

Jukka Mikkilä

**TERVASROSON JA MÄNNYNNEULASRUOSTEEN ESIINTYMINEN PUOLI-
LOISKASVEILLA OULUN KAUPUNKIALUEELLA**

**TERVASROSON JA MÄNNYNNEULASRUOSTEEN ESIINTYMINEN PUOLI-
LOISKASVEILLA OULUN KAUPUNKIALUEELLA**

Jukka Mikkilä
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Maaseutuelinkeinot
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Tekijä: Jukka Mikkilä

Opinnäytetyön nimi: Tervasroson ja männynneulasruosteen esiintyminen puoliloiskasveilla Oulun kaupunkialueella

Työn ohjaaja: Juha Kaitera (Luke), Anu Hilli (Oamk) ja Kaisu Sipola (Oamk)

Työn valmistuslukukausi- ja vuosi: Kevät 2016

Sivumäärä: 33 + 12

Tervasroso on eräs pahimmista metsämännyn sienitaudeista Fennoskandiassa. Tervasrosoa esiintyy koko maassa, mutta pahimmat tuhot se on aiheuttanut Pohjois-Suomessa. Opinnäytetyössä selvitettiin tervasroson ja männynneulasruosteen yleisyyttä niiden väli-isäntäkasveilla Oulun kaupunkialueella. Opinnäytetyön tilaaja oli Luonnonvarakeskus Oulu.

Tutkimuksessa haluttiin selvittää sienien levinneisyys luonnossa esiintyvillä väli-isäntäkasveilla, joita ovat erityisesti puoliloiskasvit. Mukaan tarkasteluun otettiin kangas- ja metsämitikka, laukut ja silmäruohot. Ennalta tiedettiin, että tervasrosoa esiintyy luonnossa maitikoilla ja silmäruohoilla. Metsämitikalla sitä tiedetään esiintyvän yleisesti pahoilla tervasroson tuhoalueilla. Sen sijaan kangasmitikalla ja laukuilla tervasrosoa esiintyy harvoin tai ei lainkaan. Samalla tutkittiin männynneulasruosteen yleisyyttä samoilla kasvien lehdistä.

Tutkimusmenetelmä oli kvantitatiivinen. Kasveja kerättiin 4000 kappaletta 40 koelaitalta. Keruukohteet valittiin Oulun yliopiston Kasvitieteellisen puutarhan kasvilajien esiintymisrekisterin perusteella. Näytteet tutkittiin mikroskoopilla ja niiden pohjalta saatiin käsitys tervasroson ja männynneulasruosteen suhteellisesta yleisyydestä alueella. Tartunnan saaneet lehdet kerättiin erilleen ja osa valokuvattiin.

Tutkimuksen tulos tuki koeasettelua ja tutkimushypoteeseja. Tervasrosoa esiintyi laajalti mutta harvakseltaan metsämitikalla ja silmäruoholla Oulun kaupunkialueella. Kangasmitikalla ja laukuilla esiintyminen oli harvinaista tai se puuttui kokonaan. Männynneulasruostetta esiintyi kaikilla puoliloiskasveilla huomattavasti yleisemmin kuin tervasrosoa. Tutkimustulosten perusteella voidaan kehittää esimerkiksi metsänomistajien omavalvontaa tervasroson havainnoinnissa ja torjunnassa metsissä. Lisätutkimuksia voidaan tehdä jatkossa silmäruoholla, jota ei ole aiemmin tutkittu laajemmin luonnossa tervasroson levittäjänä. Laukuilla voidaan tehdä myös lisätutkimuksia. Laboratorioissa on laukuille saatu tartutettua tervasrosoa, mutta luonnonolosuhteissa ei tervasrosoa ole vielä niiltä löydetty, mitä tämän tutkimuksen tulokset tukivat.

Asiasanat: männynneulasruoste, puoliloiskasvit, ruostesienet, tervasroso, väli-isäntäkasvit, metsämitikka

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in Agricultural and Rural industries

Author: Jukka Mikkilä

Title of thesis: Occurrence of Pine stem rust and Pine needle rust in hemiparasite plants in City of Oulu

Supervisor(s): Juha Kaitera (Luke), Anu Hilli (Oamk) and Kaisu Sipola (Oamk)

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2016 Number of pages: 33 + 12

Pine stem rust is one of the worst forest rust fungi in Fennoscandia. Pine stem rust is common in whole Finland, but it causes the worst forest damage in Northern Finland. In this thesis pine stem rust and pine needle rust distribution in hemiparasite plants in City of Oulu was clarified. Principal of the thesis was Natural Resources Institute Finland, Oulu.

The thesis clarifies the distribution of the fungi in alternate hosts, especially in hemiparasite plants. The investigated test plants were small cow-wheat, common cow-wheat, eyebright, yellow rattle and greater yellow-rattle. It was already known, that *Cronartium flaccidum* is common in nature small cow-wheat, common cow-wheat and eyebright. In the worst forest damage areas, small cow-wheat is the most common alternate host for pine stem rust. Instead common cow-wheat and rattles *Cronartium flaccidum* is rare or it is lacking totally.

This research method was quantitative. 4000 Plant samples were collected in 40 different experimental plots. Experimental plots were chosen based on the maps of Botanical garden of University of Oulu. The samples were studied with microscope. On the ground of this information the relative distribution of pine stem rust and pine needle rusts in City of Oulu was found out. The infected leaves were collected Petri dishes and some of these samples were photographed.

The result of the research supported the research frame and hypotheses. *Cronartium flaccidum* was widely spread but sparse in small cow-wheat and eyebright in area of Oulu. In common cow-wheat and rattles *Cronartium flaccidum* was rare or lacking. Pine needle rust was much more common in every hemiparasite plant than pine stem rust. By the results of this research, it is possible to develop forest owner's knowledge and capability to observe Pine stem rust. In the future it is possible to explore more the role of eyebright as an alternate host of *Cronartium flaccidum*. This was the first time when it was explored in large scale in nature, and eyebright is common plant in Northern Finland.

In this research no *Cronartium flaccidum* was found in rattles in nature, but in the laboratory test it is possible alternate host for *Cronartium flaccidum*.

Keywords: *Coleosporium*, *Cronartium flaccidum*, hemiparasite, pine needle rust, pine stem rust, rust fungi, small cow-wheat

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	6
2 METSÄTALouden METSÄTUHOT SUOMESSA	7
2.1 Metsien käyttötarkoitus ja ohjaava lainsäädäntö	7
2.2 Metsätuhot	9
2.2.1 Tervasroso	11
2.2.2 Männynneulasruoste	12
3 TUTKIMUKSEN AINEISTO JA MENETELMÄT	14
3.1 Koealojen valinta	14
3.2 Aineiston keruu	14
3.3 Aineiston analysointi	15
3.4 Tulosten laskenta	17
4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	18
4.1 Tervasrosan ja männynneulasruosteen esiintyminen satunnaisotannan kasveilla koealoilla	18
4.1.1 Tervasrosan ja männynneulasruosteen levinneisyys ja runsaus metsämaitikalla	18
4.1.2 Tervasrosan ja männynneulasruosteen levinneisyys ja runsaus kangasmaitikalla	21
4.1.3 Tervasrosan ja männynneulasruosteen levinneisyys ja runsaus silmäruoholla	22
4.1.4 Tervasrosan ja männynneulasruosteen levinneisyys ja runsaus laukuilla	24
4.2 Tervasrosan ja männynneulasruosteen esiintyminen ristikko-otannan kasveissa	25
4.3. Tervasrosan ja männynneulasruosteen esiintyminen kasveilla ja lajiryhmässä	27
4.4 Tervasrosan ja männynneulasruosteen levinneisyys neliömetrillä ja hehtaarilla	28
5 TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET	29
6 POHDINTA	32
LÄHTEET	33
LIITTEET	36

1 JOHDANTO

Tervasroso, *Cronartium flaccidum*, on eräs pahimmista metsämännyn sienitaudeista Fennoskandiassa. Tervasrosoa aiheuttaa ruostesieni, jonka oireita ovat korot männyn rungolla ja oksissa, pihkavuoto ja kuolleet männyn latvat. Männyn latva kuolee koron yläpuolelta nestevirtausten loppuessa juurten ja latvan välillä. Tuhosta aiheutuu kasvutappioita ja metsästä saatavan tukkipuun laatu ja määrä alenevat. (Kaitera, Aalto & Jalkanen 1994, 376.) Tervasrosoa esiintyy koko maassa, mutta merkittävimmät tuhot keskittyvät Oulun lääniin sekä Lapin läänin länsi- ja eteläosiin. Tartunnan saaneiden puiden määrä voi pahimmillaan nousta jopa 30 %:iin mäntyvaltaisilla kankailla, mutta pahimmat tuhot tervasroso aiheuttaa rehevillä mäntykankailla. Tervasrosoa on perinteisesti pidetty vanhojen mäntyjen ja kuivien mäntykankaiden sienitautina, mutta vakavat viimeiset epidemiat 2000-luvulla ovat keskittyneet nuoriin, tuoreen kasvupaikan männiköihin.

Tervasroso voi levitä kahdella tapaa. Se leviää joko suoraan männystä mäntyyn tai väliisäntäkasvien kautta. (Kurkela 1994, 241.) Sieni muodostaa kesä- ja talvi-itiöpesäkkeitä väliisäntäkasvien lehdillä. Talvi-itiöpesäkkeissä sieni muodostaa kantaitiöitä, jotka sitten leviävät männyn neulasiin. Sieni talvehtii männyn oksissa tai rungolla ja leviää helmi-itiöpesäkkeistä kesäelokuussa männystä mäntyyn tai väliisäntäkasvien lehdille. Väliisäntäkasveja ovat mm. pionit, käärmeenpistonyrtti, kuusiot ja maitikat. Etenkin puoliloiskasvit ovat alttiita tervasrosolle. (Kaitera, Hiltunen & Hantula 2014, 738 -747.)

Tässä työssä tutkittiin neljän puoliloiskasvilajiryhmän suhteellista alttiutta tervasrosolle luonnossa. Tutkittavat lajit olivat kangas- ja metsämaitikka, sekä lajiryhmät silmäruohot ja laukut. Tutkimuksessa selvitettiin ruostesienten luonnontartuntaa Oulun kaupungin alueelta. Työn toimeksiantajana toimi Oulun Luonnonvarakeskus (Luke) ja tutkimuksen johtajana toimi dosentti Juha Kaitera. Työn tavoitteena oli selvittää sienten yleisyyttä väliisäntäkasveilla Oulun alueella. Myös tervasroson ja toisen puoliloiskasveilla esiintyvän ruostesienen, männynneulasruosteen (*Coleosporium*), yleisyyttä haluttiin vertailla keskenään eri kasvilajeilla.

2 METSÄTALOUDEN METSÄTUHOT SUOMESSA

2.1 Metsien käyttötarkoitus ja ohjaava lainsäädäntö

Suomi elää metsästä. Tämä tuttu lause pitää yhä paikkansa. Suomi on taloudellisesti riippuvainen metsästä. Paperin käytön väheneminen, kilpailevat puulajit ja paperitehtaiden lopetus ovat vaikuttaneet kansantalouteen heikentävästi. Uusien tuotteiden kehittäminen ja biotalous ovat Suomalaisen metsäteollisuuden tulevaisuudelle elintärkeitä. Suomen pinta-alasta 3/4 eli n. 23 milj. hehtaaria on metsien peitossa. Suomen metsä kuuluu kasvualueena suurimmalta osin boreaaliseen eli pohjoiseen havumetsävyöhykkeeseen. Golf-virran vaikutus kasvustoon on suotuisa, kun kasvualuetta verrataan Venäjän ja Kanadan havumetsävyöhykkeisiin samalla leveysasteella. Suomi on pitkä maa ja tämä vaikuttaa puuston kasvuun. Etelä-Suomessa puuston vuotuinen kasvu on 6,1 km³, mikä on kaksinkertainen verrattuna Pohjois-Suomeen. Lisäksi Pohjois-Suomessa vuotuinen sadanta on suurempaa kuin haihdunta, mikä hidastaa puuston kasvua. (Metla 2013, viitattu 9.12.2015.)

Metsien käyttötarkoitus on vaihdellut aikojen saatossa. Metsistä on haettu ravintoa ja toimeentuloa. Ravintoa saatiin riistan, marjojen ja kalastuksen muodossa. Tuhansien vuosien ajan eränkäynti ja metsästys olivat pääelinkeinoja metsässä. Myöhemmin kaskiviljely tuli osaksi metsätaloutta. Vasta 1900-luvun vaihteesta lähtien metsien käyttö muuttui enemmän talousmetsien suuntaan Suomessa. (Metla 2013, viitattu 9.12.2015.)

