



Mikko Hyppönen



Juha Hyvönen

Mikko Hyppönen ja Juha Hyvönen

Ylispuustoisten mäntytaimikoiden syntyhistoria, rakenne ja alku- kehitys Lapin yksityismetsissä

Hyppönen, M. & Hyvönen, J. 2000. Ylispuustoisten mäntytaimikoiden syntyhistoria, rakenne ja alkukehitys Lapin yksityismetsissä. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2000: 589–602.

Tutkimuksessa selvitettiin ylispuuhakkuuta varten leimattujen mänty-ylispuutaimikoiden syntyhistoriaa, rakennetta ja alkukehitystä silloisen Lapin metsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Tarkoitusta varten inventoitiin 55 ylispuustoista mäntytaimikkoa linjoittaista ympyräkoeal-arviointia käyttäen.

Noin puolet (49 %) taimikoista oli syntynyt alikasvoksena ilman uudistamistarkoitusta ja 44 % luontaiseen uudistamiseen tähtäävän siemenpuuhakkuun tuloksena. Neljä taimikkoa (7 %) oli viljelty siemenpuuston alle. Alikasvotaimikoissa ylispuujaksojen aiempi käsittely oli useimmiten ollut epäsäännöllistä, eikä hakkuutapaa pystytty määrittelemään tavanomaisin hakkuuta kuvaavien termein.

Alikasvotaimikoiden tiheys, tilajärjestys ja kasvatuskelpoisuus eivät eronneet siemenpuuhakkuun tuloksena syntyneiden taimikoiden vastaavista taimikkotunnuksista. Siemenpuutaimikot olivat kuitenkin elinvoimaisempia, ja niiden pituuskehitys oli nopeampaa kuin alikasvotaimikoiden.

Noin neljännes taimikoista oli taimien keski-ikä perusteella syntynyt ennen ylispuuston edellistä hakkuuta. Taimien ikävaihtelun perusteella taimikot olivat yleensä syntyneet pitkän ajan kuluessa. Siemenpuuhakkuun ja ylispuuhakkuun välinen aika oli siemenpuutaimikoissa keskimäärin 22 vuotta. Vastaava hakkuiden välinen aika alikasvotaimikoissa oli 33 vuotta. Muokkaus lyhensi uudistumisaikaa siemenpuutaimikoissa.

Tutkimuksen tulokset vahvistavat aikaisempia käsityksiä, joiden mukaan männyn luontainen uudistumiskyky Lapissa on hyvä, ja mäntyalikasvokset ovat usein metsänuudistamiseen kelvollisia.

Asiasanat: mänty, luontainen uudistaminen, alikasvos, siemenpuuhakkuu, ylispuuhakkuu
Yhteystiedot: Metla, Rovaniemen tutkimusasema, Eteläranta 55, 96300 Rovaniemi
Puhelin (016) 336 411, faksi (016) 336 4640, sähköposti mikko.hypponen@metla.fi
Hyväksytty 8.11.2000

I Johdanto

Suomen oloissa metsän luontainen sukkessio perustuu häiriö- tai muutostekijöihin, joiden seurauksena yksittäisiä puita, puuryhmiä tai metsiköitä tuhoutuu muodostaen pieniä tai suuria aukkoja (esim. Kalela 1948, 1950, Lehto 1956, Kuuluvainen 1994). Luonnonolosuhteissa metsikössä jo olevasta tai aukkoihin syntyvästä taimiaineksesta ja alikasvoksesta kehittyvä puusukupolvi. Taimiaineksen eloonjäänti ja kehittyminen riippuu etenkin kasvutilasta (Aaltonen 1919, Sarvas 1937, Vaartaja 1951). Luontainen taimiainen syntyy usein runsaan puuston alle (Aaltonen 1919, Kalela 1950, Hagner 1962, Sirén 1965). Suuri osa taimiaineksesta ja taimista häviää erityisesti syntymisen jälkeisinä vuosina, mutta voi säilyä elossa sulkeutuneenkin puuston alla (esim. Yli-Vakkuri 1961, Ackzell 1993). Taimiainesta syntyy myös koko ajan lisää uusien siemensatojen vaikutuksesta ja siemenen jälki-itämisen tuloksena (esim. Lassila 1920, Sarvas 1937, Sirén 1961, Skoklefald 1995).

Pohjoisessa levinneisyytensä äärialueilla mänty ei aina pysty tuottamaan kypsää siementä (Henttonen ym. 1986), vaikka jonkin verran itävää siementä syntyykin lähes joka vuosi (Heikinheimo 1932, 1937). Merkittävät männyn siemenvuodet toistuvat metsänrajan eteläpuolella kuitenkin harvoin ja metsänrajalla vain muutaman kerran vuosisadassa (esim. Renvall 1912, Lakari 1915, Sarvas 1937, 1950, Sirén 1961, 1995, Pohtila 1980a, Henttonen ym. 1986). Maaston korkeus vaikuttaa negatiivisesti siemensatojen toistumiseen ja määrään sekä taimetumiseen ja taimien eloonjääntiin (esim. Hagner 1962, 1965, Pohtila ja Pohjola 1983, Kubin ym. 1997). Lapissa metsän uudistuminen riippuu ratkaisevasti lämpö- ja kosteusoloista (esim. Sirén 1952, Pohtila ja Pohjola 1985).

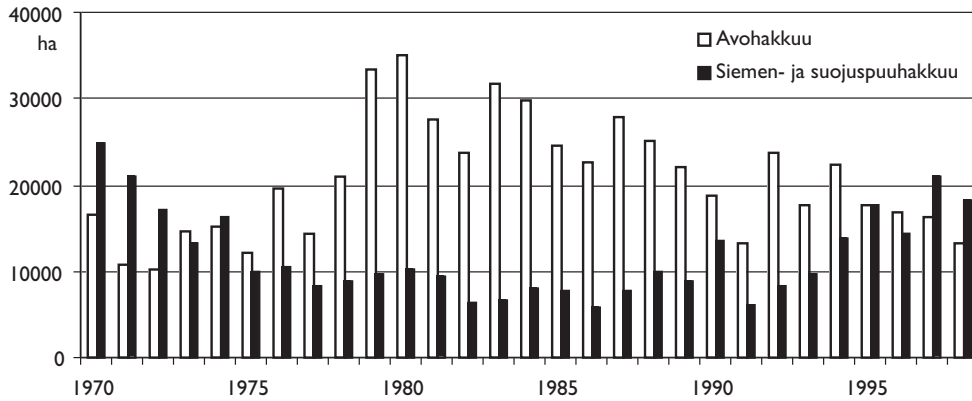
Siemensatojen vaihtelusta huolimatta männyn luontainen uudistumiskyky on todettu Pohjois-Suomessa kuitenkin suhteellisen hyväksi, vaikka uudistuminen on hidasta (esim. Aaltonen 1919, Lehto 1969). Niinpä Pohjois-Suomen mäntyvaltaisissa metsissä onkin usein valmista, metsän uudistamiseen käyttökelpoista *mäntyalikasvosta* jo ennen uudistushakkuuta (Sarvas 1937, 1950, Vaartaja 1951, Oinonen 1956, Mikola 1966). Alikasvotaimikoihin on usein suhtauduttu varovasti ja epäilevästi.

Syinä varovaisuuteen ovat olleet epätietoisuus alikasvoksen elpymisestä, taimien huono ulkomuoto sekä huomattava pituusvaihtelu, aukkoisuus ja ryhmittäisyys (esim. Hyppönen ym. 1998). Alikasvoksia esiintyy myös muualla Euroopan pohjoisosissa (esim. Vaartaja 1951, Sundkvist 1994a, Listov ym. 1995).

