

26.02.01

Mikko Hyppönen, Martti Varmola
ja Helena Poikajärvi (toim.)



Paksusammalkuusikot ja niiden uudistaminen

Tutkijoiden ja metsäammattilaisten
retkeily Itä-Lapissa 25.-26.8.1999

ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMA

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 793, 2000

PAKSUSAMMALKUUSIKOT JA NIIDEN UUDISTAMINEN

*Tutkijoiden ja metsäammattilaisten
retkeily Itä-Lapissa 25.–26.8.1999*

Mikko Hyppönen, Martti Varmola ja Helena Poikajärvi (toim.)

ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMA

Hyppönen, M., Varmola, M. & Poikajärvi, H. (toim.) 2000. Paksusammalkuusi-
kot ja niiden uudistaminen. Tutkijoiden ja metsäammattilaisten retkeily Itä-
Lapissa 25.–26.8.1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 793. 103 s. ISBN
951-40-1761-7. ISSN 0358-4283.

Toimittajien yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema,
PL 16, 96301 Rovaniemi, puh. (016) 336 411, faksi (016) 336 4640, sähkö-
postiosoitteet: etunimi.sukunimi@metla.fi

Valokuvat: Simo Hannelius ja Pekka Välikangas
Kannen suunnittelu: Jouni Hyvärinen

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema.
Hyväksynyt tutkimusjohtaja Kari Mielikäinen.

Tilaukset: Metsäntutkimuslaitos, kirjasto/julkaisumyynti, PL 18, 01301 Vantaa.
Puh. (09) 8570 5580, faksi (09) 8570 5582, sähköposti kirjasto@metla.fi

Painettu kuvausvalmiista materiaalista

Gummerus Kirjapaino Oy
Saarijärvi 2001

Sisällys

Alkusanat	
<i>Mikko Hyppönen ja Martti Varmola</i>	4
Piirteitä Lapin metsätaloudesta	
<i>Mikko Hyppönen</i>	7
Paksusammalkuusikoiden luontainen kehitys	
<i>Martti Varmola</i>	19
Luonnontilaisten metsien kehitys: Metsäntutkimuslaitoksen maan kattava seuranta-alojen verkko	
<i>Antti Isomäki</i>	33
Tulen merkitys boreaalisissa metsissä	
<i>Ilkka Vanha-Majamaa</i>	41
Dendroekologia – avain menneisyyden metsäpaloihin	
<i>Hannu Lehtonen</i>	45
Maanparannusaineiden vaikutus männyn, kuusen ja koivun alkukehitykseen Itä-Lapissa	
<i>Pekka Välikangas</i>	55
Lapin luontaisesti syntyneiden männyntaimikoiden harvennus, esimerkkinä Siikaselän koe	
<i>Martti Varmola</i>	77
Metsähallituksen metsien käsittely Itä-Lapissa	
<i>Pertti Sarajärvi ja Paulus Valle</i>	97
Ikkunat: <i>Tapio Sinkkilä</i> : Sallan yhteismetsä, sivulla.....	10
<i>Vesa Haataja</i> : Johdanto kirjasta "Tuntsan palo ja suuri nokisavotta", sivulla	50

Alkusanat

Lapin metsänhoitajat ry järjesti 25.–26.8.1999 tutkijoille ja metsäammattilaisille retkeilyn Itä-Lappiin yhteistyössä Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusaseman kanssa. Retkeilyn teemoiksi valittiin luonnonmetsien kehitys, paloekologia, paksusammalkuusikoiden uudistaminen ja metsien käsittely. Matkan kohteeksi valikoitui kuin itsestään Itä-Lappi, jossa sijaitsevat muiden muassa Tuntisan paloalue ja tärkein osa professori Gustaf Sirénin jo lähes 50 vuotta sitten paksusammalkuusikoiden ekologiasta laatiman väitöskirjan koekentistä. Metsäntutkimuslaitoksella on myös alueella runsaasti erilaisia metsänuudistamisen ja metsien käsittelyn kokeita. Retkeilyn tavoitteena oli esitellä valmistuneitten ja käynnissä olevien tutkimusten tuloksia ja herättää keskustelua metsien käsittelystä Itä-Lapin ankarissa ilmasto-olosuhteissa.

Luonnonmetsien kehityksen tutkiminen on viime vuosina lisääntynyt luonnon monimuotoisuuden säilyttämisen tultua myös käytännön metsätalouden tehtäväksi. Paksusammalkuusikoiden luontainen kehitys toisaalta metsäpalon jälkeen ja toisaalta ilman metsäpaloa on jo kauan kiinnostanut Lapissa niin tutkijoita kuin käytännön metsäammattilaisia, ja myös paksusammalkuusikoiden keinollinen uudistaminen on ollut suuren mielenkiinnon ja runsaan tutkimuksen kohteena. Itse asiassa paksusammalkuusikoiden uudistamisen problematiikkaan ovat tiivistyneet sekä suurimmat ongelmat että mahdollisuudet Lapin metsätaloudessa viime sotien jälkeen.

Retkeilyn teemoja valotettiin useilla kohteilla, joiden selostukset on koottu tähän julkaisuun. MML Mikko Hyppönen kuvaa artikkelissaan Lapin metsätalouden erityispiirteitä, joista useat ovat näkyvissä puhtaimmillaan juuri Itä-Lapissa. Ensimmäisenä varsinaisena maastokohteena retkeilyllä oli Siulionpalon ekologinen kenttäkoeasema 50 vuoden takaa. Emeritusprofessori Gustaf Sirén esitteli kohteen, jossa edelleen on nähtävissä merkkejä mittausrakenteista. MMT Martti Varmolan artikkeli kuvaa pääkohdat prof.

Sirénin väitöskirjasta ja esittelee myös keväällä 1999 Siulionpaloon perustettujen luonnontilaisten metsien koelaverkostoon kuuluvien kohteiden puustotunnukset. MMM Antti Isomäen artikkeli käsittelee Metsäntutkimuslaitoksen Luonnontilaisten metsien kehitys –hankkeen koelaverkostoa kokonaisuudessaan. FT Ilkka Vanha-Majamaan artikkelissa luodaan katsaus tulen merkitykseen boreaalisissa luonnonmetsissä ja MMT Hannu Lehtonen kuvaa dendroekologiaa, tieteenalaa, jolla kyetään jäljittämään muiden muassa entisiä metsäpaloja, niiden taajuutta ja toistuvuutta.

Metsänviljelyä on Itä-Lapissakin tutkittu runsaasti. Retkeilyllä vierailtiin eräällä koekentällä, joka sijaitsee Sallan yhteismetsässä alueella, jossa 1980-luvun lopulla havaittiin sittemmin lähinnä versosurmakan vaurioittamiksi todettuja metsiä. Mti Pekka Välikankaan artikkelissa kuvataan eri maanparannusaineiden vaikutusta kotimaisten puulajien menestymiseen näissä ääreissä olosuhteissa, joissa on arveltu myös Kuolan sulattopäästöillä saattavan olla vaikutusta metsien kehitykseen. Koska koko koekenttä on aidattu, poron vaikutus etenkin hieskoivun uudistumiseen tuli myös selvästi esille. Luontaisesti uudistuneiden männiköiden alkuvaiheen kehityksestä saatiin kuva laajaan taimikonharvennuskoesarjaan kuuluvalla Siikaselän kohteella, josta artikkelin kirjoitti MMT Martti Varmola. Retkeilyn päätti vierailu Metsähallituksen käytännön metsänkäsittelykohteille Tuntsan alueella, joissa toimitaan suojametsäalueella. Tiimiesimiehet Pertti Sarajarvi ja Paulus Valle esittelevät artikkelissaan Metsähallituksen nykyistä alueiden käytön suunnittelua ja metsänkäsittelyohjeita. Julkaisuun kuuluvat lisäksi toiminnanjohtaja Tapio Sinkkilän kuvaus Sallan yhteismetsästä, jonka vieraina retkeilijät yöpyivät ja mti Vesa Haatajan kuvaus kesällä 1960 raivonneesta Suomen toistaiseksi viimeiseksi jääneestä suuresta metsäpalosta, joka poltti maata Tuntsan alueella 20 000 hehtaarin verran.

Retkeily täytti järjestäjien sille asettamat odotukset. Osanottajia retkeilyllä oli noin 60. Kiitämme alustajia, osanottajia, kirjoittajia sekä järjestelyyn osallistuneita tahoja ja henkilöitä hyvästä yhteistyöstä ja antoisasta retkeilystä. Toivomme, että tähän teokseen koottujen esitelmien ja alustusten julkaiseminen on hyödyksi metsätaloudellisten toimenpiteitten suunnittelussa ja metsien käsittelyssä Itä-Lapin poikkeuksellisissa olosuhteissa. Kiitämme MMM Simo Hanneliusta, joka luovutti ottamiaan valokuvia julkaisuumme.

Kiitokset myös Kemijärven ja Sallan yhteismetsille, Lapin metsäkeskukselle, Metsähallitukselle, Metsäntutkimuslaitokselle, Pohjan Taimi Oy:lle ja Stora Enso Oy:lle, joiden tuen ansiosta retkeily tuli mahdolliseksi.

Mikko Hyppönen

Martti Varmola

PIIRTEITÄ LAPIN METSÄTALOUSTESTA

Mikko Hyppönen

*Lapin metsäkeskus
PL 8053
96101 Rovaniemi*

I Lapin sijainti ja luonnonolot

Lapin luonnonoloja määräävä tekijä on pohjoinen sijainti. Pohjoisuuden vuoksi Lapin ilmasto on karu, mutta Golf-virran lämmittävän vaikutuksen vuoksi Skandinavian pohjoisosan ja Lapin ilmasto on kuitenkin leudompi kuin vastaavilla leveysasteilla esimerkiksi Siperiassa ja Kanadassa. Lapin ilmasto on keskimäärin humidinen. Kylmässä ilmastossa orgaanisten aineiden hajoaminen maassa on hidasta ja vaillinaista, jolloin syntyy raakahumusta. Lapin maa-alasta noin puolet onkin soita, joissa maanpintaa peittää vaihtelevan paksuinen turvekerros. Alueen laajuudesta, korkeuseroista sekä pituudesta etelä-pohjoissuunnassa johtuu, että ilmastossa on suuria paikallisia eroja. Suuria ovat myös eri vuosien väliset vaihtelut. Ilmaston vaihtelu ja sen vaikutus kaikkeen biologiseen tuotantoon ovatkin Lapin luonnonolojen merkittävimpiä erityispiirteitä (Pohtila 1979).