Suomen metsistä suurin osa on yksityisten metsänomistajien hallussa. Metsämaan pinta-alasta ja puuston tilavuudesta omistavat yksityiset yli 60 %. Muita omistajia ovat valtio, yhtiöt sekä eri yhteisöt. Suomen metsätalous on riippuvainen yksityisistä metsänomistajista. Metsätalouden käyttämästä puusta n. 80 % tulee yksityisiltä metsänomistajilta. Aiemmin metsät ovat siirtyneet perintönä suvussa jälkipolville ja omistus on keskittynyt maaseudulle. Tähän on kuitenkin tullut muutos, kun yhä useampi metsänomistaja asuu kaupungissa. Syynä on teollistuminen, maatilojen kokojen kasvu ja työpaikkojen siirtyminen kasvukeskuksiin. Tämä avaa mahdollisuuksia metsäteollisuuden palveluyrityksille, kun metsänomistajat eivät enää itse asu ja toimi metsien lähellä. (Metla 2013, viitattu 9.12.2015.)

Suomen metsien hoito perustuu metsikkötalouteen, jolle pohjan loi kasvitieteilijä A.K. Cajander 1900-luvun alussa. (Kuusipalo 1996, 37 – 39.) Cajanderin mukaan kasvupaikan pintakasvillisuus kuvastaa kasvupaikan ominaisuuksia ja puuston kykyä kasvaa alueella. Metsätyypit lajitellaan Suomessa kangasmetsiin sekä suo- ja turvekangasmetsiin. (Kuusipalo 1996, 41.) Pintakasvuston antaman tiedon perusteella valittiin sopiva puulaji kasvatettavaksi. Puuston kasvu uudistuskypsäksi kestää Suomessa 50 -120 vuotta, riippuen puulajista, maantieteellisestä sijainnista ja kasvupaikasta. Metsät Suomessa uudistetaan luontaisesti, istuttamalla tai kylvämällä. (Metla 2013, viitattu 9.12.2015.) Metsänkasvatuksessa harjoitetaan myös eri-ikäsrakenteisen kasvatuksen mallia. Siinä koko metsikköä ei hakata kerralla. Metsikköön tehdään poiminta- tai pienaukkohakkuita ja samassa metsikössä on täten eri-ikäistä puustoa. Metsän uudistus tapahtuu siemenpuiden avulla. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2014, 36 - 3.7)

Suomessa luontaisesti kasvavien puulajien määrä on pieni. Havupuita kasvaa 4 lajia ja lehtipuita 18 lajia. Mänty, kuusi ja koivu ovat suosituimmat puulajit kasvatuksessa, muut puulajit jäävät alle 1 %:n osuuteen kasvatuksessa. Tilanteeseen ei ole odotettavissa nopeita muutoksia. Haapa saattaa nousta tulevaisuudessa suosituimmaksi kasvatuspuuksi. Haavan käyttöä hidastaa kasvatuksen hajanaisuus, joten paperiteollisuudessa joudutaan turvautumaan tuon-tihaapaan. (Tapion taskukirja 2008, 132 -134.)

Metsällä on monenlaista käyttöarvoa ja tarkoitusta. Metsästyminen, marjastus ja vaellus ovat esimerkkejä virkistyskäytöstä. Jokamiehenoikeudet antavat kansalaisille mahdollisuuden liikkua erilaisissa metsissä. Kansantaloudellisesti metsien rinnakaistuotteiden merkitys ei ole suuri, mutta paikallisesti sillä on merkitystä taloudelle. (Metla 2013, viitattu 9.12.2015.) Metsiä hyödynnetään maisemanhoidossa taajamissa ja maaseudulla. Lähi- ja suojametsät (Kuva 1) antavat suojaa melulta, pölyltä sekä toimivat virkistyspaikkoina. Puusto ympäröi rakennuksia ja pehmentää kaupunkikuvaa. Liikenteen melua vaimennetaan tietä reunustavalla puustolla ja teollisuusrakennuksia peitetään metsän suojaan. Maaseudulla puustot reunustavat peltoja, toimivat kujina talolle ja peittävät hakkuualueita. Maisemaan saadaan vaihtelua ja monimuotoisuutta jättämällä maisemaan puustoa. (Harstela 2007, 116 – 120.)



Kuva 1. Suojametsä Valion meijeri Oulu.

Metsien käyttöä ja kasvatusta ohjaa lainsäädäntö. Tärkein laki on metsälaki, jossa määritellään metsänomistajien oikeudet ja velvollisuudet, sekä jokamiehen oikeus. Lisäksi on olemassa joukko muita lakeja, jotka täytyy ottaa huomioon metsänkäytössä. (Metsäkeskus 2014a, viitattu 28.12.2015.) Etelä-Suomen metsän kasvatusta ohjaa Metsien suojeleohjelma METSO, jonka lähtökohtana on vapaaehtoisuus. Uusi metsälaki astui voimaan 1.1.2014. Muutoksia aiempaan lakiin tuli mm. puuston ikä- ja järeyskriteereihin, kasvatustavan ja hakkuiden valintaan. (Metsälaki 2014 <http://www.finlex.fi/fi/laki/laki.. 2014> viitattu 28.12.2015.)

Metsien kasvatusta tuetaan Kemera -tuella. Yksityismetsänomistaja voi saada rahallista tukeva valtiolta arvokkaiden elinympäristöjen turvaamiseen sekä elinympäristöjen hoitamiseen ja kunnostamiseen. Nykyinen Kemera -laki on ollut voimassa 18.4.2016 lähtien. Tukea voi hakea mm. nuoren metsän hoitoon, taimikon varhaishoitoon ja metsätien tekemiseen. (Metsäkeskus 2014b, viitattu 28.11.2015.)

2.2 Metsätuhot

Suomessa metsätuhoja aiheuttavat sienet, hyönteiset, selkärangaiset ja elottomat tekijät. Metsätuhoista aiheutuu vuosittain miljoonavahingot. Metsätuhoihin voidaan jonkin verran vaurautua. Metsänhoitotöiden hoitaminen ajoissa, hakkuiden oikea mitoitus esim. tuulituhoille herkillä alueilla ja sekapuustoisuus vähentävät vahinkojen määrää. Elottomia tuhonaiheutta-

ja, esim. myrskyt ja lumituhot, on vaikea ennakoida. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2014, 51.)

Sienitaudeista kuusenjuurikäpää, *Heterobasidion parviporum*, on kuusen pahin tuhoaja Suomessa. Kuusenjuurikäpää lahottaa kuusen juuristoa ja runkoa usean metrin korkeudelle.

Kuusenjuurikäpää torjutaan vaihtamalla puulaji juurikäävän vaivaamalle metsikölle. (Hyvän metsänhoidon suositukset 014, 218 -219.) Männynversoruoste on sienien aiheuttama käyritymä ja koro männyn taimissa. Männynversoruoste on yleinen taimikoissa, joissa on haapa-vesakko vieressä tai lähistöllä. Männynversoruoste tappaa kokonaisia taimia ja varttuneiden mäntyjen alaoksia. (Metla 2013, viitattu 9.2.2016.)

Tukkimiehentäi on merkittävin havupuiden taimikoiden tuhohyönteinen. Tukkimiehentäi nakertaa taimen kuoreen aukkoja ja heikentää veden ja ravinteiden saantia. Tukkimiehentäitä vähennetään torjunta-aineilla, maan muokkauksella sekä taimien istutusajankohdan viivästyttämisellä. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2014, 223 -225.) Pystynävertäjä aiheuttaa männyn latvuksen muuttumisen piikkimäiseksi. Nävertäjä kaivertaa versoja ja ontot kasvaimet putoavat syksyllä maahan. Nävertäjiä torjutaan tuoreen mäntypuutavaran poiskuljetuksella metsistä sekä tuulenkaatojen poistamisella ennen nuorten hyönteisten aikuistumista kuoren alla. (Metla 2013, viitattu 9.2.2016.)

Selkärankaisista metsätuhonaiheuttajista yleisin on hirvi. Hirvi syö havu- ja lehtipuiden oksa- ja latvakasvaimia. Hirvi aiheuttaa tuhoja ympäri vuoden. Tuhoja voidaan torjua metsästyksellä, lehtipuuvesakon poistolla männyn taimikoista sekä tiheillä, hoidetuilla kylvetyillä ja luontaisesti uudistetuilla taimikoilla. (Metla 2013, viitattu 9.2.2016.) Myyrät vahingoittavat taimikkoa ja taimikkoa tuhoutuu eniten metsitetyillä pelloilla ja siemenviljelyksillä. Myyrätuhojen arvelaan lisääntyneen viime vuosina ja syitä tähän voivat olla typpilaskeumat ja peltojen metsitys. (Hyvän metsänhoidon suositukset 214, 224.)

Myrsky on yleisin elottomien metsätuhojen aiheuttaja. Myrskytuhoja voidaan jonkin verran vähentää välttämällä liian voimakkaita hakkuita, lannoituksen oikealla ajoittamisella sekä harvennuksen suunnittelulla. (Metla 2013, viitattu 9.2.2016.) Puun korjuu saattaa aiheuttaa jäljelle jääneeseen puustoon vauriota. Vaurioita voidaan torjua ennakoraivauksella, huolellisella työllä ja koulutuksella.

2.2.1 Tervasroso

Tervasroso on männiköiden sienitauti. Tauti aiheuttaa männylle koron ja tappaa tartunnan yläpuolisen puunosan (Kuva 2). Sieni leviää kahdella tavalla: männystä suoraan mäntyyn tai väliisäntäkasvien kautta. Väliisäntinä voivat toimia luonnossa mm. kuusiot, käärmeenpistoyrtti ja koristekasveista pionit. (Jukka 1999, 51.) Muita väliisäntäkasveja ovat metsä- ja kangasmaitikat (Kaitera 2011). Suomessa kasvavia viisneulasmäntyjä ovat mm. sembramänty ja peuke. Pohjois-Amerikassa valkomännyn tervasroso aiheuttaa merkittäviä tuhoja. (Kaitera & Hiltunen 2011, 237–242.)

Oulussa kangasmaitikka on yleisempi kuin metsämaitikka. Tämä johtuu suotuisista kasvupaikoista, joita kangasmaitikalla ovat tuoreet ja kuivahkot kankaat, ojat ja niityt. Metsämaitikoiden kasvupaikkoja ovat tuoreet kankaat sekä lehtomaiset niityt ja metsät. (Väre, Ulvinen, Vilpa, Kalleinen 2005, 173-174.) Silmäruoho on yleinen kasvi Oulun seudulla. Ketosilmäruoho kasvaa niityillä ja teiden varsilla, mutta ei tiheämmän asutuksen vieressä. Tanakkasilmäruoho on yhtä yleinen kuin ketosilmäruoho Oulussa, mutta viihtyy paremmin kaupungin rannikonpuoleisella alueella. Tanakkasilmäruohoa esiintyy laajemmin Oulun itäpuolisella alueella, kuten Sanginjoella. Laukut ovat yksivuotisia puoliloiskasveja. Pikkulaukku on yleinen Oulussa niityillä, pellonpientareilla ja teiden varsilla. Isolaukku on harvinaisempi Oulun alueella ja sitä esiintyy vain laikuittain tienvarsiniityillä, pellonlaidoilla ja kesantopelloilla. Isolaukku kasvaa mm. Äimärautiolla, Pikkaralassa ja Sanginjoella. Isolaukku on pikkulaukku kookkaampi ja kukinto vaalean kellertävää. (Väre ym. 274-277.)

Tervasroso talvehtii rihmastona männyn kuoressa. Kesä-heinäkuussa helmi-itiöt leviävät mäntyihin ja väliisäntäkasveihin. Väliisäntäkasvien lehdille muodostuvat kesä- ja talvi-itiöasteet, urediot ja teliat. Tervasrosan kantaitiöt tunkeutuvat itämisen jälkeen rihmastona puuhun joko neulasten ilmarakojen kautta tai kuoressa olevien haavojen kautta. Tartunnan saaneessa männynsä rihmasto kasvaa kohti runkoa. Kun rihmasto saavuttaa rungon, se saa aikaan soulukon laajenemisen. Tähän kohtaan kehittyy pikkukuromapulloja ja helmi-itiöpesäkkeitä. Sieni leviää terveestä kuorisolukosta pikkuhiljaa ympäri männyn runkoa. Tämä saattaa aiheuttaa puun latvan kuoleamisen, kun nestevirtaus juuresta latvaan katkeaa. Tervasrosoa esiintyy koko maassa, mutta Suomessa se on aiheuttanut pahimmat tuhot Pohjois-Suomessa. Pahimmillaan tauti on tuhonnut 80 % puuston tilavuudesta. Levinneisyys on Suomessa samaa luokkaa kuin Ruotsissa, n. 4 % puustosta on tartunnan saanutta. (Kurkela 1994, 240- 241.)

Tervasrosoa torjutaan pääasiassa hakkuilla. Tärkein keino on poistaa sairaat puut harvennuksen ja metsikön uudistuksen yhteydessä. Metsän uudistamisessa mäntyjen kasvupaikkana tulisi välttää tuoreita kankaita, jotka ovat metsämaitikan kasvupaikkoja ja alttiita levittämään tervasrosoa. (Kaitera 2011.)

