



METLA
TAIMI
UUTISET

numero 3/2011



Katsaukset
taimikoiden
tuhonaiheuttajista

Oma-valvontaa
metsänhoitotöihin

Taimikoiden
koneellinen
varhaisperkaus

YHTEISTYÖSSÄ MUKANA:

Fin Forelia Oy
Kiljavantie 664
05100 Röykkä

Ab Mellanå Plant Oy
Mellanåvägen 33
64320 Dagsmark

Partaharjun Puutarha Oy
Partaharjuntie 431
76280 Partaharju

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

TOIMITTAJA

Marja Poteri
Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö/Suonenjoki
Marja.Poteri@metla.fi

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

TAITTO

Metla/Essi Puranen

KANSIKUVA

Metla/Heidi Hallongren

TILAUKSET

Tilaukshinta vuodeksi 2011 on 35 euroa.
Taimiutiset ilmestyy neljä kertaa vuodessa.
Tilaukset toimittajalta tai verkkolomakkeella
www.metla.fi/taimiutiset/
taimiutiset-tilaus.htm

JULKAISUJA

Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö/ Suonenjoki

ISSN 1455-7738
Kopijyvä Oy, 2011

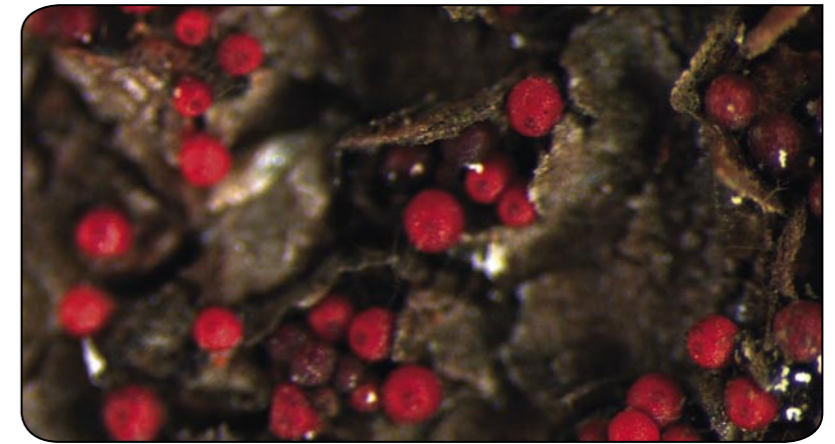
Aineisto lehteen	Ilmestyy
Kevät 25.2.	28.3.
Kesä 29.4.	30.5.
Syksy 26.8.	26.9.
Talvi 2.12.	27.12.



16 Tervasroso on yksi männyn
pahimpia vihollisia



6 Männyn uudistamisessa kylvö
on säilyttänyt suosionsa



21 Uusi korotauti uhkaa kuusia?

KIRJOITTAJIEN YHTEYSTIEDOT

Kyosti.Sipila@metsakeskus.fi Metsäkeskus Etelä-Pohjanmaa Ähtärintie 73 63700 ÄHTÄRI	juha.kaitera@metla.fi Metsäntutkimuslaitos Muhoksen toimipaikka Kirkkosarentie 7 91500 MUHOS
arto.rummukainen@metla.fi arja.lilja@metla.fi anna.rytkonen@metla.fi jarkko.hantula@metla.fi Metsäntutkimuslaitos Vantaan toimipaikka PL 18 01301 VANTAA	ritva.hiltunen@oulu.fi Oulun yliopisto Kasvitieteellinen puutarha 90014 OULU
leo.tervo@metla.fi juho.rantala@metla.fi kari.kautto@metla.fi marja.poteri@metla.fi timo.saksa@metla.fi Metsäntutkimuslaitos Suonenjoen toimipaikka Juntintie 154 77600 SUONENJOKI	jaakko.napola@metla.fi marja-leena.napola@metla.fi Metsäntutkimuslaitos Haapastensyrjäntie 34 12600 LÄYLIÄINEN
minna.pulkkinen@helsinki.fi Helsingin yliopisto Metsätieteiden laitos PL 27 00014 HELSINGIN YLIOPISTO	venche.talگو@planteforsk.no Norwegian Inst. for Agr. and Env. Res. Plant Health and Plant Protection Div. 1432 ÅS Norway
	antti.wall@metla.fi jyrki.hytonen@metla.fi Metsäntutkimuslaitos Kannuksen toimipaikka Silmäjärventie 2 69100 KANNUS

Sisällys

Oma- valvonnalla laatua ja tehoa metsänhoitotöihin: alan toimijoiden yhteistyön pilotointi Etelä-Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa	4
<i>Kyösti Sipilä</i>	
Konekylvö toimii — yhteispeliä maanmuokkauksen kanssa parannettava	6
<i>Arto Rummukainen, Leo Tervo, Kari Kautto ja Mimma Pulkkinen</i>	
Koneellinen kitkentä taimikon varhaisperkauksessa	10
<i>Jubo Rantala ja Kari Kautto</i>	
Harmaahomeen torjuntaan off label -lupa valmisteelle Teldor	13
<i>Marja Poteri</i>	
Istutus kohoumille pienentää kuusen istutustaimien tukkimiehintäin tuhoja	14
<i>Timo Saksa</i>	
Tervasroso uhkaa männyn taimikoita rehevillä mailla	16
<i>Juha Kaitera ja Ritva Hiltunen</i>	
<i>Neonectria</i> -sieni, uusi koropatogeeni kuusella?	21
<i>Arja Lilja, Anna Rytkönen, Marja-Leena Napola, Jaakko Napola, Venche Talgo, Marja Poteri ja Jarkko Hantula</i>	
Julkaisusatoa	24

Omavalvonnalla laatua ja tehoa metsänhoitotöihin: alan toimijoiden yhteistyön pilotointi Etelä-Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa

KYÖSTI SIPILÄ | METSÄKESKUS, ETELÄ-POHJANMAA

Kahden maakunnan yhteishanke

Valtakunnan metsien uusimpien inventointitietojen mukaan taimikoiden ja nuorten metsien tila on selvästi heikentymässä. Syitä on varmasti monia ja niihin on reagoitava.

Eräs tapa puuttua ajoissa epäkohtiin on omavalvonta. Puutavarayhtiöt ovat kehittäneet omia valvontamallejaan, mutta yhtenäinen kaikille metsäalan toimijoille räätälöity malli valtakunnasta vielä puuttuu. Taimikoiden ja nuorten metsien tilasta huolestuneet erikoistutkija Heikki Smolander Metsäntutkimuslaitoksesta, johtaja Jorma Vierula Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksesta sekä metsätalospäällikkö Tenho Hynönen Pohjois-Savon metsäkeskuksesta ovat yhteistyössä todenneet, että metsäpuolellekin pitää luoda omavalvontajärjestelmä aivan kuten monella muullakin elinkeinosektorilla on tehty.

Tuumasta toimeen. Hankesuunnitelma metsänhoitoon soveltuvasta omavalvonnasta



Kuva 1. Timo Saksa Metlasta on ollut käynnistämässä hankkeen maastomittauksia. (Valokuva Jarmo Lahdenmaa)

luonnosteltiin menneen talven aikana ja idealle päätettiin hakea rahoitusta. Ensimmäinen rahoitushakemus Etelä-Pohjanmaan ELY-keskukseen jätettiin helmikuulla. Erinäisten lausuntojen ja täydennyspyyntöjen jälkeen hankkeelle alettiin näyttää vihreää valoa. Lopullinen rahoitus metsänhoitotöiden omavalvontajärjestelmän luomista varten saatiin kesäkuulla. Hanke kuuluu Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelmaan ja varat tulevat Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahastosta.

Hanketta hallinnoi Etelä-Pohjanmaan metsäkeskus ja projektin vetäjänä toimii allekirjoittanut. Projektitutkijana hankkeessa on aloittanut Lauri Haataja. Hänen toimipaikkansa on Metlan Suonenjoen toimipaikka. Hanke toteutetaan yhteistyössä Pohjois-Savon metsäkeskuksen ja Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen toimipaikan kanssa.

Hankkeen toteutumista seuraa ohjausryhmä, jossa on myös rahoittajan edustus.

Ohjausryhmän kokoonpano:

Mikko Aila, metsänomistaja; ohjausryhmän puheenjohtaja
Jukka Haataja, metsänhoitoyhdistys Koillis-Savo
Arvi Huttunen, metsänomistaja
Tenho Hynönen, Pohjois-Savon metsäkeskus
Mika Kytöharju, erä- ja metsäpalveluyritys
Arto Mustaniemi, metsänhoitoyhdistys Soini
Antti Pajula, Etelä-Pohjanmaan metsäkeskus
Tapio Sivula, Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus
Heikki Smolander, Metsäntutkimuslaitos

Metsänomistajat suurin hyödynsaaja

Kehittämishankkeen kesto on kolme vuotta, minä aikana kehitetään ja pilotoidaan metsänhoitotöiden omavalvontaa sekä omavalvontatiedon käyttöä metsänhoitotöiden organisoinnissa. Hankkeen kohderyhmän muodostavat metsänhoitoyhdistykset ja metsäpalveluyrittäjät, met-

sänomistajat, metsäyöntekijät ja urakoitsijat. Hankkeen suurin hyödynsaajaryhmä ovat metsänomistajat. Tavoitteena on parantaa metsänhoitotöiden laatua ja tuottaa metsänhoidon toimintamalli, jota voidaan hyödyntää valtakunnallisena toimintatapana metsänhoidon omavalvonnassa ja metsänhoitotöiden operatiivisessa suunnittelussa.

Viisi metsänhoitoyhdistystä aloituksessa

Alkuvaiheessa mukaan kehitystyöhön on sitoutunut kolme metsänhoitoyhdistystä Etelä-Pohjanmaalta ja kaksi Pohjois-Savon puolelta. Hankkeessa luotavat toimintamallit ja omavalvontalomakkeet koeajetaan näillä alueilla ja saatuja kokemuksia hyödynnetään jatkuvan parantamisen periaatteella. Hankkeen voimassaolon aikana omavalvonnalla suorittajalle pysytään maksamaan kilpailutuksen kautta löytyvä korvaus mittausten tekemisestä. Tulevaisuudessa omavalvonnalla on tarkoitus olla itsenäisenä selvä osa hoitotyötä ja työn tekemiseen kuuluva rutiini. Omavalvonnassa hoitotyön tekijä mittaa oman työnsä jälkeen, vertaa sitä annettuihin ohjeellisiin arvoihin ja pystyy näin parantamaan työnsä laatua. Mittaustuloksista alan toimijat saavat mm. ajantasaista metsävaratietoa, jota pystytään hyödyntämään monella eri tapaa.

Omavalvonnalla käyttöön otetaan myös metsänhoidon tason uskotaan kääntyvän nousuun ja metsätalouden kannattavuuden paranevan lisääntyvien hakkuutulojen myötä.

Laatutyön tehon arviointi

Kuluneen kesän aikana on hankkeeseen sitoutuneiden metsänhoitoyhdistysten alueilla selvitetty tämänhetkinen tilanne ja kartoitettu nykyiset uudistamiskäytän-



Kuva 2. Maastomittaja Jarkko Saari ylistarolaisella uudistusalueella mittaamassa männyn viljelyn onnistumista. (Valokuva Lauri Haataja)

nöt ja niihin liittyvät laadunhallinnan toimenpiteet. Mittauksessa on käytetty 2000-luvun alun Timo Saksan vetämän metsänuudistamisten laadunhallinta hankkeen mittaustuloksista. Tällä hetkellä mittaustulokset ovat analysointivaiheessa ja hankkeen lähtötilanteen taso suhteessa vuosituhannen taitteen tilanteeseen on tiedossa vielä syksyn aikana. Pohjois-Savon alueella on mitattu myös nuorten harvennuskasvien hoitotyön jälkeen lähtötilanteen selville saamiseksi. Mittausurakka on tältä osin vielä hiukan kesken.

Lomakkeet koeajossa

Ensimmäiset perkauksen, taimikonhoidon ja maanmuokkauksen omavalvontalomakkeet ja mittaushuoneet on saatu luonnosteltua ja ne ovat parhaillaan koekäytössä. Saatujen kokemusten perusteella parannella jatkuvan parantamisen periaatteella.

Tavoitteena on, että kesäkautena 2012 meillä olisi valmius tehdä omavalvontaa kaikissa

metsänhoidon työlajeissa sekä maanomistajien että eri metsäpalvelutuottajien toteuttamana. Tämä toteutetaan aluksi hankkeeseen mukaan lähteneiden metsänhoitoyhdistysten alueilla ja tulevaisuudessa koko maassa.

