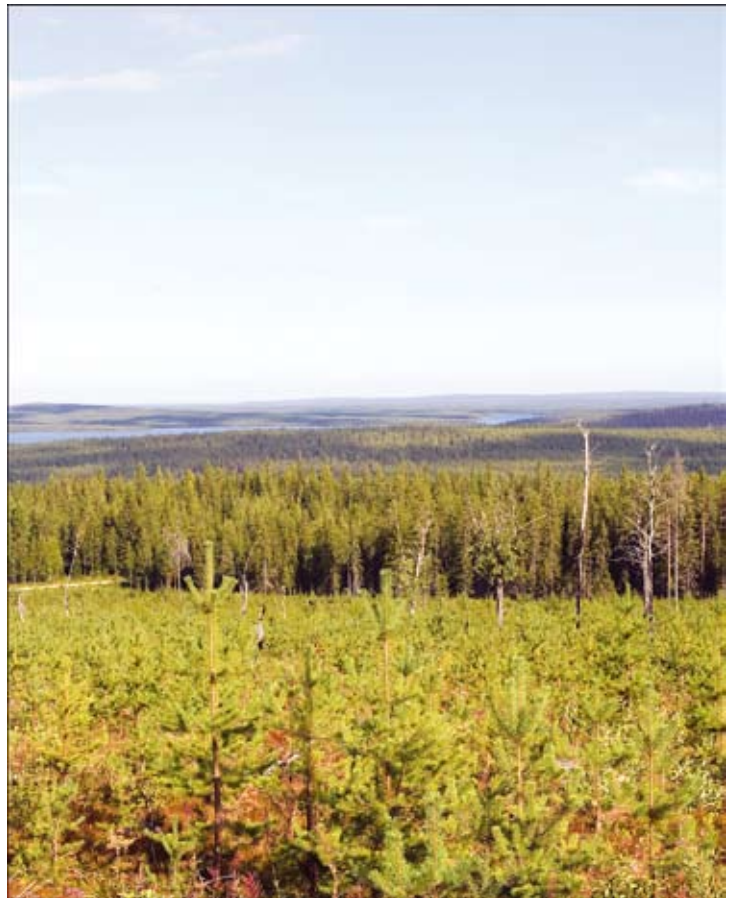


4/2009

Taimiuutiset



Metsäntutkimuslaitos

Yhteistyössä mukana

Fin Forelia Oy

Hermannin aukio 3E
PL 1058
70100 Kuopio

Ab Mellanå Plant Oy

Mellanåvägen 33
64320 Dagsmark

Pohjan Taimi Oy

Kaarreniementie 16
88610 Vuokatti

Taimi-Tapio Oy

Näsinlänkkäkatu 48 D
PL 97
33101 Tampere

UPM Metsä

Joroisten taimitarha
Kotkatlahdentie 121
79600 Joroinen

Taimitarhojen tietopalvelu
toimittaa Taimiuutiset-lehteä,
järjestää alan kursseja sekä
julkaisee oppaita.

Taitto

Eija Lappalainen

Kansikuva

Lapissa mäntypuuston osuutta
on pyritty lisäämään viljellen
(kuva Metla/Erkki Oksanen).

Kirjoittajat

Anssi Ahtikoski

Metsäntutkimuslaitos
Rovaniemen tutkimusyksikkö
PL 16
96301 Rovaniemi
Anssi.Ahtikoski@metla.fi

Heikki Henttonen

Metsäntutkimuslaitos
Vantaan yksikkö
PL 18
01301 Vantaa
Heikki.Henttonen@metla.fi

Katri Himanen

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen yksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Katri.Himanen@metla.fi

Otso Huitu

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen yksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Otso.Huitu@metla.fi

Mikko Hyppönen

Metsäntutkimuslaitos
Rovaniemen tutkimusyksikkö
PL 16
96301 Rovaniemi
Mikko.Hypponen@metla.fi

Juha Kaitera

Metsäntutkimuslaitos
Muhoksen tutkimusyksikkö
Kirkkosaarentie
91500 Muhos
Juha.Kaitera@metla.fi

Anneli Kauppi

Oulun yliopisto
Biologian laitos
PL 8000
90014 Oulun yliopisto

Kari Mäkitalo

Metsäntutkimuslaitos
Rovaniemen tutkimusyksikkö
PL 16
96301 Rovaniemi
Kari.Makitalo@metla.fi

Marja Poteri

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen yksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Marja.Poteri@metla.fi

Eila Tillman-Sutela

Metsäntutkimuslaitos
Muhoksen tutkimusyksikkö
Kirkkosaarentie
91500 Muhos
Eila.Tillman@metla.fi

Toimittaja Marja Poteri

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen yksikkö
Marja.Poteri@metla.fi

Julkaisija

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen yksikkö

ISSN 1455-7738, 2009
Hansaprint Direct Oy, Vantaa

Tilaukset

Tilaushinta vuodeksi 2010 on
35 euroa. Taimiuutiset ilmestyy
neljä kertaa vuodessa. Tilaukset
toimittajalta tai verkkolomak-
keella [http://www.metla.fi/
metinfo/taimitieto/index.htm](http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/index.htm).

Kuulumisia pohjoisesta

Mikko Hyppönen

Metsänhoitosuosituksen mukaan metsänuudistamisen tavoitteena on saada uudistusosalalle nopeasti ja mahdollisimman pienin kustannuksin täystiheä, tasainen, laadukas ja terve kasvupaikalle sopivien puulajien muodostama taimikko. Uudistamismenetelmä pyritään sopeuttamaan kulloisiinkin ilmasto- ja kasvupaikkaolosuhteisiin niin, että tavoite saavutetaan sekä biologisesti että taloudellisesti.

Ankarat luonnonolosuhteet vaikuttavat uudistamismenetelmiin

Metsätalouden ja metsänuudistamisen olosuhteet poikkeavat pohjoisessa monella tavalla Etelä-Suomen olosuhteista. Pohjoisessa ilmasto-oloja luonnehtii äärevyys, kylmyys, valoisuus ja humidisuus. Erityisen ankarat olosuhteet ovat pohjoisella metsänrajaseudulla ja korkeilla vaara-alueilla. Ankarat luonnonolosuhteet asettavat omat vaatimuksensa metsänuudistamiselle.

Olosuhteet maan eri osien välillä poikkeavat runsaasti myös taloudellisesti, sillä pohjoisessa metsien kasvu, tuotos ja tuotto ovat vähäisiä ja kiertoaika on pitkä etelään verrattuna. Nämä tekijät vaikuttavat suoraan metsätalouden ja myös metsän uudistamisen kannattavuuteen. Mainituista ja eräistä muiden käyttömuotojen huomioon ottamisen aiheuttamista syistä johtuu, että samat metsänuudistamisen menetelmät eivät sellaisinaan sovellu pohjoiseen ja etelään.

Pohjoisessa metsän uudistaminen perustuu enemmän luontaiseen uudistamiseen, kylvöön ja muihin ekstensiivisiin viljelymenetelmiin kuin

etelässä. Näin pitää ollakin, koska pohjoisen ankarissa luonnonolosuhteissa tulee käyttää menetelmiä, joiden kustannukset ovat sopusuhteissa uudistetun metsikön tuotto-odotusten kanssa. Erityisesti pohjoiseen soveltuvia uudistamismenetelmiä ovat esimerkiksi mänty- ja kuusialikasvosten hyödyntäminen, luontainen uudistaminen, kasvupaikalle sopivien eikä liian voimakkaiden ja kalliiden muokkausmenetelmien käyttö, koneellinen kylvö ja mini-paakkutaimien käyttö istutuksessa. Erityisen hankalissa olosuhteissa ja tapauksissa kaikkein voimaperäisimpien ja kalleimpien menetelmien käyttö voi uudistamisen takaamiseksi olla kuitenkin tarpeen vastoin kannattavuusnäkökohtia.

Uusia menetelmiä kehitetään ja tutkitaan

Metlan Rovaniemen yksikön hankkeen 'Metsän uudistaminen pohjoisen erityisolosuhteissa' tarkoituksena on tuottaa tietoa pohjoisen kylmiin ja humidisiin olosuhteisiin sopivasta, kustannustehokkaasta ja kannattavasta metsien uudistamisesta. Eräänä tutkimuskohteena on ollut männyn syyskylvö. Suurin osa männyn kylvöistä tehdään nykyisin kustannustehokkaasti koneellisesti maanmuokkauksen yhteydessä. Kevät ja alkukesä on todettu parhaaksi kylvöajaksi. Koneelliselle kylvölle sovelias aika on tätä huomattavasti lyhyempi, sillä muokkaukoneet pääsevät maastoon vasta roudan sulamisen ja maan kuivumisen jälkeen maaston kantavuuden parannuttua. Kylvöaika keväällä on siis varsin lyhyt, eikä kaikkia kylvöjä ehditä silloin koneellisesti tehdä.

Kylvöajan pidentämiseksi on harkittu erilaisia vaihtoehtoja. Yksi näistä on männyn syyskylvö. La-

pissa Metsähallitus on jonkin verran harjoittanut syyskylvöä noin vuosikymmenen ajan, vaikka kokemukset syyskylvöstä ja sitä käsittelevät tutkimukset eivät ole olleet kovinkaan rohkaisevia. Metla on nyt selvittänyt, miten nämä aikaisintaan lokakuussa tehdyt kylvöt ovat onnistuneet.

Männyn syyskylvö näyttää sopivan Lappiin

Alustavien tulosten perusteella syyskylvö näyttää – vastoin ennakkokäsityksiä – soveltuvan Lappiin. Kasvukausi on myöhään syksyllä ohi, eikä maahan kylvetty siemen enää idä eikä myöskään jäädy ja sula edestakaisin ennen seuraavaa kasvukautta, vaan säilyy maassa hangen alla kevääseen asti. Keväällä siemen on heti valmis itämään ja aloittamaan kasvun sirkkataimeksi. Tämä mahdollistaa kylvösesongin pidentämisen niin, että toinen kylvöjakso ajoittuu myöhäissyksyyn, aikaan juuri ennen lumentuloa.

Ankarista luonnonolosuhteista huolimatta metsän uudistaminen onnistuu Pohjois-Suomessa tätä nykyä suhteellisen hyvin kaikilla käytössä olevilla päämenetelmillä ja -uudistamisketjuilla. Uusia menetelmiä tulee kuitenkin jatkuvasti kehittää ja tutkia, ja vanhoja menetelmiä hienosäätää ja edelleen kehittää. Näin metsän uudistamisen onnistumista, kustannustehokkuutta ja kannattavuutta voidaan edelleen parantaa.

Erikoistutkija **Mikko Hyppönen** työskentelee Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen yksikössä tutkimusalanaan mm. Pohjois-Suomen metsänuudistamiskysymykset.

Voidaanko maan vesipitoisuutta mittaamalla tunnistaa männynviljelylle sopivat kasvupaikat?

Kari Mäkitalo

Lapin metsiä on uudistettu laajamittaisesti avohakkuuta ja metsänviljelyä käyttäen 1950-luvulta lähtien. Metsänviljely oli aina 1990-luvulle asti lähes yksinomaan männyn viljelyä, ensin kylvöä ja sittemmin taimituotannon menetelmien kehityttyä enimmäkseen istutusta.

Mäntyä kasvaneiden kasvupaikkojen ohella myös puustoltaan kuusivaltaiset kasvupaikat on viljellen pyritty uudistamaan männiköiksi. Mäntyvaltaisten metsien osuus nousikin 1950-luvun 60 %:sta 75 %:iin neljän vuosikymmenen aikana, ja puustoltaan kuusivaltaisten metsien osuus laski vastaavasti 31 %:sta 17 %:iin. Puulajin vaihtoa perusteltiin tutkimustuloksilla männyn

kuusta paremmasta tuotoksesta paksumalmatyypin tuoreilla kankailla ja männynviljelyn onnistumisella 1930-luvun viljelykokeissa kuusivaltaisilla kasvupaikoilla.

Metsänviljely ei ole ollut Lapissa kuitenkaan ongelmatonta, vaan männyn viljelyaloilla on ajoittain esiintynyt laajamittaisiakin tuhoja – ja eniten juuri aiemmin kuusta kasvaneilla kuvioilla. On keskusteltu jopa käsitteestä ”absoluuttinen kuusimaa”, jolla tarkoitettiin kasvupaikkaa, jolla männynviljely ei onnistu millään keinolla.

Maaperän epäedullisia fysikaalisia ominaisuuksia pidettiin 1960-luvun taimituhojen tärkeimpänä syynä. Pääteltiin, että taimien juuret kärsivät ajoittain korkeasta vesipitoisuudesta ja alhaisesta ilmatilasta maassa. Siihen asti yleisimmin

käytettyjen maanpinnan käsittelymenetelmien, kulotuksen ja laikutuksen, arveltiin olevan riittämättömiä etenkin kosteilla entisillä kuusimailla. Aurasyrjäyttikin 1960-luvun lopulla laikutuksen ja siitä tuli vähitellen yleismenetelmä. Tuhoja on sittemmin havaittu auratuilla-kin aloilla. Taimien juuret kasvavat ajan myötä ilmavasta palteesta väli-alueeseen ja jopa vakojen maahan, joiden vesipitoisuuteen aurauksen ei ole todettu vaikuttavan.

Maan dielektrisyys ja vesipitoisuus kasvupaikkojen luokittelussa

Etelä- ja Keski-Lapin metsämaista on VMI:n mukaan noin 49 % tuoreita kankaita ja 43 % kuivahkoja kankaita. Kuivien kankaiden osuus on noin 5 %. Noin 85 % tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden kasvupaikoista Etelä- ja Keski-Lapissa on VMI:n mukaan moreenimailla.

Metsätyypin ja maalajin välillä ei ole todettu olevan yksiselitteistä riippuvuutta, mutta kuivat kankaat ja karukkokankaat esiintyvät kuitenkin keskimäärin karkeajakoisemmilla mailla kuin tuoreet kankaat. Vastaavasti luontaiset kuusikot kasvavat keskimäärin hienojakoisemmilla mailla kuin männiköt, ja kivennäismaan vesipitoisuus on kuusikoissa suurempi kuin männiköissä.

