



■ Mikko Hyppönen

Mikko Hyppönen

Koneellisen männynkylvön onnistuminen Länsi-Lapissa

Hyppönen, M. 1998. Koneellisen männynkylvön onnistuminen Länsi-Lapissa. Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia 1/1998: 65–74.

Tutkimuksessa selvitettiin koneellisen, maanmuokkauksen yhteydessä tehtävän männynkylvön onnistumista Lapin länsiosien yksityismetsien metsänviljelyssä. Tarkoitusta varten inventoitiin linjoittaisella ympyräkoeala-arvioinnilla 32 kahdesta viiteen kasvukautta vanhaa uudistusalaa Kittilän ja Tervolan kuntien sekä Rovaniemen maalaiskunnan alueella.

Muokkausjäljessä oli keskimäärin 2 700 männyntainta hehtaaria kohti. Muokkausjäljen ulkopuolella kasvavat männyntaimet ja kaikki muiden puulajien taimet mukaan luettuna taimia oli keskimäärin 5 800 kpl/ha. Taimimäärä vaihteli kuitenkin paljon eri uudistusalojen välillä. Vähimmillään kokonaistaimimäärä oli 900 kpl/ha ja enimmillään 28 600 kpl/ha. Taimien määrä riippui tilastollisesti merkitsevästi maalajista ja humuksen paksuudesta. Maalajin ollessa karkeaa hietaa tai karkeaa hietamoreenia kylvötulokset olivat paremmat kuin sitä hienommilla ja sitä karkeammilla mailla. Ohutkunttaisilla mailla kylvö onnistui paremmin kuin paksukunttaisilla.

Valtaosa uudistusaloista (80 %) oli taimettunut hyvin tai tyydyttävästi, kun taimimäärää ja aukkoisuutta määritettäessä otettiin huomioon vähintään 80 cm:n etäisyydellä toisistaan sijaitsevat, pituutensa puolesta muuhun taimikkoon sopeutuvat, kehityskelpoiset kaikkien puulajien taimet. Täydennysviljelyn tarpeessa oli viidesosa taimikoista. Yksikään tutkituista kylvöaloista ei ollut onnistunut niin huonosti, että se pitäisi viljellä uudelleen.

Asiasanat: mänty, metsän uudistaminen, metsänviljely, kylvö, koneellinen kylvö
Yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, Eteläranta 55, 96300 Rovaniemi. Puh. (016) 336 411, sähköposti mikko.hypponen@metla.fi
Hyväksytty 4.2.1998

1 Johdanto

Suomessa metsää uudistetaan kylvämällä noin 25 000 ha vuosittain. Etelä-Suomessa kylvö on lisääntynyt uudistamismenetelmänä 1980-luvun puolivälistä 1990-luvun puoliväliin. Silloisten Lapin ja Koillis-Suomen metsälautakuntien alueella kylvöpinta-ala on vaihdellut 5 000 ha:n ja 12 000 ha:n välillä, mutta trendi on ollut aleneva kymmenvuotisjaksolla 1984–1994 (Metsätilastolliset vuosikirjat 1985–1995).

Metsätalouden kustannusten alentamistavoitteiden myötä on huomiota kiinnitetty myös metsänviljelykustannuksiin. Eräänä keinona kustannusten alentamiseen on ollut työn koneellistaminen niin istutuksessa kuin kylvössäkin. Istutukseen on pyritty kehittämään istutuskoneita (esim. von Hofsten 1992, Rummukainen 1993), ja kylvötyö on yhdistetty maanmuokkaukseen (Korhonen ja Mänty 1991, Rummukainen ja Tervo 1992). Useisiin erilaisiin muokkauslaitteisiin, erityisesti laikkureihin ja äkeisiin, onkin kehitetty kylvölaitteita. Laitteet toimivat yleensä joko mekaanisesti pyörivien maanmuokkauslautasten yhteydessä tai paineilmalla. Siemenet johdetaan kummassakin menetelmässä erillisten putkien ja suuttimien kautta siemensäiliöstä muokkausjälkeen. Siemenen määrää voidaan säädellä eri tavoin.

Kylvön yhdistäminen maanmuokkaukseen takaa siementen itämiselle hyvän lähtökohdan. Maa on muokkauksen jälkeen kosteaa, eikä maan pinta ole vielä ns. tekeytynyt eli menettänyt taimettumiskuntoaan, sammaloitunut eikä muun kasvillisuuden peitossa. Lisäksi muokkauksen jälkeen kuohkea maa painuu ja tasoittuu kätkien osan siemenistä maahan, jolloin siemenen lähiympäristön kosteus- ja lämpöolot tasoittuvat (Korhonen ja Mänty 1991, Kinnunen 1992b). Samalla siemenet jäävät piiloon siemensyöjiltä (esim. Heikkilä 1977). Pohtilan ja Pohjolan (1985) mukaan sekä männyn vakoruutukylvö että hajakylvö onnistuvat Lapissa sitä paremmin, mitä lyhyempi on muokkauksen ja kylvön välinen aika. Koneellisen kylvön etuina ovat myös siementen tasainen levittyminen muokkausjälkeen, tuhoille alttiiden kylvötuppaiden väheneminen, pintakasvillisuuden haittavaikutusten väheneminen, kylvökustannusten säästäminen ja työvoimahuip-

pujen tasaaminen (Korhonen ja Mänty 1991, Korhonen ja Kumpare 1994, 1995).

Ongelmana koneellisessa kylvössä on lyhyt työaika. Maanmuokkaus alkaa alkukesällä roudan sulamisen jälkeen maan kuivuttua muokkaus koneita kantavaksi. Siihen mennessä osa optimaalisesta kylvöajasta on jo kulunut. Kylvö lopetetaan yleensä juhannukseen tai ainakin heinäkuun alkuun mennessä, koska toukokuun loppupuoli ja kesäkuu ovat yleensä kylvön onnistumisen kannalta optimaalista aikaa (Pohtila ja Pohjola 1985, Kinnunen 1992b). Myös luonnossa mänty karistaa valtaosan siemenistään toukokuun loppupuolella ja kesäkuussa (Heikinheimo 1932).

