosoa oli 6,1 prosentilla männyistä. Tervasrosopuista saatiin poistettua 95,6 prosenttia. Merkitsemättömillä lohkoilla tervasrosopuita oli ennen ensiharvennusta 227 ja ensiharvennuksen jälkeen kymmenen kappaletta hehtaarilla.

Mäntyjä kokeessa oli ennen harvennusta keskimäärin 658 kappaletta hehtaarilla. Harvennuksen jälkeen mäntyjä jäi koealueelle keskimäärin 157 kappaletta hehtaarilla.

5.3 Koron sijaintikorkeuden vaikutus sen havaitsemiseen ja puun poistamiseen

Yhteensä 632 mäntykoepuusta tervasrosoisia oli 183 mäntyä (25,8 %). Tervasrosoisista männyistä koro sijaitsi rungossa alle viidessä metrissä 159 kappalessa. Harvennuksen jälkeen näistä puista oli jäljellä kuusi eli 3,8 prosenttia.

Yli viidessä metrissä koro sijaitti 24 kappaleessa. Harvennuksen jälkeen näistä puista oli jäljellä kaksi eli 8,3 prosenttia. Yhteensä tervasrosopuista jäi poistamatta 4,4 prosenttia.

6 TULOSTEN TARKASTELU

6.1 Taimikon perkauksen vaikutus tervasrosopuiden määrään

Suurin tervasrosoprosentti (66,7 %) oli koivukäsittelyillä ruuduilla. Vaihtelu toistojen välillä oli 0–100 prosenttia. Korkea tervasrosoisuus ei kuitenkaan anna oikeaa kuvaa tervasroson määrästä, koska edellä mainituilta ruuduilta mitattiin koko tutkimuksessa vain kolme mäntyä, joista kaksi oli tervasrosaisia. Näiden ruutujen osalta ei siis tervasrosoprosenttia voida pitää luotettavana vähäisen mitatun puumäärän vuoksi.

Muilta tutkimuksen kohteena olevilta ruuduilta mitattiin riittävä määrä mäntyjä luotettavan tuloksen aikaan saamiseksi. Käsittelemättömiltä ruuduilta mitattiin 172 mäntyä, mäntykäsittelyiltä ruuduilta 296 mäntyä ja mänty-koivukäsittelyiltä ruuduilta 161 mäntyä.

Vähiten tervasrosoa on ruuduilla, jotka on jätetty käsittelemättä taimikon perkauksen yhteydessä. Ruuduilla oli tervasrosoa vain 14 prosentilla kaikista männyistä. Kun tarkastellaan, miten kokonaisrunkoluku ja tervasroso korreloivat otamatta käsittelyitä huomioon huomataan, että mitä korkeampi runkoluku, sitä vähemmän tervasrosoa.

Tutkimuksen käsittelemättömillä ruuduilla kasvu on heikentynyt väistämättä, kun puut ovat kasvaneet tiheässä. Tämä voi olla yksi syy tervasroson määrän vähyteen, onhan tervasroson todettu iskevän ja leviävän hyväkasvuisissa männiköissä. (Jalkanen 2014; Annala 2016.)

Toisaalta hyvällä kasvupaikalla tiheässä metsikössä latvus voi supistua niin nopeasti, että tartunnasta itiöintiin kuluvana 5–8 vuoden aikana oksat kuolevat valon vähenemisen seurauksena, etenkin jos kasvu on hyvää. Olisikin hyvä selvittää tervasrosoalttiin metsikön tavallista tiheämpänä kasvattamisen vaikutuksia keinona vähentää sienen itiöintiä ja oksassa kasvun mahdollisuuksia. Tiheyden nostoa puoltaa havainto, että tavallista kookkaammissa aukean laidassa olevis-

sa männyissä on enemmän oksatartuntoja. (Kaitera 2000b, 25–26; 2002, 160–164.)

Tämän tutkimuksen mukaan koivusekoitus näyttäisi vähentävän tervasrosan määrää, vaikka tervasrosoa oli eniten (35,4 %) mänty-koivukäsittelyillä ruuduilla, joissa sekä mäntyä että koivua oli jätetty noin 800 kappaletta hehtaarille. Tervasrosoisuus oli alempi (33,8 %) mäntykäsittelyillä ruuduilla, joilta oli poistettu kaikki lehtipuut. Käsittelykohtaisessa vertailussa koivusekoituksella ei näyttäisi olevan tervasrosoa alentavaa merkitystä. Verrattaessa ruuduittain mitattuja koivun tiheyksiä ruutujen tervasrosoprosenttiin käsittelyistä riippumatta, niin huomataan, että mitä enemmän koivua on, sitä vähemmän männyissä on tervasrosoa.

Hallikaisen (2016) metsätalospäivillä pitämässä esitelmässä on tutkimuksen pohjalta saatu hyvin saman suuntaiset tulokset, että koivu tai muu lehtipuusekoitus mäntytaimikossa voi ehkäistä tervasrosoa jonkin verran. Jos metsikkö on infektoitumaton, koivusekoituksella ei ole yhtä suurta merkitystä kuin infektoituneessa metsikössä. Jos koivua on tervasrosoisessa metsikössä vain hieman, ennustettu todennäköisyys sairastumiseen on lähes 0,4 ($p = 0,4$), kun 30 prosentin koivuosuudella se on enää 0,2 ($p = 0,2$). (Hallikainen 2016.)

Humuskerroksen pH:n ja typpipitoisuuden lisäksi humuskerroksen kalsium- ja magnesiumpitoisuudet ovat lehtimetsissä keskimäärin korkeampia kuin havumetsissä (Mälkönen 2013, 147). Vaikka koivun karike rikastuttaa humuskerroksen ravinnepitoisuutta ja siten parantaa männyn kasvua, joka taas puolestaan lisää tervasrosan riskiä, koivulla on silti tervasrosoa vähentävä vaikutus. Voi olla, että kesällä peitteinen koivun latvus estää tehokkaasti itiöiden leviämisen mäntyihin.