Etelä-Lapin keskiboreaaliseen vyöhykkeeseen kuuluvaa aluetta lukuun ottamatta pääosa Lapista kuuluu pohjoisboreaaliseen kasvilisuusvyöhykkeeseen. Lapin lehtokeskukset sijaitsevat Lapin kolmion alueella ja Kittilässä. Lisäksi osa Kuusamon lehtokeskuksesta ulottuu Sallan kunnan alueelle. Lapin eri osa-alueet poikkeavat huo-

mattavasti toisistaan sekä luonnonolojen että metsätalouden harjoittamisen kannalta. Esimerkiksi Inarin alueella ja Lapin kolmiossa metsän uudistaminen perustuu hyvin erilaisiin menetelmiin (Metsänhoitosuositukset 1990).

Lapin metsissä mänty muodostaa havumetsänrajan toisin kuin muualla maailmassa, jossa metsänrajan muodostaa yleensä kuusi tai lehtikuusi (Hustich 1952). Lappi on pohjoisimpia puustoisia alueita maailmassa. Missään muualla ei harjoiteta intensiivistä metsätaloutta yhtä pohjoisissa olosuhteissa kuin täällä (Pohtila 1979).

Pohjoisin osa Lapista on suojametsäaluetta, joka perustettiin suojametsälain vuonna 1922 (Laki suojametsistä 1922). Suojametsälain tarkoituksena oli estää metsänrajan aleneminen ja taata kotitarvepuun saanti paikalliselle väestölle. Suojametsälaki kumottiin nykyisen metsälain (Metsälaki 1996) astuttua voimaan vuonna 1997, jonka jälkeen metsälaki säätelee metsien käsittelyä myös suojametsäalueella. Metsien käsittely suojametsäalueella on sallittua, mutta varovaisempaa kuin muualla talousmetsissä. Lain valvonta kuuluu Lapin metsäkeskukselle.

Metsätaloutta harjoitetaan Lapissa monessa suhteessa ainutlaatuisissa olosuhteissa. Toiminta tapahtuu ankarassa ilmastossa, laajoilla pinta-aloilla, syrjäisillä seuduilla ja pitkien kuljetusmatkojen päässä. Olosuhteista huolimatta metsätalous on intensiivistä.

2 Metsävarat ja metsänomistus

Lappi on pinta-alaltaan noin kolmannes Suomen pinta-alasta. Lapin läänin ja metsäkeskuksen kokonaismaa-ala on 9,3 milj. ha, josta metsätalouden maan osuus on 9,1 milj. ha. Metsätalouden maasta 5,0 milj. ha (53,2 %) on metsämaata, 1,8 milj. ha (19,7 %) kitumaata ja 2,2 milj. ha (24,1 %) joutomaata (Metsätilastollinen ... 1999).

Lapissa metsänomistus poikkeaa selvästi muusta maasta (taulukko 1). Valtionmetsien osuus metsämaan pinta-alasta on Lapissa noin 60 %, kun se on Etelä-Suomessa alle 10 %. Metsätalouden maasta valtion hallinnassa on Lapissa lähes 70 %, Etelä-Suomessa alle 10 %. Yhtiöiden osuus sekä metsämaan että metsätalouden maan pinta-alasta on Lapissa vain pari prosenttia, Etelä-Suomessa noin viisinkertainen Lappiin verrattuna.

Taulukko 1. Metsänomistus Lapissa, Pohjois-Suomessa, Etelä-Suomessa ja koko maassa valtakunnan metsien inventointitulosten mukaan (Metsätilastollinen ...1999).

Alue	Pinta-ala, 1000 ha	Yksityiset	Yhtiöt	Muut	Valtio	Yhteensä
Osuus metsämaasta, %						
Lappi	4 952	34,6	2,3	3,8	59,3	100,0
Pohjois-Suomi ¹⁾	8 966	44,4	5,1	4,5	46,0	100,0
Etelä-Suomi	11 119	75,8	11,8	5,2	7,1	100,0
Koko maa	20 085	61,8	8,8	4,9	24,5	100,0
Osuus metsätalouden maasta, %						
Lappi	9 061	27,8	1,8	3,0	67,5	100,0
Pohjois-Suomi ¹⁾	14 217	37,2	4,2	4,0	54,6	100,0
Etelä-Suomi	12 053	74,5	12,0	5,6	8,0	100,0
Koko maa	26 270	54,3	7,8	4,7	33,2	100,0

1) Kolme pohjoisinta metsäkeskusta, Oulun ja Lapin lääni.

Lapin metsänomistusrakenteelle on ominaista suuri yhteismetsien määrä. Maakunnassa on yhteensä 38 yhteismetsää, joiden kokonaispinta-ala on 282 000 ha ja metsämaan pinta-ala 186 000 ha (Vuosikertomus 1998). Suurin Lapin yhteismetsistä on Sallan yhteismetsä, jonka kokonaispinta-ala on noin 54 000 ha ja metsämaan pinta-ala 35 000 ha. Suurimmat yhteismetsät sijaitsevat Itä- ja Pohjois-Lapissa. Suomen suurin yhteismetsä, Kuusamon yhteismetsä, sijaitsee Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun metsäkeskusten alueilla Kuusamossa ja Suomussalmella.

Valtakunnan metsien kahdeksannen inventoinnin mukaan puuston kokonaistilavuus eriasteisten suojelualueiden puusto mukaan luettuna Lapissa on metsä- ja kitumaalla 297 milj. m³ (Metsätilastollinen ... 1999). Pelkästään puuntuotannossa olevien metsien puuston tilavuus on 220 milj. m³, joten noin neljännes (79 milj. m³) Lapin metsien puuvaroista on kokonaan tai osittain puuntuotannon ulkopuolella (Hyppönen ja Kojola 1998). Lapin metsien kasvu metsä- ja kitumaalla on noin 7,9 milj. m³. Pelkästään puuntuotannossa olevien metsien kasvu on noin 6,4 milj. m³.

Lapin metsiä on hakattu ja uudistettu voimaperäisesti sotien jälkeen. Uudistaminen on kohdistunut määrätietoisesti vajaatuotoksiin metsiin sekä yksityis- että valtionmailla. Valtamenetelmänä on ollut selväpiirteinen avohakkuu ja metsänviljely. Yksityismetsien uudistaminen sai lisävauhtia 1980-luvulla, kun ns. Lapin laki (Laki

Sallan yhteismetsä

Tapio Sinkkilä

Sallan yhteismetsä perustettiin vuosina 1933–1936 isojakotoimitusten tuloksena vuonna 1898 annetun asetuksen mukaan. Yhteismetsän pinta-ala oli alkujaan 55 000 ha. Jatkosodan jälkeen Moskovan rauhassa rajan taakse jäi yli 10 000 ha yhteismetsän maita. Lisäksi asutukseen jouduttiin luovuttamaan lähes 20 000 ha. Vuoteen 1969 asti yhteismetsän pinta-ala oli luovutusten jälkeen 25 000 ha. Korkein oikeus vahvisti vuonna 1969 vastikemaiden metsätilikorvauksen. Vastikemaita saatiin 25 000 ha ja rahallista korvausta lisäksi 2,5 milj. mk. Vuoden 1971 jälkeen pinta-ala on lisääntynyt myös lisämaiden hankinnan johdosta noin 4000 ha. Yhteismetsän pinta-ala on tällä hetkellä noin 54 000 ha, josta metsämaan osuus on noin 35 000 ha. Sallan yhteismetsä on suurin Lapissa sijaitseva ja Kuusamon yhteismetsän jälkeen Suomen toiseksi suurin yhteismetsä.

Yhteismetsän puuston määrä arvioitiin viimeksi vuonna 1990, jolloin se oli 2,0 milj. m³. Puustoa eli keskimäärin 62 m³ metsämaan hehtaaria kohti. Vuotuinen kasvu oli 38 000 m³. Vuotuinen hakkuusuunnite vuosille 1980–2000 on 40 000 m³. Metsiköiden kehitysluokkien pinta-alat painottuvat toisaalta nuoriin ja toisaalta vanhoihin metsiköihin (aukeat alat ja taimikot 42 %, nuoret kasvatusmetsiköt 13 %, varttuneet kasvatusmetsiköt 7 %, uudistuskypsät metsiköt 10 % ja vajaatuottoiset metsiköt 28 %). Kasvatusmetsiköitä on selvästi liian vähän.

Ensimmäisen metsätaloussuunnitelman mukaan osakastiloja oli 535. Nyt niitä on 1400 ja osakkaita yli 2400. Ylin päättävä valta yhteismetsässä on kaksi kertaa vuodessa kokoontuvalla osakaskokouksella. Toimeenpanovalta on yhdeksänhenkisellä hoitokunnalla. Yhteismetsän palveluksessa on toiminnanjohtaja ja metsätalousteknikko. Yhteismetsä on tehnyt urakointisopimuksen kahden urakoitsijan kanssa. Toinen korjuuketjuista on tarkoitettu harvennushakkuihin. Vuotuisista hakkuista 70–90 % on hankintahakkuita. Metsänviljely- ja hoitotöissä on kausivakinaisesti 4–6 metsuria.



Sallan yhteismetsän pääpirtti, jossa retkeläisten pääjoukko yöpyi. Valokuva S. Hannelius.