Riskit

Hankkeen onnistumisen kannalta on keskeistä, että metsäpalvelutuottajat ja niiden alihankkijat motivoituvat omavalvontamenetelmien testaamiseen. Oleellista omavalvonnalla käytössä on se, että mittaustulosten tulee olla riittävän yksinkertaisia ja lomakkeiden mahdollisimman selkeitä ja helposti ymmärrettäviä. Seurannan tietoja pitää pystyä hyödyntämään toiminnan kehittämisessä ja kerättävän metsävaratiedon hyödyntämisen pitää olla kustannustehokasta. Yhteistyön sujumisesta metsäkeskusten ja Metsäntutkimuslaitoksen kuin myös metsäpalvelutuottajien väliltä on hyviä kokemuksia muista toteutuneista hankkeista, joten hankkeen onnistumiseen läpiviemiin on hyvät edellytykset.

Konekylvö toimii — yhteispeliä maanmuokkauksen kanssa parannettava

ARTO RUMMUKAINEN, LEO TERVO, KARI KAUTTO JA MINNA PULKKINEN | METLA, VANTAAN JA SUONENJOEN TOIMIPAIKAT JA HELSINGIN YLIOPISTO, METSÄTETEIDEN LAITOS

MÄNNYN UUDISTAMISESSA kylvö on säilyttänyt suosionsa. Se on istutusta halvempaa, ja siemenpuumenetelmään verrattuna uudistumisen onnistuminen on siinä varmempaa. Lisäksi kylvössä voidaan käyttää valikoitua ja/tai jalostettua siementä. Metsäntutkimuslaitoksen kokeissa selvitettiin koneellisen kylvön onnistumista ja kustannuksia eri maanmuokkausmenetelmien kanssa. Kokeet tehtiin tyypillisillä männyn kylvömailla Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla.



Perinteistä äestystä verrattiin laikkurimätästykseen, kaivuri-laikutukseen ja jyrshintään

Äestyksen kanssa on käytetty jo kauan jatkuvatoimisia kylvökoneita. Kaivureihin ja kaivinkoneisiin on myös ollut saatavilla kylvökoneita, joissa kuljettaja päättää kylvöhetken. Kokeessa oli käytössä teiloilla varustettu kaivuri. Joihinkin jatkuvatoimisiin laikkurimätästajiin on saatavilla kylvökoneita, joilla siemenet voidaan kohdistaa haluttuun kohtaan muokkauksen jälkeen. Laikkurimätästäjät ovat vedettäviä koneita, jotka vetävät muokauselimillään määrättyllä kohdilla maanpinnan auki ja kääntävät sekä puristavat syntyneen humus-mineraalimaakasan mättääksi.

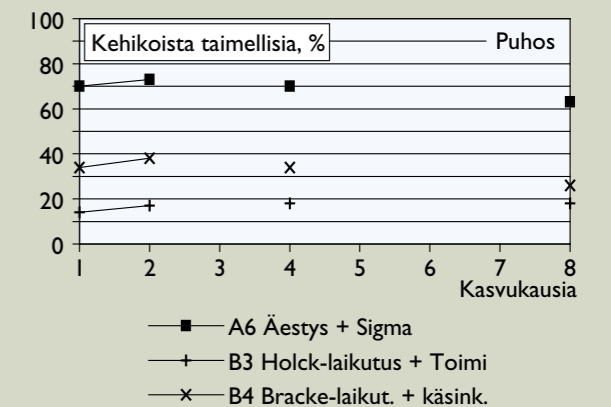
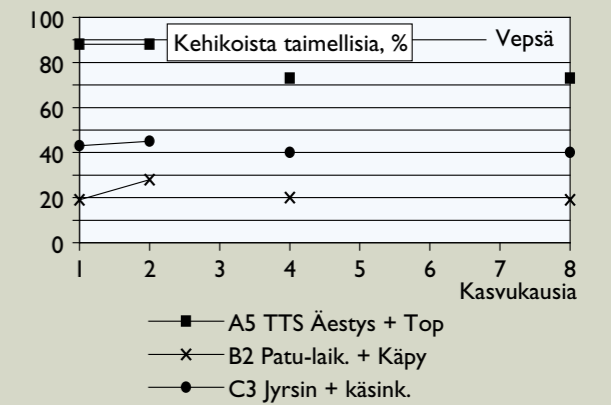
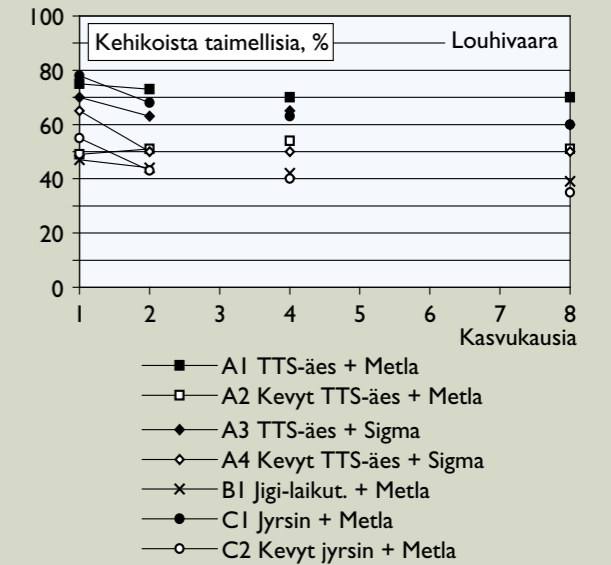
Tutkimuksen muokkaus- ja kylvökokeet tehtiin kahden vuoden aikana kolmella koelueella (Louhivaarassa, Vepsässä ja Puhoksessa). Maan muokkaukseen käytettiin äkeen lisäksi jyrshintä, kolmea erilaista jatkuvatoimista laikkurimätästäjää sekä kaivuria, joka laikutti tavallisella ojakaupalla. Kylvöön käytettiin viittä kylvökoneetta.

Kylvön ja äestyksen tuottavuus oli keskimäärin 1,5 hehtaaria, vedettävien laikkureiden 0,9–1,3 hehtaaria, jyrshintä 0,9 hehtaaria ja kaivinkonelaitutuksen 0,3 hehtaaria käyttötuntia kohti. Työkustannukset laskettiin työntutkimuksen ajanmenekkiin ja nykytason kustannusten perusteella. Taimien kuolleisuuden ja kasvun selvittämiseksi kokeita seurattiin kahdeksan kasvukauden ajan. Siementen itävyydet olivat eri koelueilla 70–91 %. Tavoitteena oli kylvää 300 g siemeniä hehtaarille.

Taimien kokonaismäärä ei kerro koko totuutta

Kaikilla menetelmillä saatiin kahdeksan kasvukauden jälkeen taimien kokonaismäärän perusteella hyväksyttävä taimikko: jyrshintä tuotti 1800–4750 tainta, äestykset 2750–7500 tainta ja laikutukset 4400–8000 tainta hehtaarilla. Ensimmäisenä vuonna kylvetyllä koelueella taimien määrä väheni kasvukausien kuluessa. Seuraavana, suhteellisen kuivana vuonna kylvetyillä kahdella koelueella ilmeisesti jälki-itäminen lisäsi taimien määrää toisena kylvön jälkeisenä vuotena. Sen jälkeen elossa olevien taimien määrä alkoi vähetä.

Kuva 1. Puolitelamaatoustraktorin vetämä jatkuvatoiminen Holck-laikkurimätästäjän ja kylvökoneen yhdistelmä työssään. (Valokuva Kari Kautto)



Kuva 2. Kasvava tyhjen kehikoiden osuus kertoo taimikon jäämisestä aukkoiseksi, vaikka hehtaarilla olisikin vähimmäismäärä taimia. Kuvien alalaidassa kuvataan käsittelymenetelmät kirjainnumerotunnusella sekä muokkausmenetelmän ja kylvökoneen nimellä. Patu-laikutus on kaivuri-laikutusta, muut laikutukset on tehty vedettävillä laikkurimätästäjillä.

Pelkkä taimien määrä hehtaarilla ei kuitenkaan kerro riittävästi siitä, onko taimikko kehityskelpoinen. Kehityskelpoisuutta mitattiin kahdella tavalla. Ensimmäisessä menetelmässä muokkausjälkeen sijoitettiin tasaisin välimatkein 50 cm * 50 cm -kokoisia mittauskehikoita, joista rekisteröitiin kasvaako niiden sisällä taimi vai ei. Yhden kehikon alalla voidaan kasvattaa vain yhtä tainta, jolloin ylimääräiset on taimikon harvennuksessa poistettava. Tyhjä kehikko puolestaan tarkoittaa tulevaa aukkoa taimikossa.

Kahdeksan kasvukauden jälkeen taimellisten kehikoiden osuus kaikista mitatuista kehikoista oli suurin, 70 %, kahdella äestetyllä alueella. Louhivaaran koalueella heikoimmilla eli laikutetuilla ja kevyesti jyrityillä koaloilla oli tilastollisesti merkitsevästi enemmän tyhjiä kehikoita kuin parhaimmilla äestetyillä ja voimakkaasti jyrityillä koaloilla. Vepsän koalueella äestys tuotti merkitsevästi enemmän taimellisia kehikoita kuin kaivinkonelaiutus ja jyrintä. Puhoksen koalueella laikutusmenetelmät jättivät tilastollisesti merkitsevästi enemmän tyhjiä kehikoita kuin äestys.

Pääosin kelvollisia taimikoita

Toisena taimikoiden aukkoisuuden mittarina käytettiin Pohtilan vuonna 1980 esittämää menetelmää, jossa taimien lukumäärän ja tyhjiä käsittelyruutujen kuvaamaa aukkoisuutta verrataan satunnaisen tilajärjestyksen aukkoisuuteen. Menetelmällä lasketut taimimäärät antavat Pohtilan mukaan riittävän tiheän taimikon, jos taimien määrä jää suuremmaksi kuin 2000–2500 tainta hehtaarilla. Louhivaarassa tällä mittaustavalla mitattuna jatkuvatoiminen laikkurimätästäjä ja kevyt jyrin eivät tuottaneet riittävästi taimimäärää. Vepsässä kaivurilaitutus ja Puhoksessa jatkuvatoiminen laikkurimätästäjä eivät pystyneet tuottamaan riittävän tiheitä ja tasaisia taimikoita.

Jatkuvatoiminen äestys yhdessä konekylvön kanssa tuottaa kelvollisia taimikoita. Jatkuvatoimisessa jyrinnässä voi tulla ongelmia, koska jyrin heittää humuksen ja pintamaan pois uralta ja saattaa jopa tiivistää sitä. Eroosiolle alttiilla kohteilla jatkuvaa työtä jälkeä tuottavat muokkausmenetelmät, nyt kokeilluista äestys ja jyrintä, voivat aiheuttaa maan

ja ravinteiden huuhtoutumista. Laikutuksessa ja mätästyksessä muokkauskohtien väliin jää käsittelymätöntä maata, joten eroosio ja ravinteiden kulkeutuminen on vähäisempää. Kaivurilaituttaja pyrki kokeessa tekemään huolellista työtä, mikä tuotti kokeiden suurimman paljastetun maan osuuden, 30 prosenttia. Vedettävillä jatkuvatoimisilla laikkurimätästäjillä paljastetun maan osuus jäi noin 10 prosenttiin. Äestyksessä osuus vaihteli 20 prosentin molemmin puolin. Laikutuksessa on vielä kehitettävää sekä muokkausjäljen että kylvön osumatarkkuuden suhteen. Jyrintä onnistui parhaimmillaan hyvin, mutta kokeessa olleella prototyypilaitteella tuli myös huonoja tuloksia.

Paikat ja vuodet eivät ole veljeksiä

Koalueet pyrittiin valitsemaan samanlaisilta kasvupaikoilta, mutta taimien pituuskasvun perusteella alueet erosivat toisistaan: parhaimmalla kasvupaikalla taimet olivat kahdeksan kasvukauden jälkeen pituudeltaan keskimäärin 50–60 cm, seuraavaksi parhaalla 35–50 cm ja heikoimmalla 35 cm.

Kuva 4. Yleiskuva Kuhmon Louhivaaran kylvökoealueesta 11 kasvukauden jälkeen. (Valokuva Leo Tervo)



Muokkaus- ja kylvömenetelmien yhdistelmien välillä ei ollut siinä vaiheessa merkitseviä pituuseroja. Esimerkkinä vuosien välisestä vaihtelusta oli Vepsässä ja Puhoksessa ilmennyt toisen kasvukauden jälki-itäminen, jota ei Louhivaarassa esiintynyt.

