

# Pusikoita vai puuntuotantoa?

Tutkimuspäivä Rovaniemellä 11.12.2014

Risto Jalkanen, Irene Murtovaara ja Martti Varmola (toim.)



Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute -sarjassa julkaistaan tutkimusten ennakkotuloksia ja ennakkotulosten luonteisia selvityksiä. Sarjassa voidaan julkaista myös esitelmiä ja kokouskoosteita yms.

Sarjan julkaisut ovat saatavissa pdf-muodossa sarjan Internet-sivuilta.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/>  
ISSN 1795-150X

#### Toimitus

PL 18  
01301 Vantaa  
puh. 010 2111  
faksi 010 211 2101  
sähköposti [julkaisutoimitus@metla.fi](mailto:julkaisutoimitus@metla.fi)

#### Julkaisija

Metsäntutkimuslaitos  
PL 18  
01301 Vantaa  
puh. 010 2111  
faksi 010 211 2101  
sähköposti [info@metla.fi](mailto:info@metla.fi)  
<http://www.metla.fi/>

Kannen kuva: Mikko Hyppönen etsii taimia noin 40 vuotta aikaisemmin siemenpuuasentoon hakatulta alalta Savukoskella. Valokuva: Risto Jalkanen.

<b>Tekijät</b> Jalkanen, Risto, Murtovaara, Irene ja Varmola, Martti (toim.)			
<b>Nimeke</b> Pusikoita vai puuntuotantoa? Tutkimuspäivä Rovaniemellä 11.12.2014			
<b>Vuosi</b> 2014	<b>Sivumäärä</b> 53	<b>ISBN</b> 978-951-40-2524-2 (PDF)	<b>ISSN</b> 1795-150X
<b>Alueyksikkö / Tutkimusohjelma / Hankkeet</b> Pohjois-Suomen alueyksikkö / Tulevaisuuden metsät ja metsänhoito / 3551 Metsän luontainen uudistaminen – pusikoita vai puun tuottamista; 7504 Metsänhoidon kehittämis- ja tutkimusyhteistyö Pohjois-Suomessa ja -Ruotsissa; 3606 Metsien kasvu muuttuvassa ympäristössä			
<b>Hyväksynyt</b> Taneli Kolström, tutkimusjohtaja 31.12.2014			
<b>Tiivistelmä</b> Tämän työraportin artikkelit ovat kooste Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusyksikön järjestämän tutkimuspäivän esitelmistä. Tutkimuspäivä pidettiin Lapin ammattikorkeakoulun tiloissa Rovaniemellä 11.12.2014. Kaikki artikkelit ovat tulosta tiiviistä ja tuloksellisesta yhteistyöstä tutkimuksen ja käytännön metsätalouden välillä. Toimijoina ja rahoittajina tässä yhteistyössä ovat Metlan ohella olleet Metsähallitus, Ruotsin maatalouskorkeakoulu (SLU) ja Sveaskog.  Työraportin keskeisenä teemana on luontainen uudistaminen, joka ekstensiivisenä uudistamistapana sopii hyvin pohjoisen vähätuottoisille ja pitkän kiertoajan maille. Turvemailla kuusi uudistuu luontaisesti pienaukkojen avulla. Kanervan nummettamien mäntymaiden uudistamiseen haetaan vastausta mm. kullottamalla. Poro ekologisena tekijänä on mukana uudistamisen tutkimuksissa. Aggressiivisesta tervasrososta on pohjoisessa kasvanut huolestuttava uhka taimikoiden ja nuorten metsien kehitykselle. Uudistamiskustannusten alentamiseksi on kehitteillä uusia siementä säästäviä menetelmiä. Yhteistyö käytännön toimijoiden kanssa on perusedellytys menestykselliseen metsänhoidon tutkimukseen ja käytännön metsänhoitotyöhön. Pohjoisen metsänuudistamistutkimuksen arvioidaan jatkossa pysyvän vahvana nimenomaan yhteistyön kautta.  Tämä on viimeinen julkaisu Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute -sarjassa. Sarja lopetettiin Metlan siirtyessä 1.1.2015 osaksi Luonnonvarakeskusta (Luke).			
<b>Asiasanat</b> Luontainen uudistaminen, kylvö, kanervoituminen, nummettuminen, poro, pienaukot, korvet, tervasroso, tutkimusyhteistyö, sidosryhmät			
<b>Julkaisun verkko-osoite</b> <a href="http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2014/mwp321.htm">http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2014/mwp321.htm</a>			
<b>Tämä julkaisu korvaa julkaisun</b>			
<b>Tämä julkaisu on korvattu julkaisulla</b>			
<b>Yhteydenotot</b> Risto Jalkanen, Luonnonvarakeskus, PL 16, 96301 Rovaniemi. Sähköposti <a href="mailto:risto.jalkanen@luke.fi">risto.jalkanen@luke.fi</a>			
<b>Muita tietoja</b>			

## Sisällys

<b>Metsänuudistamistutkimuksessa kehä sulkeutuu.....</b>	<b>5</b>
<b>Pienet vai vähän suuremmat aukot – kuusen luontainen uudistaminen Pohjois-Suomen turvemilla .....</b>	<b>7</b>
<i>Hannu Hökkä ja Jaakko Repola</i>	
<b>Kangasmetsien uudistamisen ongelmat Lapissa – kasvatetaanko kanervaa vai mäntyä? .....</b>	<b>12</b>
<i>Pasi Rautio, Mikko Hyppönen, Ville Hallikainen, Juhani Niemelä, Pekka Välikangas, Risto Jalkanen, Hans Winsa, Arto Hiltunen ja Urban Bergsten</i>	
<b>Poronhoito ja metsätalous samoilla kairoilla – miten yhteiselo sujuu? .....</b>	<b>23</b>
<i>Ville Hallikainen, Mikko Hyppönen, Pasi Rautio, Kari Mikkola, Eero Mattila, Anu Akujärvi ja Matti Lappalainen</i>	
<b>Ensiharvennus vai uudistaminen – aggressiivinen tervasroso mäntytaimikoiden ja nuorten metsien kimpussa .....</b>	<b>31</b>
<i>Risto Jalkanen</i>	
<b>Metsänhoitosuosituksat – silta tutkimuksen ja käytännön välillä.....</b>	<b>38</b>
<i>Ari Keskimölo</i>	
<b>Föryngringsförsök i Norrbotten .....</b>	<b>42</b>
<i>Hans Winsa, Mikko Hyppönen, Ville Hallikainen, Johan Lundbäck, Jonas Öhlund, Esko Jaskari och Pasi Rautio</i>	
<b>Yhteistyö on vahvistanut pohjoisen metsänhoidon tutkimusta – mitä uutta edessä?.....</b>	<b>50</b>
<i>Mikko Hyppönen</i>	
<b>Kirjoittajat.....</b>	<b>53</b>

## Metsänuudistamistutkimuksessa kehä sulkeutuu

Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusasema perustettiin toukokuussa 1970. Yhtenä merkittävänä perusteena tutkimustoiminnan laajentamiselle outamaihin olivat laajat epäonnistumiset metsän- ja erityisesti männynviljelyssä. Tarvittiin perinpohjaista tutkimusta metsänviljelyn ongelmien selättämiseksi. Siihen työhön uusi tutkimusasema paneutuikin täydellä voimalla tuloksetko mielessään. Alustavien tutkimustulosten myötä syntyi tarve jakaa tietoa laajemminkin.

Helmikuun 24.–25. vuonna 1971 pidettiin ensimmäiset tutkimuspäivät, jotka sittemmin toistuvat vuosittain, useimmiten kaksipäiväisinä, parin vuosikymmenen ajan. Ne olivat metsävuoden merkkitapaus pohjoisessa ja laajemminkin Suomessa erityisesti silloin, kun tutkimuspäivät ja Lapin metsätalospäivät järjestettiin samalla viikolla. – Käytännössä tutkimuspäiville pääsivät esiintymään kaikki tutkijat, joilla oli jotain uutta kerrottavaa tutkimuksistaan. Rovaniemen ja Kolarin tutkimusasemat vastasivat järjestelyistä.

Alkuvuosien tutkimuspäivillä puhuttiin ja keskusteltiin lähes yksinomaan metsänuudistamisesta ja metsätuhoista. Metsänaurus ja käpysato kiihdyttivät keskusteluja. Tutkimuskentän laajentuessa vauhdilla mukaan tulivat metsien monikäyttö, puuntuotanto, kasvututkimukset, valtakunnan metsien inventointi ja liiketaloudelliset selvitykset, suontutkimuskin. Metsänuudistamiskysymykset olivat tavalla tai toisella koko ajan mukana. Pikkuhiljaa siirryttiin laaja-alaisista tutkimuspäivistä erikoisaiheisiin seminaareihin, jotka yksipäiväistivät tutkimuspäivät. Ne saattoivat olla hankkeen väli- tai loppuseminaareja tai muita kapea-alaisen aiheen tiedotustilaisuuksia. Lopulta yksipäiväisetkin tutkimuspäivät perinteisessä muodossaan kävivät vähiin kadoten lopulta kokonaan.

Kun pohjoisen metsänhoidossa alkoi korostua ekstensiivisyys, eikä metsänuudistamista kaikilta osin edelleenkaan hallittu riittävästi, tutkimus paneutui jälleen metsänuudistamisen ongelmiin. Osaltaan tätä höysti 1990-luvulla alkanut ja 2000-luvulla laajentunut keskustelu poron ja metsätalouden suhteista. Rengas sulkeutui: vuoden 2014 tutkimuspäivät – tai oikeammin – yksipäiväinen tutkimuspäivä 11.12.2014 keskittyi luontaiseen uudistamiseen ja sen ongelmiin pohjoisen äärevissä ja monikäyttöisissä oloissa. Nytkin puhuttiin maan ominaisuuksista ja muokkauksesta – 1970-luvun metsäauran vain oli korvannut poro.

Pohjoisen metsänuudistamistutkimus on tiedottanut tutkimustuloksistaan laajalti ja monipuolisesti kymmenen viime vuoden aikana. Siitä erityinen kiitos kuuluu hankkeita ideoineelle ja vetäneelle Mikko Hyppöselle.

Tutkimuspäivät ovat aina olleet erittäin suosittuja. Niin ne olivat nytkin: kaikki halukkaat eivät mahtuneet mukaan Lapin ammattikorkeakoulun saliin.

Tutkimuspäivät on instituutio, jonka soisi olevan voimissaan myös Luonnonvarakeskuksen aikakaudella.

Perinteisesti tutkimuspäivistä laadittiin tiedonanto, johon koottiin artikkeleita tai laajennettuja tiivistelmiä tutkimuspäiväesitelmien pohjalta. Niin tehtiin nytkin.

Varhaisimmat tutkimuspäiväesitelmät julkaistiin omassa *Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja* -sarjan numeroissa 2 ja 3. Ensimmäisessä numerossa vuonna 1970 kuvattiin metsänviljelytutkimuksen työryhmän Pohjois-Suomen retkeilyä ja sen aikana mm. uudistamisesta käytyä keskustelua.

Vuodesta 1981 alkaen tutkimusaseman tiedonannot sisällytettiin *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* -sarjaan, jossa jatkettiin tutkimuspäivien esitelmien julkaisemista aina vuoteen 2004.

Tuolloin (1.11.2004) nimeksi valittiin *Metlan työraportteja – Working Papers of the Finnish Forest Research Institute*, joka lähtökohtaisesti oli verkkojulkaisu. Tämän sarjan viimeinen numero, 321, on nyt käsillä tai oikeammin näytöllä; sarja lopetettiin Metsäntutkimuslaitoksen sulautuessa vuoden 2015 alusta Luonnonvarakeskukseen.

*Risto Jalkanen*

*Martti Varmola*

# Pienet vai vähän suuremmat aukot – kuusen luontainen uudistaminen Pohjois-Suomen turvemailla

Hannu Hökkä ja Jaakko Repola

## Johdanto

Korpikuusikoiden luontaisesti hyvä taimettuminen on tunnettu kauan. Lukkala (1946) päätyi suosittelemaan väljennyshakkuun jälkeen tehtävää kaistalehakkuuta sekä metsänhoidon että talouden kannalta hyvänä korpikuusikoiden luontaisen uudistamisen menetelmänä. Luontainen uudistuminen perustuu kuusen kykyyn taimettua hyvinkin varjoisissa oloissa järeän puuston alla. Nykyisin yleisin käytössä oleva korpikuusikoiden luontaisen uudistamisen menetelmä on suojustuuhakkuu, jonka on todettu antavan hyvän uudistamistuloksen ja joka on kaistalehakkuun ohella metsänhoitosuosituksen mukainen luontaisen uudistamisen vaihtoehto korpikuusikoille (Hyvän metsänhoidon... 2014). Suojustuuhakkuun toimivuus on laajalti todettu käytännössä, mutta sen taloutta rasittavat suojustuuhakkuun sitoutunut pääoma ja tuulenskaatoriski.

Käytännössä valtaosa korpikuusikoista uudistetaan kivennäismaiden kuusikoiden tapaan eli avohakkuulla ja metsänviljelyllä. Erityisesti Pohjois-Suomessa viljelyuudistamisen kannattavuus turvemailla on kivennäismaita heikompi useasta syystä. Hakkuukertymän määrä on yleensä alhaisempi ja päätehakkuupuuston laatu heikompi kuin kivennäismailla. Taimikon alkukehityksen turvaaminen edellyttää intensiivistä heinäntorjuntaa ja taimikonhoitoa. Koska turvemaiden päätehakkuuseen liittyy lähes aina ojien kunnostus, kustannukset ja vesistöriskit ovat suurempia turve- kuin kivennäismailla. Turvemaat sijaitsevat yleensä alavilla mailla, joten suuremmilla aukoilla toistuvat hallatuhot hidastavat taimikon alkukehitystä.

Edellä mainituista syistä viljavien korpien edullisten luontaisen uudistamisen menetelmien kehittämiseksi on siis edelleen tarvetta. Ideoimme kaksi kenttäkoetta, joissa tavoitteena oli selvittää, kuinka päätehakkuuvaiheen korpikuusikko uudistuu luontaisesti vaihtelevan kokoisissa pienaukoissa. Tässä artikkelissa esitetään tiivistelmä tuloksista, joita on saatu pienaukkohakkuista korpien luontaisen uudistamisen menetelmänä. Tulokset on pääosin julkaistu tieteellisissä artikkeleissa (Hökkä ym. 2011, 2012, Hökkä ja Mäkelä 2014).

## Pienaukkokokeet

Pienaukko tarkoittaa yleensä metsikön latvuksen aukkoa, joka voi syntyä yhden tai useamman puun kuoleamisen, kaatumisen tai hakkuun seurauksena. Metsänhoitosuosituksissa (Hyvän metsänhoidon... 2014) pienaukolla tarkoitetaan lähinnä pienehköä avohakkuuta, mikä ymmärretään eri-ikäisen metsän hakkuutapana. Mikäli aukon koko on enintään 0,3 ha, pienaukkoon ei kohdistu uudistamisvelvoitetta.

Tämän tutkimuksen korpikuusikoihin teytyjen pienaukkokokeiden aukot olivat kooltaan vain 78–491 m<sup>2</sup>. Tavoitteena oli tutkia kuusen taimettumisprosessia sekä alikasvostaimien elossapysymistä ja pituuskasvun elpymistä, kun valon määrä kasvaa hyvin vähäisestä niin, että reunametsä varjostaa enää vain vähän taimia. Suurimman aukon läpimitta oli hieman suurempi kuin ympäröivän metsikön valtapituus. Kenttäkokeet perustettiin vuosina 2004–2005 Tervolan Lintupirtille, missä aukkojen läpimitat olivat 10, 15 ja 20 m ja Oulun Sanginjoelle, missä läpimitat olivat 15, 20 ja 25 m. Tervolassa kasvupaikka oli ruohoturvekangas ja Oulussa mustikkaturvekangas I. Tervolassa turvetta oli 10–50 cm ja Oulussa 35–60 cm. Tervolassa hakattiin kaikkiaan 33 ja Oulussa 18 pienaukkoa.

Vuosina 2005–2010 kokeilla seurattiin hakkuussa säästyneiden ja uusien taimien määrän muutosta toistuvasti. Tervolassa selvitettiin myös sekä maanmuokkauksen (laikutus) tarvetta että uudistumista pienehköllä avohakkuualalla (0,2–0,3 ha). Taimet inventoitiin pienaukoille sijoitetuilta viideltä taimikoealalta (keskellä yksi 10 m<sup>2</sup>:n ja reunoilla neljä 5 m<sup>2</sup>:n koealaa) keväällä ennen pintakasvillisuuden nousua. Taimet eroteltiin alle ja yli 10 cm:n pituisiin taimiin. Alle 10 cm pituisten taimien arvioitiin syntyneen hakkuun jälkeen. Keväällä 2013 Tervolassa mitattiin kehityskelpoisten taimien pituudet ja viiden vuoden (2008–2012) pituuskasvut. Kasvatuskelpoiksi määritettiin kaikki kuuset, joiden pituus keväällä 2013 oli vähintään 20 cm ja jotka olivat terveitä ja sijaitsivat vähintään 60 cm:n etäisyydellä toisistaan. Kasvatuskelpoisten taimien enimmäismääräksi hyväksyttiin kullakin pienaukolla 3 000 kpl/ha.

## Tulokset

Kummassakin kohteessa oli merkittävä määrä yli 10 cm pitkiä alikasvostaimia, jotka säästyivät hakkuussa, keskimäärin 9 000 kpl/ha. Noin 30 % näistä alikasvostaimista kuoli ensimmäisen viiden vuoden kuluessa niin, että vuonna 2010 alikasvostaimia oli hengissä keskimäärin 6 400 kpl/ha.

Uusien taimien (alle 10 cm) määrä oli Tervolassa ensimmäisenä hakkuun jälkeisenä vuonna hyvin alhainen, mutta jo kolmantena vuonna (2008) erittäin suuri (6 000–14 000 kpl/ha). Oulussa uudet taimet inventoitiin ensimmäisen kerran kolmen vuoden kuluttua, jolloin taimimäärä oli 1 500–5 000 kpl/ha. Siirtymää yli 10 cm pitkien taimien joukkoon tapahtui vuodesta toiseen kummassakin kohteessa, mutta selvästikin suurin osa pienistä taimista oli vaihtuvaa taimiainesta, joka kuoli syntymävuotensa kuluessa. Viiden vuoden kuluttua hakkuusta vuonna 2010 Tervolassa oli keskimäärin 5 050 kpl/ha yli 10 cm:n pituisia taimia, joista yli 80 % (4 140 kpl/ha) oli kuusia (kuva 1). Oulussa taimia oli keskimäärin 5 870 kpl/ha, joista 70 % oli kuusia (3 970 kpl/ha). Aukon koolla ei ollut vaikutusta taimettumiseen.

Aukon koon kasvaessa valon määrä lisääntyy, jolloin myös hieskoivun uudistuminen pienaukkoihin voimistuu. Se näkyi selvästi tässä aineistossa: Tervolassa alle 20 metrin aukoissa hieskoivun osuus taimien runkoluvusta oli alle 10 %, kun suurimmilla aukoilla vuonna 2010 se oli jo yli 30 % runkoluvusta. Oulussa 20 ja 25 metrin aukoilla koivun osuus oli yli 30 ja 15 metrin aukolla 25 % runkoluvusta vuonna 2010.



**Kuva 1.** Hyvin taimettunut 20 metrin läpimittainen pienaukko Tervolan Lintupirtillä 8 vuoden kuluttua hakkuusta. Valokuva: Hannu Hökkä.

Tervolan erillistarkastelu laikutuksen vaikutuksesta uudistumiseen antoi hyvin yksiselitteisen tuloksen: laikutuksesta oli pelkästään haittaa, sillä se hidasti taimettumisen alkamista 2–3 vuodella verrattuna muokkaamattomiin pienaukkoihin. Pienaukkojen vertailu pieniin avohakkuualoihin (0,2–0,3 ha) Tervolan kokeella osoitti, että pienaukot taimettuivat nopeammin ja runsaammin kuin pienet avohakkuualat. Niissä taimia myös siirtyi yli 10 cm:n pituusluokkaan nopeammin kuin pienillä avohakkuualoilla. Silti myös avohakkuualoille syntyi vuosi vuodelta enemmän taimia. Viiden vuoden kuluttua pienillä avohakkuualoilla oli keskimäärin hieman yli 1 200 yli 10 cm:n pituista kuusta hehtaarilla, vaikka 60 %:lla taimikoealoista niitä ei ollut lainkaan. Avohakkuualoille syntyi huomattavasti enemmän hieskoivua, sillä viiden vuoden kuluttua hieskoivun osuus runkoluvusta oli lähes 50 %.

Keskimääräinen kasvatuskelpoisten taimien runkoluku Tervolan kokeella vuonna 2013 oli 1 645 kpl/ha (kolmella pienaukolla 33:sta ei yhtään tainta), niiden keskimääräinen pituus oli 65 cm ja pituuskasvu 7,1 cm/v (Hökkä ja Mäkelä 2014). Pituuskasvun elpyminen kesti 4–5 vuotta ja oli nopeinta 20 metrin pienaukolla sekä 15 metrin aukon keskellä ja pohjoisreunalla. Myös 10 metrin aukolla pituuskasvu oli elpynyt hyvin. Laaditun mallin mukaan taimien ennustettiin saavuttavan rinnankorkeuden 15–20 vuodessa hakkuun jälkeen.

## Tarkastelua

Hakkuussa säästyneiden taimien inventointi osoitti, että päätehakkuuvaiheen korpikuusikossa on runsaasti luontaista, uudistamisessa hyödyntämiskelpoista alikasvosta, vaikka noin kolmannes siitä kuolee hakkuun jälkeen. Pienten, hakkuun jälkeen syntyneiden taimien määrän kehittymisen perusteella pienaukot taimettuivat hyvin jo ensimmäisen viiden vuoden aikana, vaikka vakiintuminen yli 10 cm pituisten taimien luokkaan on huomattavasti hitaampaa kuin uusien taimien syntyminen. Vaikka keskimääräinen tiheys olikin kasvatuskelpoiselle taimikolle riittävä, vielä kahdeksan vuoden kuluttua hakkuusta 10 %:lla pienaukoista ei ollut yhtään kasvatuskelpoista kuusen tainta. Hieskoivun taimettuminen voimistuu, kun pienaukon läpimitta on vähintään 20 metriä. Maanmuokkausta ei tarvita, itse asiassa se hidastaa taimien syntymistä: ilmeisesti osa aiemmin syntyneistä sirkkataimista ja siemensadosta tuhoutuu ja pintakasvillisuus rehevöityy muokkauksessa. Pienaukot uudistuvat nopeammin kuin pienet avohakkuualat, joilla taimettuminen tapahtuu hitaammin. Pienten avohakkuualojen uudistumista voidaan kuitenkin pitää tyydyttävänä taimettumisen epätasaisuudesta huolimatta.