Metsien rakennetta ja puulajikoostumusta ohjaa luonnonsukcession lisäksi ihmisen toiminta (Kalela 1948, 1950). *Siemenpuumenetelmä* on todettu männyn luontaiseen uudistamiseen soveltuvaksi uudistamismenetelmäksi Pohjois-Suomessa ja Lapissa (Sarvas 1937, Lehto 1969, Punkkinen 1982, Suoheimo 1982, Valtanen 1998). Uudistettava metsikkö käsitellään siemenpuuhakkuulla niin, että uudistusosalalle jää 50–150 kpl siemenpuita hehtaaria kohti. Menetelmään kuuluu myös uudistusalan raivaus ja tarvittaessa maan paljastaminen äestämällä tai laikkamalla. Maan paljastaminen on usein välttämättömyyksiä erityisesti niillä kasvupaikoilla, joissa on paksu raakahumus (esim. Hagner 1962, 1965, Lehto 1969, Bergan 1981, Valtanen 1998). Luontaista uudistamista voidaan edistää siemenpuuhakkuuta edeltävällä väljennyshakkuulla (esim. Metsänhoitosuosituksien 1990, Nyssönen 1995). Friesin (1979) mukaan väljennyshakkuu on tarpeen erityisesti hoitamattomissa männiköissä. Taimia syntyy siemenpuualalle myös reunametsästä leviävistä siemenistä (esim. Ferm ja Sepponen 1981).

Pohjois-Lapissa männiköt uudistetaan monesti *luontaisen uudistamisen ja metsänviljelyn yhdistelmänä*, jolloin metsikkö siemenpuuhakkuun, raivauksen ja muokkauksen jälkeen kylvetään tai joskus istutetaan (Metsänhoitosuosituksien 1990). Siemenpuut poistetaan ylispuuhakkuussa taimikon synnyttyä.

Luontaiseen uudistamiseen tähtäävien männyn siemenpuuhakkuiden ja kuusen suojustushakkuiden osuus Lapin uudistushakkuupinta-alasta oli 1970-luvun alussa noin 40 %, jonka jälkeen osuus pieneni 1980-luvun puoliväliin mennessä 25–30 %:iin uudistushakkuualasta. Sen jälkeen luontaiseen uudistamiseen tähtäävät hakkuut alkoivat taas lisääntyä, ja 1990-luvun loppupuolella niiden osuus on ollut noin puolet uudistushakkuupinta-alasta (kuva 1). Valtaosa luontaisesti uudistettavista metsiköistä on ollut mäntyvaltaisia. Siemen- ja suojustushakkuiden poistohakkuuta ja muita ylispuuhakkuita



Kuva 1. Uudistushakkuiden pinta-ala Lapissa vuosina 1970–1998 kaikkien omistajien metsissä. Kuusamon kunnan luvut eivät ole mukana aikasarjoissa kolmena viimeisenä vuotena.

Lapissa on tehty 1990-luvulla keskimäärin 10 000–12 000 ha vuodessa (Metsätilastolliset vuosikirjat 1971–1999). Tilastoista ei selviä, kuinka suuri osa ylispuuhakkuista on ollut siemenpuiden poistoa ja kuinka suuri osa emopuiden poistoa alikasvoksena syntyneiden taimikoiden päältä.

Lapissa metsien luontaiseen uudistamiseen liittyvää tutkimustietoa ei ole ollut riittävästi saatavissa. Tiedon tarvetta on lisännyt luontaiseen uudistamiseen tähtäävien hakkuiden nopea lisääntyminen 1990-luvun loppupuolella (Palén ja Lohi 1999). Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tuoda lisävalaistusta männyn luontaisen uudistamisen ongelmiin tarkastelemalla Lapin länsiosan yksityismetsien mäntyvaltaisten ylispuutaimikoiden metsikköhistoriaa, rakennetta ja alkukehitystä. Tarkoituksena oli selvittää

- 1) miten tutkimuksen kohteina olevat mänty-ylispuutaimikot ovat syntyneet,
- 2) miten ja milloin luontaisesti syntyneiden taimikoiden ylispuujaksoja on aiemmin käsitelty ja mikä on ylispuustojen rakenne ennen ylispuuhakkuuta,
- 3) millainen on luontaisesti syntyneiden ylispuutaimikoiden rakenne ja alkukehitys (tiheys, tilajärjestys, elinvoimaisuus, kasvatuskelppoisuus, ikä, pituuskehitys ja syntyaika) sekä
- 4) mitkä tekijät ovat vaikuttaneet luontaisesti syntyneiden ylispuutaimikoiden rakenteeseen ja alkukehitykseen. Erityisesti kiinnitetään huomiota siihen, onko taimikoiden syntyavalla ollut vaikutusta rakenteeseen ja alkukehitykseen.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Aineisto

Perusjoukkona käytettiin silloisen Lapin metsälautakunnan alueen yksityismetsien leimausluettelon mukaisia ylispuuleimikoita vuodelta 1990. Luettelosta valittiin ositettua systemaattista otantaa käyttäen (ositteena kunta) 55 ylispuustoista mäntytaimikkoa tutkimuskohteiksi (kuva 2). Taimikot inventoitiin vuosina 1991–1993.

Koko taimikkoa koskevia *yleismuuttujia* olivat sijaintikunta, pinta-ala, korkeus merenpinnasta, lämpösomma, kasvupaikkatyyppi, kivisyys ja soistuneisuus sekä tehtyjen uudistamistöiden (raivaus, muokkaus, mahdollinen viljely) ajankohta. Ylispuujaksosta määritettiin lisäksi edellisen hakkuun ajankohta sekä hakkuutapa ja -poistuma (m^3/ha). Tehtyjen uudistamistöiden ja ylispuuston aiemman käsittelyn perusteella määritettiin taimikon synty tapa: 1 = uudistunut luontaisesti alikasvoksena ilman uudistamistarkoitusta, 2 = uudistettu luontaisesti siemen- tai suojuspuuhakkuuta käyttäen, 3 = uudistettu viljelemällä siemenpuuston alle. Alikasvoksena syntyneitä taimikoita kutsutaan jäljempänä alikasvostaimikoiksi ja siemen- ja suojuspuuhakkuun tuloksena syntyneitä taimikoita siemenpuutaimikoiksi. Viljelemällä uudistetut taimikot jätettiin uudistamistavan selviämisen jälkeen lähemmän tarkastelun ulkopuolelle, koska mielenkiinnon kohteina olivat ainoastaan luontaisesti syntyneet taimikot. Lo-

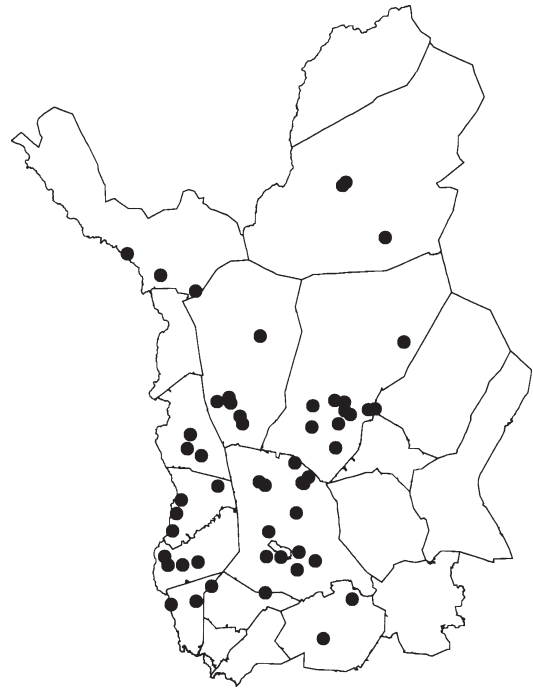
pullinen inventoitu aineisto käsitti näin ollen 51 taimikkoa. Metsikköhistorian selvittämiseksi käytettiin maastohavainnointia ja -mittauksia sekä asiakirjoja. Lisäksi hyödynnettiin paikallisten metsäammattilaisten ja metsänomistajien paikallistuntemusta.