Valkomännyn tervasroso aiheutti laajoja tuhoja Euroopassa viime vuosisadalla. Sitä torjutaan hävittämällä herukkapensaat ja viisneulasmännyn valkomäntymetsistä. Hakkuiden yhteydessä tervasrosoiset siemenpuut pitää poistaa, sillä alttiista siemenestä syntynyt puusukupolvi on myös taudinaltista ja alttius periytyvää. Toinen keino on puiden jalostus kestävämmäksi tautia vastaan. (Kurkela 1994, 243.)



Kuva 2. Tervasrosan tappama männyn latva (koeala G73).

2.2.2 Männynneulasruoste

Männynneulasruoste (*Coleosporium spp.*) sisältää joukon sieniä, jotka on nimetty aiemmin niiden väli-isäntäkasvin mukaan. Väli-isäntäkasveja ovat mm. leskenlehdet, maitikat ja valvatti. (Metla 2013, viitattu 21.1.2016.) Nykyään männynneulasruosteesta käytetään nimeä *Coleosporium tus-silaginis* (Luopioisten kasvisto 2015, viitattu 10.5.2016.) Sienen helmi-itiöasteet kehittyvät männyn neulasilla, josta itiöt leviävät tuulen mukana väli-isäntäkasveihin, joissa edelleen muodostavat urediot ja teliat. Sieni tartuttaa männyn neulasia kantaitiöiden avulla syyskesällä. Sieni elää loi-

senä neulasissa, eikä yleensä aiheuta vakavaa tuhoa neulasissa. Männynneulasruoste talvehtii männyn neulasilla tai isäntäkasvin lehdissä.

Männynneulasruosteesta on lievää haittaa puuston kasvulle. Peltojen muuttaminen metsäksi on joskus aiheuttanut taimikon kuoleamisen. Tämä johtuu siitä, että pellolla on ollut paljon väli-isäntäkasveja, esim. valvattia ja leskenlehtiä. (Kurkela 1994, 234–244.) Torjuntana männynneulasruosteella käytetään heinän- ja ruohontorjuntaa peltojen metsityksen yhteydessä. (Jukka 1999, 31.) Männynneulasruosteesta on haittaa väli-isäntäkasveille. Ruostesieni vaikuttaa kasvin lehtiin ja aiheuttaa lehtien kuoleman. Männynneulasruoste leviää maitikoihin parhaiten valoisalla paikalla, mutta puuston läheisyydellä ei ole vaikutusta sienien leviämiseen. Metsämaitikka saastuu ruostetautiin ankarammin kuin kangasmaitikka. (Pohjakallio & Vaartaja 1948, 4-13.)

3 TUTKIMUKSEN AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Koealojen valinta

Maalis-huhtikuussa 2015 aloitettiin aineiston keruupaikkojen kartoitus. Pohjana käytettiin Oulun yliopiston kasvitieteellisen puutarhan tietokantaa kohdekasvien esiintymispaikoista sekä niiden yleisyydestä ja runsaudesta. (Väre ym. 2005.) Tietokannan käytöstä ja koealojen poiminnasta vastasi Lassi Kalleinen Oulun kasvitieteellisestä puutarhasta. Kohteeksi valittiin vain esiintymispaikkoja, jossa kyseistä kasvilajia esiintyi sekä hyvin runsaasti että yleisesti. Koordinaattien perusteella valittiin keruupaikat ja tarkennettiin niiden tarkat sijainnit. Koordinaatit syötettiin kartta- palveluohjelmille, jotka antoivat tarkan sijainnin koealoille. Karttaohjelmoina käytettiin Google mapsia, Paikkatietoikkunaa sekä Retkikarttaa. Haussa jouduttiin käyttämään useita ohjelmia, koska koordinaatit olivat eri muodoissa ja kaikki hakuohjelmat eivät tunnista neet kaikkia koordinaatteja. Alkuvaiheessa tarkastelussa oli kuusi kasviryhmää; kangas- ja metsämaitikat, silmäruohot, kuusiot, sänkiöt ja laukut.

Kasvien kukinta-aikaan kesä-heinäkuussa tarkasteltiin kasvien esiintymistä keruupaikoittain, varsinaista myöhemmin elokuussa tapahtuvaa keruuta varten. Tarkastelusta vastasi Juha Kaitera Lukesta. Varsinkin maitikoiden pääkukinta on kesä-heinäkuussa, jolloin kangas- ja metsämaitikkakasvustot on helppo erottaa toisistaan. Sateinen alkukesä, kasvien vähäisyys ennalta valituilla aloilla ja kasvustossa 2000-luvun alun jälkeen tapahtuneet muutokset johtivat siihen, että kuusiot ja sänkiöt jätettiin tarkastelusta pois. Käytännössä kuusioita ja sänkiöitä ei löydetty ollenkaan niiden aiemmilta esiintymisalailta.

3.2 Aineiston keruu

Keräyspaikat jaettiin kuuteen pääalueeseen aineiston keruumatkojen suunnittelemiseksi. Pääalueet merkittiin aakkosilla A-G (Liitteet 1-10). Koealat tarkennettiin numeroittain kullekin kasvilajille. Siten esimerkiksi metsämaitikkanäyte koealalta 1 alueella F sai koodinumeron F1. Samoilta aloilta pyrittiin keräämään tutkimukseen useita eri koekasvilajeja lajien keskinäisen vertailun mahdollistamiseksi. Koealoilta saatiin kerättyä näytteitä kaikista neljästä tutkittavasta lajiryhmästä. Jos koealalta ei löydetty riittävästi tutkittavaa kasvilajia, kerättiin kasvit lähimmästä esiintyneestä kasvustosta läheltä alkuperäistä suunniteltua keruupaikkaa. Osa metsä- ja kangasmaitikan koelaoista jouduttiin hylkäämään elokuussa keruuvaiheessa kasvien erottamisen vaikeuduttua olennai-

sesti kukinnan loppumisen takia. Kasvupaikkojen tyypittely ja luokittelu tehtiin ristikkokerännän yhteydessä koealoilta. Samalla arvioitiin tervasroson yleisyys keruupaikalla tai sitä ympäröivässä metsässä. Yksikään koeala ei sijainnut voimakkaasti tervasrososisissa kohteissa. Käytännössä tervasrosoa esiintyi koealoilla vain yksittäisissä puissa satunnaisesti.

Näytteiden keruu tapahtui 9.8 -16.8.2015. Näytteitä kerättiin kolmella keräysmenetelmällä. Neljältä koealalta (1 koeala /laji) kerättiin 50 kasvinäytettä kukin omaan pussiinsa kasvikohtaisen lehtimäärän laskemiseksi. Loput 50 näytettä kerättiin näiltä koealoilta 100 kasvin otoksen saamiseksi. Toinen kasvien keruu tapahtui systemaattisesti ristikon rajaamalta nelilöalalta kaikilta koealoilta. Ristikon koko oli 0,5 m x 0,5 m (Kuva 3.). Ristikon rajaamalta alalta kerättiin kaikki tutkittavat kasviyksilöt haluttua kasvilajia yhteen pussiin koealakohtaisesti. Ristikko asetettiin koealalle satunnaisesti kasvustoa hyvin edustavalle paikalle. Kolmas keruutapa oli satunnaisotanta. Satunnaisotannassa kerättiin 100 kasviyksilöä haluttua kasvilajia satunnaisesti ympäri aluetta kaikilta koealoilta. Kasvit kerättiin paperipusseihin ja ne säilöttiin heti keruun jälkeen pakkahuoneeseen -20:C:een. Kasvien keruusta vastasivat Juha Kaitera ja Jukka Mikkilä.



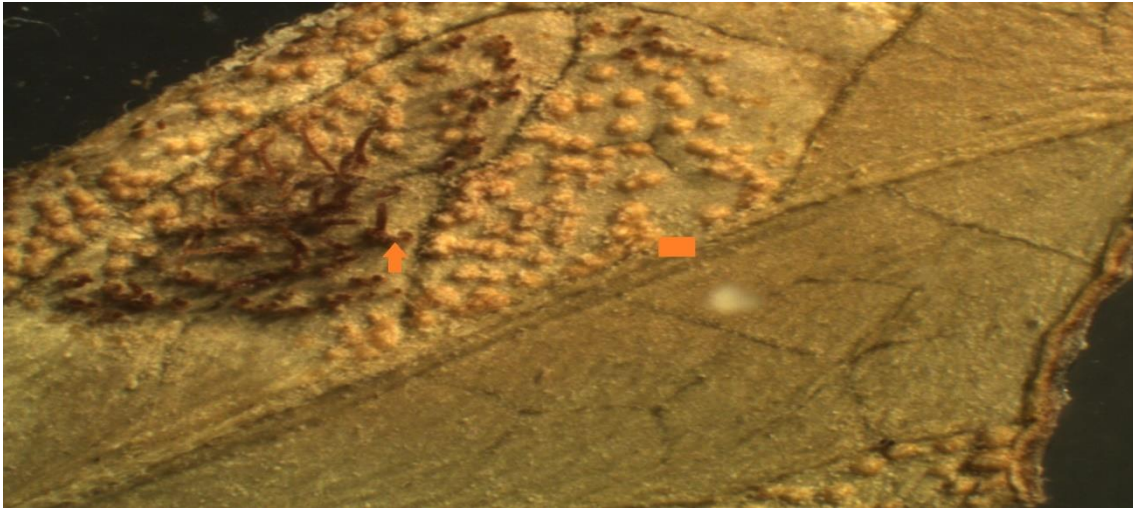
Kuva 3. Ristikko-otos silmäruohoista (koeala F21).

3.3 Aineiston analysointi

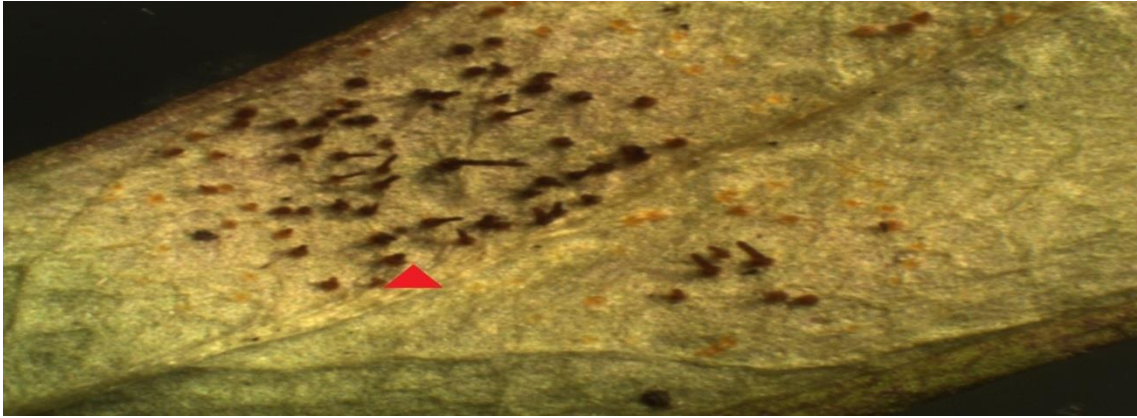
Kasvien mikroskopiointi tapahtui 10.8 - 2.10. Tällöin tutkittiin 4000 satunnaisnäytettä sekä ristikolta kerätyt systemaattiset 40 näytettä. Mikroskopiointi tapahtui laboratorioissa Linnanmaalla Luon-

nonvarakeskuksen tiloissa Wild stereomikroskoopilla. Päivässä käytiin läpi noin sadan kasvin näyte-erä. Työn etenemiseen vaikutti lehtien määrä kasveissa sekä tervasroson ja männynneulasruosteen määrä lehdillä. Kaikki tervasrosoiset näytelehdet kerättiin yksitellen petrimaljoille, ja maljan päälle merkittiin näytteenottoaika, päivämäärä, kasvilaji ja havaittu ruostesieni. Männynneulasruosteisia lehtiä kerättiin vain yleisnäytteenä kustakin näyte-erästä. Sienten oikean määrityksen varmisti laboratorioissa Juha Kaitera. Tulokset merkittiin ensin ylös lomakkeelle, tallennettiin Excel-tiedostoon ja niistä laskettiin yhteenvetotaulukot sekä tuloslaskelmat.

Tervasroso tunnistettiin lehdiltä sienen kesä- ja talvi-itiöpesäkkeiden perusteella. (Kaitera & Hiltunen 2012.) Käytännössä tunnistus perustui sienen karvamaisten talvi-itiöpesäkkeiden (teliat) esiintymiseen, sillä kesäitiöpesäkkeet olivat muodostaneet jo aiemmin heinäkuussa ennen varsinaisen aineiston keruuta. Vertailumateriaalina olivat referenssinäytteet eli käärmepistonyrtillä (Kuva 4.) aiemmissa kokeissa keinollisesti tuotetut tervasroson itiöpesäkenäytteet. (Kaitera & Hiltunen 2012.) Myös tuoreita sienen talvi-itiöpesäkkeitä kuolanpionin ja jalopionin lehdillä (Oulun kasvitieteellinen puutarha) oli vertailumateriaalina.