Maan raekokojakauma ja etenkin hienojen maalajitteiden osuus vaikuttaa maan vedenpidätyskykyyn ja siten myös maan vesipitoisuu-



Noin 20-vuotiaista palteisiin istutettua männyntaimikkoa Rovaniemellä. Alkueräinen metsikkö tuoreen kankaan kuusi-mänty-sekametsä, karkea moreeni. (valokuva Kari Mäkitalo)



teen. Maan vesipitoisuuteen ja sen vaihteluun vaikuttaa lukuisa joukko muitakin tekijöitä kuten esim. topografia, maakerroksen paksuus, pohjavesipinnan korkeus, maan vedenjohtavuus, haihduttavan kasvilisuuden ja puuston määrä ja laatu, latvuspidäntä sekä sadanta ja lämpötila.

1990-luvun alkupuolelta lähtien on jälleen tutkittu maan fysikaalisten ominaisuus- ja olosuhdetekijöiden vaikutusta Lapin taimituhoihin. Maan dielektrisyydelle on eri julkaisuissa esitetty ylärajoja, joita suu-remmilla arvoilla mäntyä ei Lapissa luontaisesti kasvupaikalla esiintyisi ja männynviljely vastaavasti epäonnistuisi.

Dielektrisyys on sähköopillinen suure, jota mitataan maan tilavuusvesipitoisuuden (til.%) määrittämiseksi. Siihen vaikuttaa eniten maassa olevan vapaan veden määrä. Viimeisin ehdotus dielektrisyysrajaksi on 15, mikä vastaa noin 27 til.% vesipitoisuutta.

Keski-Lapissa tehdyn tutkimuksen mukaan raja-arvoa kosteammilla mailla, jotka oli aurattu ja viljelty männylle, oli männynntaimien elossaolon todennäköisyys alle 50 % 12–16 vuoden jälkeen viljelystä. Raja-arvon pohjalta on metsänuudistamisen suunnittelun apuvälineeksi kehitelty menetelmää, jossa maastossa sähköisillä mittalaitteilla mitatun maan dielektrisyuden avulla, yhdistettynä matalalentomittauksiin ja luonnon gamma-säteilyyn perustuvaan maan kosteuskartoitukseen, voitaisiin määrittellä männylle maan kosteudeltaan sopivat ja sopimattomat kasvupaikat.

Voidaanko maan dielektrisyys/vesipitoisuusmittauksia sitten käyttää ongelmattomasti metsämaiden luokitteluun? Edellä esitetty dielektrisyuden raja-arvo männynviljelylle perustuu yhtenä kesänä syyskuussa tehtyyn kertamittaukseen kuudella, hakkuuta edeltävältä puustoltaan kuusivaltaisella metsikkökuviolla, jotka oli aurattu ennen männynviljelyä. Kasvukausien välillä on tunnetusti vaihtelua maan kosteudessa, on

kuivia ja märkiä kesiä. Alkukesästä lumen sulamisen jälkeen maat ovat yleensä kosteampia kuin loppukesästä. On kuivia ja sateisia sääjaksoja. Olisiko raja-arvo voinut olla erilainen alkukesästä? Miten suuri on riski luokitella kasvupaikat ”väärrään” luokkaan kosteusoloiltaan erilaisina kasvukausina? Olisiko raja-arvo voinut olla erilainen erilaisia maankäsittelyjä käytettäessä? Entä toimiiko raja-arvo myös mäntyvaltaisissa metsiköissä?

Vesipitoisuuden käyttöä luokittelussa tutkittiin laajassa viljelykokeessa

Edellä esitettyä dielektrisyys-hypoteesia testattiin aineistolla, joka kerättiin kahdeksalta Etelä- ja Keski-Lapissa sijaitsevalta männynviljelyn koekentältä. Neljä koekentistä oli hakkuuta edeltävältä puustoltaan mäntyvaltaisia ja neljä kuusivaltaisia. Koekentille viljeltiin mäntyä vuosina 1975–1977 neljällä eri maankäsittelymenetelmällä (kulotus, laikutus, äestys ja auraus) käsitellyille aloille. Viljelytiheys oli 2500 tainta hehtaarilla. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin vain paakutaimia (FH-408 paperikenoja), joiden elossaolo inventoitiin syys-

kesällä 2001, jolloin viljelystä oli kulunut 25–27 kasvukautta.

Vuosina 1995–1996 koekentiltä kerättiin näytteet raekokojakau-
man, huokostilan ja vedenpidätys-
kyvyn määrittämiseksi kaikkiaan
96 koealalta. Samoina kesinä kesä-
syyskuussa mitattiin em. koealoilta
maan vesipitoisuus (dielektrisyys)
kivennäismaan 0–15 cm:n pintaker-
roksesta TDR-menetelmällä pysy-
viä antureita käyttäen (viisi anturia/
koeala), kolme kertaa ensimmäise-
nä ja viisi kertaa toisena kesänä.

Näytteenotto ja mittaukset tehtiin koealojen muokkausjälkien ulkopuolelta käsittelemättömistä välialueista sekä auratuilla koealoilla myös aurauspalteista. Tässä tutkimuksessa käytettiin vain välialueiden aineistoa. Dielektrisyuden sijasta tuloksia tarkasteltiin vesipitoisuuden avulla, koska sitä pidettiin edellistä informatiivisempänä. Vesipitoisuuden avulla saadaan myös likimääräinen käsitys maan ilmatilasta.

Jokaiselle koealalle laskettiin kahdeksan vesipitoisuusmittauksen keskiarvo, keskivesipitoisuus, jota pidettiin koealojen kosteusluokituksen perustana. Sitten keskivesipitoisuudet luokiteltiin yhden prosenttiyksikön luokkiin. Jos tämä keskivesipitoisuus oli <27 til.%,



11-vuotiaasta täysin tuhoutunutta ”männynntaimikkoa” säätöauratulla alalla Sodankylän Pomokairassa. Viljelty 1994. Takana vastaavan ikäisiä istutettuja kuusentaimia. Alkuperäinen metsä paksusammaltyypin kuusihieskoivu-sekametsä, hienojakoinen moreeni. (valokuva Kari Mäkitalo)

luokiteltiin koeala männylle sopivaksi ja jos se taas oli ≥ 27 til.%, luokiteltiin koeala männylle liian kosteaksi kasvupaikaksi. Sademäärä kesä-syyskuussa oli Sodankylässä 211 mm vuonna 1995 ja 223 mm vuonna 1996.

Kosteusluokan luokitusvirheiden arvioimiseksi laskettiin jokaiselle keskivesipitoisuusluokalle niiden yksittäisten vuosina 1995–1996 tehtyjen mittausten osuus, joiden perusteella kasvupaikka olisi tullut luokitetuksi eri kosteusluokkaan (männylle sopivat ja männylle liian kosteat) kuin koealan keskivesipitoisuusluokka edellyttäisi. Tämä osuus ilmaistiin käsitteenä ”riski luokittaa väärin”.

Lisäksi käytettiin CoupModel-maamallia, jolla voidaan mallintaa veden ja lämmön liikkeitä yksi-

ulotteisessa maaprofilissa käyttäen syöttötietoina säätietoja (ilman lämpötila, sadanta, suhteellinen kosteus, säteily, tuulen nopeus). Tällä ruotsalaistutkijoiden kehittämällä matemaattisella mallilla mallitettiin vesipitoisuuden päivittäinen vaihtelu kesä-syyskuussa mineraalimaan 0–15 cm:n kerroksessa 30 vuoden ajalta 32 maaprofilissa (paksuus 1 m) käyttäen Sodankylän observatorion säätietoja. Jokaiselle maaprofilille laskettiin 30 vuoden keskivesipitoisuus, jonka mukaan profiilit luokiteltiin männylle kosteudeltaan sopiviksi ja sopimattomiksi samalla tavalla kuin edellä on aiemmin esitetty. Väärin luokittamisen riskiä tarkasteltiin sateisena kesänä 1992 (sademäärä kesä-syyskuussa 480 mm) ja kuivana kesänä 1994 (143 mm). Nyt kuitenkin riskiä tar-

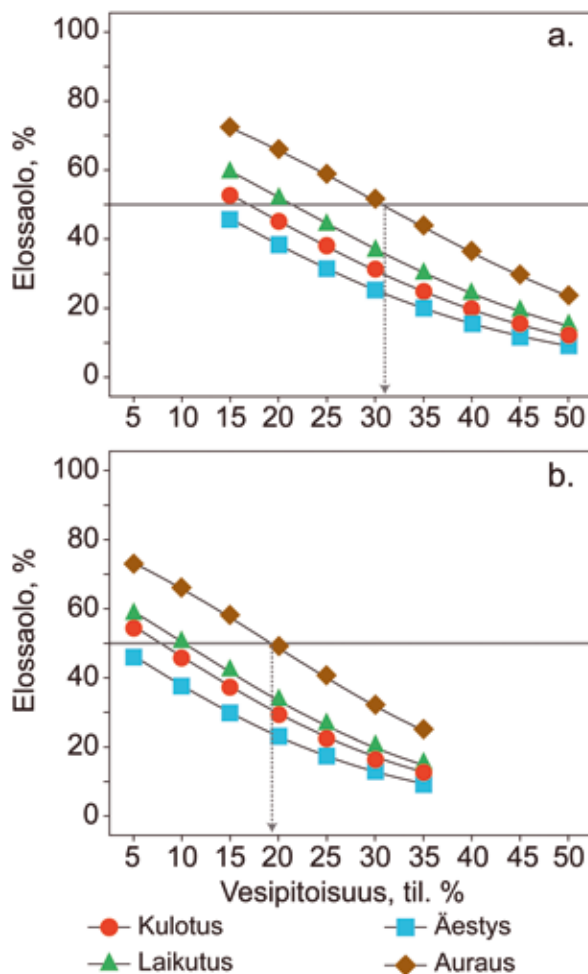
kasteltiin ”mitattujen” eli mallilla laskettujen päivittäisten vesipitoisuuksien funktiona. Riski-% kertoo tällöin, kuinka suuri riski on luokitella tietyllä yhtenä päivänä mitatulla vesipitoisuusarvolla kasvupaikka väärään kosteusluokkaan.

Luokittelu ei toimi kaikilla kasvupaikoilla

Tutkimuksen tulokset tukivat aiemmin esitettyjä tuloksia siinä, että maan vesipitoisuus selitti tilastollisesti merkitsevästi viljeltyjen männyntaimien elossaoloa kasvupaikoilla, jotka olivat olleet ennen hakkuuta puustoltaan kuusivaltaisia. Elosaolo oli sitä alhaisempi, mitä korkeampi oli maan vesipitoisuus kivennäismaan pintakerroksessa. Samansuuntainen riippuvuus (kuva 1) havaittiin käytettävässä elossaolon selittäjänä sekä keskivesipitoisuutta että kahdeksaa erillistä vesipitoisuuden mittauskertaa.

Auratuilla koealoilla 50 % elossaolo saavutettiin noin 25 til.% keskivesipitoisuudessa, mikä on melko lähellä aiemmin kertamittauksilla saatua 27 til.% raja-arvoa. Maankäsittelymenetelmien välillä havaittiin tässä tutkimuksessa kuitenkin eroja. Kulotetuilla koealoilla 50 % elossaolo saavutettiin 17 til.%, laikutetuilla 19 til.% ja äestetyillä jo 13 til.% keskivesipitoisuudessa. Eri mittauskerroilla saatiin tässä tutkimuksessa erilaisia vesipitoisuuden raja-arvoja 50 % elossaololle. Kesäkuussa 1996 mitatuilla vesipitoisuuksilla raja-arvo asettui auratuilla koealoilla noin 31 til.% kohdalle, kun taas samana vuonna ja samoilla koealoilla syyskuussa tehdyt mittaukset tuottivat malleissa 19 til.% raja-arvon (kuva 1).

Kun malleilla tarkasteltiin koko kahdeksan koekentän aineistoa, ei riippuvuutta vesipitoisuuden ja männyn elossaolon välillä havaittu. Tähän oli syynä se, että mäntyvaltaisilla koealoilla elossaolo oli tilastollisesti merkitsevästi sitä korkeampi mitä korkeampi oli vesi-



Kuva 1. Viljeltyjen männyn paakkutaimien elossaolon (%) riippuvuus mineraalimaan pintakerroksesta kesäkuussa 1996 (a) ja syyskuussa 1996 (b) mitatusta tilavuusvesipitoisuudesta (til.%) eri maankäsittelymenetelmillä käsitellyillä kuusivaltaisilla koealoilla 25–27 vuoden kulutta viljelystä.

pitoisuus. Eli riippuvuus oli mäntyvaltaisilla aloilla päinvastainen kuusivaltaisiin verrattuna. Sama ilmiö näkyi myös, kun verrattiin taimien elossaoloa männylle sopiviksi ja liian kosteiksi luokitelluilla koealoilla. Koko aineistoa tarkasteltaessa ei tilastollisesti merkitseviä eroja havaittu (kuva 2). Sen sijaan neljällä koekentällä, jotka olivat olleet ennen hakkuuta kuusivaltaisia, oli männyn taimien keskimääräinen elossaolo tilastollisesti merkitsevästi korkeampi männylle sopiviksi luokitelluilla koealoilla kuin männylle liian kosteiksi luokitelluilla. Neljällä mäntyvaltaisella koekentällä analyysin tulos oli taas päinvastainen – taimet olivat menestyneet parhaiten koealoilla, jotka oli luokiteltu maan liiallisen kosteuden takia sopimattomiksi männynviljelylle.

Kertamittausten käyttö ongelmallista

Tutkimuksessa tarkasteltiin myös sitä, miten usein yksittäisellä vesipitoisuuden kertamittauksella päädytään virheelliseen kosteusluokitus-tulokseen, kun koealan keskimää-

räinen vesipitoisuus ja kosteusluokka tunnetaan. Maan vesipitoisuuden raja-arvona käytettiin siis edellä esitettyä 27 til.%. Vuosina 1995–1996 mitatussa aineistossa väärin luokittamisen riski oli em. kesinä yli 5 % silloin, kun maan keskivesipitoisuus oli välillä 20–37 til.%. Tähän väliin sijoittui yli puolet koealoista. Riski oli yli 25 % eli ainakin joka neljäs luokitus meni väärin kertamittauksen perusteella, kun koealan keskivesipitoisuus oli välillä 25–32 til.%. Noin kolmannes koealoista kuului tähän ryhmään.