Taimikoiden inventointimenetelmänä oli systemaattinen koeala-arviointi, jossa linjat vedettiin muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta itä-länsisuunnassa. Taimet mitattiin 10 m²:n koealoilta. Ensimmäinen koeala mitattiin puolen koealavälin päästä taimikon reunasta. Linja- ja koealaväli määräytyi taimikon pinta-alan mukaan seuraavasti:

Taimikon pinta-ala, ha	Linja- ja koealaväli, m	Koealojen lukumäärä, kpl
–2,5	20	12– 63
2,6–10,0	30	29–110
10,1–25,0	40	63–156

Taimikoista mitattiin yhteensä 1643 koealaa. Koealoja oli keskimäärin 36 kpl taimikkoa kohti. *Koealoilta* määritettiin yli 10 cm pitkien taimien kokonaismäärä ja kehityskelpoisten taimien määrä puulajeittain sekä kehityskelpoisten taimien aritmeettinen keskipituus ja -ikä koealalla. Yksittäisen taimen ikä laskettiin vuosikasvaimien perusteella. Kehityskelpoisiksi taimiksi valittiin kuntonsa ja laatusa puolesta parhaat, yli 10 cm:n pituiset taimet ja niitä sai olla enintään viisi yhdellä koealalla. Määrä vastaa 5000 taimen hehtaaritihedyyttä. Taimien etäisyyden tuli olla vähintään 80 cm toisistaan (ks. Pohtila 1980b). Taimien tuli sopeutua koealalla ja siinä osassa taimikkoa, jossa koeala sijaitsi, pituutensa ja kuntonsa puolesta ympäröivään taimikkoon. Tässä sovellettiin Valtakunnan metsänuudistamisen inventoinnin (1979) kenttätöiden ohjeita. Taimien tuli myös puulajin puolesta sopia kasvupaikalle Lapin metsälautakunnan metsänhoitosuosituksen (1990) mukaisesti. Taimikon elinvoimaisuus määritettiin koealoilta tehtyjen havaintojen perusteella silmävaraisesti käyttämällä asteikkoa: 1 = terve ja elinvoimainen, 2 = hieman heikentynyt (esim. varjostus, kilpailu), 3 = lieviä vaurioita ja tuhoja ja 4 = tuntuvia tuhoja.

Joka viidennen koealan keskipisteestä mitattiin varsinaisten koealamittausten lisäksi ylispuuston keskipituus, pohjapinta-ala, tilavuus ja runkoluku



Kuva 2. Tutkimusmetsiköiden sijainti.

sekä lähimmän mänty-ylispuun etäisyys koealan keskipisteestä. Lisäksi määritettiin taimiaineksen määrä puulajeittain sekä maalaji, kivisyys ja humuksen paksuus neliömetrin erikoiskoealalta.

Inventoitujen, luontaisesti syntyneiden taimikoiden yhteispinta-ala oli 130,9 ha. Taimikoiden keskipinta-ala oli 2,6 ha pienimmän ollessa 0,3 ha ja suurimman 14,4 ha. Taimikot sijaitsivat keskimäärin 170 m:n korkeudella merenpinnan yläpuolella vaihteluvälin ollessa 70–330 m. Taimikoiden sijaintipaikan lämpösusma (vuosien 1941–1970 tehoisan lämpösusman keskiarvo) oli keskimäärin 832 dd-yksikköä, alimmillaan 650 dd ja enimmillään 970 dd. Taimikoista kaksi kasvoi tuoreella, 41 kuivahkolla ja kahdeksan kuivalla kankaalla. Viidennes taimikoista luokiteltiin soistuneiksi. Kivisyysrassin painuma oli keskimäärin 21,5 cm mitattuna Viron (1958) esittämällä tavalla. Humuksen paksuus taimikoissa oli keskimäärin 6 cm vaihdellen välillä 1–13 cm. Kolmessa soistuneen kankaan taimikossa oli yli 20 cm:n turvekerros. Erikoiskoealoilta kenttämenetelmin (ks. Taskupainos... 1990) määritetty maalajijakauma oli seuraava (n = 327):

	kpl	%
Sora ja hiekka	59	18,6
Hiekkamoreeni	182	57,4
Hieta	33	10,4
Hietamoreeni	32	10,1
Hiesu ja hiesumoreeni	1	0,3
Turve	10	3,2

Siemenpuutaimikoissa uudistusala oli raivattu 16 tapauksessa 24:sta (67 %). Muutamassa tapauksessa raivauksen tekemisestä ei saatu varmuutta, jolloin kysymyksessä oli puuttuva havainto. Maanpintaa oli käsitelty kuudessa metsikössä (25 %). Raivauksesta oli kulunut aikaa keskimäärin 19 vuotta ja muokkauksesta 10 vuotta.

2.2 Aineiston käsittely

Aineiston analysoinnissa havaintoyksikkönä käytettiin taimikkoa. Osa muuttujista oli taimikkoa koskevia yleismuuttujia. Lisäksi taimikkotasoisia muuttujia muodostettiin laskemalla koealoista keskiarvoja ja variaatiokertoimia. Tutkimuksen tarkoituksen kohdissa 1–3 mainittuja muuttujia analysoitiin tunnusluvuin ja taulukoin. Taimikon sisäistä eli koealojen välistä vaihtelua kuvattiin yleensä variaatioli vaihtelukertoimella, jossa keskihajonta suhteutetaan keskiarvoon, mikä mahdollistaa havaintoarvojen suuruusluokaltaan erilaisten aineistojen tai muuttujien hajonnan vertailun (esim. Helenius 1989). Taimikon sisäistä ikävaihtelua tarkasteltiin kuitenkin vaihteluvälin avulla.

Tutkimuksen tarkoituksen kohdan 4 vaikutuksia analysoitiin χ^2 -testillä ja regressioanalyysillä. Järjestysasteikollisten muuttujien jakaumien eroja eri syntytyavoilla uudistuneissa taimikoissa testattiin χ^2 -testillä. Syntytyavan mahdollista vaikutusta jatkuviin muuttujiin tutkittiin puolestaan regressioanalyysillä, koska samalla haluttiin löytää jonkinlaiset selitysmallit vastemuuttujille. Koska tutkimus oli epäkokeellinen, selitysmallien luotettavuuteen on suhtauduttava varauksin. Mahdollisina selittäjinä oli syntytyavan lisäksi muita kaksiluokkaisia ja jatkuvia muuttujia. Askeltavaa regressiota käytettiin mallin selittäjien alustavaan valintaan. Lopullinen malli perustui kuitenkin harkintaan siten, etteivät selittäjät korreloineet keskenään. Regressioanalyysin jakaumaoletuksia tutkittiin residuaalien avulla.

Vakiovarianssisuusoletuksesta jouduttiin joissakin malleissa tinkimään, koska vastemuuttujille ei haluttu tehdä tulkintavaikeuksia aiheuttavia muunnoksia.