Kustannukset riippuvat menetelmästä ja koneesta

Konekylvö maanmuokkauksineen maksoi keskimäärin vain kolmanneksen istutuksen kustannuksista. Puolet kustannuksista oli siemenkustannuksia. Pääomakustannusten kurissa pitämiseksi kannattaa usein valita käytetty peruskone ja yrittää löytää sille muuta työtä lyhyeksi jäävän viljelykauden ulkopuolella. Kaivurin kauhalaiikutukseen perustuva menetelmän kustannukset olivat suurimmat, lähes 350 € hehtaarilla. Kaivurilla/kaivinkoneella kuljettaja joutuu tekemään erikseen jokaisen laikun, jolloin aikaa kuluu enemmän kuin jatkuvatoimisilla muokkaus-koneilla. Halvin menetelmä oli ketjujyrinillä tehty maanmuokkaus yhdistettynä kylvökoneeseen, 260 € hehtaarilla, mutta sen työtä ei kaikilta osin vastannut tavoitteita, eikä markkinoilla ole tällä hetkellä toimivia jyrintälaitteita. Jatkuvatoimisten äkeen ja laikkurimätästäjien kylvökoneyhdistelmien kustannukset olivat käytetyllä peruskoneella 270–290 € hehtaarilla. Kustannukset on laskettu tyyppilliselle kahden hehtaarin uudistusalalle.

Jatkossa tarvitaan työn ja organisoimisen tehostusta

Kylvötulokset olivat vähintään kohtuullisia muutamaa heikointa laikutukseen ja jyrintään perustu-

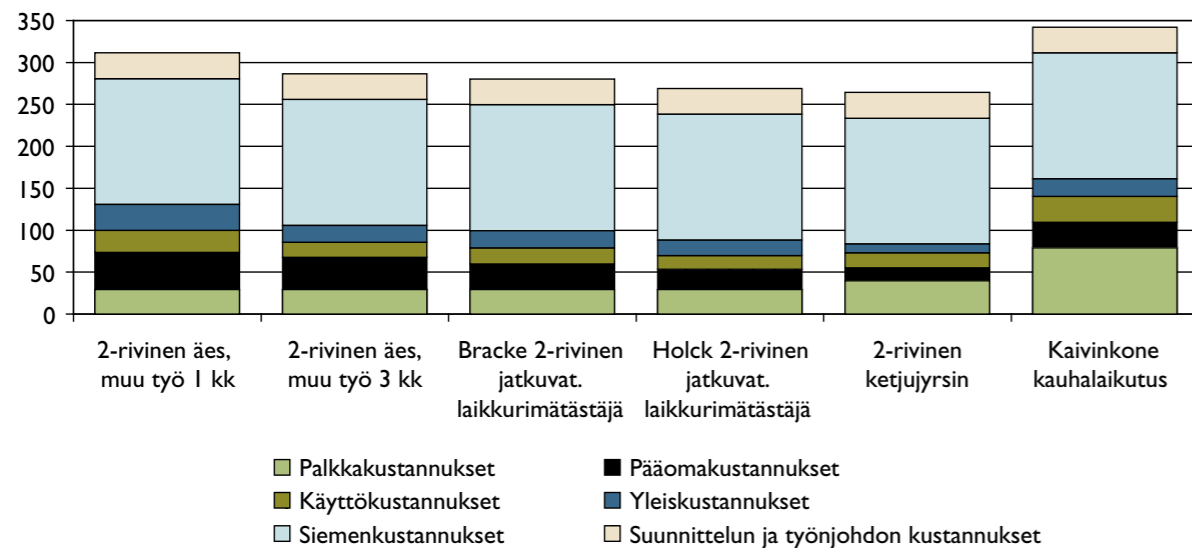
vaa menetelmää lukuun ottamatta. Muokkaus- ja kylvömenetelmän lisäksi kasvupaikan ominaisuudet ja kylvökesän säätilat vaikuttivat kylvötuloksiin. Jatkuvatoimisten laikkurimätästäjien kanssa tarvitaan vielä kylvökoneita, jotka kylvää vain haluttuun kohtaan laikussa tai mätäällä. Kustannusvertailua istutukseen vaikeuttaa myöhempien perkaus- ja raivaustöiden tarve. Kylvö tehdään yleensä niin vähä-ravinteisille maille, että kilpaileva kasvillisuus ei aiheuta suuria ongelmia. Onnistumisen varmistamiseksi kylvettävä liian suuri siemenmäärä nostaa siemenkustannuksia ja voi johtaa paikoin liialliseen taimimäärään. Se lisää myöhempiä harvennustarvetta ja kasvattaa taimikonhoitokustannuksia.

Parhaiden kylvökoneiden ei havaittu vaurioittavan siemeniä. Enimmillään kylvökone vaurioitti 6:ta prosenttia siemenistä. Kylvötulosta vaarantamatta siemenmenekkiä voitaisiin vähentää pienkuoppakylvöllä tai kehittämällä siementen käsittelyä. Näistä aiheutuvat lisäkustannukset voisivat korvautua itämismuutoksen paran-

tumisesta ja/tai harvennustarpeen vähentymisestä seuraavilla kustannussäästöillä. Kustannuksiin vaikuttavat myös työmaiden koko ja työsuunnittelu. Suuri kuviokoko ja työmaiden ketjutus koneiden siirtojen minimoimiseksi pienentävät kustannuksia. Suuremmilla työmailla työtä voitaisiin tehostaa käyttämällä useampia muokkaus-kylvöyksiköitä rinnakkain.

Maanmuokkausyksiköiden kehittämisellä saataisiin ilmeisesti nykyistä parempia tuloksia. Hyvän itämis- ja kasvualustan tarjoavaan sekä vähäiset ympäristövaikutukset omaavaan muokkausjälkeen kannattaa panostaa. Kuivilla kankeilla muokkausyksikön ei välttämättä tarvitse olla kovin järeä, mutta siemenelle voisi yrittää tehdä nykyistä paremman itämispaikan vaikka pienkuoppien avulla.

Rummukainen, A., Tervo, L., Kautto, K. ja Pulkkinen, M. 2011. Maanmuokkaus- ja kylvölaiteyhdistelmien vertailua männyn kylvössä Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla. Metsätieteen aikakauskirja 1/2011:13–33.



Kuva 3. Jatkuvatoimiseen muokkaus-koneeseen perustuvat kylvökoneyhdistelmät ovat kaivuri/kaivinkoneella tehtyä laikutus-kylvöä edullisemmat. Pystyakselilla on kustannukset euroa hehtaaria kohti.



Koneellinen kitkentä taimikon varhaisperkauksessa

JUHO RANTALA JA KARI KAUTTO | METLA, ITÄ-SUOMEN ALUEYKSIKKÖ

KONEELLINEN KITKENTÄ
kitkevällä Naarva-perkaajalla on sopivilla työkohteilla koko metsänuudistamisketjun näkökulmasta katsottuna taloudellisesti kilpailukykyinen vaihtoehto taimien katkaisuun perustuvalla raivaussahatyölle.



Varhaisperkaukselle ja konetyölle on kysyntää

Taimikonhoitotyöt voidaan jakaa taimikonperkaukseen ja taimikonharvennukseen. Taimikon perkauksessa poistetaan pääasiassa kasvatettavia puita häiritseviä lehtipuita. Kuusen uudistamisketjussa varhaisperkaus tulee tehdä 1–2 metrin pituusvaiheessa. Tällöin lehtipuut eivät ole ehtineet häiritä kuusen kasvua, eikä perkauksen jälkeen syntyvän lehtipuuesakon pituus enää ehdi saavuttaa kasvatettavien kuusten pituutta. Taimikonhoitotöiden kustannukset ovat noin kolmanneksen kuusen uudistamisketjun kokonaiskustannuksista.

Varhaisperkaus on tärkeytensä nähden pahasti laiminlyöty metsänhoidon työläji. Tähän on vaikuttanut ilmeisen paljon KEMERA-laki, jossa varhaisperkaus on rajattu valtion taloudellisesti tukemien metsänhoidon työläjien ulkopuolelle. Varhaisperkauksen laiminlyönti johtaa etenkin viljavilla ja hienojakoisilla mailla usein istutuskuusikon vaihtumiseen koivuvaltaiseksi sekametsäksi. Valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) mukaan Suomessa on jo tällä hetkellä lähes 700 000 hehtaaria rästissä olevia taimikonhoitoja.

Vaikka taimikonhoitoa on yritetty koneellistaa jo vuosikymmenien ajan, on koneellisen taimikonhoidon osuus Suomessa edelleen alle prosentin taimikonhoidon kokonaismäärästä. Esimerkiksi Ruotsissa oli jo 1970-luvun alkupuolella erilaisia konekehitemiä taimikonhoitoon useita kymmeniä ja 1980-luvulla

Kuva 1. Suorakaiteen muotoisessa kitkevässä Naarva-perkaajassa on keskellä aukko ja suojakehikko, joka lasketaan suojaamaan kasvatettavaa tainta kitkennän aikana. (Valokuva Heidi Hallongren)

käyttöön oli valikoitunut puolenkymmentä taimikonhoitolaitetta. Tästä huolimatta koneellinen taimikonhoito on myös Ruotsissa edelleen alkutekijöissään.

Lähitulevaisuudessa metsänomistajakunnan rakennemuutos, metsätaloussektorin työvoimapula ja metsätalouden kannattavuuden parantaminen kuitenkin edellyttävät työn tuottavuuden nostamista taimikonhoitotöissä. Tässä koneellistaminen on avainasemassa.

Kitkentä korvaa katkaisun

Taimikonhoidon koneellistamiseen liittyvä tutkimus- ja tuotekehitys on menneinä vuosikymmeninä keskittynyt poistettavien taimien katkaisuun perustuviin menetelmiin. Tuotekehityksessä on haettu raivaussahan korvaavaa konetta.

Tästä periaatteesta lähdettiin liikkeelle myös UPM:n ja Pentin Paja Oy:n uuden taimikonhoitolaitteen kehittämistyössä 2000-luvun alkuvuosina. Kehitystyön moottorina oli UPM:n Kari Kuru. Työn tuloksena syntyi hakkuukoneen puomin päähän asennettava varhaisperkauslaite. Laite laskettiin kasvatettavan kuusen ympärille, jonka jälkeen giljotiiniperiaatteella toiminut terä katkaisi vesakon noin metrin säteeltä kuusen ympäriltä.

Kehitystyön tässä vaiheessa kuitenkin todettiin, että varhaisperkausvaiheessa katkaistun vesakon voimakas uudelleen vesominen johtaa siihen, että varhaisperkaus ei riitä takaamaan kasvatettavien kuusen taimien menestystä kaupallisiin käyttötarkoituksiin tähtääviin hakkuisiin asti. Laitteella ei myöskään saavutettu kustannusetuja raivaussahatyöhön verrattuna. Näistä lähtökohdista kehitystyössä päädyttiin kokeilemaan vesakon katkaisun korvaamista vesakon kitkemisellä.

Kitkevän Naarva-perkaajan ensimmäinen versio valmistettiin vuonna 2004. Laite on suorakai-

Taulukko 1. Koneellisen kitkennän kustannukset (€/ha) koneyksikön tuntikustannuksen ja työajanmenekin mukaan. Tutkimuksessa työajanmenekki vaihteli välillä 5,1 – 10,8 käyttötuntia per hehtaari keskiarvon ollessa 7,4 tuntia.

Tuntikustannus, €/tunti	Työajanmenekki, tuntia/ha		
	5,1	7,4	10,8
50	255	370	540
60	306	444	648
70	357	518	756
80	408	592	864

teen muotoinen ja sen keskellä on suojakehikko, joka suojaa kasvatettavaa tainta kitkennän aikana (kuva 1). Kitkentälaitteen runko jakautuu sulkeutuvien leukojen mukaisesti viiteen avoimeen lohkokseen, joiden läpi poistettavat taimet työnnyvät, kun laitteen keskellä oleva suojakehikko lasketaan kasvatettavan taimen ympärille. Kun laite on alhaalla, tarttumaleuat suljetaan hydraulisesti. Tarttumaleukojen reunat ovat kumipäällysteisiä ja tarttumapinnat muotoiltu siten, että ote kitkettävistä puista on mahdollisimman pitävä. Kitkennässä tavoitteena on nostaa leukojen väliin puristuneet taimet juurineen irti maasta ja pudottaa maahan siten, että ne eivät jää kasvatettavien puiden päälle.

Työnopeus samaa tasoa metsurin kanssa

Metlan tutkimuksessa koneellisen kitkennän keskimääräinen työajanmenekki oli 7,4 käyttötuntia per hehtaari. Tämä on samaa suuruusluokkaa metsurityön kanssa. Keskimääräisellä tuottavuudella ja 60 euron tuntikustannuksella laskettu kitkennän hehtaarihinta on siis reilut 400 euroa. Koneellisen kitkennän kustannuskilpailukyvyyn näkökulmasta onkin ratkaisevaa,

kuinka hyvin kitkennällä voidaan ehkäistä tulevaa taimikonhoito-tarvetta. Aiheesta jo aiemmin tehtyjen opinnäytetöiden perusteella näyttää, että juurineen kitketyt taimet eivät juurikaan veso ja myöhempi taimikonhoito voidaan suurella osalla kohteista välttää kokonaan.