CoupModel-mallin tuottaman tiedon avulla voitiin tarkastella, kuinka suuri mahdollisuus on, että yhtenä päivänä mitattu vesipitoisuus johtaa väärään luokkaan verrattuna pitkäaikaiseen keskiarvoon sademääriltään erilaisina kesinä. Sateisena kesänä 1992 oli suuri riski luokittaa männyn viljelylle sopivat kasvupaikat männylle sopimattomiksi. Esimerkiksi jos yhtenä päivänä tehdystä mittauksesta saatiin vesipitoisuus 30 til.%, eli kasvupaikka oli luokituksen mukaan liian kostea männylle, mitattiin 30 % tällaisista havainnoista koealoilta, jotka 30 vuoden keskiarvon mu-

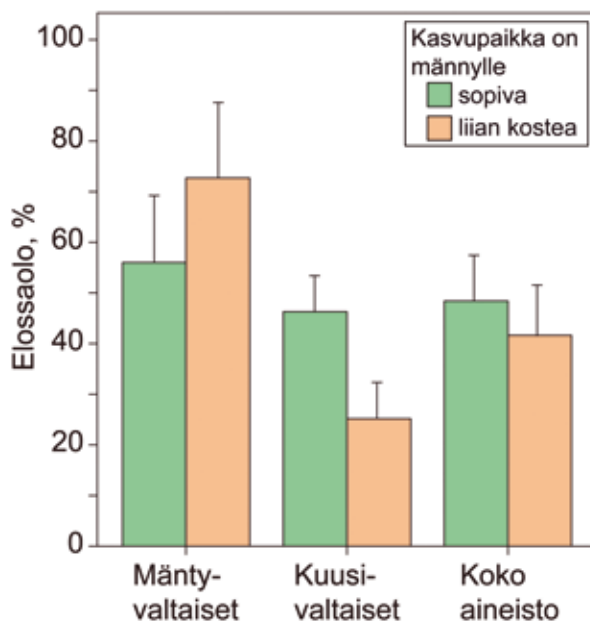
kaan olivatkin männylle sopivia eli tällöin riski luokittaa väärin oli 30 % (kuva 3). Vastaavasti kuivana kesänä 1994 riski luokittaa kasvupaikat väärin männylle sopiviksi kasvoi nopeasti, kun päivittäiset vesipitoisuudet olivat >20 til.%.

Johtopäätöksiä

Tämän tutkimuksen tulokset eivät tukeneet aiemmissa tutkimuksissa esitetyn maan dielektrisyysrajan (dielektrisyys 15 eli vesipitoisuus 27 til.%) käyttöä kasvupaikkojen luokittelussa männynviljelylle sopiviin ja liian kosteisiin. Luokittelu ei toiminut lainkaan aineistossa, jossa oli sekä mänty- että kuusivaltaisia kasvupaikkoja. Vaikka hakkuuta edeltävältä puustoltaan kuusivaltaisilla kasvupaikoilla luokittelu näyttikin toimivan johdonmukaisesti, johti se toisaalta mäntyvaltaisilla kasvupaikoilla aivan päinvastaisiin tuloksiin. Lisäksi taimien 50 % elossaoloa vastaava maan vesipitoisuuden raja-arvo vaihteli mittausajankohdan mukaan ja se oli riippuvainen maankäsittelymenetelmästä.

Käytännön metsänuudistamistoiminnassa ei ole aikaa uudistamiskohteiden maan kosteuden pitkäaikaiseen seurantaan, vaan vesipitoisuuden mahdollinen käyttö luokittelussa ja päätöksenteko täytynee perustua kertamittauksiin. Kaukokartoituksen avulla tehdyt kosteuskartatkaan eivät välttämättä ratkaise ongelmaa, ainakaan silloin, jos nekin perustuvat yhteen mittaukseen, joka on vieläpä saatettu tehdä eri vuosina ja/tai eri aikaan kasvukaudesta eri alueilla.

Tämän tutkimuksen tulokset osoittivat, että vaikka löydettäisiinkin jokin luotettava raja-arvo maan kosteusluokituksen perustaksi, liittyy kertamittauksiin huomattavan suuri riski luokittaa kasvupaikka väärään kosteusluokkaan. Kaiken lisäksi riski ja virheratkaisujen suunta näyttävät olevan erilaiset sademääriltään poikkeavina kasvukausina.

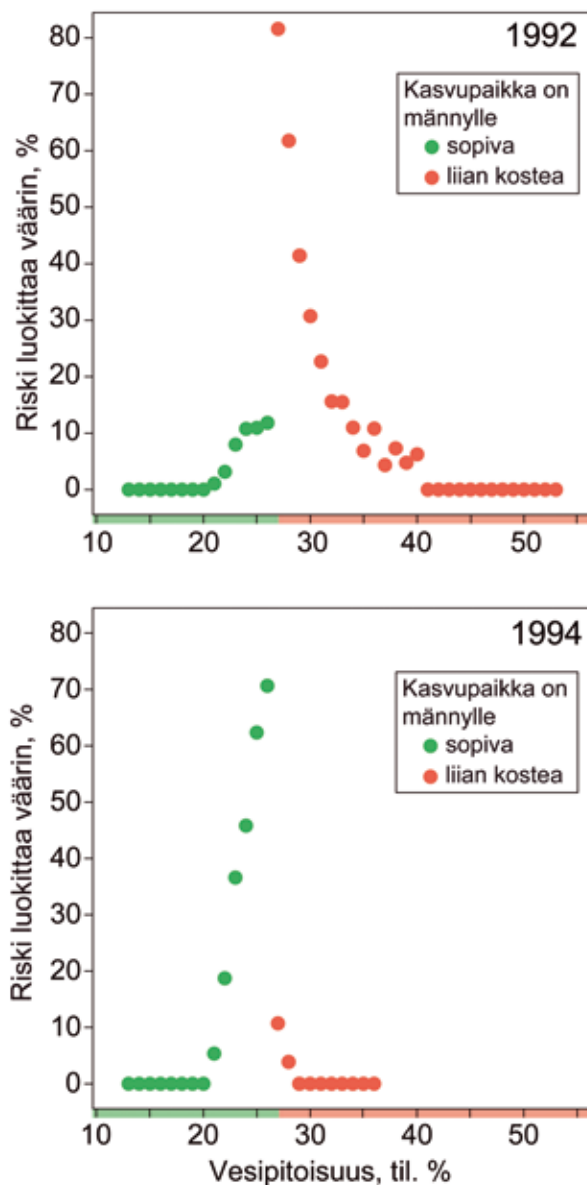


Kuva 2. Viljeltyjen männyn keno taimien elossaolo (%) männylle sopiviksi (maan keskivesipitoisuus <27 til.%) ja männylle liian kosteiksi (≥27 til.%) luokitelluilla koealoilla mänty- ja kuusivaltaisilla kasvupaikoilla sekä koko aineistossa 25–27 vuoden kulutta viljelystä.

Maan kosteudella on Lapissa kuitenkin yhteys männynviljelyn ongelmiin. Sen tämän tutkimuksen tulokset osoittivat, tarkasteltiin sitten maan vesitalouteen liittyvien ominaisuuksien, kuten vedenpidätyskyvyn tai olosuhteista riippuvien tekijöiden, kuten maan vesipitoisuuden vaikutusta männyntaimien elossaloon. Nämä havainnot tukevat aiemmin esitettyjä tutkimustuloksia. Voimakkaallakaan maankäsittelyllä ei kaikkein määrimmillä kuusivaltaisilla kasvupaikoilla pystytty turvaamaan männyntaimien elossapysymistä.

Vesipitoisuusmittausten käyttömahdollisuuksia kasvupaikkaluokituksessa pitäisikin edelleen selvittää. Voisiko esim. maan matriisipotentialin mittaaminen yhdessä vesipitoisuuden kanssa tarkentaa tuloksia? Vesipitoisuuden mittaustanturiin yhdistetyllä tai erillisellä, maan kosteustilaan nopeasti reagoivalla minitensiometrillä tehtyjen mittausten avulla voitaisiin arvioida, onko maa ”kuivassa” vai ”märässä” tilassa, mikä vähentäisi virheiden mahdollisuutta vesipitoisuuden perustuvassa maiden luokittelussa.

Artikkeli perustuu pääosin maaliskuussa 2009 julkaistuun väitöskirjaan: Mäkitalo, Kari. 2009. Soil hydrological properties and conditions, site preparation, and the long-term performance of planted Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on upland forest sites in Finnish Lapland. *Dissertationes Forestales* 80. 71 p.



Kuva 3. Riski luokitaa kasvupaikka väärin (%) männylle sopivaksi (30 vuoden keskivesipitoisuus <27 til.%) tai männylle liian kosteaksi (≥ 27 til.%) yhtenä päivänä mitatun maan vesipitoisuuden (til.%) perusteella sateisena (1992) ja kuivana (1994) kesänä, tarkasteltuna Coup-Model-mallilla lasketun aineiston pohjalta.

Vaihtoehtoisten metsänuudistamisketjujen kustannustehokkuus Pohjois-Suomessa

Ahtikoski, Anssi, Alenius, Virpi ja Mäkitalo, Kari. 2010. Scots pine stand establishment with special emphasis on uncertainty and cost-effectiveness, the case of northern Finland. *New Forests* on-line DOI 10.1007/s11056-009-9183-2.

Metsänuudistamisessa on valittavana useita vaihtoehtoisia uudistamisketjuja. Näiden keskinäisen edullisuuden tarkastelussa on otettava huomioon, millä varmuudella uudistusala saadaan taimettumaan. Kokemusten mukaan halvimmalla uudistamisketjun valinta johtaa usein 5–15 vuoden kuluttua tehtävään uudelleen tai täydennysviljelyyn.

Tässä tutkimuksessa verrattiin 1970-luvulla Pohjois-Suomessa männyn uudistamisessa käytettyjen uudistamisketjujen kustannustehokkuutta. Metsänviljelyn runkotutkimuksen koelohjoilla tehtyjen inventointien perusteella oli hyvin tiedossa taimettumistulos kullakin vaihtoehtoisella käsittelytavalla. Tavoitteena oli tutkia, millaiseksi muodostuu kustannuksiltaan erilaisten uudistamisketjujen järjestys, jos tarkasteluun otetaan mukaan epävarmuustekijä, joka kuvaa taimettumisen todennäköisyyttä kahdella eri kynnysarvolla (500 tai 1100 elävää viljelytainta/hehtaari). Selvitystä varten määritettiin tällä epävarmuustekijällä painotettu kustannus, jota verrattiin sekä uu-

distamisen yksikkökustannuksiin (€/elävä taimi) että koko uudistusalan kustannuksiin (€/ha). Lisäksi haluttiin tutkia, vaikuttaako uudistettavan metsikön vallitseva puulaji uudistamistulokseen riippumatta valitusta uudistamisketjusta.

Tutkituista männynviljelyn koekentistä neljällä oli aikaisemmin kasvanut kuusivaltaista puustoa ja neljällä oli ollut mäntyvaltaista metsää. Kullakin 4,8 ha koekentällä tehtiin neljä eri maankäsittelyä: kulutus, laikutus, äestys ja auraus. Näihin käsittelyihin kohdistettiin vielä kolme eri viljelytapaa: kylvö, paakutaimilla istutus ja istutus paljasjuurisilla taimilla. Koelohjoille toteutettiin kyseiset uudistamisketjut kolmena peräkkäisenä vuonna: 1975, 1976 ja 1977. Viimeisessä inventoinnissa vuonna 1999 mitattiin puiden eloonjääminen, pituus ja latvakasvaimen pituus.

Eri uudistamisketjujen kustannukset (ml. työvoima-, kone- ja materiaalikustannukset) koottiin männyn uudistamistutkimuksissa julkaistujen tietojen ja metsäkeskusten suositusten perusteella. Luontaisen täydentävän taimiaineksen osuudeksi arvioitiin 700–1600 tainta/ha viimeaikaisten samoissa ilmasto-olosuhteissa tehtyjen selvitysten perusteella. Luontaisen taimiaineksen ja viljelyn kautta syntyneen taimettumisen katsottiin yhdessä muodostavan riittävän ja kehityskelpoisen taimikon.

Päätulokset

- Eri uudistamisketjujen edullisuusjärjestys (kustannustehokkuus) vaihteli ratkaisevasti sen mukaan, tarkasteltiin epävarmuustekijällä painotettua kustannusta, pelkkiä yksikkökustannuksia vai hehtaarikohtaista kokonaiskustannusta.
- Varmin ja samalla myös kustannustehokkain männyn uudistamisketju oli auraus ja istutus paakutaimilla, jos rajana pidettiin 1100 elävää tainta/ha. Jos raja alennettiin 500 elävää tainta/ha, oli paras menetelmä molemmilla kasvupaikoilla (entiset mänty- ja kuusivaltaiset metsiköt) auraus ja kylvö.
- Heikoin kustannustehokkuus kuusivaltaisen metsikön uudistamisessa männylle saatiin kulotuksella ja laikutuksella.
- Kustannustehokkuusvertailut rajoittuivat pelkästään uudistamisketjujen vertailuun eivätkä ne sisältäneet metsikön tuoton odotusarvon tarkastelua (mikä olisi edellyttänyt koko kiertoajalle laadittavia kasvuennusteita).
- Jatkossa vastaaviin eri uudistamisketjujen kustannusvertailuihin tulisi myös liittää tarkempaa tietoa kasvupaikan ominaisuuksista kuten maaperästä.

Anssi Ahtikoski

Kuusen käpyruosteiden kasvukaudenaikainen itiöinti

Kaitera Juha, Tillman-Sutela Eila ja Kauppi Anneli

Taustaa tutkimukselle

Kotimaisen kuusen viljelyn osuus on kaksinkertaistunut parissa vuosikymmenessä. Etelä-Suomessa kuusen taimituotantoon käytetään siemenviljelyssiementä, mutta Pohjois-Suomessa on hyödynnettävä myös metsikkökeräyssiementä. Taudinaiheuttajat verottavat merkittävästi kuusen käpy- ja siemensatoja sekä viljelyksillä että metsissä.

Taimituotannon tutkimustarpeiden arvioinnissa onkin metsänviljelyaineiston geneettisen laadun parantamisen ohella pidetty tärkeänä hyönteis- ja sienituhojen torjunnan kehittämistä siemenviljelyksillä, tiedon lisäämistä siemenperäisistä taudeista sekä kuusen siemensadon määrän ja laadun parantamista nykyisillä siemenviljelyksillä.

Käpy- ja siemenpatogeenien yleisyys, vuosittainen vaihtelu ja levinneisyys tunnetaan huonosti, mikä vaikeuttaa niiden torjuntaa. Vaikka käpyruosteista on olemassa vain satunnaista tutkimustietoa, käpyruoste-epidemia on tilastoitu yleisellä tasolla säännöllisesti aina 1900-luvun alusta lähtien. Viimeisin ruoste-epidemia esiintyi vuonna 2000 ennen tämän tutkimuksen aloittamista.