Lapin ... 1982) säädettiin. Vanhojen metsien uudistamisen seurauksena metsien ikäluokkakajakauma on monipuolistunut, ja puuston kasvu ja tilavuus on kääntynyt kasvuun 1980-luvun taitteessa. Vajaatuottoisten metsien osuus Lapin yksityismetsissä on pienentynyt kahden viimeisen valtakunnan metsien inventoinnin välillä noin viisi prosenttiyksikköä ja on nyt 15 % (Hyppönen ja Kojola 1998). Vajaatuottoisten metsien uudistamisen ja myös laajan soiden ojituksen seurauksena Lapissa on nyt suuri määrä hoitoa vaativia taimikoita ja nuoria kasvatusmetsiä. Vuosikymmenien aikana ojitetut suot alkavat myös olla kunnostusojituksen tarpeessa.

3 Puun käyttö ja poistuma

Lapissa on runsaasti kemiallista metsäteollisuutta, joka sijaitsee Kemissä ja Kemijärvellä. Myös kaksi suurinta sahaa sijaitsevat Kemissä. Teollisuus käyttää tällä hetkellä puuta noin 6–6,5 milj. m³ vuodessa (Hyppönen ja Kojola 1998). Teollisuuden raakapuun, erityisesti koivu- ja mäntykuitupuun käyttö, on lisääntynyt tasaisesti viimeisen 15 vuoden aikana. Lapin metsien hakkuusuunnitteen mukainen ainespuukertymä on Lapin metsäohjelman mukaan 4,1 milj. m³, josta 2,5 milj. m³ on laskettu kertyvän yksityismetsistä ja 1,6 milj. m³ valtion metsistä. Lapissa hakkuiden ainespuukertymä on ollut viime vuosina kuitenkin vain noin 3,5 milj. m³. Hakkuukertymä on ollut pieni suhteessa teollisuuden puunkäyttöön. Vain noin 50–60 % teollisuuden käyttämästä puusta on saatu alueen omista metsistä. Loppuosa on tuotu Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun alueilta ja ulkomailta, lähinnä Venäjältä. Koivukuitupuusta vain kolmannes on saatu Lapista. Kasvua selvästi pienemmän kokonaispoistuman vuoksi puuvarasto kasvaa talouskäytössä olevissa metsissä vuosittain noin 1,5 milj. m³.

4 Metsätalouden kannattavuus

Metsätalouden kannattavuus on Lapissa huomattavasti heikompaa kuin Etelä-Suomessa (taulukko 2). Lapissa yksityismetsätalouden nettotulos oli 1990-luvun puolivälissä oli vain noin 100 mk/ha, kun se Häme-Uusimaan ja Etelä-Savon metsäkeskusten alueilla oli yli

Taulukko 2. Yksityismetsätalouden nettotulos vuosina 1994–1997 kolmen nettotulokseltaan heikoimman ja kolmen nettotulokseltaan parhaan metsäkeskuksen alueella (Metsätilastollinen 1999).

Metsäkeskus	Nettotulos eri vuosina, mk/ha				Keskimäärin
	1994	1995	1996	1997	
Lappi	87	106	101	114	102
Pohjois-Pohjanmaa	142	196	160	205	176
Kainuu	187	247	223	274	233
Häme-Uusimaa	711	866	817	994	847
Etelä-Savo	700	879	757	1023	840
Kymi	635	861	704	916	779

kahdeksan kertaa suurempi. Lapin ja Pohjois-Suomen metsätalouden heikko kannattavuus johtuu monesta tekijästä. Pohjoisen sijainnin vuoksi metsätalouden harjoittamisen edellytykset ovat Lapissa selvästi heikommät kuin Etelä-Suomessa. Puuston keskimääräinen vuotuinen kasvu on valtakunnan metsien inventointitulosten mukaan Lapissa vain 1,5 m³/ha, kun se on Häme-Uusimaan metsäkeskuksen alueella 6,7 m³/ha, Etelä-Suomessa keskimäärin 5,2 m³/ha ja koko Suomessa keskimäärin 3,8 m³/ha (Metsätilastollinen ... 1999). Hidas kasvu, pieni hehtaarituuotos, monessa suhteessa heikko puun laatu ja pieni tukkipuusuus, alhainen kantohintataso sekä pitkät kuljetusmatkat heikentävät metsätalouden kannattavuutta Lapissa (Alho 1975, Simula ja Keltikangas 1990). Tuottotekijöistä poiketen puuntuotannon kustannustaso on Lapissa yleensä alhaisempi kuin muualla maassa (Metsätilastollinen ... 1999). Tämä tasoittaa jonkin verran kannattavuuseroja maan eri osien välillä.

Myös valtion tukitoimin kannattavuuseroja on voitu jonkin verran tasoittaa. Metsänparannustukien osuus Lapin metsäkeskuksen alueen yksityismetsätalouden nettotuloksesta on ollut viime vuosina 25–40 % (Metsätilastollinen ... 1999). Edellä mainituissa Etelä-Suomen metsäkeskuksissa tukien osuus tuloksesta on ollut vain 1–2 %. Kestävän metsätalouden rahoituslaissa (1996) ja sen alempiasteisissa normeissa tuki metsänviljelyyn on huomattavasti vähentynyt aiempaan metsänparannuslakiin verrattuna. Kannattavuus tulee tästä syystä entisestään heikkenemään.

5 Metsätalouden aluetaloudellinen merkitys

Lapin luonnonvaroista metsillä on keskeinen merkitys alueen väestölle. Etelä-Suomea huomattavasti huonommasta kannattavuudesta huolimatta Lapin metsätalouden merkitys aluetaloudelle on erittäin suuri. Metsänhoidosta alkava ja metsäteollisuustuotteiden vientiin päätyvä tuotantoketju onkin yksi Lapin aluetaloutta koossapitäviä tuotannonaloja (Varmola 1988, Kajala 1996). Puun kasvatukseen panostaminen on Lapissa erityisen tärkeää, koska Lapin talousmetsien hakkuut eivät nykyisellään lähimainkaan riitä tyydyttämään alueen teollisuuden puuntarvetta (Hyppönen 1990, Hyppönen ja Kojola 1998).

Metsien merkitys Lapin aluetaloudelle on ymmärretty jo kauan. Suomen Metsänhoitajaliiton ja Perä-Pohjolan Metsänhoitajayhdistyksen vuonna 1954 järjestämällä neuvottelu- ja retkeilypäivillä valtiotavallalle osoitetussa julkilausumassa Lapin metsä- ja puutalouden kehittämiseksi esitettiin, että Lappiin luodaan edellytykset 1) omavaraisen, riittävän laajan ja monipuolisen metsäteollisuuden syntyemiselle ja toiminnalle sekä 2) nykyajan vaatimukset täyttävän metsänhoidon toteuttamiselle, 3) Lapin syrjäisten alueiden puutavaran ja valmiiden tuotteiden kuljetusoloja kehitetään, 4) Lappiin perustetaan metsänhoitokoulu maatalousväen metsäopetusta varten ja 5) Metsäntutkimuslaitokseen on perustettava erityinen osasto Pohjois-Suomen erityisolosuhteita varten (Kauhanen 1955). Kaikki julkilausumassa esitetyt toiveet ovat myöhemmin toteutuneet: Lapissa on monipuolista metsäteollisuutta, kaksi Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusasemaa, hyvät puunkuljetusolosuhteet ja monipuolista metsäopetusta. Lisäksi Lappi on saanut takavuosina käyttöönsä suuren osan valtion budjetissa olevista metsänparannusvaroista.

Metsätalouden merkityksen ymmärtämisestä ja korostamisesta kertovat myös maa- ja metsätalousministeriön asettaman, Lapin metsien puuntuotannon tehostamista 1970-luvun lopulla selvittäneen toimikunnan mietintö (Lapin metsätaloustoimikunnan ... 1980), Lapin lääninhallituksen aloitteesta 1980-luvun lopulla laadittu Lapin metsä 2000 -ohjelma (Varmola 1988) sekä maa- ja metsätalousministeriön aloitteesta 1990-luvun puolivälissä laadittu Lapin metsästrategia (Kajala 1996). Lapin metsätaloustoimikunnan mietinnön

esitysten perusteella säädettiin myös vuoden 1982 lopussa voimaan tullut Lapin laki (Laki Lapin ... 1982).

6 Metsien eri käyttömuodot

Lapissa metsien taloudellinen merkitys ei rajoitu pelkästään puun tuotantoon ja jalostukseen. Lappi on myös poikkeuksellisen monien eri metsänsäilytystyyppien kohtausalueita. Metsiä hyödynnetään niin poronhoidossa, luonnontuotteiden keräilyssä kuin matkailussa alueiden metsätalouden maan alasta ja 78 % suojelualueiden metsämaanalasta sijaitsee Lapissa (Metsätilastollinen ...1999). Noin viidennes metsämaan pinta-alasta ja neljännes metsätalouden maan-alasta on joko kokonaan suojeltu tai vain rajoitetusti metsätalouden käytössä (taulukko 3).

Lähes koko Lappi on poronhoitoaluetta. Porot laiduntavat vapaasti metsissä ja tuntureilla. Metsä- ja porotalous aiheuttavat jonkin verran haittaa toisilleen. Hakkuut heikentävät ja vähentävät porojen talvilaitumia ja porot estävät koivun uudistamisen ja uudistumisen kesälaidunalueilla (esim. Helle 1997, Hyppönen ym. 1998). Viime vuosina porotalouden ja valtionmetsätalouden välillä on ollut oikeudenkäynteihin johtaneita ristiriitoja pohjoisten saamelaispaliskuntien alueilla. Valtionmetsien käsittelyssä ja hoidossa saamelaiskulttuurin edellytykset on otettava huomioon saamelaisten kotiseutualueella Enontekiön, Inarin ja Utsjoen kunnissa sekä Sodankylän kunnan Pohjoisosissa. Haitat eivät liene kuitenkaan niin suuria, että elinkeinot olisivat toisensa poissulkevia metsänsäilytystyyppien suhteen.