Pienaukkojen hyvään uudistumistulokseen lienee kaksi pääasiallista syytä. Hakkuu tapahtui otolliseen aikaan, sillä vuonna 2006 kuusella oli runsas siemensato, jonka vaikutus heijastuu tuloksiin useana vuotena. Toinen merkittävä tekijä on suokasvupaikkojen kostea maanpinta, joka näyttäisi takaavan kivennäismaata paremman taimettumisen. Huolimatta tutkimusalueen ojitamisesta jo vuosikymmeniä ennen hakkuuta rakkasammalkasvusto oli säilynyt varastoiden kosteutta ja edesauttaen siementen itämistä. Eteläisessä Suomessa vanhoille ojitusalueille kehittyy usein heikosti kosteutta sitova raakahumuskerros (Saarinen ja Hotanen 2000), ja uudistuminen yleensä edellyttää kerroksen rikkomista. Tässä aineistossa muokkaus ei tuottanut mitään etua.

Taimien pituuskehityksen elpyminen alkoi neljän kasvukauden jälkeen, minkä on havainnut myös Valkonen (2000) kivennäismailla. Kasvunopeus hakkuun jälkeen oli itse asiassa odotuksia nopeampi, vaikka turvemaiden viljelytaimikoiden alkukehitys on vieläkin nopeampaa (Siipilehto ym. 2014). Ottaen huomioon kasvuedellytysten erot Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä tutkimusalueen kuusten kasvu turvemaalla on verrattavissa eteläsuomalaisen kivennäismaan alikasvostaimikon kehitykseen ylispuuston poiston jälkeen (Koistinen ja Valkonen 1993). Eri-ikäismetsikön alikasvostaimien kasvu on huomattavasti hitaampaa (Eerikäinen ym. 2014). Taimet eivät siis tämän perusteella jää juromaan, vaan viidentenä kasvukautena hakkuusta ne alkavat kasvaa nopeammin.

Tulosten perusteella Pohjois-Suomen korpikuusikoiden pienaukot taimettuivat hyvin viidessä vuodessa ja taimien kasvu elpyy samassa ajassa. Pienaukkohakkuulla näyttäisi siis olevan mahdollista tuottaa metsänhoidollisesti riittävän tiheä ja kasvukykyinen taimikko hakkuuaukkoihin ilman uudistamiskustannuksia. Tervolassa vertailuna olleet pienet avohakkuut osoittivat, että myös isommat pienaukot (0,2–0,3 ha) metsittyvät, joten on hyvin todennäköistä, että pienempien aukkojen laajentaminen ei pysäytä uudistumista, vaan myös uusi reunavyöhyke tulee taimettumaan. Korpien luontainen uudistaminen ilman viljelyä ja muokkausta on onnistunut ennenkin. Esimerkiksi Moilasen ym. (2011) mukaan korpikuusikon uudistaminen avohakkuun ja luontaisen taimettumisen kautta tuotti 14 vuodessa 2 800 kasvatuskelpoista kuusen tainta hehtaarilla, kun taas mätästys ja kuusen istutus tuotti 2 500 kpl/ha. Viljelytaimet olivat kuitenkin keskimäärin hieman pidempiä. Pienaukkojen suurentaminen 0,3 hehtaariin johtaa epätasaisempaan taimikkoon ja perkaustarpeen sekä hallariskin lisääntymiseen, mutta näyttää tuottavan vähintäänkin tyydyttävän taimikon. Metsänuudistamisen tuloksen kannalta luontaiseen taimiainekseen tukeutuminen Pohjois-Suomen korpikuusikoiden uudistamisessa on siis vähintään yhä hyvä menetelmä kuin metsänviljely. Lisäetuna säästytään viljelykustannuksilta.

## Viitteet

- Eerikäinen, K., Valkonen, S. & Saksa, T. 2014. Ingrowth, survival and height growth of small trees in uneven-aged *Picea abies* stands in southern Finland. *Forest Ecosystems* 2014(1: 5). 10 p.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2014. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Metsäkustannus. 264 s.
- Hökkä, H., Repola, J., Moilanen, M. & Saarinen M. 2011. Seedling survival and establishment in small canopy openings in drained spruce mires in Northern Finland. *Silva Fennica* 45(4): 633–645.
- Hökkä, H., Repola, J. & Moilanen, M. 2012. Modelling volume growth response of young Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands to N, P, and K fertilization in drained peatland sites in Finland. *Canadian Journal of Forest Research* 42(7): 1359–1370.
- Hökkä, H. & Mäkelä, H. 2014. Post-harvest height growth of Norway spruce seedlings in northern Finland peatland forest canopy gaps and comparison to partial and complete canopy removals and plantations. *Silva Fennica* 48(5): 1–16.
- Koistinen, E. & Valkonen, S. 1993. Models for height development of Norway spruce and Scots pine advance growth after release in southern Finland. Tiivistelmä: Mallit kuusen ja männyn vapautettujen alikasvostaimien pituuskehitykselle Etelä-Suomessa. *Silva Fennica* 27(3): 179–194.
- Lukkala, O.J. 1946. Korpimetsien luontainen uudistaminen. *Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja* 34(3). 150 s.
- Moilanen, M., Issakainen, J. & Vesala, H. 2011. Metsän uudistaminen mustikkaturvekankaalla – luontaisesti vai viljellen? *Metlan työraportteja* 192. 30 s.
- Saarinen, M. & Hotanen, J.-P. 2000. Raakahumuksen ja kasvillisuuden yhteisvaihtelu Pohjois-Hämeen vanhoilla ojitusalueilla. *Suo* 51(4): 227–242.
- Siipilehto, J., Saarinen, M. & Hökkä, H. 2014. Taimikoiden pituuskehityksen luotettavuus sovellettaessa MOTTI-ohjelmiston kangasmaiden ennustemalleja turvekankaille. *Metlan työraportteja* 294. 25 s.
- Valkonen, S. 2000. Kuusen taimikon kasvattamisen vaihtoehdot Etelä-Suomen kivennäismailla: puhdas kuusen viljelytaimikko, vapautettu alikasvos ja kuusi–koivusekataimikko. Väitöskirja. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 763. 83 s. + 4 osajulkaisua.

## Kangasmetsien uudistamisen ongelmat Lapissa – kasvatetaanko kanervaa vai mäntyä?

Pasi Rautio, Mikko Hyppönen, Ville Hallikainen, Juhani Niemelä, Pekka Välikangas, Risto Jalkanen, Hans Winsa, Arto Hiltunen ja Urban Bergsten

### Johdanto

Luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä on kustannuksiltaan suhteellisen alhainen ja siksi houkutteleva vaihtoehto etenkin Pohjois-Suomessa, jossa uudistettavaa alaa on paljon. Huolimatta lyhyestä kasvukaudesta ja viileästä ilmastosta männyn (*Pinus sylvestris*) luontainen uudistaminen onnistuu Pohjois-Suomessa yleensä hyvin. Pohjoisen haastavat olosuhteet vaativat kuitenkin oikeita menetelmiä ja oikeaa ajoitusta, jotta luontainen uudistaminen onnistuisi. Luonnontilaiset metsät ovat uudistuneet useimmiten metsäpalojen kautta. Metsäpalo poistaa kilpailevat kasvilajit ja useimmiten tuhoaa myös kuntan. Näin puiden siemenillä on paremmat mahdollisuudet itää ja taimilla kasvaa ennen kuin kilpailu esim. heinien ja ruohojen kanssa rupeaa rajoittamaan kasvua. Talousmetsien uudistaminen luontaisesti vaatii yleensä jonkinasteisen maankäsittelyn siementen itävyyden ja taimettumisen parantamiseksi ja pituuskasvun nopeuttamiseksi (Yli-Vakkuri 1961, Hagner 1962, Bergan 1981, Ackzell 1993, Karlsson ja Örlander 2000, Oleskog ym. 2000, Hyppönen 2002).

Toisinaan männyn luontainen uudistaminen epäonnistuu jopa kuivilla ja kuivahkoilla kankailla, jollaisilla ei yleensä ole uudistamisvaikeuksia (kuva 1, Niemelä 2002). Itä-Lapin kuivien ja kuivahkojen kankaiden uudistamisongelmia tutkiessaan Hallikainen ym. (2007) havaitsivat, että uudistumistulos oli heikko maankäsittelystä huolimatta. Tulokset viittasivat siihen, että maaperän ominaisuudet, kenttä- ja pohjakerroksen kasvillisuus, sienitaudit ja poron laidunnus voivat olla yhteydessä hitaaseen ja huonoon uudistumiseen.

Näiden uudistamisongelmien perimmäisten syiden selvittämiseksi tarvittiin kuitenkin lisätutkimuksia. Lisätietoa kerättiin inventointitutkimuksessa, jossa keskityttiin kenttä- ja pohjakerroksen kasvilajiston roolin selvittämiseen (Hyppönen ym. 2013). Tämän inventointitutkimuksen pohjalta perustettiin lisäksi männyn istutus- ja kylvökoe, jossa etsitään uudistumisongelmien syitä erilaisten metsänkäsittelytoimenpiteiden avulla. Alla esitellään näissä tutkimuksissa toistaiseksi saatuja tuloksia.



**Kuva 1.** Noin 40 vuotta aikaisemmin siemenpuuasentoon uudistettu metsikkö Savukoskella. Uudistuminen ei ole onnistunut. Valokuva: Risto Jalkanen.

## Materiaali ja menetelmät

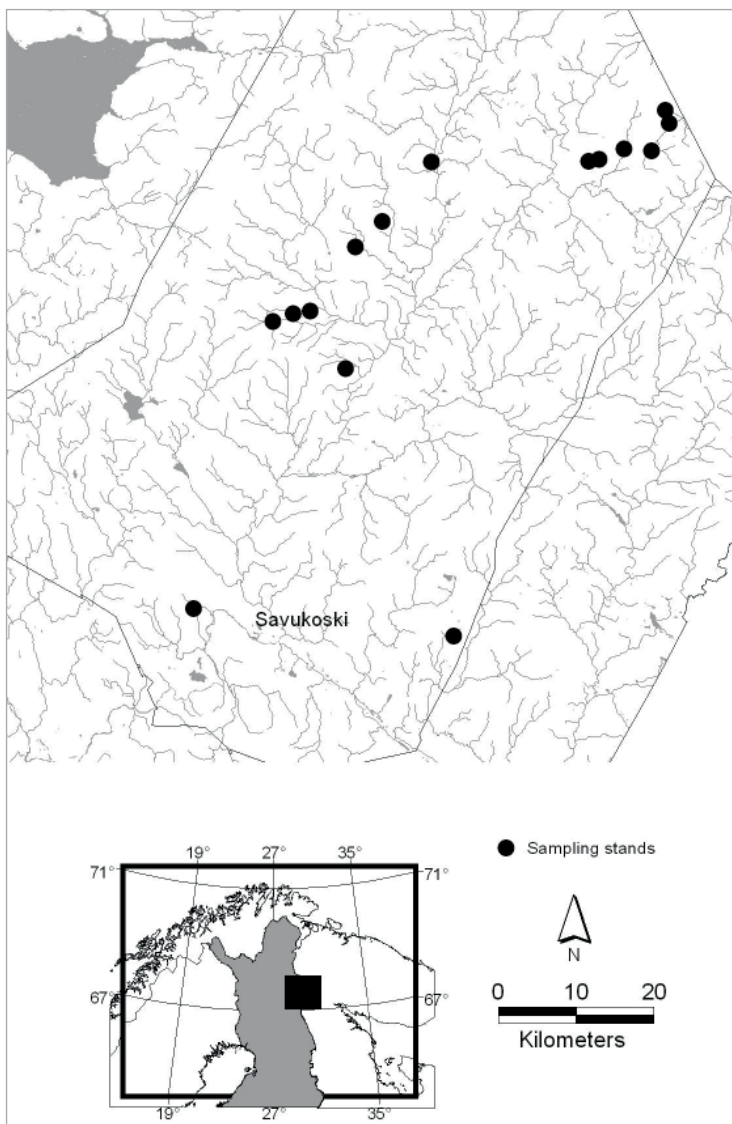
### Inventointitutkimus

Inventointitutkimuksen 15 koemetsikköä (kuva 2) valittiin satunnaisesti niiden metsiköiden joukosta, jotka oli luontaisesti uudistettu Itä-Lapissa vuosina 1986–1987 käyttäen siemenpuumenetelmää (Hallikainen ym. 2007). Muuttujia mitattiin tai määritettiin metsikkö-, näyteala- ja taimitasolla seuraavasti:

Metsikkötasolla mitattuja muuttujia olivat keskimääräinen lämpösumma Ojansuun ja Henttosen (1983) mukaan, metsikön korkeusasema (mpy), siemenpuuhakkuusta kulunut aika vuosina ja siemenpuiden lukumäärä hehtaarilla.

Koealatasolla jokaisesta metsiköstä valittiin 25 satunnaisesti sijoitettua 10 m<sup>2</sup>:n koealaa. Koealoilta mitattiin kasvilajien peittävyys, taimien lukumäärä puulajeittain, siemenpuuhakkuun jälkeiden syntyneiden männyn taimien lukumäärä, maaperän kivisyys, humuksen paksuus, hakkuutahteen määrä ja paljastuneen kivennäismaan osuus.

Taimitasolla koealan kaikkien taimien ikä, pituus ja kunto määritettiin. Lisäksi arvioitiin kasvilajien runsaus taimen välittömässä ympäristössä (5 cm:n etäisyydellä taimen tyvestä).

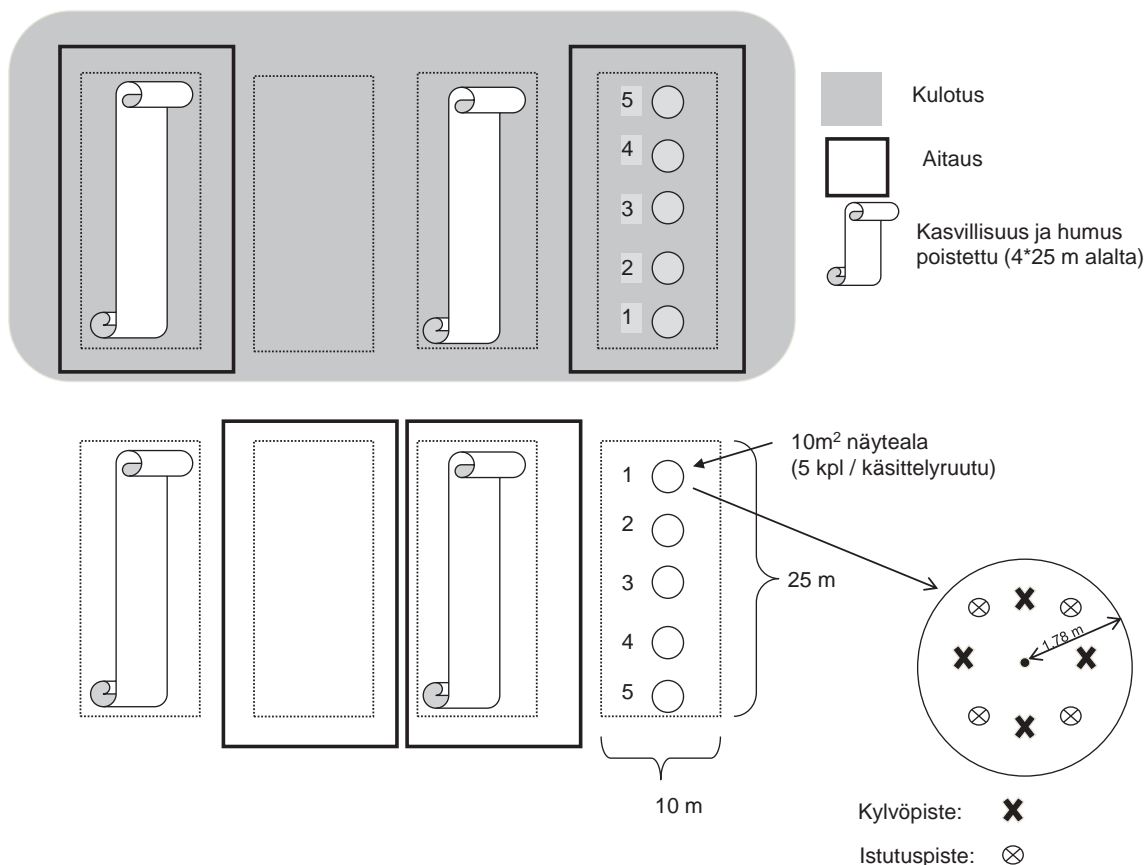


**Kuva 2.** Inventointitutkimusalojen sijainti.

Edellä lueteltuja muuttujia käytettiin tilastollisessa mallinnuksessa etsittäessä tutkimusmetsiköiden taimettumista ja taimien kasvua selittäviä tekijöitä.

### Istutus- ja kylvökoe

Inventointitutkimuksessa paljastuneiden uudistamisongelmien taustalla mahdollisesti olevien tekijöiden syy–seuraussuhteiden varmentamiseksi perustettiin Savukoskelle vuonna 2011 männyn istutus- ja kylvökoe. Kokeessa tutkitaan eri käsittelyiden vaikutusta siementen itävyyteen sekä taimien selviämiseen ja kasvuun. Koe on rakenteeltaan faktoriaalinen osaruutukoe (split-plot -koe, kuva 3) kuudella lohkokalla. Käsittelyt olivat 1) kulotus, 2) maankäsittely (kasvillisuuden ja humuskerroksen poisto) ja 3) aitaus (hirvi-, poro- ja jänistuhojen välttäminen). Koealueet (lohkot) valittiin keväällä 2012 edellistalvena hakattujen metsiköiden joukosta. Jokaisen koealueen toinen satunnaisesti valittu puolisko (n. 1 ha) kulotettiin elokuussa 2012, minkä jälkeen joka toiselle koeruudulle arvottiin maankäsittely. Kaksivuotiaiden männyn taimien istutus ja paikallista alkuperää olevan männyn siemenen kylvö tehtiin kesäkuun alussa 2013. Istutettujen taimien kunosta saatiin ensimmäisiä tuloksia syksyllä 2013.



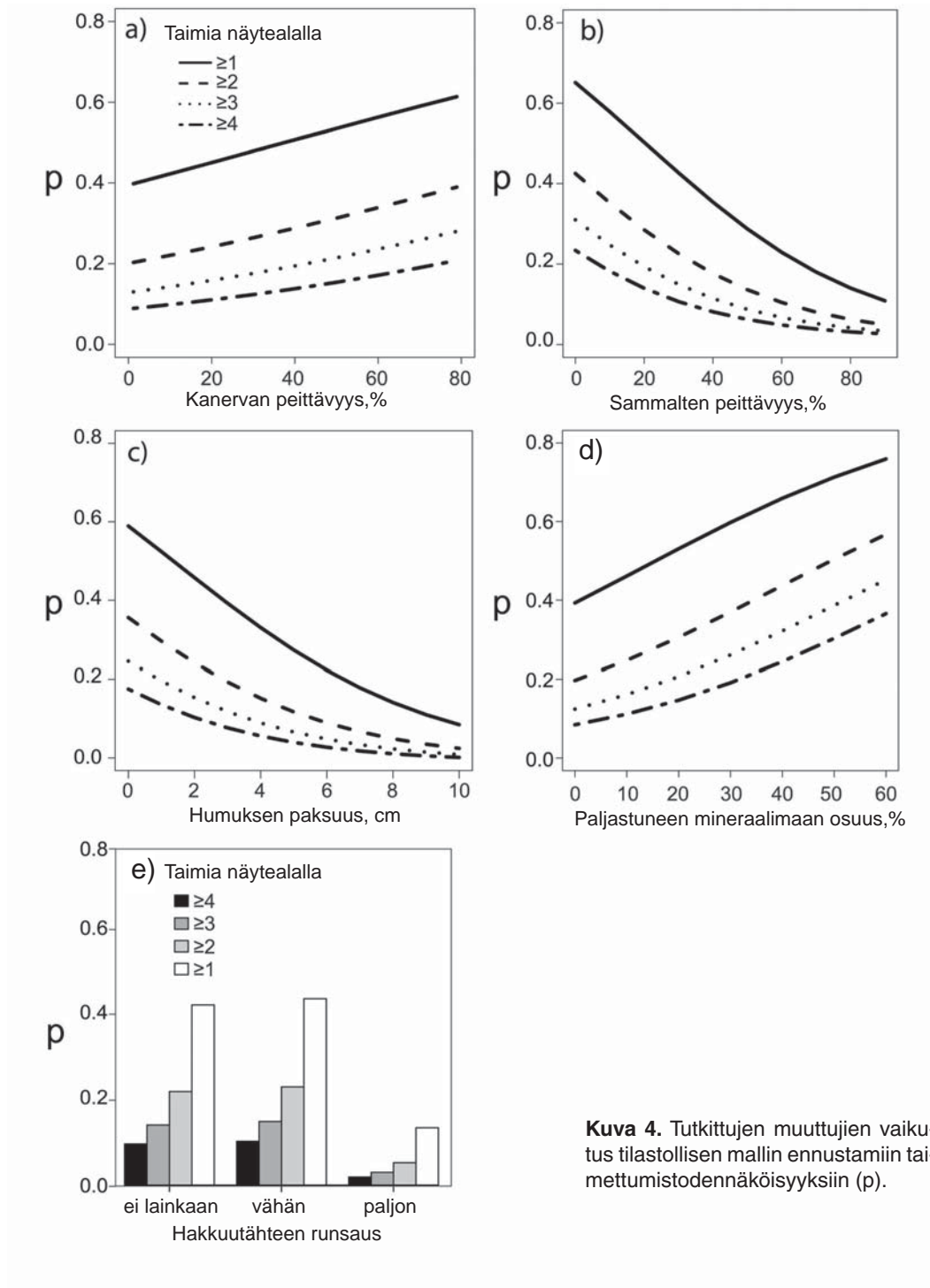
Kuva 3. Savukosken istutus- ja kylvökokeen lohkon rakenne.