Koneellisen kylvön onnistumista on tutkittu toistaiseksi varsin vähän. Onnistumista on selvitetty maastoinventoinnein sekä äkeeseen että laikkurimätästäjään asennetulla kylvölaitteella tehdyistä kylvöistä (Korhonen ja Mänty 1991, Korhonen ja Kumpare 1994, 1995, Kinnunen 1992a). Koneellisen kylvön tekniikkaa ja käyttökelpoisuutta ovat selvittäneet Rummukainen ja Tervo (1992, 1996).

Lapin yksityismetsissä koneellinen kylvö aloitettiin vuonna 1991 Rovaniemen metsänhoitoyhdistyksen alueella. Menetelmää on sen jälkeen käytetty Kittilän, Tervolan ja Ylitornion metsänhoitoyhdistysten alueilla sekä vähäisemmässä määrin myös muualla. Koska menetelmä on uusi, ei uudistamisen onnistumisesta ole Lapin olosuhteissa selvää käsitystä. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää koneellisen, maanmuokkauksen yhteydessä tehtävän kylvön onnistumista Lapin länsiosassa käyttäen onnistumiskriteereinä taimimääriä ja taimien tilajärjestystä.

2 Menetelmä ja aineisto

2.1 Menetelmä

Menetelmänä oli koneellisesti metsä-äkeellä muokkauksen yhteydessä kylvettyjen avohakkuualojen maastoinventointi. Otoskehikon muodostivat silloisen Lapin metsälautakunnan alueella eniten koneellista kylvöä tehneiden metsänhoitoyhdistysten (Kittilä, Rovaniemi ja Tervola) vähintään kaksi kasvukautta vanhat viljelyalat, joista valittiin otannal-

la noin kolmekymmentä uudistusala. Uudistusaloilla ei saanut olla siemenpuita. Kylvöt inventoi kunkin metsänhoitoyhdistyksen alueella tehtävään yhden päivän koulutuksen saanut yhdistyksen toimihenkilö syyskesällä 1995.

Mitattavan kuvion minimipinta-ala oli noin hehtaari. Inventointimenetelmänä oli linjoittainen koeala-arviointi. Inventointilinjat vedettiin bussililla vinosti muokkaussuuntaa vasten systemaattisen virheen eliminoimiseksi. Koealan koko oli 10 m². Linja- ja koealaväli määräytyi uudistusalan (kuvion) koon mukaan seuraavasti (esim. Leinonen ym. 1989):

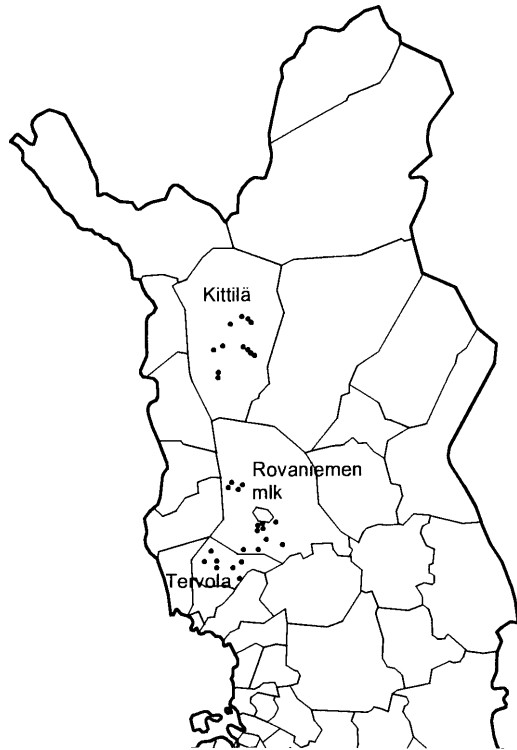
Kuvion pinta-ala, ha	Linja- ja koealaväli, m
1,0–2,0	15
2,1–4,0	20
4,1–	30

Uudistusosalta määritettiin sekä yleistietoja että koealatietoja. Yleistietoja olivat uudistusalan juokseva numero, kunta, korkeus merenpinnasta, alueen lämpösumma käyttäen vuosijakson 1941–1970 keskiarvoja ja kynnyсарvoa +5 °C (Taskupainos... 1990), kasvupaikkatyypin ja kylvövuosi. Koealatietoja olivat koealan juokseva numero, taimimäärä puulajeittain, enintään viiden, vähintään 80 cm:n päässä toisistaan olevan, kehityskelpoisen valtataimen lukumäärä puulajeittain ja näiden keskipituus sekä männyntaimien määrä erikseen muokkausjäljessä ja sen ulkopuolella.

Taimista jäljempänä puhuttaessa tarkoitetaan tavanomaisesta poiketen sekä yli 10 cm:n pituisia taimia että sitä pienempää taimiainesta pituudesta riippumatta, koska suuri osa taimista oli vielä alle 10 cm. Maalaji ja humuksen paksuus määritettiin vain joka viidenneltä koealalta mittaustyövälineisiin kuuluneella pikkulapiolla kaivetusta kuopasta. Maalaji määritettiin kenttämenetelmin käyttäen hyväksi silloisten Koillis-Suomen ja Lapin metsälautakuntien maastotyöohjetta (Taskupainos... 1990).