Taulukko 3. Suojelualueiden määrä Lapissa (Hyppönen ja Kojola 1998).

Suojelun aste	Metsämaa		Metsä- ja kitumaa		Metsätalouden maa	
	Pinta-ala milj. ha	Osuus %	Pinta-ala milj. ha	Osuus %	Pinta-ala milj. ha	Osuus %
Suojellut alueet	0,8	17,1	1,5	22,3	2,6	28,9
Rajoitetun käytön alueet	0,3	5,2	0,4	5,2	0,5	5,4
Yhteensä	1,1	22,3	1,9	27,5	3,1	34,3

Matkailun merkitys Lapin aluetaloudessa on kasvanut vuosi vuodelta. Matkailun vetovoima perustuu suureksi osaksi luontoon. Eri-tyisesti työllistäjänä matkailun merkitys on toiseksi suurin eri metsienkäyttömuodoista metsätalouden ja -teollisuuden jälkeen. Muidenkin luontaiselinkeinojen kuin poronhoidon merkitys Lapissa on suuri. Marjojen ja sienien keräily sekä metsästyminen ja kalastus antavat lisätoimeentuloa monille talouksille.

7 Lapin metsätalouden tulevaisuus

Metsätalouden ja -teollisuuden merkitys Lapin aluetaloudelle on jatkossakin suuri. Lappiin viime vuosina laadittujen kehittämissuunnitelmien mukaan Lapin metsien hakkuumahdollisuudet lisääntyvät 2000-luvun alussa jatkuvasti siitä huolimatta, että suuri osa erityisesti Pohjois-Lapin metsistä on talouskäytön ulkopuolella (Kajala 1996, Hyppönen ja Kojola 1998). Nuorissa kasvatusmetsissä on tulevaisuuden hakkuumahdollisuuksia, jotka tulee hyödyntää täysimääräisesti jo ensiharvennuksesta lähtien. Puuntuotannolliset lähtökohdat metsätalouden harjoittamiseen ovat pitkällä aikavälillä hyvät. Lapin metsätalouden suurimpia haasteita ovat nuorten taimikko- ja ensiharvennusmetsien suuri määrä. Näiden metsien harvennuksessa riittää töitä pitkälle 2000-luvulle. Vastaavanlainen työsaaristo on myös kunto- ja metsäsuojituksesta. Nuorten ensiharvennusvaiheessa olevien metsien harvennuksia lisäämällä voidaan myös lisätä hakkuukertymää sekä kantoraha- ja työtuloja maakunnassa ja vähentää puun tuontia Lapin alueen ulkopuolelta.

Kestävän metsätalouden rahoituslaki (Laki kestävän ...1996) tarjoaa periaatteessa hyvät mahdollisuudet metsänhoito- ja metsänparannustöiden rahoittamiseen ja tekemiseen. Metsänviljelyssä rahoitusehdot ovat kuitenkin vanhaan metsänparannuslakiin ja Lapin lakiin verrattuna niin heikot, että varat eivät käy kaupaksi. Lapin metsätalouden kannattavuuden turvaamiseksi lakiin on saatava muutoksia.

Metsäteollisuusyritysten laajeneminen, fuusiot ja kansainvälistyminen saattavat muodostaa uhkatekijän Lapin metsä- ja aluetaloudelle. Vaikka Lappi on jopa maailman mittakaavassa parhaiten suojeltuja alueita, muodostaa pohjoinen periferia, jossa on vähän

asukkaita ja paljon pinta-alaa, mielenkiintoisen kohteen asioita tuntemattomalle luonnonsuojeluväelle. Alueelle voidaan kohdistaa yhä enemmän suojeluväiteitä. Pelkona silloin on, että suuret, kansainväliset yhtiöt ovat suojelupaineen alla alttiimpia ostamaan vihreän imagon luopumalla tällaisen reuna-alueen yksiköistä kokonaan (Lotvonen 1999). Tosiasiaa, että Lapissa on valtaosa Suomen suojelualueista, tulisi käyttää hyväksi Lapin metsätalouden ja -teollisuuden markkinoinnissa ja imagon parantamisessa (Hyppönen 1999). Pitkällä aikavälillä suojelualueiden suuri määrä koitunee Lapin metsäsektorin hyväksi.

Kirjallisuus

- Alho, P. 1975 Metsien tuoton alueellisista eroista Suomessa. Summary: Regional differences in forest returns within Finland. *Acta Forestalia Fennica* 148. 25 s.
- Helle, T. 1997. Metsät ja porotalous. Julkaisussa: Häyrynen, M. (toim.). *Tapion taskukirja*. Gummerus Kirjapaino, Jyväskylä. s. 324–329.
- Hustich, I. 1952. Barrträdnas polara gräns på norra halvklotet. Summary: The polar limits of the coniferous species. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(29). 20 s.
- Hyppönen, M. 1990. Metsänparannusvarat metsien käsittelyn ohjaamisessa. Julkaisussa: Varmola, M. & Katermaa, T. (toim.). *Metsänparannus. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1990. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 362: 7–13.
- 1999. Onko Lapin metsätaloudella tulevaisuutta? Julkaisussa: Hyppönen, M., Jalkanen, R. & Aalto, T. (toim.). *Onko Lapin metsätaloudella tulevaisuutta? Lapin Metsätalouspäivät 21.-22.1.1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 732: 75–79.
- & Kojola, S. (toim.). 1998. Meän mettät. Lapin metsätalouden tavoiteohjelma 1998–2002. Gummerus Kirjapaino Oy, Saarijärvi. 61 s.
- , Penttilä, T. & Poikajärvi, H. (toim.). 1998. Poron vaikutus metsä- ja tunturiluontoon. Tutkimusseminaari Hetassa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 678. 141 s.
- Kajala, L. (toim.). 1996. Lapin metsästrategia. MMM:n julkaisuja 2/1996. Hakapaino Oy, Helsinki. 129 s.
- Kauhanen, V.-M. (toim.). 1955. Lapin metsien mahdollisuudet. Kirjapaino Oy Libris, Helsinki. 143 s.
- Laki kestävän metsätalouden rahoituksesta. 1996. Asetuskokoelma 1094/1996.
- Laki Lapin vajaatuottoisten metsien kunnostamisesta. 1982. Asetuskokoelma 1057/1982.

- Laki suojametsistä. 1922. Asetuskokoelma 196/1922.
- Lapin metsätaloustoimikunnan mietintö 1980. Komiteamietintö 1980:2. Helsinki. 56 s.
- Lotvonen, E. 1999. Fuusioissa myös uhka Lapille. Julkaisussa: Hyppönen, M., Jalkanen, R. & Aalto, T. (toim.). Onko Lapin metsätaloudella tulevaisuutta? Lapin Metsätalouspäivät 21.–22.1.1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 732: 71–73.
- Metsälaki. 1996. Asetuskokoelma 1093/1996.
- Metsänhoitosuositukset. 1990. Lapin metsälautakunta. 32 s.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1998. 1999. Metsäntutkimuslaitos. 344 s.
- Pohtila, E. 1979. Lapin luonnonolot. Julkaisussa: Leikola, M. (toim.). Tutkimustoiminta Lapin metsien hoidon ja käytön suuntaajana. Summary: The role of research in guiding forest policy and management in Finnish Lapland. *Silva Fennica* 13(1A): 6–7.
- Simula, A.-L. & Keltikangas, M. 1990. Profitability of private forestry in Finland. IUFRO XIX World Congress, Montreal, Canada, 5–11/8/1990. Proceedings Division 3: 309–319.
- Varmola, M. (toim.). 1988. Lapin metsä 2000 –ohjelma. Lapin lääninhallitus, Rovaniemi. 147 s.
- Vuosikertomus 1998. 1999. Lapin metsäkeskus. 44 s.

PAKSUSAMMALKUUSIKOIDEN LUONTAINEN KEHITYS

Martti Varmola

*Metsäntutkimuslaitos
Rovaniemen tutkimusasema
PL 16
96301 ROVANIEMI*

I Johdanto

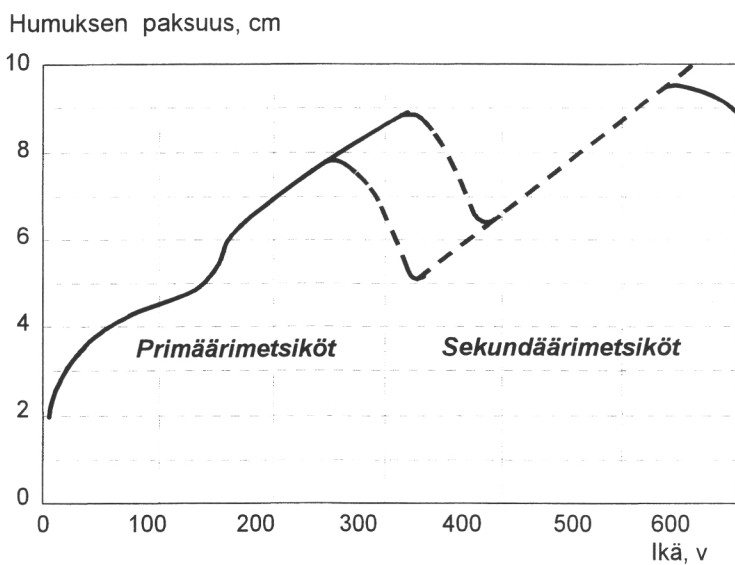
Paksusammalkuusikoiden uudistaminen on ollut eräs Lapin metsätalouden suuria kysymyksiä. Vuonna 1949 silloinen maatalous- ja metsätieteiden maisteri Gustaf Sirén sai Helsingin yliopiston metsäarvioimistieteen professori V.K. Lihtoselta tehtäväkseen selvittää niitä metsänhoidollisia ongelmia, jotka liittyivät paksusammalkuusikoiden käsittelyyn ja uudistamiseen. Luonnontilaiset kuusikot näyttivät kasvavan huonosti, mutta professori Olli Heikinheimon johtamissa metsänuudistamiskokeissa kasvupaikalla oli saatu aikaan erinomaisen hyviä tuloksia. Valtakunnan metsien ensimmäisessä inventoinnissa paksusammalkuusikoiden pinta-alaksi oli arvioitu 865 000 ha (Ilvessalo 1927), ja näistä yli 90 % oli joko puhtaita tai kuusen vallitsemia kuusikoita. Paksusammalkuusikot edustivat Pohjois-Suomen kolmanneksi yleisintä kasvupaikkaluokkaa, ja oli luonnollista, että tämän kasvupaikan kasvupotentiaalista oltiin kiinnostuneita. Gustaf Sirénin tutkimusten tavoitteeksi muotoutui selvittää