## Tulokset

### Inventointitutkimus

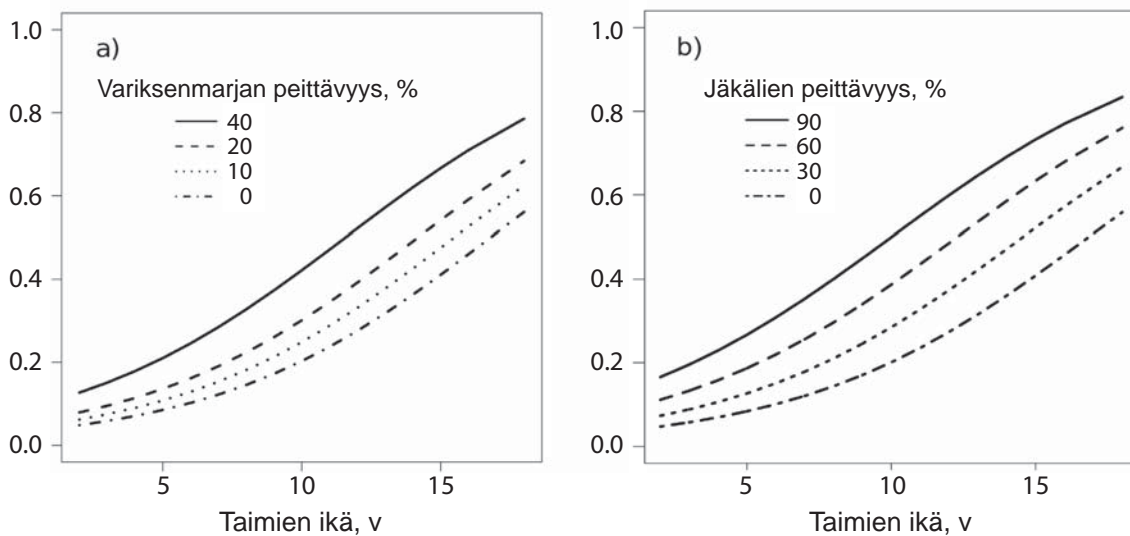
Kanervan peittävyydellä oli tilastollisesti merkitsevä, joskaan ei kovin vahva, positiivinen vaikutus taimettumiseen (kuva 4a). Tilastollisen mallin mukaan kanervan peittävyuden lisääntyminen nolosta 80 prosenttiin lisää taimettumistodennäköisyyttä 5–20 prosenttiyksikköä riippuen siitä, onko tavoitteena  $\geq 1\ 000$ ,  $\geq 2\ 000$ ,  $\geq 3\ 000$  vai  $\geq 4\ 000$  tainta hehtaarilla (eli  $\geq 1$ ,  $\geq 2$ ,  $\geq 3$  tai  $\geq 4$  tainta  $10\ m^2$ :n koealalla (kuva 4a)). Sammalten (muut kuin karhunsammalet) peittävyys ja paksu humuskerros vaikuttavat taimettumiseen negatiivisesti, kun taas paljastuneen mineraalimaan osuus positiivisesti (kuvat 4b–d). Uudistusalalle jääneen hakkuutähteen vaikutus riippuu tähteen määrästä. Mikäli hakkuutähdettä on vain vähän tai ei ollenkaan, sillä ei ole vaikutusta alan taimettumiseen. Jos hakkuutähdettä jää paljon, se vähentää selvästi taimettumista (kuva 4e).

Tutkituista muuttujista puolukan peittävyydellä oli positiivinen vaikutus taimien kasvuun, kun taas kanerva hidasti kasvua. Tilastollisen mallin mukaan 15-vuotias taimi on noin 10 cm lyhyempi paikoilla, joissa kanervan peittävyys on 50 % verrattuna paikkoihin, joissa kanervaa ei ole. Toisaalta esimerkiksi poronjäkäälillä tai karhunsammalilla ei todettu olevan yhteyttä männyn taimien pituuskasvuun.



**Kuva 4.** Tutkittujen muuttujien vaikutus tilastollisen mallin ennustamiin taimettumistodennäköisyyksiin (p).

Tarkasteltaessa taimien kuntoa havaittiin, että noin puolet taimista oli 15 vuoden iässä joko kuolleita tai lähes kuolleita. Mitatuista muuttujista variksenmarja (kuva 5a) ja jäkälät (muut kuin poronjäkälät (kuva 5b)) lisäsivät selvästi taimien kuolleisuutta. Esimerkiksi 60 prosentin lisäys jäkälän peittävyudessa lisäsi 15-vuotiaiden tainten kuolleisuutta noin 20 %.



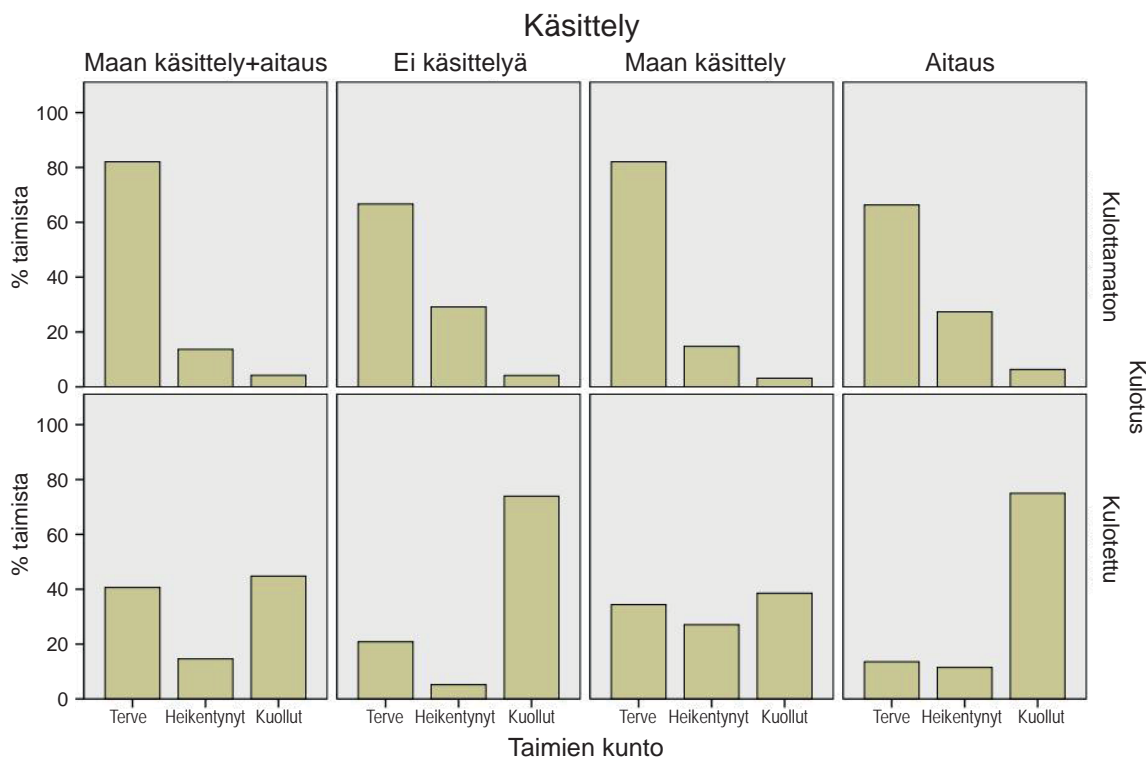
**Kuva 5.** Variksenmarjan ja jäkälien (muut kuin poronjäkälät) peittävyys vaikutus tilastollisen mallin ennustamaan todennäköisyyteen, että männyn taimi on kuollut tai kuolemaisillaan.

## Istutus- ja kylvökoe

Kesäkuussa 2013 istutettujen männyntaimien inventointi syksyllä 2013 paljasti huomattavat tuhot kulotetuilla aloilla. Kulotetuilla aloilla, joilla ei tehty maankäsittelyä, lähes 80 % taimista oli kuollut tukkimiehentäin (*Hylobius abietis*) syönteihin (kuvat 6 ja 7: alapaneeli). Kun kulotukseen yhdistettiin maankäsittely, taimien kuolleisuus oli noin 40 %. Kulottamattomilla aloilla taimien kuolleisuus oli vain muutamia prosentteja riippumatta siitä, oliko maa käsitelty vai ei (kuva 7: yläpaneeli).



**Kuva 6.** Vasemmalla tukkimiehentäin aterialla, oikealla tukkimiehentäin vaurioittama männyn taimi. Valokuvat: Pasi Rautio.



**Kuva 7.** Savukosken istutus- ja kylvökokeessa kesäkuussa 2013 istutettujen taimien kunto (terve, heikentynyt tai kuollut) syksyllä 2013. Yläpaneelissa kulottamattomat ja alapaneelissa kulotetut alat. Pystypaneelissa kuvattu tulokset aitaus- ja maankäsittelyjen vaikutuksille.

## Tulosten tarkastelu

Uudistusalat taimettuivat keskimäärin huonosti, ja alojen uudistuminen oli siten hidasta. Männyn luontaisen uudistamisen vaikeuksien on raportoitu liittyvän mm. pohjoiseen sijaintiin, korkealla sijaitseviin kasvupaikkoihin ja alhaiseen lämpösommaan, jotka pienentävät siementuotantoa, hidastavat taimettumista ja kasvua sekä lisäävät taimikuolleisuutta (Varmola ym. 2004, Hyppönen ym. 2005, Juntunen ja Neuvonen 2006). Koillis-Lapissa ylläkuvatut männyn luontaisen uudistamisen ongelmat ovat olleet vielä vaikeampia kuin muualla metsänrajaseuduilla (Niemelä 2002, Hallikainen ym. 2007).

Muuttujista, joiden vaikutuksia tässä tutkimuksessa tarkasteltiin, osalla oli positiivisia ja osalla negatiivisia vaikutuksia taimettumiseen sekä tainten kasvuun ja kuolemiseen. Kenttä- ja pohjakerroksen kasvillisuuden vaikutus vaihteli riippuen kasvilajista ja siitä, mitä vaihetta männyn tainten elinkaareissa tarkasteltiin. Mielenkiintoinen havainto oli, että kanerva vaikutti taimettumiseen positiivisesti, mutta kasvuun negatiivisesti. Vaikka tämä havainto tuntuu ristiriitaiselta, se ei ole uusi löytö (Kangas 1931, Sarvas 1949). Näiden tutkimusten mukaan kanerva auttaa mäntyjen taimettumista suojelemalla taimia kuivumiselta.

Tällainen hoitajakasvivaikutus, (engl. nurse-plant effect) on itse asiassa klassinen esimerkki kasvilajien välisistä positiivisista vuorovaikutuksista (Bruno ym. 2003). Kanerva saattaa myös suojella männyn taimia poronlaidunnuksen aiheuttamilta mekaanisilta vaurioilta. Kanervan kaksois-

rooli saattaa selittyä myös sillä, että välittömästi hakkuun jälkeen männyn taimet ehtivät itää ja kasvaa ennen kuin kanerva ehtii vallata alueen ja alkaa sitten voimakkaana kilpailijana ehkäistä taimettumista. Kun kanerva lopulta kuitenkin valtaa alaa, kilpailu männyn kanssa kovenee ja taimien kuolevuus lisääntyy (Aaltonen 1919, Hertz 1934). Kanervan tehokkuus kilpailijana perustuu mm. sen kykyyn tuottaa allelopaattisia yhdisteitä (Miles 1981, Mallik 1995). Päätehakkuu, maankäsittely ja kulutus eivät aina riitä kanervan taltuttamiseen (Norberg ym. 2001), koska kanerva valtaa nopeasti häirityt alueet (Skre ym. 1998).

Päinvastoin kuin kanerva puolukka edisti taimien kasvua. Tämä saattaa johtua puolukan positiivisesta vaikutuksesta karikkeen laatuun ja maaperän mikrobiaktiivisuuteen sekä maaperän mineraalitiypen kulutuksesta (Wardle ja Zackrisson 2005).

Sammalten (muut kuin karhunsammalet) peittävyys ehkäisi taimettumista. Esimerkiksi Zackrisson ym. (1997) on selittänyt seinäsammalen negatiivista vaikutusta männyn siementen itävyyteen ja tainten selviämiseen sammalen vaikutuksella kosteuteen, kemialliseen häirintään ja ravinteiden saatavuuteen. Zackrissonin ym. (1997) kokeessa männyn siementen itävyys, taimettuminen ja kasvu paranivat, kun sammalet ja variksenmarja poistettiin. Variksenmarjan negatiivinen vaikutus männyn tainten elossa säilymiseen havaittiin myös tässä tutkimuksessa. Samansuuntainen vaikutus havaittiin myös jäkälillä, mikä on todettu aikaisemminkin (Lakari 1915, Brown ja Mikola 1974). Toisaalla on havaittu jäkälän olevan parempi kasvualusta kuin esimerkiksi ympäristön, jossa on paljon sammalta tai variksenmarjaa (Steijlen ym. 1995, Zackrisson ym. 1995, den Herder ym. 2003).

Tuloksia tulkitessa täytyy ottaa huomioon se, että poron laidunnus ja tallaus monimutkaistavat jäkäläpeitteen merkityksen tulkintaa. Paikoilla, joissa jäkälän peittävyys on suuri, on yleensä myös kova laidunnuspaine. Laidunnus vähentää jäkäläpeitettä, mikä puolestaan muuttaa kasvillisuutta kohti sammalen, varpujen, paljaan maan ja muiden kuin poronjäkälän vallitsemaa tyyppiä (Suominen ja Olofsson 2000, den Herder ym. 2003).

Kanervan ja sammalen lisäksi taimettumiseen vaikuttivat (i) siemenpuuhakkuusta kulunut aika, (ii) paljastetun mineraalimaan osuus, (iii) humuksen paksuus ja (iv) hakkuutähteen määrä. Näistä kaksi ensimmäistä vaikuttivat positiivisesti syntyneiden tainten lukumäärään, kuten voitiin odottaa aikaisempien tutkimusten perusteella (Varmola ym. 2004, Hyppönen ym. 2005), kun taas kaksi viimeistä tekijää vaikuttivat negatiivisesti. Humuskerroksen negatiivinen vaikutus on havaittu useissa tutkimuksissa (Niemistö ym. 1993, Hyppönen 2002). Tiedetään myös, että kohtuullinen hakkuutähteen määrä lisää taimettumista (Lehto 1956, 1969), kun taas hakkuutähteen runsaus vaikeuttaa taimettumista (Jonsson 1999).

Tukkimiehintäin aiheuttamien tuhojen voimakkuus Savukoskelle perustetussa mäntyjen istutus- ja kylvökokeessa oli yllätys. Tukkimiehintäin aiheuttamien tuhojen vakavuus on toki tiedetty jo pitkään (esim. Juutinen 1962). Mm. eteläisissä osissa Suomea, Ruotsia ja Norjaa sitä pidetään pahimpana männyn ja kuusen taimien tuhoajana (Pitkänen ym. 2005, Nilsson ym. 2010). Pohjoisilla alueilla tukkimiehintäin tuhoja ei kuitenkaan ole paljon tutkittu (ks. kuitenkin von Hofsten ja Weslien 2001), eikä esim. Suomen Lapissa tukkimiehintäitä torjuta kemiallisesti. Odottamatonta tuhossa oli esim. Itä-Suomessa tehdyn kokeen tuloksiin verrattuna (Pitkänen ym. 2005) paitsi tuhon voimakkuus myös se, että tuho keskittyi kulotetulle alalle. Pitkäsen ym. (2005) mukaan myös kulottamattomilla aloilla tukkimiehintäin aiheuttama kuolleisuus nousi yli 20 prosentin. Tämän

tutkimuksen kulottamattomilla koeruuduilla kuolleisuus oli vain muutaman prosentin luokkaa, vaikka kulottamattomat ja kulotetut alat olivat vierekkäin.

Maan käsittely eli mineraalimaan paljastaminen näytti vähentävän kulotuksen aiheuttamaa taimikuolleisuutta, mutta ei kuitenkaan kulottamattomien alojen tasolle. Kuolleet taimet korvattiin uusilla vuonna 2014, ja inventointiin uudestaan syksyllä 2014. Vuoden 2014 inventoinnin alustavat tulokset osoittivat, että tukkimiehentäi oli lähes tyystin hävinnyt. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että tukkimiehentäin aiheuttama uhka taimille olisi ohi, koska tukkimiehentäin elinkierto Lapissa voi olla yli kolme vuotta. Siksi kuoriutuvia, tuhoja aiheuttavia aikuisia saattaa olla aloilla vielä useita vuosia (Viiri ja Kytö 2001). Kokeen tulevat inventoinnit ovatkin tärkeitä mahdollisten myöhempien tuhojen laajuuden selvittämiseksi.

## Johtopäätökset

Saadut tulokset eri tekijöiden vaikutuksista taimettumiseen, taimien kasvuun ja kuolevuuteen osoittavat, että perinteiset menetelmät metsän luontaisessa uudistamisessa eivät tutkimusalueen kaltaisilla alueilla ole aina riittäviä. Siksi lisätoimenpiteitä uudistumisen varmistamiseksi tarvitaan. Näitä voivat olla esimerkiksi kulotus yhdistettynä jonkinasteiseen maanmuokkaukseen, millä vähennetään kenttä- ja pohjakerroksen kasvillisuuden aiheuttamaa kilpailua. Kulotus kuitenkin houkuttelee paikalle tukkimiehentäin, joka voi aiheuttaa huomattavaa taimikuolleisuutta. Tästä syystä kulotusta ei voida suositella ratkaisuksi uudistumisongelmiin ilman lisätutkimuksia tukkimiehentäiongelma: tarvitaan tietoa mm. hyönteisen merkityksestä eri puolilla Lappia ja mahdollisuuksista suojautua siltä muuttamalla istutus- ja kylvömenetelmiä.

## Kiitokset

Tämä tutkimus toteutettiin Metsähallituksen, Metlan, Sveaskogin ja SLUn yhteistyönä. Kirjoittajat kiittävät ko. organisaatioita ja niiden henkilöstöä teknisestä tuesta ja rahoituksesta. Pia Kangas, Reijo Hautajärvi, Jukka Lahti, Jouni Väisänen, Tarmo Aalto, Eero Siivola, Esko Jaskari, Raimo Pikkupeura, Seppo Kellokumpu ja Erkki Karvonen auttoivat kokeen perustamisessa ja aineiston keräämisessä.

## Viitteet

- Aaltonen, V.T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa I. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 1. 375 s.
- Ackzell, L. 1993. A comparison of planting, sowing and natural regeneration for *Pinus sylvestris* (L.) in boreal Sweden. Forest Ecology and Management 61: 229–245.
- Bergan, J. 1981. Regeneration of Scots pine forests in Troms and Finnmark. Norsk Institutt for Skogforskning, Rapport 10. 69 s.
- Brown, R.T. & Mikola, P. 1974. The influence of fruticose soil lichens upon the mycorrhizae and seedling growth of forest trees. Acta Forestalia Fennica 141. 23 s.
- Bruno, J.F., Stachowicz, J.J. & Bertness, M.D. 2003. Inclusion of facilitation into ecological theory. Trends in Ecology and Evolution 18(3): 119–125.

- Hagner, S. 1962. Natural regeneration under shelterwood stands. An analysis of the method of regeneration, its potentialities and limitations in forest management in middle North Sweden. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut 52(4). 263 s.
- Hallikainen, V., Hyppönen, M., Hyvönen, J. & Niemelä, J. 2007. Establishment and height development of harvested and naturally regenerated Scots pine near the timberline in North-East Finnish Lapland. *Silva Fennica* 41(1): 71–88.
- den Herder, M., Kytöviita, M.-M. & Niemelä, P. 2003. Growth of reindeer lichens and effects of reindeer grazing on ground cover vegetation in a Scots pine forest and a subarctic heathland in Finnish Lapland. *Ecography* 26: 3–12.
- Hertz, M. 1934. Kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 20(2). 98 s.
- von Hofsten, H. & Weslien, J. 2001. Föryngring av brända hyggen i Norrland med hänsyn till snytbaggelutresultat. Skogforsk Arbetsrapport 483. 22 s.
- Hyppönen, M. 2002. Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä Lapissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 844. 69 s.
- Hyppönen, M., Alenius, V. & Valkonen, S. 2005. Models for the establishment and height development of naturally regenerated *Pinus sylvestris* in Finnish Lapland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 374–357.
- Hyppönen, M., Hallikainen, V., Niemelä, J. & Rautio, P. 2013. The contradictory role of understory vegetation on the success of Scots pine regeneration. *Silva Fennica* 47(1): artikkeli nro 903. 19 s.
- Jonsson, B. 1999. Stand establishment and early growth of planted *Pinus sylvestris* and *Picea abies* related to microsite conditions. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 425–440.
- Juntunen, V. & Neuvonen, S. 2006. Natural regeneration of Scots pine and Norway spruce close to the timberline in Northern Finland. *Silva Fennica* 40(3): 443–458.
- Juutinen, P. 1962. Tutkimuksia metsätuhojen esiintymisestä männyn ja kuusen viljelytaimistoissa Etelä-Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 54. 75 s.
- Kangas, E. 1931. Siikakankaan mäntytaimistojen tuhoista. *Silva Fennica* 17. 107 s.
- Karlsson, C. & Örlander, G. 2000. Soil scarification shortly before a rich seed fall improves seedling establishment in seed-tree stands of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 256–266.
- Lakari, O.J. 1915. Studien über die Samenjahre und Altersklassenverhältnisse der Kiefernwälder auf dem nordfinnischen Heideböden. *Acta Forestalia Fennica* 5(1). 211 s.
- Lehto, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. *Acta Forestalia Fennica* 66. 106 s.
- Lehto, J. 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuospuumenetelmällä. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67(4). 140 s.
- Mallik, A.U. 1995. Conversion of temperate forests into heaths: Role of ecosystem disturbance and ericaceous plants. *Environmental Management* 19(5): 675–684.
- Miles, J. 1981. Problems in heathland and grassland dynamics. *Vegetatio* 46: 61–74.
- Niemelä, J. 2002. Männyn luontainen uudistaminen Savukoskella. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 42. 41 s.
- Niemistö, P., Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1993. Mäntysiemenpuuston kasvu ja taimikon kehitys luontaisen uudistamisvaiheen aikana. *Folia Forestalia* 826. 26 s.
- Nilsson, U., Luoranen, J., Kolström, K., Örlander, G. & Puttonen, P. 2010. Reforestation with planting in northern Europe. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25(4): 283–294.
- Norberg, G., Dolling, A., Jäderlund, A., Nilsson, M.-C. & Zackrisson, O. 2001. Control of heather (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) by steam treatment: Effects on establishment and early growth of Scots pine. *New Forests* 21: 187–198.
- Ojansuu, R. & Henttonen, H. 1983. Kuukauden keskilämpötilan, lämpösumman ja sademäärän paikallisten arvojen johtaminen ilmatieteen laitoksen mittaustiedoista. *Silva Fennica* 17(2): 143–158.
- Oleskog, G., Grip, H., Bergsten, U. & Sahlén, K. 2000. Seedling emergence of *Pinus sylvestris* in characterized seedbed substrates under different moisture conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 30: 1766–1777.