Kuva 4. Tervasroson kesäitiöpesäkkeitä, uredinioita ■ ja telioita, ▲ keinollisesti tartutettujen käärmepistonyrtin lehdillä (referenssimateriaali).



Kuva 5. Tervasroso talvi-itiöpesäkkeitä telioita ▲ jalopionin lehdillä. Luonnontartuntaa Oulun kasvitieteellisessä puutarhassa (referenssimateriaali).

Männynneulasruoste tunnistettiin joko isoista keltaisista kesäitiöpesäkkeistä tai punertavan ruskehtavista talvi-itiöpesäkkeistä (Luopioisten kasvisto 2015, viitattu 10.5.2016.) Tervasroson pesäkkeiden määrä laskettiin lehteä kohti kaikista näytteistä. Männynneulasruosteen osalta kirjattiin vain pesäkkeellisten lehtien määrä kaikista näytteistä. Edustavimmat itiöpesäkkeelliset näytteet kuvattiin mikroskooppikameralla.

3.4 Tulosten laskenta

Tervasroson keskimääräinen talvi-itiöpesäkkeiden määrä (N) ja vaihtelu (minimi, maksimi) laskettiin tartunnan saanutta lehteä kohti kaikista näytteistä. Keskimääräinen tervasrosoisten ja männynneulasruosteisten lehtien määrä laskettiin ristikoittain ja 100 kasvin otoksittain. Myös tervasrosoisten kasvien määrä ja suhteellinen osuus tutkituista kasveista laskettiin koelaittain. Itiöpesäkkeiden keskiarvoja ei vertailtu tilastollisesti kasvilajien välillä sienten vähäisten esiintymisten takia. Tervasrosoisten ja männynneulasruosteisten lehtien määrä laskettiin pinta-ala yksiköittäin (m^2 / ha)

4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

4.1. Tervasrosan ja männynneulasruosteen esiintyminen satunnaisotannan kasveilla koealoilla

Tervasrosan esiintymistä tutkittiin metsä- ja kangasmaitikalla sekä silmäruoholla tuhannesta kasviyksilöstä sekä laukuilla yli 850 yksilöstä ja tutkittuja lehtiä kaikissa kasviryhmissä oli yli 88000 (Taulukko 1). Kahdelta koealalta ei löydetty sataa kasvinäytettä ja tämä laski otoksen määrää laukuilla.

Tervasrosoa havaittiin tutkituista lajeista ja lajiryhmistä eniten metsämaitikalla. Metsämaitikalla sekä tartunnan saaneiden kasviyksilöiden että lehtien määrä oli suurin (Taulukko 1). Sen sijaan satunnaisotokseen kerätyillä laukuilla ei havaittu lainkaan tervasrosoa aiheuttavaan ruostesientä (Taulukko 1). Satunnaisotoksen tulokset kasveittain ovat liitteenä (Liitteet 2-5).

Männynneulasruostetta esiintyi n. 8,5 %:lla tutkituista näytteistä (Taulukko 2). Sitä tavattiin kaikilta koealoilta vähintään yksi tartunnan saanut lehti lukuun ottamatta yhtä koealaa. Ruskotunturin koealalta ei löydetty männynneulasruostetta (Liite 2). Lehtien telioiden määrä vaihteli yhden ja 600 lehden välillä koealaa kohti. Männynneulasruostetta oli selvästi enemmän tutkituissa metsämaitikoissa kuin tervasrosoa. Sen suhteellinen tartunnan saaneiden lehtien osuus oli 30-kertainen tervasrosan esiintymiseen verrattuna. Toisaalta vähiten tervasrosoa sisältävä koeala sisälsi vähän myös männynneulasruostetta. Vähiten tervasrosoa sisältänyt keräyskohde oli alueella A11 Edenin vieressä (Liite 2.) Alueittainen kasvien välinen vaihtelu sekä tervasrosossa että männynneulasruosteessa oli suurta.

4.1.1. Tervasrosan ja männynneulasruosteen levinneisyys ja runsaus metsämaitikalla

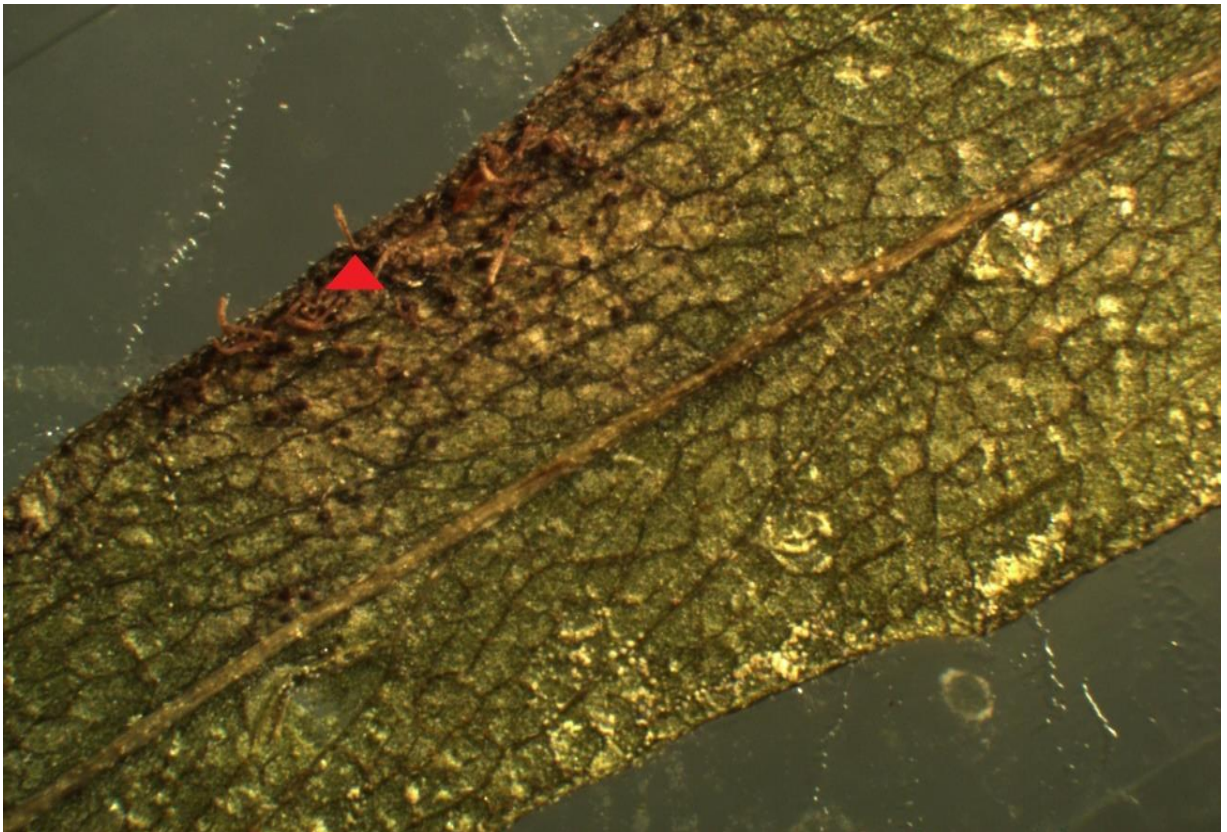
Tervasrosan telioita (kuvat 6-7) esiintyi yleisemmin tutkituista kasveista metsämaitikan lehdillä. Kaikki kymmenen koealaa yhdistettynä teliota esiintyi 22272 tutkitusta lehdestä 65 lehdellä. Siten sienien esiintyminen (0,29 %) metsämaitikalla oli harvalukuista (Taulukko 1). Telioita havaittiin kasvin lehdillä kaikkiaan 1763 kpl, mikä vastasi keskimäärin 27 kpl per tartunnan saanut lehti. Lähes kaikilta koealoilta löytyi tervasrosoa metsämaitikalla. Eniten tervasrosoa esiintyi koealalla F11 Ylikiimingissä. Koealalla C11 Pateniemessä ei esiintynyt tervasrosoa lainkaan (liite 2).

Taulukko 1. Tervasrosoa aiheuttavan ruostesiemen yleisyys tutkituissa lajeissa ja lajiryhmissä

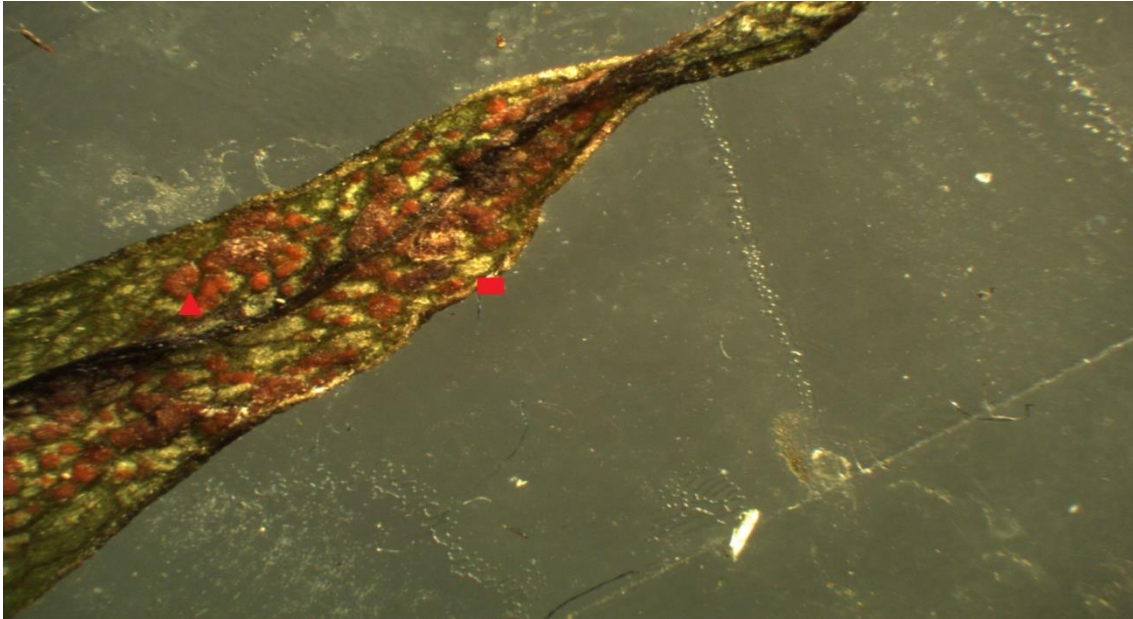
Kasvit	Metsämaitikka	Kangasmaitikka	Silmäruoho	Laukut
Kasvit kpl yht.	1000	1000	1000	852
Lehdet kpl yht.	22272	23744	21749	20622
<i>Cronartium</i> lehdet kpl yht.	65	4	6	0
<i>Cronartium</i> kasvit kpl	61	4	6	0
Osuus tutkituista lehdistä %	0,29	0,02	0,03	0
teliat kpl yht.	1763	179	188	0
Teliota per tartunnan saanut lehti keskiarvo	27,1	44,8	31,3	0
Tartunnan saaneita kasveja %	6,1	0,04	0,06	0
Teliat per lehti min.	1	14	14	0
Teliat per lehti max.	211	81	80	0

Taulukko 2. Männynneulasruostetta aiheuttavan ruostesienen yleisyys tutkituissa lajeissa ja laji-ryhmissä

Kasvi	Metsämitikka	Kangasmitikka	Silmäruoho	Laukut
Kasvit kpl yht.	1000	1000	1000	852
Lehdet kpl yht.	22272	23744	21749	20622
<i>Coleosporium</i> lehdet kpl yht.	1896	4389	253	425
Osuus tutkituista lehdistä %	8,5	18,5	1,2	2,1



Kuva 6. Tervasroson telioita (▲) metsämitikan lehdillä (Ruskotunturi).