Samassa tutkimuksessa keskimäärin 11 prosentissa kasvatettavista taimista oli kitkennän jälkeen jonkinasteisia vaurioita. Näistä 6 prosenttia vaurioitui kasvatuskelvottomiksi. Toisaalta varhaisperkauksena toteutettavassa kitkennässä ei tarvita ajouria, vaan koneella voidaan ajaa taimirivien päällä. Kaiken kaikkiaan nykytiedon mukaan näyttää, että

koneellinen kitkenta on sopivilla työkohteilla koko metsänuudistamisketjun näkökulmasta tarkasteltuna taloudellisesti kilpailukykyinen menetelmä verrattuna poistettavien taimien katkaisuun perustuvaan raivaussahatyöhön.

Työkohteiden valinta tärkeää

Kuusen taimikoista kitkennään soveltuvat etenkin mätästysjälkeen istutetut kohteet. Yleensä sopiva ajankohta kitkennälle on 4–5 vuotta istutuksen jälkeen, kun kuuset ovat noin metrin mittaisia. Tällöin vesakko ei vielä ehdi häiritä kasvatettavien kuusten kasvua. Jos taimikkoon kiirehditään

aikaisemmin voi ongelmana olla kasvatettavien kuusten havaitseminen aluskasvillisuuden joukosta ja kuusten vähäinen etumatka suhteessa kitkennän jälkeen mahdollisesti syntyviin siemensyntyisiin lehtipuihin nähden. Runsas kivisyys hidastaa kitkentäkoneen liikkumista työkohteella ja nostaa kitkennän kustannuksia.

Kitkennän tuottavuutta voidaan edellä esitetystä nostaa tekemällä varhaisperkaus reikäperkauksena, jossa poistetaan ainoastaan kasvatettavien kuusten lähietäisyydellä oleva vesakko. On myös hyvä muistaa, että metsikkövion pinta-alalla on huomattavasti suurempi vaikutus koneellisen metsätyön kuin metsurityön kustannuksiin. Jo tällä hetkellä koneelliseen metsänhoitoon perustuvan metsänuudistamisketjun kustannukset olisivat edullisemmat kuin metsurityöhön perustuvassa ketjussa, jos uudistusalojen keskimääräinen pinta-ala olisi 3 hehtaaria nykyisen 1,5 hehtaarin sijaan.

UPM on kokeillut kitkennää myös männyn kylvökohteilla. Tästä ei vielä ole tutkimustuloksia, mutta teknisesti työn voidaan olettaa onnistuvan siinä missä kuusen istutuskohteillakin. Pentin Paja Oy on kehittänyt laitteesta myös uuden version, jonka keskellä ei ole kasvattavaa taimea suojaavaa kehikkoa, vaan sillä kitketään kaikki laitteen alueelle jäävät taimet (kuva 2). Oletuksena on, että tällainen reiätön laite on nopeampi etenkin helpoilla työkohteilla, joilla kitkettävää vesakkoa on vähemmän. Näiden kahden kehitysversion tutkimustyö on käynnissä ja valmistuu vuoden 2011 aikana.

Kuva 2. Naarva-perkaajasta kehitetty uusi versio, jossa ei ole keskellä kehikon suojaamaa aukkoa kasvatettavaa taimea varten, vaan perkaajalla kitketään kaikki laitteen alueelle jäävät taimet. (Valokuva Heidi Hallongren)



Harmaahomeen torjuntaan off label -lupa valmisteelle Teldor

MARJA POTERI | METLA, ITÄ-SUOMEN ALUEYKSIKKÖ

HARMAAHOMEEN TORJUNTAAN on tällä hetkellä viisi eri kauppavalmistetta joko koe- tai off label -luvulla. Tuotteiden tehoaineet ja niiden ominaisuudet poikkeavat jonkin verran toisistaan (taulukko 1), mikä antaa ruiskutuksissa mahdollisuuden vuorotella erityyppisiä valmisteita. Vuorottelu on tärkeää, sillä homeet voivat muodostaa kasvin-suojeluaineelle kestäviä sienikantoja, mikäli samaa tehoainetta käytetään useana vuonna peräkkäisissä ruiskutuksissa.

Tehoaineet voidaan luokitella paikallisesti ja systeemisesti vaikuttaviin. Paikallisesti vaikuttavilla valmisteilla estetään sieni-itiöiden itämistä ja tunkeutumista kasvisolukkuun. Niitä käytetään ennakoon ennen kuin taudin oireet ilmenevät. Systeemisillä eli kasvin sisässä liikkuvilla valmisteilla on sekä puhdistava että suojaava vaikutusta.

Kasvin kuivahtaminen tai lievä hallavioitus edistää harmaahometartuntaa. Kosteissa olosuhteissa sieni käyttää kasvualustanaan kaikkea kuollutta kasvimateriaalia, josta kasvustot tulisi puhdistaa mahdollisuuksien mukaan. Loppukesällä ja syksyllä tiheiden taimikasvustojen sisällä kosteus pysyy pitkään, jolloin varsinkin kuolleet alaneulat muodostavat sienelle otollisen paikan kasvaa ja tuottaa itiöitä.

Puutuneet taimien latvaosat eivät normaalisti ole homeelle alttiita. Talvivarastoinnin rasituksen aikana, joko lumipeitteen suojassa ulkona tai pakkasvarastossa pahvilaatikossa, voi kuitenkin keväällä ilmetä neulasten ja versonkärkien rusketumista. Tällaisen infektion edellytyksenä on ollut se, että sieni-itiö on onnistunut itämään alttiin kasvin pinnalla olleessa vapaassa vedessä. Suotuisissa olosuhteissa tarvitaan aikaa vain muutamia tunteja siihen, että itävä itiö pääsee infektoimaan kasvin.

RATAK-myränsyötin koeluvulle jatkoaikaa 30.4.2012 asti

Syksyllä 2010 saatua koelupaa on jatkettu edelleen tänä syksynä. Koepaikkoina ovat mm. metsätaimatarhat, koristekasvien taimistot, arboretumit, nuoria hedelmäviljelmiä sekä vadelma- ja mansikkakasvustoja. Valmiste sijoitetaan lumireikiin tai syöttiasemiin siten, että muut kuin myyrät eivät pääse siihen käsiksi.

Tuotteen tilaukset tehdään Berner Oy:ltä puh. 020 791 4060 ja toimitus Bernerin varastolta suoraan asiakkaalle. Laskutuksen hoitaa Siemenliike Siren Oy.

Taulukko 1. Metsätaimatarhoilla käytettävissä olevat valmisteet (koelupa ja off label) harmaahomeen torjuntaan sekä tehoaineiden liikkuvuus ja vaikutustapa kasvissa.

Valmisteen nimi	Tehoaine	Tehoaineen pitoisuus	Liikkuvuus kasvissa*
Topsin M	tiofanaatti-metyyli	700 g/kg	puuaineessa liikkuva, puhdistava ja suojaava vaikutus
Rovral 75 WG	iprodioni	750 g/kg	paikallinen kontaktivaikutus, jonkin verran puhdistava vaikutus
Switch 62.5 WG	syprodiniili	375 g/kg	kasvissa liikkuva, imeytyy lehtien/neulasten kautta
	fludioksoniili	250 g/kg	paikallisesti suojaava, vähentää sienirihmaston kasvua
Frupica SC	mepanipyriimi	440 g/l	paikallisesti suojaava vaikutus
Teldor	fenheksamidi	500 g/kg	paikallisesti suojaava, estää itiöiden itämistä

* lähde: www.eu-footprint.org; Pesticide Properties Database



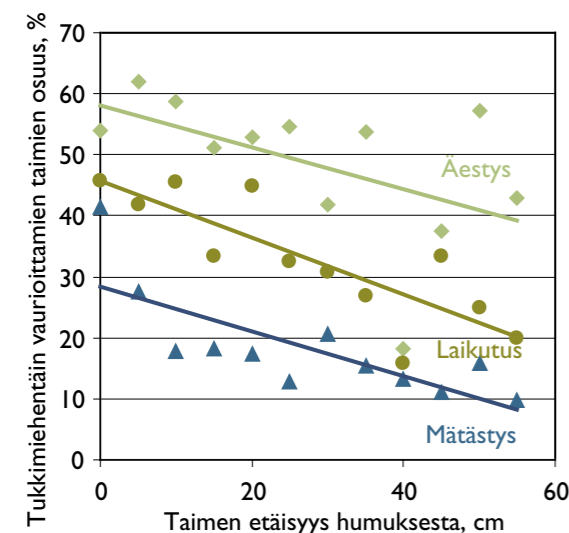
Istutus kohoumille pienentää kuusen istutustaimien tukkimiehentäin tuhoja

TIMO SAKSA | METLA, ITÄ-SUOMEN ALUEYKSIKKÖ

KOHOUILLE JA RIITTÄVÄN KAUA, vähintään 15 cm päähän, humuksen reunasta istutetut kuusen taimet menestyivät parhaiten. Ensimmäisen neljän kasvukauden aikana tukkimiehentäin vaurioittivat äestäen muokatuilla aloilla 55 %, laikuttaen muokatuilla 40 % ja mätästetyillä 20 % istutustaimista. Käytännön uudistusaloilla muokkausta edelleen kehitettäessä tulisi kiinnittää erityistä huomiota muokkausjäljen laatuun, jotta uudistusosalalla olisi riittävästi viljelykelpoisia ja tasalautaisia kohoumia istutusta varten.

Tukkimiehentäin

Tukkimiehentäin käyttää ravinnokseen nuoren taimen kuorta ja nilaa paljastaen puuaineen, mikä heikentää veden ja ravinteiden virtauksia. Kun syönti ulottuu taimen tyvellä rungon ympäri, johtaa se usein taimen kuolemaan. Hakkuun jälkeen ensimmäisen kasvukauden aikana tuhoja



Kuva 1. Kaikilla tutkituilla muokkausmenetelmillä tukkimiehentäin vaurioittamien taimien osuus pieneni sitä enemmän mitä kauemmaksi taimi oli istutettu käsittelemättömän humuksen reunasta.

aiheuttavat tuoreiden kantojen paikalle houkuttelemat tukkimiehentäin. Nämä munivat tuoreisiin havupuiden kantoihin, talvehtivat maassa, ja aiheuttavat tuhoja vielä toisena ja kolmantena vuonna. Lisäksi uusi, kannoissa kehittyvä sukupolvi lisää tuhoriskiä toisen kasvukauden loppupuolelta alkaen ja etenkin kolmantena ja vielä neljäntenäkin kasvukautena hakkuun jälkeen.

Perinteisesti tukkimiehentäin tuhoja on torjuttu kasvinsuojeluvalmistein, mutta kemiallista käsittelyä korvaavien, erilaisten mekaanisten suo- jien ja esteiden käyttöä tutkitaan intensiivisesti etenkin Ruotsissa.

Tukkimiehentäin tuhoja voidaan vähentää myös metsänhoidollisin toimin kuten viivästyttämällä uudistamistoimenpiteitä 2–4 vuotta tai käyttämällä suojupeustoa, mutta suurin vaikutus saadaan maanmuokkauksella. Samaa johtopäätöstä tukevat myös käytännön uudistusalojen inventointitulokset, mutta tarkempaa tietoa tukkimiehentäin tuhojen merkityksestä ja laajuudesta eritavoin muokatuilla käytännön uudistusaloilla ei ole ollut.

Tukkimiehentäin tuhoja eniten tasapinnalla lähellä humusta

Tukkimiehentäin tuhoja tarkasteltiin pysyvien koealojen avulla 24:llä mätästäten, laikuttaen tai äestäten muokatulla käytännön uudistusosalalla, jotka oli viljelty toukokuussa vuosina 2000 tai 2001. Taimet olivat 1- ja 2-vuotiaita paakkutaimia, jotka oli ennakkokäsitelty taimitarhalla tukkimiehentäin torjunta-aineella.

Kaikilta seuratuilta aloilta löytyi koepyyntissä tukkimiehentäin sekä seurannassa niiden aiheuttamia tuhoja. Suurimmillaan tukkimiehentäin aiheuttamat vauriot olivat toisena ja kolmantena kasvukautena. Kaikkiaan tukkimiehentäin todettiin vikuuttaneen 55 %:a äestys-, 40 %:a laikutus- ja 20 %:a mätästysaloille istutetuista taimista ensimmäisen neljän kasvukauden aikana.

Tukkimiehentäin aiheuttamien vaurioiden osuus pieni melko suoraviivaisesti kaikilla muokkaustavoilla taimen ja humuksen reunan välisen etäisyyden kasvaessa (kuva 1). Humukseen tai humuksen reunaan istutetuissa taimissa syöntijälkiä löytyi joka toisesta taimesta. Mätästysaloilla syötyjen taimien osuus laski 20 %:n tasolle, kun etäisyys humukseen kasvoi yli 10 cm:n. Laikutus- ja äestysaloilla syötyjen taimien osuus pysytteli 25–50 %:n tasolla, vaikka taimen etäisyys humuksesta kasvoi yli 20 cm:n. Mätästysaloilla istutustaimet sijaitsivat merkittävästi kauempana humuksen reunasta (etäisyyden keskiarvo 26 cm) kuin laikutus- (9 cm) tai äestysaloilla (12 cm).