Tutkimuksen tuloksista selviää, että männyn runkoluvun kasvu lisää tervasrosoa tilastollisesti suuntaa antavasti. Käsittelykohtaisissa laskelmissa taas tervasrosoa oli vähemmän mäntykäsittelyssä kuin mänty-koivukäsittelyssä.

Suurin osa tervasrosan runkokoroista rungossa oli alle viidessä metrissä (keskimäärin 86,9 %). Kaitera (2000, 2002) on tutkinut tartuntapaikkojen sijaintia eri korkeuksilla latvusta ja todennut korollisten oksien keskittyvän ala- ja keskilätkävukseen. Kun tartunta tulee taimi- tai riukuvaiheessa tai yleensäkin ennen ensiharvennusikää, on siis todennäköistä, että koro on rungossa alle viidessä metrissä. (Kaitera 2000b, 23–26; 2002, 160–164.)

Kuolleiden puiden tervasrosoisuus oli suurin (71,2 %) mänty-koivukäsittelyllä. Mäntykäsittelyllä osuus oli 63,9 prosenttia ja käsittelemättömillä ruuduilla 29,6 prosenttia. Näin vähiten kuolleita tervasrosoisia mäntyjä oli käsittelemättömillä ruuduilla. Tämä tukee seikkaa, että käsittelemättömillä ruuduilla on vähiten tervasrosoisuutta, eivätkä kuolleet puut ole näin olleet tervasrosoisia.

Sekä elävistä terveistä männyistä että elävistä tervasrosoisista männyistä laskettiin keskiläpimitta rinnankorkeudelta. Tervasrosoisten mäntyjen keskiläpimitta oli 1,7 senttimetriä suurempi kuin terveiden mäntyjen keskiläpimitta. Myös Annalan (2016) tutkimuksessa on saatu saman suuntaiset tulokset, että ennen sairastumistaan tervasrosopuut ovat kasvaneet paremmin pituutta ja paksuutta kuin terveenä säilyneet puut. On kuitenkin otettava huomioon, että tartunnan saanut puuyksilö voi kasvaa vielä taudin alkuvaiheessa paremmin kuin terve puu. Annalan tutkimuksessa tulee ilmi, että sädekasvu pienenee tai lakkaa koron kohdalta, mutta paranee puun terveellä puolella. (Annala 2016, 41–47.)

Tervasrosan on todettu iskeytyvän elinvoimaisiin ja hyväkasvuisiin puihin. Kaiteran (2002) mukaan kookkaammat puut ovat alttiimpia tervasrosolle. Tässä tutkimuksessa saadut tulokset tukevat samaa ajatusta: tervasroso on iskeytynyt parhaan kasvun mäntyihin. Tartunnan jälkeen ensiharvennusikäiset männyt kasvavat edelleen hyvin ja pituus- ja paksuuskasvu taantuu vasta 1–3 vuotta ennen puun kuolemaa (Jalkanen 2016a).

Mänty näyttäisi olevan erityisen altis aggressiiviselle tervasrosolle kasvaessaan tuoreilla ja sitä paremmilla kasvupaikoilla, tavallisesti entisillä kuusen mailla. Tervasroso tarttuu elinvoimaisiin hyväkasvuisiin mäntyihin. Männyksen elinvoimai-

suus ja kasvu onkin parantunut viime vuosien lämpiminä kesinä ja lisäksi mäntyä on viime vuosikymmeninä viljelty runsaasti reheville kuusen maille. Vaikutusta on lisännyt hiilidioksidin määrän kasvu ilmakehässä ja kasvupaikkojen jatkuva tuoreutumisen. Muutokset näyttäisivät olevan merkittävimmät juuri äärialueilla kuten Pohjois-Suomessa. (Jalkanen 2011, 14.)

6.2 Miten hyvin tervasrosopuut onnistuttiin poistamaan harvennuksessa

Kaikki maalilla merkityt puut poistettiin harvennushakkuussa. Merkityille lohkoille oli kuitenkin jäänyt muutama tervasrosainen puu, mutta ne olivat maalaamattomia eli jääneet huomaamatta myös tervasrosopuiden merkitsemisen yhteydessä. Tämän tutkimuksen mukaan tervasrosopuiden merkitseminen on erittäin tehokas keino saada tervasrosopuut poistettua harvennuksen yhteydessä.

Tämän tutkimuksen yhteydessä tehdyllä harvennuksella onnistuttiin poistamaan tervasrosaiset puut erittäin tehokkaasti. Hakkuu tehtiin oppilastyönä. Hakkuuseen käytettiin aikaa ja tervasrosan etsimiseen on ollut käytettävissä paljon silmäpareja. Hakkuu-uria on ajettu useampaan kertaan ja molempiin suuntiin, joten tervasrosaa on ollut helppoa tarkastella monelta suunnalta. Todennäköisesti puita on käyty välillä tarkkailemassa koneen ulkopuoleltakin, koska tulos on näin hyvä. Myös sääolosuhteet olivat hakkuun aikana näkemisen kannalta ihanteelliset. Lumi puissa ei haitannut tervasrosan havaitsemista, koska sitä oli puissa vain muutamana ensimmäisenä hakkuupäivänä, jolloin avattiin vain ajouria ja opettajat vasta aloittelivat harvennusta.

Annala (2016) sai opinnäytetyössään erilaiset tulokset tervasrosopuiden poistamisen onnistumisesta harvennuksessa. Kaksi kolmasosaa tervasrosaisista puista saatiin poistettua harvennushakkuun yhteydessä. Koealat olivat piilokoealoja, joten niiden sijaintia konekuskiksi ei tiennyt, mutta koneenkuljettaja tiesi metsikön olevan tervasrosainen. Myös hakkuun aikainen auringon häikäisy on varmasti vaikuttanut tulokseen (Jalkanen 2016b). Metsikön hakkasi Metsähallituksen urakoitsija. (Annala 2016, 56–58.)