Tutkimuksemme tavoitteena on luoda kuusen siemenviljelyksille sopivia integroidun torjunnan menetelmiä eli kasvinsuojelullisten menettelytapojen yhdistelmiä taudinaiheuttajia vastaan ja edesauttaa tuhojen ennakoimista. Integroidun

torjunnan tulisi parantaa kuusen siemensadon määrää ja laatua nykyisillä ja uusilla siemenviljelyksillä.

Kuusen tuomiruoste ja talvikkiruoste käpytuhojen aiheuttajina

Käpy- ja siemenpatogeenit alentavat siemensadon määrää ja laatua etenkin hyvinä käpyvuosina. Ruostesienet aiheuttavat kävyissä epämuodostumia, käpyjen ennenaikaista varisemista ja käpysuomujen vääntymistä. Ne myös lisäävät siementen leviämistä estävää pihkan eritystä, lisäävät epämuodostuneiden siementen määrää ja alentavat siementen itävyyttä.

Kuusentalvikkiruoste (*Chrysomyxa pirolata*) ja kuusentuomiruoste (*Thekopsora areolata*) aiheuttavat

säännöllisesti merkittävää tuhoa sekä kuusen siemenviljelmillä että siemenkeruumetsiköissä. Molemmilla ruostesienillä on kuusen lisäksi toinen isäntäkasvi: kuusentalvikkiruosteella talvikkilajit ja kuusentuomiruosteella tuomi.

Tietoa ruostesienten elinkierrosta torjunnan ajoittamiseen

Kuusen siemenviljelmillä Virroilla (Metsä-Ihala, sv. 176, 62°12'N, 24°07'E) ja Kangasniemellä (sv. 109-113, 61°54-56'N, 26°40-41'E) sekä luonnonkuusikossa Muhkanella (64°48'N, 26°00'E) tutkittiin, milloin itiölevintä tapahtuu väli-isänniltä emikukkiin ja edelleen kävyistä väli-isäntiin. Lisäksi selvitettiin, minä ajankohtana itiö-



Kuva 1. Kuusentuomiruosteen tuomia kuusen käpyjä, joissa käpysuomujen pinnalla runsaasti itiöiviä punertavan-ruskehtavia helmi-itiöpesäkkeitä (eekioita) vuosi tartunnasta. (valokuva Kaitera, Tillman-Sutela ja Kauppi)

emät kehittyvät kävyissä ja miten pesäkkeiden kehitys etenee kasvukauden aikana.

Vuosina 2006–2008 huhti-lokakuun välillä Metsä-Ihalasta ja Muhokselta eri ajankohtina kerätyistä emikukista ja kävyistä tarkastettiin ruostesienten itiöemien (pikkukuromapullot, helmi-itiöpesäkkeet) eri kehitystapojen yleisyys (osuus emikukista tai kävyistä tautisia), frekvenssit (pesäkkeellisten käpysuomujen määrä/käpy) ja sijainti per käpy sekä itiöinnin aste ja pesäkkeiden hajoamisaste.

Lisäksi huhti-lokakuussa vuosina 2007–2008 tutkittiin kaikilla kolmella kohteella käpyruosteiden itiöpesäkkeiden muodostusta ja itiöintiä talvikin ja tuomen nuorilla sekä talvehtineilla lehdillä. Väliisäntäkasvien lehdiltä arvioitiin eri itiöasteiden (erilaistumattomat pesäkkeet, kesä-, talvi- ja kantaitiöitä muodostavat rakenteet/pesäkkeet) suhteellinen peittävyys lehdellä, itiöinnin aste ja pesäkkeiden hajoamisaste ja osuus.

Itiöinnin vaihtelua kasvukauden aikana verrattiin koemetsiköiden säätekijöihin (lähinnä sademäärät) epidemiavaihteluiden selvittämiseksi vuosina 2006–2008.

Mikroskooppinen tarkastelu eri keruujankohtien sieninäytteistä tehtiin pääasiassa stereo- ja valomikroskoopeilla. Kuitenkin jokaisena keruujankohtana poimittiin tyypillisistä itiöasteista näytteitä pyyhkäisyelektronimikroskopiaa (FESEM) varten. Eri itiöasteiden rakenteita käsitellään tarkemmin myöhemmässä artikkelissa.

Kuusentuomiruosteen itiöinti kävyissä vaihteli eri vuosina ja eri paikoilla

Nuorissa kävyissä ei esiintynyt kasvukauden aikana kuusentuomiruosteen pikkukuromapulloja Metsä-Ihalassa eikä Muhoksella.

Metsä-Ihalassa 2–5 %:ssa nuorista kävyistä esiintyi kuusentuomiruosteen helmi-itiöpesäkkeitä kesäkuun lopun ja elokuun alun välisenä aikana. Itiöpesäkkeet olivat aluksi vaaleita ja kypsymättömiä, mutta muuttuivat vaaleanruskeista edelleen tummanruskeiksi loppusyksyä kohti (kuva 1). Helmi-itiöpesäkkeet eivät itiöineet kasvukauden aikana.

Muhokselta kerätyissä nuorissa kävyissä ei esiintynyt kuusentuomiruostetta touko-elokuussa kerätyissä näytteissä. Sitä vastoin loka-

kuun alussa 40 %:ssa kerätyistä kävyistä oli kuusentuomiruosteen helmi-itiöpesäkkeitä, joista pieni osa (17 %) oli jo aloittanut itiöinnin. Helmi-itiöpesäkkeitä esiintyi sekä käpysuomujen ylä- että alapinnalla, mutta ne olivat runsaslukuisempia käpysuomujen alapinnalla. Tartunnan saaneissa kävyissä lähes kaikki käpysuomut sisälsivät sienen pesäkkeitä.

Metsä-Ihalassa vanhoista vuonna 2006 syntyneistä kävyistä 35 %:ssa oli helmi-itiöpesäkkeitä toukokuun lopussa, kun taas kesäkuun puolivälin ja lokakuun alun välisenä aikana kerätyissä näytteissä niitä esiintyi 22–45 %:ssa käpyjä. Lähes kaikki pesäkkeet itiöivät.

Muhoksella lokakuussa 2006 kerätyistä kävyistä 90 %:ssa oli helmi-itiöpesäkkeitä, jotka eivät kuitenkaan itiöineet. Huhti-lokakuussa 2007 kerätyistä kävyistä 89–96 % sisälsi helmi-itiöpesäkkeitä. Pesäkkeet eivät itiöineet vielä huhtikuussa, mutta toukokuun lopun ja lokakuun alun välisenä aikana kerätyissä sairaisissa kävyissä 11–23 %:ssa esiintyi itiöintiä.

Helmi-itiöpesäkkeiden pääasiallinen itiöinti alkoi alkukesällä vuosi emikukkien tartunnan jälkeen ja jatkui koko kasvukauden ajan. Joissakin kävyissä itiöinti oli edelleen vähäistä kasvukauden lopussa vuosi sienitartunnan jälkeen.

Kuusentuomiruosteen itiöinti tuomen lehdillä

Talvehtineissa vuosina 2006–2007 syntyneissä tuomen lehdissä ei tavattu ulkoisia itiökantoja talvi-itiöpesäkkeissä missään tutkimusmetsikössä. Itse talvi-itiöpesäkkeet olivat kuitenkin yleisiä ja runsaslukuisia talvehtineissa tuomen lehdissä (kuva 2).

Nuorissa tuomen lehdissä ensimmäiset sienien kesäitiöpesäkkeet (kuva 3) ilmestyivät toukokuun lopulla lehdille yleistyen kesäkuun aikana. Niitä tavattiin tuomen lehtien alapinnalla koko kasvukauden ajan.



Kuva 2. Tartunnan saaneita nuoria tuomen lehtiä, joissa punertavia (myöhemmin ruskeita) laikkuja, joihin talvi-itiöpesäkkeet (telia) kehittyvät. (Kaitera, Tillman-Sutela ja Kauppi)

Itiömät itiöivät pian ilmestymisensä jälkeen kesäkuun alussa, jonka jälkeen itiöinti väheni heinäkuun alusta alkaen ja jatkui koko kasvukauden ajan.

Kesäitiöpesäkkeiden hajoaminen alkoi heinäkuun alussa. Talvi-itiöpesäkkeitä ilmestyi kesäkuun lopulla ja ne yleistyivät heinäkuusta alkaen. Pesäkkeet erottuivat punertavina, myöhemmin ruskehtavina mosaiikkimaisina kuvioina lehden pinnalla. Itiökantoja ei havaittu talvi-itiöpesäkkeissä nuorilla tuomen lehdillä kasvukauden aikana.

Kuusentuomiruosteen elinkierto on esitetty kaaviossa 1.

Kuusentalvikkiruoste itiökäpysuomujen ulkopinnalla

Muhoksella kerätyissä nuorissa kävyissä ei tavattu kuusentalvikkiruosteen itiöemiä touko-elokuussa vuonna 2007. Sen sijaan Metsä-Ihalassa 2 % kävyistä sisälsi kesäkuun lopussa kuusentalvikkiruosteen pikkukuromapulloja, jotka itiöivät heti. Ne esiintyivät käpysuomujen ulkopinnalla laajoina kellertävän limaisina ja voimakastuoksuisina pesäkkeinä. Elokuun alussa vuonna 2007 Metsä-Ihalassa kerätyistä nuorista kävyistä 7 % sisälsi yksittäisiä laajoja helmi-itiöpesäkkeitä käpysuomujen ulkopinnalla, joista suurin osa (79 %) itiöi (kuva 4). Lokakuun alussa 2 % Metsä-Ihalassa ja 7 % Muhoksella kerätyistä kävyistä sisälsi helmi-itiöpesäkkeitä. Sienen itiöinti oli molemmilla alueilla tuolloin jo loppunut ja kaikki pesäkkeet olivat hajoaneet.

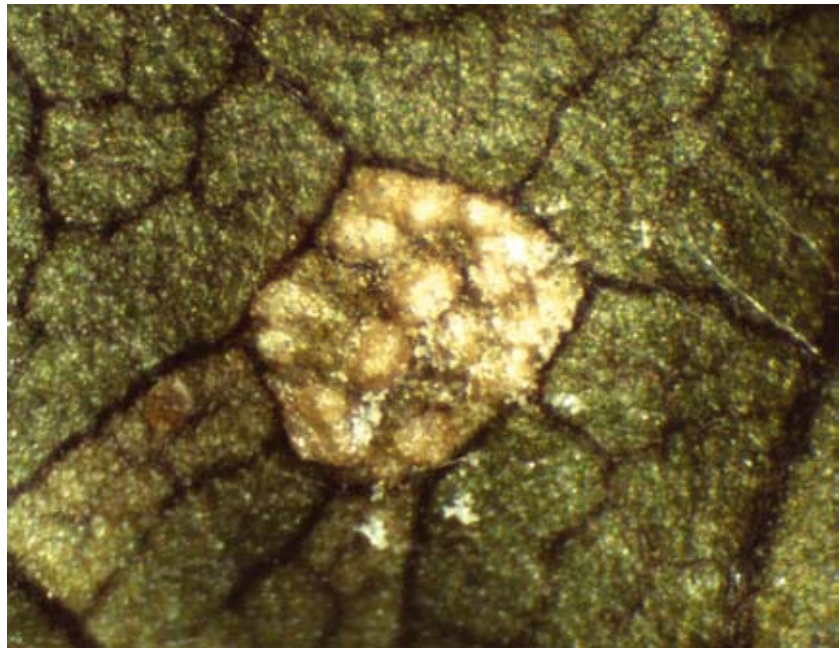
Vuonna 2006 muodostuneissa kävyissä ei tavattu kuusentalvikkiruosteen itiöemiä Metsä-Ihalassa. Sen sijaan Muhoksella lokakuussa 2006 kerätyistä kävyistä 10 % ja huhti-lokakuussa kerätyistä kävyistä 2–19 % sisälsi sienen helmi-itiöpesäkkeitä. Kaikki pesäkkeet olivat jo keruuajankohtana itiöineet ja hajoaneet.

Kuusentalvikkiruosteen itiöinti talvikkien lehdillä

Talvehtineiden talvikin lehtien pinnalla ei maaliskuussa esiintynyt sienen pesäkkeitä, mutta huhtikuun lopulla ensimmäiset sienen itiömät havaittiin lehden alapinnan sisäpuolella. Sienen erilaistumattomat pesäkkeet ilmestyivät lehden pinnalle toukokuussa. Niitä esiintyi suhteellisesti eniten toukokuun puolivälistä

toukokuun loppuun Kangasniemellä ja Muhoksella, kun taas Metsä-Ihalassa pesäkkeet kehittyivät hieman myöhemmin kesäkuussa. Erilaistumattomia pesäkkeitä esiintyi kuitenkin läpi kasvukauden vähäisessä määrin kaikilla tutkimusalueilla.