Taimikoiden tilajärjestystä tutkittiin tyhjen koealojen suhteellisen osuuden perusteella määritetyn aukkoisuuden perusteella. Kunkin taimikon kasvatuskelpoisuusluokka määritettiin taimikon aukkoisuuden ja kehityskelpoisten taimien määrän (kpl/ha) perusteella (esim. Hyppönen 2000):

Kasvatuskelpoisuusluokka	Taimia vähintään kpl/ha	Tyhjiä koealoja enintään, %
Hyvä	2000	13
Tyydyttävä	1200	30
Välttävä	500	60
Huono	–	100

3 Tulokset

3.1 Taimikoiden syntytyapa sekä ylispuustojen aiempi käsittely ja rakenne

Lähes puolet (49 %) ylispuutaimikoista oli syntynyt alikasvoksena ilman luontaisten uudistamisten tähtävää hakkuuta (taulukko 1). Hieman vähemmän taimikoita (44 %) oli syntynyt siemen- tai suojuspuuhakkuuta käyttäen. Muutama taimikko oli syntynyt siemenpuuston alle kylväen tai istuttaen. Siemenpuuhakkuun tuloksena syntyneiden taimikoiden ja viljelytaimikoiden ylispuustoa oli käsitelty siemenpuuhakkuun (taulukko 1). Alikasvostaimikoiden ylispuustoa oli sen sijaan useimmiten (15 taimikkoa) käsitelty epäsäännöllisin, epämääräisin hakkuin, joille ei pystytty määrittämään tarkoitusta metsätaloudessa käytetyin hakkuutavoin.

Alikasvostaimikoissa ylispuujaksoon kohdistuvasta edellisestä hakkuusta oli kulunut keskimäärin enemmän aikaa, ja hakkuupoistuma oli ollut keskimäärin pienempi kuin siemenpuutaimikoissa (taulukko 2). Ylispuuston tilavuus ja runkoluku olivat alikasvostaimikoissa keskimäärin suurempia kuin siemenpuutaimikoissa. Eri puulajien osuudet ylispuustojen tilavuudesta eivät poikenneet toisistaan eri tavoin syntyneissä taimikoissa.

Taulukko 1. Ylispuutaimikoiden jakautuminen luokkiin syntytyypin ja ylispuuston edellisen käsittelyn mukaan.

Taimikon syntytyyppi	Hakkuun tarkoitus ¹⁾					
	1	2	3	4	5	6
Uudistunut luontaisesti alikasvoksena ilman uudistamistarkoitusta (alikasvostaimikot)	3	0	0	3	6	15
Uudistettu luontaisesti siemenpuuhakkuuta käyttäen (siemenpuutaimikot)	0	24	0	0	0	0
Viljelty siemenpuuston alle (viljelytaimikot)	0	4	0	0	0	0
Yhteensä	3	28	0	3	6	15

¹⁾ Hakkuun tarkoitus ylispuuston edellisessä käsittelyssä: 1 = ei hakattu, 2 = siemen- tai suojuispuuhakkuu, 3 = harvennushakkuu, 4 = myrskytuhojen korjuu, 5 = harsintahakkuu, hakkuu kohdistunut valtapuustoon, 6 = hakattu, hakkuutapaa ei pystytty määrittelemään

Taulukko 2. Ylispuuston edellisestä hakkuusta kulunut aika ja silloinen hakkuumäärä sekä ylispuuston rakenne inventointihetkellä alikasvos- ja siemenpuutaimikoissa.

	Alikasvostaimikot				Siemenpuutaimikot			
	\bar{x}	s	min	max	\bar{x}	s	min	max
Hakkuusta kulunut aika, a	33,4	16,8	8,0	80,0	22,1	8,1	8,0	40,0
Hakkuumäärä, m ³ /ha	31,7	14,3	5,0	70,0	43,8	17,1	10,0	80,0
Runkoluku, kpl/ha	154,0	88,8	0,0	400,0	109,4	60,2	13,3	244,4
Pohjapinta-ala, m ² /ha	7,5	3,8	0,7	16,0	4,8	1,9	1,0	9,0
Pituus, m	13,7	2,5	9,0	17,0	14,1	2,1	9,5	17,4
Tilavuus, m ³ /ha	53,0	31,9	4,0	136,0	34,3	14,8	5,3	62,5
Puulajisuhteet, %								
– mänty	86,8	22,3	20,0	100,0	90,7	14,8	55,0	100,0
– kuusi	6,3	17,6	0,0	80,0	3,2	6,9	0,0	33,3
– koivu	6,9	12,5	0,0	50,0	6,1	12,7	0,0	40,0

3.2 Taimikoiden tiheys

Kaikki puulajit mukaan luettuna taimikoiden tiheys *taimien kokonaismäärällä* mitattuna oli keskimäärin 7 000–8 000 kpl/ha sekä alikasvos- että siemenpuutaimikoissa (taulukko 3). Alikasvostaimikoissa männyn osuus kaikista taimista oli keskimäärin 65 % ja siemenpuutaimikoissa 50 %. Mäntytaimien kokonaismäärää selittävän regressiomallin mukaan ylispuuiden pohjapinta-ala lisäsi mäntytaimien kokonaismäärää, mutta edellisestä hakkuusta kulunut aika ja humuksen paksuus vähensivät sitä (malli 1, taulukko 4). Malli selitti 43 % mäntytaimien kokonaismäärän vaihtelusta. Syntytyyppi ei vaikuttanut sen enempää mänty-, kuusi- kuin hieskoivutaimien kokonaismäärään. Muiden puulajien (haapa ym.)

taimia oli kuitenkin selvästi enemmän siemenpuutaimikoissa. *Kokonaistaimimäärän taimikonsisäiselle vaihtelulle* ei saatu tyydyttävää selitysmallia.

Kehityskelpoisia taimia oli kaikki puulajit mukaan luettuna keskimäärin 1 900–2 000 kpl/ha (taulukko 3). Taimimäärä ei poikennut merkitsevästi toisistaan eri tavoin syntyneissä taimikoissa. Mäntytaimien osuus kehityskelpoisista taimista oli kummasakin ryhmässä 80–90 %. Kehityskelpoisten mäntytaimien määrää lisäävästi vaikuttivat ylispuuston tilavuus ja maanmuokkaus (malli 2, taulukko 4). Humuksen paksuus ja hakkuusta kulunut aika vaikuttivat taimia vähentävästi. Mallin selityssaste oli 48 %.

Kehityskelpoisten mäntytaimien määrän taimikonsisäistä vaihtelua selittivät ylispuuston pohja-

Taulukko 3. Taimien, taimiaineksen ja tyhjen koealojen määrä alikasvos- ja siemenpuutaimikoissa.

Puulaji ja aukkoisuuden peruste	\bar{x}	Alikasvotaimikot			\bar{x}	Siemenpuutaimikot		
		s	min	max		s	min	max
Kokonaistaimimäärä, kpl/ha								
Mänty	5166	4005	481	17480	3638	2248	808	8667
Kuusi	658	995	0	3286	756	1104	0	5485
Rauduskoivu	1	7	0	38	39	154	0	750
Hieskoivu	1857	2766	0	10500	1751	2136	0	8848
Muut puulajit	305	768	0	2778	1095	1731	0	6569
Yhteensä	7987	4722	2821	20571	7277	4463	2907	21212
Kehityskelpoisten taimien määrä, kpl/ha								
Mänty	1703	776	481	3720	1580	738	500	3016
Kuusi	168	294	0	882	236	350	0	1636
Rauduskoivu	1	4	0	19	14	52	0	250
Hieskoivu	87	157	0	611	106	139	0	531
Yhteensä	1959	755	885	3778	1935	733	1155	3697
Mäntytaimiaineksen määrä, kpl/ha								
Mänty	2178	3758	0	15000	2001	3555	0	12727
Aukkoisuus, %								
Kokonaistaimimäärän mukaan	8,0	9,1	0,0	30,8	10,9	9,8	0,0	28,1
Kehityskelpoisten taimien määrän mukaan	17,4	12,7	0,0	47,4	20,8	10,2	0,0	36,7

pinta-ala, humuksen paksuus ja taimikon ikä (malli 3, taulukko 4). Humuksen paksuus ja taimikon ikä vaikuttivat vaihtelua lisäävästi ja ylispuuston pohjapinta-ala vähentävästi. Syntytyyppi ei selittänyt vaihtelua. Mallin selitysaste oli 43 %.