Kun Annalan tuloksia vertaa tämän tutkimuksen tuloksiin, voidaan päätellä, että Annalan tulokset vastaavat paremmin normaalihakkuussa saatavia tuloksia. Tämän tutkimuksen tulokset taas viittaavat siihen, että tervasroso saadaan poistetuksi hyvinkin tarkasti harvennuksessa, kun siihen käytetään aikaa ja koneenkuljettajat koulutetaan tervasrosan havaitsemiseen. On otettava kuitenkin huomioon, että ajankäyttö lisää korjuukustannuksia. Toisaalta, jos tervasrosoa jää metsään, se vähentää metsästä saatavia tuottoja.

Hyvään tulokseen tervasrosan poistamiseksi hakkuussa auttoi myös se, että harvennus tehtiin pitkälti koivun ja alikasvoskuusen hyväksi. Mäntyjä poistui hakkuussa runsaasti, joskin mäntyjen suureen poistumaan vaikutti myös tervasrosan suuri määrä alueella. Tervasrosoiset metsiköt sijaitsevat usein tuoreilla tai paremmilla kasvupaikoilla, siksi etenkin entisiltä kuusenmailta löytyy usein kuusialikasvos ison koivun kanssa mahdollistaen metsikön jatkokasvatuksen yhdessä terveiden mäntyjen kanssa (Jalkanen 2014, 36).

6.3 Koron sijaintikorkeuden vaikutus sen havaitsemiseen

Suurin osa tervasrosan aiheuttamista koroista oli rungossa alle viidessä metrissä. Vain vajaa kuudesosa koroista oli rungossa yli viidessä metrissä. Harvennuksen jälkeen koroista oli yli viidessä metrissä kolmasosa. Kun koro oli rungossa alle viidessä metrissä, näistä puista jäi poistamatta vajaa neljä prosenttia. Kun koro oli rungossa yli viidessä metrissä, prosentti oli yli kahdeksan.

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan voidaan päätellä, että koron sijaintikorkeus vaikuttaa sen havaitsemiseen. Koron ollessa rungossa yli viidessä metrissä sen havaitseminen oksien seasta on vaikeampaa kuin jos koro on rungossa hakkuukoneen kuljettajan silmien tasalla. Alle viidessä metrissä ei myöskään ole haittaa oksista koron havaitsemiseksi. Jos puiden oksilla on lunta, koron havaitseminen ylempää on vielä vaikeampaa.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää mäntytaimikon perkauksen vaikutusta tervasrosoisuuteen. Tulosten mukaan perkaamatta jättäminen vähentää tervasrosan määrää: perkaamattomassa käsittelyssä oli vähiten tervasrosoa (14 %). Vielä 40 vuoden kuluttua viljelystä runkoluku on korkea (3 500 kpl/ha) ja lisäksi ruuduilla on runsaasti pienpuustoa. Tutkittaessa kokonaisrunkoluvun vaikutusta tervasrosaan ilman käsittelyitä tulos oli selkeä; mitä korkeampi runkoluku sitä vähemmän tervasrosoa.

Suuri runkoluku voi olla syy tervasrosan vähäiseen määrään. Siksi tiheyden vaikutusta tervasrosoisuuteen olisi hyvä tutkia lisää tulevaisuudessa. Tiheässä metsikössä latvus voi supistua niin nopeasti, että itiötartunnasta uuteen itiöintiin kuluvan 5–8 vuoden aikana oksat kuolevat valon vähenemisen seurauksena, etenkin jos kasvu on hyvää (Kaitera 2000b, 25–26; 2002, 160–164). Näin sieni ei ehdi edetä runkoon ennen oksan kuolemista. Lisäksi tiheässä puustossa kasvu on hitaampaa ja tervasrosan on havaittu iskeytyvän hyvin kasvaviin mäntyihin.

Koivusekoituksella näyttäisi olevan merkitystä tervasrosan määrään. Koivun runkolukua ja tervasrosan määrää verrattiin ruuduittain, ilman käsittelyiden vaikutusta. Tulos oli selkeä; mitä enemmän koivua, sitä vähemmän tervasrosoa.

Tervasroso iskeytyy hyväkasvuisiin mäntyihin. Tervasrosoiset männyt olivat tutkimuksen tulosten mukaan parempikasvuisia kuin terveet puut. Tervasrosoiset elävät puut olivat 1,7 senttimetriä paksumpia kuin terveet elävät puut. Tämä tukee seikkaa, että tervasroso iskeytyy hyväkasvuisiin puihin ja leviää parhaiten hyväkasvuisessa metsikössä. Hyvät kasvupaikat ovat altteimpia tervasrosolle. Näitä ovat entiset kuusen maat, joihin on viljelty mäntyä.

Reheville kasvupaikoille on Lapissa viljelty viime vuosikymmeninä runsaasti mäntyä kuusen sijaan. Tämä on yksi syy tervasrosoisuuden lisääntymiseen. Li-

säksi lämpimät kasvukaudet ja ilmakehän hiilidioksidimäärän kasvu ovat lisänneet osaltaan tervasrosoalttiutta Pohjois-Suomessa. Tulevaisuudessa olisikin otettava huomioon puulaji uudistettaessa tuoreille kasvupaikoille. Kuusi on luontainen puulaji rehevimmillä kasvupaikoilla.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää myös, kuinka hyvin ensiharvennuksessa kyetään poistamaan tervasrosoiset puut. Tervasroson esiintymistä kannattaa korostaa ennen hakkuuta, näin onnistutaan saamaan tervasrosopuut lähes kokonaan pois harvennuksessa kuten tämän tutkimuksen tulokset osoittavat. Tosin näin hyvään tulokseen tuskin päästään normaalisti urakoitsijan suorittamassa hakkuussa.

Tervasroson tunnistamiseen kouluttamiseen on hyvä kiinnittää tulevaisuudessa enemmän huomiota. Koneenkuljettajat ja muut metsäalan toimijat olisi syytä kouluttaa tervasroson kuten muidenkin vakavampien tautien tunnistamiseen ja ehkäisytoimenpiteisiin. Tämä tutkimus osoitti, että vasta opetettu tieto tervasroson tunnistamisesta ja tervasrosoisuuden painottaminen ennen hakkuuta vaikuttivat tervasrosopuiden hyvään poistumaan hakkuussa.