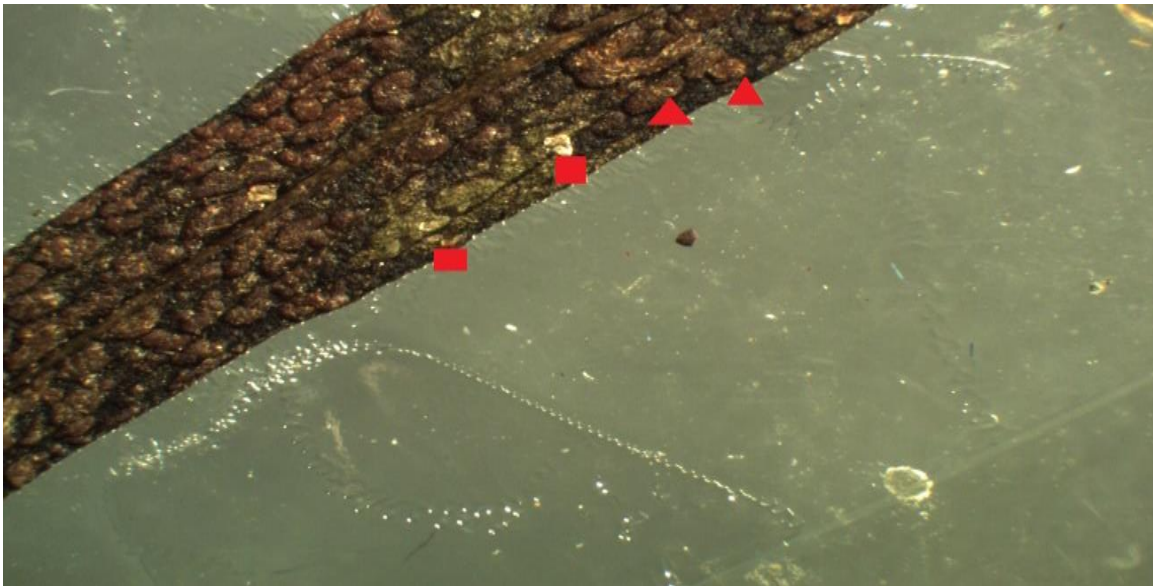
Kuva 7. Männynneulasruosteen uredinio (■) ja telioita (▲) metsämaitikan lehdellä (Koeala C21/6).

4.1.2. Tervasroson ja männynneulasruosteen levinneisyys ja runsaus kangasmaitikalla

Kangasmaitikalla tervasroso oli selvästi harvinaisempi kuin metsämaitikalla. Tartunnan saaneita lehtiä löytyi vain kahdelta koealalta yhteensä neljä lehteä (Taulukko 1). Tervasrosoisten lehtien osuus metsämaitikalla oli n. 15 – kertainen verrattuna kangasmaitikan lehtiin. Männynneulasruoste oli yleisempää kangasmaitikoilla kuin metsämaitikoilla, eli suhteellinen osuus tartunnan saaneista lehdistä oli yli kaksinkertainen (Taulukko 2). Kangasmaitikalla tervasrosoa löytyi kahdesta keruupaikasta. Alueella F21 sijaitsee uudistuskypsä mänty-kuusi sekametsä, jonka puustossa ei ollut näkyvää tervasrosoa (Liite 3). Toinen alue sijaisi kohteessa A1 Iskossa (Liite 3). Minimimäärä telioita (Kuvat 8-9) oli kangasmaitikalla 14 teliaa/ lehti ja maksimi 81 teliaa/ lehti.



Kuva 8. Tervasroson teliota (▲) kangasmaitikan lehdellä (Koeala F21).



Kuva 9. Männynneulasruosteen kesäitiöpesäkkeitä uredinioita (↑) ja telioita (▲) kangasmaitikan lehdellä (Koeala F23).

4.1.3. Tervasroson ja männynneulasruosteen levinneisyys ja runsaus silmäruohoilla

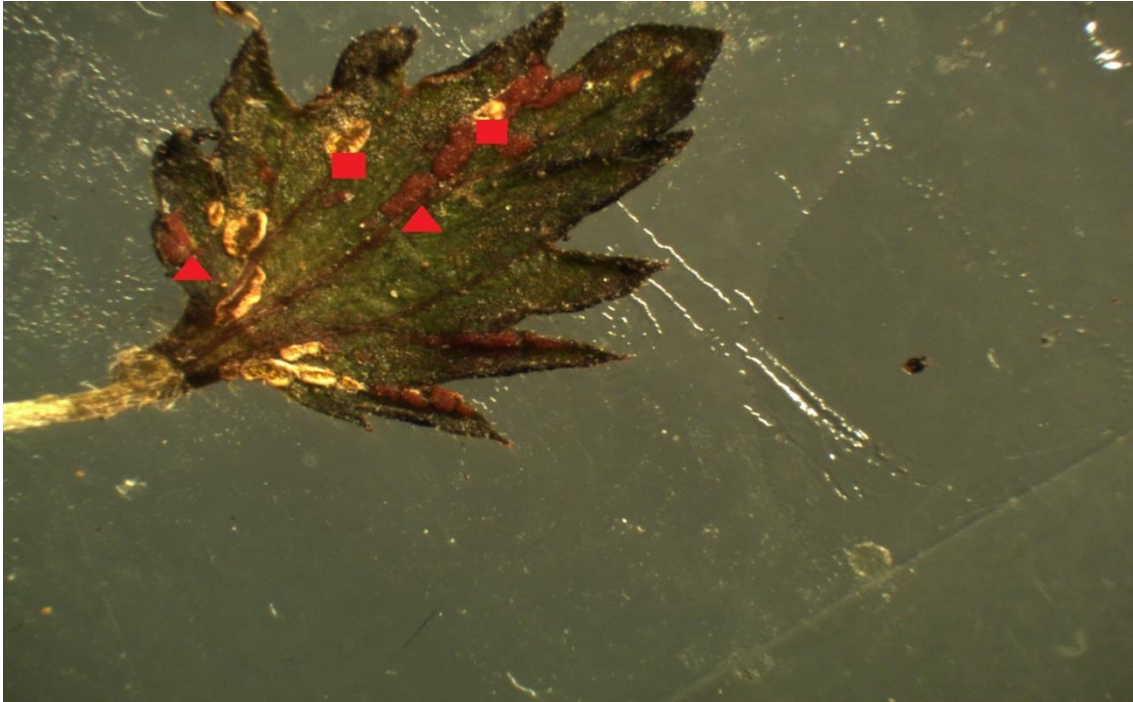
Kolmelta koealalta kymmenestä löydettiin tervasrosaisia silmäruohon lehtiä. Lehtiä löytyi harvemmin kuin metsämaitikalla mutta yleisemmin kuin kangasmaitikalla. Prosentuaalinen osuus

tutkitusta lehdistä oli samaa suuruusluokkaa kangasmaitikan kanssa (Taulukko 1). Tervasrososia lehtiä löytyi alueilta G13/27 Madekoskelta, F21 Ylikiimingin tienhaarasta ja A11 Lintulammelta (Liite 4). Madekoskelta kerätyissä näytteissä oli eniten tervasrosoa.

Madekosken keruupaikan vieressä oli VMT-tyyppin männikkö sekä pelto ja ruohoinen tienvarsi. Puissa ei havaittu näkyvää tervasrosoa. Myös männynneulasruosteen (Kuva 11.) esiintyminen oli vähäistä tällä keruupaikalla. Ylikiimingissä koealan ympärillä oli uudistuskypsä mänty-kuusi-sekametsä, mutta puissa ei havaittu näkyvää tervasrosoa. Sen sijaan tältä koepaikalta kerätyissä näytteissä oli erittäin runsaasti männynneulasruostetta. Lintulan keruupaikka oli tuore kangas, jonka puusto oli koivu-pihlaja-paju sekapuustoa. Keruupaikasta n. 50 metrin päässä oli varttunutta tervasrosoista puustoa. Männynneulasruostetta esiintyi silmäruohoilla selvästi vähemmän kuin metsä- ja kangasmaitikalla. Metsämaitikalla männynneulasruoste oli 7 kertaa yleisempää ja kangasmaitikalla 12 kertaa yleisempää kuin silmäruohoilla.



Kuva 10. Tervasrososon telioita (▲) silmäruohon lehdellä (Koeala F21).

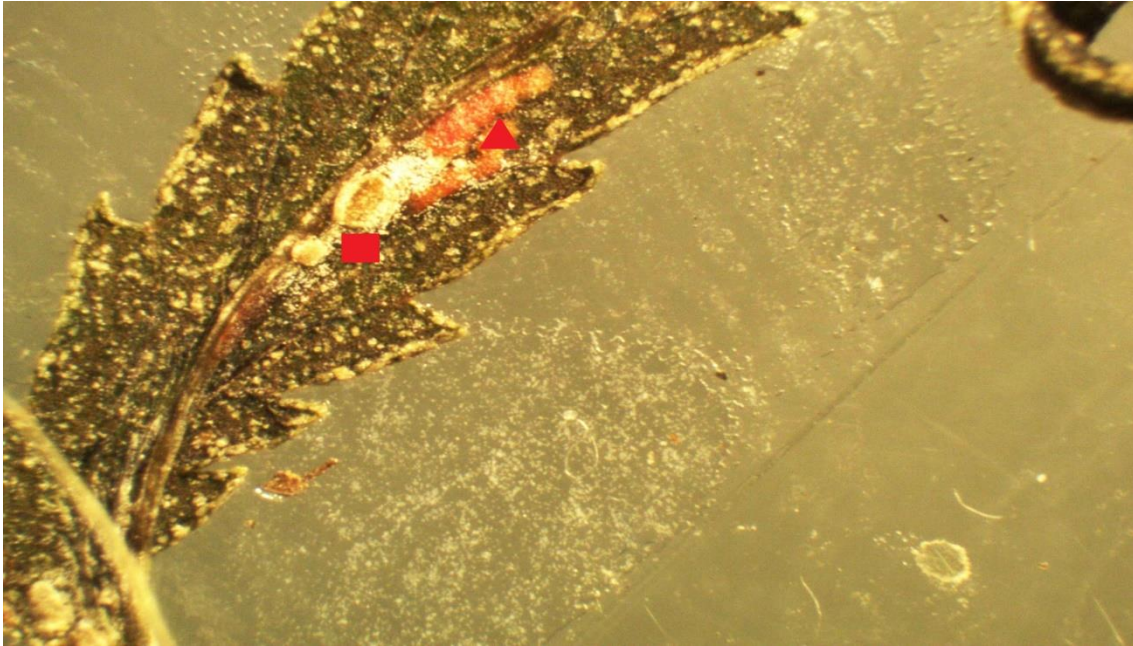


Kuva 11. Männynneulasruosteen kesäitiöpesäkkeistä, (■) uredinoita ja telioita (▲) silmäruohon lehdellä (Koeala F21).

4.1.4. Tervasrosan ja männynneulasruosteen levinneisyys ja runsaus laukuilla

Tervasrosaa ei esiintynyt lainkaan laukuilla (Taulukko 1). Männynneulasruostetta havaittiin niillä runsaammin kuin silmäruohoilla (Kuva 12), mutta selvästi vähemmän kuin maitikoilla (Taulukko 2). Laukuilla esiintyi männynneulasruostetta 70 % enemmän kuin silmäruohoilla. Metsämaitikalla esiintyi männynneulasruostetta 4 kertaa enemmän ja kangasmaitikalla 9 kertaa enemmän kuin laukuilla. Männynneulasruostetta esiintyi kaikilla keruupaikoilla lukuun ottamatta Ruskotunturia (Liite 5).

Eniten männynneulasruostetta havaittiin alueella, joka sijaitsi Ylikiimingintie 74:ssä. Puusto oli uudistuskypsää mänty-kuusi sekametsää, jossa ei tavattu näkyvää tervasrosaa. Vähiten männynneulasruostetta esiintyi Hangaksentiellä Pikkaralassa alueella G291, jonka vieressä sijaitsi pienlentokenttä. Alueen puustossa ei havaittu näkyvää tervasrosaa (Liitteet 2-5).



Kuva 12. Männynneulasruosteen uredinioita (↑) ja telioita (▲) laukun lehdellä (Koeala G13, 27).

4.2. Tervasaroson ja männynneulasruosteen esiintyminen ristikko-otannan kasveissa

Tervasaroson ja männynneulasruosteen esiintymistä tutkittiin metsämaitikalla 167 kasviyksilöstä, kangasmaitikalla 89 kasviyksilöstä, silmäruoholla 622 kasviyksilöstä ja laukuilla 100 kasviyksilöstä. Tutkittuja lehtiä kasviryhmissä oli vajaat 14 000 (Taulukko 3). Koeruutuja kerättiin 40 koealalta (Liitteet 6-9).

Tervasarosoa havaittiin tutkituista lajeista ja lajiryhmistä ainoastaan metsämaitikalla (Taulukko 3.) Sen sijaan ristikko-otannassa kangasmaitikalla, silmäruoholla ja laukuilla ei havaittu lainkaan tervasarosoa aiheuttavaa ruostesientä (Taulukko 3). Ristikko-otannan tulokset kasveittain ovat liitteenä (Liitteet 6-9).

Männynneulasruostetta havaittiin eniten kangasmaitikalla, 6,39 % tutkituista lehdistä. Toiseksi eniten männynneulasruostetta oli metsämaitikalla, 4,51 % tutkituista lehdistä. Kolmanneksi eniten männynneulasruostetta oli laukuilla, 0,87 % tutkituista lehdistä. Silmäruoholta ei havaittu männynneulasruostetta ristikko-otannan näytteissä (Taulukko 4). Tulokset ovat samansuuntaiset kuin satunnaisotannan antamat tulokset (Taulukko 2).