Tasapinnalla syöntejä tavattiin eniten ja kohoumille istutetuissa taimissa vähiten. Äestysaloilla tasapinnalle istutetuista taimista 57 %:ssa, laikutusaloilla 47 %:ssa ja mätästysaloilla 32 %:ssa oli syöntijälkiä, kun kohoumilla vastaavat osuudet olivat 38 %, 31 % ja 15 %.

Mätästys- ja laikutusaloilla äestysaloja pienempi kuolleisuus

Mätästetyillä ja laikutetuilla uudistusaloilla kuusen taimien elossaolo oli neljännen kasvukauden jälkeen merkittävästi korkeampi, yli 90 %, verrattuna äestysaloihin, joilla elossaolo laski 80 % tasolle. Aineiston laikutetut alat olivat viljavuudeltaan aineiston karuimpia, millä on voinut olla positiivinen vaikutus kuusen istutustaimien elossaoloon vähäisemmän pintakasvillisuuskilpailun vuoksi. Äestysaloilla 50–65 %, laikutusaloilla 50 % ja mätästysaloilla 30–40 % kuolleisuudesta luokitettiin tukkimiehentäin aiheuttamiksi.

Kookkaat taimet vähensivät kuolleisuutta ja kasvoivat pituutta eniten

Taimimateriaalin välillä ei todettu eroa menestymisessä, sillä neljän kasvukauden jälkeen 1- ja 2-vuotiaita taimia oli elossa saman verran. Sen sijaan taimen istutuspuuudella todettiin positiivinen vaikutus niin elossaoloon kuin pituuskehitykseenkin (taulukko 1). Sekä 1- että 2-vuotiaista taimista keskiarvoa pidemmät taimet menestyivät lyhyitä taimia paremmin. Kohoumalle istutaminen oli parantanut pituuskehitystä ja sitä vastoin mm. pinnallinen tai humuksen lähelle tehty istutus sekä pintakasvillisuuden ja vesakon määrä taimen lähiympäristössä oli heikentänyt pituuskehitystä.

Taulukko 1. Mitattujen tekijöiden vaikutus neljäntenä kasvukautena kuusen istutustaimien pituuskasvuun ja elossaoloon.

Mitattu tekijä	Vaikutus taimen kasvuun ja elossaoloon
Taimen pituus istutushetkellä	↑
Istutus maanpinnan tasoa ylempäs	↑
Pinnallinen istutus	↓
Istutus humuspintaan	↓
Istutus maanpinnan tasoa alemmas	↓
Istutus lähelle humuspintaa	↓
Tukkimiehentäin syönti	↓
Taimen lähiympäristön pintakasvillisuus	↓
Lehtipuuden määrä	↓



Kuva 2. Tukkimiehentäin syö taimen kuoresta nilaa jättäen rosoreunaisen syöntijäljen. Syöntikohta pihkottuu ja tummuu vähitellen ja se voi olla myöhemmin vaikea havaita. (Valokuva Erkki Oksanen)

Tervasroso uhkaa männyn taimikoita rehevillä mailla

JUHA KAITERA JA RITVA HILTUNEN | METLA, Pohjois-Suomen Alueyksikkö



Kuva 1. Metsämaitikka on tervasrosan pääasiallinen väli-isäntäkasvi. (Valokuva Juha Kaitera)

Tervasrososienen elinkierto ja väli-isäntäkasvien lajisto tunnettava taudin torjumiseksi

Tervasroso on eräs pahimmista mäntyjen taudeista Pohjois-Euroopassa. Sitä aiheuttavat *Cronartium*-suvun ruostesienet. Valtakunnanmetsien kahdeksannessa inventoinnissa (1986–1994) havaittiin tervasrosoa 463 000 ha:lla.

Suomessa tavataan kaksi väli-isäntäkasvia käyttävää tervasrosolajia, joista *Cronartium flaccidum* on yleinen koko maassa aiheuttaen vakavaa tuhoa kaksineulasmännillä kuten metsämännillä. Sieni aiheuttaa kasvu- ja tilavuustappioita, mutta alentaa myös puutavaran arvoa etenkin vanhoilla männillä, koska merkittävä osa saatavasta tuki- ja puusta siirtyy kuitupuuksi.

Toinen tervasrososieni on valkomännintervasrosoa aiheuttava *Cronartium ribicola*, joka on meillä vieraslaji. *C. ribicola* vikuuttaa viisneulasmäntyjä, kuten sembramäntyä ja peukea, mm. puulajipuistoissa ja koriste- puina. Suomessa tämä ruostesieni aiheuttaa vain vähän merkittäviä tuhoja, mutta sieni on eräs pahimmista männyn sienitaudeista Pohjois-Amerikassa.

Tervasrosoa tavataan yleensä vanhoissa männissä. Kuitenkin 2000-luvun alusta lähtien on havaittu merkittävää tuhoa myös nuorissa männiköissä Pohjois-Ruotsissa, Norrbottenissa, jossa

Kuva 2. Tervasrosoa nuorilla metsämännillä. (Valokuva Juha Kaitera)



taudin vakavasti vaivaamia metsiä on kymmeniätuhansia hehtaareja. Samanlaista tuhoa tavataan meillä lähinnä Pohjois-Suomessa, mutta tuhoalueet eivät ole laaja-alaisia. Tuhoja esiintyy etenkin rehevillä mäntykankailla.

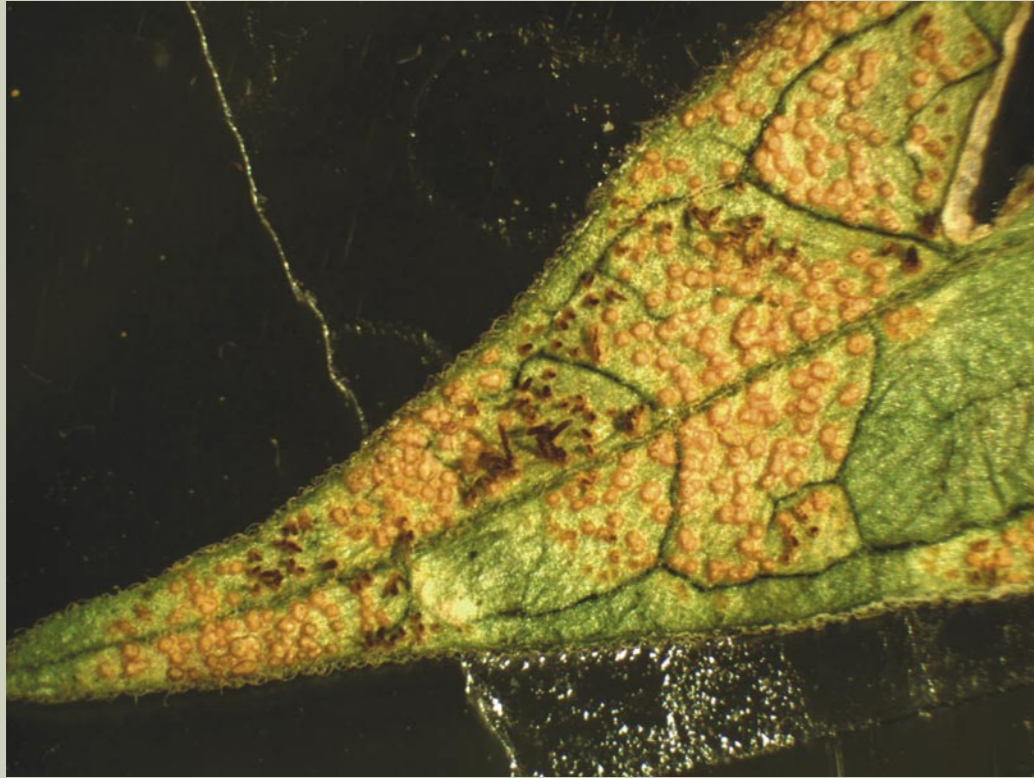
Levintä suoraan männystä mäntyyn tai väli-isäntäkasveista

Tervasroso leviää joko suoraan sairaista männistä terveisiin mäntyihin tai väli-isäntäkasvien avulla. Sieni saattaa tartuttaa mäntyä jo puiden ollessa taimikkovaiheessa. Tauti voi levitä meillä mm. pionien, käärmeenpistonryrtin (*Vincetoxicum hirundinaria*), kuusioiden (*Pedicularis* spp.) ja maitikoiden (*Melampyrum* spp.) välityksellä. Käärmeenpistonryrtti on tärkeä tervasrosan levittäjä rajatulla alueella Lounais-Suomen rannikolla ja Ahvenanmaalla. Koristekasveina kasvatetut pionit voivat

levittää tautia puutarhoissa koko maassa. Kuusiot voivat myös levittää tervasrosoa.

Tärkein väli-isäntien kautta leviävää tervasrosoa levittävistä tunnetuista kasvisuvuista ovat maitikat. Etenkin rehevillä kasvupaikoilla metsämaitikka (kuva 1) levittää tautia tehokkaasti Pohjois-Suomessa.

Nuoriin taimiin tervasroso voi iskeä itiölevintänä joko taimikon aluskasvillisuudesta tai esimerkiksi taimikkoa ympäröivien rehevien kuusikoiden pintakasvillisuudesta pääasiassa touko-kesäkuussa (kuva 2). Loppukesällä kasvin lehtien alapinnalla kehittyvät ensin kesäitiöpesäkkeet (kuva 3), joiden avulla sieni leviää väli-isäntäkasveista toiselle. Sen jälkeen kehittyvät sienien talvi-itiöpesäkkeet (kuva 4). Niiden itäessä syntyvät itiökannoissa kantaitiot, joiden avulla sieni tartuttaa nuoria männyn neulasia loppukesällä. Taimikossa epidemia puhkeaa kuitenkin vasta 3–7 vuotta tartunnasta,



Kuva 3. Tervasrosan kesäitiöpesäkkeitä käärmeenpistonyrtillä. (Valokuva Juha Kaitera)

jolloin helmi-itiöpesäkkeet (kuva 5) muodostuvat tartunnan saaneiden mäntyjen rungolla ja oksissa. Neulasten kautta tapahtuneen sienitartunnan jälkeen versossa seuraa useiden vuosien ajan taudin piilevä eli latenttivaihe sienen rihmaston kasvaessa neulasesta oksaan. Tämän jälkeen sieni tuottaa itiöitä mäntyjen oksissa ja taudin myöhemmässä vaiheessa rungon kuorella vuosittain, jolloin tervasrosko voi levitä taimikossa jopa epidemiaksi asti.

Eri väli-isäntäkasveja testattu Metlan kokeissa

Tervasrosko on tutkittu kahdessa Metlan hankkeessa 'Tulokaslajien muodostama uhka ja vanhat taudinaiheuttajat uusilla isäntäkasveilla' ja 'Männyn ja kuusen

patogeenisienien sopeutuminen paikalliseen ilmastoon sekä kaukokulkeutuminen'. Tutkimuksissa potentiaalisia tautia levittäviä kasveja on testattu laboratorioissa ja kasvihuoneissa yhteistyössä Oulun yliopiston kasvitieteellisen puutarhan kanssa.

Viimeisimmissä tutkimuksissa kasvihuoneessa on tartutettu männystä kerätyillä sienen helmi-itiöillä elävien testikasvien lehtiä. Niin ikään testattavien kasvien irrallisia lehtiä on tartutettu laboratorioissa. Vuosina 2008–2009 kokeissa testattiin eräiden kuusiolajien, maitikoiden, käärmeenpistonyrtin, herukoiden (*Ribes* spp.), kanervan (*Calluna vulgaris*), mustikan (*Vaccinium myrtillus*) ja suopursun (*Rhododendron tomentosum* / *Ledum palustre*) alttiutta sekä *C. flaccidum*-tervas-

rososienille että *C. ribicola*-valkomännnyttervasrososienelle.

Kokeissa testikasvien lehtien alapinnalle kehittyi tervasrososien kesäitiöpesäkkeitä kahden viikon ja talvi-itiöpesäkkeitä neljän viikon kuluttua tartutuksista. Molempien ruostesienten pesäkkeitä syntyi pohjanluhtakuusion nuorilla lehdillä vanhojen lehtien ollessa *C. ribicolalle* kestäviä. Pesäkkeitä syntyi myös muilla tunnetuilla sienten väli-isännillä kuten herukoilla (*C. ribicola*-ruosteella tartutettaessa) sekä käärmeenpistonyrtillä ja metsämaitikalla (*C. flaccidum*-ruosteella tartutettaessa).