2 Pohjois-Suomen tuoreiden kangaskuusikoiden luontainen kehitys

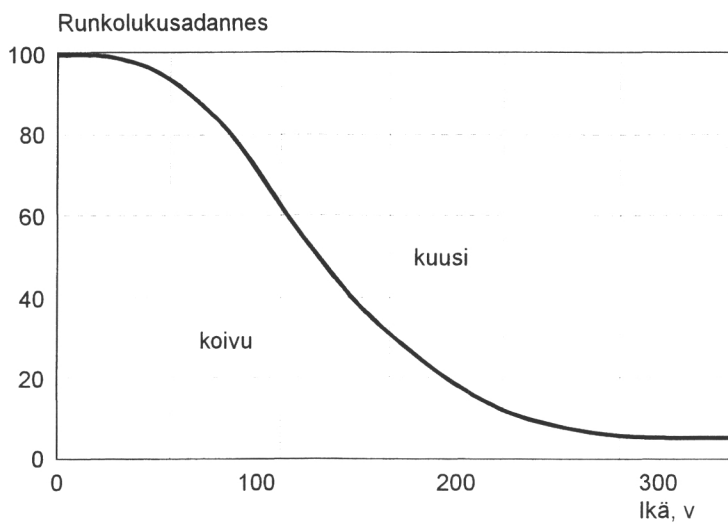
Sirén keräsi vuosina 1950–1952 väitöskirjaansa (Sirén 1955) varten paksusammalkuusikoiden luontaisen kehityksen kuvaamiseksi poikkeuksellisen laajan aineiston puustotunnusten kehittymisestä, kasvillisuuden sukkessiosta, juuristomuutoksista ja paksusammalen kertymisestä. Aineisto käsitti lämpösummavyöhykkeellä 600–800 d.d. Kuusamon pohjoisosista Sodankylän pohjoisosiin 83 näytealaa, joista 12 kuitenkin piti hylätä metsätyyppivaihtelun tai vertailukoealojen kaukaisuuden takia. Analyysiaineistosta 44 metsikköä edusti primäärimetsiköitä, 7 ylimenovaihetta ja 20 sekundäärimetsiköitä.

Kasvillisuuden kehittymisessä Sirén erotti primääri- ja sekundäärisukcession. Erikseen Sirén käsitteli eräiden kasvipeitteen valtalajien elinvoimaa ja kasviyhdyskuntien ominaisuuksia. Yhdeksän eri sukkessiovaiheessa olevan näytealan perusteella Sirén tutki yksityiskohdaisesti kuusten ja koivujen juuristojen kehittymistä. Raakahumuksen paksuuden muuttumisen Sirén osoitti riippuvan puuston kehitysvaiheesta kuvan 1 mukaisesti.

Primäärimetsiköiden puulajikoostumus muuttui Sirénin mukaan siten, että puhdas koivikko muuttui noin 200 vuodessa lähes puhtaaksi kuusikoksi (kuva 2). Sekundäärimetsiköissä koivun absoluuttinen määrä oli alusta alkaen huomattavasti pienempi. Kuusen keskiläpimitan ja keskipituuden kehityksestä (kuva 3 ja 4) ilmeni selvästi, että sekundäärimetsiköissä puustotunnukset jäivät alemmiksi kuin primäärimetsiköissä. Puustotunnusten kehityksen Sirén kokosi yhteen puuston tilavuuden kehitysgraafeissa, jotka ulottuivat primäärivaiheesta metsäpalon jälkeen aina sekundäärivaiheen post-kliimaksvaiheeseen saakka (kuva 5).

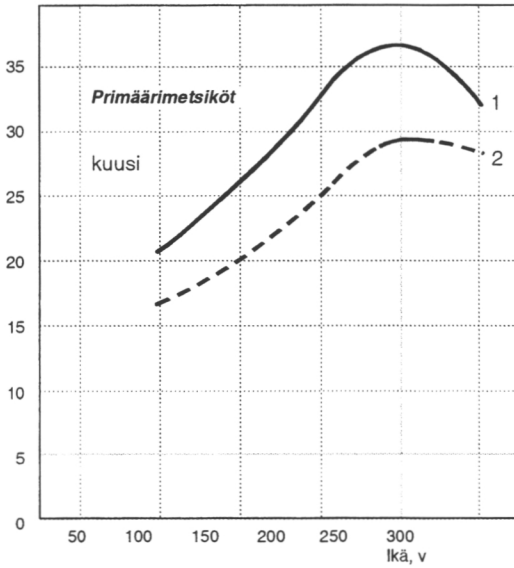


Kuva 1. Raakahumuserroksen paksuuden muuttuminen primääri- ja sekundäärisukkessioiden aikana (Sirén 1955, s. 154).

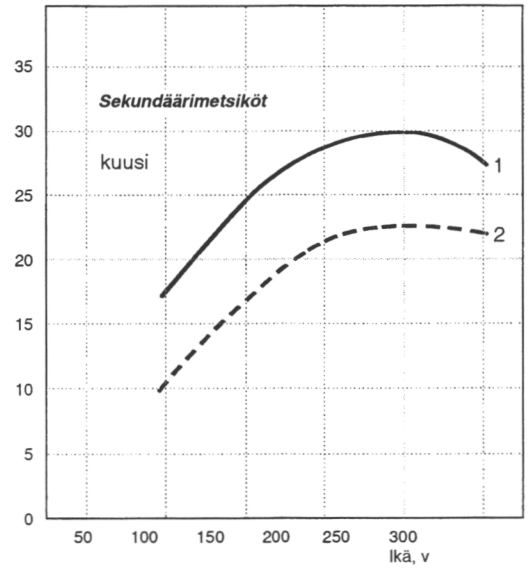


Kuva 2. Primäärimetsiköiden vallitsevan latvuserroksen runkoluvun prosenttinen jakaantuminen koivun ja kuusen kesken eri ikäkausina (Sirén 1955, s. 65).

Keskiläpimitta, cm



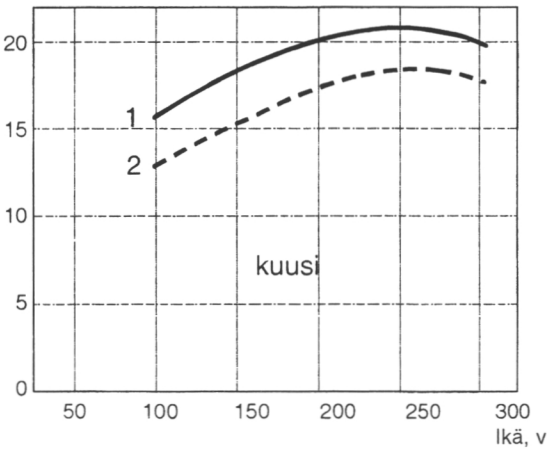
Keskiläpimitta, cm



Kuva 3. Primääri- ja sekundäärimetsiköiden kuusijakson eri osien keskiläpimitan kehitys (Sirén 1955, s. 68). 1 = valtapuut, 2 = vallitseva latvuskerros.

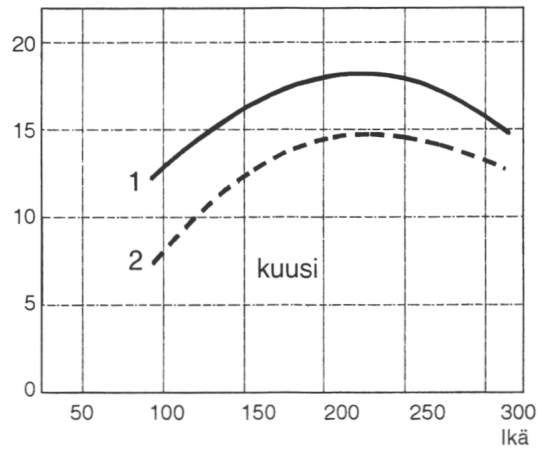
Primäärimetsiköt

Pituus, m

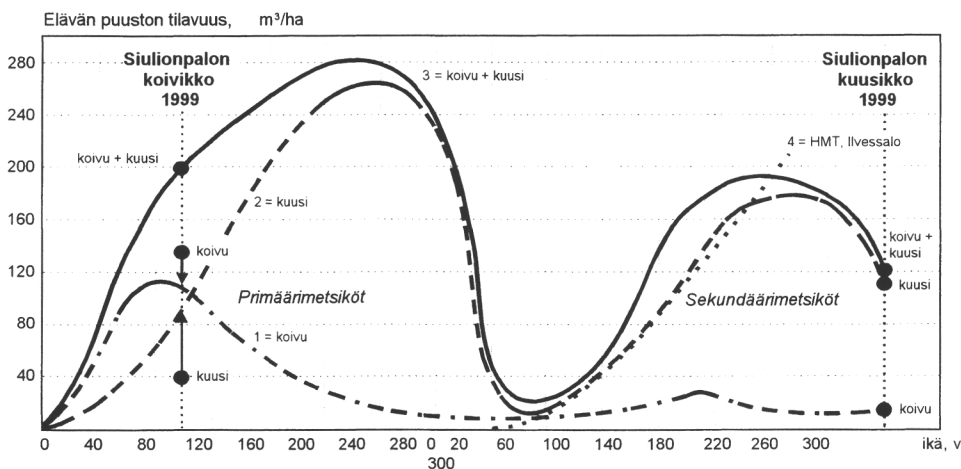


Sekundäärimetsiköt

Pituus, m



Kuva 4. Primääri- ja sekundäärimetsiköiden kuusijakson eri osien keskipituuden kehitys (Sirén 1955, s. 79). 1 = valtapuut, 2 = vallitseva latvuskerros.



