



Mikko Hyppönen



Juha Hyvönen



Sauli Valkonen

Mikko Hyppönen, Juha Hyvönen ja Sauli Valkonen

Männyn luontaisen uudistamisen onnistuminen Lapin yksityismetsissä 1960-, 1970- ja 1980-lukujen siemenpuuhakuissa

Hyppönen, M., Hyvönen, J. & Valkonen, S. 2002. Männyn luontaisen uudistamisen onnistuminen Lapin yksityismetsissä 1960-, 1970- ja 1980-lukujen siemenpuuhakuissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2002: 559–574.

Tutkimuksessa selvitettiin mäntysiemenpuualojen taimettumista. Otannan perusjoukkona olivat silloisen Lapin metsälautakunnan alueen siemenpuuleimikot, joista poimittiin 155 uudistusalan otos. Uudistusaloista 50:llä luontainen uudistaminen oli myöhemmin keskeytetty ja uudistusalat oli viljelty. Lisäksi viisi uudistusalaa oli viljelty osittain. Yhteensä 38% uudistusalojen kokonaispinta-alasta oli viljelty. Uudistusalojen taimettumattomuus ja siemenpuiden kaatuminen myrskyissä olivat pääsyyt viljelyyn.

Ne uudistusalat ja uudistusalojen osat, joissa luontaista uudistamista oli jatkettu (105 alaa), inventoitiin maastossa uudistamistuloksen selvittämiseksi. Taimettuminen oli onnistunut yleensä huonosti, jos uudistusalaa ei ollut muokattu. Muokkauksen positiivinen vaikutus oli suurin tuoreella kankaalla. Muokatuilla tuoreen ja kuivahkon kankaan uudistusaloilla männynntaimien kokonaismäärä oli keskimäärin 2700 kpl ha⁻¹, kun niitä oli muokkaamattomalla tuoreella kankaalla keskimäärin 1000 kpl ha⁻¹ ja kuivahkolla 1900 kpl ha⁻¹. Kuivan kankaan uudistusaloilla taimettuminen oli onnistunut tyydyttävästi ilman maanmuokkausta, ja niillä taimia oli keskimäärin 2400 kpl ha⁻¹. Lämpösomma ja uudistusalan korkeus merenpinnasta vaikuttivat merkittävästi taimettumiseen, lämpösomma positiivisesti ja maaston korkeus negatiivisesti.

Männyn luontainen uudistaminen oli onnistunut keskimäärin huonosti. Viljeltyjen ja epäonnistuneiden luontaisesti uudistettujen alojen pinta-ala oli yhteensä 48% uudistusalojen pinta-alasta.

Asiasanat: mänty, luontainen uudistaminen, siemenpuu, taimettuminen, uudistamistulos, maanmuokaus, metsänviljely

Yhteystiedot: *Hyppönen & Hyvönen*, Metla, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 96301 Rovaniemi; *Valkonen*, Metla, Vantaan tutkimuskeskus, PL 18, 13101 Vantaa

Sähköposti mikko.hypponen@metla.fi

Hyväksytty 24.10.2002

I Johdanto

Metsiä uudistettiin Lapissa 1960-luvulla ja vielä 1970-luvun alkupuolella suunnilleen yhtä paljon niin luontaisesti siemen- ja suojuuspuumenetelmällä kuin avohakkuuta ja metsänviljelyä käyttäen. Sen jälkeen luontaisen uudistamisen käyttö väheni 20–30 %:iin uudistushakkuualasta, jona se pysyi aina 1990-luvun puoliväliin saakka (Metsätaloustilastolliset vuosikirjat 1966–2000). Avohakkuiden määrä vastaavasti lisääntyi. Hakkuita kohdistettiin entistä enemmän vajaatuottoisiin metsiin, jotka uudistettiin yleensä viljellen valtion myöntämän metsänparannustuen avulla (esim. Hyppönen ja Kojola 1998). Erityisesti sen jälkeen kun laki Lapin vajaatuottoisten metsien kunnostamisesta, ns. Lapin laki, tuli voimaan 1980-luvun alussa, metsänviljelyn määrä kaksin-kolminkertaistui aikaisemmasta. Luontainen uudistaminen yleistyi taas 1990-luvun puolivälin jälkeen eri syistä (ks. Hyppönen ym. 2001), ja vuosituhannen vaihteessa siemen- ja suojuuspuuhakkuiden osuus uudistushakkuista oli Lapissa 55 %.

Lehdon (1969) laajimmassa ja varhaisimmassa koko Pohjois-Suomea koskevassa männyn luontaista uudistamista käsittelevässä tutkimuksessa havaittiin, että männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä oli johtanut usein huonohkoon tai korkeintaan tyydyttävään uudistamistulokseen erityisesti Lapin pohjoisosissa. Osasyinä olivat hoitotoimenpiteiden laiminlyönti ja viivästyminen sekä virheelliset uudistamistoimenpiteet. Nykyisen käsityksen mukaan pahin puute oli se, ettei uudistusaloja oltu muokattu (ks. Hänninen ym. 1972, Räsänen ym. 1985). Tutkimuksissa on havaittu, että luontainen uudistaminen vie etenkin Pohjois-Lapissa paljon aikaa (Lehto 1969, Suoheimo 1982, Eskelinen 2000). Pohjoisessa levinneisyytensä äärialueilla ja korkealla merenpinnasta sijaitsevilla alueilla männyn luontaisen uudistamisen mahdollisuuksia rajoittavat harvoin toistuvat, pienet ja vajaasti kypsyneet siemensadot (Henttonen ym. 1986, Pohtila 1995, Kubin ym. 1997).

Etelä- ja Keski-Lapissa männyn luontaisen uudistamisen on todettu onnistuvan useimmiten hyvin, jos uudistusala muokataan (Norokorpi 1983, Eskelinen 2000, Hyppönen ja Kemppe 2002).

Maanmuokkauksen on todettu lisäävän luontaisen uudistamisen mahdollisuuksia myös pohjoisessa ja korkeilla mailla (Hagner 1962, Bergan 1981, Eskelinen 2000, Niemelä 2002). Maanmuokkaus luo siemenen itämiselle ja taimettumiselle edulliset mikro-olosuhteet, vähentää kilpailua vedestä ja ravinteista sekä tarjoaa suojaa siemensyöjiä ja epäedullisia ilmasto-olosuhteita vastaan (esim. Yli-Vakuri 1961, Jeansson 1995). Muokkaus kompensoi huonojen siemensatojen vaikutusta (Hagner 1962). Muokkaus on tarpeen erityisesti paksuhumuksisilla ja tuoreilla mailla (Hagner 1962, Bergan 1981, Kinnunen 1993, Ackzell 1993, Niemistö ym. 1993, Valtanen 1998). Luontaiseen uudistamiseen liittyvän epävarmuuden vuoksi Pohtila (1995) on esittänyt erityisesti Pohjois-Lapin siemenpuualojen kylvämistä niillä kasvupaikoilla, jotka edellyttävät muokkausta. Kinnunen (1994) suosittelee siemenpuualan kylvämistä huonoina siemenvuosina myös Etelä-Suomessa.

Männyn luontaisen uudistamisen onnistumista on selvitetty Lapissa ja muualla Pohjois-Suomessa sekä järjestettyjen kokeiden avulla (esim. Valtanen 1998, Hyppönen ym. 2001, Hyppönen ja Kemppe 2002) että inventoimalla käytännön uudistusaloja (Lehto 1969, Norokorpi 1983, Eskelinen 2000, Niemelä 2002). Käytännön inventoinnit on yleensä kohdistettu vain taimettumassa oleviin tai vasta taimettuneisiin uudistusaloihin, joilla siemenpuut on jo poistettu tai vielä poistamatta. Huomiota ei ole sen sijaan kiinnitetty niihin uudistusaloihin, joissa luontainen uudistaminen on syystä tai toisesta keskeytetty ja alue on viljelty. Ei ole tutkittu, kuinka suuri osa siemenpuumenetelmällä luontaisesti uudistettaviksi aiotuista uudistusaloista lopulta viljellään luontaisen uudistamisen epäonnistuttua. Tässä tutkimuksessa männyn luontaisen uudistamisen onnistumista tarkasteltiin kummastakin näkökulmasta. Tarkoituksena oli ensin selvittää,

- 1) kuinka suurella osalla Lapin yksityismetsien uudistusaloista luontainen uudistaminen oli myöhemmin keskeytetty ja ala oli viljelty sekä keskeyttämisen ja viljelyn syyt.