2.2 Aineisto

Uudistusaloja mitattiin kaikkiaan 32 kpl, joiden yhteispinta-ala oli noin 76 ha. Näistä 12 sijaitsi Kittilässä, 13 Rovaniemen maalaiskunnassa ja seitse-



Kuva 1. Tutkittujen uudistusalojen sijainti.

män Tervolassa (kuva 1). Uudistusalan keskikoko oli 2,4 ha ($s = 1,4$ ha). Koealoja mitattiin kaikkiaan 1 802 kpl, ja niiden yhteispinta-ala oli 1,8 ha. Koealoja oli uudistusala kohti keskimäärin 56 kpl ($s = 17$ kpl). Uudistusaloista kuusi oli viljelty vuonna 1991, 13 vuonna 1992, 12 vuonna 1993 ja vain yksi vuonna 1994. Vuosien 1993 ja 1994 viljelyt yhdistettiin laskettaessa vuosittaisia tuloksia.

Tulokset laskettiin käyttämällä havaintoyksikkönä koealaa, kun tuloksia vertailtiin maalaji ja humuksen paksuus taustamuuttujina sekä uudistusala, kun taustamuuttujana oli uudistusala kohtainen yleistieto (kasvupaikkatyypin, kylvövuosi, lämpösumma ja korkeus merenpinnasta). Taimikoiden tilajärjestyksestä tutkittiin aukkoisuuden eli tyhjien koealojen suhteellisen osuuden perusteella. Koeala oli tyhjä, jos sillä ei ollut yhtään annettuja kriteerit täyttävää tainta.

Verrattaessa kriteerimuuttujien luokiteltuja arvoja kasvupaikka- ym. tekijöiden suhteen käytettiin Kruskalin-Wallisian varianssianalyysiä, koska muut-

tujen arvot eivät yleensä jakautuneet normaalisti (esim. Ranta ym. 1989). Aineiston käsittelyssä ja tulosten laskennassa käytettiin Systat for Windows-tilasto-ohjelmiston mikrotietokoneversiota 5 (Systat for Windows 1992).

Koska uudistusalat olivat vasta 2–5 vuotta vanhoja eivätkä olleet vielä vakiintuneet, ei ollut mielekästä luokitella niitä kasvatuskelpoisiin ja -kelvottomiin. Tarkasteltaessa taimikoita samanaikaisesti sekä tiheyden että aukkoisuuden perusteella voidaan kuitenkin tehdä alustavia johtopäätöksiä taimikoiden mahdollisesta uudelleenviljely- tai täydennysviljelytarpeesta (esim. Pohtila ja Valkonen 1985, Räsänen ym. 1985). Tässä uudistusalat jaetaan yllä mainittujen kehityskelpoisten taimien lukumäärän ja vastaavan tyhjen koealojen osuuden perusteella luokkiin käyttäen luokkarajoina seuraavia Lapissa sovellettuja tyhjen koealojen osuuksia ja taimimääriä (Hyppönen 1996):

Luokka	Taimien lukumäärä vähintään, kpl/ha	Tyhjiä koealoja enintään, %
Hyvä	2000	13
Tyydyttävä	1200	30
Välttävä	500	60
Huono	-	100

Taimimäärää ja aukkoisuutta laskettaessa otettiin ainoastaan huomioon vähintään 80 cm:n päässä toisistaan olevat, kehityskelpoiset valtataimet puulajista riippumatta. Valtataimien määrittämisessä sovellettiin Valtakunnan metsänuudistamisen inventoinnin kenttätöohjeita (1979). Hyvät taimikot ovat tasaisia ja täystiheitä. Tyydyttävät taimikot ovat vajaapuustoisia ja hieman aukkoisia, mutta kasvatuskelpoisia ilman täydennysviljelyä. Välttävät taimikot vaativat täydennysviljelyä. Huonosti onnistuneet uudistusalat on viljeltävä uudelleen (Metsänhoitosuositukset 1990, Hyppönen 1996).

3 Tulokset

3.1 Taimien lukumäärä

Kylvöaloilla oli muokkausjäljessä keskimäärin lähes 2 800 männyn tainta hehtaarilla (taulukko 1).

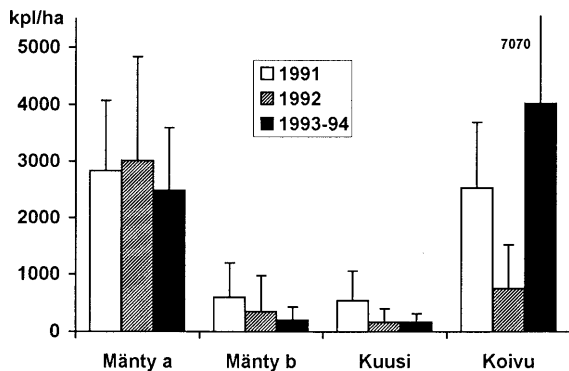
Taulukko 1. Uudistusalojen tiheys keskimäärin puulajeittain (n = 32).

Puulaji ja sijainti	Taimimäärä, kpl/ha			
	\bar{x}	s	min	max
Mänty, muokkausjälki	2767	1440	566	5868
Mänty, käsittelemätön maa	337	504	0	2372
Kuusi yhteensä	236	309	0	1583
Koivu yhteensä	2417	4694	0	26373
Kokonaistaimimäärä	5757	4806	925	28593