Männyn *taimiaineksen määrälle* ja sen *sisäiselle vaihtelulle* ei löydetty tyydyttävää selitysmallia.

3.3 Taimikoiden tilajärjestys

Kaikkien taimien perusteella laskettu *aukkoisuus* eli tyhjen koealojen määrä oli keskimäärin noin 10 %, ja kehityskelpoisten taimien perusteella laskettu aukkoisuus noin 19 % (taulukko 3). Syntytyyppi ei vaikuttanut merkittävästi aukkoisuuteen kummasakaan tapauksessa. Aukkoisuutta selittävien mallien selitysvoima jäi heikoksi. Taimikoiden välinen vaihtelu oli samansuuruinen kummassakin taimikoryhmässä.

3.4 Taimikoiden elinvoimaisuus

Siemenpuutaimikot olivat *elinvoimaisempia* kuin alikasvotaimikot testattaessa jakautumista elinvoimaisuusluokkiin 1 ja 2 (χ^2 -testi, $p = 0,002$). Siemenpuutaimikoista 71 % oli terveitä ja elinvoimaisia, kun vastaava luku oli alikasvotaimikoissa 30 % (taulukko 5). Alikasvotaimikoista valtaosa (70 %) oli hieman heikentynyt varjostuksen ja kilpailun takia.

3.5 Taimikoiden kasvatuskelpoisuus

Taimikoiden jakautuminen *kasvatuskelpoisuusluokkiin* ei poikennut toisistaan alikasvos- ja siemenpuutaimikoissa (χ^2 -testi, $p = 0,783$). Noin 80 % taimikoista oli hyviä tai tyydyttäviä kummassakin ryhmässä (taulukko 5). Huonoja taimikoita ei ollut lainkaan.

Taulukko 4. Eräiden taimikkotunnusten selitysmallit.

Muuttuja	Kerroin	p-arvo	n	Jäännöshajonta	Selitysaste
Mäntytaimien kokonaismäärä (kpl/ha) vastemuuttujana (malli 1)					
Vakio	5043,9	0,0010			
Ylispuuston ppa, m ² /ha	532,8	0,0002	43	2752,0	0,43
Hakkuusta kulunut aika, a	-81,8	0,0072			
Humuksen paksuus, cm	-282,8	0,0390			
Kehityskelpoisten mäntytaimien määrä (kpl/ha) vastemuuttujana (malli 2)					
Vakio	1836,9	0,0001			
Ylispuuston tilavuus, m ³ /ha	11,2	0,0011			
Muokkaus tehty = 1, ei = 0	706,4	0,0161	43	579,1	0,48
Humuksen paksuus, cm	-68,4	0,0185			
Hakkuusta kulunut aika	-13,8	0,0443			
Kehityskelpoisten mäntytaimien määrän variaatiokerroin vastemuuttujana (malli 3)					
Vakio	0,820	0,0001			
Ylispuuston ppa, m ² /ha	-0,035	0,0008	46	0,213	0,43
Humuksen paksuus, cm	0,026	0,0127			
Taimikon ikä, a	0,008	0,0153			
Taimikon pituus (m) vastemuuttujana (malli 4)					
Vakio	-3,57	0,0001			
Taimikon ikä, a	0,151	0,0001	51	0,57	0,87
Lämpösumma, dd	0,003	0,0028			
Synty tapa	0,383	0,0289			
0 = alikasvotaimikot					
1 = siemenpuutaimikot					
Taimikoiden pituuden variaatiokerroin vastemuuttujana (malli 5)					
Vakio	2,045	0,0001			
Taimikon ikä, a	-0,029	0,0001			
Muokkaus tehty = 1, ei = 0	-0,447	0,0012			
Raivaus tehty = 1, ei = 0	-0,212	0,0114	50	0,233	0,53
Lämpösumma, dd	-0,001	0,0182			
Männyn osuus ylispuuston tilavuudesta	0,004	0,0233			

3.6 Taimikoiden keskipituus, -ikä ja -kasvu

Alikasvotaimikot olivat hiukan pitempiä ja selvästi vanhempia kuin siemenpuutaimikot (taulukko 6). Pituutta selittivät iän lisäksi kasvupaikan pitkän ajan lämpösumma ja taimikon synty tapa (malli 4, taulukko 4). Ikä ja lämpösumma vaikuttivat pituuskehitykseen positiivisesti. Siemenpuutaimikot kehittyivät nopeammin kuin alikasvotaimikot (kuva 3). Mallin selitysaste oli 87 %. Kehityskelpoisten taimien keskipituuden ja keski-ikä osamääränä saatu taimikoiden keskimääräinen pituuskasvu ei poikennut toisistaan eri tavoin syntyneissä taimikoissa.

Taimikoiden sisäistä pituusvaihtelua selittivät ikä, muokkaus, raivaus, lämpösumma ja männyn osuus

ylispuuston tilavuudesta (malli 5, taulukko 4). Pituusvaihtelua pienensivät kaikki selittäjät lukuun ottamatta männyn osuutta ylispuuston tilavuudesta. Selitysaste oli 53 %.

Taimikot olivat yleensä syntyneet pitkän ajan kuluessa. Taimikoittainen taimien iän vaihteluväli oli keskimäärin 41 vuotta. Lyhin taimien iän vaihteluväli oli kolme vuotta ja pisin 65 vuotta. Alikasvos- ja siemenpuutaimikoiden välillä ei ollut eroa.

3.7 Taimikoiden syntyajankohta

Siemenpuutaimikoista kolmannes ja alikasvotaimikoista viidennes oli taimikoiden keski-ikäen perus-

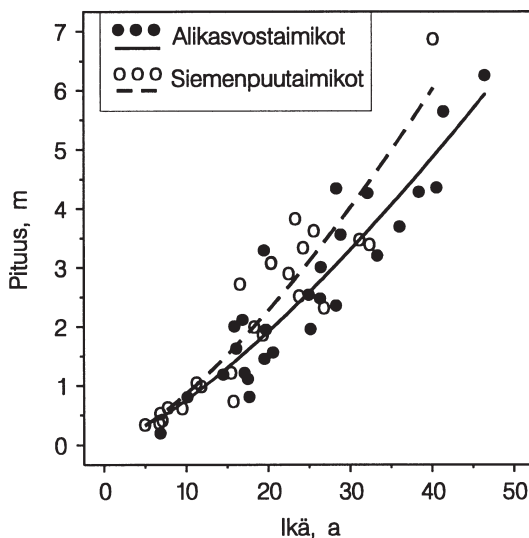
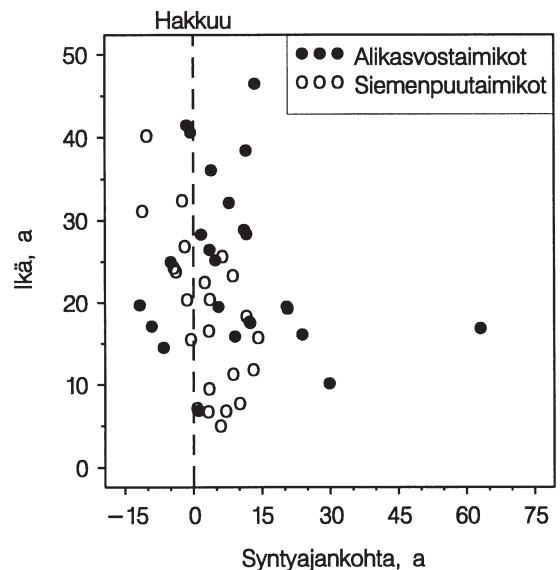
Taulukko 5. Taimikoiden jakautuminen luokkiin elinvoimaisuuden, kasvatuskelpoisuuden ja syntyavan perusteella.