- Pitkänen, A., Törmänen, K., Kouki, J., Järvinen, E & Viiri, H. 2005. Effects of green tree retention, prescribed burning and soil treatment on pine weevil (*Hylobius abietis* and *Hylobius pinastri*) damage to planted Scots pine seedlings. *Agricultural and Forest Entomology* 7: 319–331.
- Sarvas, R. 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistushakkuuna Etelä-Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 37(6). 43 s.
- Skre, O., Wielgolaski, F.E. & Moe, B. 1998. Biomass and chemical composition of common forest plants in response to fire in western Norway. *Journal of Vegetation Science* 9: 501–510.
- Steijlen, I., Nilsson, M-C. & Zackrisson, O. 1995. Seed regeneration of Scots pine in boreal forest stands dominated by lichen and feather moss. *Canadian Journal of Forest Research* 25(5): 713–723.
- Suominen, O. & Olofsson, J. 2000. Impacts of semi-domesticated reindeer on structure of tundra and forest communities in Fennoscandia: a review. *Annales Zoologici Fennici* 37: 233–249.
- Varmola, M., Hyppönen, M., Mäkitalo, K., Mikkola, K. & Timonen, M. 2004. Forest management and regeneration success in protection forests near the timberline in Finnish Lapland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19: 424–441.
- Wardle, D.A. & Zackrisson, O. 2005. Effects of species and functional group loss on island ecosystem properties. *Nature* 435: 806–810.
- Viiri, H. & Kytö, M. 2001. Tukkimiehentäituhot ja niiden torjunta. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2001: 270–274.
- Yli-Vakkuri, P. 1961. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männiköissä. *Acta Forestalia Fennica* 75(1) 122 s.
- Zackrisson, O., Nilsson, M-C., Steijlen, I. & Hörnberg, G. 1995. Regeneration pulses and climate-vegetation interactions in nonpyrogenic boreal Scots pine stands. *Journal of Ecology* 83: 469–483.
- Zackrisson, O., Nilsson, M-C., Dahlberg, A. & Jäderlund, A. 1997. Interference mechanisms in conifer-Ericaceae-feather moss communities. *Oikos* 78: 209–220.

## Poronhoito ja metsätalous samoilla kairoilla – miten yhteiselo sujuu?

Ville Hallikainen, Mikko Hyppönen, Pasi Rautio, Kari Mikkola, Eero Mattila, Anu Akujärvi ja Matti Lappalainen

### Johdanto

Poronhoito ja metsätalous ovat yhteiskunnallisesti ja taloudellisesti tärkeitä elinkeinoja Fennoskandian pohjoisosissa. Niitä harjoitetaan huomattavalla osalla alueen metsistä samanaikaisesti. Tällöin ei ole välttytty elinkeinojen välisiltä konflikteilta, koska elinkeinojen on katsottu olevan kilpailevassa tuotantosuhteessa keskenään (Saastamoinen 1982, Kyllönen ym. 2006, Roturier ja Roué 2009, Saarikoski ym. 2010).

Maan pinnalla kasvavat poronjäkälät (*Cladonia* spp.) ovat poron tärkeintä ja halutuinta talviravittoa. Maajäkälää esiintyy luontaisesti boreaalisen ja arktisen vyöhykkeen valoisissa ja harva- puustoisissa metsissä, joissa on kuiva, hyvin vettä läpäisevä maaperä. Maajäkälien määrä runsastuu etelästä pohjoiseen. Talviravinnon (sekä maassa että puussa elävät jäkälät) määrä ja saatavuus ovat poronhoidon minimitekijöitä. Suomessa 1970-luvun lopusta alkaen valtakunnan metsien inventointien yhteydessä tehdyissä porolaiduninventoinneissa on havaittu, että maajäkälien määrä on selvästi vähentynyt yli 30 vuoden pituisen tarkastelujakson aikana (Mattila 2012).

Maajäkälien määrään vaikuttavat luontaisten tekijöiden lisäksi poron laidunnus, metsätalous ja muu maankäyttö sekä myös muiden ravintokasvien kuten naavojen ja luppojen käyttö. Maajäkälien määrää voidaan tarkastella jäkälän biomassan ja peittävyuden avulla. Mikäli peittävyys alenee, muut pohjakerroksen kasvit, esimerkiksi sammalet, saavat kilpailuetua ja valtaavat alaa. Käytössä olevien laidunalueiden maankäytön historia vaikuttaa tietyn paikan laidunnukseen. Laidunresurssien niukentuessa jollakin alueella porojen laidunnuspaine kasvaa toisaalla (Kumpula ym. 2014).

Toistaiseksi ei ole pystytty kiistattomasti osoittamaan, miten porotalous ja metsätalous vaikuttavat poron ravintokasvien määrään. Varsinkin maajäkälän vähenemisen syistä on kiistelty. Eri syyden painotukset voivat vaihdella eri puolilla poronhoitoaluetta riippuen poromäärästä ja maankäytön historiasta.

Poron vaikutusta männyn taimien syntyyn ja menestymiseen on tutkittu jo yli sata vuotta (esim. Renvall 1913, Helle ja Moilanen 1993). Vaikka poro laiduntaessaan muokkaa maata, se myös kairaessaan, tallatessaan ja sarvia hangatessaan tuhoaa männyn taimia (esim. Nilsson 2007). Laidunnus vaikuttaa kesälaidunalueilla myös koivuntaimien määrään (Mäkitalo ym. 1998, Kumpula ym. 2011).

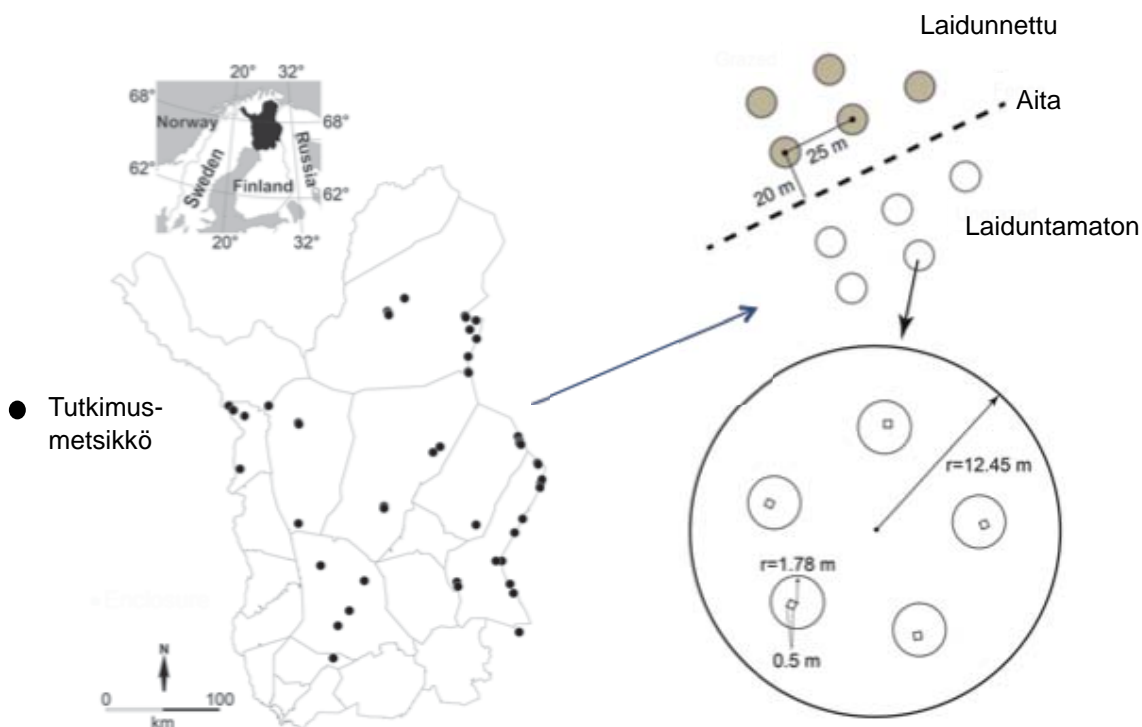
Tässä artikkelissa keskitytään tarkastelemaan kahta tutkimuskysymystä: 1) metsän kehitysvaiheen ja poron laidunnuksen vaikutuksia poron käyttämien maajäkälän peittävyteen ja biomassaan sekä 2) poron laidunnuksen vaikutuksia männyn ja lehtipuun taimien määrään. Kysymys ei ole niinkään metsän uudistumisen onnistumisen tarkastelusta, vaan eri kehitysluokkia edustaviin metsiköihin syntyneiden taimien, useimmiten alikasvoksen, määrän selvittämisestä. Jäkälä-

en määrän tarkastelu perustuu Akujärven ym. (2014) julkaisemaan artikkeliin. Taimien määrää kuvaavat tulokset ovat alustavia ja ne on laskettu samasta aineistosta kuin jäkälän määrää koskevat tulokset.

## Aineisto ja menetelmät

Kattavia laiduninventointeja on tehty vain alueilla, joissa poronhoitoa ja metsätaloutta harjoitetaan samalla alueella samanaikaisesti, eikä laidunnuksen ja metsätalouden vaikutuksia maajäkälien määrään ole kontrolloitujen kokeiden tavoin voitu erottaa toisistaan. Tämän tutkimuksen aineisto on inventointiaineisto, mutta siihen sisältyy koejärjestely (käsittely = laidunnettu ja kontrolli = laiduntamaton). Tämä mahdollistaa laidunnuksen ja metsikön kehitysvaiheen erillis- ja yhdysvaikutusten tutkimisen. Tutkimusmetsiköiden metsikköhistoria (hakkuut ja niistä kulunut aika) ja aitaushistoria selvitettiin ja niitä testattiin muuttujina malleissa.

Aineisto kerättiin kesän 2009 aikana Kuusamosta Inariin ulottuvalta alueelta. Tutkimusmetsiköt (49 kpl) sijaitsivat Suomen ja Venäjän välisellä aidatulla rajavyöhykkeellä ja erillisillä aidatuilla alueilla muualla Pohjois-Suomessa (kuva 1). Tutkimusmetsiköiden perusjoukko muodostettiin kaikista tiedossa olevista kuivien ja kuivahkojen kankaiden metsiköistä, joissa osa oli ollut aitauksen vuoksi laiduntamattomana. Aitaamisesta oli kulunut keskimäärin 43 vuotta (vaihteluväli 10–90 vuotta). Metsiköt sijaitsivat niin kaukana toisistaan, että niitä voitiin pitää toisistaan riippumattomina. Jokaiseen metsikköön sijoitettiin kymmenen ympyräkoealaa, viisi laiduntamattomalle (aidatulle) ja viisi laidunnetulle (aitaamattomalle) puolelle (kuva 1). Ympyräkoealoilta määritettiin puusto- ja laiduntunnukset.



Kuva 1. Tutkimusmetsiköt ja koealojen sijoittelu. Metsiköitä on yhteensä 49 eri puolilla poronhoitoaluetta.

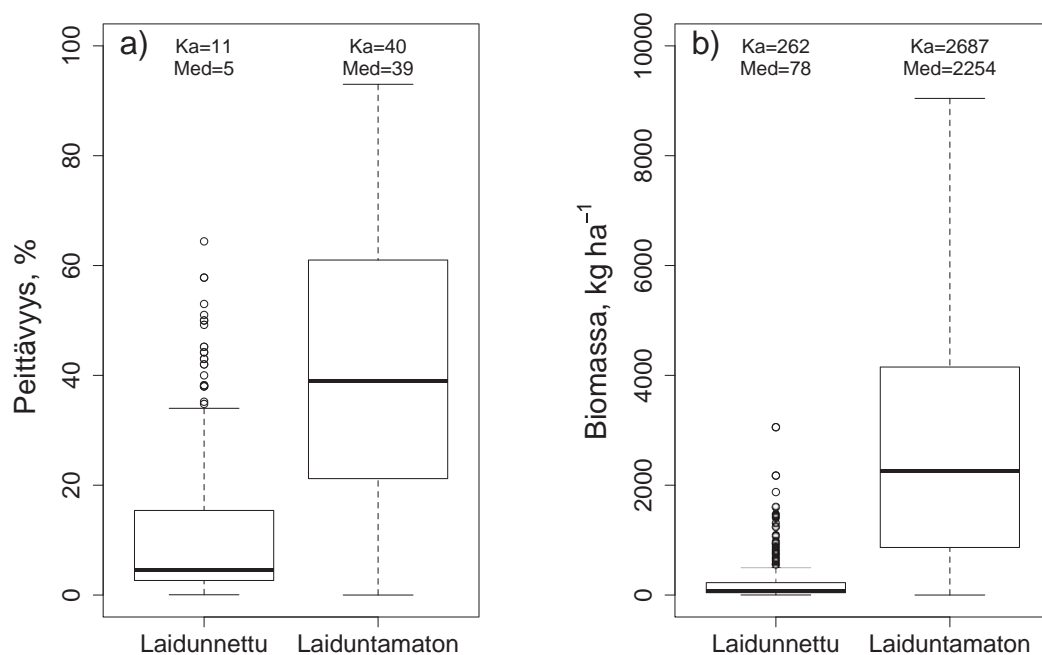
Yli 10 cm pituisten puuntaimien määrät luettiin koealoilta puolajettain. Tärkeimmät arvioitavat laiduntunnukset olivat maajäkälkien, metsälauhan ja sammalten peittävyys sekä poronjäkälien lajikoostumus. Poronjäkälien biomassat laskettiin jäkälien peittävyys- ja pituusarvioiden perusteella käyttäen lajikohtaisia yhtälöitä. Aitaamisen lisäksi laidunnuspainetta arvioitiin laskemalla poron papanakasojen määrä koealoilta. Jäkälkien peittävyttä ja biomassaa mallinnettiin yleistetyillä lineaarisisilla sekamalleilla, joiden aineisto muodostui kahdesta hierarkiastasosta: metsikkö ja ympyräkoeala. Malleissa selittävinä muuttujina testattiin mm. laidunnusta (aitaamaton, aidattu), metsikön kehitysluokkaa, latvuspeittävyttä (varjostusta), hakkuutähteiden peittävyttä ja tärkeimpiä kasvupaikka- ja ympäristötekijöitä sekä metsikkö- ja aitaushistoriaan liittyviä muuttujia.

Jäkälän koealakohtaisten biomassojen mallinnuksessa käytettiin Tweedie-jakauman ja peittävyysmallinnuksessa binomijakauman hierarkkisia malleja. Männyntaimien kappalemäärää koealoilla mallinnettiin negatiivisella binomijakaumalla. Koivuntaimien esiintymistodennäköisyyttä koealoilla mallinnettiin binomijakaumalla ja nollasta poikkeavien koealojen taimimääriä katkaistulla negatiivisella binomijakaumalla (truncated model). Kaikissa malleissa metsikkö oli satunnaistekijänä. Mallit ja kuvat tehtiin R-ohjelmointiympäristössä (R Core Team 2013).

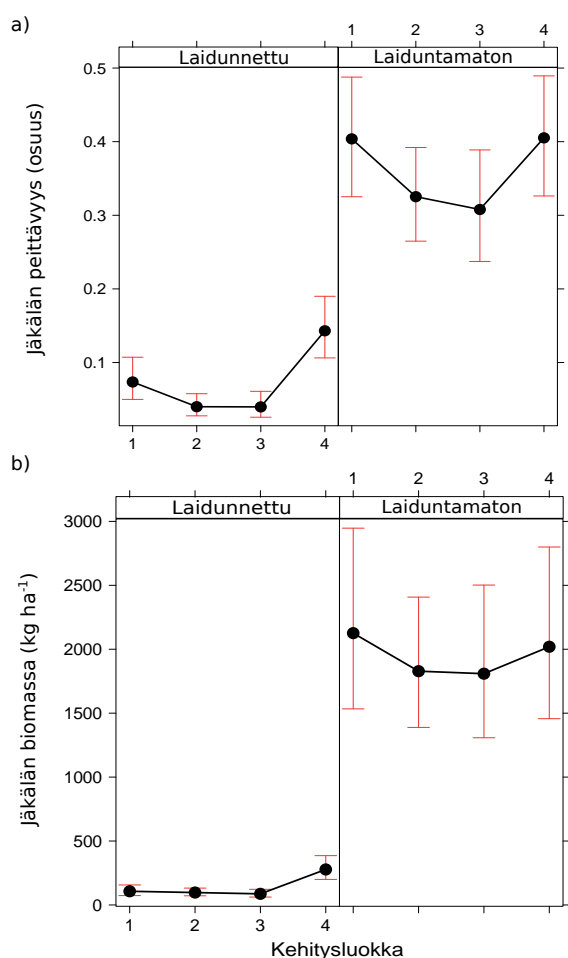
## Tulokset

### Jäkälkien peittävyys ja biomassa

Mallintamattomasta aineistosta ( $n = 490$ ) käy ilmi, että laiduntamattomilta koealoilta löytyi selvästi suurempia peittävyksiä ja biomassoja kuin laidunnetuilta koealoilta (kuva 2).



**Kuva 2.** Maajäkälkien peittävyys (a) ja biomassa (b) laidunnetuilla ja laiduntamattomilla alueilla. Ka = keskiarvo, Med = mediaani.



Jäkälän peittävyttä selittävään malliin tuli kuusi tilastollisesti merkitsevää muuttujaa: laidunus, puuston kehitysluokka, latvuspeittävyys, kasvupaikkatyyppi, maalajiryhmä (lajittunut tai moreeni) ja hakkuutähteiden peittävyys. Lisäksi malli sisälsi kaksi yhdysvaikutusmuuttujaa. Metsän kehitysluokan vaikutus oli erilainen laidunnetuilla ja laiduntamattomilla alueilla. Lisäksi metsän latvuspeittävyden aiheuttama varjostus vaikutti eri tavoin metsän eri kehitysvaiheissa. Biomassamallissa muuttujat ja yhdysvaikutukset olivat lähes samat. Lämpösomma vain korvasi hakkuutähteiden määrän (kuva 3). Poron laidunus selitti merkitsevästi sekä maajäkäliden peittävyttä että biomassaa: laiduntamattomilla aloilla järkälän peittävyys (noin 36 %) oli viisinkertainen ja biomassa (1 929 kg ha<sup>-1</sup>) viisitoistakertainen vastaaviin aitaamattomien eli laidunnettujen alojen estimaatteihin (7 % ja 130 kg ha<sup>-1</sup>) verrattuna (kuva 3). Metsätalouden vaikutus järkälämääriin oli selvästi pienempi. Aitaamattomilla aloilla järkälän peittävyys ja biomassa olivat uudistuskypsissä metsiköissä suhteellisesti tarkasteltuna selvästi suuremmat kuin muissa kehitysluokissa. Aidatuilla aloilla puuston kehitysluokkien välillä ei ollut merkitseviä eroja.

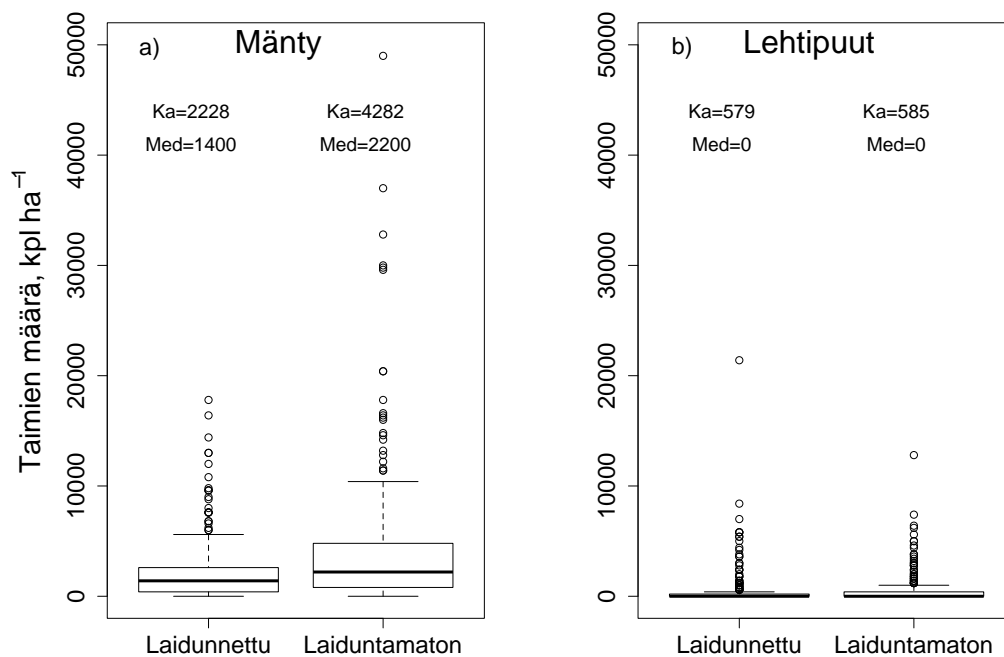
**Kuva 3.** Mallin ennusteiden mukaiset metsiköiden kehitysluokkien vaikutukset maajäkäliden biomassoihin. Kehitysluokat: 1 = uudistamisvaiheen metsiköt (siemenpuualat ja taimikot), 2 = nuoret kasvatusmetsiköt, 3 = varttuneet kasvatusmetsiköt, 4 = uudistuskypsät metsiköt.

## Taimien määrä

Mallintamattomasta aineistosta (n = 490) käy ilmi, että laiduntamattomilla koealoilla männyn- taimia on selvästi enemmän kuin laidunnetuilla (kuva 4). Mediaanien välinen ero laidunnettujen ja laiduntamattomien koealojen välillä on huomattavasti pienempi kuin keskiarvojen ero. Tämä johtuu siitä, että männyn- taimien maksimimäärät jäävät huomattavasti alhaisemmiksi laidunnetuilla kuin laiduntamattomilla alueilla (kuva 4a).

Mallilla ennustetut männyn- taimien määrät olivat laidunnetuilla koealoilla keskimäärin 1 400 ja laiduntamattomilla 1 800 kpl ha<sup>-1</sup>. Laidunnuksen lisäksi malleissa oli selittävinä muuttujina koe- alueen keskimääräinen lämpösomma, puuston latvuspeittävyys ja kehitysluokka. Myös laidun- nuspainetta kuvaavaa papanakasojen määrää testattiin mallissa, mutta se ei osoittautunut männyn mallissa merkitseväksi.