Tervasroson tunnistamiseen olisi syytä kiinnittää huomiota jo metsikön varhaisessa vaiheessa. Mitä aikaisemmin tervasrosoiset puut poistetaan metsiköstä, sitä vähemmän puustoa menetetään kuolleina puina.

Tervasrosoisten puiden merkitseminen ennen hakkuuta on hyvä keino osoittaa sairaat puut. Toisaalta se aiheuttaa metsänomistajille lisäkustannuksia ja on varsin työläs toteuttaa, mutta tervasrosainen metsäkin vähentää metsästä saatavia tuottoja. Olisikin hyvä pohtia, kumpi vaihtoehdoista olisi metsänomistajalle kannattavampi.

Kannattaisiko sairaita puita poistaa useammin kuin normaalien hakkuiden yhteydessä? Varmasti se tervasrosohaittojen pienentämiseksi on hyvä, mutta aiheuttaa kustannuksia metsänomistajalle. Lisäksi ennenaikainen harvennus lisää taloudellisia tappioita korjuunkustannusten noustessa, koska puiden litrakoko

on pieni. On pohdittava metsikkökohtaisesti, mitä tervasrosoiselle metsikölle kannattaa tehdä. Uudistetaanko metsikkö kokonaan vai jatketaanko sairaan metsikön kasvattamista harventamalla se toisen puulajin hyväksi?

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää myös, miten koron sijaintikorkeus vaikuttaa sen havaitsemiseen ja puun poistamiseen. Koron sijaintikorkeus vaikuttaa sen havaitsemiseen. Koron ollessa yli viidessä metrissä oksien seassa on sen havaitseminen tutkimuksen tulosten mukaan vaikeampaa kuin alempana oksatomassa rungossa olevan koron. Lisäksi alle viidessä metrissä oleva koro on koneenkuljettajan näkökentässä.

7.2 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen mahdollisia virheitä on voinut syntyä mitatessa ja tulosten analysoinnissa. Mittauksissa mahdollisesti tapahtuneet yksittäiset virheet eivät vaikuta lopputulokseen, koska aineisto on suuri. Tulosten analysoinnissa tapahtuvia virheitä on pyritty vähentämään toistamalla tulosten analysointi.

Tutkimuksen toteuttamiselle oli poikkeuksellisen hyvät lähtökohdat erinomaisen tutkimusalueen myötä. Tutkimusaluetta on voitu seurata pitkään, koska se on perustettu jo syyskesällä 1978 aurasalueelle, johon oli istutettu mäntyä 1974. Poikkeuksellisen hyvän tähän tutkimukseen tutkimusalueesta tekee se, että alue on pahoin tervasrosan sairastuttama. Tutkimuksen luotettavuutta nuoruusvaiheen käsittelyiden vaikutuksesta tervasrosan määrään lisää se, että jokaista käsittelyä vastaa kuusi koealaruutua eli toistoja on riittävästi luotettavalle lopputulokselle. Käsittelyiden seurannan luotettavuutta hieman vähentää se, että ruudut ovat vierekkäin ja niihin kohdistuu väistämättä reunavaikutusta toiselta ruudulta, mutta toisaalta ruudulta otetut koealat eivät yltäneet lähelle reunaa, joten merkitys jää pieneksi. Käsittelyruutujen koko on 0,25 hehtaaria, niitä voidaan pitää riittävänä metsikkötasoiseen seurantaan.

Siihen, miten hyvin harvennuksessa onnistuttiin poistamaan tervasrosan sairastuttamat puut, toi omat erityispiirteensä se, että hakkuun teki Lapin ammattiopisto oppilastyönä. Toisaalta vasta opetteleva kuljettaja ei välttämättä huomaa ter-

vasrosan koroa rungossa ja runko jää poistamatta. Toisaalta vasta opetettu tieto metsätuhoista voi auttaa koron tunnistamisessa ja puu tulee poistetuksi. Hakkuun suorittaville oppilaille pidettiin tilaisuus tervasrososta ja sen tunnistamisesta ennen hakkuun aloittamista. Tuloksia varmasti vääristää seikka, että oppilas-työnä tehtyyn hakkuuseen on käytetty paljon aikaa ja ajouria on ajettu molempiin suuntiin ja useampaan kertaan. Tervasrosaa on myös hakkuun alussa opetusmielessä tarkkailtu koneen ulkopuolelta, että oppilaille selviää miltä tervasrosokorot näyttää. Nämä seikat ovat varmasti parantaneet tutkimuksen tuloksia tältä osin ja näin hyvin onnistunutta tervasrosan poistumaa voidaan tuskin yleistää normaalihakkuisiin kuten Annalan (2016) tutkimuksestakin selviää.

Oman haasteensa tervasrosan havaitsemiseen tuo talvella tehty hakkuu. Lunta Kuusikkoselässä oli puissa hakkuun alkaessa maaliskuun alussa vielä runsaasti, mutta lumi tippui lämpimien säiden johdosta puista heti toisella hakkuuviikolla. Ensimmäisellä viikolla hakattiin vain ajouria ja opettajat hieman aloittelivat harventamista, joten lumen merkitys puissa on tutkimuksen kannalta erittäin vähäistä. Toisaalta hakkuuta suoritetaan talvisaikaan ja silloinkin tervasrosoiset puut tulisi tunnistaa ja poistaa, vaikka se vaikeampaa onkin.

7.3 Työn hyödyt

Opinnäytetyöni tekeminen kehitti osaamistani metsätuhonaiheuttajista ja niiden alueellisista sekä ajallisesta vaihtelusta. Erityisesti opin työtä tehdessäni tervasrosan elinkierrosta, torjunnasta, vaikutuksista metsätalouteen ja sen ajallisesta sekä maantieteellisestä vaihtelusta. Tutkimusta tehdessäni opin myös paljon tutkimuksen suunnittelusta ja toteuttamisesta. Tulosten analysoinnin yhteydessä sain paljon arvokasta oppia tutkimusmenetelmistä ja aineiston käsittelyohjelmien käytöstä. Aineiston muokkaamiseen ja taulukointiin käytin työssäni LibreOfficen Calcia ja aineiston analysoinnin suoritin SPSS -ohjelmistolla.