Niillä uudistusaloilla, joilla luontaista uudistamista ei ollut keskeytetty, tarkoituksena oli lisäksi selvittää,

- 2) miten uudistusalat olivat taimettuneet ja mikä oli uudistamistulos (tiheys, tilajärjestys, kasvatuskel-

poisuus, taimien terveydentila ja metsänhoitotöiden tarve) sekä

- 3) mitkä tekijät olivat vaikuttaneet taimettumiseen ja uudistamistulokseen. Erityisesti oltiin kiinnostuneita maanmuokkauksen ja kasvupaikkatyyppin vaikutuksista.

2 Aineistot ja menetelmät

2.1 Aineistot

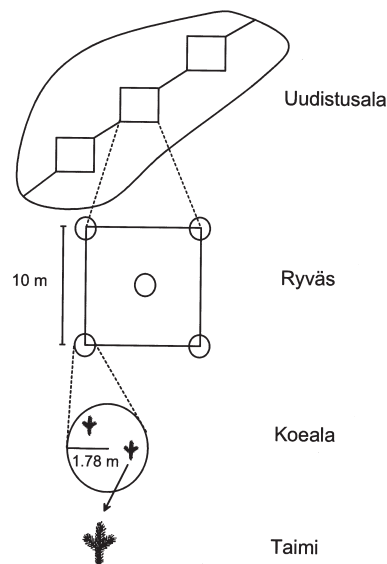
Otannan perusjoukkona käytettiin silloisen Lapin metsälautakunnan alueen (Länsi- ja Pohjois-Lappi) yksityismetsien leimausluettelon mukaisia männyn siemenpuuhakkuuleimikoita 1960-, 1970- ja 1980-luvuilta. Luettelosta poimittiin tutkimuskohteet ositettua systemaattista otantaa käyttäen (ositteena kunta). Aineistoon hyväksyttiin ne 155 uudistusala (yhteispinta-ala 747 ha), jotka oli hakattu luontaista uudistamista varten siemenpuuasentoon vähintään seitsemän vuotta ennen inventointia (Metsäasetus 1996). Mukaan ei siis hyväksytty niitä siemenpuu-aloja, joissa uudistamissuunnitelmaan liittyi kylvö tai istutus. Otoksen pinta-ala oli hakkuutapatilastojen perusteella arviolta 0,5 % perusjoukon pinta-alasta (Metsätilastolliset... 1966–1988). Uudistusalat jakautuivat kahteen osaan:

- 1) Ne uudistusalat, joilla luontainen uudistaminen oli keskeytetty ja jotka oli viljelty. Keskeytettyjä ja kokonaan viljeltyjä aloja ei inventoitu maastossa. Niistä selvitettiin kuitenkin metsäsuunnitelmia, muita suunnitelma-asiakirjoja ja metsäammattilaisten paikallistuntemusta hyväksi käyttäen seuraavat perustiedot: milloin uudistusala oli hakattu siemenpuuasentoon, oliko uudistusala aikanaan muokattu luontaista uudistamista varten ja milloin luontainen uudistaminen oli keskeytetty. Lisäksi viljelty uudistusalat pyrittiin luokittelemaan uudistamisen keskeyttämisen syytä ilmentäviin ryhmiin: a) myrskytuhoalat, joilla siemenpuuhakkuusta oli kulunut vähemmän kuin 10 vuotta, b) taimettumattomat alat, joilla siemenpuuhakkuusta oli kulunut enemmän kuin 10 vuotta ja c) muusta syystä viljeltyt alat, joilla siemenpuuhakkuusta oli kulunut vähemmän kuin 10 vuotta.
- 2) Jäljelle jääneet uudistusalat, joilla luontaista uudistamista ei oltu keskeytetty. Nämä luontaisesti uu-

distettavat ja uudistetut alat sekä osittain viljeltyjen alojen viljelemättömät osat inventoitiin maastossa kesällä 1994. Inventoinnissa sovellettiin Metsätehossa kehitettyä ryväsotantaan perustuvaa menetelmää (Kaila 1993). Uudistusalalta mitattiin kolme viiden ympyräkoealan (10 m²) ryvästä, jotka sijoitettiin tasavälein uudistusalan pisimmälle halkaisijalle (kuva 1). Tietoja kerättiin uudistusala-, ryväs-, koeala- ja taimitasolta.

Uudistusalalta kerättäviä tietoja olivat koordinaatit ja muut tunnistetiedot, korkeus merenpinnasta, pinta-ala, uudistusalan raivaus (ei raivattu; raivattu), raivausvuosi, muokkaus (ei muokattu; muokattu), muokkausvuosi, siemenpuuhakkuun ajankohta, poistuma siemenpuuhakkuussa, siemenpuuiden lukumäärä, ylispuuhakkuu (jäljellä; poistettu), perkaus (ei perattu; perattu) sekä perkausvuosi. Uudistusaloille määritettiin vuosien 1958–1994 keskimääräinen lämpösomma käyttäen Ojansuun ja Henttosen (1983) kehittämää mallia.

Ryvästä määritettiin maaryhmä (kangas; korpi; räme), kasvupaikkatyyppi (tuore kangas; kuivahko kangas; kuiva kangas), maalajiryhmä kenttämene- telmin (Taskupainos ... 1990) (hiesu, hieno hieta ja hieno moreeni; karkea hieta, hieno hiekka ja hiekkamoreeni; karkea hiekka, sora ja soramoreeni), kivi-



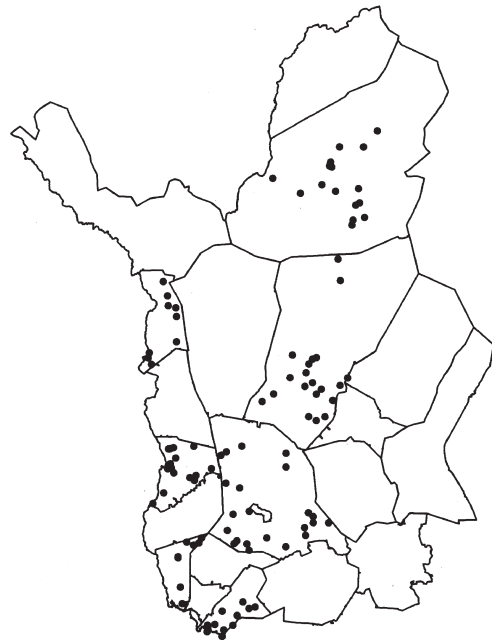
Kuva 1. Inventointimenetelmä.

syysindeksi eli todennäköisyys, että rassi ei painu 20 cm:n syvyyteen kivennäismaahan (Kaila 1993) (vähäkivinen – 0–33 %; normaalikivinen – 34–66 %; kivinen – 67–100 %), topografia (tasamaa – kaltevuus <5 % ja etäisyys rinteeseen >25 m; rinne – kaltevuus >5 %; mäenlaki – korkeusero huipulle <5 m, tasamaalle >5 m ja etäisyys rinteeseen >25 m; painanne – korkeus tasamaalle >5 m ja etäisyys rinteeseen >25 m), maaperän kosteus (normaali – ei suokasveja; vedenvaivaama – suokasveja alle 25 %; soistunut – suokasveja vähintään 25 %) sekä etäisyys lähimpään reunametsään ja reunametsän puulaji.

Koealan taimista valittiin pituusjärjestyksessä enintään neljä ns. *perustainta*, jotka mitattiin. Määrä vastaa 4000 taimen hehtaariitiheyttä. Perustaimella tarkoitetaan tässä tainta, jolla arvioidaan olevan mahdollisuus elossapysymiseen ja metsikössä kasvatettavaksi puuksi kehittymiseen (ks. Kaila 1993). Perustaimiksi voitiin määrittää mänty, kuusi sekä raudus- ja hieskoivu tässä ensisijaisuusjärjestyksessä noudattaen puulajivalinnassa silloisia yksityismetsien metsänhoitosuosituksia (Metsänhoitosuositukset 1990). Etäisyyden lähimpään suurempaan perustaimen piti olla vähintään 50 cm. Jos perustaimien joukossa oli vähintään neljä männyntainta, muiden puulajien taimia ei enää mitattu. Taimien laatu, elinvoimaisuus, pituuskehityksen häiriöisyys ja pituus eivät vaikuttaneet perustaimien valintaan. Metsätehon menetelmästä (Kaila 1993) poiketen ryväskohtaisia taimimäärärajoituksia ei ollut.