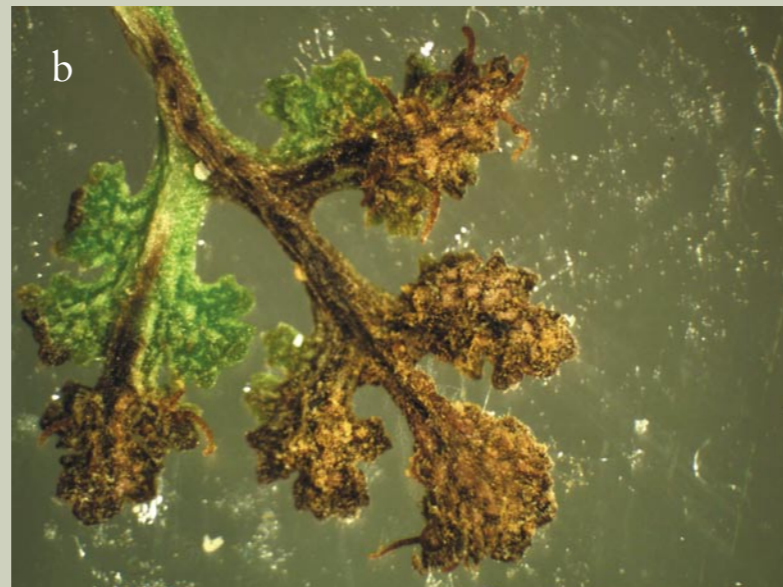
Kuva 5. Tervasrosan helmi-itiöpesäkkeitä metsämännyn rungolla. (Valokuva Juha Kaitera)



a

Kuva 4. Tervasrosan talvi-itiöpesäkkeitä metsämaitikalla (a) ja pohjanluhtakuusiolla (b). (Valokuva Juha Kaitera)

b



Suuri väli-isäntäkasvien määrä riski leviämislle

Jatkotutkimuksissa testattiin edelleen 75 lajia 18 eri heimos- ta vuosina 2010–2011. Vielä keskeneräisissä kokeissa on löy- detty myös muita tervasrosoja leviittäviä kasveja. Osa niistä kuuluu tunnettuihin leviittäjä- kasvisukuihin osan ollessa uusia kasvisukuja tutkituille tervas- rosoille väli-isäntinä ennestään tuntemattomista kasviheimoista. Havaittujen kasvien merkitystä tervasrosan leviittäjinä luonnossa selvitetään parhaillaan. Tartutus- kokeet ovat jo nyt osoittaneet, että tervasrosojen väli-isäntä-

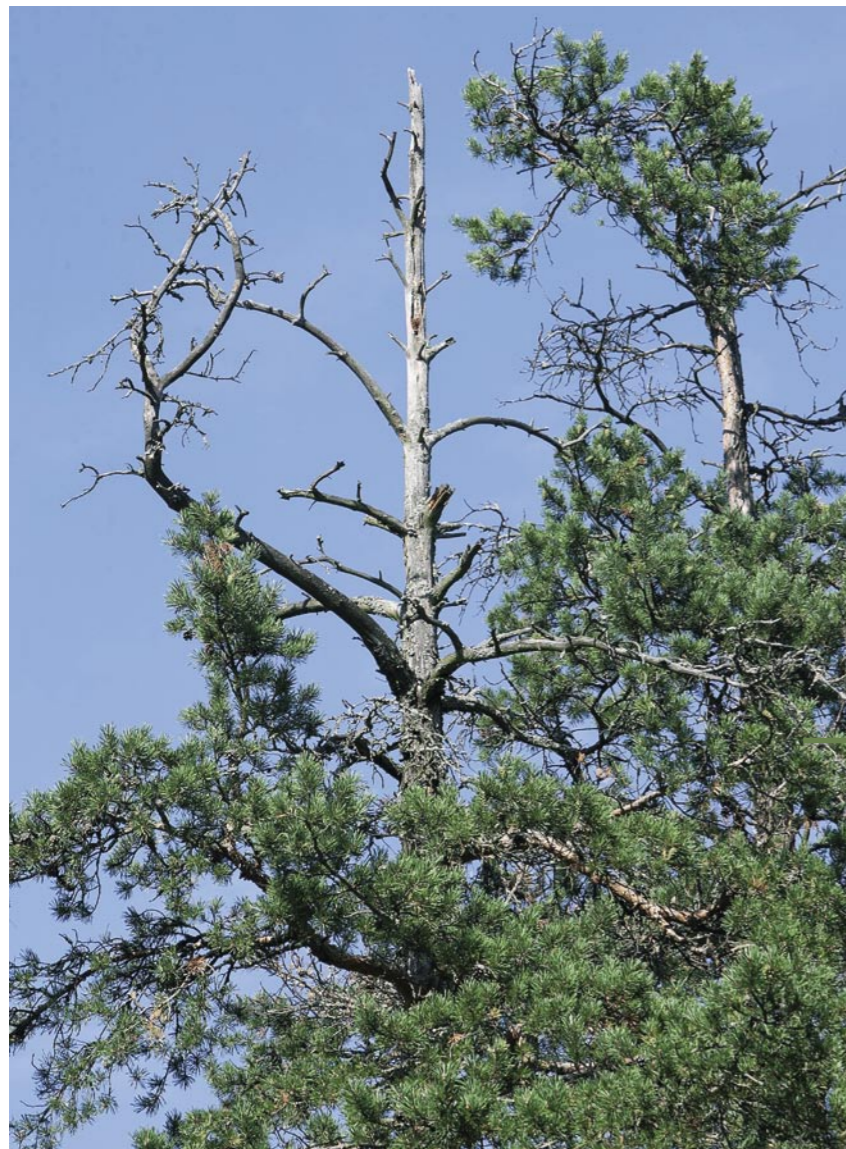
kasvilajisto on hyvin laaja, mikä mahdollistaa sienien nopean ja tehokkaan leviämisen uusille alueille ja vakavien tautiepidemioiden kehittymisen.

Sairaiden puiden poisto ja lehtipuusekoitus taimikoissa vähentää tartuntaa

Tervasrosaa voidaan torjua pois- tamalla sairaat puut metsiköistä ja taimikoista. Myös sairaat siemenpuut tulee poistaa taudin voimakkaan periytyvyyden takia (kuva 6). Taimikossa lehtipuuse- koitus vaikeuttaa taudin itiöiden leviämistä ja kulkeutumista pinta-

kasvillisuuden väli-isäntäkasveista mäntyyn. Tulevaisuudessa onkin riskinä, että rehevät metsämai- tikan kasvupaikat toimivat väli- isäntäkasvia vaihtavan tervasros- on epidemioiden levittäjinä.

Metsikön perustamisvaihees- sa tulisi jo suunnittelussa huomi- oida tervasrosan leviämiskasvi re- hevillä kasvupaikoilla, joita tulisi välttää männyn viljelyssä. Uudet väli-isäntäkasvit mahdollistavat tervasrosan tehokkaan leviämisen, jolloin tauti saattaa runsastua entisestään rehevissä, nuorissa männiköissä. Sen sijaan tauti ei luultavasti leviä ja lisääntynyt kangasmaitikkaa kasvavilla kuivilla kasvupaikoilla.



Kuva 6. Tervasrosan tartuttamia puita ei tule jättää siemenpuiksi, koska tauti- talttius on periytyvää. Vanhoissa män- nyissä tervasroso tappaa usein puun latvan. (Valokuva Erkki Oksanen)

Neonectria-sieni, uusi koropatogeeni kuusella?

ARJA LILJA, ANNA RYTKÖNEN, MARJA-LEENA NAPOLA, JAAKKO NAPOLA, VENCHE TALGØ, MARJA POTERI JA JARKKO HANTULA | METSÄNTUTKIMUSLAITOS, VANTAAN, HAAPASTENSYRJÄN JA SUONENJOEN TOIMIPAIKAT SEKÄ NORWEGIAN INSTITUTE FOR AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL RESEARCH

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TEKEMISSÄ kuusen (*Picea abies*) alkuperäkokeissa huomio on viime vuosina kiinnittynyt puihin, joissa on ollut mustia koroja ja pihkavuotoa. Ensimmäiset havainnot oireista ovat vuodelta 2001 kokeesta, joka oli istutettu 1985 ja jossa oli mukana Puolalaista alkuperää olevia kuusia. Hieman myöhemmin koe harvennettiin ja kuolleet puut poistettiin vuonna 2003. Seuraavassa inventoinnissa viiden vuoden kuluttua harvennuksesta korokuusien määrä oli 37% puolalaisessa alkuperässä, mutta myös suomalaista alkuperää olevissa kuusissa koroja oli 13%:ssa puista.

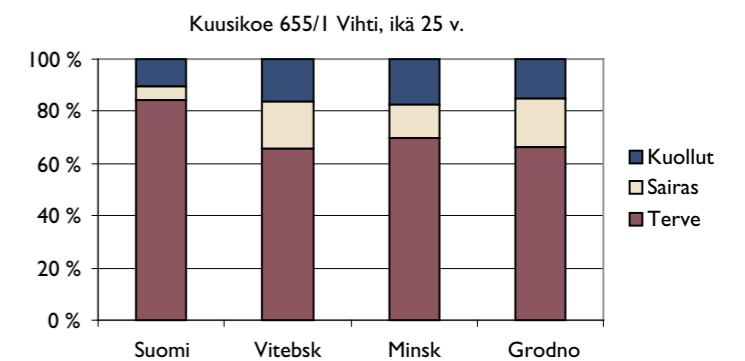
Huolestuttavaa on, että aikaa myöten tauti näyttää leviävän sairaista yksilöistä ympä- ristön puihin. Korotauti vaivaa nykyään useaa koetta ja säännönmukaisesti sitä on eniten eteläisissä alkuperissä (kuva 1). Kas- vupaikan ravinteisuus näyttää myös lisäävän tautia, sillä pellolle istutetuissa kokeissa koropuiden määrä on selvästi suurempi kuin metsämaalle istutetuissa.

Viime aikoina olemme saaneet näyttei- tä myös käytännön metsätaloudesta (kuva 2). Kun Metlan alkuperäkokeissa koroisen puuston ikä on vaihdellut 20 ja 40 vuoden välillä, on yksityisillä mailla koroja, halkea- mia ja pihkavuotoa esiintynyt kuusikoissa jo 5–20 vuoden kuluttua istutuksesta. Sama- laisia oireita on havaittu myös muissa pohjoismaissa. Norjan koillisosassa joulu- kuusiksi viljeltävillä harmaapihdoilla (*Abies concolor*), Siperian pihdoilla (*A. sibirica*) ja lännenpihdoilla (*A. lasiocarpa*), sekä myös kuusilla on havaittu koroja sekä pihkavuotoa. Myös Tanskassa lännenpihdoja on alku- peräkokeissa ja puulajipuistoissa vaivannut sama tauti.

Meillä samoin kuin Norjassa ja Tans- kassa korokohdista terveen ja värivikaisen solukon reuna-alueelta tehdyissä sienieris- tyksissä on kasvanut *Neonectria*-sukuun kuuluvia sieniä. Ruotsissa pihkaa vuotavien kuusten rungoissa on kasvanut *Tryblidiopsis pinastri*-sientä, joka tunnetaan meillä yleise- nä lajina kuolleilla oksilla.

Neonectria-sieni

Kotelopulloiset sienet, joiden suvuton aste on *Cylindrocarpon*, kuuluvat nykyisin *Neonectria*- sukuun. Yhteys suvullisen ja suvuttoman asteen välillä on saatu todistettua geneettisten vertailu- jen avulla. Lajien määrä kasvaa koko ajan, kun eri isäntäkasvien runkokoroista saadaan eristet- tyä sieniä, jotka morfologialtaan ja perimältään poikkeavat jo kuvatuista *Neonectria* lajeista. Tällä hetkellä niitä tunnetaan yli 40 ja useat aiheuttavat taloudellisia tappiota heikentämällä ja tappamalla monia hedelmä- ja lehtipuita sekä havupuita.



Kuva 1. Terveiden, sairaiden ja kuolleiden puiden kes- kimääräiset prosenttiosuudet Vihdissä sijaitsevassa kuusikokeessa 655/01, jossa on valkovenäläisiä alku- perä kolmelta alueelta, Vitebsk (16 erää), Minsk (3 erää) ja Grodno (6 erää) sekä suomalaisia vertailueriä (3 erää). Inventointi tehty ennen harvennusta kokeen ollessa 25 vuoden ikäinen. (Jaakko Napolan aineistoa).



Kuva 2. Koroisia kuusia yksityismetsässä. (valokuva Veli-Matti Saarinen).

Neonectria muodostaa puun pintaan pieniä, miltei pyöreitä, punaisia kotelopulloja eli periteekioita, joista leviävät suvulliset koteloitiöt tartuttavat uusia kasveja koko sen ajan, kun kosteutta ja lämpöä on riittävästi. Suvuttomien *Cylindrocarpon*-itiöiden merkitys taudin levittäjänä lienee vähäinen.