Työn tilaajana on Luonnonvarakeskus ja heille tutkimus tuotti uutta tietoa tervasrososta ja sen torjuntamahdollisuuksista. Tutkimus tuotti tietoa Luonnonvarakeskukselle taimikon perkauksen ja ensiharvennuksen vaikutuksesta tervasrosan määrään. Tietoa saatiin myös, miten hyvin tervasrosopuut saadaan pois-

tetuksi ensiharvennuksen yhteydessä ja miten koron sijaintikorkeus vaikuttaa sen havaitsemiseen hakkuukoneesta. Lisäksi saatiin tietoa, että sairaiden puuden merkintä on tehokas keino taudin ehkäisyssä.

Tutkimuksesta on hyötyä myös metsänomistajille ja metsäalan toimijoille. Tutkimus osoittaa, että tervasrosaa on hyvä tarkkailla metsissä. Poistamatta jäänyt puu on jo kuollut, kun metsään mennään seuraavan kerran tekemään hakkuuta (Jalkanen 2014, 35). Lisäksi tutkimus osoittaa, että tervasrosan tunnistamisen koulutus on tärkeää taudin havaitsemiseksi ja sairaan puun poistamiseksi.

7.4 Jatkotutkimukset

Tervasrosioon liittyen olisi hyvä tutkia, miten puuston tiheys vaikuttaa tervasrosioon. Olisi hyvä tutkia tervasrosioalttiin metsikön tavallista tiheämpänä kasvattamisen vaikutuksia tervasrosioon. Tämän tutkimuksen yhteydessä suurin kasvutiheys vaikutti myönteisesti metsikön terveydentilaan. Myös poistumaa olisi hyvä tutkia terveän männikön ja tervasrosion sairastuttaman männikön kesken. Lisätutkimuksia olisi hyvä tehdä myös erilaisilla koivusekoituksilla.

Taudin tarttumisajankohdasta on puolestaan tullut tuore tutkimus Annalalta (2016), joka käsittelee tervasrosotartuntojen ajoittumista nuorissa metsissä. Uusi tieto tervasrosion tartunta-ajankohdasta onkin tärkeää, sillä on hyvä tietää, tuleeko tartunta metsikköön taimi- vai riukuvaiheessa. Näin voidaan ennakoida ja ehkäistä ennalta tervasrosion leviämistä metsikössä. Uutta tietoa olisi saatava, kuinka kauan aggressiivinen tervasroso jakaa tartuntoja metsikössä; päätehakkuuseen saakka?

Kuusikkoselän tutkimusalueella on tulevaisuudessa erittäin hyvät mahdollisuudet seurata tervasrosion kehittymistä. Lähtekö tervasrosoisuus laskemaan vai lisääntykö tervasrosoisuus entisestään. Tästä tullaan varmasti saamaan uusia tutkimuksia opinnäytetyön muodossa vielä tulevaisuudessa.

LÄHTEET

- Annala, A. 2016. Aggressiivisen tervasrosan tartuntahistoria ja vaikutus kasvuun ensiharvennusikäisessä männikössä. Lapin ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Hallikainen, V. 2016. Tervasrosioon vaikuttavat tekijät – mallinnustarkastelu. Esitelmä. Lapin metsätalouspäivät. Rovaniemi 28.1.2016.
- Heino, E. & Pouttu, A. 2014. Metsätuhot vuonna 2013. Metlan työraportteja 295. Vantaa: Metsäntutkimuslaitos.
- Honkaniemi, J. 2014. Tuleeko Suomeen uusia sieni- ja hyönteislajeja? Metsänkasvatus – menetelmät ja kannattavuus. Porvoo: Metsäkustannus Oy ja Metsäntutkimuslaitos.
- Huuskonen, S., Hynynen, J. & Valkonen, S. 2014. Metsänkasvatus – menetelmät ja kannattavuus. Metsäntutkimuslaitos. Porvoo: Metsäkustannus Oy.
- Hyppönen, M., Hallikainen, V., Aalto, T., Jalkanen, R., Mäkitalo, K. & Penttinen, H. 2003. Lapin lain mukainen metsänviljely – tilastotarkastelu. Metsätieteen aikakausikirja 1/2003. 15–30.
- Jalkanen, R. 1988. Tervasroso – alati harvinaistuva nuotiopuu vai entistä suurempi metsien uhka? Metsä ja puu 5/1988, 26–27.
- Jalkanen, R. 1989. Lapin metsäpatologiset ongelmat. Lapin metsäkirja. Rovaniemi: Lapin tutkimusseura.
- Jalkanen, R. 2003. Havupuutaimikoiden tuhojen esiintyminen ja merkittävyys Suomessa. Metsätieteen aikakausikirja 1/2003, 59–68.
- Jalkanen, R. 2005a. Lapin metsien tulevaisuus. Gummerus Kirjapaino Oy.
- Jalkanen, R. 2005b. Tervasroso yleistynyt pohjoisen mäntytaimikoissa. Metsälehti makasiini. 7/2005, 53.
- Jalkanen, R. 2007. Diseases, pests and abiotic disorders of trees in the changing environment in Finnish Lapland. Rovaniemi: Metsäntutkimuslaitos.
- Jalkanen, R. 2011. Mitä tehdä aggressiivisen tervasrosan vaivaamalle taimikolle?. Metsään-lehti. Syksy 2011, 14.
- Jalkanen, R. 2014. Ensiharvennus vai uudistaminen – aggressiivinen tervasroso mäntytaimikoiden ja nuorten metsien kimpussa. Metlan työraportteja 321.
- Jalkanen, R. 2015a. Opinnäytetyösuunnitelma. Email marko.niemela76@gmail.com 9.11.2015. Tulostettu 8.12.2015.