Koealalta laskettiin lisäksi *taimien kokonaisuusmäärä*, jolloin kaikki koealan taimet laskettiin kuuluvaksi siihen puulajiin, joita koealalla oli eniten eli vallitsevaan puulajiin. Näistä taimista määritettiin myös valtapituus. Taimiksi luettiin kaikki taimet pituudesta riippumatta, mutta ei sirkkataimia. Lisäksi koealalta määritettiin taimettumiskelvottoman alan suhteellinen osuus. Taimettumiskelvottomaan alaan luettiin oja, kallio ja läpimitaltaan yli 20 cm suurempi kivi tai lohkar.

Perustaimista määritettiin puulaji, pituus, ikä (havupuista), elinvoimaisuus (normaali – menehtymisriski vähäinen; heikentynyt – menehtyminen mahdollista; kituva – menehtymisriski suuri), pituuskehityksen häiriöisyys (häiriötön – ei sanottavia vikoja; lievästi häiriöinen – ranganvaihdos tai useampi latva; vakavasti häiriöinen – useita ranganvaihd-



Kuva 2. Inventoitujen siemenpuualojen sijainti Lapin metsälautakunnan alueella.

doksia tai pensastunut), lenkous ja kallistuminen eli tyven poikkeama pystysuorasta asteina (suora – 0°; lievä – <10°; kohtalainen 11–30°; voimakas 31–60°; erittäin voimakas >60°) sekä tuhonaiheuttaja.

Kokonaan tai osittain inventoituja uudistusaloja oli yhteensä 105 kpl (457 ha) (kuva 2). Rypäitä mitattiin 315 kpl ja koealoja 1575 kpl. Maastossa inventoitujen uudistusalojen pinta-ala oli keskimäärin 4,4 ha, korkeus merenpinnasta 164 m, lämpösomma 822 d.d. ja uudistushakkuusta kulunut aika 17,4 vuotta. Lähinnä uudistusalan kivisyyttä kuvaava taimettumiskelvottoman alan osuus koealojen pinta-alasta oli keskimäärin 3,8 %. Uudistusaloista 20 oli hakattu siemenpuuasentoon 1960-luvulla, 48 alaa 1970-luvulla ja 37 alaa 1980-luvulla. Siemenpuut oli poistettu 28 uudistusalta ja poistamatta 77 alalta. Siemenpuiden lukumäärä oli keskimäärin 60 kpl ha⁻¹ niillä uudistusaloilla, joilla siemenpuut olivat vielä jäljellä. Vaihteluväli oli 6–150 kpl ha⁻¹. Uudistusaloista 28 oli muokattu ja 77 muokkaamatta. Yleisin muokkausmenetelmä oli äestys (71 % lukumäärästä). Joitakin uudistusaloja oli lisäksi laikutettu ja aurattu. Taimikon perkausta oli tehty 15 uudistusalalla. Perustaimien keskipituus oli 120 cm ja vaihteluväli

5–529 cm. Keski-ikä oli 13,2 vuotta ja iän vaihteluväli 2–38 vuotta. Uudistusaloilla ei oltu tietävästi käytetty täydennyskylvöä.

2.2 Aineiston analysointi

Taimettumiseen vaikuttaneita tekijöitä ja taimikoiden pituuskehitystä analysoitiin sovittamalla aineistoon malleja, joissa ryvästason taimettumista (taimimäärä, tyhjien koealojen osuus) ja pituuskehitystä selitettiin ilmastoa, kasvupaikkaa ja metsikön käsittelyä kuvaavilla uudistusala- ja ryvästason jatkuvilla ja luokkamuuttujilla. Tarkoituksena oli lähinnä löytää selittäjiä edellä mainituille vastemuuttujille, eikä niinkään laatia täsmällisiä ennustemalleja. Aineistoa analysoitiin lineaarisilla sekamalleilla käyttäen SAS-ohjelmiston MIXED-proseduuria. Aineiston hierarkkisuuden aiheuttama riippuvuus havaintojen välillä otettiin huomioon mallituksessa.

Sekamallit olivat muotoa

$$y_{jk} = b_0 + b(i)x(i)_j + b(i)x(i)_{jk} + u_j + e_{jk}$$

missä

y_{jk} = selitettävä muuttuja, jossa indeksi j viittaa uudistusalatasoon ja k ryvästasoon

$b_0, b(i), i=1 \dots n$ = kiinteitä parametreja

$x(i)_j, x(i)_{jk}, i=1 \dots n$ = selittäviä muuttujia

u_j = uudistusalan satunnaisvaikutus

e_{jk} = jäännöstermi (rypään satunnaisvaikutus)

Uudistusalan vaikutus huomioitiin malleissa satunnaisena, muiden muuttujien vaikutukset kiinteinä. Maan muokkaus ja kasvupaikkatyyppi yhdistettiin yhdeksi viisiluokkaiseksi muuttujaksi. Muokkauksen ja kasvupaikkatyyppin (ilman kuivaa kangasta) pää- ja yhdysvaikutuksia tutkittiin kontrastitesteillä. Luokkamuuttujien pareittaisissa vertailuissa käytettiin Tukeyn testiä. Varianssin vakioimiseksi joillekin vastemuuttujille tehtiin neliöjuurimuunnos, jolloin mallien ennustamat luokkakeskiarvot palautettiin alkuperäiseen asteikkoon korottamalla ne ensin toiseen potenssiin ja lisäämällä niihin sitten harhattomuuskorjauksena varianssikomponenttien summa. Muita tutkimuksen tarkoituksen kohtia (1 ja 2) selvitettiin tunnuslukujen, taulukoiden sekä

graafisen tarkastelun avulla.

Taimien tilajärjestystä kuvattiin tyhjien koealojen suhteellisella osuudella. Taimikoiden kasvatuskelpoisuutta tarkasteltiin *uudistusaloikohtaisesti* kaikkien puulajien perustaimien hehtaarikohtaisen määrän ja vastaavan tyhjien koealojen määrän perusteella (esim. Hyppönen ym. 2001):

Kasvatuskelpoisuusluokka	Perustaimia vähintään kpl ha ⁻¹	Tyhjiä koealoja enintään %
Hyvä	2000	13
Tyydyttävä	1200	30
Välttävä	500	60
Huono	–	100

Uudistusaloikohtaiset taimikkotunnukset määritettiin uudistusaloilla sijaitsevien rypäiden keskiarvoina.

Metsänkäsittely- ja metsänhoitotöiden tarve (ylispuuhakkuu, täydennysviljely, uudelleenviljely ja taimikonhoito) määritettiin kultakin uudistus-alalta jälkikäteen laskennallisesti metsikkötietojen perusteella. Hoitotöiden tarve riippui siemenpuuhakkuusta kuluneen ajan pituudesta, luontaisen uudistamisen edistymisestä, taimikon pituudesta, vesakon määrästä ja pituudesta, haavan runsaudesta ja uudistusalan maantieteellisestä sijainnista. Toimenpiteiden tarpeen määrittämisessä nojaututtiin Lapin metsälautakunnan metsänhoitosuosituksiin (Metsänhoitosuositukset 1990).

3 Tulokset

3.1 Luontaisen uudistamisen keskeyttäminen ja metsänviljely

Luontainen uudistaminen oli keskeytetty ja uudistusala oli viljelty kokonaan 50 tapauksessa (264,4 ha) ja osittain viidessä tapauksessa (17,6 ha). Viljelyn alan yhteispinta-ala (282 ha) oli 38 % alunperin luontaisesti uudistettavaksi aiotusta alasta (747 ha). Viljelyn uudistusalan pinta-alasta 73 % oli muokkaamatonta ja loppu muokattua. Muokkaamattomista ja muokatuista siemenpuualoista oli viljelty suhteellisesti yhtä suuri osa.