Elinvoimaisuus- ja kasvatuskelpoisuusluokka	Alikasvostaimikot		Siemenpuutaimikot	
	kpl	%	kpl	%
	Elinvoimaisuus			
Terve ja elinvoimainen	8	30	17	71
Hieman heikentynyt	19	70	6	25
Lieviä vaurioita ja tuhoja	0	0	1	4
Tuntuvia tuhoja	0	0	0	0
Yhteensä	27	100	24	100
	Kasvatuskelpoisuus			
Hyvä	10	37	7	29
Tyydyttävä	11	41	12	50
Välttävä	6	22	5	21
Huono	0	0	0	0
Yhteensä	27	100	24	100

teella syntynyt ennen edellisen hakkuun ajankohdtaa (kuva 4). Siemenpuutaimikot olivat syntyneet keskimäärin neljä vuotta siemenpuuhakkuun ja alikasvostaimikot yhdeksän vuotta edellisen hakkuun jälkeen. Siemenpuutaimikoissa siemenpuuhakkuusta oli kulunut ylispuuhakkuuhetkellä (inventointihetkellä) keskimäärin 22 vuotta ja alikasvostaimikoissa edellisestä hakkuusta 33 vuotta. Maanpinnan käsittely lyhensi selvästi uudistumisaikaa siemenpuutaimikoissa. Siemenpuuhakkuun ja ylispuuhakkuun välinen aika oli muokatuilla aloilla vain 12 vuotta, kun se oli muokkaamattomilla aloilla 25 vuotta. Taimikoiden keskipituus oli muokatuilla siemenpuualoilla ylispuuhakkuuhetkellä 0,5 m ja muokkaamattomilla 2,7 m. Vastaavasti keski-ikä oli muokatuilla aloilla seitsemän vuotta ja muokkaamattomilla 22 vuotta.

Taulukko 6. Taimikoiden keskipituus, -ikä ja -kasvu syntyä tavoittain.

Taimikkotunnus	Alikasvostaimikot				Siemenpuutaimikot			
	\bar{x}	s	min	max	\bar{x}	s	min	max
Pituus, m	2,6	1,5	0,2	6,3	2,2	1,6	0,3	6,9
Ikä, a	24,8	10,0	6,9	46,5	18,4	9,2	5,0	40,1
Kasvu, cm	10,0	3,2	2,9	16,9	10,5	3,8	4,7	17,1

**Kuva 3.** Kehityskelpoisten taimien pituuskehitys alikasvos- ja siemenpuutaimikoissa. Mallit ovat muotoa $y = ax^b$.**Kuva 4.** Taimikoiden syntyajankohta edellisen hakkuun ja taimikon keski-ikä perusteella määritettynä.

4 Tarkastelu

Vaikka aikaisempien tutkimusten perusteella oli tiedossa, että männyn luontaisen uudistamisen edellytykset Lapin määntymetsissä ovat hyvät ainakin kuivilla ja kuivahkoilla kankailla (esim. Aaltonen 1919, Sarvas 1950, Pohtila 1979a ja b), oli yllätys, että noin puolet tutkimuskohteina olleista mänty-ylipuutaimikoista oli syntynyt alikasvoksena, usein epäsäännöllisen hakkuun seurauksena ilman varsinaista uudistamistarkoitusta, ja vain 44 % siementai suojuspuuhakkuun tuloksena. Etelä-Suomessa 1970- ja 1980-lukujen taitteessa tehdyssä tutkimuksessa luontaisesti syntyneistä taimikoista 70 % oli syntynyt säännöllisten siemen- ja suojuspuuhakuiden seurauksena (Räsänen ym. 1985). Näyttää siltä, että Lapissa kuivan ja kuivahkon kankaan männikkö alkaa uudistua luontaisesti, kun vallitseva puusto tavalla tai toisella harvenee (Lassila 1920, Sarvas 1950, Kuuluvainen 1994).

Alikasvostaimikot eivät epäsäännöllisestä emopuuston käsittelystä huolimatta poikenneet siemenpuutaimikoista tiheyden, tilajärjestyksen ja niiden vaihtelun perusteella. Sama koskee myös taimikoiden pituusvaihtelua ja kasvatuskelpoisuutta (vrt. Valkonen 1992, Saksa ym. 1998). Alikasvosten pituuskehitys oli kuitenkin hitaampaa kuin siemenpuutaimikoiden. Pituuskehitysero saattaa olla todellisuudessa tässä todettua suurempikin, koska erityisesti alikasvosten ikä arvioidaan helposti liian pieneksi (Lakari 1915, Sarvas 1950, Vaartaja 1951). Siemenpuutaimikoiden nopeampi kasvu johtunee niiden alikasvostaimikoita huomattavasti pienemmästä ylipuuston määrästä ja siten pienemmästä valo- ja juuristokilpailusta (Hagner 1962, Lehto 1969, Sundkvist 1994b). Toinen syy alikasvostaimikoiden keskimäärin hitaampaan kasvuun lienee se, että niiden maalajijakauma oli keskimäärin karkeampi kuin siemenpuutaimikoiden. Alikasvostaimikot kasvoivat näin ollen ravinteisuudeltaan karummissa olosuhteissa kuin siemenpuutaimikot.

Tutkimustulokset vahvistavat käsitystä, jonka mukaan pohjoisessa männyn luontainen uudistumiskyky on hyvä ja mäntyalikasvokset usein sellaisenaan metsän uudistamiseen kelpollisia (Lassila 1920, Sarvas 1950, Vaartaja 1951, Oinonen 1956, Sundkvist 1994a ja b, Listov ym. 1995).

Taimikoiden keski-ikä perusteella noin neljännes

taimikoista oli syntynyt ennen edellistä hakkuuta (ks. Sarvas 1950, Lehto 1969, Hänninen ym. 1972, Fries 1979, Räsänen ym. 1985). Taimikoiden keskipituuden perusteella ylipuut aiottiin poistaa keskimäärin liian myöhään verrattuna metsänhoitosuosituksissa esitettyihin taimikoiden keskipituuksiin (Metsänhoitosuositukset 1990). Taimikko oli ylipuuhakkuuajankohtana usein jo monen metrin pituinen, vaikka siemenpuiden liian pitkän seisottamisen on todettu aiheuttavan taimikkoon epätasaisuutta, aukkoisuutta ja kasvun heikkenemistä (Vaartaja 1951, Kinnunen 1993, Niemistö ym. 1993, Skoklefald 1995, Valtanen 1998). Ylipuuhakkuuajankohdan päättämistä vaikeuttanee erityisesti alikasvostaimikoissa se, että taimet syntyvät emopuuston alle vähitellen pitkän ajan kuluessa monen siemensadon tuloksena ja ilman uudistamistarkoitusta (Lassila 1920, Sarvas 1950, Lehto 1969, Räsänen ym. 1985, Jeansson 1995). Sen vuoksi ne ”löydetään” vasta varttuneessa iässä. Siemenpuutaimikoissa ylipuuhakkuuta oli esitetty selvästi aikaisemmin kuin alikasvostaimikoissa, mutta niissäkin suosituksissa (1990) esitettyä myöhemmin. Ylipuuston korjuussa syntyviin korjuuvaurioihin taimikon pituudella ei ole todettu olevan yksiselitteistä vaikutusta (Hyppönen ja Niemistö 1998, Hyppönen 2000).

Tutkimustaimikoiden sisäinen ikävaihtelu osoittaa, että männyn luontainen uudistuminen on jatkuva prosessi, jonka tuloksena taimikossa yleensä on vuosikymmenien aikana syntyneitä taimia (ks. Sundkvist 1993). Luontainen uudistuminen ja uudistaminen ilman maanmuokkausta kestää Lapissa aikaisempien tutkimusten mukaan kauan, 20–60 vuotta (esim. Blomqvist 1891, Sarvas 1937, Lehto 1969, Suoheimo 1982). Vaikka siementä ilmeisesti tulee jossain määrin lähes vuosittain metsänrajalle asti (Heikinheimo 1932, 1937, Sundkvist 1993), siemenmäärä ei yleensä riitä nopeaan taimetumiseen ainakaan ilman maankäsittelyä. Hagnerin (1962) mukaan heikkoa siemensatoa voidaanakin kompensoida maanmuokkauksella.

Norokorven (1983) ja Valkosen (1992) tutkimuksissa siemenpuualan taimimäärä lisääntyi hakkuusta kuluneen ajan kasvaessa toisin kuin tässä aineistossa. Ero tuloksissa selittynee tutkimustaimikoiden ikään liittyvillä eroilla. Tässä tutkimuksessa taimikot olivat keskimäärin selvästi vanhempia kuin

maintuissa tutkimuksissa. Yleispätevä havainto, että kangashumuksella on haitallinen vaikutus männyn uudistamiseen, osoittautui todeksi myös tässä aineistossa (Pohtila 1979a, vrt. kuitenkin Norokorpi 1983). Humuksen paksuus vaikutti negatiivisesti mäntytaimien määrään ja positiivisesti taimien määrän vaihteluun. Muokkauksen taimettumista parantava ja nopeuttava vaikutus oli odotettu (Hagner 1962, Lehto 1969, Kaila 1993, Kinnunen 1993, Valtanen 1998).

Luontaisen uudistamisen onnistumisesta ja onnistumiseen vaikuttavista tekijöistä ei ole vielä riittävästi tietoa käytännön uudistamispäätöksiä varten. Lisätietoa kaivataan mm. taimien syntymiseen ja kuolemiseen liittyvistä prosesseista, uudistumisnopeudesta, maanmuokkauksen vaikutuksesta uudistamisaikaan ja -tulokseen sekä luontaisen uudistamisen käyttöalan laajentamisesta perinteisten ohutumuksisten kuivien ja kuivahkojen kankaiden ulkopuolelle.

Kiitokset

Tutkimus on tehty Lapin metsäkeskuksen ja Metsäntutkimuslaitoksen yhteistyönä. Aineiston keruusta on pääasiassa vastannut metsätalousinsinööri Sinikka Koivuranta. Käsikirjoituksen ovat lukeneet MH Kari Mäkitalo, MH Timo Penttilä ja MMT Martti Varmola. Kiitämme heitä ja kaikkia muita työn valmistamiseen vaikuttaneita henkilöitä arvokkaasta avusta. Käsikirjoituksen virallisia tarkastajia kiitämme ajatuksia herättäneestä ja perusteellisesta työstä. Kiitokset myös Metsämiesten säätiölle, jonka myöntämä apuraha on ratkaisevasti vaikuttanut työn valmistamiseen.

Kirjallisuus

Aaltonen, V. T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa, I. Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im Finnischen Lapland, I. Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisuja 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. Foryngelse av furuskog i Troms og Finnmark. Summary: Regeneration of Scots pine forests in Troms and Finnmark. *Norsk Institutt for Skogforskning*. Rapport 10. 69 s.

Blomqvist, A. G. 1891. Suomen puulajit metsänhoidolliselta kannalta I. Mänty. Helsingissä, keisarillisen senaatin kirjapainossa. 211 s.

Ferm, A. & Sepponen, P. 1981. Aurasjäljen muuttuminen ja kasvillisuuden kehittyminen metsänuudistusaloilla Lapissa 10 vuoden aikana. Summary: Development of ploughed tracks and vegetation on reproduction areas in Finnish Lapland during a period of 10 years. *Folia Forestalia* 493. 19 s.

Fries, J. 1979. Naturlig förönging inom Siljanfors försökspark. Summary: Natural regeneration within the Siljanfors experimental park. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2: 96–111.

Hagner, S. 1962. Naturlig förönging under skärm. En analys av föröngingsmetoden, dess möjligheter och begränsningar i mellannorrländskt skogsbruk. Summary: 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.

— 1965. Om fröproduktion, fröträdval och plantsuppslag i försök med naturlig förönging. Summary: Yield of seed, choice of seed trees and seedling establishment in experiments with natural regeneration. *Studia Forestalia Suecica* 27. 43 s.

Heikinheimo, O. 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä I. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume I. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 17(3). 61 s.

— 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä II. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume I. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 24(4). 67 s.

Helenius, H. 1989. Tilastollisten menetelmien perustiedot. *Statcon Oy, Tampere*. 412 s.

Henttonen, H., Kanninen, M., Nygren, M. & Ojansuu, R. 1986. The maturation of *Pinus sylvestris* seeds in relation to temperature climate in Northern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1: 243–249.

Hyppönen, M. 2000. Ylispuiden korjuun vaikutus mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen Lapissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2000: 269–280.

— & Niemistö, P. 1998. Ylispuuhakkuut ja taimikkovauriot. Julkaisussa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.), *Alikasvokset metsänuudistamisessa*. Varjosta valoon. *Pihlaja-sarja* 3: 55–65.

—, Saksa, T. & Valkonen, S. 1998. Alikasvokset ja nyky päivän metsänhoito. Julkaisussa: Moilanen, M. & Sak-

- sa, T. (toim.), Alikasvokset metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja 3: 13–17.
- Hänninen, T., Räsänen, P.K., & Yli-Vakkuri, P. 1972. Männyn ja kuusen luontaisen uudistamisen antamista tuloksista Etelä-Suomen kangasmailla. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 7. 96 s.
- Jeansson, E. 1995. Some aspects on site preparation and natural regeneration in Sweden. Julkaisussa: Ritari, A., Saarenmaa, H., Saarela, M. & Poikajärvi, H. (toim.), Northern silviculture and management. Proc. IUFRO Working Party S1.05–12 Symposium, Lapland, Finland, 16–22 Aug. 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 567: 69–84.
- Kaila, S. 1993. Metsänuudistamisen tuloksen määrittäminen ja männyn uudistamisen tuloksia. Summary: Determining the outcome of forest regeneration; results from Scots pine reforestation practices. Metsätehon tiedotus 409. 47 s.
- Kalela, E.K. 1948. Luonnonmukainen metsien käsittely. Metsänhoitajien jatkokurssit 1947. V. Der Fortbildungskursus für Forstmeister 1947. V. Silva Fennica 64: 16–32.
- 1950. Ecological characters of tree species and its relation to silviculture. Selustus: Ekologiset puulajiryhmät ja metsänhoito. Acta Forestalia Fennica 57: 1–35.
- Kinnunen, K. 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.
- Kubin, E., Pasanen, J. & Savilampi, P. 1997. Korkeiden alueiden metsien uudistaminen Kainuussa ja Koillismailla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 666. 36 s.
- Kuuluvainen, T. 1994. Gap disturbance, ground microtopography, and the regeneration dynamics of boreal coniferous forests in Finland: a review. Annales Zoologici Fennici 31: 35–51.
- Lakari, O.J. 1915. Studier über die Samenjahre und Altersklassenverhältnisse der Kiefernwälder auf dem nordfinnischen Heideböden. Acta Forestalia Fennica 5(1). 211 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.
- Lehto, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of Southern Finland. Acta Forestalia Fennica 66. 106 s.
- 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuspuumenetelmällä. Summary: Studies conducted in northern Finland on the regeneration of Scots pine by means of the seed tree and shelterwood methods. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 67(4). 140 s.
- Listov, A.A. & Semyonov, B.A. 1995. Nature and rational use of pretundra pine forests in the European part of The USSR. Julkaisussa: Ritari, A., Saarenmaa, H., Saarela, M. & Poikajärvi, H. (toim.), Northern silviculture and management. Proc. IUFRO Working Party S1.05–12 Symposium, Lapland, Finland, 16–22 Aug. 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 567: 211–216.
- Metsänhoitosuosituksat 1990. Lapin metsälautakunta. 32 s. Metsätalostolliset vuosikirjat 1971–1999.
- Mikola, P. 1966. Alikasvosten merkitys metsien uudistamisessa. Summary: Significance of the undergrowth in reforestation. Metsätaloudellinen aikakauslehti 83: 4–7.
- Niemistö, P., Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1993. Mäntysiemenpuuston kasvu ja taimikon kehitys luontaisen uudistamisvaiheen aikana. Summary: Growth of Scots pine seed bearers and the development of seedlings during a protracted regeneration period. Folia Forestalia 826. 26 s.
- Norokorpi, Y. 1983. Männyn luontainen uudistaminen Lapissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105: 57–71.
- Nyysönen, A. 1995. Väljennysshakkuut. Folia Forestalia 1995(4): 293–302.
- Oinonen, E. 1956. Mäntyköiden luontaisen uudistamisen edellytyksistä Lapin kangasmailla eräiden taimivaroja selvittävien inventointien valossa. Metsätaloudellinen aikakauslehti 73: 225–230.
- Palén, T. & Lohi, T. 1999. Metsien käsittely Lapissa metsälain valvonnan ja puun tuotannon kannalta. Julkaisussa: Hyppönen, M., Jalkanen, R. & Aalto, T. (toim.), Onko Lapin metsätaloudella tulevaisuutta? Lapin Metsätalouspäivät 21.–22.1.1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 732: 19–25.
- Pohtila, E. 1979a. Tutkimustoiminnan nousu. Summary: The rise of research activity. Julkaisussa: Leikola, M. & Pohtila, E. (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.
- 1979b. ‘Metsänviljelytalouden’ läpimurto. Summary: The breakthrough in intensive forest management. Julkaisussa: Leikola, M. & Pohtila, E. (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): 18–19, 44–46.
- 1980a. Climatic fluctuations and forestry in Lapland. *Holarctic Ecology* 3: 91–98.
- 1980b. Havaintoja taimikoiden ja nuorten metsien tilajärjestyksen kehityksestä Lapissa. Summary: Spatial distribution development in young tree stands in Lapland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 98(1). 35 s.
- & 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 reforestation of Scots pine in Lapland. *Silva Fennica* 19(3): 245–270.
- Punkkinen, E. 1982. Männyn luontaisen uudistamisen onnistuminen muokatuilla mailla Etelä-Lapissa. *Metsänhoitotieteen laudaturtyö*. Helsingin yliopisto. 76 s.
- Renvall, A. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Produktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. *Acta Forestalia Fennica* 1(2). 154 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.
- Saksa, T., Saarinen, M. & Valkonen, S. 1998. Alikasvoksen monet kasvat. Julkaisussa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.), *Alikasvokset metsänuudistamisessa*. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja 3: 19–30.
- Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Referat: Über die natürliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Eine waldbiologische Untersuchung auf den trockenen Heideböden Nord-Finnlands. *Acta Forestalia Fennica* 46. 147 s.
- 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien luontaisesta uudistumisesta. Summary: Investigations into the natural regeneration of selectively cut private forests in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 38(1). 95 s.
- Sirén, G. 1952. Havaintoja Peräpohjolan valtionmailla vuosina 1948–1950 suoritetuista männynkylvöistä. Summary: Observations on pine sowings on state owned lands in Peräpohjola (Far North) in 1948–1952. *Silva Fennica* 78. 40 s.
- 1961. Skogsgränstallen som indikator för klimatfluktuationerna i norra Fennoskandien under historisk tid. Summary: *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 54(2). 66 s.
- 1965. Lapin metsänhoidon suuntaviivat. Synopsis: Trends of forestry in Lapland. *Lapin tutkimusseuran vuosikirja* VI: 20–34.
- 1995. Reforestation experiments at the pine timberline in northernmost Finland. Julkaisussa: Ritari, A., Saarenmaa, H., Saarela, M. & Poikajärvi, H. (toim.), *Northern silviculture and management*. Proc. IUFRO Working Party S1.05–12 Symposium, Lapland, Finland, 16–22 Aug. 1987. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 567: 249–260.
- Skokkelfald, S. 1995. Spot scarification in a mountainous Scots pine forest in Norway. Julkaisussa: Ritari, A., Saarenmaa, H., Saarela, M. & Poikajärvi, H. (toim.), *Northern silviculture and management*. Proc. IUFRO Working Party S1.05–12 Symposium, Lapland, Finland, 16–22 Aug. 1987. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 567: 85–90.
- Sundkvist, H. 1993. Forest regeneration potential of Scots pine advance growth in northern Sweden. *Sveriges landbruksuniversitetet, institutionen för skogsskötsel*. Avhandling. 33 s.
- 1994a. Extent and causes of mortality in *Pinus sylvestris* advance growth in Northern Sweden following overstory removal. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 158–164.
- 1994b. Initial growth of *Pinus sylvestris* advance reproduction following varying degrees of release. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 360–366.
- Suoheimo, J. 1982. Männyn luontainen uudistaminen siemen- ja suojuspuumenetelmällä Metsä-Lapissa. *Laudaturtyö*. Helsingin yliopisto. 77 s.
- Taskupainos metsänhoitosuosituksista maastokäyttöön 1990. Koillis-Suomen metsälautakunta, Lapin metsälautakunta. 12 s.
- Vaartaja, O. 1951. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Summary: On the recovery of released pine advance growth and its silvicultural importance. *Acta Forestalia Fennica* 59(1). 133 s.
- Valkonen, S. 1992. Metsien uudistaminen korkeilla alueilla Pohjois-Suomessa. Summary: Forest regeneration at high altitudes in Northern Finland. *Folia Forestalia* 791. 84 s.
- Valtakunnan metsänuudistamisen inventointi 1979. Kentätöiden ohjeet. *Metsäntutkimuslaitos, metsänhoidon tutkimusosasto*, Helsinki. 32 s.
- Valtanen, J. 1998. Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä. *Metsäntutkimuslaitoksen*

tiedonantoja 693. 77 s.

Viro, P.J. 1958. Suomen metsämaiden kivisyydestä. Summary: Stoniness of forest soil in Finland. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 49(4). 45 s.

Yli-Vakkuri, P. 1961. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männiköissä. Summary: Experimental studies on the emergence and initial development of tree seedlings in spruce and pine stands. *Acta Forestalia Fennica* 75(1). 122 s.

64 viitettä