Jalkanen, R. 2015b. Opinnäytetyöstä. Email Marko.Niemela@edu.lapinamk.fi 8.12.2015. Tulostettu 11.12.2015.

Jalkanen, R. 2016a. Esitelmä tervasrososta. Lapin metsätalouspäivät. Rovaniemi 28.1.2016.

Jalkanen, R. 2016b. Luonnonvarakeskus. Rovaniemen toimipiste. Tohtori, dosentti. Annalan opinnäytetyöseminaari. 7.4.2016.

Jalkanen, R., Aalto, T. & Närhi, P. 2013. Sienitaudiksi tervasroso on kiusallinen vitsaus nuorissa viljelymänniköissä Lapissa. Metlan työraportteja 255.

Kaitera, J. 2000a. Tervasroson koroanalyysi nuorissa metsämänniissä. Metsätieteen aikakausikirja 1/2000, 73–74.

Kaitera, J. 2000b. Analysis of *Cronartium flaccidum* lesion development on pole-stage Scots pines. *Silva Fennica* 34, 21–27.

Kaitera, J. 2002. Short-term effect of thinning on *Pinus sylvestris* damage and sporulation caused by *Cronartium flaccidum*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17, 158–165.

Kaitera, J. 2009. Tervasroso on männiissä esiintyvä sienitauti. Metsäntutkimuslaitos. *Metsäntutkimus* 3/2009, 14–17.

Kaitera, J., Aalto, T., Jalkanen, R. 1994. Effect of Resin-top Disease Caused by *Peridermium pini* on the Volume and Value of *Pinus sylvestris* Saw Timber and Pulpwood. The Finnish Forest Research Institute. Rovaniemi.

Kaitera, J. & Nuorteva, H. 2001. Tervasroso – uusinta tietoa taudista ja tutkimuksen suuntia. *Metsätieteen aikakausikirja* 3/2001, 464–468.

Kasanen, R. 2009. Metsäpuiden sienitaudit. Metsäkustannus Oy.

Kurkela, T. 1994. Metsän taudit. Metsäpatologian perusteet. Tampere: Otatieto Oy.

Kurkela, T. 2002. Metsäntaudit metsänviljelyn ongelmana. Metsän uudistaminen Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja. Metsäntutkimuspäivä Rovaniemellä 16.5.2002.

Lindholm, K. 2015. Tervasroso paisui epidemiaksi Lapissa. Suomalainen maaseutu. 8.10.2015. Viitattu 8.1.2016.
<http://www.suomalainenmaaseutu.fi/uutiset/tervasroso-paisui-epidemiaksi-lapissa-1.130255>

Mälkönen, E. 2003. Metsämaa ja sen hoito. Metsäntutkimuslaitos. Hämeenlinna: Metsälehti Kustannus.

Penttinen, H., Jalkanen, R., Aalto, T., Hallikainen, V., Hyppönen, M. & Mäkitalo, K. 2002. Taimikkotuhot Lapin lain kohteilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja. Metsäntutkimuspäivä Rovaniemellä 16.5.2002.

Suomen tilastollinen vuosikirja. 2014. Helsinki: Tilastokeskus.

Uotila, A., Kasanen, R. & Heliövaara, K. 2015. Metsätuhot. Latvia: Metsäkustannus Oy.

Väkevä, J., Kaitera, J., Kankaanhuhta, V. & Lipponen, K. 2000. Metsien terveys. Tervasroso. Viitattu 5.1.2016.

http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/crflac-n.htm

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. 2014. Hyvän metsänhoidon suositukset – metsänhoito. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Metsäkustannus Oy.

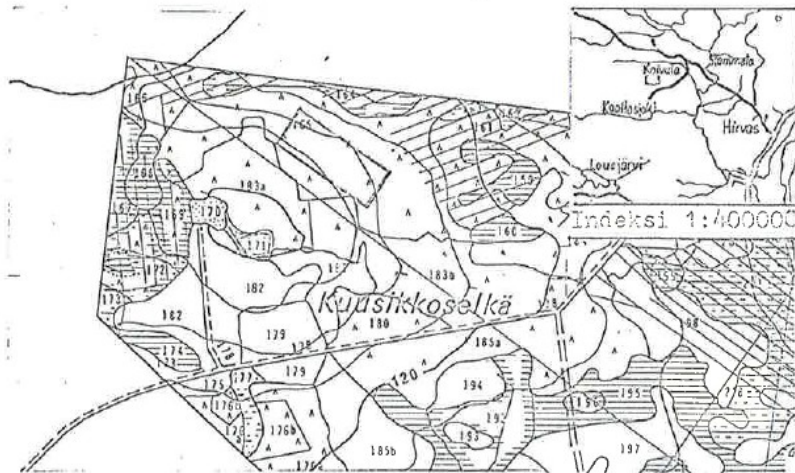
LIITTEET

- Liite 1. Kuusikkoselän kartta
- Liite 2. Korjuuohje
- Liite 3. Kuvia ennen ja jälkeen harvennuksen
- Liite 4. Inventointilomake