Kesäitiöpesäkkeet (kuva 5) kehittyivät toukokuun puolivälissä ja niitä esiintyi eniten toukokuun puolivälistä heinäkuun alkuun. Yksittäisiä itiöemiä tavattiin silti elokuulle

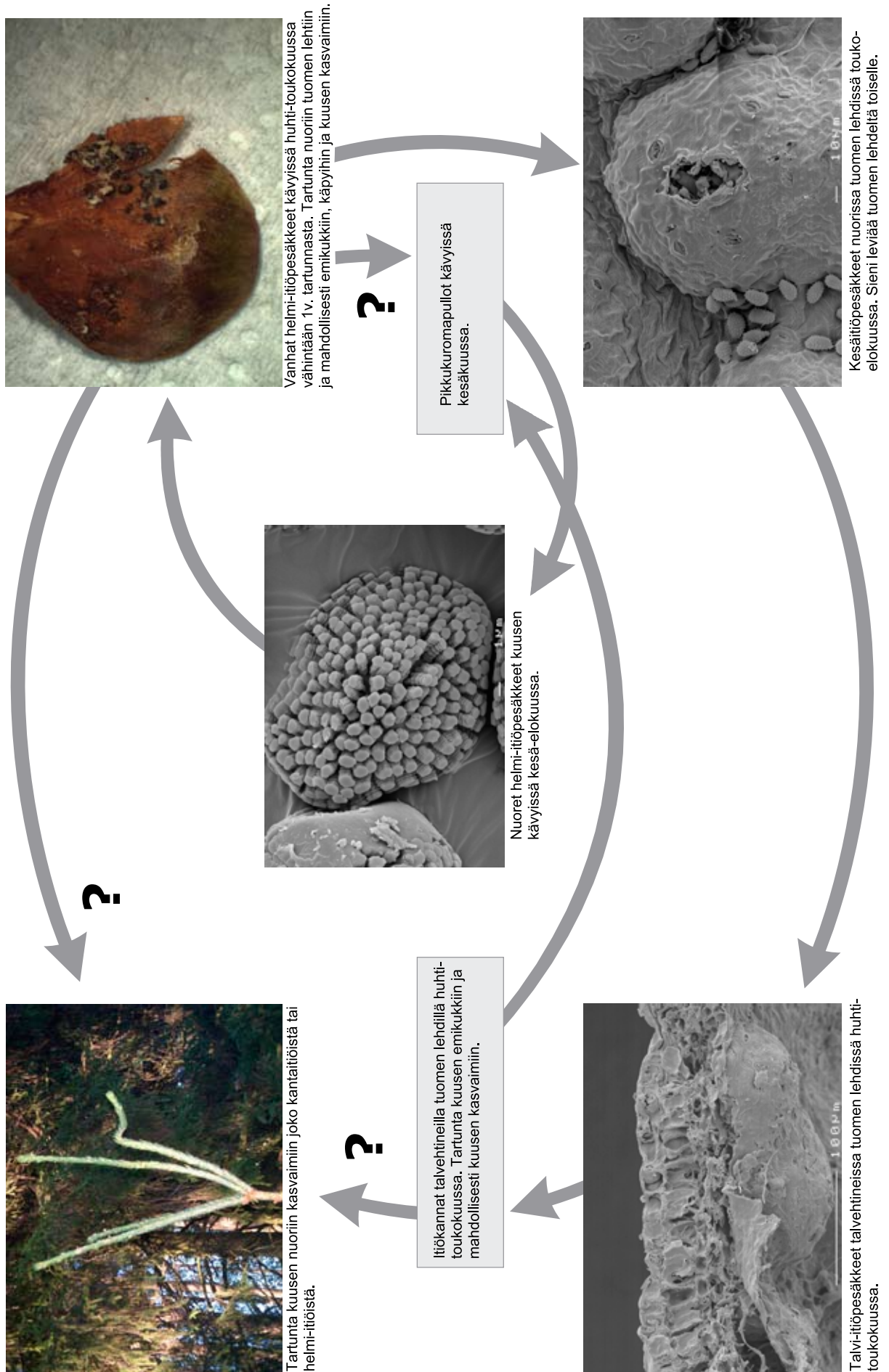


Kuva 3. Kuusentuomiruosteen vaaleita kesäitiöpesäkkeitä (urediot) nuorten tuomen lehtien alapinnalla. (valokuva Kaitera, Tillman-Sutela ja Kauppi)



Kuva 4. Kuusentalvikkiruosteen itiöiviä kellertäviä helmi-itiöpesäkkeitä nuorissa kävyissä. (valokuva Kaitera, Tillman-Sutela ja Kauppi)

Kaavio 1. Tuomiruosteen (*Thekopsora areolata* (Fr.) Magnus) elinkierto. (Valokuvat: Kaitera, Tillman-Sutela ja Kauppi)



saakka, ja ne itiöivät heti ilmestymisensä jälkeen. Niitä esiintyi niukasti vuonna 2007 kaikilla tutkimusalueilla, mutta ne olivat yleisimpiä pesäkkeitä Muhoksella vuonna 2008. Yksittäisiä kellertäviä pesäkkeitä oli havaittavissa nuorten lehtien pinnan alla jo samana syksynä lehtien syntymisen jälkeen.

Ensimmäiset talvi-itiöpesäkkeet (kuva 6) ja niissä välittömästi kehittyneet kantaitiöt ilmestyivät toukokuun lopulla, mutta niiden esiintyminen oli yleisintä kesäkuun puoliväliin saakka. Metsä-Ihalassa talvi-itiöpesäkkeet kehittyivät hieinan myöhemmin kesäkuun lopulla. Talvi-itiöpesäkkeet itiökantoinen hajosivat kasvukauden lopulla heinäkuulta alkaen. Niitä esiintyi runsaasti vuonna 2007 kaikilla tutkimusalueilla, mutta Muhoksella vuonna 2008 erittäin vähän.

Talvikkiruosteen elinkierto on esitetty kaaviossa 2.

Käpyruosteiden torjunta – johtopäätöksiä tutkimustuloksista

Kuusentuomiruoste yleisin käpyruoste vuonna 2006

Kuusentuomiruoste oli hyvin yleinen vuonna 2006 muodostuneissa kävyissä, mutta vähäinen vuonna 2007 syntyneissä kävyissä. Siten kuusentuomiruoste aiheutti merkittävimmät sienituhot kävyissä vuonna 2006, jolloin käpysatokin oli erittäin runsas. Sienen pikkukurmapulloja ei havaittu kävyissä, mikä voi olla osoitus sienen kyvystä levitä ilman väli-isäntäkasveja helmi-itiöiden avulla. Samaan viittaa myös itiökantojen puuttuminen talvehtineilta tuomen lehdistä.

Kuusentuomiruosteen helmi-itiötä kypsyi ja vapautui useita vuosia tartunnan jälkeen, minkä vuoksi vanhat, ylivuotiset tartunnan saaneet kävyt muodostivat voimakkaan leviämislähteen uusille ruostesienitartunnoille. Sienen leviäminen kävyissä osoitti myös sienen voimak-

kaan patogeenisuuden ja merkityksen esteenä siementen normaalille kehitykselle.

Kuusentuomiruosteen torjunta on hankalaa

Kuusentuomiruosteen torjunta monimutkaistuu sen mahdollisesta uudesta leviämisbiologiasta johtuen eli siitä, että ruoste ei tarvitsisikaan väli-isännäksi tuomea. Sen vuoksi

tuomesta kantaitiöiden avulla leviävän tuomiruosteen torjunta tulisi ajoittaa heti lumien sulamisen jälkeen ennen ja jälkeen kuusen kukintaa. Torjunta voitaisiin teoriassa suorittaa ruiskutuksin kuusen versoihin, joihin emikukat kehittyvät, mutta tällä hetkellä siihen sopivia torjunta-aineita ei ole kauppavalmistena.

Poistamalla tuomet satojen metrien etäisyydeltä kuusista sien-

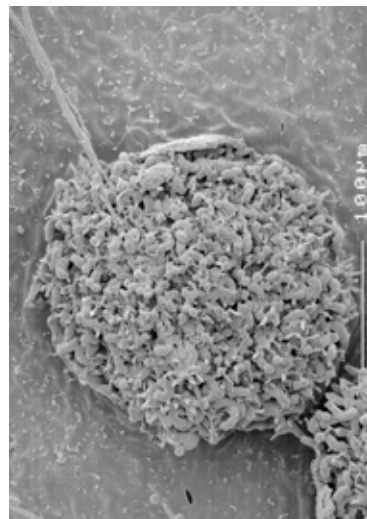


Kuva 5. Kuusentalvikkiruosteen itiöiviä kellertäviä kesäitiöpesäkkeitä talvehtineiden talvikin lehtien alapinnalla keväällä vuosi tartunnasta. (valokuva Kaitera, Tillman-Sutela ja Kauppi)

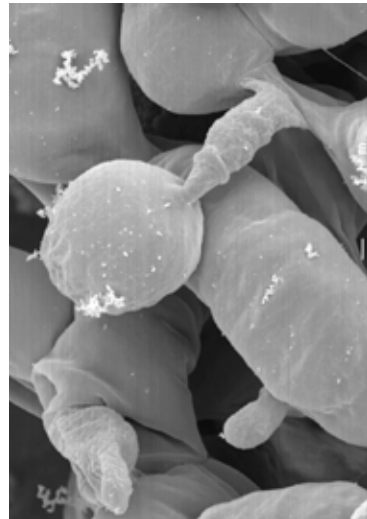


Kuva 6. Kuusentalvikkiruosteen itiöiviä vaaleita talvi-itiöpesäkkeitä ja itiökantoja (basidiot) talvehtineiden talvikin lehtien alapinnalla keväällä vuosi niiden tartunnasta. (valokuva Kaitera, Tillman-Sutela ja Kauppi)

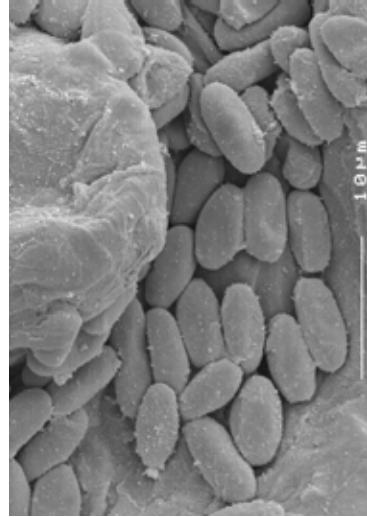
Kaavio 2. Kuusentalvikkiruosteen (*Chrysomyxa pirolata* Wint.) elinkierto. (Valokuvat: Kaitera, Tillman-Sutela ja Kauppi)



Talvi-itiöpesäkkeet talvehtineilla talvikin lehdillä touko-kesäkuussa.

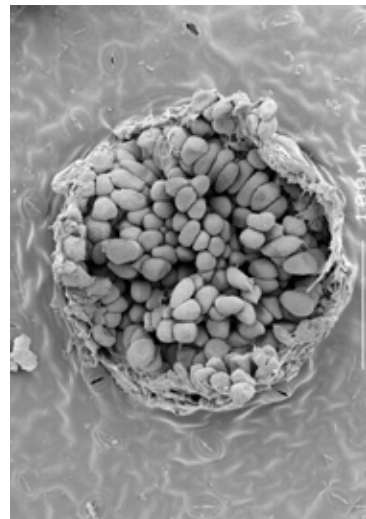


Itiökannat talvehtineilla talvikin lehdillä touko-kesäkuussa. Tartunta kuusen emikukkiin.

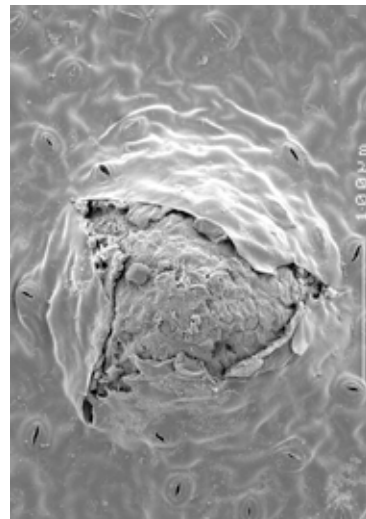


Pikkukuromapullot nuorissa kuusen kävyissä kesäkuussa.

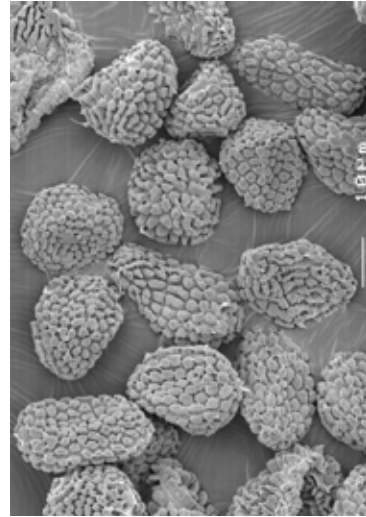
Kosteat olosuhteet



Kesäitiöpesäkkeet talvehtineilla talvikin lehdillä toukokuussa. Sieni leviää talvikikasvustossa lehdeltä toiselle.



Erlaistumattomat pesäkkeet talvehtineilla talvikin lehdillä toukokuussa.



Helmi-itiöpesäkkeet nuorissa kuusen kävyissä heinä-elokuussa. Tartunta nuoriin talvikin lehtiin.

Kuivat olosuhteet

lähileviämistä voidaan vähentää merkittävästi tuomista emikukkiin. Helmi-itiötartunnan estäminen on sen sijaan vaikeaa, koska itiöt voivat levitä tuulen mukana tuhansia kilometrejä.

Vanhat kävyt merkittäviä kuusentuomiruosteen levittäjinä

Poistamalla tautiset ruostekävyt siemenviljelmiltä ja niiden lähimetsiköiden puista luultavasti voitaisiin vähentää kuitenkin tuomiruoste-epidemioita. Helmi-itiötartunta saattaa silti tapahtua emikukkien lisäksi nuoriin pehmeisiin käpyihin esim. hyönteisvioletuksien tai muiden haavojen kautta, jolloin käpyjen tartunta-aika pitenee ja sienien torjunta hankaloituu.

Kuusentuomiruoste-epidemioiden kehittyminen vanhojen sairaiden käpyjen itiölevinnästä selittää osittain voimakkaiden ruostesieniepidemioiden syntymisen myös Etelä-Suomen siemenviljelmillä, joilta kaikki tuomet on poistettu tai Pohjois-Suomessa, jossa tuomet puuttuvat laajoilta alueilta.

Kuusentalvikkiruoste kuusentuomiruostetta vähäisempi vuonna 2006

Kuusentalvikkiruoste oli suhteellisen yleinen Muhoksella vuonna 2006 muodostuneissa kävyissä, mutta vähäinen vuonna 2007. Sen sijaan Metsä-Ihalassa tauti oli vähäistä sekä vuonna 2006 että 2007. Metsä-Ihalassa on havaittu jo aiemmin merkittäviä ruostesienituhoja mm. edellisenä hyvänä käpysatovuonna 2000. Siten alueella olisi odottanut esiintyvän enemmän kuusentalvikkiruostetuhoja varsinkin vuoden 2006 kävyissä. Ilmeisesti talvikkipopulaation määrällinen kehitys ei osunut yksin suotuisien itiöintiolosuhteiden ja kuusen kukinnan kanssa. Alueella kasvoi vuonna 2007 vain vähän talvikkeja, mikä tukee em. selitystä.

Alkukesän kosteusolosuhteet tärkeä tekijä sienien levinnässä

Sienen elinkierro oli kuitenkin tyyppillinen väli-isäntäkasvia vaihtavalle ruostesienelle niin kävyissä kuin väli-isännillä, joten torjunnan ajoitus voidaan kohdistaa emikukkien pölytys- ja alkukehitysvaiheeseen toukokuussa. Etenkin toukokuun korkea sademäärä tai pitkät sadejaksot edesauttavat kantaitiöiden syntymistä ja itämistä talvehtineilla talvikeilla, ja lisäävät edelleen kuusen tartuntaa.