Laidunus vaikutti myös koivujen ja muiden kuivilla ja kuivahkoilla kankailla esiintyvien lehti- puiden esiintymisen todennäköisyyteen. Laidunus ei vaikuttanut oleellisesti koivun taimien lu-



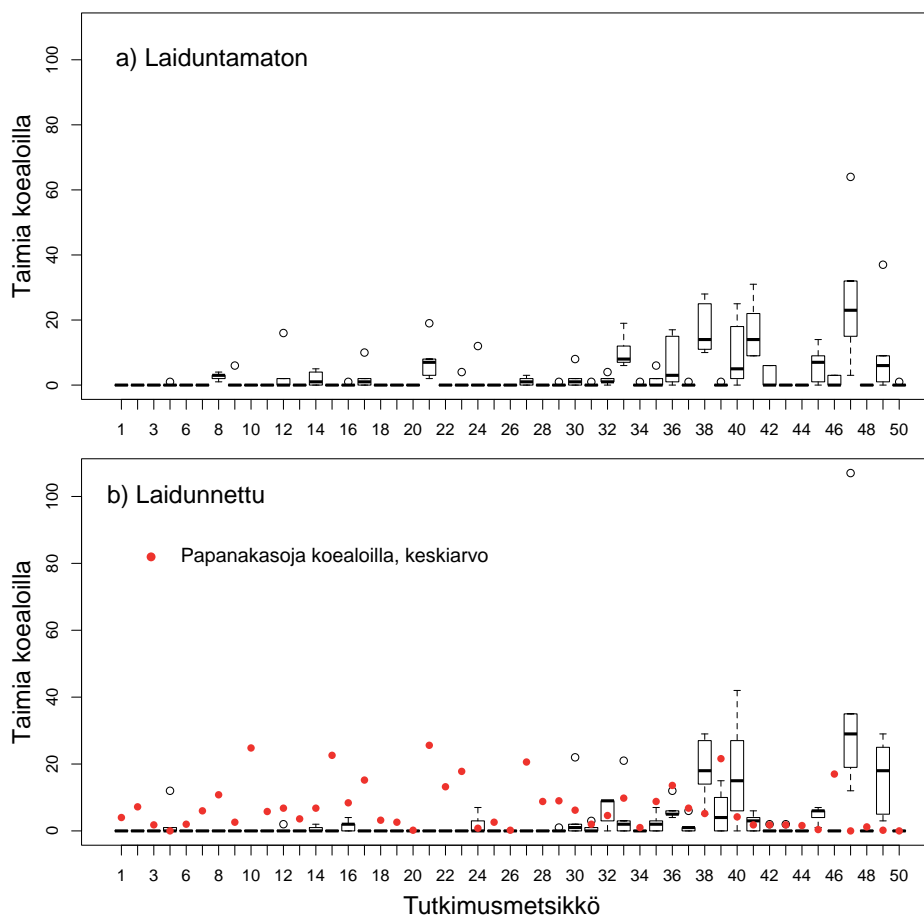
**Kuva 4.** Männyn (a) ja lehtipuiden (b) taimimäärät laidunnetuilla ja laiduntamattomilla alueilla. Ka = keskiarvo, Med = mediaani.

kumäärään koivua esiintyvillä koelaloilla (kuva 4b). Koemetsikkötasolla (n = 49) koivua esiintyi noin 61 %:lla metsiköiden laiduntamattomista ja 45 %:lla laidunnetuista osista. Karkeasti voidaan sanoa, että noin 16 %:ssa koelaita laidunnus on poistanut koivun. Koelatasolla vastaavat osuudet ovat 33 ja 27 %. Koelataso osuuksissa kuvastuu koivuntaimien voimakas ryhmittäisyys koemetsiköissä.

Osa näiden metsiköiden kasvupaikoista on niin karuja, että koivun menestyminen niillä on marginaalista. Laiduntamattomien koelaitojen pienet keskimääräiset taimimäärät kuvaavat osittain kasvupaikkojen karuuden vaikutusta koivun esiintymiseen (kuva 5a). Laidunnuksen vaikutus koivun taimien määrään ja esiintymiseen käy ilmi metsiköiden laidunnetuissa osissa (kuva 5b). Kesä- ja talvipapanoiden yhteismäärällä kuvattu laidunnuspaineen vaikutus näkyy joidenkin alueiden taimimäärien eroissa.

Koska koivun taimien määrään vaikuttavat laidunnuksen lisäksi myös kasvupaikkatekijät, malleihin otettiin kasvupaikan karuutta kuvaaviksi selittäjiksi koelaitoilla määritetyt maalajin pääryhmä (moreenimaat ja lajittuneet maat) ja jäkälän peittävyys. Tällä haluttiin kontrolloida laidunnuspaineen vaikutusta mallissa. Sekä kasvupaikkatekijöillä että laidunnuspaineella oli merkitsevä selitysosuus koivun taimien esiintymistodennäköisyyttä selittävissä malleissa. Malli ehdottaa, että laidunnuspaineen arvolla nolla koivun taimia esiintyy noin 18 %:n todennäköisyydellä. Mikäli alueelta löytyy 3 000 papanakasa hehtaarilta, vastaava todennäköisyys on 5 %. Tätä suuremmilla papanatiheyksillä koivun esiintymistodennäköisyys lähenee asympotoottisesti nollaa.

Laidunnettujen ja laiduntamattomien jakaumien nolasta poikkeavat 'hännät' (kuva 4b) viittaavat siihen, että laidunnus ei mallin mukaan vaikuta merkitsevästi koivun taimien lukumäärään niillä koelaitoilla, joilla koivua esiintyy. Jäkälän peittävyydellä kuvattu kasvupaikan karuus ja alueen korkeus merenpinnasta ovat merkitseviä selittäjiä koivuisten koelaitojen taimien kappalemäärän mallissa.



**Kuva 5.** Lehtipuiden taimien ja poron papanakasojen määrät koealoilla metsiköittäin. Papanakasojen määrä kussakin metsikössä on viiden koealan keskiarvo (punaiset ympyrät).

## Tulosten tarkastelu

Tulosten perusteella poron talvilaitumet ovat voimakkaasti kuluneita, mikä vastaa aikaisemmista porolaidunten inventoinneista ja erillistutkimuksista saatua tietoa (Akujärvi ym. 2014, Kumpulainen ym. 2014). Se, että biomassan lisäksi myös jäkälän peittävyys on vähentynyt, on poroelinkeinon kannalta hälyttävää. Jäkälän peittävyyden vähentymistä voidaan pitää eräänlaisena pääoman häviämisenä. Jäkälän tuhoutuessa sammat ym. kilpailevat kasvit valtaavat vapautunutta tilaa, jonka takaisin valtaaminen voi olla hidas prosessi.

Laidunpaineeseen vaikuttavat myös porojen käytettävissä olevien laidunalueiden kehitys paliskuntien sisällä ja ehkä laajemminkin. Mikäli laidunresurssit aikojen saatossa heikentyvät syystä tai toisesta jollakin osalla paliskuntaa, laidunpaine voimistuu muualla. Tällaisia syitä voivat olla rakentaminen, tiestö, vesistöjärjestelyt ja metsätalouden haitalliset toimet. Tällöin voidaan sanoa, että mitatun laidunvaikutuksen taustalla on osaltaan muuhun maankäyttöön liittyviä tekijöitä.

Aitauksen käyttö on yleisesti hyväksytty menetelmä herbivorivaikutusten tutkimisessa. Tämän tutkimuksen aitaukset on perustettu eri aikoina, keskimäärin noin 40 vuotta sitten. Tuolloin laidunpaine oli tasaisempi ja nykyistä vähäisempi pienempien poromäärien johdosta. Aitauksen kat-

kaisi yhden merkittävän ekologisen tekijän (poron) vaikutuksen muiden ekologisten prosessien jatkuessa aitauksesta huolimatta. Erot aidan eri puolilla kuvaavat ajallisesti vaihtelevaa laidunnusvaikutusta tutkimusmetsiköissä. Aikatekijää testattiin malleissa, mutta se ei osoittautunut merkittävaksi. Syynä voi olla se, että valtaosa alueista oli ollut jo melko kauan laidunnukselta suljettuna. Myös hakkuiden ajoittumista testattiin malleissa samalla huonolla menestyksellä.

Koska koemetsiköiden ympäristön kehitys vaikuttaa tutkimusalueiden tilaan, voisi malleja kehitettäessä testata esimerkiksi paliskuntakohtaista kehitystä kuvaavia metsän kehitysvaiheisiin, maanmuokkaukseen, poromääriin yms. liittyviä muuttujia. Ne voisivat osaltaan selittää aidattujen ja aitaamattomien alojen välisiä eroja.

Voimakasta eroa laidunnettujen ja laiduntamattomien alueiden välillä voidaan pitää tutkimuksen päätuloksena. Lisäksi mielenkiintoinen ja tärkeä tulos on metsän kehitysvaiheen merkitsevä vaikutus jäkälän peittävyuden ja biomassan suhteellisiin eroihin laidunnetuilla alueilla. Tämä viittaa siihen, että jäkälikön kunnan ollessa hyvin huono se on herkkä metsän nuoriin kehitysvaiheisiin liittyville muutoksille (varjostus, paahteisuus ym.).

Laidunnuksen kielteinen vaikutus männyntaimien määriin on myös aikaisemmin tunnettu asia (Helle ja Moilanen 1993), vaikka poro myös edistää uudistumista muokkaamalla maata. Poron laidunnus ei tuhoa männyn uudistumismahdollisuuksia kuivilla ja kuivahkoilla kankailla ainakaan alueilla, missä luontaisen uudistumisen edellytykset ovat hyvät. Sitä vastoin alueilla, joissa uudistuminen on muutenkin ongelmallista, laidunnus voi olla ratkaiseva lisätekijä männyn uudistumisen epäonnistumisessa.

Lehtipuun uudistumiseen laidunnus näyttäisi vaikuttavan kahtalaisesti. Yhtäältä poron laidunnus selvästi vähentää koivun taimien esiintymistodennäköisyyttä metsikkö- ja koealatasoilla, vaikka malleissa otetaan huomioon koivun esiintymistodennäköisyyteen oleellisesti vaikuttavat kasvu- paikkatekijät. Toisaalta laidunnetuilla alueilla on myös metsiköitä ja koealoja, joiden taimimäärät eivät poikkea laiduntamattomien alueiden taimimäärästä. Tietyt alueet näyttävät jäävän tuhon ulkopuolelle. Papanakasojen laadun perusteella alueet ovat pääasiassa talvilaitumia. Tämä voikin olla syynä lehtipuun taimien säästymiseen. Porohan syö lehtipuun lehtiä kesällä, jolloin sen ainakin tulisi laiduntaa kesä- eikä talvilaitumilla.

Talvipapanoiden määrä oli kesäpapanoita merkitsevämpi. Mallissa kuitenkin summattiin kesä- ja talvipapanat, koska kesäpapanoidenkin määrä vaikutti suuntaa-antavasti lehtipuiden esiintymistodennäköisyyteen. Tulokset viittaavat siihen, että lehtipuuhun kohdistuva negatiivinen vaikutus voi olla sekä mekaanista että syönnösvaikutusta. Lehtipuut eivät kuivilla kankailla ole taloudellisesti kasvatettavia puulajeja, mutta niillä on merkitystä kuivien kankaiden monimuotoisuudelle ja myös havupuiden menestymiselle (Hallikainen ym. 2007).

Vaikka poronhoitoa ei yksin voikaan syyttää huonosta laiduntilanteesta ja puustovaikutuksista tietyillä alueilla, poromäärien säätely ja toimivien laidunkiertojärjestelmien kehittäminen ovat avainasemassa laidunten tilan parantamisessa. Metsänhoidon menetelmissä olisi pyrittävä maankäsittelyn välttämiseen, taimikoiden harventamiseen ja riittävän peitteisyyden säilyttämiseen metsiä uudistettaessa silloin, kun sen voidaan olettaa johtavan hyvään taimettumiseen ja taimikon kehitykseen.

## Kiitokset

Tämä tutkimus toteutettiin Metlan ja Metsähallituksen yhteistyönä. Kirjoittajat kiittävät Metsähallitusta hyvästä yhteistyöstä sekä teknisestä tuesta ja rahoituksesta. Kiitämme myös metsänhoitoyhdistyksiä, paliskuntia ja Metsäkeskus Lappia avusta kohteiden löytämiseksi sekä seuraavia henkilöitä aineiston keruusta ja teknisestä tuesta: Heikki Ahola, Jouni Hyvärinen, Juha Kemppainen, Ari Pasanen, Esko Piisilä, Raimo Pikkupeura, Jouni Puoskari, Raija Vainio, Jouni Väisänen ja Pekka Välikangas.

## Viitteet

- Akujärvi, A., Hallikainen, V., Hyppönen, M., Mattila, E., Mikkola, K. & Rautio, P. 2014. Effects of reindeer grazing and forestry on ground lichens in Finnish Lapland. *Silva Fennica* 48(3), article id 1153. 18 s.
- Hallikainen, V., Hyppönen, M., Hyvönen, J. & Niemelä, J. 2007. Establishment and height development of harvested and naturally regenerated Scots pine near the timberline in North-East Finnish Lapland. *Silva Fennica* 41(11): 71–88.
- Helle, T. & Moilanen, H. 1993. The effects of reindeer grazing on the natural regeneration of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8(3): 395–407.
- Kumpula, J., Stark, S. & Øystein, H. 2011. Seasonal grazing effect by semi-domestic reindeer on subarctic mountain birch forest. *Polar Biology* 34(3): 441–453.
- Kumpula, J., Kurkilahti, M., Helle, T. & Colpaert, A. 2014. Both reindeer management and several other land use factors explain the reduction in ground lichens (*Cladonia* spp.) in pastures grazed by semi-domesticated reindeer in Finland. *Regional Environmental Change* 14(2): 541–559.
- Kyllönen, S., Colpaert, A., Heikkinen, H., Jokinen, M., Kumpula, J., Marttunen, M., Muje, K. & Raitio, K. 2006. Conflict management as a means to the sustainable use of natural resources. *Silva Fennica* 40(4): 687–728.
- Mattila, E. 2012. Porojen laiturumia koskevia arviointituloksia 1970-luvulta alkaen. Neljä laidunarviointia valtakunnan metsien inventoinnin yhteydessä vuosina 1976–2004. Metlan työraportteja 238. 100 s.
- Mäkitalo, K., Penttilä, T. & Räsänen, P. 1998. Poron ja jäniksen vaikutus hieskoivun luontaiseen uudistumiseen tuoreilla kankailla Etelä- ja Keski-Lapissa. Julkaisussa: Hyppönen, M., Penttilä, T. & Poikajärvi, H. (toim.). Poron vaikutus metsä- ja tunturiluontoon. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 678: 109–121.
- Nilsson, C. 2007. Renskadorn i plant- och ungskog – en litteraturoversikt och analys av en taxeringsmetod. Skogsstyrelsens, Rapport 6. 28 s.
- R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Renvall, A. 1913. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. *Acta Forestalia Fennica* 1(2). 154 s.
- Roturier, S. & Roué, M. 2009. Of forest, snow and lichen: Sámi reindeer herders' knowledge of winter pastures in northern Sweden. *Forest Ecology and Management* 258: 1960–1967.
- Saarikoski, H., Mustajoki, J., Marttunen, M., Ahtikoski, A., Hallikainen, V., Helle, T., Hyppönen, M., Jokinen, M., Naskali, A., Tuulentie, S., Varmola, M., Vatanen, E. & Ylisirniö, A.-L. 2010. Monitavoitearviointi Ylä-Lapin metsien kestäväen käytön mahdollisuuksista. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2010: 39–63.
- Saastamoinen, O. 1982. Metsien monikäytön ekonomia Saariselän metsä- ja tunturialueella. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 104. 102 s.

# Ensiharvennus vai uudistaminen – aggressiivinen tervasroso mäntytaimikoiden ja nuorten metsien kimpussa

Risto Jalkanen

## Johdanto

Monet taudit aiheuttavat merkittäviä kasvutappioita metsänkasvatukselle Lapissa. Yksi vakavimmista taudeista on tervasroso. Sen aiheuttavasta sienestä käytetään joko nimeä *Peridermium pini* tai *Cronartium flaccidum*. Aiemmin näitä pidettiin kahtena eri lajina, mutta nykyisin saman lajin eri tyyppinä (Hantula ym. 2002). Edellinen, jota kutsun seuraavassa perinteiseksi tervasrosoksi, leviää suoraan männystä mäntyyn. Jälkimmäinen, josta olen käyttänyt nimeä aggressiivinen tervasroso, tarvitsee levitäkseen väli-isännän.

Perinteistä tervasrosoa – kuivalatvoja ja pystyyn kuolleita puita, kituvia harsuja latvuksia, pitkiä runkoroja pihkavuotoineen – tapaa varttuneissa ja vanhoissa mäntyvaltaisissa metsissä sitä runsaammin, mitä pidempi aika on kulunut edellisestä hakkuusta (Jalkanen 1988). Tervasrososisessa vanhassa metsässä sienien aiheuttamat kasvu- ja laatutappiot ovat huomattavat (Kaitera ym. 1994). Kuusamossa valtakunnan metsien 7. inventoinnin (VMI7) yhteydessä vuonna 1982 kerätyn tervasrosotiedon perusteella 3,3 %:lla koepuista oli tervasroso ja vain yksi tervasrosoinen puu luokiteltiin taimeksi (Jalkanen 1988). Tervasroson voi Kuusamossa katsoa siten edustaneen lähes yksinomaan perinteistä tyyppiä, vaikka geneettistä rakennetta ei tuolloin selvitettykään.

Jo Kuusamon inventoinnin aikoihin 1980-luvun alussa eteläisestä Lapista, Kainuusta ja Pohjois-Karjalasta tunnettiin taimikoita, joissa tervasroso haittasi merkittävästi männyn kasvua mm. tappamalla puita. Sama ilmiö tunnistettiin myös Pohjois-Pohjasta (Norrbotten, Ruotsi) 1990-luvulla. Kahdesta lappilaisesta metsiköstä 1990-luvun lopulla eristetty tervasrososieni poikkesi geneettisesti rakenteeltaan perinteisestä tervasrososta (Hantula ym. 1998), jolloin aiheuttaja oli *Cronartium flaccidum* ja siis tervasroson aggressiivinen tyyppi. Monien Lapissa harvinaisten väli-isäntien lisäksi Lapin kangasmetsissä yleinen metsämaitikka (*Melampyrum sylvaticum*) osoitettiin tervasroson väli-isännäksi (Kaitera ja Hantula 1998). Näin alkoi muodostua käsitys, että pohjoisen taimikoissa mäntyjä tartuttava ja tappava tervasroso on ns. aggressiivinen tyyppi, sen leviämislle väli-isäntä on välttämätön ja sen tuhot laajenevat vakaasti mutta varmasti. Tuhoalat ovat toistaiseksi olleet kuitenkin vain valistuneita arvauksia.

Merkittävien taimikkotuhojen rinnalle on viime aikoina noussut huoli tuhoista myös nuorissa ensiharvennusikäisissä männiköissä. Usein tuhon koko laajuus on havaittu vasta ensiharvennuksen suunnittelun yhteydessä, ja siksi karu totuus on iskenyt täydellä voimallaan: kun jopa 50–70 % iältään 40–60-vuotiaista männystä on tervasrososisia (kuva 1), perinteiset metsänkäsittelymenetelmät pitää ainakin kyseenalaistaa, onhan monia kohteita ensiharvennuksen sijaan uudistettu. – Tämän artikkelin tarkoitus on koota tietoa aggressiivisen tervasroson yleisyydestä ja merkityksestä nyt ja tulevaisuudessa sekä pohtia toimenpiteitä tervasrososisen metsän käsittelemiseksi.



**Kuva 1.** Aggressiivista tervasrosaa (yläkuva) sulkeutuvassa taimikossa (Lammasuoma, Rovaniemi 16.8.2010) ja (alakuva) nuoressa kasvatusmetsässä (Jolhikko, Kittilä 14.10.2014). Valokuvat: Risto Jalkanen.

## Missä nuoren metsän tervasrosaa on?

Vaikka aggressiivisesta tervasrososta taimikoissa on informoitu jo tovin aikaa, runsas 20 vuotta, tauti on sitkeästi pysynyt 'piilossa'. Vasta ensiharvennusten suunnittelun yhteydessä todettujen tuhojen myötä on herätty arvioimaan ilmiön vakavuutta. Ja vakavahan se on!

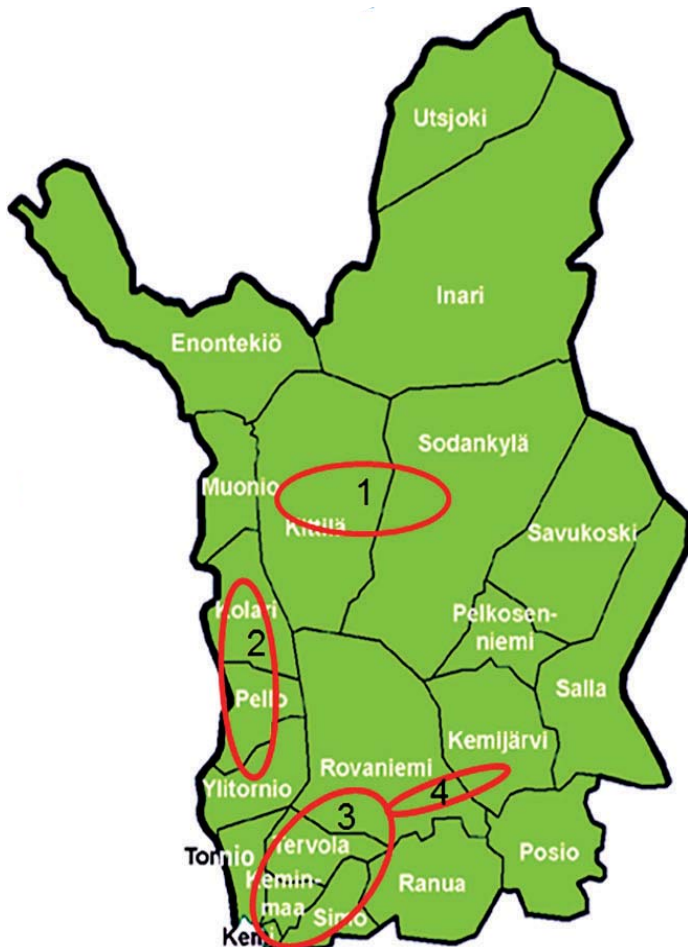
Tiedot tervasrososta nuorissa metsissä perustuvat omien havaintojeni ohella inventointeihin ja kyselyihin. Edellä mainitussa Kuusamon alueen inventoinnissa vuonna 1982 (VMI7) tavattiin vain yksi taimeksi luokiteltu tervasrosoinen koepuu (Jalkanen 1988). Ns. Lapin lain turvin vuosina 1984–1995 perustettujen taimikoiden inventointi kesällä 2001 (Hyppönen ym. 2003) antoi viit-

teitä tervasrosan yleistymisestä länsirajan taimikoissa Pellossa ja Kolarissa. Tervasrosoisia taimia oli siellä kuitenkin vain 1 % männyistä ja muualla Lapissa huomattavasti vähemmän (Jalkanen ym. 2003).

VMI1:ssä (2009–2013) Lapista kirjattiin yhteensä 17 koealan keskipistekuviota, joissa esiintyi tervasrosoa kehitysluokissa 2 tai 3 (nuoret ja varttuneet taimikot). Metsähallituksen ja Sveaskogin tuella inventoimme nämä ja 13 vastaavaa tervettä kohdetta kesällä 2014. Koealat jakaantuivat eri puolille Lappia, mutta tervasrosoisten kuvioiden painopiste oli länsirajalla sekä Kittilän pohjois-

ja Sodankylän luoteisosissa. Tervasrosoa löytyi 14 taimikosta, joissa tervasrosoisuus vaihteli yhdestä 60 %:iin. Kaikkien 30 taimikon tervasrosoisuus oli 7,8 % (Jalkanen ym., julkaisematon).

Kun em. tuloksiin lisätään koosteet kaikille Lapin metsäsuunnittelijoille keväällä 2014 ja Metsähallituksen omille suunnittelijoilleen kesällä 2014 suunnatuista kyselyistä, suuren tervasrosoriskin alueita näyttäisi olevan neljä: 1. Kittilän lehtokeskus, 2. Tornionjokivarso (Kolari–Pello–Ylitornio), 3. Lapin kolmion lehtokeskus (erityisesti Kemijoen itäpuoli) ja 4. Kemijoki-varren vaaramaat (Kivaloiden vaarajono) Rovaniemellä ja Kemijärvellä (kuva 2). Tautihavaintoja on selvästi vähiten Itä-Lapista ja em. ryhmien ulkopuolisilta Keski-Lapin alueilta. Tervasrosan esiintymisestä taimikoissa ei ole pinta-ala-arvioita. Ensiharvennusikäisiä, vakavasti tervasrosoisia metsiä on tiedossa 3 000 ha, mitä määrää pidän vahvasti aliarviona.



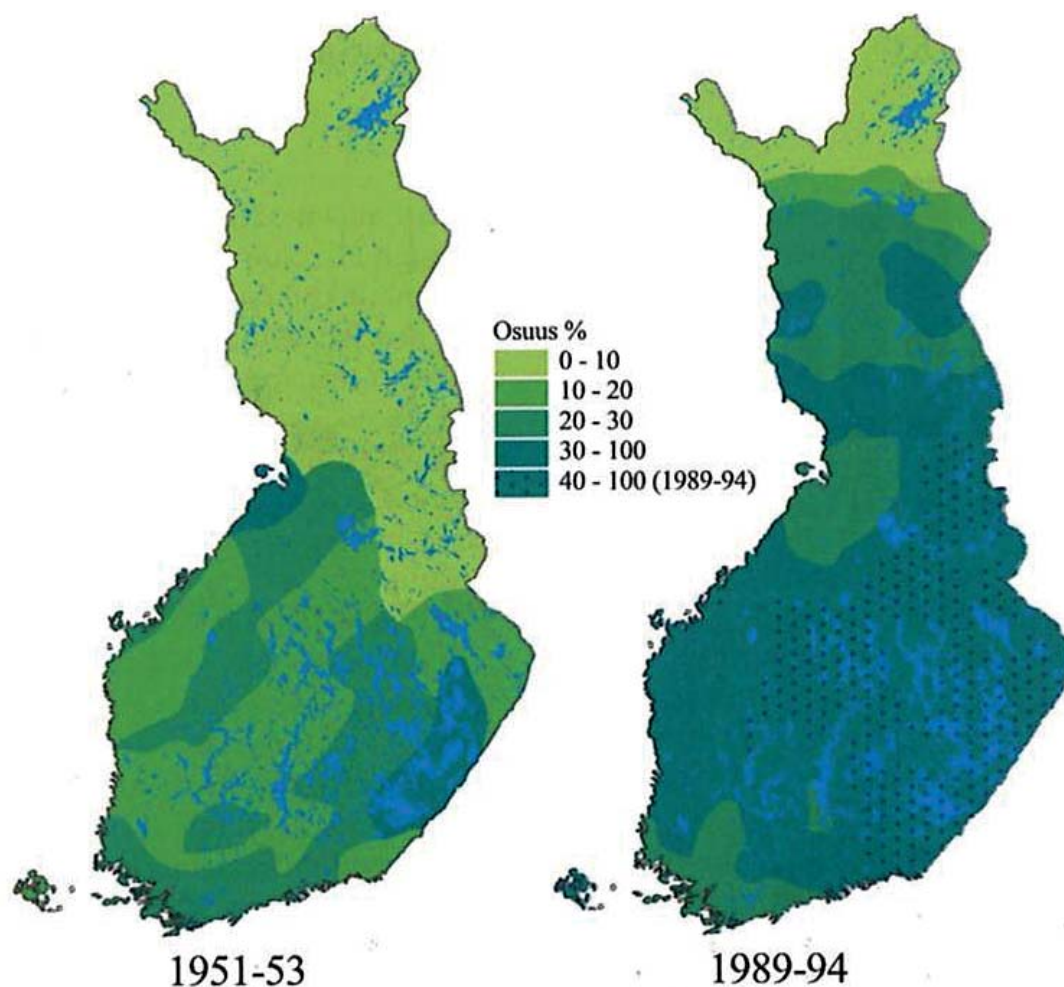
Kuva 2. Aggressiivisen tervasrosan riskialueet.

## Tervasroso 'tykkää' elinvoimaisista männyistä

Kesän 2014 VMI-kohteiden inventoinnin perusteella on tarkoitus mallittaa tervasrosoisuuteen vaikuttavia tekijöitä. Tulosten valmistumista odotellessa ja aiempiin havaintoihin nojaten voidaan arvioida, että riskialueet ovat avohakkuun, muokkauksen ja viljelyn kautta parantuneisiin olosuhteisiin syntyneitä hyväpuustoisia mäntytaimikoita ja ensiharvennusmänniköitä lehtomaisilla ja tuoreilla kankailla.

Männyn kannalta parantuneista olosuhteista mainittakoon mm. viljavat kasvupaikat, maanmuokaus, istutus, mahdollisesti alkuperä (etenkin 1960-luvun viljelyissä), 1960–1980-lukuja selvästi lämpimämmät kasvukaudet 1990- ja 2000-luvuilla ja alailmakehän hiilidioksidipitoisuuden kasvu sekä kaikki edelliset summaten tuoreutuminen (Greening). Korostettakoon, että tervasrosion aiheuttaa ruostesieni ja että ruostesienet lisääntyvät vain isäntäkasvin elävässä solukossa ja että elinvoimaisuuden kasvu parantaa niiden mahdollisuuksia tartuttaa isäntäkasveja (Kurkela 1994). Lisäksi Lapin metsissä voi olla aiempaa ärhökkäämpi, geneettisesti muuntunut sieni, joka osaa käyttää 'uusia' väli-isäntäkasvilajeja kuten metsämitikkaa.

Myös metsän kuva on muuttunut selkeästi viimeisten 50–60 vuoden aikana Lapissa. Kuusivaltaisuus on vähentynyt ja mäntyvaltaisuus kasvanut erityisesti tervasrosion riskialueilla (Reinikainen ym. 2001). Edelliseen liittyen erityisen suuri merkitys on saattanut olla metsien nuorentumisella ja aggressiivista tervasrosioa ajatellen alle 50-vuotiaiden metsien osuudella (kuva 3).



**Kuva 3.** Alle 40-vuotiaiden metsien osuus metsämaan alasta 1951–1953 ja 1989–1994 valtakunnan metsien inventoinnin mukaan (Reinikainen ym. 2001).

## Nuorten metsien tervasroso on vakava ongelma

Tervasrosan tunnistamisessa on edelleen ongelmia. Menestyksellisen torjunnan kannalta on kuitenkin välttämätöntä tuntea tauti ja sen leviämistavat. Tässä on tutkimuksellakin vielä kosolti tehtävää.

Selvästikin on epäselvää, voiko epidemia alkaa vasta riukuvaiheessa vai onko tauti tuhonnut mäntyjä jo taimikoissa ilman, että tervasrosoa on mitenkään noteerattu. Jos sienitartuttaa mäntyjä runsaasti myös nuoren kasvatusmetsän vaiheessa, kuinka kauan aggressiivinen tervasroso jatkaakaan tartuntoja; päätehakkuihkö saakka. Tällöin mietityttää, mikä itse asiassa on puunkasvattajan kannalta aggressiivisen ja perinteisen tervasrosan ero. Kun perinteisen tervasrosan leviämiseen ei tarvita väli-isäntää, onko väli-isäntä nuorena metsässä aina edes tarpeellinen onnistuneelle tartunnalle? Toisin sanoen, voiko tervasroso levitä nuorena metsässä männystä mäntyyn ilman väli-isäntää? Metsämaitikka on selvästikin harvinaisempi tiheissä metsissä kuin niitä edeltäneillä avohakkuualoilla valaistuksen muutosten takia. Tämä muutos näkyy myös Reinikaisen ym. (2001) kartoissa maitikan yleisyydestä 1950-luvulta 1990-luvulle: metsämaitikka on selvästi harvinaistunut nykypäivää kohti. Jos metsämaitikka on väli-isäntä, ainakin sen mahdollisuudet toimia sellaisena ovat vähentyneet uudistamisen ja männyn viljelyn vähenemisen myötä.

Mitä siis tehdä tautisille tervasrosotaimikoille ja miten käsitellä ensiharvennukseen tulevia sairaita metsiä? Valmiita, toimivia ratkaisumalleja ei välttämättä ole tarjolla, sillä puulajisuhteiden ja pienmuotojen ohella myös tervasrosoisuus vaihtelee metsikkökuvion sisällä. Siksi metsänkäsittelyratkaisut on suunniteltava huolellisesti kuviokohtaisesti. Keskeinen kysymys on luonnollisesti, mitä metsikköön jätetään tai voidaan jättää käsittelyn jälkeen. Tutkimuksen tehtävänä olisi tuottaa vastauksia, missä tilanteissa männyn kasvatusta voitaisiin jatkaa edelleen. Käytäntö löytää kyllä vastauksen kohteessa olevan puulajikirjon hyödyntämiseksi.

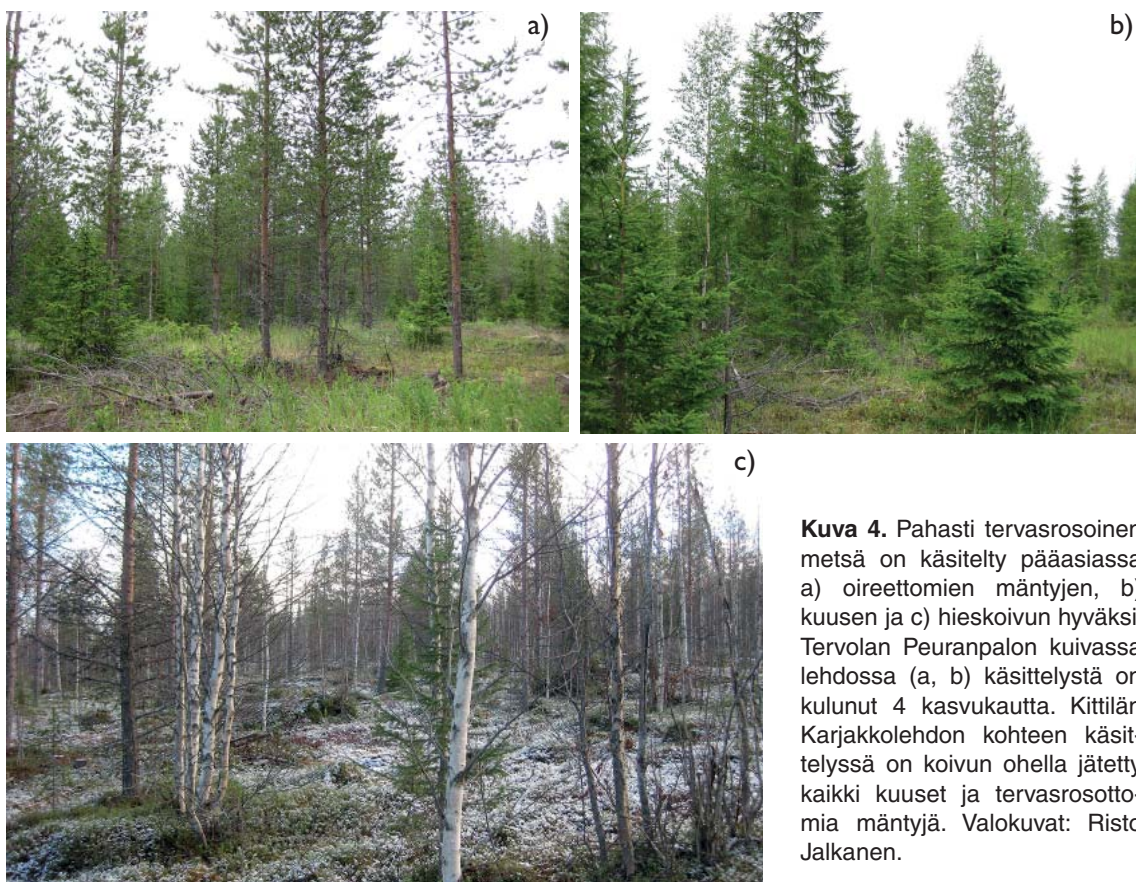
## Tervasrosoisen metsän käsittelyvaihtoehtoja

Ennen käsittelyä metsikön tervasrosoisuus on arvioitava toimenpiteiden pohjaksi. Arviointi ei kuitenkaan poista sitä tosiasiaa, että metsikköön väistämättä jää tervasrosaisia puita käsittelyn jälkeenkin, vaikka kuinka ennalta korostetaan sairaiden puiden poiston merkitystä ja sitä, että metsikkö (eikä vain yksittäiset puut) on sairas. Jokainen ensiharvennuksen hetkellä oireellinen puu on mitä todennäköisimmin kuollut ennen seuraavaa hakkuuta normaalihakkuuvälillä! Tautiset metsät on tunnistettava jopa yksittäispuutasolla ja otettava huomioon käsittelyiden suunnittelussa, sillä varsinkin taimikossa tervasroso voi olla merkki vakavasta tuhosta tulevaisuudessa. Erityisen tarkkaavainen on oltava suuren tervasrosoriskin alueilla (ks. kuva 2). Oleellisena osana eri vaihtoehtoja talousmetsässä puntarotaessa ovat kustannukset. Niitä ei ole arvioitu alla olevissa vaihtoehtoisissa. Monilla alueilla on otettava huomioon myös monimuotoisuus ja ympäristön muut käyttömuodot.

**Käsittely männyn hyväksi.** Sairaata männyn poistetaan. Runkokorojen ohella myös oksatartunnat osoittavat puiden alttiuden tervasrosolle. Käsittelyajankohtana näkyvästi sairaita mäntyjä jää huolellisesta työstä huolimatta. Lisäksi uusia puita sairastuu varsinkin taimikossa, missä taudin piilovaihe ennen oireita hankaloittaa torjuntaa. Metsikkö voidaan käsitellä männyn hyväksi, jos runkoluku antaa myöten (kuva 4a). Riskin minimoimiseksi jäävän puuston pohjapinta-ala on jätettävä tavanomaista korkeammaksi ('särkymävara'). Käsittely männyn hyväksi ei tule kyseeseen, kun tervasrosoa on paljon. Se, mitä on paljon, tulee määrittää.

**Käsittely muun puuston kuin männyn hyväksi.** Varsinkin iso kuvio on järkevää käsitellä osakuvioina sen mukaan, mitä vaihtoehtoja männylle löytyy. Ensiharvennusikäiset metsähän ovat tavallisesti laajoja, samalla menetelmällä männylle uudistettuja kohteita, joista löytyy monenlaisia osakuvioita; ne voivat olla hyvinkin pienialaisia kuten painanteita ja juotteja. Koska tunnetut tervasrosokohteet ovat pääsääntöisesti tuoreilla tai paremmilla kasvupaikoilla, etenkin entisiltä kuusimailta löytyy usein kuusialikasvos yhdessä isomman koivun ja mahdollisesti terveiden mäntyjen kanssa jatkokasvatukseen (kuva 4b, c). Kaikki koivuryhmät kannattaa hyödyntää riippumatta siitä, ovatko ne hies- tai rauduskoivuja. Suureen kuvioon mahtuu myös pienaukkoja, jos järkevää materiaalia ei ole valmiina. Kun hyödynnetään laajasti eri puulajeja, kuvio saadaan säilymään peitteellisenä.

**Uudistaminen ja viljely.** Mitä nuorempi ja tervasrosoisempi metsikkö on, sitä järkevämpää on uudistaa metsikkö tai ainakin osa siitä. Uudistamista taimikkovaiheessa ei kannata arastella, sillä puita tulisi kuolemaan taudin takia metsikön varttuessa. Jos ensiharvennusiässä tervasrosoa on yli 40 %, uudistamista kannattaa harkita varsinkin, jos kuusialikasvos puutuu ja lehtipuita ja käpyjä tuottavia kuusia on vähän. Koska männylle uudistaminen ei tule kyseeseen, melkeinpä ainoa vaihtoehto on kuusen istutus. Pienialaisena voisi kokeilla ehkä lehtikuusta ja – nisäkäsriskistä huolimatta – koivun kylvöä.



**Kuva 4.** Pahasti tervasrosoinen metsä on käsitelty pääasiassa a) oireettomien mäntyjen, b) kuusen ja c) hieskoivun hyväksi. Tervolan Peuranpalon kuivassa lehdossa (a, b) käsittelystä on kulunut 4 kasvukautta. Kittilän Karjakkolehdon kohteen käsittelyssä on koivun ohella jätetty kaikki kuuset ja tervasrosottomia mäntyjä. Valokuvat: Risto Jalkanen.

**Ei tehdä mitään.** Puita kuolee jatkuvasti tervasrosoon, mutta metsikkö pysyy puustoisena. Kustannukset pysyvät alhaisina. On varauduttava myös alentuneisiin tuloihin, sillä saanto on lähinnä kuitu- tai energiapuuta. Tulos riippuu tarjolla olevista markkinoista, onko esimerkiksi energiapuulle ostajaa. Kokemukset pahasti tervasrosoisen taimikon kehityksestä nuoreksi metsäksi osoittavat, että ääritapauksessa metsikössä ei ole mitään harvennettavaa. Varsin yleisesti tällaisissa metsiköissä on lisäksi pienaukkoja tervasrosion tapettua kaikki männyt muutaman aarin alalta.

Pohjois-Kittilässä on paljon nuoria kasvatusmetsiä, joiden tervasrosotartunnat lienevät tapahtuneet jo taimikkovaiheessa. Nykyisin havaintoja tervasrosoisista taimikoista Kittilässä on vähän. Syy lienee yksinkertaisesti taimikoiden vähyys. Sen sijaan länsirajalla on paljon taimikkotuhohavaintoja, mikä selittyy alueen taimikoiden runsaudella. Sinänsä molemmat alueet kuuluvat suuren tervasrosoriskin piiriin. Länsirajalla on siten odotettavissa 'yllätyksiä', kun metsiköitä mennään ensiharventamaan. Sen tähden nyt on korkea aika kiinnittää huomioita siihen, kuinka paljon tervasrosoa on nimenomaan taimikoissa ja keskittää torjunta jo tähän vaiheeseen. Ensiharvennuksissa toimenpiteet saattavat olla enemmänkin jälkihoitoa, joka olisi voitu välttää seuraamalla taimikoiden kehitystä nykyistä intensiivisemmin. Metsätuhokoulutuksen lisäämisestäkin saattaisi olla apua.

## Viitteet

- Hantula, J., Niemi, M., Kaitera, J., Jalkanen, R. & Kurkela, T. 1998. Genetic variation of the resin-top fungus in Finland as determined by random amplified microsatellites (RAMS). *European Journal of Forest Research* 28(6): 361–372.
- Hantula, J., Kasanen, R., Kaitera, J. & Moricca, S. 2002. Analyses of genetic variation suggest that pine rusts *Cronartium flaccidum* and *Peridermium pini* belong to the same species. *Mycological Research* 106: 203–209.
- Hyppönen, M., Hallikainen, V., Aalto, T., Jalkanen, R., Mäkitalo, K. & Penttinen, H. 2003. Lapin lain mukainen metsänviljely – tilastotarkastelu. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2003:15–30.
- Jalkanen R. 1988. Tervasroso – alati harvinaistuva nuotiopuu vai entistä suurempi metsien uhka? *Metsä ja Puu* 1988(5): 26–27.
- Jalkanen, R., Penttinen, H., Aalto, T., Hallikainen, V., Hyppönen, M. & Mäkitalo, K. 2003. Occurrence of *Melampsora pinitorqua*, *Peridermium pini* and *Cronartium flaccidum*, and *Chrysomyxa ledi* in young plantations in Lapland, Finland. In: Xu, M.-Q., Walla, J. & Zhao, W.-X. (eds.). *Proceedings of the Second IUFRO Rusts of Forest Trees WP Conf.*, 19–23 Aug, 2002, Yangling, China. The Chinese Academy of Forestry. *Forest Research* 2003, 16 (Suppl.): 125–130.
- Kaitera, J. & Hantula, J. 1998. *Melampyrum sylvaticum*, a new alternate host for pine stem rust *Cronartium flaccidum*. *Mycologia* 90(6): 1028–1030.
- Kaitera, J., Aalto, T. & Jalkanen, R. 1994. Effect of resin-top disease caused by *Peridermium pini* on the volume and value of *Pinus sylvestris* saw timber and pulpwood. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9(4): 376–381.
- Kurkela, T. 1994. *Metsän taudit*. Otatiето, Tampere. 320 s.
- Reinikainen, A., Mäkipää, R., Vanha-Majamaa, I. & Hotanen, J.-P. (toim.). 2001. *Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa*. Tammi, Helsinki. 384 s.

## Metsänhoitosuosituksset – silta tutkimuksen ja käytännön välillä

Ari Keskimölo

### Mitä metsänhoitosuosituksset ovat

Metsänhoitosuosituksset ovat kokoelma erilaisia käypiä toimintamalleja hyvään metsänhoitoon. Metsänhoitosuositusten laadintaan ovat osallistuneet metsänomistajat, tutkijat ja käytännön toimijat. Suositukset eivät ole velvoittavia, vaan niillä on tarkoitus kuvata hyvään metsänhoitoon johtavat menetelmät. Lähtökohtana suositusten käytölle ovat metsänomistajan omat tavoitteet.

Metsänhoitosuosituksset perustuvat tutkimustietoon ja käytännön kokemuksiin. Metsänhoitosuosituksset ovat ohjanneet ja ohjaavat yhä merkittävästi toimintaa. Metsäneuvonnassa suositukset ovat avaintyökalu. Lisäksi suosituksiin viitataan usein työohjeissa ja mm. puukauppasopimuksissa.

Metsänhoidossa voidaan karkeasti käyttää kolmea eri tasomittaria. Kun metsiä hoidetaan metsänhoitosuositusten mukaisesti, voidaan puhua huippuhyvästä metsänhoidosta. Metsien sertifiointijärjestelmät (PEFC, FSC) asettavat astetta lievempiä vaatimuksia metsien hoidolle ja käytölle. Niiden tarkoituksena on todistaa puutuotteiden loppukäyttäjälle puuraaka-aineen alkuperä ja metsien hoidon kestävyys. Alin taso on metsälain minimivaatimukset täyttävä metsänhoito.

Kahden viime vuosikymmenen aikana on laadittu neljät valtakunnalliset metsänhoitosuosituksset (Luonnonläheinen metsänhoito 1994, Hyvän metsänhoidon suositukset 2001, 2006, Äijälä ym. 2014). Sitä aiemmin suositukset olivat enemmän normatiivisia käsittelyohjeita, eivät niinkään suosituksia. Pohjois-Suomi on luonnonoloiltaan muusta maasta poikkeava alue, jolle on vuosina 2004 ja 2007 laadittu omia suosituksia (Hyppönen ym. 2004, Keskimölo ym. 2007). Vuoden 2014 valtakunnallisiin metsänhoitosuosituksiin lisättiin aiempaa huomattavasti enemmän Pohjois-Suomen erityisolosuhteisiin liittyviä yksityiskohtia. Pääasiassa tästä ja Metsäkeskuksen niukkenevista resursseista johtuen Pohjois-Suomen omiin suosituksiin ei nähty enää olevan tarvetta (kuva 1).

### Metsänhoitosuositusten muutosten taustoja

Metsänhoitosuositusten muutosten taustalla on muuttuva toimintaympäristö. Suomessa ja maailmalla sadat tutkijat tuottavat uutta tutkimustietoa. Yhteiskunta ja sen arvot ovat jatkuvassa muutoksessa. Yksilönvapaus on korostunut viime aikojen kehityksessä. Tarve säädellä yksityisessä omistuksessa olevan metsäomaisuuden käyttöä on vähentynyt. Ihmiset ovat myös aiempaa valistuneempia ja kaipaavat perusteluja metsäammattilaisen esittämille ratkaisuvaihtoehdoille. Usein ihmiset arvostavat metsän muita kuin puuntuotannollisia hyötyjä aiempaa enemmän. Myös ilmastomuutos ja metsän merkitys sen torjunnassa on korostunut. Lisäksi Suomi on sitoutunut useisiin kansainvälisiin sopimuksiin yksin ja myös osana Euroopan unionia. Sopimukset liittyvät mm. kestävään kehitykseen, vesiensuojeluun, luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseen ja ilmastoon. Edellä mainitut tekijät ovat olleet vaikuttamassa valtakunnallisten hyvän metsänhoidon suositusten laadintaan (Äijälä ym. 2014).



Alueelliset suosittukset Pohjois-Suomessa

Yksi valtakunnallinen suosittus

**Kuva 1.** Huippuhyvän metsänhoidon toteuttamisessa valtakunnallisilla ja alueellisilla metsänhoitosuosittuksilla on suuri merkitys.

## Tutkimus ja metsänhoitosuosittukset

Tutkimus ja metsänhoitosuosittukset liittyvät tiiviisti toisiinsa. Metsän kehityksen biologiset prosessit, metsänkäsittelymenetelmät ja niihin liittyvät taloudelliset kannattavuuslaskelmat sekä metsänomistajatutkimus ovat olleet keskeisessä asemassa laadittaessa metsänhoitosuosittuksia. Metsäntutkimuslaitos (nykyisin osa Luonnonvarakeskusta) on tuottanut runsaasti uutta tutkimustietoa myös Pohjois-Suomen olosuhteisiin. Esimerkiksi Mikko Hyppösen vetämä luontaiseen uudistamiseen ja männyn syyskylvöön liittyvä tutkimus palvelee tehokkaasti pohjoisen Suomen muuta maata alhaisempaa metsätalouden kannattavuutta. Metsän uudistaminen taloudellisesti edullisimmalla tavalla on pohjoisen metsätalouden kulmakivi.

Ilman kattavaa tutkimusnäyttöä metsänhoitosuosittukset perustuisivat pelkkiin käytännön kokemuksiin. Joistakin kasvatusmenetelmistä saadut kokemuksetkin ovat hyvin suppeita, jolloin metsänhoidossa tehtävät päätökset voivat perustua pelkkiin metsäammattilaiskohtaisiin oletuksiin. Tämä voi johtaa lopputuloksen hallitsemattomaan vaihteluun ja metsänomistajan taloudellisiin menetyksiin.

## Käytännön haasteita

Nykyiset metsänhoitosuosittukset tarjoavat metsänomistajalle aiempaa enemmän vaihtoehtoja metsiensä hoitoon. Samaan aikaan tilakoon pienentyessä metsän merkitys yksityiselle metsänomistajalle on pienentynyt ja keskivertometsänomistajan tietämys metsänhoidosta vähentynyt. Vaihtoehtojen lisääntyminen vaikeuttaa edelleen asioiden hahmottamista.

Metsänhoitosuosituksiin uutena asiana tullut eri-ikäismetsän kasvatusta on yksi metsänomistajaa neuvovalle metsäammattilaiselle haasteita tuottava aihepiiri. Se on käytännössä yksi uusi mahdollinen hakkuutapa aiempien tasa-ikäisrakenteisten metsien hakkuiden ohella. Metsänomistajaa houkuttaa hyvin usein metsän säilyminen puustoisena ja myös säästäminen metsänuudistamiskuluissa. Metsäammattilaisen merkitys puolueettomana, myös eri menetelmien riskit kertovana asiantuntijana korostuu.

## Käytännön metsätalouden toiveita metsäntutkimukselle

Käytännön metsätaloudella on muutamia selkeitä toiveita metsäntutkimukselle. Eri-ikäismetsän kasvatuksen kannattavuuteen vaikuttaa monta muuttujaa, mikä tekee oikeiden ratkaisujen teon haasteelliseksi. Uuden taimiaineksen synnyn ja elossapysymisen sekä jo olemassa olevan taimiaineksen elpymisen taustalla oleviin biologisiin prosesseihin kaivataan lisätietoa. Eri-ikäismetsän kasvatuksen kannattavuusvertailuihin sisältyy useita muuttujia, joita vaihtelemalla myös lopputulos vaihtelee. Vaihtelun taustalla on osin oletuksia, joiden paikkansapitävyydestä ei ole tutkimusnäyttöä eikä käytännön kokemusta. Kärjistetysti voidaan sanoa, että kannattavuusvertailun lopputulos saadaan halutunlaiseksi taustamuuttujia vaihtelemalla.



Tutkijoiden ja käytännön metsäammattilaisten välinen Norfor-yhteistyöretkeily rajaesteaidalla Sallan Koivuselässä. Valokuva: Risto Jalkanen.

Metsäntutkimus on tuottanut metsätalouden ja metsäteollisuuden käyttöön metsien kasvumalleja, joita on jatkuvasti päivitetty uuden tutkimustiedon myötä. Kasvumallien käytännön merkitys on suuri. Käytännön metsätalous (puunostajat, metsänhoitoyhdistykset, Metsäkeskus, metsäpalveluyritykset) käyttää niitä järjestelmissään, jolloin metsikkökuvion tiedot saadaan päivitettyä ajantasaiseksi kustannustehokkaasti maastossa käymättä. Samoja kasvuennusteita käytetään myös metsäteollisuuden investointien raaka-aineen saannin arvioinneissa.

Kasvumalleilla pyritään arvioimaan raaka-aineen saantia pitkällä, kymmenien vuosien aikavälillä. Kasvumallien virheillä on siten merkittäviä taloudellisia seuraamuksia. Suuri investointi voi jäädä tekemättä ja sähköisestä järjestelmästä puuttuva metsikkökuvion toimenpide-ehdotus toteuttamatta. Niukkenevien resurssien myötä kasvumallien merkitys korostuu edelleen. Yksi Pohjois-Suomen alueen metsäammattilaisia askarruttava asia ovat auratut ja männylle istutetut nuoret kasvatusmetsät, joiden mitattu kasvu on hyvin usein huomattavasti kasvumalleilla laskettua suurempi. Asia on erityisen merkityksellinen siksi, että avohakkuu, raivaus, auraus ja männyn istutus oli yleisin metsänuudistamisketju Lapissa 1970-, 1980- ja 1990-luvuilla.

Metsätoimijoiden resurssien niukentuessa kuvioittaisen metsävaratiedon keruussa on siirrytty kattavasta maastotyöstä laserkeilauspohjaiseen tiedonkeruuseen. Menetelmä on tuonut huomattavia säästöjä. Menetelmään liittyy kuitenkin lukuisia haasteita ja virhelähteitä, joihin sekä käytännön toimijat että tutkimuslaitokset yrittävät löytää ratkaisuja. Yhteistyö keilausaineistojen käytännön hyödyntäjien, aineiston toimittajien ja tutkimuslaitosten välillä on ensiarvoisen tärkeää kustannustehokkuuden ja luotettavuuden parantamiseksi.

## Viitteet

- Hyppönen, M., Härkönen, J., Keränen, K., Riissanen, N. & Tikkanen, J. 2004. Pohjois-Suomen metsänhoitosuosituksukset. Kajaanin kirjapaino Oy. Lapin, Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun metsäkeskukset. 60 s.
- Hyvän metsänhoidon suosituksukset. 2001. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja 13/2001. 95 s.
- Hyvän metsänhoidon suosituksukset. 2006. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 100 s.
- Keskimölo, A., Heikkinen, E. & Keränen, K. 2007. Pohjois-Suomen metsänhoitosuosituksukset. Kalevaprint Oy. Lapin, Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun metsäkeskukset. 58 s.
- Luonnonläheinen metsänhoito. 1994. Metsänhoitosuosituksukset. Metsäkeskus Tapion julkaisu 6/1994. 72 s.
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. 2014. Hyvän metsänhoidon suosituksukset. Metsäkustannus Oy. 264 s.

## Föryngringsförsök i Norrbotten

Hans Winsa, Mikko Hyppönen, Ville Hallikainen, Johan Lundbäck, Jonas Öhlund, Esko Jaskari och Pasi Rautio

### Varför utveckling av föryngringsmetoder?

#### Kostnader och resultat

På svaga marker med långa omloppstider måste föryngringskostnaderna vara låga för att skogsbruket skall vara lönsamt. I norra Sverige innebär det att kostnaden för föryngringsåtgärderna inte får vara större än 5–6 000kr/ha (5–600€/ha).

**Tabell 1.** Vanliga åtgärder och vanliga resultat.

Metod	Markberedning	Odlingsmaterial	Vid plantinventering	Efter röjning
Plantering	Ja	2 000 plantor/ha	1 500–1 900 pl/ha	1 000–1 500 pl/ha
Sådd	Ja	5 000 frön/ha	2 000–1 000 pl/ha	1 500–3 000 pl/ha
Fröträd	Ja	0–1 miljon frön/ha	0–1 000 pl/ha	1 000–3 000 pl/ha

Det kostar för mycket att plantera fler än 2 000 plantor per hektar så det går sällan att skapa bestånd med höga stamantal genom plantering (kostnaden per etablerad stam blir hög). Såddresultat blir ofta ojämna på grund av vädret under vegetationsperioden, ståndort, såddtidpunkt och frökvalité (många frön per etablerad stam för att fungera även mindre bra år). Fröträd är osäkert genom att det kan gå lång tid mellan bra fröår.

#### Frötillgång och förädlad frö

Sådd kräver mycket frö, ca 25 frön för varje etablerad stam, medan det vid plantering räcker med ca 2 frön. Även om sådd normalt är en billigare föryngringsmetod än plantering innebär det stora fröbehovet problem. Det krävs stora lager av frön speciellt för områden där det sällan förekommer år med både mycket kottar och hög frökvalité. De fröplantager som etableras i Sverige är dimensionerade för att producera förädlad frö i sådan mängd att det räcker till produktion av plantor men inte till sådd.

#### Såddtidpunkt och lämpliga ståndorter

Maj och juni är lämpliga månader för sådd enligt gamla kunskaper. Det finns dock finska resultat som visar att även sådd sent på hösten kan ge bra resultat (Metla, Metsähallitus).

Friska tallmarker som inte är alltför bördiga betraktas som lämpliga för sådd, byggt på både försök och erfarenhet. På torra marker blir det problem med fuktillgång medan det på bördiga finjordsrika marker blir problem med uppfrysning och konkurrens.

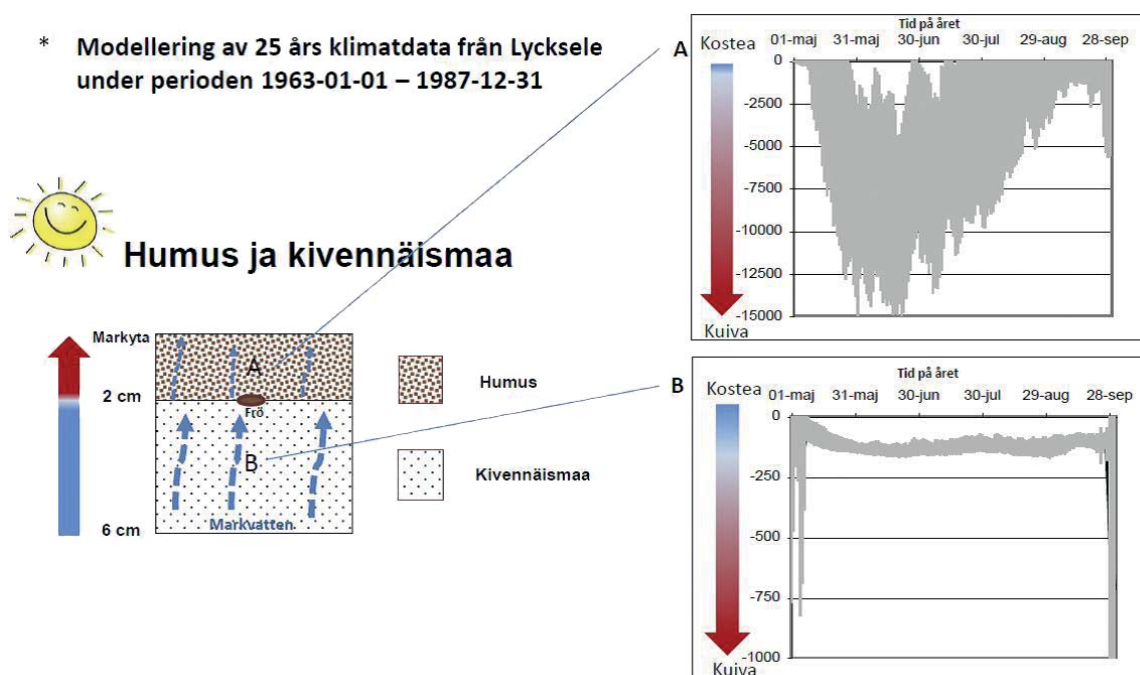
## Fröns krav för groning

Frön kräver rätt temperatur och stabila fuktförhållanden för att klara av att gro och etablera groddplantor. När de gror tidigt på säsongen ökar chanserna att plantorna skall klara den första hösten och vintern tack vare att rotsystemen har hunnit utvecklas och att invintringen inleds i tid.

Det krävs en temperatur på ca +15°C för att fröet skall gro inom rimlig tid och vid temperaturer >+25°C gror det snabbt men groddplantan blir lång och instabil. Idealt är temperaturer på ca +20°C då groningen sker på ca 3 veckor och groddplantan får en rot och en stam (hypocotyl) som bäge är ca 2 cm.

Mikropreparering i form av ca 1 cm djupa gropar i markytan där sedan fröna placeras har visat sig förbättra fuktförhållanden, genom att fröna bäddas ner i mineraljorden och tillgången på kapillärt vatten blir bättre, jämfört med att de ligger på markytan. Ett annat alternativ som förbättrar fuktförhållanden är täckning (bild 1).

På grund av att frön behöver tillgång till stabila fuktförhållanden inom ca 2 cm från groningspunkten (rotens längd efter groningen) fungerar inte markberedningsmetoder som bryter kapillariteten. Sådana metoder, till exempel högläggning, kräver att fukten tillförs direkt via nederbörd. Åtgärder som förser groddplantan med näring är svåra att åstadkomma med markberedning vilket innebär att näringen måste finnas i miljön runt fröet utan att hämma groning och fuktillgång.



**Bild 1.** Modellering av fuktförhållanden i humus och mineraljord gjord av Harald Grip (SLU).

## Utvecklingsbehov

- Utveckla en såddmetod som kräver maximalt 2 frön per etablerad planta så att det blir möjligt att använda förädlat frö (plantagefrö).
- Sänka föryngringskostnaden per etablerad planta.
- Förlänga såddsäsongen.
- Föryngra med hjälp av frö på bördigare mark.
- Öka manuell och maskinell prestation.

## Utveckling

Mikropreparering har förbättrat såddresultaten men fungerar inte tillräckligt bra i praktiken för att kunna nå målet för plantbildning. Orsakerna är problem med tekniken både när det gäller frömatningen, mikroprepareringsutrustningen samt att få fröna att hamna i mikroprepareringen.

Genom tiderna har ett antal system som bygger på att placera frön i en 'container' utvecklats, till exempel Hasselforsplattan på 1970-talet.

Landpuck, från början kallad såddpuck (bild 2), utvecklades av Anders Landström i samarbete med bland andra Sveaskog. Resultaten från försök är lovande med plantbildning >50 %. För att säkra fuktillgången och kontrollera torvens svällning skall pucken placeras så att överdelen är ca 2–3 cm ner i mineraljorden.



**Bild 2.** Landpuck, sammanpressad torv med fröet placerat i övre delen, diameter ca 5 cm. (<http://www.sveaskog.se/press-och-nyheter/nyheter-och-pressmeddelanden/2013/nu-testas-puckplantering-i-stor-skala/>).

SeedPAD, från början kallad såddpåse, utvecklas av SweTree Technologies och Sveaskog. Principen är att frön skall täckas av ett kapillaritetsbrytande skikt som lätt kan trängas igenom vid groning. För att skapa en hanterbar enhet placerades frö och torv (senare vermikulit) i en papperspåse (bild 3). Pappret skall ha god hållfasthet så länge det är torrt men mycket låg hållfasthet när det blir blött, för att groddplantan lätt skall ta sig igenom. Vermikuliten gör det möjligt att tillföra näring i form av arginin (kväve) på ett kontrollerat sätt.



Den första versionen av SeedPAD bestod av en påse som var ca 10 x 15 cm med 2 frön och en blandning av torv och vermikulit (version 1). Utvecklingen av metoder för att sortera fram frön med 100 % grobarhet och hög groningsenergi gör det möjligt att använda såddenheter med bara 1 frö i varje påse. Den möjligheten och att det bedömdes vara kostnadseffektivt att placera ut enheter med ett frö i varje påse gjorde att version 2 togs fram.

**Bild 3.** SeedPAD, version 2, efter regntest. Storlek 10 x 10 cm, med ett frö i botten täckt av 8 gram vermikulit. Foto: Hans Winsa.

## Fältförsök SeedPAD

Från 2012 har SeedPAD testats i fältförsök i norra Sverige och Finland (bild 4). Försöken visar att SeedPAD utlagda i juni, normal tid för sådd, ger en plantbildning på drygt 68 % i genomsnitt och med liten spridning mellan objekten (tabell 2). Under 2012 och 2013 användes version 1 och under 2014 i huvudsak version 2.

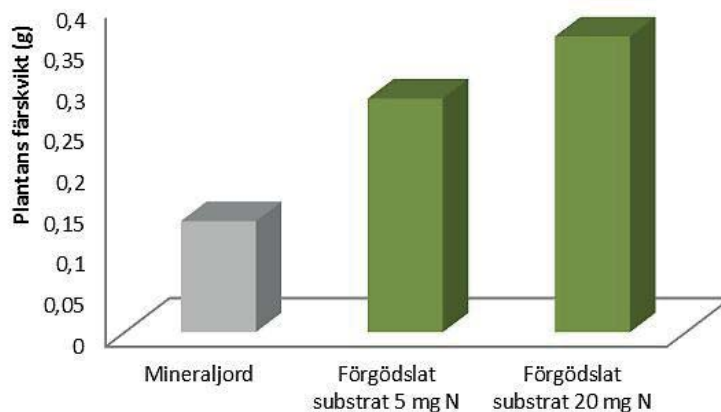


**Bild 4.** Fältförsök 2012–2014.

**Tabell 2.** Plantbildning i procent av utlagda frön för SeedPAD utlagda i juni 2012–2014. Varje procentsiffra visar resultatet från ett enskilt försök.

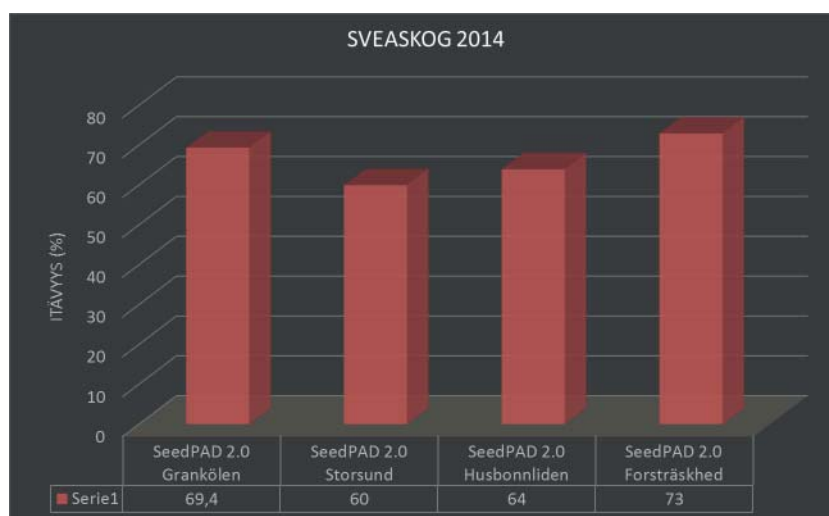
2012	2013	2014
66	69	76
57	73	70
	68	69
	79	60
	75	64
		73
61,5	72,2	68,0

I ett par av försöken har effekterna av arginin (en aminosyra) följts upp. När plantor har slaktats och torrvikter har jämförts visar det sig att arginin har ökat vikten på plantorna som alltså vuxit snabbare (bild 5).



**Bild 5.** Tillväxtskillnader med och utan förgödslat substrat laddat med 5 respektive 20 mg argininkväve/frö ett år efter sådd. Data från såddförsök i Bullmark, Västerbotten.

Under 2014 lades totalt 4 000 SeedPAD ut på fyra olika objekt i Norr- och Västerbotten och plantbildningen blev som lägst 60 % (bild 6). Under utläggningen gjordes en enklare tidsstudie där tre metoder för utläggning jämfördes. **Metod 1:** jämna till markberedningen med foten – lägga ut SeedPAD på markytan – trampa på SeedPAD, **metod 2:** lägga ut – trampa och **metod 3:** lägga ut. Prestationen för metod 1 blev ca 300 per timme, för metod 2 ca 500 och för metod 3 ca 800 och plantbildningen blev i stort sett lika hög oavsett metod.



**Bild 6.** Sveaskogsförsök 2014, utläggning av SeedPAD version 2 i juni.

Ett försök för att studera skillnader i årsmåner och när på året det är lämpligt att så har lagts ut i Ruonivaara i samarbete med Metla, Metsähallitus och SLU (bild 7).