Kuva 5. Täystiheiksi muunnettujen HMT-metsiköiden säilyvän puuston tilavuuden kehitys metsäpalon jälkeisestä primäärivaiheesta sekundääriseen post-kliimaksvaiheeseen saakka (Sirén 1955, s. 89). Vuoden 1999 mittauksesta lasketut kuusen ja koivun tilavuudet ja summa merkitty mustilla ympyröillä.

3 Tuoreiden kangaskuusikoiden kehityksen ekologiset tekijät

Paksusammalkuusikoiden luontaisen kehityksen kuvaaminen käsitti 124 sivua kaikkiaan yli 400-sivuisesta väitöskirjasta. Kuusikoiden kehittyminen primäärivaiheesta sekundäärivaiheeseen ja siihen vaikuttavat ekologiset tekijät Sirén kuvasi työnsä toisessa osassa, joka käsitti yhteensä 160 sivua. Koko tämän osan perustana olivat yksityiskohtaiset ekologiset mittaukset, jotka tehtiin vuosina 1950–1951 Siulionpalossa Pelkosenniemen itäosassa. Siulionpalosta löytyi metsäpalon jälkeinen primäärivaiheen 50-vuotias koivikko ja välittömässä läheisyydessä palolta säästynyt sekundäärivaiheen noin 250-vuotias kuusikko. Tiettömien taipaleiden taakse Sirén perusti ekologisen kenttäaseman, jossa mitattiin kahden kesän ajan seuraavia tunnuksia: sademäärä, ilman lämpötila ja kosteus, tuulen nopeus, valaistus- ja säteilyolot, haihdunta, lumen sulaminen, maan vesipitoisuus, puiden haihdunta, maan lämpötila, maan happamuus, maan CO₂-erityksen intensiteetti ja maan huokoisuus.

Tulosten mukaan metsikköilmasto oli primäärimetsikössä edullisempi aina siihen asti, kunnes kuusi nousi vallitsevaan asemaan. Maan lämpötila oli primäärisukcession alkuvaiheessa huomattavasti korkeampi kuin vastaavassa sekundäärisukcession vaiheessa. Sekundäärivaiheessa humuskerroksen vedenpidätuskyky oli humuksen paksuuden ansiosta suurempi kuin primäärivaiheessa. Maan ilmanvaihto oli primäärimetsikössä tehokkaampaa. Karikesato oli edullisempi ja sen hajoaminen nopeampaa primäärivaiheessa koivun suuren osuuden vuoksi. Sirénin mukaan ”saavutetut tutkimustulokset osoittavat, että primäärimetsiköissä vallitsevat olosuhteet ovat puiden kasvuun huomattavasti edullisempia kuin sekundäärimetsiköissä”.

4 Siulionpalon metsiköiden mittaukset 1999

Siulionpalon metsiköt mitattiin uudelleen vuonna 1999 eli lähes 50 vuotta edellisen mittauksen jälkeen. Vanhassa kuusikossa oli vielä nähtävissä ekologisen mittausaseman jäänteitä. Sekundäärivaiheen kuusikko oli nyt noin 300 vuoden ikäinen ja primäärivaiheen koivikko satavuotias. Kolmantena mittauskohteenä oli primäärivaiheen koivikko, joka oli harvennettu 24 vuotta sitten eli vuonna 1975. Mittausohjeet noudattivat Metlan Luonnontilasten metsien kehityshankkeessa käytettyjä menetelmiä (Isomäki ym. 1998). Mitattavien puiden alaraja oli 5 cm rinnantasalla. Erityistä huomiota kiinnitettiin kuolleen puuaineksen mittaamiseen. Primäärivaiheen luonnontilaisessa koivikossa selvitettiin yhdeksältä pienkoealalta myös taimikon ominaisuuksia.

Primäärivaiheen luonnontilainen koivikko

Primäärivaiheen luonnontilaisessa koivikossa oli 4490 runkoa hehtaarilla, joista noin 2/3 (63 %) eläviä (taulukko 1). Koivu oli edelleen valtalaji (2020 elävää puuta/ha). Sukcession tässä vaiheessa kuolleista puista (1680 puuta/ha) maapuita oli runsas kolmannes, ja suurin osa kuolleista puista oli katkenneita. Elävän puuston pohjapinta-ala oli 33 m²/ha ja tilavuus 204 m³/ha. Kuolleen puuston tila-



Prof. Gustaf Sirén on palannut väitöskirja-aineistonsa työmaalle. Oikeanpuoleiseen kuuseen rakennetun mittaustornin puuaskelmat ovat lähes lahonneet 50 vuoden aikana. Valokuva S. Hannelius.



Siulionpalon lähes sata vuotta sitten syntynyt pioneerilehtipuusto on saanut kasvaa luonnontilaisena. Hieskoivut, haavat ja raidat ovat rappeutumassa saman-aikaisesti, kun kuusi on ottamassa maan haltuunsa. Valokuva S. Hannelius.



Metsäretkellä prof. Gustaf Sirén vertaa väitöskirjansa tuloksia uusiin mittaus-tuloksiin. Se mitä väitöskirjassa todettiin, pätee edelleenkin Siulionpalossa. Valokuva S. Hannelius.



Osa vanhasta sekundäärikuusikosta jäi palamatta Siulionpalossa ja se on edel-leen nähtävissä. Valokuva S. Hannelius.

vuudeksi mitattiin 106 m³/ha eli hieman yli kolmannes puuston kokonaistilavuudesta (310 m³/ha, kuva 6). Sadassa vuodessa primäärivaiheen koivikon keskimääräinen vuotuinen kasvu oli siten 3,1 m³/ha. Metsikön valtapituus oli 16 metriä.

Koivujakso oli vallitseva edustaen noin 85 % elävän puuston tilavuudesta. Kuusten lisäksi koealalla oli jonkin verran (200 puuta/ha) muita lehtipuita, lähinnä koivuja jonkin verran kookkaampia haapoja. Koivujen keskipituus oli 12 metriä ja kuusten neljä metriä vähemmän. Luonnontilaisen metsikön tiheyden vuoksi koivut olivat hyvin solakoita (keskiläpimitta 13 cm), alta nousevat kuuset keskimäärin jopa hieman paksumpia (14 cm). Kuolleen puuston keskiläpimitta oli elävää suurempi (16 cm), joten suurin osa puista oli kuollut “vanhuuteen”.

Taimien määrä vaihteli pienkoealoittain välillä 200–1500 kpl/ha. Keskimäärin niitä oli 1050 kpl/ha, joista kuusia noin 500 kpl/ha, hieskoivuja 300 kpl/ha, katajia 200 kpl/ha ja pihlajia sekä muita lehtipuita 50 kpl/ha. Sekä kuusen- että hieskoivun taimet olivat keskimäärin kahden, katajan yhden ja pihlajat sekä muut lehtipuut alle yhden metrin mittaisia. Sukkession mukaisesti metsikkö oli muuttumassa kuusivaltaiseksi.

Harvennettu koivikko

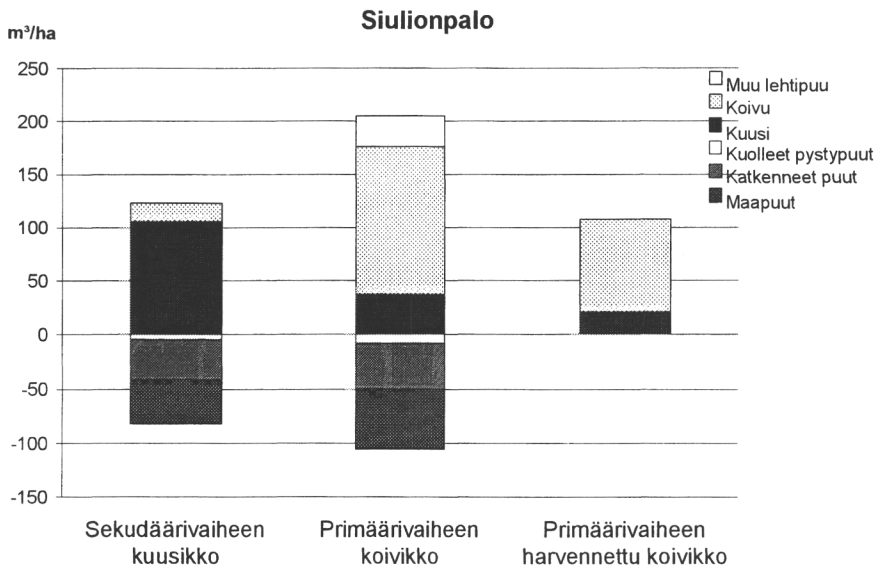
Primäärivaiheen luonnontilaisen koivikon läheisyydessä mitattiin harvennettu koivikko, jota oli käsitelty risusavotan tapaan ja myöhemmin harvennettu vuonna 1975. Koealalla oli kasvamassa 660 puuta hehtaaria kohden, joista 85 % (560) koivuja ja loput kuusia. Harvennetun metsikön valtapituus oli yhtä suuri (16,4 m) kuin luonnontilaisen koivikon (16,2 m). Koivujen keskiläpimitta (18 cm) oli luonnollisesti suurempi harvennetussa metsikössä. Samoin kuuset olivat kookkaampia. Metsikön tilavuus oli nyt 100 m³/ha (taulukko 1, kuva 6).

Taulukko 1. Siulionpalon koealojen puustotunnukset vuoden 1999 mittauksessa.