Taulukko 3. Tervasrosoa aiheuttavan ruostesiemen yleisyys ristikko-otannan koekasveilla

Kasvit	Metsämaitikka	Kangasmaitikka	Silmäruoho	Laukut
Kasvit kpl yht.	167	89	622	110
Lehdet kpl yht.	2685	1815	8413	1035
<i>Cronartium</i> lehdet kpl yht.	2	0	0	0
<i>Cronartium</i> kasvit yht.	2	0	0	0
Osuus tutkituista lehdistä %	0,07	0	0	0
Tartunnan saaneet kasvit %	1,2	0	0	0
Teliat kpl yht.	19	0	0	0
Teliat per lehti min.	2	0	0	0
Teliat per lehti max.	17	0	0	0
Teliat keskiarvo lehti	9,5	0	0	0

Taulukko 4 Männenneulasruostetta aiheuttavan ruostesienen yleisyys ristikko-otannan koekasveilla

Kasvi	Metsämaitikka	Kangasmaitikka	Silmäruoho	Laukut
Kasvit kpl yht.	167	89	622	110
Lehdet kpl yht.	2685	1815	8413	1035
Coleosporium lehdet kpl yht.	121	116	0	9
Osuus tutkituista lehdistä %	4,51	6,39	0	0,87

4.3 Tervasroson ja männenneulasruosteen esiintyminen kasvilajeittain ja -lajiryhmittäin

Tervasroson telioita esiintyi metsämaitikalla alueella A11 Iskon tenniskentän vieressä. Tervasroson määrä oli ristikko-otannan kasveissa prosentuaalisesti vähäisempi kuin satunnaisotannan kasveissa. Kerättyjen kasvien määrä oli myös vähäisempi. Telioiden määrä oli metsämaitikalla keskimäärin 9,5 teliaa lehteä kohti (Taulukko 3). Männenneulasruostetta oli ristikko-otannan kasveissa vähemmän kuin satunnaisotannan kasveissa (Taulukko 4).

Kangasmaitikalla ei löytynyt tervasrosoa ristikko-otoksessa (Taulukko 3). Männenneulasruostetta havaittiin ristikko-otoksessa vähemmän kuin satunnaisotoksessa. Näytteessä oli lehtiä runsaasti, vaikka itse kasveja oli vähemmän kuin metsämaitikoita. Kangasmaitikalla männenneulasruoste oli yleisempää kuin metsämaitikalla, mikä tulos oli nähtävissä myös satunnaisotoksessa (Taulukko 4).

Silmäruohoille ei havaittu tervasroson itiöpesäkkeellisiä lehtiä ristikko-otannassa (Taulukko 3). Kasveja löytyi koalueilta runsaasti. Männenneulasruostetta ei myöskään esiintynyt silmäruoholla. Ristikko-otoksessa männenneulasruosteen määrä oli silmäruoholla vähäisempi kuin maitikoilla, kuten havaittiin aiemmin myös satunnaisotoksessa (Taulukko 4).

Laikuilta ei havaittu ristikko-otoksessa tervasrosoa, mikä tulos oli samanlainen kuin satunnaisotoksessa (Taulukko 3). Männenneulasruostetta löytyi n. puolesta koalueiden ristikko-

otoksen kasvinäytteistä. Männynneulasruostetta havaittiin satunnaisotoksessa kaikista näyte-eristä yhtä lukuun ottamatta.

4.4 Tervasroson ja männynneulasruosteen yleisyys neliömetrillä ja hehtaarilla

Koealojen riihitikko- ja satunnaisotannon tulosten perusteella laskettiin tervasroson ja männynneulasruosteen levinneisyys neliometriä kohden eri kasveilla. Laskentakaava muodostettiin ristikko-otannon lehtien määrästä, koealoista ja satunnaisotannon tautisuus - %:sta, ja ristikon koko muutettiin neliometri- ja hehtaarikohtaiseksi.

Metsämitikan laskentakaava:

1. Ristikon koko oli 0,25 m², neliömetrin koko saatiin kertomalla ristikon tulos neljällä.

$$2685/10=268,5 \text{ lehteä/ristikko} \rightarrow 268,5*4= \text{m}^2$$

2.

Kerrotaan kasvien lukumäärä satunnaisotannon tautisuudella

$$65/22272=0,0029184 \rightarrow 268,5*4*0,00291184 = 3,1343616 \text{ lehteä / m}^2$$

Hehtaarin määrä saadaan kertomalla m² tulos * 10000.

Taulukko 5. Tervasroson ja männynneulasruosteen yleisyys laskettuna neliömetrillä ja hehtaarilla

Kasvit	Metsämitikka	Kangasmitikka	Silmäruoho	Laukut
Kasvit kpl yht.	167	89	622	110
Lehdet kpl yht.	2685	1815	8413	1035
<i>Cronartium</i> lehdet per m²	3,13	0,12	0,93	-
<i>Cronartium</i> lehdet per ha	31344	122,3	9284	-
<i>Coleosporium</i> lehdet per m²	91,4	106,7	39,1	8,5
<i>Coleosporium</i> lehdet per ha	91,4 * 10 ⁴	106 * 10 ⁴	39,1 * 10 ⁴	85 * 10 ⁴

5 TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tervasrosaa esiintyi laajalti mutta harvalukuisesti Oulun kaupunkialueella. Tervasrosaa esiintyi eniten Ylikiimingin Turjantien koealalla. Koeala oli tien vieressä ja sen kasvupaikka oli lehtomainen kuusi-koivusekametsikkö. Koealan lehdistä n. 1 % oli tervasrosan tartuttamia, mikä oli kolme kertaa enemmän kuin keskimäärin metsämaitikalla. Tervasrosaa esiintyi kaikilla satunnaisotannan koealoilla, lukuun ottamatta Pateniemen koealaa, jossa koealan puusto oli lehtipuita.

Metsämaitikka oli altein kasvilaji tervasrosolle tutkituista puoliloiskasveista. Vain yhdestä näyteerästä ei löytynyt itiötartunnan saaneita lehtiä. Lähimäntyjä ei kuitenkaan tarvittu lähteeksi, sillä eniten tervasrosaa esiintyi alueelta, jossa ei ollut mäntyjä lähellä ja alueen puusto oli kuusi-koivusekametsää. Toiseksi eniten tervasrosaa esiintyi metsämaitikalla alueella, jossa puusto oli koivu-paju-pihlaja sekametsää. Koealasta n. 50 metrin päässä oli kuitenkin männyissä selvästi havaittavaa tervasrosaa. Koealojen tartunta onkin saattanut tapahtua lisäksi myös kaukolevintänä.

Tässä tutkimuksessa tervasrosan tartuttamia lehtiä havaittiin metsämaitikalla noin kolme lehteä neliometriä kohden. Verrattuna luonnossa tervasrosomänniköistä kerättyihin tuloksiin (Kaitera, Nuorteva & Hantula 2005, 231) tulos on selvästi alhaisempi. Tervasrosan yleisyydessä metsämaitikalla tuhoalueella sekä normaalilla metsäalueella on suuri ero. Tervasrosoisessa metsikössä sienitartuntaa löydettiin 22 %:ssa metsämaitikkanäytteistä. (Kaitera ym. 2005, 231.) Metsäalueilla, joissa ei esiintynyt runsaasti tervasrosaa puissa, tartunnan saaneiden lehtien määrä oli huomattavasti alhaisempi ja vaihteli 2 - 10 %. (Kaitera, Hantula, Nevalainen 2011, 416.)

Silmäruoholla tervasrosaa esiintyi harvakseltaan, mutta useilla aloilla ja useammin kuin kangasmaitikalla. Silmäruoholla tervasrosan levinneisyyttä ja yleisyyttä luonnossa ei ole aiemmin tutkittu laajemmin, mutta yksittäisiä havaintoja sienestä on tehty silmäruohoilla. Silmäruoho on yleinen Oulun seudulla ja voisi siis jossain määrin levittää tervasrosaa. Tartutuskokeissa silmäruohot ovat osoittautuneet tervasrosolle alttiiksi. (Kaitera, Hiltunen & Hantula 2014, 4.)

Tässä tutkimuksessa laukuilta ei löydetty terwasrosoa. Tartutuskokeissa terwasroso on tarttunut myös laukkuihin, mutta luonnonolosuhteissa sitä ei ole löydetty laukuilta (Kaitera ym. 2014, 4), mitä tämä tutkimus tukee. Laukut näyttäisivät olevan hyvin kestäviä terwasrosoa vastaan.

Kangasmaitikalta esiintyi vähän terwasrosoa. Tämä tulos on myös alhaisempi kuin luonnossa tavattu terwasroson määrä lehdillä. (Kaitera, Hantula & Nevalainen 2011, 416.) Myös aiemmissa tauti-inventoinneissa ja tartutuskokeissa kangasmaitikka on ollut lähes täysin kestävä terwasrosoa vastaan, mitä tämän tutkimuksen luonnon esiintymiset tukevat. Silmäruohoja ei ole tutkittu laajemmin aiemmin. (Kaitera & Nuorteva 2003, 501; Kaitera ym. 2001, 416.)

Tässä tutkimuksessa terwasrosoa löydettiin kolmelta puoliloiskasvulta; metsämaitikalta, kangasmaitikalta ja silmäruoholta. Tulos noudattelee aikaisempien tartutuskokeiden tuloksia, jotka on tehty metsä- ja kangasmaitikalle. (Kaitera 1999, 396.) Tutkimuksessa metsämaitikan todettiin olevan altis laji terwasrosolle ja kangasmaitikka taas varsin kestävä laji. Kangasmaitikalta on löydetty myös aiemmissa tutkimuksissa terwasrosoa luonnosta. (Kaitera, Hantula & Nevalainen 2011, 416.) Silmäruoholla on tartutuskokeissa havaittu niiden taudinalttius (Kaitera ym. 2012), mitä nyt luonnon esiintymiset tukevat. Silmäruohoa ei ole tutkittu laajalla kokeella aiemmin.

Terwasroson esiintyminen luonnossa oli myös alhainen maitikoilla verrattuna aiempaan tutkimukseen. (Kaitera ym. 2011, 416.) Osalta tuloksiin vaikutti se, että tutkimus tehtiin kaupungissa alueilla, joissa ei ollut merkittävästi terwasroson tartuttamia puita. Lisäksi tutkimuksen metsätyypit vaihtelivat lehtipuustosta männiköihin, mikä vähensi potentiaalisten lähitartuntojen määrää.

Tutkituissa lajeissa ja lajiryhmissä männynneulasruostetta havaittiin yleisimmin ja runsaimmin kangasmaitikalla. Männynneulasruostetta esiintyi kaikilla tutkituilla koealoilla. Eniten männynneulasruostetta esiintyi uudistuskypsissä metsiköissä ja kuivan kankaan kasvupaikoilla. Tutkimuksen perusteella männynneulasruosteen leviämiseen tarvitaan lähimäntyjä, sillä vähiten männynneulasruostetta esiintyi alueelta, jossa oli koivua, pajua ja pihlajaa ja lähimmät männyt sijaitsivat n. 500 metrin päässä.

Männynneulasruosteen yleisyyttä tutkimuksen koekasveilla on tutkittu vähän Suomessa. Kangas- ja metsämaitikalla on tehty vain yksi tutkimus. Männynneulasruostetta havaittiin kyseisessä tutkimuksessa eniten paikoilta, joissa oli kuivaa kangasta mäntymetsän lähellä. Tämän tutkimuk-

sen tulokset vahvistavat osaltaan männynneulasruosteen yleisyyttä kangasmaitikalla kuivilla, valoisilla kasvupaikoilla. (Vaartaja & Pohjakallio 1948, 4-13.)

Männynneulasruostetta esiintyi koekasveilla merkittävästi enemmän kuin tervasrosoa. Erityisesti kangasmaitikalla havaittiin huomattavasti yleisemmin ja runsaammin männynneulasruostetta kuin tervasrosoa. Myös metsämaitikalla ja silmäruoholla männynneulasruosteen esiintyminen oli tavallisempaa kuin tervasrosan. Laukuilta tervasrosoa ei löytynyt, mutta männynneulasruostetta havaittiin vähän. Tervasroso ja männynneulasruoste eivät tutkimuksen mukaan ole toistensa kanssa yhteydessä. Tervasroso oli yleisintä metsämaitikalla, sen jälkeen silmäruoholla, kangasmaitikalla ja laukuilla. Järjestys männynneulasruosteen yleisyyden mukaan oli kangasmaitikka, metsämaitikka, silmäruoho ja laukut.