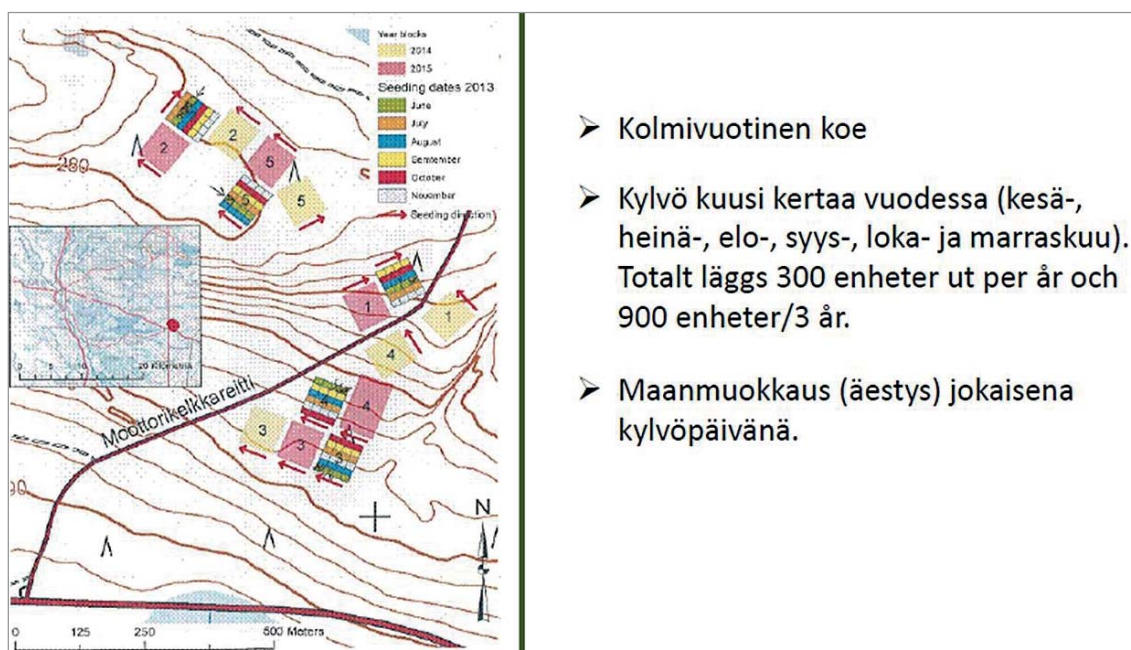


Bild 7. Ruonivaara försöksområde, öster om Sodankylä.

Sådden 2013 visade över 60 % plantbildning vid inventeringen i oktober 2014 för SeedPAD som lagts ut i juni, oktober och november och tendensen var likadan men på en lägre nivå för frön som sågts i mikroreparering (bild 8).

Vid sådderna 2014 har både version 1 och 2 av SeedPAD använts och hittills gjorda uppföljningar visar inte på några skillnader mellan versionerna. I övrigt verkar resultaten relativt lika de från 2013 men det avgörs av uppföljningen i oktober 2015.

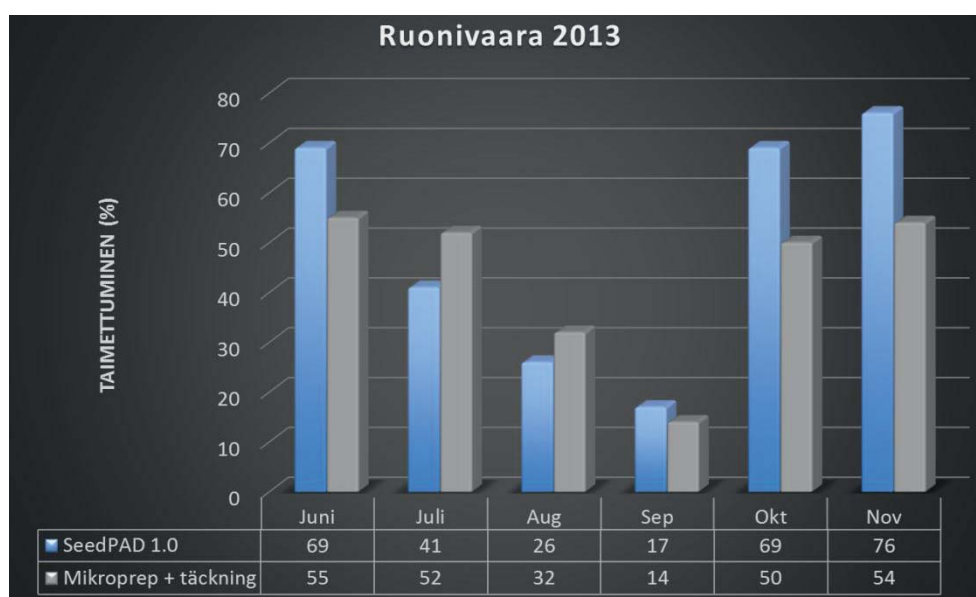
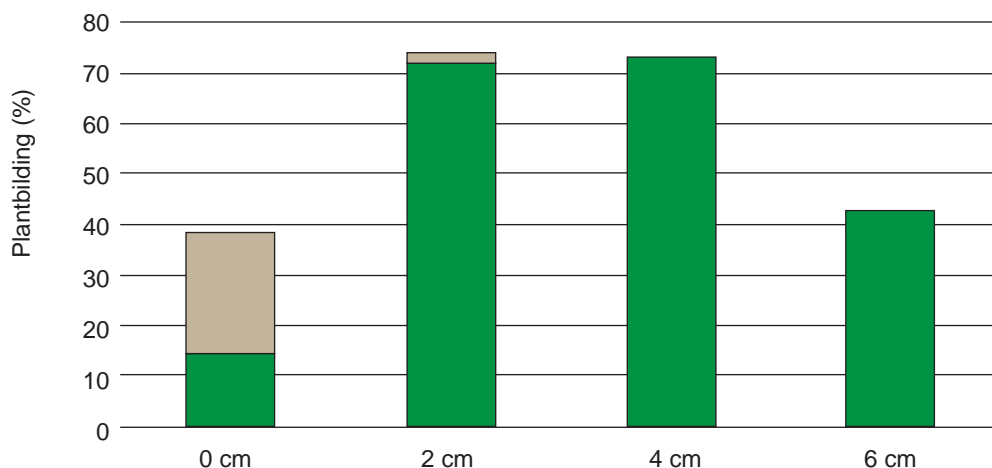


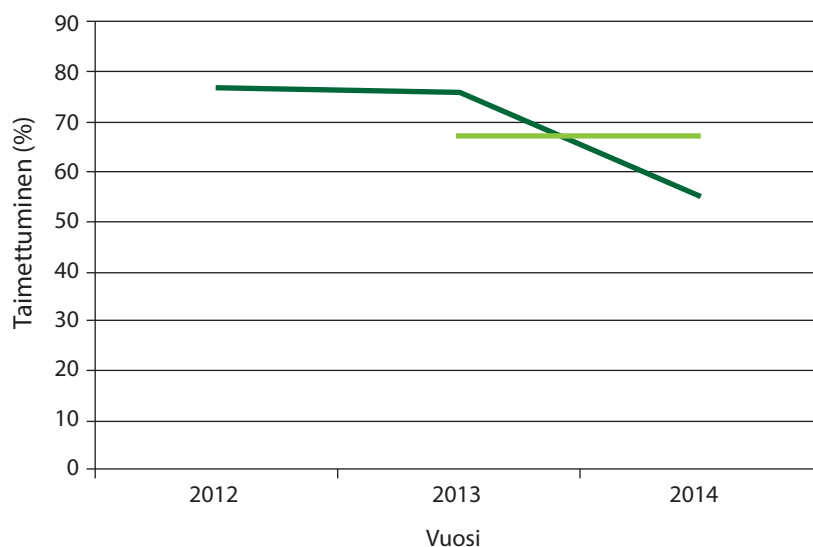
Bild 8. Plantbildning för sådder som gjorts 6 olika månader i 2013 vid inventering i oktober 2014.

## Fältförsök Landpuck

Landpuck har använts i försök sedan 2008 och har visat lovande resultat om den placeras på rätt djup i mineraljorden (2–4 cm ner) (bild 9, 10), och försöken kommer att fortsätta.



**Bild 9.** Plantbildning för Landpuck beroende på hur djupt ner i mineraljorden den placerats.



**Bild 10.** Plantbildning och utveckling för Landpuck som lagts ut 2012 och 2013.

## SeedPAD version 3.0

Utvecklingen av SeedPAD fortsätter och version 3 är avsedd för automatiserad tillverkning utan att de biologiska egenskaperna från tidigare versioner blir sämre. Den största skillnaden är att vermikuliten komprimeras till en styv tunn skiva med ett frö på undersidan och papper på bägge sidor (bild 11). Ett redskap för utläggning är också under utveckling, målet är att ca 6 000 SeedPAD skall gå att lägga ut manuellt på en arbetsdag.



Bild 11. SeedPAD version 3.0. Foto: Jonas Öhlund.

## Sammanfattning

- Det är möjligt att utveckla en såddmetod som kräver maximalt 2 frön per etablerad planta så att det blir möjligt att använda förädlat frö (plantagefrö).
- Det går att sänka förnyngningskostnaden per etablerad planta.
- Såddsäsongen går att förlänga genom sådd sent på hösten, däremot skall augusti, september och kanske även juli undvikas.
- Det går att öka den tidiga tillväxten genom att tillsätta rätt typ av näring i en sådd-enhet (arginin) och det skulle kunna öka konkurrensförmågan på bördigare mark.
- Grova tidsstudier pekar på att det går att lägga ut i storleksordningen 6 000 SeedPAD på en arbetsdag.

Fortsatta fältförsök i kombination med utveckling av såddenhet och redskap behövs. Vi vill tacka Tarmo Aalto, Pekka Närhi, Raimo Pikkupeura och Eero Siivola (Metla – Luke) för hjälp i fjältarbetet och Metsähallitus för ett gott och givande samarbete.

## Referens – Lisätietoja esitelmästä

[http://www.metla.fi/tapahtumat/2014/rovaniemi-tutkimuspaiva/pdf/Winsa\\_SeedPAD-Rovaniemi-111214.pdf](http://www.metla.fi/tapahtumat/2014/rovaniemi-tutkimuspaiva/pdf/Winsa_SeedPAD-Rovaniemi-111214.pdf)

## **Yhteistyö on vahvistanut pohjoisen metsänhoidon tutkimusta – mitä uutta edessä?**

Mikko Hyppönen

### **Tutkimuksen lähtökohtana pohjoisuus**

Pohjoisen Fennoskandian luonnonoloja voimakkaimmin määräävä tekijä on alueen kylmä ilmasto. Golf-virran lämmittävän vaikutuksen vuoksi ilmasto on kuitenkin leudompi kuin vastaavilla seuduilla Siperiassa ja Pohjois-Amerikassa.

Metsätaloutta harjoitetaan pohjoisessa ainutlaatuisissa olosuhteissa: ilmasto on ankara ja vaihteleva, pinta-alat ovat laajoja, seudut syrjäisiä ja kuljetusmatkat pitkiä. Lisäksi puusto kasvaa hitaasti, metsien kiertoaika on pitkä ja suhteellinen hakkuukertymä ja tukkipuuosuus ovat pieniä. Pohjoisen puu on jossakin suhteessa huonolaatuista, mutta sillä on hyviäkin ominaisuuksia.

Kaikki edellä mainitut tekijät vaikuttavat siihen, että puuston kasvatuksen tuotto-odotukset ovat etelää pienemmät. Toisaalta puuntuotannon kustannustaso on pohjoisessa hiukan alempi. Tästä huolimatta metsätalous ei ole pohjoisessa yhtä kannattavaa kuin etelässä. Siksi kannattava metsien hoito pienin tuotto-odotuksin edellyttää kustannustehokkuutta.

Pohjoisen kasvukausien lyhyys ja viileys sekä humidinen ilmasto haittaavat hyönteisiä, joiden populaatiot vain harvoin kasvavat haitallisen suuriksi. Sitä vastoin sienet viihtyvät suhteellisesti paremmin myös pohjoisissa oloissa. Voidaankin sanoa, että etelässä korostuvat eläin- ja sienituhot, pohjoisessa abioottiset ja sienituhot. Myös hirvi ja poro vaikeuttavat metsän uudistamista aika ajoin tietyillä alueilla. Ilman epäpuhtauksien suhteen Fennoskandian pohjoisosa on Euroopan puhtainta aluetta.

Pohjoisessa on poikkeuksellisen runsaasti metsänkäyttömuotoja. Pohjoisen erikoisuus, poronhoito, on alueellisesti tärkeä elinkeino ja olennainen osa paikallis- ja saamelaiskulttuuria. Metsätalouden ja porotalouden välillä on jonkin verran ristiriitoja: hakkuut heikentävät porojen talvilaitumia ja porot estävät koivun uudistumista kesälaidunalueilla. Ristiriitoja on pyritty sovittamaan niin, että elinkeinot voivat toimia päällekkäin samoilla metsäalueilla. Suomessa ristiriitoja on myös matkailun ja metsätalouden välillä. Ristiriitojen välttämiseksi metsänhoidon tulisi haitata ja ärsyttää mahdollisimman vähän muita käyttömuotoja.

Kustannustehokkuus ja muut elinkeinot edellyttävät metsien hoidolta ja käsittelyltä ekstensiivisyyttä. Ekstensiivinen ja kustannustehokas metsien uudistaminen tarkoittaa esimerkiksi sitä, että mahdollisuuksien mukaan käytetään luontaista uudistamista, koneellista kylvöä ja pieniä paakkutaimia. Maanmuokkauksessa käytetään niin kevyitä menetelmiä kuin mahdollista ja uudistamisessa hyödynnetään alikasvostaimikoita. Pohjoisessa metsätuhotutkimus on korostuneesti kiinni metsänhoidon tutkimuksessa.

## Kansainvälinen yhteistyö

Ruotsin ja Suomen pohjoisosissa luonnon- ja taloudelliset olosuhteet ovat samanlaiset. Tämä koskee niin ilmastoa, metsiä, metsätaloutta, metsänhoitomenetelmiä, metsäteollisuutta kuin muita metsänkäyttömuotoja. Puulajitkin ovat samat, vaikka Ruotsissa käytetään Suomesta poiketen myös kontortamäntyä. On luonnollista, että näin samanlaisissa olosuhteissa tutkimusyhteistyötä tehdään yli rajan. Keskeisillä voimat yhteisiin projekteihin ja muuhun yhteistyöhön tutkimus tehostuu.

Hyvää nykyistä yhteistyötä Ruotsiin tulee kehittää edelleen. Yhteistyötä harjoitetaan Metlan (nyt Luken) ja SLU:n kesken sekä pohjoisessa erikseen Norfor-verkostossa (Metla, SLU, Sveaskog, Metsähallitus). Olisi toivottavaa, että myös norjalaiset osallistuisivat pirteämmin tähän yhteistyöhön.

## Kotimainen yhteistyö

Metsähallitus on ollut erittäin hyvä yhteistyökumppani. Se on tarjonnut uusia kiinnostavia tutkimusaiheita sekä osallistunut tutkimusten ja hankkeiden ideointiin, suunnitteluun ja myös rahoitukseen. Hyvä esimerkki Metlan ja Metsähallituksen Pohjois-Suomen metsänhoitoa käsittelevistä yhteisistä hankkeista on yhteisprojekti vuosina 2008–2012. Siinä selvitettiin maanmuokkausmenetelmän vaikutusta taimikonhoidon tarpeeseen (inventointi), männyn syyskylvön onnistumisesta (inventointi) sekä metsätalouden ja poronhoidon vaikutuksia jäkälälaitumiin (inventointi). Lisäksi perustettiin männyn väljennysshakkuukoe ja männyn pienaukkokoe. Yhteistyökumppaneiksi väljennysshakkuukokeeseen liittyivät myöhemmin myös UPM ja Sallan yhteismetsä sekä SLU ja Sveaskog. Osa väljennysshakkuukokeen koealoista sijaitsee Norrbottenissa Ruotsissa.

Toinen hyvä esimerkki yhteistyöstä Metsähallituksen kanssa on yhteisprojekti vuosille 2012–2016. Myös siinä yhteistyökumppaneina ovat Metlan ja Metsähallituksen lisäksi Sveaskog ja SLU. Projekti on siis myös kansainvälinen. Tässäkin projektissa on useita osahankkeita: kuivien, nummettuvien kankaiden uudistamisongelmat Pohjois-Suomessa (koe), männyn ja kontortamännyn kylvöajankohta (koe), maanmuokkaus poronhoitoalueella (koe) sekä tervasroso ja talvihome mäntytaimikoissa (inventointi ym.).

Yhteistyötä on tehty myös Suomen (Lapin) metsäkeskuksen, Tapion sekä maa- ja metsätalousministeriön kanssa. Tutkimusyhteistyö on yleensä ollut uusien tutkimustulosten sisällyttämistä päivitettäviin metsänhoitosuosituksiin ja/tai lainsäädäntöön ja viranomaismääräyksiin. Yhteistyössä on hyödynnetty myös Metsäkeskuksen Taimelanmukan palstan kokeita. Metsäkeskusyhteistyö on ollut helppoa ja luontevaa, mutta sitä olisi voinut olla enemmänkin.

Metsäntutkimuksella on satavuotiset perinteet Lapissa. Hyvällä tahdolla ja yhteistyöllä on mahdollista parantaa toimintaa monin tavoin edelleen. Jo tehdyn työn arvoa lisätään hyödyntämällä pitkäaikaisen yhteistyön tuloksena syntyneitä, toistaiseksi vajaasti käytettyjä aineistoja. Tällaisia aineistoja on mm. männyn väljennysshakkuukokeesta, kuusen suojuspuuhakkuiden inventoinnista ja tervasrosainventoinnista. Pohjoisessa on myös paljon kokeita, joita mittaamalla saadaan lisää arvokasta tietoa käytännön metsätalouden hyödyksi.

## Tutkimusyhteistyö tulevaisuudessa

Tutkimustulosten vieni käytäntöön on tärkeää. Se kuuluu olennaisena osana tutkimukseen. Jos tuloksia ei hyödynnetä tehokkaasti, tutkimukseen uhratut resurssit menevät hukkaan. Metsänhoidon tutkimuksesta saatujen tulosten hyödyntäjiä ovat niin metsänomistajat, heitä palvelevat organisaatiot kuin viranomaiset.

Tutkimusyhteistyötä tulee lisätä myös Luonnonvarakeskuksen sisällä. Yhteistutkimusten aihepiirejä voisivat olla mm. metsänhoidon menetelmät, porolaiduntutkimukset, hirvi(tuho)- ja riistatutkimukset, agroforestry sekä erilaiset vaihtoehto- ja kannattavuuslaskelmat. MOTTI-simulaattoria tulisi hyödyntää ja sen käyttöä kouluttaa paljon laajemmin kuin nyt.

Tutkimusorganisaatioiden samoin kuin tutkimuksen ja käytännön metsäorganisaatioiden välistä yhteistyötä tulisi lisätä. Yhteistyö Ruotsiin on saatu toimivaksi (SLU, Sveaskog, Norfor), mutta sitä tulisi kehittää, monipuolistaa ja laajentaa (esim. Skogforsk) edelleen. Sopivia yhteistyökumppaneita Pohjois-Suomessa ovat mm. Oulun yliopisto ja Suomen metsäkeskus. Toivottavasti myös metsäteollisuusyhtiöt kiinnostuvat yhteistyöstä jatkossa. Metsähallitus on hyvä yhteistyökumppani jatkossakin.

## Metsänhoidon tutkimukseen uusia teemoja pohjoisessa

Uusia teemoja pohjoisen metsänhoidon tutkimuksessa voisivat olla mm. peitteinen metsänhoito, metsänraja- ja suojametsäkysymykset, metsätuhotutkimus, erityisesti tervasroso, metsien käsittelyn ja hoidon suhteet matkailuun ja poronhoitoon, bioenergiäkysymykset, metsänhoidon keinot tehostaa metsätalouden kannattavuutta, metsänhoitomenetelmien kannattavuusvertailut ja vaihtoehtolaskelmat. Monissa tutkimuksissa voidaan hyödyntää vanhoja kokeita.



Palaneelle auratulle maalle istutetussa männikössä on kertynyt puuta 32 vuodessa  $135 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Mittatikkuna Mikko Hyppönen. Valokuva: Risto Jalkanen.

## Kirjoittajat

MMM, tutkija *Anu Akujärvi*, Suomen ympäristökeskus (Syke), Helsinki  
MMT, prof. *Urban Bergsten*, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Uumaja  
MMT, dos., erikoistutkija *Ville Hallikainen*, Metla\*, Pohjois-Suomen yksikkö, Rovaniemi  
Metsänhoitoesimies *Arto Hiltunen*, Sveaskog, Täräntö (Tärendö)  
MMT, erikoistutkija *Mikko Hyppönen*, Metla\*, Pohjois-Suomen yksikkö, Rovaniemi  
MMT, erikoistutkija *Hannu Hökkä*, Metla\*, Pohjois-Suomen yksikkö, Rovaniemi  
MMT, FT, dos., erikoistutkija *Risto Jalkanen*, Metla\*, Pohjois-Suomen yksikkö, Rovaniemi  
Mti (AMK), tiimiesimies *Esko Jaskari*, Metla\*, Pohjois-Suomen yksikkö, Rovaniemi  
MH, metsänhoidon asiantuntija *Ari Keskimölä*, Metsäkeskus Suomi, Rovaniemi  
*Matti Lappalainen*, Metla, Pohjois-Suomen yksikkö, Rovaniemi  
MH *Johan Lundbäck*, Sveaskog, Kainuunkylä (Kalix)  
MMT, erikoistutkija *Eero Mattila*, Metla\*, Pohjois-Suomen yksikkö, Rovaniemi  
FK, varttunut tutkija *Kari Mikkola*, Metla\*, Pohjois-Suomen yksikkö, Rovaniemi  
Mti (AMK), maankäyttöasiantuntija *Juhani Niemelä*, Metsähallitus, Savukoski  
FT, dos., erikoistutkija *Pasi Rautio*, Metla\*, Pohjois-Suomen yksikkö, Rovaniemi  
MMT, tutkija *Jaakko Repola*, Metla\*, Pohjois-Suomen yksikkö, Rovaniemi  
Prof., MMT, aluejohtaja *Martti Varmola*, Metla\*, Pohjois-Suomen yksikkö, Rovaniemi  
MMT, tutkimusjohtaja *Hans Winsa*, Sveaskog, Kainuunkylä (Kalix)  
Mti (AMK), Sallan toimipaikan johtaja *Pekka Välikangas*, Metla\*, Pohjois-Suomen yksikkö, Rovaniemi  
FT *Jonas Öhlund*, SweTree Technologies, Uumaja (Umeå)

\* Luonnonvarakeskus (Luke), Rovaniemi 1.1.2015 alkaen