	Koko- nais- puusto	Elävä puusto	josta kuusta koivua		Kuollut puusto	pystypuuta	josta maapuuta	katkenneita
Primäärivaiheen luonnontilainen koivikko								
Runkoluku, kpl/ha	4490	2810	590	2020	1680	160	620	900
Pohjapinta-ala, m ² /ha	49,1	32,7	6,4	21,9	16,6	1,3	8,4	6,9
Tilavuus, m ³ /ha	310,3	204,4	36,7	138,9	105,8	8,6	55,9	41,3
Keskiläpimitta, cm	14,9	14,3	14,9	13,1	16,2	15,8	17,4	14,8
Keskipituus, m	11,2	11,4	8,0	12,1	10,9	10,6	11,9	-
Valtapituus, m		16,2						
Primäärivaiheen harvennettu koivikko								
Runkoluku, kpl/ha	660		100	560				
Pohjapinta-ala, m ² /ha	15,0		2,7	12,3				
Tilavuus, m ³ /ha	100,4		19,0	81,4				
Keskiläpimitta, cm	18,3		21,8	17,6				
Keskipituus, m	13,9		12,0	14,3				
Valtapituus, m	16,4							
Sekundäärivaiheen kuusikko								
Runkoluku, kpl/ha	830	570	430	140	250	30	90	130
Pohjapinta-ala, m ² /ha	30,8	18,6	15,5	3,1	12,2	0,8	5,6	5,7
Tilavuus, m ³ /ha	205,4	123,0	105,5	17,5	82,4	5,1	40,9	36,4
Keskiläpimitta, cm	19,8	18,6	19,3	15,3	23,3	16,0	26,6	22,8
Keskipituus, m	12,0	11,3	11,6	10,4	13,5	9,9	15,1	-
Valtapituus, m		18,9						

Sekundäärivaiheen kuusikko

Sekundäärivaiheen kuusikossa oli yhteensä 830 puuta hehtaarilla, joista kuten primäärivaiheen koivikossakin noin 2/3 (68 %) oli eläviä (taulukko 1). Kuusi oli luonnollisesti valtalaji (430 puuta/ha) koivujen lukumäärän ollessa 140 puuta/ha. Kuolleista (250 puuta/ha) suurin osa oli katkenneita (130 puuta/ha). Maapuuta löytyi 90 hehtaaria kohden. Maapuista osa oli jo niin maatunut, että niitä ei voitu mitata.



Kuva 6. Siulionpalon koalojen tilavuus puulajeittain ja puustoryhmittäin. Positiiviset arvot kuvaavat elävää puustoa ja negatiiviset arvot kuollutta puustoa.

Elävän puuston pohjapinta-ala oli $19 \text{ m}^2/\text{ha}$, valtapituus 19 metriä ja tilavuus $123 \text{ m}^3/\text{ha}$. Kuollutta puuta mitattiin yhteensä $82 \text{ m}^3/\text{ha}$ eli 40 % kokonaistilavuudesta ($205 \text{ m}^3/\text{ha}$, kuva 6). Etenkin maapuut (keskiläpimitta 27 cm) mutta myös pystyssä olevat katkenneet kuolleet puut (keskiläpimitta 23 cm) olivat huomattavasti kookkaampia kuin elävät kuuset (keskiläpimitta 19 cm). Sekundäärikuusikon suk-kessio oli siten siirtymässä “post-kliimaksvaiheeseen”.

5 Vertailua Sirénin väitöskirjan tuloksiin

Sirénin mukaan primäärimetsikön kuuset olivat vuonna 1950 enintään 51 vuoden ikäisiä. Vuonna 1999 niiden ikä oli siten korkeintaan 100 vuotta. Kuusien tilavuus jäi hieman alle $40 \text{ m}^3/\text{ha}$, kun Sirénin mukaan tässä vaiheessa kuusen tilavuuden tulisi olla jo yli $80 \text{ m}^3/\text{ha}$ (kuva 5). Toisaalta koivujen tilavuus, lähes $140 \text{ m}^3/\text{ha}$, ylitti noin $30 \text{ m}^3/\text{ha}$:lla Sirénin ohjekäyrän arvon, jossa koivun tilavuus kääntyy

alenevaksi noin 80 vuoden iällä. Koivikon rappeutumista todistaa mitattu kuolleen puun suuri määrä, yli 100 m³/ha. Elävän puuston kokonaistilavuus, 205 m³/ha, asettuu kauniisti Sirénin ohjekäyrälle primäärimetsikön 100 vuoden iällä (kuva 5).

Sekundäärikuusikon tarkka ikä ei ole selvillä. Sirénin väitöskirjassa todetaan, että laajalla Siulionpalon alueella vanhimmat tavatut kuuset olivat noin 300 vuoden ikäisiä. Ekologisen kenttäaseman koealalla vanhimmat kuuset olivat noin 250 vuoden ikäisiä. Erikseen Sirén mainitsi kuusikossa olevista 1–4 metrin mittaisista kuusista, joiden ikä oli 60–130 vuotta. Siulionpalon sekundäärikuusikko on iältään nyt siis jo noin 300 vuotta eli Sirénin väitöskirjan mukaisesti post-kliimaksvaiheessa. Tätä tukee havainto puuston kuvan suuresta muuttumisesta 50 viime vuoden aikana. Kuusten tilavuus, 105 m³/ha, asettuu tarkalleen Sirénin esittämän ohjekäyrän tasolle kuvaamaan raunioitumassa olevan sekundäärikuusikon tilaa. Koivujen tilavuus, 17 m³/ha, on samaa suuruusluokkaa kuin Sirénin väitöskirjassa esitetty (kuva 5).

Siulionpalo oli 50 vuotta sitten tiettömien taipaleitten takana sijaitseva ekologinen kenttäasema, jossa tutkittiin kahden kesän ajan intensiivisesti niitä syitä, jotka vaikuttavat tuoreiden kankaiden kehittymiseen metsäpalon jälkeen lähes puhtaasta koivikosta noin 600 vuoden kuluessa sekundäärivaiheen lähes puhtaaksi kliimaksvaiheen paksusammalkuusikoksi. Nyt Siulionpalo on helposti saavutettavissa autolla. Metsiköiden kehitys on 50 viime vuodenkin ajan ollut luontaista ja paikkaa voidaan luonnehtia kuusimetsien suksession näyttämöksi, jossa luonto vuosi vuodelta, hitaasti mutta varmasti, muokkaa metsää siihen suuntaan, jonka tutkija 50 vuotta sitten tieteellisesti todisti.

Kirjallisuus

- Ilvessalo, Y. 1927. Suomen metsät. Tulokset vuosina 1921 – 1924 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. Summary: The forests of Suomi (Finland). Results of the general survey of forests of the country carried out during the years 1921–1924. Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae 11: 422 s. + 192 s.
- Isomäki, A., Niemistö, P. & Varmola, M. 1998. Luonnontilaisten metsien rakenne seurantakoealoilla. Julkaisussa: Annala, E. (toim.). Monimuotoi-

nen metsä. Metsäluonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelman väli-
raportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 705: 75–86.

Sirén, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in north-
ern Finland and its ecology. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusam-
malkuusikoiden kehityksestä ja sen ekologiasta. Acta Forestalia Fennica
62(4): 408 s.

LUONNONTILAISTEN METSIEN KEHITYS: METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN MAAN KATTAVA SEURANTA- ALOJEN VERKKO

Antti Isomäki

*Metsäntutkimuslaitos
Vantaan tutkimuskeskus
PL 18
96301 VANTAA*

I Seurantatutkimuksen tausta

Metsäntutkimuslaitoksen toiminnan alkuaikoina huomattava osa laitoksen tutkimustoiminnasta kohdistettiin luonnontilaisiin metsiin, joissa voitiin tutkia luonnonilmiöitä mahdollisimman pelkistettyinä, ilman ihmisen aiheuttamaa lisävaikutusta. Jo 1920-luvulla perustettiin eri puolille valtakuntaa pysyviä seuranta-aloja, joista osa on vielä nykyisinkin tutkijoiden käytettävissä. Muiden muassa Yrjö Ilvessalo julkaisi niiden pohjalta tutkimuksensa luonnonnormaaleiden metsien kehityksestä Perä-Pohjolassa, Kainuussa ja Pohjanmaalla.

Myöhemminä vuosikymmeninä metsäntutkimuksen päähuomio kohdistettiin talousmetsiin ja luonnonmetsien tutkimus jätettiin takalalle. Vasta viime vuosikymmenen lopulla alkoi uudelleen esiintyä

tarvetta voimistaa luonnonmetsien tutkimusta. Tähän vaikuttivat ainakin seuraavat seikat:

- Metsien puuntuotannollisen tilan oleellisesti kohennuttua metsäntutkimukselta alettiin odottaa yhä enemmän myös muuta kuin puuntuotantoon liittyvää metsällistä tietoa.
- Erityisen ajankohtaista oli saada selville talous- ja luonnonmetsien mahdolliset eroavuudet ilmaston muutosten ja ilmansaasteiden vaikutusten kannalta.
- Yleinen mielipide alkoi vaatia entistä voimakkaammin "luonnonmukaisuuden" huomioonottamista metsien käsittelyssä. Tätä varten tarvittiin perustietoja luonnotilaisista metsistä ja samalla myös entistä selkeämpää luonnotilaisiin metsiin liittyvää käsitteistöä.
- Metsäntutkimuslaitoksen organisaatiouudistus helpotti monien keskeisten seurantatutkimusten aloittamista. Aikaisemmin pysyvän koealaverkon perustaminen luonnonmetsiin olisi ollut yksittäisille tutkimusosastoille ja yksittäisiä tutkimushankkeita varten liian työlästä, kallista ja aikaavieppää. Mikään osapuoli ei ollut nähnyt mahdolliseksi yksinään ryhtyä laajan koealaverkon luontiin ja ylläpitoon, vaikka mitään muodollisia esteitä sille ei tuolloin ollutkaan.