Liite 1. Kuusikkoselän kartta

TAIMISTONHOITOTUTKIMUS
Mennyttaimiston perkausko

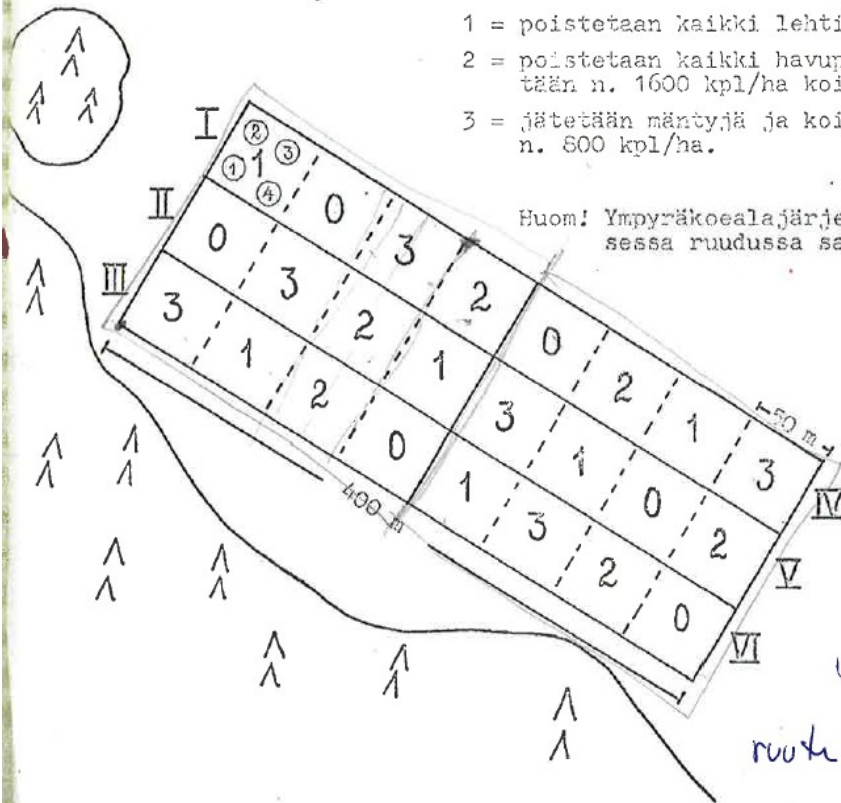
Metsäoppilaitosten havaintometsä
Rovaniemen valtionmaata os. 2, kuv. 165, Kuusikkoselkä



Raudut:

- 0 = käsittelemätön
- 1 = poistetaan kaikki lehtipuut
- 2 = poistetaan kaikki havupuut ja jätetään n. 1600 kpl/ha koivuja
- 3 = jätetään mäntyjä ja koivuja molempia n. 800 kpl/ha.

Huom! Ympyräkoealajärjestys on jokaisessa ruudussa sama. $1 \text{ m} \cdot 8 = 5,64 \text{ m}$



16m
30 ppa 240m³

yht. 6ha
ruutu 0,25 ha

Korjuuohje

| | | | | |
|---------------------|-----------------------|--------------------|---|-------------------------|
| Laatija | Pvm | Korjuuaika | | |
| Lapin AMK, A604M12 | 3.8.2015 | 1.9.2015-31.4.2016 | | |
| Työmaa | Lohkon nimi | Kuvio | Lohkon PA | Kertymä |
| Kuusikkoselkä | Männyn koe | 165 | 6.0 | 654 |
| Kunta | Kylä | Tila | Varasto | Korjuu/ kuljetus |
| Rovaniemi | Hirvas | 698-893-15-2 | ETRS89-TM35FIN P:7371710 I:420800 | 1/1 (Kesä/kesä) |
| Au- väli, m. | Au- leveys M. | | | |
| 25 | 4 | | | |
| Hakkuutapa | Työmittaustapa | | | |
| Harvennus | Hakkuukonemittaus | | | |

Runkojen katkontaohje

| Ptl | Toimituspaikka | Hakkuukertymä arvio |
|-----|-----------------|---------------------|
| 111 | Mäntytukki | 62 |
| 112 | Mäntypikkutukki | 40 |
| 121 | Mäntykuitu | 232 |
| 127 | Mäntyranka | 13 |
| 211 | Kuusitukki | 1 |
| 221 | Kuusikuitu | 20 |
| 227 | Kuusiranka | 3 |
| 321 | Koivukuitu | 253 |
| 327 | Koivuranka | 28 |
| 427 | Haaparanka /muu | 2 |
| | | <u>654</u> |

Puustotiedot

| | PPA | Pituus | Lpm | Tilavuus | Tavoite puusto |
|--------------|-----|--------|-----|----------|----------------|
| 1 Mänty | | 15 | 16 | 21 | 118 |
| 2 Kuusi | | 2 | 8 | 7 | 9 |
| 3 Koivu | | 16 | 13 | 10 | 99 |
| 4 Haapa/ muu | | | | | 1 |
| | | | yht | 227 | PPA 14 |

Hakkuuohje

Hakattavalla kuviolla runsaasti tervasroso puita, joista osa merkattu maalaamalla. Tervasrosoiset sekä muutoin viottuneet puut tulee poistaa mahdollisimman tarkasti. Etenkin avonaisilla paikoilla pyritään säästämään aliskasvos kuusta.

Hakattavalla kuviolla näkyvät puisia sekä muovisia merkkipaaluja, jotka tulee mahdollisuuksien mukaan pitää ehjänä. Saa ajaa yli, mikäli merkityllä uralla

HUOM! AJOURAVÄLI ON NOIN 25 METRIÄ.

Ajourat on merkitty kuviolla maastoon koillinen - luonas suunnassa keltaisin kuitunauhoin.

Ajourat on ehdottomasti hakattava nauhoitettuille reitille.

Ajouralta saa poiketa maksimissaan 2 metriä merkityn uran sivulle, jotta puusto saadaan hakattua tasaiseen tilajärjestykseen.

Mikäli uralta poiketaan sallittu 2 metriä sivuun, tulee poikkeaminen tapahtua mahdollisuuksien mukaan luonnonmukaisissa avonaisissa kohdissa tai vähäarvoisemman, kuten koro tai vika puiden kohdalla.

Kokoojaura sekä kuvion reunat on merkitty sinisellä kuitunauhalla.

Hakkuussa huomioidaan mahdolliset luontokohteet ja noudatetaan muutoinkin hyvän metsänhoidon periaatteita. Pyritään jättämään riistatiheiköitä myös harvennuksen yhteydessä. Tiheikön tulee olla mahdollisimman edustava= useat puulajit, kelot, kosteikot.

Mittalaitteen kuntoa seurataan päivittäin ja kontrolli pölkkyt mitataan ja tallennetaan.

Kalibrointi suoritetaan ja mahdolliset mittalaitteen muutokset tehdään jokaiselle mittaus erälle. Kalibrointia tehdessä mitataan vähintään 15 pölkkyä.