Kokeen tuloksia tervasrosan yleisyydestä väli-isäntäkasveilla voidaan tulevaisuudessa hyödyntää metsänomistajien omavalvonnassa. Tietoa näistä taudinaiheuttajista voidaan lisätä koulutuksen kautta. Koulutusta voivat antaa metsäyhdistykset, oppilaitokset, metsäyhtiöt, asiantuntijaorganisaatiot jne. Lisäämällä tietoa tervasrosan tunnistamisesta ehkäistään tervasrosan leviämistä, kasvatetaan metsien tuottoa ja parannetaan metsäteollisuuden kilpailukykyä. Lisätutkimuksia voidaan tehdä silmäruoholla, joka on yleinen kasvi Pohjois-Suomessa.

6 POHDINTA

Opinnäytetyöprosessin voi jakaa kolmeen osaan; esivalmistelu, käytännön toteutus ja opinnäytetyön kirjoittaminen. Esivalmistelut aloitettiin maaliskuussa 2015. Opinnäytetyön aihe rajattiin ja tehtiin tutkimussuunnitelma. Maaliskuussa saatiin Oulun Yliopistolta kasvien sijaintipaikkatiedot. Runsaimmista kasvien sijaintipaikoista etsittiin osoitetiedot ja kartoitettiin tutkittavat alueet. Tutkimuksen onnistumisen kannalta esivalmistelu oli tärkein vaihe. Alueiden kasvupaikkatiedot olivat yli kymmenen vuotta vanhoja. Osa kasvupaikoista oli jäänyt rakennusten alle ja osassa tutkittavaa kasvia ei löytynyt, mikä vaikutti kerätyn aineiston määrään. Valitut koealat tarkastettiin toukokuussa. Alkuperäisestä suunnitelmasta jouduttiin jättämään pois kuusiot ja sänkiöt niiden suoranaisten puuttumisen takia. Esivalmistelun avulla säästettiin työaikaa ja tehtiin koekasvien keruusuunnitelma.

Seuraava vaihe opinnäytetyössä oli käytännön toteutus. Tämä sisälsi koekasvien keräämisen, varastoinnin ja mikroskoopoinnin. Kerääminen tapahtui 8 - 16.8.2015. Kaikkina päivinä ei kerätty, joten työ onnistui hyvin. Työtä nopeuttivat koealat, joista löytyi kaikkia neljää tutkittavaa kasvilajia. Näytteet varastoitiin Lynet -laboratorion pakastehuoneeseen ja tämän jälkeen alkoi mikroskoopointi. Tavoitteena oli käydä läpi 100 kasvinäytettä päivässä. Tällä aikataululla kasvit käytiin läpi n. kahdessa kuukaudessa. Tervasrosoiset ja männynneulasruosteen tartuttamat lehdet kerättiin näyterasioihin. Parhaista näytteistä otettiin valokuvat.

Viimeinen vaihe oli tulosten yhteenveto ja opinnäytetyön kirjoittaminen. Aloitin kirjoittamisen loka-kuussa. Kirjoittaminen sujui hitaasti, joten päätimme ohjaajan kanssa tavata kerran viikossa ja käydä läpi viikon aikana kirjoitettua työtä. Tämä osoittautui toimivaksi ratkaisuksi. Kirjoitustyöhön tuli aikataulu ja teksti käytiin tuoreeltaan läpi. Mahdolliset virheet oikaistiin ja oikeat ratkaisut hyväksyttiin.

Opinnäytetyössä sai yhdistää kaikkia elämässä opittuja asioita ja taitoja. Aiempi kokemus työelämästä, koulussa opitut taidot sekä opinnäyteyhteisössä opitut asiat nivoutuivat yhteen työn aikana. Kyse on oppimisprosessista, jossa olemassa olevia tietoja ja taitoja yhdistettiin uuteen, ja niiden pohjalta saatiin tuloksia ja tehtiin johtopäätöksiä. Lopuksi haluan kiittää seuraavia henkilöitä, joita ilman tätä opinnäytetyötä ei olisi voinut syntyä: MMT, Dosentti, vanhempi tutkija Juha

Kaitera (Luke), FK Lassi Kalleinen (OY), FT, mti Anu Hilli (Oamk), Lehtori Kaisu Sipola (Oamk) ja FM Arja Maunumäki (Oamk).

LÄHTEET

Finlex.Metsälaki.2014. Viitattu 28.12.2015. www.finlex.fi/ajantasa/1996/19,961093

Harstela, P. 2007. Metsämaisemamme. Keuruu: Otava Oy.

Hyvän metsänhoidon suositukset – METSÄNHOITO 2014. Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.). Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.

Jukka, L. 1999. Metsänterveysopas - metsätuhot ja niiden torjunta. Helsinki: Samerka Oy, 1998.

Kaitera, J. 1999. *Cronartium flaccidum* fruitbody production on *Melampyrum spp.* and some important alternate host in pine. Eur. J. For. Path. 29 (1999) 391-398.

Kaitera, J. 2011. Tervasroso lisääntyy. Metsäikkuna - Pohjois-Pohjanmaan metsäalan toimijoiden ja metsänomistajien yhteinen julkaisu1. Viitattu 2.1.2016.
<http://www.metsakeskus.fi/pp/metsaikkuna>.

Kaitera J., Aalto T. & Jalkanen, R. 1994. Effect of resin-top sidease caused by *Premidermium pinion* the volume and value *Pinus sylvestris* saw timber and pulpwood. Scandinavian Journal of Forest Research 9 (4): 376-381.

Kaitera, J., Hantula, J. & Nevalainen, S. 2011. Distribution and Frequency of *Cronartium flaccidum Melampyrum spp.* in permanent sample plots in Finland. Scandinavian Journal of of Forest Research 2011; 26; 413–420.

Kaitera, J. & Hiltunen, R. 2011. Tervasroso uhkaa männyn taimikoita rehevillä mailla. Metla taimi-
uutiset 3/2011.

Kaitera, J. & Hiltunen, R. 2011. Viitattu 21.1.2016. <http://www.metla.fi/taimiuutiset/2011/taimi-3-11.pdf>.

Kaitera, J. & Hiltunen, R. 2012. New alternate hosts for the rusts *Cronartium ribicola* and *Cronartium flaccidum* in Finland. Canadian Journal of Forest Research. Viitattu 22.12.2015. <http://www.nrcresearchpress.com>

Kaitera, J., Hiltunen, R. & Hantula, J. 2014. *Cronartium* rust sporulation on hemiparasitic plants. British Society for Plant Pathology 2014, 738-747.

Kaitera, J. & Nuorteva, H. 2003. Relative Susceptibility of Four *Melampyrum* Species *Cronartium flaccidum*. Scandinavian Journal of Forest Research 18: 499–504, 2003.

Kaitera, J., Nuorteva, H. & Hantula, J. 2005. Distribution and frequency of *Cronartium flaccidum* spp. in Finland. Canadian Journal of Forest Research 2/2005.

Kurkela, T. 1994. Metsän taudit – metsäpatologian perusteet. Helsinki: Otatieto Oy

Kuusipalo, J. 1996. Suomen metsätyypit. Helsinki. Kirjayhtymä Oy.

Luopioisten kasvisto 2015. Viitattu 10.5.2016.

<http://www.luopioistenkasvisto.fi/Sivut/mikrosienet/kellokukanruoste.html>

Metla. 2013. Viitattu 21.1.2016. http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/coleosp-n.htm

Metsäkeskus2014a. Viitattu 28.12.2015. <http://www.metsakeskus.fi/oikeudet-ja-velvollisuudet#.VwSmbkevQp4>

Metsäkeskus 2014b. Viitattu 28.11.2015. <http://www.metsakeskus.fi/metsatalouden-tuet#.VwSmlkevQp4>

Metsät ja metsätalous. Viitattu 8.12.2015, <http://www.metla.fi/suomen>

Pohjakallio, O. & Vaartaja, O. 1948. Über vorkommen und sporenbildung von *Coleosporium Melampyri* kleb. Auf verschiedenen standorten und wirtsplanzen. Helsingin yliopisto 1948.

Suomen metsät 2012. Viitattu 9.12.2015. <http://www.metla.fi/metinfo/kestavyys/>

Tapion taskukirja 2008. Satu Rantala (toim.). Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.

Väre, H., Ulvinen, T., Vilpa, E. & Kalleinen, L. Oulun kasvit - Piimäperältä Pilpasuolle 2005. Oulu. Oulun kaupunki & Oulun seudun ympäristövirasto julkaisu 2/2005.

alue	osoite	puusto/kasvupaikka	alan tervasrosoisuus	koordinaatit
A11	Kelotie 21	koivu-pihlaja-paju lehtomai- nen kangas	50 m:n päässä mäntyjä jossa vanhaa tervas- rosoa	65.045927 25.470422
A11	Holtinsalmentie 30	keto	ei näkyvää tervasrosoa	65.028831 25.415716
A11 Isko tenniskent- tä	Kemistintie 5	kuusikko MT	vanhaa tervasrosoa männynissä	65.046660 25.467385
A11	Kutterikuja 4	tien varsi keto, männikkö VMP	vanhaa tervasrosoa	65.018179 25.427257
A11	Vaaskiven tie 2	lehtomainen kangas, kuu- sikko-koivikko	500 metrin päässä vanha tervasroso	65.019584 25.436584
B11 Prisma pysäkki	Linnanmaantie 12	kuivahko kangas VT, osin MT	ei näkyvää tervasrosoa	65.055723 25.454984
B11	Kauppalinnankuja 2	kuivahko kangas, mäntyjä, kuusta ja koivua seassa	ei näkyvää tervasrosoa	65.055076 25.457119
B11	Kaitoväylä 1	tienvarsi, varttunut männikkö vieressä	ei tervasrosoa	65.056044 25.459755
B11	Paavo Havaksentie 1	männikkö, kuivahko kangas. Uudistuskypsä	useita tervasrosopuita, uutta ja vanhaa tartun- taa	65.057530 25.460835
C11	Hämäläntie 5	lehtipuusto, linja puuston keskellä	ei näkyvää tervasrosoa	65.072550 25.393885
C11	Ratamotie 34	mäntyä, pajukkoa, lehtimet- sää pellon vieressä	ei näkyvää tervasrosoa	65.071784 25.428839
C21/CG1	Ratamotie 34 -36	OMT kuusikko + MT kuusi, koivu	ei näkyvää tervasrosoa	65.071784 25.428839
E22	Riippakiventie 8	männikkö, osin MT, uudis- tuskypsä	yksittäistä tervasrosoa puissa	64.976841 25.590089

KOEALOJEN SIJAINTI, KASVUPAIKKATYYPIT, PUUSTO JA SEN TERVASROSOISUUS

alue	osoite	puusto/kasvupaikka	alan tervasrosoisuus	koordinaatit
C92	Rajahaudantie 21	rantakoivikko, lähin männikkö 500 m:n päässä	ei tervasrosoa	65.063611 25.411801
E11	Viriänranta 6	rantapusikko MT, lehtomainen, koivu, paju, pihlaja, haapa	ei tervasrosoa	64.993184 25.565023
F11	Tiurantie 1, pysäkki	kuusi-koivu, lehtomainen tienvarsi metsikkö	ei näkyvää tervasrosoa	65.042961 25.687085
F21	Ylikiimingintie 74	mänty-kuusi sekametsä, uudistuskypsä	ei tervasrosoa	65.124596 25.788549
F23	Johanneksentie 2-4	kuivahko kangas, uudistuskypsä	ei tervasrosoa	65.038715 25.710407
G3-5	Heikkilänkangas leveys Lukantie 30	pellon reuna /kadun varsi ruohoinen, 100 metrin päässä varttunut männikkö	ei tervasrosoa	64.971481 25.616369
G13/27	Madekoskentie 67 -69	Männikkö MT, pellon ja tien laita ruohoinen	ei näkyvää tervasrosoa	64.958121 25.674237
G23	Purolantie 2	nuori männikkö VT, vieressä varttunut männikkö	ei tervasrosoa	64.949292 25.632882
G73	Kainuuntie 1846	nuorehko männikkö VT tienpenkka	yksi vanha tervasroso	64.908182 25.783309
G83	Sanginjoentie 207	varttunut männikkö VT, tienpenkka	ei tervasrosoa	64.990589 25.657213
G87	Sanginjoentie 207	puolukkakangas	ei tervasrosoa	64.990589 25.657213
H23	Valkiaisjärventie 460	kuiva karukkokangas, uudistuskypsä	yksittäistä vanhaa tervasrosoa	65.023255 25.657624
A11 lintulampi	Koskelotie 13	kuivahko kangas VT	yksittäinen tervasroso	64.993025 25.493426

LIITE2

TERVASROSON JA MÄNNYNNEULASRUOSTEEN ESIINTYMINEN METSÄMAITIKALLA SA-TUNNAISOTANNAN KOEALOILLA. TULOKSET ESITETTY KOEALA KOHTAISESTI.