Neonectria suvusta haitallimpina on pidetty *N. ditissima* (*N. galligena*), *N. faginata* ja *N. fuckeliana*-lajeja. *N. ditissima* aihe-

uttaa lehtipuun syöpää, jolle miltei kaikki lehtipuut ovat alttiita. Kilpikirvojen (*Cryptococcus fagisuga*) heikentämät pyökit saavat puolestaan helposti *N. faginata*-sienitartunnan, josta seuraa puiden vähittäinen kuoleminen.

Neonectria fuckeliana

N. fuckeliana tunnetaan ennestään Euroopassa ja Pohjoismaissa kuusien (*Picea spp.*) ja pihtojen

(*Abies spp.*) haavaloisena, joka saa puun muodostamaan tartunta-kohtaan koroja. Norjalaiset ovat saaneet sitä eristettyä myös täysin terveestä puusta. Muualla sitä on kuitenkin pidetty jo pitkään varteenotettava taudinaiheuttajana. Ensimmäiset raportit *N. fuckeliana* aiheuttamista koroista harmaapihdalla on vuodelta 1937 Kanadasta. Myöhemmin sen tiedetään tapaaneen huonokuntoisia harmaa- ja palsamipihtoja (*A. balsamea*) sekä



Kuva 3. *Neonectria fuckeliana*-sienen kotelopulloja kuusen rungolla. Kuoren repeämäkohtiin muodostuvat punaiset pallomaiset itiöpesäkkeet ovat selvästi havaittavia ja läpimitaltaan 1–2 millimetriä. (Valokuva Arja Lilja)

Taulukko 1. Taimitarhakuusten kunto kahden kuukauden kuluttua, kun niiden rungon alaosaan oli lisätty *Neonectria fuckeliana*-sienen rihmastoa neulasarpeen. Toisen kasvukauden kuuset tartutettiin heinäkuussa ja tilanne kasvukauden lopulla. Taimia yhteensä jokaisessa käsittelyssä 54 jaettuna kahteen kerranteeseen.

Käsittely	Terveet	Koroiset	Kuolleet
Kontrolli	100	-	-
Neonectria 1	10±14	15±7	75±7
Neonectria 2	5±7	35±7	60±14
Neonectria 3	6±8	16±7	77±0
Neonectria 4	7±10	27±3	65±8

Pohjois-Amerikassa, Oregonissa että Kaliforniassa. Tartutuskokeissa korojen muodostumiseen on kulunut 1–2 vuotta riippuen puiden elinvoimaisuudesta. Uudessa Seelannissa, jossa 90% viljelyistä tehdään käyttäen nopeakasvuista radiatamäntyä (*Pinus radiata*), ollaan huolissaan 8 vuotiaana karsittujen puiden huonosta kunosta. Puissa esiintyy samanlaisia koroja, halkeamia ja pihkavuotoja kuin meillä kuusella. Oireiden aiheuttajaksi on osoittautunut *N. fuckeliana*-sieni.

Sienet koroissa

Meillä Suomessa tehdyissä tutkimuksissa *N. fuckeliana* oli yleinen kuusien koroissa. Eristetyistä sienistä on sekvensoitu tiettyjä DNA-alueita eli monistuneen geenialueen emäsjärjestys on selvitetty, ja tämän tuloksen vertaaminen kansainväliseen sekvenssitietokantaan (GenBank) on varmistunut, että suurin osa kotimaisista *Neonectria*-eristyksistä on *N. fuckeliana*-lajeja. Myös morfologiset tuntomerkit ja suvuttomat asteet varmistivat määrittämisen. Rungonkappaleita kosteassa pidettäessä pinnalle muodostui rihmastoa, joka tuotti runsaasti *Acremonium* tyyppisiä itiöitä. Viljelyissä agarjaljoilla kasvoi *Cylindrocarpon*-astetta. Joidenkin kuusien rungolla oli myös jo metsässä selvästi havaittavia kotelopulloja (kuva 3). Norjasta ja Tanskasta eristetyt *Neonectria* kannat ovat olleet

98% samanlaisia kuin *N. ditissima* ja näin ne ovat sille läheistä sukua, mutta kuitenkin aiemmin tuntematonta lajia.

Norjassa ja Tanskassa tehdyissä tartutuksissa kaikki eristetyt sienikannat ovat saaneet aikaan neulasten ruskettumista nuorilla pihdoilla. Suomessa, jossa *N. fuckeliana* tartutettiin taimitarhakuusien tyveen noin 5 cm päähän kasvualustan pinnasta, suuri osa taimista kuoli kokonaan, kun vaurio levisi rungon ympäri (taulukko 1). Ennen rihmastoa kasvavan agarpalan lisäämistä rungosta poistettiin neulanen ja ympärys tehtiin neulasarpeen. Nämä kokeet osoittavat selvästi, että testatut sienikannat ovat patogeenisiä, mutta lopullisen käsityksen saamiseksi niiden haitallisuudesta 15–20-vuotiaille kuusille on tehtävä lisää kokeita.

Mahdollisessa Metlaan perustettavassa uudessa hankkeessa on tarkoitus tehdä tartutuskokeita vanhemilla puilla käyttäen hyväksi perustettuja alkuperäkokeita. Päämääränä on löytää hyvin kasvavia kuusialkuperiä, jotka ovat taudille kestäviä. Nyt jo tiedetään, että tietyissä siemenalkuperissä tautia on enemmän ja että sairaut yksilöt levittävät tautia. Toinen tehtävä on selvittää, kuinka isäntäspesifisiä eri *Neonectria*-lajit ovat ja ovatko meillä esiintyvät kannat risteymien ja mahdollisten mutaatioiden kautta patogeenisiksi muuntuneita alkuperäislajeja vai ovatko nyt koroja aiheuttavat kannat meillä uusia tulokas- tai vieraslajeja.

Kirjallisuus

- Crane, P.E., Hopkins, A.J.M., Dick, M.A. & Bullman, L.S. 2009. Behaviour of *Neonectria fuckeliana* causing a pine canker disease in New Zealand. Canadian Journal of Forest Research 39: 2119–2128.
- Dick, M.A. & Crane, P.E. 2009. *Neonectria fuckeliana* is pathogenic to *Pinus radiata* in New Zealand. Australasian Plant Disease Notes 4: 12–14.
- Metzler, B., Meierjohann, E., Kublin, E. & von Wuhlisch, G. 2002. Spatial dispersal of *Nectria ditissima* canker in beech in an international provenance trial. Forest Pathology 32: 137–144.
- Merril, W. & Finley, R.J. 1981. Relationship of stem tissue age to frequency of *Nectria canker*. Plant Disease 65: 66–67.
- Roll-Hansen, F. & Roll-Hansen, H. Microflora of sound-looking wood in *Picea abies* stems. European Journal of Forest Pathology 9: 308–316.
- Schultz, M.E. & Parameter, J.R. Jr. 1990. A canker disease of *Abies concolor* caused by *Nectria fuckeliana*. Plant Disease 74: 178–180.
- Vasilauskas, R. & Stenlid, J. 1997. Population structure and genetic variation in *Nectria fuckeliana*. Canadian Journal of Botany 75: 1707–1713.
- Vasilauskas, R. & Stenlid, J. 1998. Fungi inhabiting stems of *Picea abies* in managed stands in Lithuania. Forest Ecology and Management 109: 119–126.
- Zhao, P., Luo, J., Zhuang, W.Y., Liu, X.Z. & Wu, B. 2011. DNA barcoding of the fungal genus *Neonectria* and the discovery of two new species. Science China Life Science 54: 664–674.



Julkaisusatoa



MYKORRITSAT PARANSIVAT PAAKKUTAIMIEN ELOONJÄÄNTIÄ

Menkis, A., Bakys, R., Lygis, V. & Vasaitis, R. 2011. Mycorrhization, establishment and growth of outplanted *Picea abies* seedlings produced under different cultivation systems. *Silva Fennica* 45(2): 283–289.

Menkis, A., Vasiliauskas, R., Taylor, A.F.S., Stenlid, J. & Finlay, R. 2005. Fungal communities in mycorrhizal roots of conifer seedlings in forest nurseries under different cultivation systems, assessed by morphotyping, direct sequencing and mycelial isolation. *Mycorrhiza* 16: 33–41.

Mykorrhitsasienet muodostavat sienirihmoillaan havupuiden juuriston pinnalle tiheän vaipan ja rihmasto asuttaa myös juuren kuorisolukon soluvälejä. Juurten mykorrhitsoitumista pidetään toivottavana, koska sieniosakkaan on osoitettu eri tutkimuksissa edistävän taimien veden- ja ravinteidenottoa, lisäävän juurten kasvua ja elinikää sekä suojaavan juuristoa kuivuudelta ja taudinaiheuttajilta.

Taimilla tehdyissä tutkimuksissa on todettu, että kasvatusolosuhteet vaikuttavat juuriston mykorrhitsalajistoon ja -määrään. Taimitarhalla kastelu, lannoitus ja kasvinsuojeluaineet voivat osaltaan heikentää juurten mykorrhitsoitumista tai muuttaa eri sienilajien välisiä suhteita. Taimien juuriin voidaan myös ympätä mykorrhitsoja taimitarhalla ja tarkoitukseen on joissakin maissa olemassa kaupallisia mykorrhitsavalmistuksia.

Tätä tutkimusta varten kerättiin kuudelta liettualaiselta taimitarhalla otos sekä paakku- että paljasjuurisista kuusentaimista, joiden mykorrhitsoitumisen oletettiin vaihtelevan niiden erilaisen kasvatustavan vuoksi. Kuusen paakkutaimet oli kasvatettu rullataimina rahkaturpeessa ja paljasjuuritaimet hiekkapitoisessa savimaassa. Taimien lannoitus noudatti sikäläistä käytäntöä, jolloin paljasjuuritaimet saivat vuosittain tyyppiä 34–56 kg/ha ja paakkutaimet 0,1–0,15 kg/m³. Neljävuotiaat taimet istutettiin koneella karulle hiekkapitoiselle niitypellolle, joka oli kynnetty ennen istutusta. Kaikkiaan koekeseeen istutettiin 1250 tainta.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, voidaanko taimitarhalla saada taimiin tiettyjä luontaisia mykorrhitsoja ilman ympäystä valitsemalla sopiva taimien kasvatustekniikka.

Päätulokset

- Kuudelta taimitarhalla kerätyissä taiminäytteissä 95–100 %:lla kuusen taimista todettiin mykorrhitsoja. Mykorrhitsallisten juurenkärkien osuus oli paljasjuuritaimien juuristossa 22–44 % ja paakkutaimien juuristossa 58–83 %.
- Peltoistutuskokeeseen otettujen paljasjuuritaimien juuristosta 36 % ja paakkutaimien juuristosta 100 % oli mykorrhitsallisia.
- Yleisin mykorrhitsasieni oli kantasieniin kuuluva *Amphinema byssoides*.
- Ensimmäisen kasvukauden jälkeen sekä paljasjuuri- että paakkutaimista oli elossa 97 %.

- Toisen ja kolmannen kasvukauden jälkeen paljasjuuritaimista oli elossa 84 % ja 82 % ja paakkutaimista 89 % ja 88 %.
- Paljasjuuritaimet kasvoivat pituutta paakkutaimia enemmän sekä toisena että kolmantena istutuksen jälkeisenä vuonna. Taimityyppien välinen pituuskasvuero kuitenkin kaventui kolmantena vuonna, jolloin paljasjuuritaimet olivat kasvanneet 31,5 cm ja paakkutaimet 29,5 cm.
- Taimien juurista määritetty mykorrhitsasieni *A. byssoides* on osoittautunut myös muissa tutkimuksissa nopeaksi ja vahvaksi kuusen taimien juurten asuttajaksi.
- Mykorrhitsasienet kilpailevat taimen tuottamista hiilihydraateista, mikä voi selittää tässä tutkimuksessa vahvasti mykorrhitsoituneiden paakkutaimien paljasjuuritaimia pienemmän kasvun.
- Paakkutaimien eloonjäänti oli paljasjuuritaimia parempi, minkä katsotaan johtuvan siitä, että mykorrhitsojen on todettu edistävän taimien eloonjääntiä erityisesti ankarissa kasvuolosuhteissa kuten kuivuuden ja hallan vaivaamilla kohteilla.

Marja Poteri



KANNONNOSTO JA HAKKUUTÄHTEEN KORJUU VÄHENSIVÄT MYKORRITSOJA KUUSEN TAIMIEN JUURISTOSSA

Menkis, A., Uotila, A., Arhipova, N. & Vasaitis, R. 2010. Effects of stump and slash removal on growth and mycorrhization of *Picea abies* seedlings outplanted on a forest clear-cut. *Mycorrhiza* 20: 505–509.

Kannonnoston ja hakkuutähteen korjuun vaikutuksista taimien elosaoloon ja kasvuun on toistaiseksi niukasti tutkimustuloksia. Samoin tiedetään hyvin vähän, miten toimenpiteet vaikuttavat mykorrhitsojen määrään ja lajistoon sekä niiden kykyyn asuttaa taimien juuria.