Pitkät kuivat jaksot pölytyksen aikana voivat kuitenkin estää kuusen käpyjen tartunnan tehokkaasti, kuten tapahtui ilmeisesti Muhoksella vuonna 2008. Siten sääolosuhteiden tarkka seuraaminen pölytyksen aikana on erittäin tärkeää. Vaikka kuivuus estäisikin emikukkien tartunnan, sienien erilaistumatomat pesäkkeet talvehtineilla talvikin lehdillä kehittyvät kesäitiöpesäkkeiksi, joiden avulla sieniä leviää edelleen talvikkikasvustoissa. Se taas lisää kasvustossa tautia seuraavana keväänä.

Kuusentalvikkiruoste ei leviä vanhoista ruostetartunnan saaneista kävyistä

Entuudestaan tiedetään, että lisääntynyt kosteus vaikuttaa sienien erilaistumattomien pesäkkeiden kehittymiseen talvi-itiöpesäkkeiksi kesäitiöpesäkkeiden sijasta. Tämä tulee huomioida sienien epidemiajaksoja tarkasteltaessa. Optimaalisiin ajankohtia kuusentalvikkiruosteen kemiallisen torjunnan aloittamiselle olisi siten juuri ennen pölytystä toukokuun alkupuolella ja sen tulisi kestää aina kesäkuun puoliväliin saakka emikukkavaiheen jälkeen. Sienen itiölevintä tapahtuu pelkästään saman vuoden kävyistä, joten vanhoja tartunnan saaneita käpyjä ei tarvitse poistaa tulevien epidemioiden hillitsemiseksi.

Sateinen toukokuu edesauttoi ruoste-epidemian syntymistä vuonna 2006

Ruostesieniepidemioita vahvisti kaikilla alueilla sateinen toukokuu vuonna 2006, joka edesauttoi molempien ruostesientien leviämistä ja tartuntaa emikukkien pölytyksen aikaan alkukesästä. Loppukesän sääolosuhteilla oli sitä vastoin hyvin vähän vaikutusta epidemioihin. Vuonna 2008 kuiva touko-kesäkuu luultavasti esti lähes kokonaan kantaitiötartunnan emikukkiin. Epidemian aikana etenkin talvi-itiöpesäkkeelliset talvikin lehdet kuivuvat ja kuolevat nopeasti toisin kuin kesäitiöpesäkkeelliset lehdet. Tämä vähentää siten epidemian jälkeisenä keväänä tartunnan saaneiden lehtien määrää ja edelleen uutta ruostesienitartuntaa.

Viitteet

- Kaitera, J., Tillman-Sutela, E. & Kauppi, A. 2009. Cone bagging hinders cone and rust development of *Picea abies*. *Baltic Forestry* 15(1): 28–32.
- Kaitera, J., Tillman-Sutela, E. & Kauppi, A. 2009. Seasonal fruiting and sporulation of *Thekopsora* and *Chrysomyxa* cone rusts in Norway spruce cones and alternate hosts in Finland. *Canadian Journal of Forest Research* 39(9): 1630–1646.

Mikä vaivaa kuusen latvakasvaimia?

Marja Poteri

Parina viime kesänä on eri puolilla maata havaittu kuusen taimien ja nuorien puiden latvakasvaimissa ja myös oksien kärjissä tavallista enemmän käyritystä, kuivumista ja haaroittumista. Oireet viittaavat pakkas- ja hallatuhojen lisäksi sekä kuusen ravinneperäiseen kasvuhäiriöön että kuusentuomiruosteen voioitukseen. Männyn tautina tunnettu versosurma voi myös kuivattaa kuusen latvoja hyväkasvuisilla viljelmillä.

Voimakkaimmissa kasvuhäiriöissä on usein kyseessä boorin puutos. Kartoitusten perusteella tiedetään, että maan keski- ja itäosat ovat kaikkien altteimpia boorin puutoksesta johtuvalle kasvuhäiriölle. Syynä tähän on pidetty maaperän luontaisesti alhaisen booripitoisuuden ohella sitä, että näissä osissa maata sadveden booripitoisuus on alhaisempi kuin rannikon tuntumassa. Kasvuhäiriöoireet tulevat lisäksi esiin viljavilla kaskialueilla, missä alhainen booritaso yhdistyy maan korkeaan ravinnepitoisuuteen (korkea typpipitoisuus). Kivennäismaiden kasvuhäiriön yleisyyttä on selvitetty hankkeessa, jonka loppuraportti ilmestyi vuonna 2004.

Kuusen kasvuhäiriö alkaa silmun kehityshäiriöstä, mikä johtaa tavallisesti latvasilmun kuolemaan. Tämän seurauksena kuusi tekee keväällä uusista leposilmuista uuden latvan tai useampia haaroja. Kun ilmiö toistuu vuodesta toiseen, pensoittuu latva ja puun kasvu voi jopa kokonaan tyrehtyä.

Boorin puutos todettavissa neulasnäytteestä

Boorin puutos pystytään luotettavasti toteamaan neulasnäytteestä, joka suositellaan otettavaksi talvella viimeisimmästä neulaskerrasta. Mikäli arvot ovat alle puutosrajan, on mahdollista tehdä terveyslannoitus. Terveyslannoituksista ja ravinneanalyysien tekemisessä saa neuvoa esim. paikallisilta metsäkeskuksetä.

Viimeaikaisissa havainnoissa on ollut tyypillistä se, että latvan menettäneissä kuusissa ei ole ollut ravinneanalyysin perusteella kyse boorin puutteesta tai ravinteidenepätasapainosta. Osa tuhoilmoitetuista kuusista on istutettu pelto- maalle.

Kuusentuomiruoste voi olla oireeltaan hyvin samankaltainen kuin boorin puute. Taudin seurauksena uusin kuusen kasvain infektoituu kasvukauden alussa ruosteen itiöillä, jotka ovat peräisin tuomen maassa talvehtineista edelliskesän lehdistä. Sama sieni aiheuttaa myös

kävyissä esiintyvää kuusentuomiruostetta (ks. s. 10).

Kuusen versolla ruosteinfektion seurauksena syntyy ensin pihkavuotoisia kohtia (kuva 1), johon hieman myöhemmin syntyy tavallisesti mutka. Käyrityneen kohdan sisäpuolelle sieni muodostaa hel-



Kuva 1. Kuusentuomiruosteen tuoreita pihkavuotoisia iskeymäkohtia kuusen uudessa kasvaimessa. (valokuva Martti Vuorinen)



Kuva 2. Kuusentuomiruosteen käyristämä verso. (valokuva Erkki Oksanen)

mi-itiöitä tuottavan pesäkkeen (kuva 2). Pesäkkeen kohdalta kasvain myös tummuu (kuva 3). Iskeytymiskohdan yläpuolinen osa versoa kuivettuu myöhemmin kokonaan. On myös mahdollista, että kasvain ei käyristy eikä helmi-itiöitä tuottavaa pesäkettä synny. Tällöin jää infektiosta vain kuivettunut suora kasvaimen kärki (kuva 4). Kuolleen kasvaimen tyviosassa voi olla vihreitä neulasia vielä vuosi tartunnan jälkeen.

Kuusentuomiruoste elää kasvaimessa vain yhden kesän

Sieni tuottaa kuusen versoissa helmi-itiöitä vain yhden kesän ajan. Helmi-itiöt kulkeutuvat takaisin tuomeen, joka on sienien väli-isäntäkasvi. Tuomen lehdistä sieni muodostaa uudestaan pesäkkeitä, jotka näkyvät punaisina kulmikkaina laikkuina (ks. kuva s. 11).

Kuusessa infektoitunut verso, tai vain sen kärkiosa, kuolee ja kuivuu ja sen mukana myös ruostesieni. Reheväkasvuissa kuusikoissa kuivettuneet vuosikasvaimet korvautuvat uusilla kasvaimilla (kuva 5) ja entinen kuollut latva jää piiloon. Kuolleen latvakasvaimen korvautumista uudella tapahtuu myös silloin, kun versosurma on kuivattanut kuusen taimien kasvaimia. Samoin booripuutostutkimuksissa havaittiin, että puutos voi aiheuttaa nopeita useamman vuosikerran kuivumisia. Tällöin tuho näytti joko iskeneen edellisen vuoden kasvaimen tai kuivuminen oli mahdollisesti edennyt uusimmasta kasvaimesta edellisvuoden kasvaimen.

Taimien kasvurytmi vaikuttaa taudinherkkyyteen. Kuusen pistokaskloonikokeiden seurannassa Metlan Haapastensyrjän jalostus- asemalla on havaittu, että varhain kasvuun lähtevät kloonit ovat herkempiä saamaan tuomiruostetta kuin hitaammin kasvuun lähtevät kloonit. Joinakin seurantavuosina puolella kaikkein aikaisimmin sil-



Kuva 3. Kuusen kasvain tummuu tuomiruosteisen iskeymäkohdasta, johon usein muodostuu helmi-itiöpesäke. (valokuva Erkki Oksanen)



Kuva 4. Kuivettunut kasvaimen kärki, jossa kuusentuomiruosteisen iskeymä. (valokuva Martti Vuorinen)



Kuva 5. Kuusentuomiruosteisen tappama pääverso on korvautunut uudella latvalla. (valokuva Marja Poteri)

munsa puhkaisseilla kuusierillä on ollut ruostevoitoksia versoissa, kun taas kaikkein myöhemmin kasvuun lähteneillä osuus on jäänyt alle 10 %:n (Marja-Leena Napola suull. 2009). Huomattavasti pohjoisempaa tulevien kuusialkuperien käyttö voisi näin ollen lisätä riskiä tuomiruostevoitoksista.

Sää merkittävä tekijä

Säätekijät vaikuttavat voimakkaasti ruostesienien aiheuttamien epidemioiden syntymiseen. Kosteaa ja viileää alkukesä suosii sekä ruosteen itiötuotantoa että itiöiden kykyä itää ja infektoida kuusen nuoria versoja. Rehevillä mailla pintakasvillisuus

ja lehtipuuvesakko muodostavat lisäksi sienitartunnalle otollisen pienilmaston, joka voi vielä lisätä nuoren taimikon tuhoherkkyyttä.

Nykykäsitteen mukaan kuusen kasvaimet saavat tartunnan tuomen lehdistä vapautuvista itiöistä. Käpyruostetutkimusten ohessa on pohdittu tuomen roolia taudin siirtäjänä, sillä kävyissä kuusentuomiruostetta esiintyy joinain vuosina hyvinkin runsaasti alueilla, joilla ei tuomi luontaisesti kasva tai se on mekaanisesti poistettu.

Kuusentuomiruostetta esiintyi kuusen taimikoissa erityisesti vuoden 2008 kasvaimissa Itä-Suomessa ja osissa Hämettä. Kyseinen vuosi oli keskimääräistä viileämpi alkukesästä ja kesäkuu oli keskimääräis-

tä sateisempi. Lisäksi näillä alueilla tuomi on hyvin yleinen, joskaan kaikissa tuho-kohteissa ei tuomia ollut havaittavissa taimikon läheisyydessä.

Tuhoalueilla paikoin lähes kaikki kuusen taimet ovat vaihtaneet latvaa tuomiruostevoitoksen vuoksi ja pahimmissa tapauksissa tulee syntymään laatutappioita kasvun menetyksien ohella.

Rikala, R. (toim.) 2004. Puiden kasvuhäiriöt viljavilla kivennäismailla. ”Kaskialueen kuusikoiden kasvuhäiriöt” -hankkeen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 934. 68 s.

Pohjoismaissa erilaiset lähtökohdat ja asenteet metsänviljelyyn

Katri Himanen

Pohjoismainen siemen- ja taimineuvosto NordGen Metsä järjestää vuosittain konferenssin ajankohtaisesta metsäaiheesta. Tänä vuonna tapaaminen järjestettiin Norjassa Bergenissä 28.–30. syyskuuta. Konferenssissa perehdyttiin viiden Pohjoismaan voimin ilmastonmuutokseen varautumiseen metsänuudistamisessa sekä norjalaisten, islantilaisien ja tanskalaisten suhtautumiseen metsiin ja puuttomien alueiden metsittämiseen. Kolmen päivän aikana kuultiin kuusitoista asiantuntijaesitystä. Lisäksi vierailtiin Unescon maailmanperintölistalla olevassa

Bryggenin puukaupunginosassa ja bergeniläisten ”keskuspuistossa” Fløyenissä.

Myös metsittämistä voidaan vastustaa

Alun perin metsäiset Islanti ja Norjan rannikkoalueet ovat vuosisatoja olleet puuttomia, ja metsitysprojektit ovat käynnistyneet hitaasti. Islannin metsähallituksen (Skógrækt ríkisins) Thröstur Eysteinnsson kertoi ensimmäisten Islannin metsittämissuunnitelmien syntyneen reilut sata vuotta sitten, mutta metsittämiselle on ollut monia esteitä, yhtenä islantilaisien epäileväinen tai kiel-

teinen asenne istutuksiin. Koska metsää ei ole ollut, sitä ei ole koettu tarpeelliseksi eikä metsitysten onnistumiseen ole aina uskottu. Muita ongelmia ovat olleet käytännön taitojen ja tiedon riittämättömyys muun muassa taimituotannossa ja maanmuokkauksessa sekä viljelymateriaalin valinnan ja hankinnan vaikeudet.

Biologiset edellytykset metsän kasvulle Islannissa ovat kuitenkin olemassa, ja eroosion torjunnassa puusto on hyödyksi. Asteet metsitystä kohtaan ovat muuttuneet ja ovat nykyään enimmäkseen positiivisia: neljä viidesosaa islantilaisista toivoisi metsiä olevan nykyistä enemmän. Metsitysten eteneminen

vaatii kuitenkin valtiolta merkittäviä panoksia. Ilmaisten taimien lisäksi myös maanmuokkaus- ja istutustyö korvataan yksityisille maanomistajille.

Bernt-Håvard Øyen (Skog og landskap) kertoi Norjan metsänkäytön historiasta ja tulevaisuuden näkymistä. Puuta tarvittiin Norjassa rakentamiseen ja varhaisen teollisuuden tarpeisiin paljon. Norjan rannikkoalueilla ensimmäinen voimakkaiden hakuiden kausi alkoi 1550-luvulla. Jo 1700-luvulla huolestuttiin paikallisesti liian suurista hakkuista, mutta puuttomaksi hakattujen alueiden metsittäminen käynnistyi laajamittaisesti Länsi-Norjassa vasta 1950- ja Pohjois-Norjassa 1960-luvulla. Osa näistä metsiköistä on nyt tullut päätehakkuikään ja niiden uudistaminen on ajankohtaista. Kysymyksiä ovat muun muassa, mille puulajille nämä alat uudistetaan muuttuvassa ilmastossa ja kuinka metsittäminen ja puulajin valinta vaikuttavat biodiversiteettiin ja maisemaan.

Vegard S. Gundersenin (Norsk institutt for naturforskning) esityksessä käytiin läpi tekijöitä, jotka vaikuttavat maiseman ja metsän miellyttävyyden kokemiseen. Koska muun muassa tottumukset, valmiit mielikuvat ja koulutus vaikuttavat maiseman kauneuden ja miellyttävyyden kokemukseen, puuttoman ja avoimen maiseman muuttuminen ”synkäksi” kuusikoksi voi herättää vastustusta.

Tanskassa virkistys- ja ekologiset arvot ohittavat kirrkaasti taloudelliset tavoitteet metsien käsittelyssä. Yksityisten metsänomistajien tuloista puun myynti muodostaa yleensä pienen osan. Gunnar F. Proschowsky (Skov og naturstyrelsen) kertoi Tanskassa käytävästä metsäkeskustelusta ja metsäpolitiikan suunnasta, jossa valtion tukien määrää metsien käsittelyyn ja kehitystyöhön on pyritty vähentämään. Valtio on tukenut metsittämishankkeita, neuvontapalveluita, metsien monikäyttöä painottavaa metsätaloutta ja jalojen

lehtipuiden istutusta noin 17 miljoonalla eurolla vuosittain.

Idän ja lännen erot asenteissa

Suomessa uudistamiseen valittavien puulajien joukko on pieni, mutta Norjan etelä- ja länsiosissa, Skoonessa ja erityisesti Tanskassa kasvamaan pystyvät monet vieraatkin lajit. Islannissa ainoa alkuperäinen puulaji on tunturikoivu, joten kaikki muut vaihtoehdot tulevat ulkomailta. Norjassa esimerkiksi Sit-

kan kuusta on istutettu huomattavia määriä jo vuosikymmeniä sitten. Mitä voimakkaammin ihmisvaikutteista ympäristö on ja mitä vieraammalta metsä tuntuu, sitä halukkaampia ollaan tarttumaan myös vieraisiin lajeihin.

Suomessa ja Ruotsissa puun tuotanto on keskeinen metsäpolitiikan tavoite, kun taas erityisesti Norjassa ja Tanskassa metsien merkitys kansantaloudelle on vähäinen. Metsien virkistyskäyttö on tärkeää Suomen lisäksi erityisesti Tanskassa, kun taas Norjassa ja Islannissa metsät voidaan kokea jopa uhaksi perinmaisemalle.



Kuva 1. Bergen Fløyenistä nähtynä. (valokuvat Katri Himanen)



Kuva 2. Bergenin vanhin osa on Unescon maailmaperintölistalla oleva Bryggenin puukaupunginosa. Nykyiset rakennukset ovat 1700-luvulta. Rakentamiseen on käytetty Norjan länsirannikon mäntyä.

Mitä tehdään, kun ilmasto muuttuu?

Huolimatta metsän taloudellisen merkityksen ja metsien käytön kulttuurin eroista, kaikkia Pohjoismaita yhdistää ilmastonmuutoksen asettamat haasteet muun muassa kasvatettavien puulajien ja viljelymateriaalin alkuperän valinnalle. Myös uusin taudinaiheuttajien leviäminen ja vanhojen tautien paheneminen huolettavat ilmaston lämmetessä.

Konferenssin kovempi tieteellinen anti painottuikin ilmastonmuutosennusteisiin ja muutokseen varautumiseen muun muassa jalostuksen keinoin. Koska on epäselvää, kuinka paljon ja kuinka nopeasti esimerkiksi kesä- ja talvilämpötilat ja sademäärät tulevat muuttumaan, tulee viljelymateriaalin perimän olla monimuotoista.

Tore Skrøppa (Norsk genresurs-senter) käsittelee esityksessään tautien leudontumisen ja kevään aikaistumisen vaikutusta taimien

hallatuhoihin. Silmujen puhkeamisen ajankohtaan vaikuttavat valon lisääntyminen, kevään lämpötilat sekä taimien perimä. Ilmastonmuutos ei muuta valon määrää, mutta silmujen puhkeamiseen tarvittava lämpösumma tulee keväisin täyttymään nykyistä aiemmin. Leutoja jaksoja seuraavat pakkaset aiheuttavat uusien kasvujen paleltumisen. Niinpä viljelymateriaalin valinnassa tulisi suosia alkuperiä, joiden kasvu käynnistyy keväällä myöhään ja materiaalia, joka kestää äärimmäisiä sääilmiöitä hyvin. Paikallinen alkuperä ei välttämättä ole muuttuvissa olosuhteissa paras mahdollinen valinta.

Matti Haapanen (Metla) kertoi jalostuksen periaatteista ja keinoista varautua ilmastonmuutokseen. Øyestein Johnsenin (Skog og landskap) esityksessä käsiteltiin puolestaan siemenviljelysten sijainnin merkitystä kuusen taimien ominaisuuksiin, erityisesti silmujen muodostumisen ajankohtaan syksyllä ja puh-

keamiseen keväällä. Tunnettua on, että siemenviljelykset tulee perustaa lähelle niiden käyttöaluetta siemenviljelystä ympäröivien puiden taustapölytyksen vuoksi. Tutkimuksissa on selvinnyt, että taustapölytyksen lisäksi viljelyksen sijainti vaikuttaa siemenestä kasvavan taimen ominaisuuksiin siemenen syntyvuoden lämpöolojen kautta. Mikäli viljely on ”vanhempien” lähtöaluetta etelämpänä, siemen ei välttämättä sovellu suunnitellulle, pohjoisemmalle alueelle käytettäväksi. Siemenet vaikuttavat muistavan syntyolosuhteensa ja niinpä kasvavan taimen ominaisuudet eivät näytä riippuvan pelkästään perimästä. Molempien esitysten sanoma kuitenkin oli, että puiden kyky mukautua ilmastonmuutokseen on suuri ja nykyisin käytetty viljelymateriaali on perimältään monimuotoista.

Ilmastonmuutos muuttaa puiden kasvuedellytyksiä ja ympäristön aiheuttamaa stressin määrää, mutta myös olosuhteita taudinaiheuttajien kannalta. Isabella Børja (Skog og landskap) kertoi lämpötilan nousun suosivan nykyistä useampien mikrobilajien esiintymistä Pohjoismaissa. Kotimaiset puulajit ja taudinaiheuttajat ovat sopeutuneet toisiinsa, ja ilmaston muuttuessa tautiriski ei merkittävästi kasva. Vieraat taudinaiheuttajat ja kotimaiset puulajit sekä vieraat puulajit ja taudinaiheuttajat ovat kuitenkin yhdistelmiä, jotka voivat johtaa pahoihinkin tautiongelmiin ja metsätuhoihin. Niinpä vieraiden puulajien käytössä tulisi noudattaa erityistä varovaisuutta.

Erilaisista lähtökohdista huolimatta Pohjoismaissa ollaan myös yhteisten haasteiden äärellä. Erityisesti ilmastonmuutokseen varautuminen edellyttää tietojen jakamista yli rajojen. Syksyllä 2010 vastaava konferenssi järjestetään Ruotsissa.

Konferenssin esitykset löytyvät osoitteesta <http://www.nordgen.org/index.php/en/content/view/full/435/>



Kuva 3. 1930-luvulla istutettu Sitkan kuusi metsikkö Fløeynin ulkoilualueella Bergenissä. Puuta metsikössä on yli 1000 m³/ha.

Säästöhaapojen ja hybridihaavan merkitys männynversoruosteen levittäjinä pieni

Bernhold, Andreas, Fjellberg, Åsa, Löfstrand, Maja, Kassfeldt, Emma & Hansson, Per. 2009. Aspsly sprider mer knäckesjuka än storea naturvårdsaspar – och hybridasp är mindre infekterad än inhemsk asp. Fakta Skog nr 21–4, 2009.

Männynversoruoste pilaa mäntytaimikoita infektoimalla taimien uusia vuosikasvaimia. Tartunnan seurauksena taimiin kehittyi voimakkaita mutkia, poikaoksia tai monilatavaisuutta. Yksivuotiailla istutuskesän taimilla uusi kehittyvä kasvain kuolee kokonaan, mistä seuraa voimakas pensastuminen tai taimi voi kuolla kokonaan.

Ruostesieni ei jää pysyvästi vaivaamaan tartunnan saanutta mäntyä, vaan sieni siirtyy jo tartuntakesänä männystä väli-isäntäkasviin haapaan. Seuraavana keväänä sieni on taas valmis siirtymään maassa talvehtineista haavan lehdistä takaisin nuoriin vastakehittyneisiin männyn kasvaimiin.

Männynversoruosteen leviäminen voidaan pysäyttää ja siten säästää männyn lisätuhoilta, jos uudistusosalta poistetaan väli-isäntäkasvi haapa. Säätekijät vaikuttavat myös taudin esiintymiseen, minkä vuoksi taudin määrässä on usein myös voimakasta vuosien välistä vaihtelua.

Haapavesakon poistaminen mäntytaimikosta on ollut käyttökelpoinen keino välttää versoruostetuhoja. Nykyiset metsänkäsittelyohjeet edellyttävät säästöpuiden jättämistä uudistusosalalle ja etenkin haapo-

jen jättämistä suositellaan niiden tarjoamien monimuotoisuusarvojen vuoksi. Samalla on käytännön kysymykseksi noussut, muodostaako tämä riskin mäntytaimikoiden kehitykselle, mikäli säästöhaavat ylläpitävät ja siirtävät versoruostetta mäntyihin.

Ruotsalaistutkimukset säästöhaapojen ja hybridihaavan merkityksestä männynversoruosteen levittäjinä tehtiin vuosina 2005–2008, jolloin kartoitettiin 20 mäntytaimikkoa (5–15-vuotiaita) sekä 12 hybridihaapataimikkoa.

Päätulokset

- Versoruostetta esiintyi useammin ja runsaammin haapavesakon lehdistä kuin isojen säästöpuiden lehdistä.
- Versoruosteen vaivaamisissa mäntytaimikoissa arvioitiin haapavesakon lehdistä 85 % olevan ruosteisia, kun taas säästöpuiksi jätettyjen haapojen lehdistä vain 26 % kantoi ruostetta.
- Versoruosteen vioittamien mäntytymien osuus istutusosalalla oli sitä suurempi, mitä enemmän alalla kasvoi haapavesakkoa. Säästöhaapojen määrällä ei ollut vaikutusta taudin määrään männynissä.
- Säästöpuiksi jätetyt isot haavat eivät muodosta isoa riskiä taudille.
- Ruosteen infektoimien lehtien osuus oli säästöhaapojen latvukissa käytännössä sama riippumatta latvuksen tarkastelukorkeudesta (4–28 m).
- Säästöhaapoihin liittyy riski lähinnä siitä, että ne saattavat lisätä tautia kasvattamiensa juurivesojen kautta.
- Versoruostetuhot lisääntyvät sitä enemmän mitä rehevimmillä ja hienojakoisemmilla mailla männyn kasvat ja mitä pidempiä vuosikasvaimia taimiin kehittyi.
- Hybridihaapa on selvästi kestävämpi versoruosteelle verrattuna tavalliseen metsämäntyyn.
- Vertaillaessa hybridihaapataimikossa ruosteisten lehtien määrää viereisiin luontaisiin haapoihin, oli hybridihaavoista vain 1 %:lla ruosteisia lehtiä, kun metsähaavoista 35 % oli ruosteen tartuttamia.
- Luontaisesti syntyneen haapavesakon lehdet tuottivat 24 kertaa enemmän versoruosteen kesäitiöitä verrattuna kesäitiömääriin, joita mitattiin istutettujen hybridihaavan taimien lehdistä.

Marja Poteri

Metsäpuuiden sienitaudit päivitetty uudessa oppikirjassa

Kasanen, Risto. 2009. Metsäpuuiden sienitaudit. Metsäkustannus Oy. 221 s.

Syksyllä ilmestyneen metsäpuuiden tauteja käsittelevän kirjan tarkoituksena on toimia johdatuksena metsäpatologian oppialaan. Suomenkielistä metsätauteja käsittelevää kirjallisuutta on vähän, joten todennäköisesti tämä kirja tulee jatkossa sisältymään eri oppilaitosten opetusohjelmiin. Metsäkustannuksen markkinointikanavat myös mahdollistavat kirjan tunnettuuden muissa alan organisaatioissa. Kirjan kirjoittaja, Helsingin yliopiston metsäpatologian lehtori ja Metsän tutkimuslaitoksen tutkija, on vetänyt opiskelijoille metsäpatologian kenttäkursseja kuin myös työskennellyt laboratoriossa omien tutkimusaiheidensa parissa.

Vajaa puolet kirjasta käsittelee sienitauteja yleisesti, kuten tautien epidemiologiaa ja puiden taudinkestävyyden mekanismeja sienitauteja vastaan. Metsäpatologian näkökulmasta tarkastellaan 1990-luvun lopulla esiin nousseita aiheita, kuten biodiversiteettikysymystä ja ilmastomuutoksen vaikutusta metsätuhoihin. Biodiversiteettiosaan on lisäksi sisällytetty lyhyt kuvaus sienien tunnistamisessa käytettävistä molekyylibiologisista menetelmistä. Erillinen sienten ekologialle omistettu luku antaa käsityksen sienien moninaisista rooleista metsäekosysteemissä.

Epidemiologiaosassa käsitellään suhteellisen laajasti kolmen ulkomaisen tautiepidemian kulkua. Kotimaisiakin esimerkkejä epidemioista olisi ollut, mutta niitä esitellään

vasta kyseisten tautien kuvausten yhteydessä. Metsien terveydentilan seurannalle on oma lukunsa, jossa kerrotaan tieteellisestä kansainvälisestä ja kotimaisesta metsien kunnon seurannasta ja raportoinnista

Kirjassa on keskitetty pelkästään sienitauteihin, jolloin abioottisista eli elottomista tekijöistä on vain muutama esimerkki. Perinteisesti abioottiset tuhot on laskettu kuuluvan metsäpatologian alaan. Kuten kirjoittaja alkusanoissakin toteaa, abioottiset tekijät ovat usein keskeisesti mukana myös taudinkulussa. Nyt abioottisia tekijöitä sivutaan lyhyesti ilmastomuutosta käsittelevässä kappaleessa. Tämä aihepiiri on kuitenkin tärkeä, varsinkin kun ilmastomuutostutkimusten edetessä abioottisten tekijöiden vaikutukset puihin samoin kuin niiden yhdysvaikutukset tauteihin nousevat yhä voimakkaammin esiin.