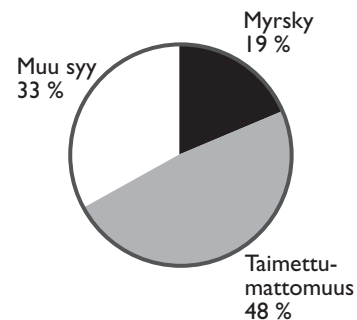
Noin puolet viljeltyjen uudistusalojen pinta-alasta oli viljelty siksi, että siemenpuuala ei ollut taimet-

Taulukko 1. Taimien määrään perustuvien muuttujien tunnuslukuja uudistusaloissa aineistossa (n = 105).

Muuttuja	Keskiarvo	Keskihajonta	Minimi	Maksimi
Taimien kokonaismäärä, kpl ha ⁻¹				
Mänty	1954	2033	0	10867
Kuusi	200	336	0	1800
Rauduskoivu	42	140	0	933
Hieskoivu	1352	3459	0	32867
Leppä	13	119	0	1200
Haapa	618	1351	0	6133
Muut	48	211	0	1 667
Yhteensä	4227	4446	67	37400
Perustaimien määrä, kpl ha ⁻¹				
Mänty	1263	846	0	3733
Kuusi	157	290	0	1467
Rauduskoivu	13	53	0	333
Hieskoivu	57	127	0	733
Yhteensä	1490	811	67	3733
Tyhjien koealojen määrä, %				
Ei männyä perustaimia	41,3	25,5	0	100,0
Ei minkään puulajin perustaimia	32,8	22,6	0	93,3

tunut riittävän nopeasti (kuva 3). Myrsky oli myös yleinen syy luontaisen uudistamisen keskeyttämiseen tuulen kaadettua siemenpuut. Muokkaamattomien alojen pinta-alasta 63 % oli viljelty taimettomuuden vuoksi. Muokatuista aloista vastaava osuus oli vain 10 %, valtaosa (70 %) muokatuista aloista oli viljelty ns. muista syistä.

Viljellyn alan keskikoko oli 5,1 ha. Viljeltyt alat oli hakattu siemenpuuasentoon keskimäärin vuonna 1973 ja viljelty keskimäärin vuonna 1984. Keskimäärin aikaa oli kulunut 11 vuotta. Vaihteluväli oli 0–30 vuotta. Jakauma oli jokseenkin tasainen.

**Kuva 3.** Viljeltyjen uudistusalojen pinta-alan suhteelliset osuudet viljelyn syyn mukaan.

3.2 Luontaisen uudistamisen tulokset

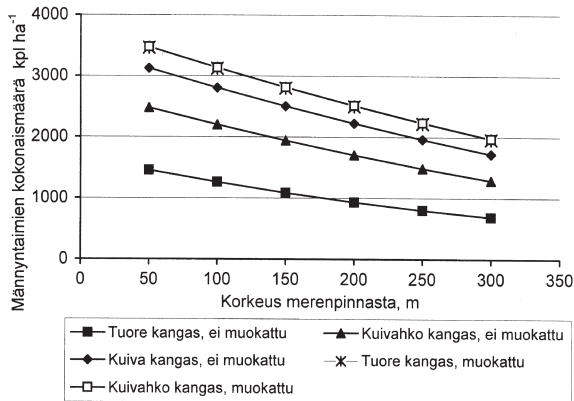
3.2.1 Taimien kokonaismäärä

Männyntaimien kokonaismäärä oli inventoiduilla uudistusaloilla keskimäärin 1950 kpl ha⁻¹ (taulukko 1). Hieskoivua oli runsaasti. Männyntaimien kokonaismäärän neliöjuurimuunnosta selittivät mallissa parhaiten maanmuokkauksen ja kasvupaikkatyyppin yhteismuuttuja, uudistusalan korkeus merenpinnasta ja taimettumiskelvottoman alan suhteellinen osuus koealojen pinta-alasta (taulukko 2). Tuoreilla ja

kuivahkoilla kankailla, joilla käytettiin maanmuokkausta, muokkaus lisäsi keskimäärin taimimäärää ($p = 0,0001$) (kuva 4). Muokkauksen vaikutus oli suurempi tuoreella kuin kuivahkolla kankaalla ($p = 0,0275$). Muokkaus lisäsi taimimäärää tuoreella kankaalla keskimäärin 1700 kpl ha⁻¹ ja kuivahkolla kankaalla 900 kpl ha⁻¹. Taimimäärä oli suunnilleen yhtä suuri muokatuilla tuoreen ja kuivahkon kankaan sekä muokkaamattomilla kuivan kankaan uudistusaloilla ($p > 0,05$). Muokkaamattomilla tuoreen kankaan uudistusaloilla taimimäärä oli pienempi kuin kaikilla muilla muokkaamattomilla tai muo-

Taulukko 2. Männyn taimien kokonaismäärän neliöjuurimuunnoksen selitysmalli.

Kiinteä vaikutus	Parametri-estimaatti	Vapausasteet	F-arvo	p-arvo
Vakio	59,93			
Maanmuokkaus-kasvupaikkatyyppi		4 ja 219	8,90	0,0001
Tuore kangas, ei muokattu	-23,24			
Kuivahko kangas, ei muokattu	-9,98			
Kuiva kangas, ei muokattu	-3,31			
Tuore kangas, muokattu	-0,14			
Kuivahko kangas, muokattu	0,00			
Taimettumiskelvoton osuus,%	-0,407	1 ja 307	11,03	0,0010
Korkeus merenpinnasta, m	-0,064	1 ja 98,3	7,55	0,0072
Satunnaisvaikutus	Varianssi-estimaatti		Z-arvo	p-arvo
Uudistusala	208,5		4,99	0,0001
Jäännös	227,9			

**Kuva 4.** Sekamallilla ennustetun männyn taimien kokonaismäärän riippuvuus maaston korkeudesta, maanmuokkauksesta ja kasvupaikkatyyppistä. Muut selittävät muuttujat on vakioitu keskiarvoonsa.

katuilla kasvupaikoilla ($p < 0,05$). Uudistusalojen välisen satunnaisvaihtelun (varianssin) suuruus oli noin puolet malliin liittyvästä satunnaisvaihtelusta. Alkuperäiselle asteikolle palautettuna mallista tulee epälineaarinen, mikä vaikeuttaa parametrien tulkintaa. Esimerkiksi uudistusalan korkeuden lisääntyminen vähentää keskimääräistä taimimäärää (taulukko 2), mutta vähenemisen voimakkuus riippuu maanmuokkauksesta, kasvupaikkatyyppistä ja taimettumiskelvottoman alan osuudesta (kuva 4).

Männyn-, kuusen- ja koivuntaimien kokonaismäärä oli keskimäärin 3550 kpl ha^{-1} (taulukko 1).

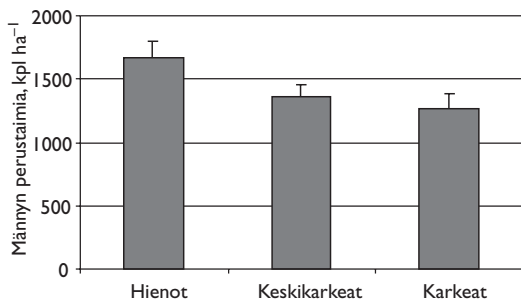
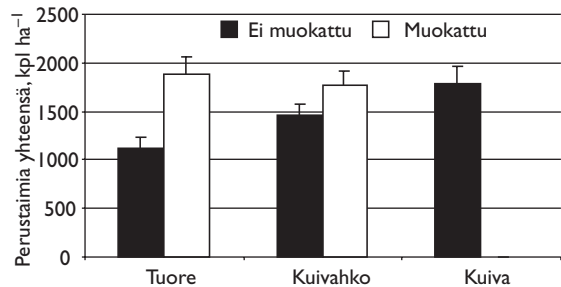
Sen neliöjuurimuunnosta selittivät muuten samat muuttujat kuin edellä, paitsi että korkeuden tilalla oli lämpösomma. Muokkauksen taimimäärää lisäävä vaikutus oli samansuuntainen kuin männyn taimien kokonaismäärää selittävissä mallissa. Muokatuilla tuoreen kankaan uudistusaloilla oli kuitenkin keskimäärin enemmän taimia (noin 5900 kpl ha^{-1}) kuin muilla muokkaamattomilla tai muokatuilla eri kasvupaikkatyyppien uudistusaloilla ($2900\text{--}3800 \text{ kpl ha}^{-1}$) ($p < 0,05$). Tämä johtui siitä, että muokkaus lisäsi hieskoivun määrää enemmän tuoreella kuin kuivahkolla kankaalla.

3.2.2 Perustaimien määrä

Männyn perustaimia oli uudistusaloilla keskimäärin 1260 kpl ha^{-1} (taulukko 1). Perustaimien määrää selittivät mallissa maanmuokkauksen ja kasvupaikkatyyppin yhteismuuttuja, maalaji, uudistusalan korkeus merenpinnasta ja taimettumiskelvottoman alan suhteellinen osuus koealojen pinta-alasta (taulukko 3). Maanmuokkauksen ja kasvupaikkatyyppin vaikutus oli muuten samanlainen kuin männyn kokonaismäärän mallissa, paitsi että taimimääräennusteet olivat pienempiä. Hienoimpien maalajien ryhmä poikkesi karkeimpien maalajien ryhmästä ($p \leq 0,05$) siten, että taimimäärä oli keskimäärin suurin hienojakoisilla ja pienin karkeilla mailla (kuva 5). Mallin mukaan sadan metrin korkeuden lisäys vähentää männyn

Taulukko 3. Männyn perustaimien määrän selitysmalli.

Kiinteä vaikutus	Parametri-estimaatti	Vapausasteet	F-arvo	p-arvo
Vakio	1954,71			
Maanmuokkaus-kasvupaikkatyypin		4 ja 224	10,14	0,0001
Tuore kangas, ei muokattu	-989,76			
Kuivahko kangas, ei muokattu	-418,32			
Kuiva kangas, ei muokattu	-40,83			
Tuore kangas, muokattu	75,41			
Kuivahko kangas, muokattu	0,00			
Maalaji		2 ja 270	3,16	0,0441
Hiesu, hieno hieta, hieno moreeni	401,86			
Karkea ja hieno hiekka, hiekkamoreeni	93,67			
Karkea hiekka, sora, soramoreeni	0,00			
Taimettumiskelvoton osuus, %	-13,70	1 ja 297	7,16	0,0079
Korkeus merenpinnasta, m	-2,18	1 ja 99,8	4,96	0,0282
Satunnaisvaikutus	Varianssi-estimaatti		Z-arvo	p-arvo
Uudistusala	377995		5,21	0,0001
Jäännös	357509			

**Kuva 5.** Sekamallilla ennustettu männyn perustaimien määrän keskiarvo ja keskiarvon keskivirhe maalajiryhmittäin.**Kuva 6.** Sekamallilla ennustettu männyn, kuusen ja koivun perustaimien määrän keskiarvo ja keskiarvon keskivirhe kasvupaikkatyypeittäin ja muokkausluokittain.

perustaimien määrää noin 200 kpl ha⁻¹.

Kaikkien puulajien perustaimien määrä oli keskimäärin 1500 kpl ha⁻¹ (taulukko 1). Perustaimien määrää selittivät maanmuokkauksen ja kasvupaikkatyyppin yhteismuuttuja, uudistusalan lämpösomma ja taimettumiskelvottoman alan osuus koalojen pinta-alasta. Muokkaamattomilla tuoreen kankaan uudistusaloilla taimimäärä oli pienempi kuin muilla muokkaamattomilla tai muokatuilla uudistusaloilla ($p < 0,05$) (kuva 6). Maanmuokkaus vaikutti voimakkaimmin tuoreella kankaalla. Taimimäärä oli keskimäärin suunnilleen yhtä suuri muokatulla tuoreella kankaalla, muokatulla kuivahkolla kankaalla

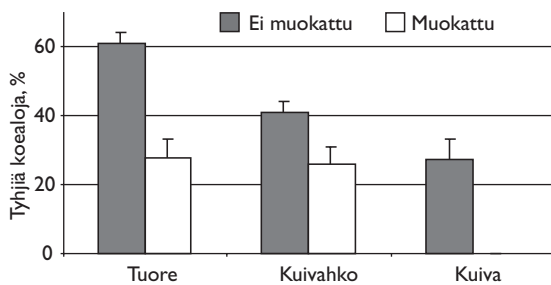
ja muokkaamattomalla kuivalla kankaalla. Mallin mukaan sadan yksikön (d.d.) lisäys lämpösommassa lisää kaikkien puulajien perustaimien määrää noin 250 kpl ha⁻¹.

3.2.3 Tyhjien koalojen osuus

Männyn perustaimista *tyhjien koalojen osuus* oli uudistusaloilla keskimäärin 41,3% (taulukko 1). Tyhjien koalojen suhteelliseen osuuteen vaikuttivat maanmuokkauksen ja kasvupaikkatyyppin yhteismuuttuja, uudistusalan korkeus merenpinnasta ja

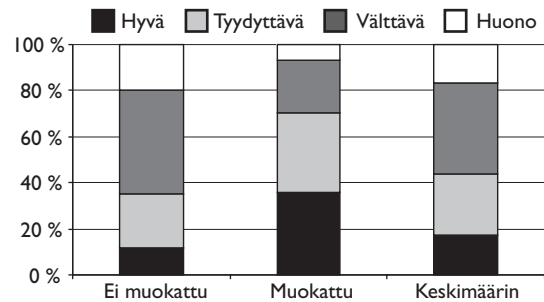
Taulukko 4. Männyn perustaimien perusteella määritetyn tyhjen koealojen osuuden selitysmalli.

Kiinteä vaikutus	Parametri-estimaatti	Vapausasteet	F-arvo	p-arvo
Vakio	13,01			
Maanmuokkaus-kasvupaikkatyyppi		4 ja 203	12,71	0,0001
Tuore kangas, ei muokattu	34,66			
Kuivahko kangas, ei muokattu	14,76			
Kuiva kangas, ei muokattu	1,02			
Tuore kangas, muokattu	1,46			
Kuivahko kangas, muokattu	0,00			
Taimettumiskelvoton osuus, %	0,61	1 ja 305	13,71	0,0003
Korkeus merenpinnasta, m	0,06	1 ja 98,9	5,12	0,0259
Satunnaisvaikutus	Varianssi-estimaatti		Z-arvo	p-arvo
Uudistusala	278,51		4,34	0,0001
Jäännös	461,97			

**Kuva 7.** Sekamallilla ennustettu tyhjen koealojen suhteellisen osuuden keskiarvo ja keskiarvon keskivirhe kasvupaikkatyypeittäin ja muokkausluokittain.

taimettumiskelvottoman alan suhteellinen osuus koealojen pinta-alasta (taulukko 4). Malli vastaa muuten männyn perustaimien määrää selittävää mallia, paitsi että selittäjien vaikutukset ovat käänteiset. Muokkaamattomilla uudistusaloilla tyhjen koealojen osuus oli keskimäärin suurin tuoreella kankaalla ja pienin kuivalla kankaalla (kuva 7). Maanmuokkaus vaikutti voimakkaimmin tuoreella kankaalla.

Kaikkien puulajien perustaimista *tyhjen koealojen määrä* oli keskimäärin 32,8 %. Sitä selittivät maanmuokkauksen ja kasvupaikkatyyppin yhteismuuttuja, uudistusalan lämpösumma ja taimettumiskelvottoman alan suhteellinen osuus koealojen pinta-alasta. Malli vastaa muuten edellä olevaa kaikkien puulajien perustaimien määrää selittävää mallia, paitsi että selittäjien vaikutukset ovat käänteiset.

**Kuva 8.** Kasvatuskelpoisuusluokkien suhteelliset osuudet muokkaamattomien ja muokattujen uudistusalojen pinta-aloista.

3.2.5 Taimikoiden kasvatuskelpoisuus

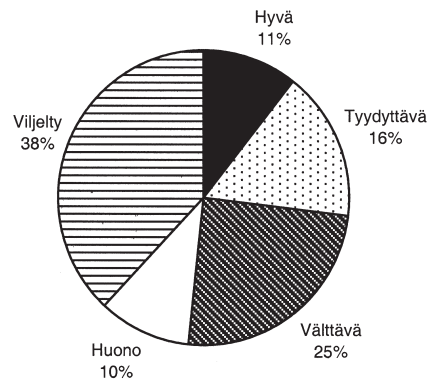
Inventoitujen uudistusalojen pinta-alasta keskimäärin 40 % oli kasvatuskelpoisuudeltaan hyviä tai tyydyttäviä (kuva 8). Uudistaminen oli epäonnistunut (luokka huono) 17 %:lla uudistusalojen pinta-alasta. Muokkaus paransi uudistamistulosta selvästi. Muokkaamattomista uudistusaloista hyviä ja tyydyttäviä oli 35 % ja muokatuista 70 %. Vastaavasti epäonnistuneitten osuus muokkaamattomien uudistusalojen pinta-alasta oli 20 % ja muokatuista 7 % (yksi uudistusala). Hyvin onnistuneista uudistusaloista 49 % oli muokattu. Tyydyttävästi onnistuneista uudistusaloista muokattujen osuus oli vastaavasti 31 %, välttävästä 14 % ja epäonnistuneista 9 %.

Taulukko 5. Männyntaimien keskipituuden logaritimuunnoksen selitysmalli.

Kiinteä vaikutus	Parametri-estimaatti	Vapausasteet	F-arvo	p-arvo
Vakio	-1,226153			
Kasvupaikkatyyppi		2 ja 241	5,80	0,0035
Tuore kangas	0,321938			
Kuivahko kangas	0,186732			
Kuiva kangas	0,000000			
Männyntaimien keski-ään logaritmi	1,473546	1 ja 273	1661,91	0,0001
Lämpösumma, d.d.	0,002148	1 ja 109	49,01	0,0001
Taimettumiskelvoton osuus, %	-0,012191	1 ja 273	16,04	0,0001
Siemenpuiden määrä, kpl ha ⁻¹	-0,001814	1 ja 110	4,62	0,0337
Kaikkien taimien määrä, kpl ha ⁻¹	0,000011	1 ja 261	4,25	0,0403
Satunnaisvaikutus	Varianssi-estimaatti		Z-arvo	p-arvo
Uudistusala	0,065		4,46	0,0001
Jäännös	0,090			

3.3 Yhdistelmä uudistamistuloksesta

Hyvien ja tyydyttävien luontaisesti uudistettujen alojen osuus oli noin neljännes koko otoksen eli viljeltyjen uudistusalojen ja maastossa inventoitujen luontaisesti uudistettavien alojen kokonaispinta-alasta (kuva 9). Viljeltyjen alojen ja epäonnistuneiden luontaisten uudistusalojen osuus oli yhteensä 48 % otoksen pinta-alasta. Muokkaamattomista aloista hyvien ja tyydyttävien pinta-alaosuus oli 22 % ja muokatuista 41 %.



Kuva 9. Viljeltyjen alojen ja eri kasvatuskelpoisuusluokkiin jakautuneitten luontaisten uudistusalojen suhteelliset osuudet otosuudistusalojen kokonaispinta-alasta.

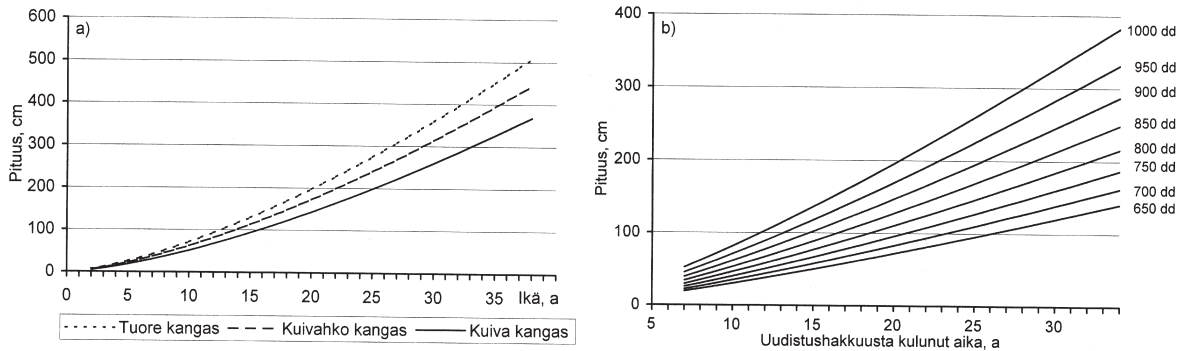
3.4 Taimikoiden pituuskehitys

Männyn perustaimien keskipituutta selitettiin kahdella mallilla. Toisessa mallissa yhtenä selittävänä muuttujana oli perustaimien keski-ikä ja toisessa uudistushakkuusta kulunut aika.

Ensimmäisessä mallissa perustaimien keskipituuden logaritimuunnosta selittivät taimien keski-ään logaritmin lisäksi lämpösumma, kasvupaikkatyyppi, kivisyys (taimettumiskelvoton osuus koealan pinta-alasta), siemenpuiden lukumäärä ja taimikon kokonaistiheys (taulukko 5). Ikä, lämpösumma ja tiheys vaikuttivat positiivisesti sekä kivisyys ja siemenpuiden lukumäärä negatiivisesti. Pareittaisissa vertailuissa kasvupaikkatyyppien väliset erot olivat merkitseviä ($p < 0,05$). Männyntaimet saavuttivat

metrin pituuden kuivalla kankaalla 16 vuoden, kuivahkolla kankaalla 14 vuoden ja tuoreella kankaalla 13 vuoden iällä (kuva 10a). Kahden metrin pituuden taimikot saavuttivat vastaavasti 25, 22 ja 20 vuoden ikäisinä.

Toisessa mallissa männyn perustaimien keskipituuden logaritmuunnosta selittivät uudistushakkuusta kuluneen ajan logaritmin lisäksi maanmuokaus, lämpösumma ja siemenpuiden lukumäärä (kuva 10b). Tämän mallin selityskyky on selvästi heikompi kuin ensimmäisen, koska satunnaisosan varianssi on noin viisinkertainen ensimmäisen mallin satunnaisosaan verrattuna.



Kuva 10. Sekamallilla ennustetun perustaimien keskipituuden riippuvuus a) iästä ja kasvupaikkatyypistä sekä b) uudistushakkuusta kuluneesta ajasta ja lämpösommasta. Muut selittävät muuttujat on vakioitu keskiarvoonsa.

Taulukko 6. Perushavupuuntaimissa esiintyneiden tuhojen määrä aiheuttajittain.

Tuhon aiheuttaja	Taimia, kpl
Ei tuhoja	1540
Kilpaileva kasvillisuus	70
Sienet	103
Hyönteiset	9
Hirvieläimet	114
Muut tuhot yhteensä	401
Yhteensä	2237

3.5 Taimien elinvoimaisuus, vikaisuudet ja tuhonaiheuttajat

Männyn- ja kuusen perustaimista 91 % oli pituuskelitykseltään kehityskelpoisia (häiriöttömiä tai vain lievästi häiriöisiä) ja 96 % elinvoimaisuuden puolesta (normaaleja tai heikentyneitä). Lenkoutensa puolesta 98 % taimista oli kehityskelpoisia eli suoria tai vain lievästi tai kohtalaisesti lenkoja.

Tarkemmin erittelemätön muut tuhonaiheuttajat oli suurin tuhonaiheuttajaryhmä (taulukko 6). Tähän ryhmään kuului mm. ylispuiden korjuu. Hirvieläimet olivat suurin eritelty tuhonaiheuttajaryhmä. Lähes yhtä paljon tuhoja olivat aiheuttaneet sienitaudit, joista yleisimpiä olivat karisteet.

3.6 Tarvittavat metsänhoitotyöt

Siemenpuut oli poistettu noin neljäsosalla maastossa inventoitujen luontaisesti uudistettavien alojen lukumäärästä (taulukko 7). Ylispuuhakkuu olisi ollut mahdollista noin kolmanneksella uudistusaloista. Yhtä suurella osalla ylispuuhakkuu ei ollut vielä ajankohtainen. Muokkaamattomat ja muokatut uudistusalat eivät poikenneet ylispuuhakkuun suhteen toisistaan.

Noin puolella inventoiduista uudistusaloista uudistaminen oli onnistunut vähintään tyydyttävästi, eikä täydennysviljelyn tai uudelleenviljelyn tarvetta ollut (taulukko 7). Kokonaan epäonnistuneita (huonoja) uudistusaloja oli yhteensä 12 kpl (11 %). Nämä uudistusalat tulisi viljellä kokonaan uudelleen. Kasvatuskelpoisuusluokkaan välttävät eli täydennettävät kuului yhteensä 42 uudistusalaa. Noin puolella näistä taimikko oli kasvanut jo niin pitkäksi, että täydennysviljely ei ollut enää mahdollista. Puolella uudistusaloista täydennysviljely olisi ollut tarpeen ja vielä mahdollista. Muokatuilla uudistusaloilla viljelytarve oli selvästi pienempi kuin muokkaamattomilla.

Valtaosalla uudistusaloja taimikonhoito ei ollut tarpeen (taulukko 7). Taimikon perkausta tarvittiin noin kolmasosalla uudistusalojen lukumäärästä. Muokatuilla uudistusaloilla perkausten tarve oli selvästi suurempi kuin muokkaamattomilla

Taulukko 7. Metsänhoidollisia toimenpiteitä edellyttävien uudistusalojen lukumäärä työ-
lajeittain ja niiden suhteellinen osuus muokkaamattomista ja muokatuista uudistusaloista.

Metsänhoitotoimenpide ja sen tarve	Ei muokattu		Muokattu	
	kpl	%	kpl	%
<i>Ylispuuhakkuu</i>				
Ylispuut poistettu	21	27,3	7	25,0
Ylispuuhakkuu ei ajankohtainen	27	35,1	12	42,9
Ylispuuhakkuu mahdollinen	29	37,7	9	32,1
<i>Metsänviljely</i>				
Ei viljelytarvetta	31	40,3	20	71,4
Täydennysviljely	13	16,9	7	25,0
Täydennysviljely myöhässä	22	28,6	0	0,0
Uudelleenviljely	11	14,3	1	3,6
<i>Taimikonhoito</i>				
Ei taimikonhoidon tarvetta	56	72,7	12	42,9
Taimikon harvennus	1	1,3	0	0,0
Taimikon perkaus	20	26,0	16	57,1

4 Tulosten tarkastelu

Tarkasteltaessa tuloksia uudistusaloilta (esim. taimikon kasvatuskelpoisuus) on otettava huomioon, että kultakin uudistusaloilta mitattiin vain kolme ryvästä ja 15 koealaa. Mallituksen kannalta vähäisellä koealojen määrällä ei liene samanlaista merkitystä, koska käytetty sekamallitekniikka mahdollistaa hierarkkisen inventointiaineiston tehokkaamman hyödyntämisen pienemmälläkin koealojen ja ryväiden määrällä. Kokonaistaimimäärien määrittämistapa voi aiheuttaa epätarkkuutta malleihin.

Niiden uudistusalojen määrä oli yllättävän suuri, joilla luontainen uudistaminen oli keskeytetty ja jotka oli uudistettu viljelemällä, vaikka aiemminkin on havaittu, että luontaiseen uudistamiseen liittyy epävarmuutta, suurta vaihtelua ja riskejä (Kinnunen 1993, Pukkala 1992). Jäljelle jääneillä siemenpuumenetelmällä luontaisesti uudistettavilla aloilla uudistamistulos ei ollut keskimäärin kovin hyvä, koska kasvatuskelpoisuudeltaan hyvien ja tyydyttävien taimikoiden osuus oli vain noin 40 % ja huonojen lähes 20 % uudistusalojen pinta-alasta.

Huono tulos johtui yleensä muokkaamattomuudesta (ks. myös Kinnunen 1993, Valtanen 1998). Erittäin huonosti uudistaminen oli onnistunut muokkaamattomilla tuoreen kankaan uudistusaloilla. Muokatuilla tuoreen kankaan aloilla uudis-

taminen oli onnistunut vähintään yhtä hyvin kuin muokatuilla kuivahkon kankaan uudistusaloilla (ks. myös Norokorpi 1983, Niemelä 2002). Tulosten perusteella voidaan sanoa, että tuoreen kankaan männiköitä ei kannata uudistaa luontaisesti ilman maanmuokkausta. Muokkaus varmistaa uudistamista myös kuivahkoilla kankailla. Kuivan kankaan uudistusaloilla uudistamistulos oli useimmiten tyydyttävä ilman maanmuokkaustakin. Samaan tulokseen on päätyttyä myös Valkonen (1992).

Maalaji vaikutti kehityskelpoisten männyntaimien määrään siten, että taimia oli enemmän hienojakoisilla kuin keskikarkeilla ja karkeilla mailla. Tulos poikkeaa yleisestä käsityksestä, jonka mukaan hienot maalajit taimettuvat huonosti maan routimisen ja hapettomuuden vuoksi (Lähde 1974, Valkonen 1992, Hyppönen 1998, Niemelä 2002). Eräissä tutkimuksissa on kuitenkin havaittu taimettumisen paranevan hienojakojen lajitteiden runsastuessa (Terti 1936, Norokorpi 1983, ks. myös Kaila 1993). Selityksenä saatuun tulokseen voi olla se, että hienojakoiset maat pysyvät paremmin kosteina kuin karkeammat maat. Kosteus taas vaikuttaa positiivisesti taimettumiseen (Norokorpi 1983).

Taimettumiskelvottoman alan osuus koealan pinta-alasta kuvastaa uudistusalan kivisyyttä ja kallioisuutta. Muuttuja vaikutti negatiivisesti uudistamistulokseen. Kivisyyden uudistamistulosta heikentävä vaikutus on ennestään tunnettu (esim.

Taulukko 8. Männynntaimien kokonaismäärä, kehityskelpoisten männynntaimien määrä ja kehityskelpoisten taimien kokonaismäärä tässä tutkimuksessa ja eräissä aiemmissa tutkimuksissa.

Tutkimus ja tutkimusalue	Mänty		Kaikki puulajit Kehityskelpoiset taimet
	Kaikki taimet	Kehityskelpoiset taimet kpl ha ⁻¹	
Tämä tutkimus			
– Ei muokattu			
tuore kangas	900	700	1200
kuivahko kangas	2000	1300	1400
kuiva kangas	1900	1500	1500
– Muokattu			
tuore kangas	3600	2000	2100
kuivahko kangas	2700	1700	1800
Punkkinen 1982, Suoheimo 1982, Norokorpi 1983			
– Etelä-Lappi, muokattu	4900	1400	1700
– Metsä-Lappi, muokattu	1800		
Nenola 1984, Inari			
– Ei muokattu	4000	1200	
Kaila 1993, Lappi			
– <800 d.d., ei muokattu		800	
– <800 d.d., muokattu		1800	
– >800 d.d., muokattu		2000	
Eskelinen 2000, Länsi-Lappi			
– Muokattu	3300	2200	3400
Hyppönen ja Hyvönen 2000			
– Ei muokattu	3000	1300	1700
– Muokattu	5700	2500	2600
Hyppönen ym. 2001			
– Ei muokattu	2300	1600	1800
– Muokattu eri tavoin	2300–4100	1300–2100	1900–2300
Hyppönen ja Kemppe 2002			
– Ei muokattu	3500	1100	2100
– Muokattu	7200	2300	3400
– Muokattu ja kylvetty	10100	2700	3100

Kinnunen 1993, Valtanen 1994).

Maaston korkeus vaikutti uudistamistulokseen negatiivisesti ja lämpösukka positiivisesti kuten useissa aikaisemmissa tutkimuksissa Lapin alueen ulkopuolella (Hagner 1962, 1965, Tegemark 1988, Kubin ym. 1997) ja myös Lapissa (Kaila 1993, Eskelinen 2000). Havupuiden taimimääriä selitettäessä korkeus osoittautui malleissa paremmaksi selittäjäksi kuin lämpösukka. Kaikkien puulajien taimien määriä selitettäessä taas lämpösukka oli parempi. Eroa selittää hieskoivu, jonka määrään lämpösukka vaikutti positiivisesti, mutta korkeus

ei sen enempää negatiivisesti kuin positiivisesti.

Männynntaimien kokonaismäärä, kehityskelpoisten männynntaimien määrä (tässä tutkimuksessa mäntyperustaimien) ja kaikkien puulajien kehityskelpoisten taimien määrä oli tässä tutkimuksessa suunnilleen yhtä suuri kuin useissa aiemmissa tutkimuksissa (esim. Nenola 1984, Kaila 1993, Hyppönen ym. 2001), vaikka taimimäärät vaihtelivatkin eri tutkimuksissa mm. maantieteellisen sijainnin, lämpösukun, kasvupaikkatyypin ja maanmuokkauksen mukaan (taulukko 8). On myös otettava huomioon, että taimien lukumäärän määrit-

tely poikkeaa toisistaan eri tutkimuksissa.

Metsäläki (1996) alempiasteisine säädöksineen asettaa luontaiselle uudistamiselle vaatimuksia mm. uudistamisen nopeudesta ja uudistetun taimikon tiheydestä. Lapissa, suojametsäaluetta lukuun ottamatta, uudistusalueelle on saatava syntymään seitsemässä vuodessa uudistamistöiden loppuun saattamisesta riittävä määrä sellaisia taimia, joilla on edellytykset kehittyä taimikoksi, jossa on taloudellisesti kasvatuskelpoisten puulajien taimia 1100 kpl ha⁻¹ (Metsäasetus 1996, Maa- ja metsätalousministeriön... 1997). Muokkauksesta huolimatta metsäasetuksessa esitetty aika ei aina näytä riittävän kyllin hyvään taimettumiseen erityisesti Pohjois-Lapissa ja Pohjois-Suomen korkeilla mailla (Suoheimo 1982, Kubin ym. 1997, Eskelinen 2000). Tässä tutkimuksessa noin puolet siemenpuumenetelmällä luontaisesti uudistettujen muokkaamattomien alojen pinta-alasta ja kolme viidesosaa uudistusaloista ei täyttänyt ko. rajaa. Muokatuista aloista vastaavasti yksi neljäsosa uudistusalojen pinta-alasta ja yksi viidesosa uudistusaloista ei yltänyt perustaimien tiheyteen 1100 kpl ha⁻¹. Uudistushakkuusta kulunut aika ei kokeilluissa malleissa vaikuttanut merkittävästi taimimääriin eikä tyhjien koalojen määriin. Tulos merkitsee sitä, että uudistamiseen varatun ajan (7 vuotta) kuluttua taimimäärä ei ollut enää merkittävästi lisääntynyt. Eskelisen (2000) saamien tulosten mukaan taimettuminen vaatii 8–10 vuotta. On kuitenkin huomattava, että 1960- ja 1970-luvuilla muokkausmenetelmät eivät vielä olleet kehittyneet yhtä hyvin kuin 1980-luvulla (esim. Hyppönen ym. 2001). Tämä on voinut vaikuttaa tuloksiin. Uudistamiseen tarvittava aika vaatii vielä lisätutkimuksia.

Kiitokset

Tutkimus on tehty Lapin metsäkeskuksen, Metsäntutkimuslaitoksen ja Metsätalon yhteistyönä. Kiitämme MML Simo Kailaa ja MMM Tapio Räsästä yhteistyöstä tutkimuksen suunnittelussa. Käsikirjoitusta ovat kommentoineet FM Virpi Alenius, MMT Ville Hallikainen, MMT Hannu Hökkä ja MH Kari Mäkitalo. Kiitokset myös heille arvokkaista korjauseityksistä.

Aineiston keräsivät metsätalousinsinöörit Anne Ollila ja Tapani Kuusela. Kuvien piirtämisessä auttoivat atk-suunnittelija Vesa Nivala ja tutkimusmestari Risto Ollikainen. Parhaat kiitokset heille, käsikirjoituksen virallisille tarkastajille ja kaikille muille tutkimuksen edistymiseen vaikuttaneille henkilöille hyvin tehdystä työstä.

Kiitämme myös Metsämiesten säätiötä, jonka tuki on vaikuttanut myönteisesti työn etenemiseen ja valmistumiseen.

Kirjallisuus

- 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.
- Eskelinen, T. 2000. Männyn luontainen uudistaminen Länsi-Lapissa. Metsähallituksen metsätalouden julkaisu 27. 58 s.
- Hagner, S. 1962. Naturlig föryngring under skärm. En analys av föryngringsmetoden, 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 plantsupplag i försök med naturlig föryngring. Summary: Yield of seed, choice of seed trees and seedling establishment in experiments with natural regeneration. *Studia Forestalia Suecica* 27. 43 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. 1998. Koneellisen männynkylvön onnistuminen Länsi-Lapissa. *Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia* 1/1998: 65–74.
- & Kojola, S. (toim.). 1998. Meän mettät. Lapin metsätalouden tavoiteohjelma 1998–2002. ISBN 952-90-9903-7. 61 s.
- & Hyvönen, J. 2000. Ylispuustoisten mäntytaimikoiden syntyhistoria, rakenne ja alkukehitys Lapin

- yksityismetsissä. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2000: 589–602.
- , Hyvönen, J., Mäkitalo, K., Riissanen, N. & Sepponen, P. 2001. Maanmuokkauksen vaikutus luontaisesti uudistetun mäntytaimikon kehitykseen Lapissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2001: 5–18.
- & Kempe, T. 2002. Maanmuokkauksen ja kylvön vaikutus mäntysiemenpuualan taimettumiseen Etelä-Lapissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2002: 19–27.
- 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.
- 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.
- 1994. Männyn kylvön ja luontaisen uudistamisen näkymät. *Julkaisussa: Laiho, O. & Luoto, T. (toim.). Metsäntutkimuspäivät Seinäjoella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 495: 27–35.
- Kubin, E., Pasanen, J. & Savilampi, P. 1997. Korkeiden alueiden metsien uudistaminen Kainuussa ja Koillismaalla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 666. 36 s.
- Lehto, J. 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuuspuumenetelmällä. Summary: Studies conducted in northern Finland on the regeneration of Scots pine by means of the seed tree and shelterwood methods. *Communicationes Institutii Forestalis Fenniae* 67(4). 140 s.
- Lähde, E. 1974. The effect of grain size distribution on the condition of natural and artificial sapling stands of Scots pine. *Communicationes Institutii Forestalis Fenniae* 84(3). 23 s.
- Maa- ja metsätalousministeriön päätös metsälain soveltamisesta. Päätös 224/1997.
- Metsäasetus. 1996. Asetus 1200/1996.
- Metsälaki. 1996. Laki 1093/1996.
- Metsänhoitosuositukset. 1990. Lapin metsälautakunta. 32 s.
- Metsätilastolliset vuosikirjat 1966–2000. Metsäntutkimuslaitos.
- Nenola, E. 1984. Männyn siemenpuuhakkuu- ja kaistaleavohakkuualojen uudistuminen Inarissa. *Opinnäytetyö, Rovaniemen metsäopisto*. 39 s.
- 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 pitkitetyn 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.
- Ojansuu, R. & Henttonen, H. 1983. Kuukauden keskilämpötilan, lämpösumman ja sademäärän paikallisten arvojen johtaminen ilmatieteen laitoksen mittautiedoista. Summary: Estimation of local values of monthly mean temperature, effective temperature sum and precipitation sum from the measurement made by the Finnish Meteorological Office. *Silva Fennica* 17(2): 143–160.
- Pohtila, E. 1995. Effect of site preparation on regeneration results in Lapland. *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: 105–110.
- Pukkala, T. 1992. Männyn siemensadon ennustaminen. *Julkaisussa: Valtanen, J., Murtovaara, I. & Moilanen, M. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1991. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 419: 24–33.
- Punkkinen, E. 1982. Männyn luontaisen uudistamisen onnistuminen muokatuilla mailla Etelä-Lapissa. *Metsänhoitotieteen laudaturtyö. Helsingin yliopisto*. 76 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.
- Suoheimo, J. 1982. Männyn luontainen uudistaminen siemen- ja suojuuspuumenetelmällä Metsä-Lapissa. *Laudaturtyö. Helsingin yliopisto*. 77 s.
- Taskupainos metsänhoitosuosituksista maastokäyttöön

1990. Koillis-Suomen metsälautakunta, Lapin metsälautakunta. 12 s.
- Tegelmark, D.O. 1998. Prediction of regeneration success and wood properties in naturally regenerated stands of Scots pine. Acta Univ. Agri. Sue., Silvestria, Uppsala. Report 71. 96 s. ISBN 91-576-5605-3.
- Terti, M. 1936. Metsien luontaisen uudistumisen edistämistä. Metsänhoitajien jatkokurssit 1936. Silva Fennica 39: 87–96.
- Valkonen, S. 1992. Metsien uudistaminen korkeilla alueilla Pohjois-Suomessa. Summary: Forest regeneration at high altitudes in Northern Finland. Folia Forestalia 791. 84 s.
- Valtanen, J. 1994. Männyn luontainen uudistaminen Keski-Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 503. 65 s.
- 1998. Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 693. 77 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.

41 viitettä