Tässä tutkimuksessa istutettiin toukokuun lopussa yksivuotiaita kuusen paakkutaimia tiheyteen 1800 tainta/ha neljälle erityyppiselle uudistusosalalle, joiden koko oli 20 m x 30 m. Koealojen käsittelyt olivat 1) mätästys 2) kannonnosto 3) hakkuutähteen korjuu ja mätästys ja 4) hakkuutähteen korjuu ja kannonnosto. Keski-Suomessa Juupajoella MT- OMT -metsätyyppiä edustanut koealue kasvoi ennen hakkuuta kuusi-mänty-koivu sekametsää ja se oli perustettu opetustarkoitusta varten demonstraatio-koealaksi.

Koealan taimista mitattiin niiden pituuskasvu kolmen ja neljän vuoden kuluttua istutuksesta. Mykorrhitsojen määrittämistä varten viiden vuoden kuluttua nostettiin kultakin koealalta kolme satunnaisesti valittua koetainta eli yhteensä tutkittiin 12 taimen juuristo. Mykorrhitsojen määrittäminen tehtiin DNA-menetelmällä morfologisesti erilaisista mykorrhitsallisista juurenkärjistä.

Kuusen taimen juuripaakussa lohisienien muodostamaa mykorrhitsallista juuristoa ja sienien itiöemä paakun pinnalla. (Valokuva Marja Poteri)

Päätulokset

- Mykorrhitsallisten taimien osuus oli 63 % – 100 % neljällä eri koealalla.
- Eniten juurenkärkiä oli mykorrhitsoitunut mätästetyllä alalla (97 %), kun vastaava osuus oli kannonnostoalalla 72 % ja hakkuutähteenkorjuu ja kannonnostoalalla sekä hakkuutähteen korjuu ja mätästysalalla kummallakin 76 %.
- Mykorrhitsalajisto oli monipuolisin mätästetyllä alalla (10 lajia), kun muilla tavoin käsitellyillä koealoilla lajeja tavattiin 3–5.
- Kaikkiaan tutkituista 1200 juurenkärjestä löydettiin 13 eri mykorrhitsalajia.
- Yleisimmät lajit olivat karvasilokka (*Thelephora terrestris*) ja

Cenococcum geophilum, jotka myös esiintyivät kaikilla koealoilla.

- Kannonnosto ja hakkuutähteen korjuu vähensivät mykorrhitsallisten juurenkärkien osuutta taimissa, mutta toisaalta näillä aloilla taimien pituuskasvu (18,8–20 cm) oli parempi kuin mätästetyillä aloilla (17,1 cm).
- Johtuen koealueen opetusluonteesta koejärjestelyssä ei ollut toistoja, mikä on otettava huomioon arvioitaessa tuloksia. Bioenergian korjuun vaikutuksia istutustaimien mykorrhitsasieniin on tutkittu jo aikaisemmin Pohjois-Amerikassa, mutta tämä on ensimmäinen Euroopassa tehty vastaavanlainen selvitys.

Marja Poteri



HAKKUUTÄHTEN KORJUULLA EI OLLUT PITKÄAIKAISVAIKUTUKSIA KASVUPAIKAN RAVINNETILAAN

Wall, A & Hytönen, J. 2011. The long-term effects of logging residue removal on forest floor nutrient capital, foliar chemistry and growth of a Norway spruce stand. *Biomass and Bioenergy* 35: 3328–3334 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.08.063>)

Kokopuun korjuussa kasvupaikalta poistuu enemmän orgaanista ainesta ja ravinteita kuin pelkän runkopuun korjuussa. Siksi kasvupaikan ravinteisuuden ja puuntuotoskyvyn säilyminen kokopuun korjuun jälkeen on herättänyt huolta jo usean vuosikymmenen ajan.

Tutkimuksessa verrattiin kivennäismaan orgaanisen kerroksen ravinnemääriä, kuusikon neulasten ravinnepitoisuuksia ja puuston kasvua 30 vuotta puunkorjuun ja taimien istutuksen jälkeen. Taimet olivat paljasjuuritaimita ja ne istutettiin muokkaamattomaan maahan. Kohde oli MT kangas, jonka päätehakkuu-

puuston keskimääräinen tilavuus oli ollut 258 m³/ha ja hakatusta puustosta kuusen osuus oli ollut 65 prosenttia ja männyn 35 prosenttia. Vertailtavina puunkorjuun menetelminä olivat kokopuun korjuu neulasten jäädessä kasvupaikalle ja runkopuun korjuu. Koekenttä sijaitsee Vilppulassa ja on 5 ha pinta-alaltaan.

Päätulokset

- Kokopuun korjuu ei vaikuttanut maan ravinnepitoisuuksiin tai -määriin eikä puuston ravinnetilaan.
- Kokopuukorjatuilla aloilla valtapuiden pituus oli 1,5 m

LAIKKUMÄTÄSTYS KIRITTÄÄ KUUSEN PITUUSKASVUA JA VIIVÄSTYTTÄÄ KOIVUVESAKON SYNTYÄ

Lehtosalo, M., Mäkelä, A. & Valkonen, S. 2010. Regeneration and tree growth dynamics of *Picea abies*, *Betula pendula* and *Betula pubescens* in regeneration areas treated with spot mounding in southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25: 213–223.

Kuusen taimet joutuvat heti istutuksen jälkeen kilpailemaan niitä nopeammin kasvavan lehtipuuvesakon kanssa. Maanmuokkauksella pyritään edistämään kuusen taimien alkukehitystä, mutta samalla paljastettu kivennäismaapinta voi tarjota siemensyntyiselle vesakolle soveliaista kasvualustaa. Laikkujen ja äesvakojen painanteisiin syntyy nopeasti runsas vesakko, kun taas mättäiden muodostamien kohoumien on arveltu olevan siemensyntyisen vesan kasvuun lähdölle epäedullisempi paikka.

Aikaisemmin käytetyn laikutuksen tai äestyksen sijaan nykyisin pääosa kuusen istutusaloista mätätetään — tai ainakin niin suositellaan. Muutokset taimituotannossa (siirtyminen isoista paljasjuuritaimita paakkutaimiin) ovat osaltaan vaikuttaneet maanmuokkausmenetelmien kehittymiseen.

Kuusen taimien alkukehitys on ollut yleensä nopeinta mätästetyillä istutusaloilla. Tätä voi edullisen kasvualustan lisäksi selittää se, että taimen lähiympäristö mätällä vesottuu viiveellä. Mätäspinoilla koivuvesakon kasvuun lähtö viivästyy muutamalla vuodelle, mikä antaa kuuselle etumatkaa kriittisimmässä alkuvaiheessa. Kun taimet istutetaan äestysvaikoihin tai laikkuihin, niiden ympärille nousee runsaasti vesakkoa. Runsaasti vesottuvaa käsiteltyä maanpintaa syntyy mätästyksessä vähemmän kuin äestyksessä.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää luontaisen siemensyntyisen koivun määrää ja tiheyttä erilaisilla laikkumätästyspinoilla (mätäskohouma, laikku, muokkaamaton maa). Lisäksi mitattiin

istutuskuusien ja luontaisten siemensyntyisten koivujen kasvunopeus ja pituusuhde eri ikävaiheissa.

Tutkimuksen aineistoksi valittiin laikkumätästettyjä tuoreita ja lehtomaisen kankaan kuusen uudistusaloja UPM-yhtiön mailta Etelä-Suomesta. Kummaltakin kasvupaikalta otettiin kolmen taimikon otos 3, 6, ja 9 vuoden ikäisistä istutusaloista eli yhteensä tutkittiin 18 taimikkoa. 9-vuotiaat olivat vanhin ikäluokka, josta oli tarpeeksi havaintoja otantaa varten, koska laikkumätästystä aloitettiin juuri tuolloin.

Päätulokset:

- Tuoreet mätäspinnat eivät vesottuneet kovin herkästi. Koivuvesakon tiheys mättäillä oli pienempi 3-vuotiaissa taimikoissa kuin 6- ja 9-vuotiaissa.
- Muutaman vuoden kuluessa mättäiden pinta muodostui koivulle suotuisammaksi kasvualustaksi kuin laikut ja muokkaamaton pinta.
- Vanhemmilla 6- ja 9-vuotiailla aloilla koivuvesakon määrä

oli selvästi suurempi mättäillä kuin laikuissa ja muokkaamattomalla pinnalla.

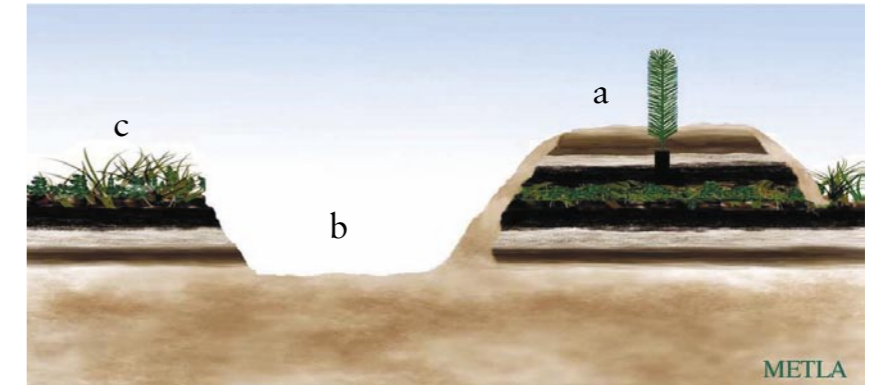
- Siemensyntyisen koivun pituuskehitys oli nuorimmissa taimikoissa selvästi kuusen taimien edellä sekä valta- että keskipituudella mitaten.
- Kuusen taimet saivat mättäillä etua nopeasta pituuskasvusta. Kuusi otti koivun pituuskehityksen kiinni ja 9-vuotiaissa taimikoissa koivun etumatka oli käytännössä poistunut.
- Kasvupaikoilla (tuore-lehtomainen) ei ollut koivun pituuskehitykselle merkitystä.
- Kuusen taimien pituuskasvu oli selvästi nopeampaa kuin aikaisemmissa paljasjuurisilla taimilla tehdyissä selvityksissä, joissa istutuskohteet ovat olleet joko ilman muokkausta, kuokka- tai konelaikutettuja tai äestettyjä.
- Näiden tutkimustulosten perusteella kuusen taimikonhoidon kustannukset tulevat olemaan pienemmät laikkumätästetyillä aloilla kuin taimikoissa, jotka on perustettu

Päätelmiä

- Kasvupaikkatekijöiden vaihtelu kokeen sisällä voi peittää käsitteilyjen väliset erot, vaikka kokeessa oli käsitteilyllä kymmenen toistoa. Koealueen sisäisillä korkeuseroilla olikin voimakkaampi vaikutus puuston pituuskasvuun ja runkotilavuuteen kuin puunkorjuumenetelmällä.
- Lisäksi runkopuun korjuuta käytettäessä luontaisten taimien määrä oli suurempi kuin käytettäessä kokopuun korjuuta. Tämä johtui luultavasti siitä, että hakkuutähteet edistivät luontaisten taimien kehitystä rajoittamalla pintakasvillisuuden kilpailua ja parantamalla mikroilmastoa.

- Kokopuukorjatuilla aloilla puuston kokonaistilavuus oli pienempi verrattuna runkopuukorjattuihin aloihin, mikä johtui pääasiassa puuston pienemmästä runkoluvusta kokopuukorjatuilla aloilla.

Antti Wall ja Jyrki Hytönen



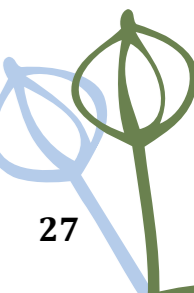
Kuva 1. Laikkumätästyksessä syntyy kolme erityyppistä kasvualustaa: kivennäismaapintaisia mättäitä (a) ja kivennäismaalaikkuja (b), joista mättäiden maanaines on otettu, sekä käsittelemätöntä maanpintaa (c). Mätäiden muodostamisessa kohoumissa kivennäismaapinta on parina alkuvuonna koivun siementen itämiselle epäedullinen paikka, kun taas laikkujen painanteissa kosteusolot pysyvät siementen itämiselle suotuisampana. (Kvalilähde: Luoranen ym. 2008 Metsämaan muokausopas)

vanhemmilla menetelmillä. Kustannustarkastelussa on kuitenkin huomioitava, että laikkumätästys on maanmuokausmenetelmänä kalliimpi kuin laikutus tai äestys.

- Tulokset ovat tässä vaiheessa suuntaa-antavia, sillä eri-ikäiset istutusalat edustivat eri taimikoita ja tutkittujen taimikoiden määrä oli suhteellisen pieni.

Luotettavampia tuloksia varten olisi tehtävä erillinen koejärjestely, missä eri ikävaiheiden mittaukset voitaisiin tehdä samoista taimikoista.

Marja Poteri



PUPELON KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILONÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN