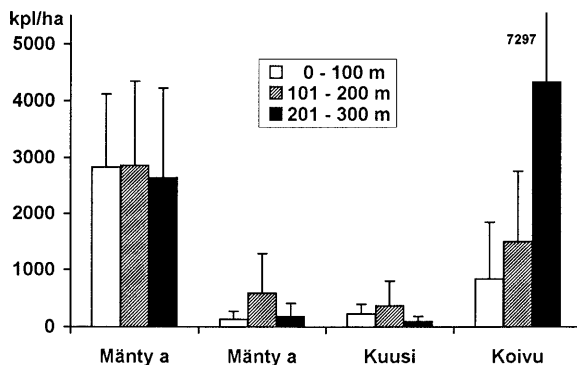
Uudistusalakohtainen vaihtelu oli erittäin suurta. Enimmillään taimia oli lähes 5 900 kpl/ha, kun taas huonoiten taimettuneella alalla vain kymmenesosa siitä. Männyntaimia oli lisäksi muokkausjäljen ulkopuolella. Taimista ei voitu varmasti todeta olivatko ne syntyneet kylvön tuloksena vai luontaisesti esim. reunametsän vaikutuksesta. Uudistusaloilla oli lisäksi luontaisesti syntyneitä kuusen ja koivun taimia niin paljon, että kokonaistaimimäärä uudistusaloilla oli keskimäärin lähes 5 800 kpl/ha. Koivua oli eräällä uudistusalalla jopa 26 000 kpl/ha. Tämä poikkeuksellinen uudistusala näkyy tuloksissa suurena hajontana, koska seuraavaksi eniten koivuntaimia oli noin 6 000 kpl/ha. Joillakin uudistusaloilla ei ollut koivua lainkaan.

Muokkausjäljessä kasvavien männyntaimien määrä ei poikennut tilastollisesti merkitsevästi eri kylvövuosien välillä. Määrä vaihteli kuitenkin niin, että vuonna 1992 kylvetyillä aloilla taimia oli keskimäärin yli 3 000 kpl/ha, mutta vuosina 1993–1994 kylvetyillä aloilla vain 2 500 kpl/ha (kuva 2). Muokkausjäljen ulkopuolella männyntaimia oli eniten vuonna 1991 kylvetyillä aloilla, vaikka erot eivät olleetkaan merkitseviä. Myös kuusentaimia oli selvästi eniten vuoden 1991 aloilla. Erot olivat merkitseviä ($p = 0,015$). Myös koivuntaimien määrä vaihteli merkitsevästi vuosien välillä, taimia oli selvästi vähiten vuoden 1992 kylvöaloilla ($p = 0,036$). Kaikkien puulajien taimet mukaan luettuna taimia oli eniten, mutta ei merkitsevästi vuosina 1993–1994 kylvetyillä aloilla koivuntaimien runsaan määrän ansiosta.

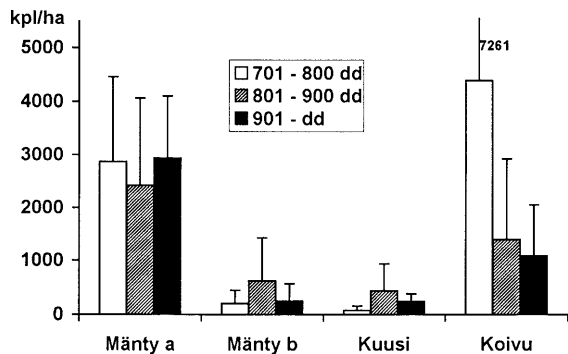
Maaston korkeudella ei ollut vaikutusta muokkausjäljessä itäneiden männyntaimien kokonais-



Kuva 2. Taimien lukumäärä viljelyvuosittain ($n = 32$). Mänty a tarkoittaa muokkausjäljessä ja mänty b muokkaamattomassa maassa kasvavia männynntaimia.



Kuva 3. Taimien lukumäärä maastonkorkeusluokittain ($n = 32$). Selitykset, katso kuva 2.



Kuva 4. Taimien lukumäärä lämpösummaluokittain ($n = 32$). Selitykset, katso kuva 2.

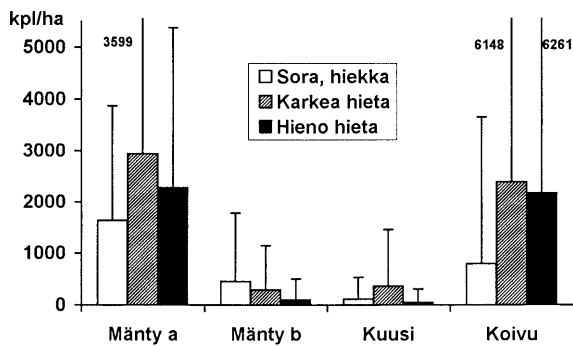
määrään. Kaikissa korkeusluokissa taimia oli lähes saman verran (kuva 3). Sen sijaan muokkausjäljen ulkopuolella männynntaimimäärät erosivat tilastollisesti lähes merkitsevästi ($p = 0,079$). Taimia oli selvästi eniten korkeusluokan 101–200 m kylvöaloilla. Myös kuusentaimia oli eniten saman korkeusluokan aloilla ($p = 0,041$). Koivuntaimien määrä oli suurin korkeusluokan 201–300 m aloilla. Erot eivät siitä huolimatta olleet merkitseviä. Myös kokonaistaimimäärä oli suurin korkeusluokassa 201–300 m.

Muokkausjäljessä kasvavien männynntaimien kokonaismäärä oli pienin lämpösummaluokassa 801–900 dd (kuva 4). Alle 800 ja yli 900 dd-yksikön luokissa taimia oli enemmän ja kummassakin suunnil-

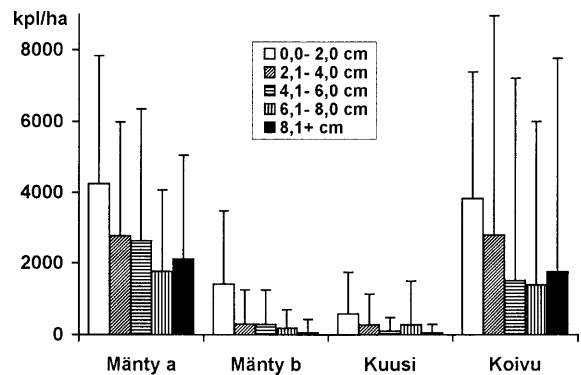
leen yhtä paljon. Erot luokkien välillä eivät olleet merkitseviä. Toisin kuin muokkausjäljessä männynntaimia oli muokkausjäljen ulkopuolella eniten keskimmaisessa luokassa. Niinpä männynntaimien kokonaismäärä oli lähes sama kaikissa luokissa. Myös kuusentaimia oli eniten keskimmaisessa lämpösummaluokassa. Määrät poikkesivat merkitsevästi toisistaan ($p = 0,013$). Koivua oli eniten luokassa 701–800 dd. Kokonaistaimimäärä oli suurin alle 800 dd-yksikön luokassa lähinnä poikkeavan havainnon aiheuttaman suuren koivumäärän vuoksi.

Otokseen sattui vain kasvupaikaltaan tuoreen ja kuivahkon kankaan uudistusaloja. Taimien määrä ei eronnut merkitsevästi näiden kasvupaikkatyyppien välillä millään puulajilla.

Koska joitakin maalajeja esiintyi vain muutamilla koealoilla, maalajeja yhdistettiin maalajiryhmitseksi. Männynntaimia oli muokatulla maalla eniten maalajiryhmässä karkea hieta ja karkea hietamoreeni, jossa taimia oli keskimäärin 2 900 kpl/ha (kuva 5). Karkeimmilla sora- ja hiekkamailla taimia oli vähiten (1 600 kpl/ha). Erot luokkien välillä olivat merkitseviä ($p = 0,007$). Muokkaamattomassa maassa männynntaimia oli kuitenkin eniten sora- ja hiekkamailla ja vähiten hienoa hietaa ja vastaavaa moreenia käsittävillä koealoilla. Kuusen- ja koivuntaimia oli taas eniten karkeaa hietaa ja vastaavaa moreenia käsittävillä mailla. Luonnontaimet mukaan luetuna uudistusalojen kokonaistaimimäärä vaihteli eri maalajiluokissa välillä 3 000–6 000 kpl/ha. Selvästi eniten taimia oli maalajiryhmässä karkea hieta ja



Kuva 5. Taimien lukumäärä maalajiryhmittäin (n = 353). Ryhmät sisältävät sekä lajittuneet maalajit että vastaavat moreenit. Selitykset, katso kuva 2.



Kuva 6. Taimien lukumäärä humuksenpaksuusluokittain (n = 353). Selitykset, katso kuva 2.

hietamoreeni. Luokkien väliset erot olivat merkitseviä kaikilla puulajeilla ja myös kokonaistaimimäärän suhteen ($p < 0,05$).

Humuksen paksuus vaikutti taimien määrään (kuva 6). Paksuuden ollessa 0–2,0 cm männyntaimia oli muokkausjäljessä runsaat 4 000 kpl/ha ja sen ulkopuolellakin 1 400 kpl/ha. Humuksen paksutessa männyntaimien määrä väheni. Väheneminen kuitenkin pysähtyi muokkausjäljessä humusluokkaan 6,1–8,0 cm. Humuksen paksuuden lisääntyessä tästä taimimäärä taas suureni. Tilanne oli samantapainen myös koivuntaimien kohdalla. Muokkausjäljen ulkopuolella kasvavien männyntaimien ja kaikkien kuusentaimien määrä myös pääsääntöisesti väheni humuksen paksutessa, mutta samanlaista käännekohtaa ei ilmennyt kuin muokkausjäljessä kasvavalla männyllä ja koivulla. Erot eri humuksenpaksuusluokkien välillä olivat merkitsevät kaikilla puulajeilla ja myös kokonaistaimimäärän suhteen ($p < 0,05$).

3.2 Tyhjien koealojen määrä

Taimikoiden tilajärjestyksestä tutkittiin aukkoisuuden perusteella. Aukkoisuus määritettiin tyhjien koealojen suhteellisena osuutena mitattujen koealojen kokonaismäärästä kullakin uudistusosalalla. Keskimäärin joka viides uudistusalojen koealoista oli tyhjä, jos kaikkien tutkittujen puulajien taimet laskettiin mukaan (taulukko 2). Vastaavasti osuus oli

Taulukko 2. Uudistusalojen aukkoisuus eri puulajiyhdistelmillä (n = 32).

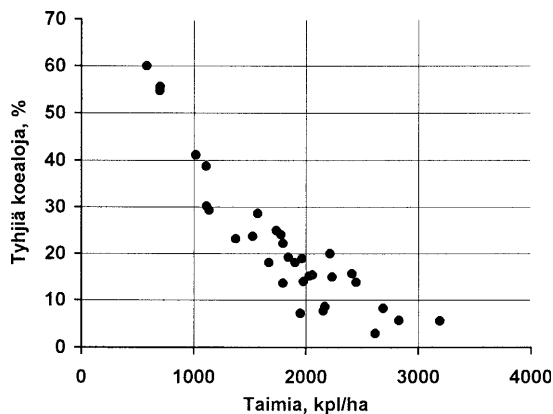
Yhdistelmä	Tyhjien koealojen suhteellinen osuus, %			
	\bar{x}	s	min	max
1	32	17	7	74
1+2	29	16	7	65
1+2+3	26	16	6	62
1+2+3+4	18	15	0	58

Koeala on tyhjä, jos siinä ei ole yhtään tainta, kun hyväksytään männyntaimet muokatulla alalla (1)
 kaikki männyntaimet (1+2)
 kaikki havupuun taimet (1+2+3)
 kaikki havupuun- ja koivuntaimet (1+2+3+4)

noin 30 %, jos vain muokatun alan männyntaimet hyväksyttiin mukaan. Taimettomien koealojen määrä vaihteli runsaasti. Jos kaikkien puulajien taimet laskettiin mukaan, oli tyhjiä koealoja enimmillään lähes 60 %, ja vähimmillään niitä ei ollut yhtään.

3.3 Taimikoiden jakautuminen luokkiin taimimäärän ja aukkoisuuden perusteella

Valtaosa uudistusaloista (80 %) oli taimettunut hyvin tai tyydyttävästi, kun taimimäärää ja aukkoisuutta määritettäessä otettiin huomioon vähintään 80 cm:n etäisyydellä toisistaan sijaitsevat, pituu-



Kuva 7. Taimikoiden tiheyden ja aukkoisuuden välinen riippuvuus (n = 32).

Taulukko 3. Taimikoiden valtapituus kylvövuosittain (n = 32).

Vuosi	Taimikoiden lukumäärä, kpl	Valtapituus, cm			
		\bar{x}	s	min	max
1991	6	19,2	3,4	14,6	23,4
1992	13	12,2	5,5	6,3	27,0
1993	12	7,9	4,0	4,1	18,4
1994	1	2,6		2,6	2,6

tensa puolesta muuhun taimikkoon sopeutuvat, kehityskelpoiset kaikkien puulajien taimet (kuva 7). Viidennes uudistusaloista oli täydennysviljelyn tarpeessa. Yksikään tutkituista kylvöaloista ei ollut onnistunut niin huonosti, että se tulisi viljellä uudelleen.

3.4 Taimien valtapituus

Vuonna 1991 kylvetyillä, viisi kasvukautta vanhoilla uudistusaloilla valtataimien keskipituus oli 19,9 cm (taulukko 3). On muistettava, että valtataimiksi hyväksyttiin myös eri puulajien luonnon- taimia, joista osa oli syntynyt ennen kylvötaimia ja osa niiden jälkeen. Jos pituus olisi mitattu pelkästään muokkausjäljen männyn- taimista, valtapituus olisi todennäköisesti pienempi. Ainoan vuonna 1994

kylvetyin, kaksi kasvukautta vanhan uudistusalan taimien valtapituus oli 2,6 cm.

4 Tulosten tarkastelu

Inventointimenetelmä aiheuttaa epävarmuutta tuloksiin. Kooltaan 10 m²:n koeala on niin suuri, että kaikkien taimien löytäminen saattaa tuottaa vaikeuksia erityisesti yhden hengen inventointiryhmällä toimittaessa.

Tulokset vahvistivat aiemmissä selvityksissä saatuja tuloksia. Muokkausjäljessä kasvavien männyn- taimien ja -taimaineuksen määrä vaihteli eri tutkimuksissa 1–4 vuoden kuluttua koneellisesta kylvöstä välillä 2 200–7 600 kpl/ha (Korhonen ja Mäntty 1991, Korhonen ja Kumpare 1994, 1995, Kinnunen 1992a). Tässä tutkimuksessa vastaava vuosien välinen vaihtelu oli 2 500–3 000 kpl/ha. Kinnusen (1982) mukaan suuri vuosien välinen, olosuhteista johtuva vaihtelu on männynkylvölle ominaista.

Tämän tutkimuksen tulokset poikkeavat jossain määrin Lapissa aiemmin tehtyjen käsinkylvökokeiden tuloksista. Pohtilan ja Pohjolan (1983, 1985) tutkimuksissa taimien elossaolo oli 2–5 vuoden iällä 70–60 %. Jos kylvötiheys olisi ko. tutkimuksissa ollut suositusten mukaisesti 4 000–5 000 kpl/ha (Metsänhoitosuositukset 1990), olisi kylvö- pisteistä elossa 2 400–3 500 kpl/ha. Luvut ovat suurempia kuin käsillä olevassa tutkimuksessa, jossa kunnan, tilajärjestyksen ja piteuden puolesta kehityskelpoisia taimia oli keskimäärin 1 800 kpl/ha eri puulajien luonnon- taimet mukaan luettuna. Pohtilan ja Valkosen (1985) mukaan kasvatuskelpoisten kylvötaimikoiden tiheys oli Lapin metsälautakunnan alueen yksityismetsissä 10–15 vuotta viljelyn jälkeen noin 1 100 kpl/ha, kun mukaan laskettiin myös luontaisesti syntyneet eri puulajien taimet. Mäkitalon (1990) muokkaus- ja viljelymenetelmiä vertailevassa kokeessa kylvötaimista oli elossa 13 kasvukautta kylvön jälkeen 30–40 %. Kinnusen (1992a) mukaan käsinkylvön ja koneellisen kylvön välillä ei ollut Parkanon olosuhteissa tilastollisesti merkitsevää eroa.

Tulosten mukaan kylvön onnistuminen vaihteli eri kasvupaikkatekijöiden vaikutuksesta. Maalaji vaikutti siten, että tulokset olivat parhaat uudistus-

aloilla, joiden maalaji oli karkeaa hietaa ja karkeaa hietamoreenia. Maalajin ollessa hienoa hietaa ja hienoa hietamoreenia tulokset olivat odotetusti huonommat, koska hienojakoisilla mailla kylvö on yleensä onnistunut huonommin kuin karkeammilla (Pohtila ja Valkonen 1985, Kinnunen 1992, 1993). Hienolajitteisilla mailla männyn taimet ovat alttiita rousteelle (Mäkitalo 1987). Karkeilla ja kuivilla sora- ja hiekkamailla kylvö onnistui tässä tutkimuksessa kuitenkin kaikkein huonoimmin. Niillä muokkaus saattaa kuivattaa maata liiaksi, koska taimettumisen ratkaisevat pääasiassa lämpö- ja kosteusolot (Siren 1952, Pohtila ja Pohjola 1985). Aaltosen (1937) mukaan tällaisilla mailla maaperän kosteus on pyrittävä kaikin tavoin säilyttämään. Sora- ja hiekkamaat sopivatkin männyn luontaiseen uudistamiseen ilman maanmuokkausta (Bergman ym. 1981). Tähän viittaa myös se, että tässä tutkimuksessa männyn taimia oli muokkausjäljen ulkopuolella enemmän sora- ja hiekkamailla kuin muilla maalajeilla.

Havainto, että kangashumuksella on haitallinen vaikutus männyn uudistamiseen, on osoittautunut yleispäteväksi (Pohtila 1979). Niinpä humuksen paksuus vaikutti uudistamistulokseen odotetusti myös tässä tutkimuksessa. Humuksen paksuneminen kahdesta kahdeksaan senttimetriin heikensi uudistamistulosta. Sen sijaan humuksen paksutessa tästä, tulos alkoi taas parantua. Kinnunen ja Mäki-Kojola (1980) päätyivät samanlaiseen tulokseen männyn luontaista uudistumista Pohjois-Satakunnassa koskeneessa tutkimuksessaan. Ilmiö johtuu Kinnusen ja Mäki-Kojolan (1980) mukaan siitä, että humuskerroksen paksutessa yli kahdeksan senttimetrin kysymyksessä ei ollutkaan enää puhdas kangashumus, vaan uudistusala oli osittain soistunutta kangasmaata, joka on suhteellisen hyvä taimettumisalusta.

Aiemmissä tutkimuksissa korkeudella ja lämpösummalla on todettu olevan vaikutusta taimien elossaoloon (Pohtila ja Pohjola 1983, Pohtila ja Valkonen 1985). Tässä tutkimuksessa vastaavaa riippuvuutta ei havaittu. Syyinä voi olla se, että erot eivät ole vielä syntyneet taimikoiden nuoren iän vuoksi.

Kylvön onnistumiseen vaikutti todennäköisesti muitakin tekijöitä. Esimerkiksi kylvölaitteiden kanssa oli ensimmäisinä vuosina ongelmia. Näistä mainittakoon käsittelemättömän siemenen aiheuttama

kylvölaitteen tukkeutuminen ja siemenen suuntaaminen muokkausjälkeen. Eri vuosien välisiin tuloksiin ongelmilla ei kuitenkaan havaittu olleen vaikutusta toisin kuin Korhosen ja Männyn (1991) tutkimuksessa.

Tutkimuksissa on todettu, että Lapissa kylvötaimia kuolee taimikoiden alkukehitysvaiheessa useiden vuosien ajan (esim. Pohtila ja Pohjola 1983, 1985, Mäkitalo 1990). Heikkilän (1981) mukaan Pohjois-Suomen männyn taimikoiden vitsauksena ovat etenkin sienitaudit. Varsinkin korkeilla mailla myös yleinen energian puute erityisesti poikkeuksellisen viileinä kasvukausina aiheuttaa taimien syntyä ajan myötä myös lisää sekä kylvösiemenen jälki-itämisen tuloksena (esim. Lassila 1920, Siren 1952, Häggman 1987) että myös luontaisesti esim. reunametsäsiemennyksen kautta (Pohtila ja Valkonen 1985, Kinnunen 1993).

Koska inventoidut uudistusalat olivat vasta kahdesta viiteen vuotta vanhoja, ei taimikoiden kasvatuskelpoisuudesta voitu vielä tässä vaiheessa tehdä johtopäätöksiä. Taimikoiden tiheys ja tilajärjestys antanevat kuitenkin jo tässä vaiheessa viitteitä uudistamisen onnistumisesta ja taimikoiden kasvatuskelpoisuudesta. Koneellisesti kylvetyt uudistusalat taimettuivat tulosten mukaan tyydyttävästi. Tulosten perusteella menetelmää voidaan pitää kehityskelpoisena vaihtoehtona muiden kylvömenetelmien joukossa. Samaan johtopäätökseen on päädytty myös aiemmissä tutkimuksissa (Korhonen ja Mäntty 1991, Korhonen ja Kumpare 1994, 1995). Koneellisen ja käsin tehdyn kylvön onnistumisvertailuja tulisi kuitenkin jatkaa erityisesti Pohjois-Suomessa.

Kiitokset

Käsikirjoituksen ovat lukeneet MH Kari Mäkitalo, MML Arto Rummukainen, MML Sauli Valkonen ja MMT Martti Varmola. Kiitän kaikkia työhön osallistuneita henkilöitä ja organisaatioita hyvästä yhteistyöstä.

Kirjallisuus

- Aaltonen, V. T. 1937. Maa ja metsän uudistaminen. Referat: Der Boden und die Verjüngung des Waldes. *Silva Fennica* 46: 25–42.
- Bergman, F., Børset, M. & Leikola, M. 1981. Natural regeneration of conifers in Fennoscandia. *Julkaisussa: Proceedings, XVII IUFRO World Congress, Division 1, Japan 1981*. s. 381–401.
- Heikinheimo, O. 1932. Metsäpuiden siementämiskyvyttä I. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume I. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 17(3). 61 s.
- Heikkilä, R. 1977. Eläimet kylvetyn männyn ja kuusen siemenen tuhojina Pohjois-Suomessa. Summary: Destruction caused by animals to sown pine and spruce seed in north Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 89(5). 35 s.
- 1981. Männyn istutustaimikkojen tuhot Pohjois-Suomessa. Summary: Damage in Scots pine plantations in Northern Finland. *Folia Forestalia* 497. 22 s.
- Hofsten, H. von. 1992. Maskinell plantering. *Julkaisussa: Rationaliseringskonferens*. Summary: The rationalization conference. *Forskningsstiftelsen Skogsarbeten* 1: 49–52.
- Hyppönen, M. 1996. Ylispuiden korjuun vaikutus mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen ja arvoon Lapissa. *Lisensiaattityö*. Joensuun yliopisto. 79 s.
- Hägman, J. 1987. Voiko männyn siemen jälki-itää? *Julkaisussa: Saarenmaa, H. & Poikajärvi, H. (toim.). Korkeiden maiden metsien uudistaminen – ajankohtaista tutkimuksesta*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278: 115–122.
- Kinnunen, K. 1982. Männyn kylvö karuhkoilla kangasmailla Länsi-Suomessa. Summary: Scots pine sowing on barren mineral soils in western Finland. *Folia Forestalia* 531. 24 s.
- 1992a. Tuloksia kone- ja käsinkylvöstä. *Julkaisussa: Smolander, H. & Pulkkinen, M. (toim.). Siemenpäivät Siilinjärvellä*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 426: 123–133.
- 1992b. Kylvöalustan, -ajankohdan ja menetelmän vaikutus männyn kylvön onnistumiseen. Summary: Effect of substratum, date and method on the post-sowing survival of Scots pine. *Folia Forestalia* 785. 45 s.
- 1993. Männyn kylvö ja luontainen uudistaminen Länsi-Suomessa. Abstract: Direct sowing and natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 447. 36 s.
- & Mäki-Kojola, S. 1980. Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Summary: Natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Folia Forestalia* 449. 18 s.
- Korhonen, P. & Mänty, J. 1991. Koneellinen kylvö maanmuokkauksen yhteydessä. Konekylvöjen inventointitulokset ja kylvölaitteiden esittely. *Metsähallitus, kehittämisjaosto, Tiedote* 3. 6 s.
- & Kumpare, T. 1994. Koneellisesti kylvettyjen uudistusalojen taimettumistulokset hyviä. *Metsähallitus, kehittämisyksikkö, Tiedote* 2. 5 s.
- & Kumpare, T. 1995. TTS-Sigma kylvölaite Bräckemätäslaikkurin lisälaitteena. *Metsähallitus, kehittämisyksikkö, Tiedote* 5. 4 s.
- Lassila, I. 1920. Tutkimuksia mäntymetsien synnystä ja kehityksestä pohjoisen napapiirin pohjoispuolella. Referat: Untersuchungen über die Entstehung und Entwicklung der Kiefernwälder nördlich vom nördlichen Polarkreise. *Acta Forestalia Fennica* 14(3). 98 s.
- Leinonen, K., Leikola, M., Peltonen, A. & Räsänen, P. K. 1989. Kuusen luontainen uudistaminen Pirkka-Hämeen metsälautakunnassa. Summary: Natural regeneration of Norway spruce in Pirkka-Häme Forestry Board District, southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 209. 53 p.
- Metsänhoitosuosituksen 1990. Lapin metsälautakunta. 32 s.
- Metsätilastolliset vuosikirjat 1985–1995. Yearbook of forest statistics 1985–1995.
- Mäkitalo, K. 1987. Kuusen luontaisesta uudistamisesta korkealla paksusammaltyypin maalla. *Julkaisussa: Saarenmaa, H. & Poikajärvi, H. (toim.). Korkeiden maiden metsien uudistaminen – ajankohtaista tutkimuksesta*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278: 32–46.
- 1990. Maankäsittely- ja viljelymenetelmän vaikutus männyn viljelyn onnistumiseen Lapissa. *Julkaisussa: Varmola, M. & Katermaa, T. (toim.). Metsänparannus. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1990*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 362: 109–120.
- Pohtila, E. 1979. Tutkimustoiminnan nousu. Summary: The rise of research activity. *Julkaisussa: Leikola, M. (toim.). Tutkimustoiminta Lapin metsien hoidon ja käytön suuntaajana*. Summary: The role of forestry research in guiding forest policy and management in Finnish Lapland. *Silva Fennica* 13(1A): 10–13, 42–43.
- & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970–1972 Lappiin perustettujen aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. Summary: Results from the reforestation experiment on ploughed sites established in Finnish Lapland during 1970–1972. *Silva Fennica* 17(3): 201–217.
- & Pohjola, T. 1985. Maan kunnostus männyn viljelyssä Lapissa. Summary: Soil preparation in reforest-

- ation of Scots pine in Lapland. *Silva Fennica* 19(3): 245–270.
- & Valkonen, S. 1985. Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Summary: Development and condition of artificially regenerated pine and spruce sapling stands in the privately owned forests of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 631. 19 s.
- Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1989. *Biometria. Tilastotiedettä biologeille*. Yliopistopaino, Helsinki. 569 s.
- Rummukainen, A. 1993. Ilves-metsänistutuslaite maataloustraktorissa. Summary: Louder-mounted Ilves planting device. *Työtehoseuran metsätiedote* 7. 4 s.
- & Tervo, L. 1992. Kylvön mekanisointi. Julkaisussa: Smolander, H. & Pulkkinen, M. (toim.). *Siemenpäivät Siilinjärvellä*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 426: 111–122.
- & Tervo, L. 1996. Meneillään olevat METLA:n työtekniiset kylvökokeet. *Moniste*. 11 s.
- Räsänen, P. K., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978–1979 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from the inventories 1978–1979. *Folia Forestalia* 637. 30 s.
- Sirén, G. 1952. Havainnot Peräpohjolan valtionmailla vuosina 1948–50 suoritetuista männynkylvöistä. Summary: Observations on pine sowings on state-owned lands in Peräpohjola (Far North) in 1948–1950. *Silva Fennica* 78. 40 s.
- Systat for Windows. 1992. *Statistics, version 5*. Evanston, Illinois. 750 s.
- Taskupainos metsänhoitosuosituksista maastokäyttöön 1990. Koillis-Suomen metsälautakunta–Lapin metsälautakunta. 12 s.
- Valtakunnan metsänuudistamisen inventointi 1979. Kenttätoimen ohjeet. Metsäntutkimuslaitos, metsänhoidon tutkimusosasto. Helsinki. 32 s.

35 viitettä