Puutavaralajien tarkemmat laatu- ja katkontaohjeet katsotaan toimituspaikan mukaisesta mitta- ja laatuvaatimus liitteestä. Muutoin sahataan yleisten mitta ja laatuvaatimuksien mukaan.

Metsäkuljetus

Männyn sekä kuusen apteerauksessa syntyvät 3 metriä ja lyhyemmät, läpimitaltaan yli 15 cm kuitupölkkyt laitetaan pinon päähän erikseen siten, että ne ovat omina kouraisuyksikköinä.

Mahdolliset ojien ylitykset silloitetaan kuitupuulla tai mahdollisesti käytettävillä rummuilla. Silloitukset tulee purkaa huolella leimikon lopetuksen yhteydessä.

Metsäkuljettaja laputtaa pinot. Pinolapusta tulee ilmetä lähtövarasto, toimituspaikka ja numero, puutavaralaji sekä päivämäärä.

Korjuuohje on tulostettava tai lähetettävä myös ajokoneeseen.



Mäntykäsittely ennen harvennusta



Mäntykäsittely harvennuksen jälkeen



Koivukäsittely ennen harvennusta



Koivukäsittely harvennuksen jälkeen

Liite 4. Inventointilomake

Kuusikkoselän männynharvennuskoe

Mittauspäivä: 4-7.4.2016

| Toisto | Ruutu | Koe ala | Kasvu paikka | Maa laji | Puu laji | Puu jakso | Puusto ryhmä | Etäisyys cm | Suunta | d1,3 mm | Pituus dm | Tervas roso | Tervasroso hakkuun jälkeen |
|--------|-------|---------|--------------|----------|----------|-----------|--------------|-------------|--------|---------|-----------|-------------|----------------------------|
| 1 | 0 | 1 | 3 | | 4 | 4 | 1 | 410 | 10 | 50 | | 1 | 9 |
| | | | | | 2 | 4 | 1 | 450 | 15 | 79 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 1 | 1 | 537 | 15 | 125 | | 1 | 9 |
| | | | | | 1 | 1 | 1 | 509 | 19 | 132 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 4 | 1 | 365 | 16 | 49 | | 1 | 1 |
| | | | | | 4 | 1 | 1 | 339 | 15 | 109 | 135 | 1 | 1 |
| | | | | | 4 | 3 | 1 | 345 | 19 | 56 | | 1 | 1 |
| | | | | | 3 | 1 | 1 | 477 | 35 | 145 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 4 | 1 | 445 | 46 | 54 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 3 | 1 | 451 | 50 | 76 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 3 | 1 | 311 | 60 | 61 | 133 | 1 | 1 |
| | | | | | 4 | 3 | 1 | 280 | 72 | 66 | | 1 | 9 |
| | | | | | 1 | 1 | 1 | 194 | 96 | 119 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 1 | 1 | 517 | 96 | 148 | | 1 | 1 |
| | | | | | 4 | 3 | 1 | 347 | 112 | 71 | | 1 | 9 |
| | | | | | 3 | 1 | 1 | 494 | 116 | 180 | 148 | 1 | 1 |
| | | | | | 4 | 3 | 1 | 530 | 134 | 85 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 3 | 1 | 418 | 185 | 79 | | 1 | 1 |
| | | | | | 4 | 4 | 2 | 420 | 185 | 53 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 3 | 1 | 471 | 185 | 73 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 1 | 1 | 474 | 183 | 100 | 124 | 1 | 1 |
| | | | | | 4 | 2 | 1 | 509 | 183 | 81 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 2 | 1 | 524 | 188 | 99 | | 1 | 1 |
| | | | | | 4 | 3 | 1 | 446 | 192 | 66 | | 1 | 9 |
| | | | | | 2 | 3 | 1 | 501 | 210 | 98 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 3 | 2 | 78 | 149 | 60 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 3 | 2 | 113 | 157 | 77 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 1 | 1 | 148 | 163 | 144 | 200 | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 1 | 1 | 143 | 183 | 133 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 1 | 1 | 94 | 187 | 133 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 1 | 1 | 64 | 170 | 134 | | 1 | 1 |
| | | | | | 4 | 1 | 1 | 527 | 239 | 99 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 1 | 1 | 555 | 240 | 125 | 131 | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 1 | 1 | 527 | 242 | 122 | | 1 | 1 |
| | | | | | 4 | 3 | 1 | 544 | 248 | 103 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 4 | 2 | 556 | 248 | 55 | | 1 | 9 |
| | | | | | 2 | 2 | 1 | 480 | 251 | 142 | | 1 | 9 |
| | | | | | 2 | 3 | 1 | 426 | 255 | 98 | 109 | 1 | 9 |
| | | | | | 2 | 4 | 1 | 488 | 256 | 71 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 4 | 1 | 533 | 256 | 48 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 4 | 2 | 558 | 256 | 49 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 1 | 1 | 452 | 265 | 111 | | 1 | 9 |
| | | | | | 2 | 3 | 1 | 474 | 273 | 80 | 78 | 1 | 9 |
| | | | | | 1 | 3 | 2 | 367 | 274 | 98 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 3 | 1 | 344 | 238 | 61 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 3 | 1 | 259 | 297 | 76 | | 1 | 1 |
| | | | | | 2 | 4 | 1 | 134 | 309 | 65 | | 1 | 1 |
| | | | | | 4 | 4 | 2 | 458 | 322 | 62 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 3 | 2 | 349 | 329 | 81 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 3 | 1 | 374 | 355 | 66 | 114 | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 4 | 1 | 480 | 345 | 50 | | 1 | 1 |
| | | | | | 2 | 5 | 1 | 547 | 337 | 52 | | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 2 | 3 | | 2 | 3 | 1 | 514 | 0 | 76 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 3 | 1 | 343 | 15 | 68 | | 1 | 9 |
| | | | | | 4 | 1 | 1 | 449 | 20 | 136 | | 1 | 9 |