alue	päivä	kasvien määrä /ala	lehtien määrä	<i>Coleosporium</i> lehteä/ala	<i>Cronartium</i> lehteä/ala	<i>Cronartium</i> kasvit/ala	<i>Cronartium</i> telioiden määrä	Osoite	koordinaatit
A11	9.8.	100	2449	52	14	14	235	Vaaskiventie 2	65.019584 25.436584
A11 Eden	9.8.	100	1487	12	1	1	1	Holstinsalmentie 30	65.028831 25.415716
A11 Isko tenniskenttä	9.8.	100	1824	45	5	5	46	Kemistintie 5	65.046660 25.467385
B 36 Rusko tunturi	11.8.	100	3375	0	7	7	237	Ruskontunturintie 10	65.046208 25.518440
F11	11.8.	100	2268	120	21	17	666	Tiurantie 1	65.042961 25.687085
G13/27	13.8.	100	2336	602	4	4	201	Madekoskentie 67-69	64.958121 25.674237
E11	13.8.	100	2208	577	8	8	194	Viriänranta 6	64.993184 25.565023
C21/61	16.8.	100	2274	218	2	2	34	Ratamontie 34 -36	65.071784 25.428839
C11	16.8.	100	1938	108	0	0	0	Hämäläntie 5	65.072550 25.393885
CG2	16.8.	100	2113	162	3	3	183	Korttitie 18 - 20	65.081941 25.392679
yht.		1000	22272	1896	65	61	1763		

LIITE 3

TERVASROSON JA MÄNNYNNEULASRUOSTEEN ESIINTYMINEN KANGASMAITIKALLA SATUNNAISOTANNAN KOEALOILLA. TULOKSET ESITETTY KOEALA KOHTAISESTI.

alue	päivä	kasvien määrä/näyte	lehtien määrä	<i>Coleosporium</i> lehteä/ ala	<i>Cronartium</i> lehteä/ala	<i>Cronartium</i> kasvit / ala	Teloiden määrä	Osoite	koordinaatit
A11	9.8.	100	2267	42	1	1	81	Vaaskiventie 2	65.019584 25.436584
F11	11.8 .	100	3047	290	0	0	0	Tiurantie 1	65.042961 25.687085
F22	11.8 .	100	2888	256	0	0	0	Ylikiimingintie 718	65.036672 25.760957
B 36 Ruskotunturi	11.8 .	100	2781	166	0	0	0	Ruskotunturintie 10	65.046208 25.518440
F21	11.8 .	100	2076	197	3	3	98	Ylikiimingintie 74	65.124596 25.788549
F23	11.8 .	100	1874	403	0	0	0	Johanneksentie 2 - 4	65.038715 25.710407
G83	13.8 .	100	3673	957	0	0	0	Sanginjoentie 207	64.990589 25.657213
E22	13.8 .	100	1765	858	0	0	0	Riippakiventie 8	64.976841 25.590089
H23	13.8 .	100	1293	253	0	0	0	Valkiaisjärventie 460	65.023255 25.657624
G23	16.8 .	100	2080	67	0	0	0	Purolantie 2	64.949292 25.632882
yht.		1000	23744	3489	4	4	179		

LIITE 4

TERVASROSON JA MÄNNYNNEULASRUOSTEEN ESIINTYMINEN SILMÄRUOHOLLA SA-TUNNAISOTANNAN KOEALOILLA. TULOKSET ESITETTY KOEALA KOHTAISESTI.

alue	päi- vä	kasvien mää- rä/näyte	lehtien määrä	<i>Coleosporium</i> leh- teä/ ala	<i>Cronartium</i> lehteä/ala	<i>Cronar- tium</i> kasvit /ala	Teloi- den määrä	Osoite	koordinaatit
A11 Eden	9.8.	100	1808	0	0	0	0	Holstinsalmentie 30	65.028831 25.415716
A11	9.8.	100	2005	1	0	0	0	Vaaskiventie 2	65.019584 25.436584
B11 Kaijon- harju	10.8.	100	2200	1	0	0	0	Kaitoväylä 1	65.056044 25.459755
A11 Lintulam- pi	11.8.	100	2139	38	1	1	16	Koskelotie 13	64.993025 25.493426
F21	11.8.	100	2261	200	3	3	46	Ylikiimingintie 74	65.124596 25.788549
B44 rusko	11.8.	100	1474	3	0	0	0	Puolatie 2	65.055033 25.569530
F11	11.8.	100	2574	2	0	0	0	Tiurantie 1	65.042961 25.687085
F23	11.8.	100	1931	1	0	0	0	Johanneksentie 2 - 4	65.038715 25.710407
G3-5	13.8.	100	2582	2	0	0	0	Lukantie 30	64.971481 25.616369
G13/27	13.8.	100	2775	5	2	2	126	Madekoskentie 67-69	64.958121 25.674237
yht.		1000	21749	253	6	6	188		

LIITE 5

TERVASROSON JA MÄNNYNNEULASRUOSTEEN ESIINTYMINEN LAUKUILLA SATUNNAISOTANNAN KOEALOILLA. TULOKSET ESITETTY KOEALA KOHTAISESTI.

alue	päivä	kasvien määrä/näyte	lehtien määrä	Coleosporium lehteä/ ala	Cronartium lehteä/ala	Cronartium kasvit / ala	Telioiden määrä	Osoite	koordinaatit
B36 Ruskotunturi*	11.8.	1	7	0	0	0	0	Ruskotunturintie 10	65.046208 25.518440
F21	11.8.	100	2686	160	0	0	0	Ylikiimingintie 74	65.124596 25.788549
F11	11.8.	100	1991	3	0	0	0	Tiurantie 1	65.042961 25.687085
F23	11.8.	100	1466	13	0	0	0	Johanneksentie 2 - 4	65.038715 25.710407
G83	13.8.	100	2980	38	0	0	0	Sanginjoentie 207	64.990589 25.657213
G13/G27* *	13.8.	51	915	49	0	0	0	Madekoskentie 67 - 69	64.958121 25.674237
G73	13.8.	100	2644	138	0	0	0	Kainuuntie 1846	64.968297 25.625160
CG7	13.8.	100	1289	14	0	0	0	Lukantie 30	64.971481 25.616369
G291	13.8.	100	3405	2	0	0	0	Hangoksentie 21	64.899607 25.794409
C11	16.8.	100	3239	8	0	0	0	Hämäläntie 5	65.072550 25.393885
yht.		852	20622	425	0	0	0		

* Koealalta löytyi 1 näyte.

** koealalta löytyi 51 näytettä.

TERVASROSON JA MÄNNYNNEULASRUOSTEEN ESIINTYMINEN METSÄMAITIKALLA RISTIKKO-OTANNAN KOEALOILLA. TULOKSET ESITETTY RISTIKKOKOHTAISESTI.

alue	päivä	kasvien määrä/näyte	lehtien määrä	<i>Coleosporium</i> lehteä/näyte	<i>Cronartium</i> lehteä/näyte	<i>Cronartium</i> kasvit / ala	Telioiden määrä	Osoite	koordinaatit
A11	9.8.	28	383	21	2	2	19	Vaaskiventie 2	65.019584 25.436584
A11 Eden	9.8.	34	493	3	0	0	0	Holstinsalmentie 30	65.028831 25.415716
A11 Isko tennis- kenttä	9.8.	26	407	0	0	0	0	Kemistintie 5	65.046660 25.467385
F21	11.8 .	2	41	2	0	0	0	Ylikiimingintie 74	65.124596 25.788549
F11	11.8 .	1	12	0	0	0	0	Tiurantie 1	65.042961 25.687085
G13/27	13.8 .	36	694	6	0	0	0	Madekoskentie 67 - 69	64.958121 25.674237
E11	13.8 .	12	190	58	0	0	0	Viriänranta 6	64.993184 25.565023
C21/CGI	16.8 .	6	141	6	0	0	0	Ratamotie 34 - 36	65.071784 25.428839
C11	16.8 .	3	79	0	0	0	0	Hämäläntie 5	65.072550 25.393885
CG2	16.8 .	19	245	25	0	0	0	Korttitie 18 - 20	65.081746 25.392013
yht.	10	167	2685	121	2		19		

LIITE 7

TERVASROSON JA MÄNNYNNEULASRUOSTEEN ESIINTYMINEN KANGASMAITIKALLA
RISTIKKO-OTANNAN KOEALOILLA. TULOKSET ESITETTY RISTIKKOKOHTAISESTI.

alue	päi vä	kasvien mää- rä/näyte	leh- tien mää- rä	<i>Coleo- sporium</i> lehteä/ näyte	<i>Cronarti- um</i> leh- teä/näyte	Telioi- den määrä	<i>Cronartium</i> kasvit / ala	Osoite	koordinaatit
A11	9.8	16	315	6	0	0	0	Vaaskiventie 2	65.019584 25.436584
B11	10. 8.	8	227	7	0	0	0	Kauppalin- nankuja 2	65.055076 25.457119
F11	11. 8.	15	537	18	0	0	0	Tiurantie 1	65.042961 25.687085
F22	11. 8.	5	138	41	0	0	0	Ylikiimingin- tie 718	65.036672 25.760957
F21	11. 8.	3	49	3	0	0	0	Ylikiimingin- tie 74	65.124596 25.788549
F23	11. 8.	2	47	3	0	0	0	Johannek- sentie 2- 4	65.038715 25.710407
G83	13. 8.	5	153	7	0	0	0	Sanginjoen- tie 207	64.990589 25.657213
E22	13. 8.	27	234	9	0	0	0	Riippakiven- tie 8	64.976841 25.590089
H23	13. 8.	2	30	0	0	0	0	Valkiaisjär- ventie 460	65.023255 25.657624
G23	13. 8.	6	85	22	0	0	0	Purolantie 2	64.949292 25.632882
yht.	10	89	1815	116	0	0	0		

LIITE 8

TERVASROSON JA MÄNNYNNEULASRUOSTEEN ESIINTYMINEN SILMÄRUOHOLLA RISKIKKO-OTANNAN KOEALOILLA. TULOKSET ESITETTY RISTIKKOKOHTAISESTI.

alue	päivä	kasvien määrä/näyte	lehtien määrä	<i>Coleosporium</i> lehteä/ala	<i>Cronartium</i> lehteä/ala	<i>Cronartium</i> kasvit / ala	Telioiden määrä	Osoite	koordinaatit
F21	9.8	187	2339	0	0	0	0	Ylikiimingintie 74	65.124596 25.788549
G13/27	10.8	38	61	0	0	0	0	Madekoskentie 67 - 69	64.958121 25.674237
B11	11.8	66	1107	0	0	0	0	Kauppalinankuja 2	65.055076 25.457119
A11 Lintulampi	11.8	21	329	0	0	0	0	Koskelotie 13	64.993025 25.493426
A11	11.8	36	481	0	0	0	0	Vaaskiventie 2	65.019584 25.436584
F23	11.8	23	190	0	0	0	0	Johanneskentie 2- 4	65.038715 25.710407
A11	13.8	96	1707	0	0	0	0	Vaaskiventie 2	65.019584 25.436584
B11 Kaijonharju männikkö	13.8	20	314	0	0	0	0	Kaitoväylä 1	65.056044 25.459755
F21	13.8	39	401	0	0	0	0	Ylikiimingintie 74	65.124596 25.788549
G3-5	13.8	96	904	0	0	0	0	Lukantie 30	64.971481 25.616369
yht.	10	622	8413	0	0	0	0		

TERVASROSON JA MÄNNYNNEULASRUOSTEEN ESIINTYMINEN LAUKUILLA RISTIKKO-
OTANNAN KOEALOILLA. TULOKSET ESITETTY RISTIKKOKOHTAISESTI.

alue	päi vä	kasvien mää- rä/näyte	lehti- en mää- rä	<i>Coleo- spori- um</i> lehteä/ ala	<i>Cronar- tium</i> leh- teä/ala	<i>Cro- narti- um</i> kasvit / ala	Teloi- den määrä	Osoite	koordinaatit
B11	8.8	5	34	2	0	0	0		65.055723 25.454984
B11	10. 8.	10	95	0	0	0	0	Kauppalin- nankuja 2	65.055076 25.457119
F11	11. 8.	15	80	0	0	0	0	Tiurantie 1	65.042961 25.687085
F21	11. 8.	5	101	3	0	0	0	Ylikiimingin- tie 74	65.124596 25.788549
F23	11. 8.	1	28	1	0	0	0	Johannek- sentie 2- 4	65.038715 25.710407
G83	13. 8.	23	330	0	0	0	0	Sanginjoen- tie 207	64.990589 25.657213
G73	13. 8.	18	168	0	0	0	0	Kainuuntie 1846	64.968297 25.625160
G13/G2 7	13. 8.	5	61	3	0	0	0	Pukintie 91	64.934027 25.733745
CG7	13. 8.	25	81	0	0	0	0	Lukantie 30 Heikkilä. lev.	64.971481 25.616369
C11	16. 8.	3	55	0	0	0	0	Hämäläntie 5	65.072550 25.393885
yht.	10	110	1035	9	0	0	0		