Reilu puolet kirjasta on omistettu yksityiskohtaisille sienitautien ku-

vauksille. Mukaan on otettu noin 10 uutta taudinaiheuttajaa, jotka puutuvat aikaisemmista alan suomenkielisistä kirjoista. Myös ilmastomuutososassa kuvataan eräitä vieraslajeja ja potentiaalisten taudinaiheuttajien aiheuttamia uhkia.

Perusteellisin kuvaus annetaan luonnollisesti tärkeimmästä metsäpuuiden taudinaiheuttajasta eli juurikäävästä, yli 10 sivua. Tämän ja männyntervasrosan kohdalla on tekstissä käytetty väliotsikointia. Selkeä jaottelu olisi helpottanut myös muidenkin usealla sivulla esiteltyjen tautien, kuten versosurman, lukemista.

Maasto- ja mikroskooppivalokuvien lisäksi sieniä ja niiden elinkierroja on havainnollistettu kirjoittajan omin piirroskuvin, mikä tukee hyvin oppikirjakäyttöä.

Marja Poteri



Eteläisen Suomen myyräkannat hiipumassa, pohjoisessa kasvua

Eteläisen Suomen myyräkannat ovat valtaosin niukat, mutta Savossa vielä paikoin kohtalaiset. Kannat ovat kuitenkin pienenemään päin ja odotettavissa on, että kannan laskuvaihe jatkuu yli tulevan talven. Pohjois-Suomessa myyräkannat ovat alkaneet runsastua.

Metsäntutkimuslaitoksen myyräseurannoissa todettiin vuosi sitten syksyllä ennätyskorkeita myyräkantoja monin paikoin Kainuun eteläpuoleisessa Suomessa. Odotusten mukaisesti kannat pääsääntöisesti romahtivat kesään 2009 mennessä.

Talviromahdusta tyypillisesti seuraava kannan lasku vielä seuraavan kesänä, mutta tänä vuonna se jäi melko loivaksi ja joillain paikoilla kannat jopa hieman vahvistuivat kevästä syksyyn.

Yleisesti ottaen myyräkannat viime syksyn huippualueella ovat nyt laskuvaiheessa. Peltomyyriä tosin tavattiin tänä syksynä vielä runsaakosti Etelä- ja Pohjois-Savossa, mutta metsämyyriä näillä alueilla oli melko vähän. Muualla Etelä-Suomessa peltomyyrät ovat vähissä, ja metsämyyriäkin on niukasti. Kaikilla alueilla myyrien ikärakenne ja lisääntymistila ennakoivat laskuvaiheen jatkumista tulevan talven yli. Myyrien kannanvaihtelun aallonpohja maan eteläpuoliskossa saatuttaneen näin keväällä 2010.

Pohjois-Karjalassa myyrätuhot vielä mahdollisia

Pohjois-Karjalan itäosissa esiintyy tällä hetkellä paikoin runsaakosti sekä pelto- että metsämyyriä (kartta). On mahdollista, että näillä alu-

eilla ilmenee ensi talvena taimituhonhoja, joten metsänomistajien kannattaa katsastaa taimikkonsa ja päivittää metsävakuutuksensa. Muualla eteläisessä Suomessa myyrätuhojen esiintymisen todennäköisyys talven 2009–2010 aikana on pieni.

Kainuussa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Lapissa myyräkannat ovat alkaneet runsastua parin vuoden hiljaiselon jälkeen. Pohjois-Suomen myyrien kannanvaihtelun huippu ei ajoittune kukaan vielä ensi vuodelle, vaan vasta vuodelle 2011. Myös Pohjois-Suomessa myyrätuhojen riski tulevana talvena on hyvin pieni.

Metsämyyrät ja -hiiret tunkeutuvat loppusyksyllä sisätiloihin. Metsämyyrien levittämää, Puumala-viruksen aiheuttamaa myyräkuumetta voi parhaiten torjua pyytämällä asumuksiin tulleet jyräjät hiirenloukuilla, jolloin ne eivät ehdi levittämään virusta ulosteissaan.

Lisätietoja

Metla, Varttunut tutkija
Otso Huitu,
p. 050 391 4917,
Otso.Huitu@metla.fi

Metla, Metsäeläintieteen professori
Heikki Henttonen,
p. 050 391 2430,
Heikki.Henttonen@metla.fi

Netissä julkaistaan vuosittain tiedotteita Metlan myyräkantaseurannasta. Tämän syksyn tiedote Metlan sivulla: www.metla.fi/tiedotteet/2009/2009-11-05-myyratiedote.htm



Kuva. Etelä-Suomen vaaleanharmaalla alueella myyriä esiintyy vähän tai kohtalaisesti ja kannat ovat laskemassa. Pohjois-Suomessa myyriä esiintyy kohtalaisesti ja kannat ovat runsastumassa. Pohjois-Karjalan tummanharmaalla alueella tavataan paikka paikoin runsaasti myyriä.

Kasvinsuojeluaineiden päivityksiä

Muutoksia koskien metsätalouden käyttöön hyväksytyjä valmisteita:

Nissorun 26.8.2009

Laajennettu käyttöalue (Off-label –hyväksyntä**): Punkkien torjuntaan puuntaimista metsätaimitarhoilla.

**Taustatietoa off-label -hyväksynnästä

Tarkoitetaan käytön laajentamista sellaisille käyttökohteille, joita ei ole virallisesti tarkastettu. Tällaisessa tapauksessa valmisteen tiedoista löytyy kaksi myyntipäällystä, joista toinen on virallisesti hyväksytyille käyttökohteille ja toinen laajennetun käyttöalueen kohteita varten.

Laajennetun käyttöalueen ohjeen taustalla ei ole vastaavan laajuisia tehokkuustestejä kuin varsinaisessa rekisteröinnissä. Monet tekijät, kuten sää, kasvualusta, lajike, resistenssi, ruiskutustekniikka ja muu käytötapa voi vaikuttaa tuotteen tehoon tai vaikutuksiin kasvustossa.

Laajennetun käyttöalueen -rekisteröinnin haltija ei vastaa tuotteen väärästä tai käyttöohjeesta poikkeavasta käytöstä. Laajennetun käyttöalueen -rekisteröinnin haltija ei myöskään vastaa käyttöön liittyvistä välittömistä tai välillisistä vahingoista tai tulon-, ansion- tai muista vastaavista menetyksistä.

Huom! Käyttäjällä on yksin vastuussa mahdollisista vahingoista valmisteen käytössä niissä käyttökohteissa, joita laajennetun käyttöalueen hyväksyntä koskee.

Basso 10.11.2009

Tarkennus myyntipäällyksen käyttöohjetekstiin:

Aikaisempi käyttötarkoitus: männynversosurman ja männynalvihomeen torjunta männyn taimista.

Uusi etikettiteksti:

Käyttötarkoitus: männynversosurman ja männynalvihomeen torjuntaan havupuiden taimista.

Kasvinsuojeluaineiden päivitykset ovat nähtävillä Eviran sivuilla www.evira.fi>Kasvintuotanto ja rehut>Kasvinsuojeluaineet>Ajankohtaista (Kasvinsuojeluinluettelon päivitykset 2009.pdf).

METSÄTAIMITARHAPÄIVÄT VUONNA 2010

Alustava ohjelma **Aika:** 16.-18.2.2010 **Paikka:** Viking Line Gabriella -laiva HKI-STO-HKI risteilynä

Tiistai 16.2.2010

11-12	Lounas (paikka avoin)
12-12.30	Avaus; <i>Petri Alava</i> , <i>Kekkilä Oy</i> , <i>Pasi Puttonen</i> , Metla
12.30-13	VMI-10 uudistamistulokset, <i>Kari T. Korhonen</i> , Metla
13-13.30	Metsänuudistamisen onnistumiseen vaikuttavat tekijät Pohjois-Suomessa, <i>Kari Mäkitalo</i> , Metla
13.30-13.40	tauko
13.40-14.10	Teollisuuden kotimaisen puuntarve, tarvitaanko taimia? <i>Anders Portin</i> , Metsäteollisuus ry
14.10-14.40	Normien ja organisaatioiden uudistamisen nykytila, <i>Marja Hilska-Aaltonen</i> , MMM
14.40-15	Uusia teknisiä ratkaisuja kasvihuoneisiin ja avomaan viljelykentille. Myyntipäällikkö <i>Magnus Lindeman</i> , Schetelig Oy Tutustuminen mininäyttelyyn tauoilla.
15-15.40	Kahvi ja majoittuminen
15.40-16.10	Logistiikka, <i>Veli-Matti Tuure</i> , TTS
16.10-16.30	Koneellisen istutuksen logistiikka, <i>Juho Rantala</i> , Metla
16.30-17	Ulkomaisten kuusialkuperien hyödyt ja riskit, <i>Marja-Leena Napola</i> , Metla
17.00	Poistuttava laivasta, jos ei lähde risteilylle
17-17.15	Tauko
17.15	Tarhapuheenvuoro
20.30	Food Garden, Kokousillallinen
21.30	Illallispuhe, <i>Heikki Smolander</i> , Metla

Keskiviikko 17.2.2010

7.00 alkaen	Meriaamiainen, Ruotsin aikaan
9.40	Laiva saapuu Tukholmaan
11	Lounas
12-13	Metsäturvelaadut ja muutokset, <i>Teuvo Mäkitalo</i> , <i>Kekkilä Oy</i> Uudet laatukriteerit ja valmiuksien seuranta turvetuotannossa, laatupäällikkö <i>Marko Pätsi</i> , <i>Kekkilä Oy</i> , Ajankohtaiset lannoiteasiat, <i>Ilkka Väre</i> , <i>Kekkilä Oy</i>
13-13.30	Metsäturpeen ja kompostin seos kasvualustana: koetuloksia kuusen paakkutaimikasvatuksesta, <i>Juha Heiskanen</i> , Metla
13.30-14.10	Myyrätuhot, <i>Otso Huitu</i> , Metla
14.10-14.30	Kahvi
14.30-15	Tietovisa
15-15.40	Kasvinsuojelun kuulumisia, <i>Marja Poteri</i> , Metla
15.40-16	Voiko taimia suojata kylmältä talvivarastossa ulkokentällä, <i>Risto Rikala</i> , Metla
16-16.30	Taimihuoltoselvitys Etelä-Savossa, <i>Timo Saksa</i> , Metla
16.30-16.40	Tauko
16.40-17.10	Kuusen silmujen kehitysvaiheet, <i>Sirkka Sutinen</i> , Metla
17.10-17.30	Kuusen taimien kasvurytmi, <i>Risto Rikala</i> , Metla
17.30-18	Taimituotantotilastot 2009, <i>Kari Leinonen</i> , Evira
20.00	Buffet-illallinen

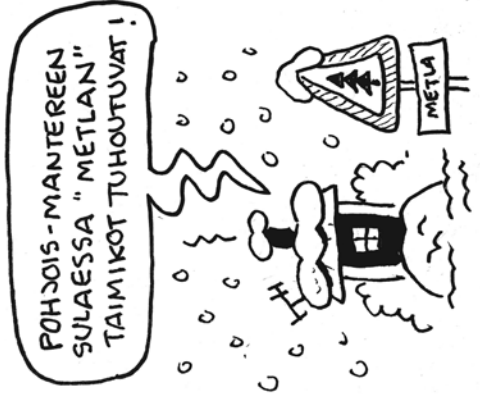
Torstai 18.2.2010

8.00 alkaen	Meriaamiainen, Suomen aikaan
9.55	Laiva saapuu satamaan
Tiedustelut	Teuvo Mäkitalo, <i>Kekkilä Oyj</i> , p. 0400-595 164; teuvo.makitalo@kekki.fi ja Marja Poteri, p. 050- 391 4853; marja.poteri@metla.fi



PUUPUUTTA, KUPPEJA, KATTAJA

PUPELON KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILO NÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN



Sisällys

Taimiuutiset 4/2009

KIRJOITTAJAT	2
KUULUMISIA POHJOISESTA. <i>Mikko Hyppönen</i>	3
VOIDAANKO MAAN VESIPITOISUUTTA MITTAAMALLA TUNNISTAA MÄNNYNVILJELYLLE SOPIVAT KASVUPAIKAT? <i>Kari Mäkitalo</i>	4
VAIHTOEHTOISTEN METSÄNUUDISTAMISKETJUJEN KUSTANNUSTEHOKKUUS POHJOIS-SUOMESSA <i>Anssi Ahtikoski</i>	9
KUUSEN KÄPYRUOSTEIDEN KASVUKAUDENAIKAINEN ITIÖINTI. <i>Juha Käitera, Eila Tillman-Sutela ja Anneli Kauppi</i>	10
MIKÄ VAIVAA KUUSEN LATVAKASVAIMIA? <i>Marja Poteri</i>	17
POHJOISMAISSA ERILAISET LÄHTÖKOHDAT JA ASEENTEET METSÄNVILJELYYN <i>Katri Himanen</i>	19
SÄÄSTÖHAAPOJEN JA HYBRIDIHAAVAN MERKITYS MÄNNYNVORSORUOSTEEN LEVITTÄJINÄ PIENI. <i>Marja Poteri</i>	22
METSÄPUIDEN SIENITAUDIT PÄIVITETTY UUDESSA OPPIKIRJASSA <i>Marja Poteri</i>	23
ETELÄISEN SUOMEN MYYRÄKANNAT HIIPUMASSA, POHJOISESSA KASVUA <i>Otso Huitu ja Heikki Henttonen</i>	24
KASVINSUOJELUAINEIDEN PÄIVITYKSIÄ <i>Marja poteri</i>	25
METSÄTAIMITARHAPÄIVÄT VUONNA 2010	26
PUUPELTOCITY	27

Taimiuutiset-lehti vuonna 2010

Aineistot toimitettava viimeistään / Ilmestyy: kevät 20.2. / 23.3.; kesä 30.4. / 1.6.; syksy 28.8. / 5.10.;
talvi 27.11. / 28.12.