Tämän vuosikymmenen alkuun saakka toiminut metsänarvioinnin tutkimusosasto otti viimeisinä vuosinaan tehtäväkseen etsiä ja uudelleen mitata kaikki luonnotilaisissa metsissä säilyneet kesto-koealat, jotka oli sodan jälkeisinä vuosikymmeninä jätetty mittausohjelmien ulkopuolelle. Samanaikaisesti alettiin vähäisessä määrässä myös perustaa uusia seuranta-aloja: kaksi Liesjärven kansallispuistoon, neljä Vesijaon luonnonpuistoon ja kolme Metsäntutkimuslaitoksen Vilppulan tutkimusalueeseen.

2 Seurantatutkimukselle oma hanke 1993

Uusi hankeorganisaatio antoi mahdollisuuden käynnistää keväällä 1993 erillisen tutkimushankkeen luonnotilaisten metsien seurantaa varten. Hanke aloitettiin *Luonnotilaisten metsien kehitys* -nimisenä ja sen tehtäväksi määriteltiin

- vertailla luonnontilaisten ja talousmetsien ominaisuuksia keskenään
- kehittää luonnontilaisuutta kuvaavia käsitteitä ja mittareita
- tuottaa perustietoa monimuotoisen metsänhoidon kehittämiseksi
- lisätä tietoa luonnonmetsien kehitysdynamiikasta.

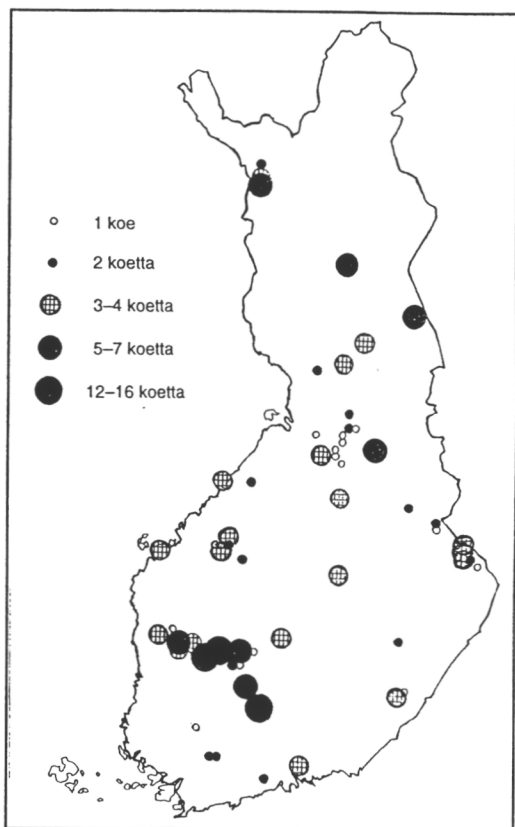
Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa perustetaan 10 vuoden aikana mahdollisimman laaja ja edustava pysyvien seuranta-alojen verkko, jonka avulla tuotetaan monipuolista tietoa luonnontilaisten metsien rakenteesta ja kehityksestä suksession eri vaiheissa. Perustamisen jälkeen hanke ylläpitää seuranta-aloja ja tarjoaa niitä ja niiden taustana olevia koemetsiköitä Metsäntutkimuslaitoksen omille tutkimushankkeille sekä myös yliopistojen ja muiden tutkimusyhteisöjen käyttöön.

Hankkeen tavoitteena on tukea ja tehostaa luonnonmetsiin kohdistuvaa tutkimusta Suomessa ja sen lähialueilla. Hankkeen oma tutkimuksellinen mielenkiinto kohdistuu luonnontilaisten metsien puustoihin, erityisesti metsän luontaiseen uudistumiseen, puulajidynamiikkaan, puiden väliseen kilpailuun ja tilajärjestykseen, puiden elossapysymiseen ja luontaisen kuoleamisen sääntöihin sekä puuston ja biomassan tuotoksen kuvaamiseen.

Hankkeen puitteissa on vuoden 1998 loppuun mennessä perustettu Suomen alueelle 317 seurantakohtetta (kuva 1) sekä Karjalan tasavaltaan 20 ja Komin alueelle kolme. Yhteistyö Karjalan Tiedekeskuksen Metsäinstituutin kanssa aloitettiin heti hankkeen käynnistämisen jälkeen vuoden 1993 keväällä. Komin tiedekeskuksen kanssa yhteistyö alkoi vuotta myöhemmin.

Hanke on osallistunut myös Euroopan Unionin rahoittamaan COST-E4-hankkeeseen *Forest reserves research network*, jolla pyritään mm. yhtenäistämään luonnontilaisten metsien tutkimusmenetelmiä. Cost-hankkeen eräänä tavoitteena on myös luoda luonnonmetsiä koskeva seuranta-alojen verkko koko Eurooppaan. Metsäntutkimuslaitoksen alulle panemaa seuranta-a pidetään eräänä mallina laajemmalle kansainväliselle monitoroinnille.

Seuranta-aloja ei perusteta pelkästään vanhoihin metsiin, vaan mahdollisimman monipuolisesti ikä- ja puulajisuhteiltaan vaihteleviin, erilaisilla kasvupaikoilla kasvaviin luontaisesti syntyneisiin met-



Kuva 1. Luonnontilaisten metsien seuranta-alat (1998).

siin. Perustamisvaiheen loppuvuosina pyritään löytämään erityisesti sellaisia metsikkötyyppejä, joihin kokeita on perustettu tähän mennessä niukasti. Tutkimuksen piiriin tulleilta suojelualueilta puuttuu etenkin nuoria luonnontilaisia metsiä. Myös lehtipuuvaltaisia kohteita on kertynyt niukasti, vaikka kuolemassa ja lahoamassa olevia lehtipuita on löytynyt kohtalaisen runsaasti sekapuina. Tässä mielessä Siulionpalon koivikkokohde on erityisen tervetullut lisä seuranta-aineistoon.

3 Vuoden 1998 loppuun mennessä perustetut seuranta-alat

Metsäntutkimuslaitoksen eri toimipisteet ovat yhteistyössä maanomistajien kanssa perustaneet seuranta-aloja kaikkiaan 317 luonnon-tilaisena pysyvään metsikköön Suomessa (taulukko 1.). Yhteistyössä Karjalan ja Komin tiedekeskusten kanssa koealat on perustettu myös 23 metsikköön Venäjällä.

Suomeen perustetuista koealoista lähes puolet on tuoreiden ja lehtomaisten kasvupaikkojen kuusivaltaisissa metsissä (taulukko 2). Mäntyvaltaisten metsien painopiste on puolukkatyyppin kuivahkoilla tai kanervatyyppin kuivilla kankailla, mutta myös reheviä männiköitä sisältyy aineistoon. Koivuvaltaisia metsiä koealasarjasta löytyy tällä hetkellä 12 kappaletta eli 6 % ja mukana on myös kaksi paloalueelle perustettua koealaa, joissa perustamishetkellä ei ollut eläviä puita lainkaan.

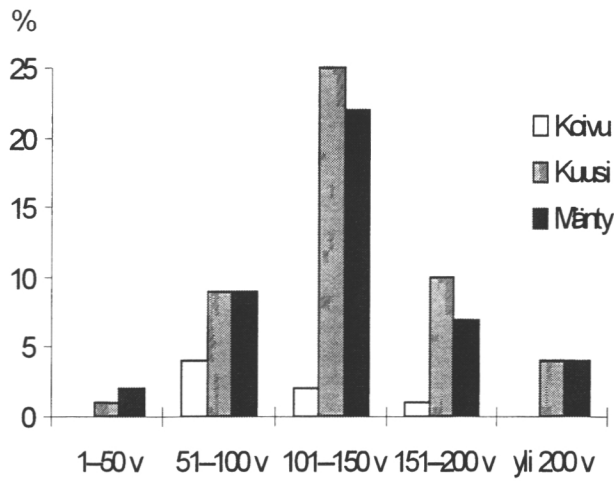
Puustojen keski-ikä on 130 vuotta. Tähän mennessä kerätty aineisto sisältää verraten vähän alle 50-vuotiaita tai yli 200-vuotiaita metsiä (kuva 2). Mainittakoon vielä, että mittauksen yhteydessä löydettiin Vesijaon luonnonpuistosta Padasjoelta tietävästi Suomen korkein kuusi, 43,17 metriä.

Taulukko 1. Vuosittain ja Metlan eri toimipaikoittain perustetut luonnonmetsäkoealat

Vuosi	kpl	Toimipaikka	kpl
1990	6	Vantaan tutkimuskeskus	53
1991	3	Muhoksen tutkimusasema	58
1992	17	Kannuksen tutkimusasema	34
1993	41	Rovaniemen tutkimusasema	46
1994	69	Parkanon tutkimusasema	75
1995	73	Joensuun tutkimusasema	51
1996	51		
1997	28		
1998	29		
Yhteensä	317		317

Taulukko 2. Luonnontilaisten metsien kehitys -tutkimukseen kuuluvien kokeiden lukumäärä kasvupaikkatyypeittäin ja pääpuulajeittain vuoden 1998 lopussa.

Kasvupaikka	Haapa	Leppä	Koivu	Kuusi	Mänty	Yhteensä.
Karukko					8	8
Kuiva					27	27
Kuivahko			2	4	72	78
Tuore	1		9	92	23	125
Lehtomainen	2	2	8	50	10	72
Lehto	2	1		3		6
Yhteensä	5	3	19	149	140	316



Kuva 2. Puuston ikäluokkakajakauma luonnontilaisten metsien koesarjassa vuonna 1998.

4 Seuranta-alojen käyttö

Perusteilla olevien seuranta-alojen sijainti- ja puustotiedot julkaistaan myöhemmin siten, että ne ovat aiheesta kiinnostuneiden tutkijaryhmien käytettävissä. Tavoitteena on saattaa koealat mahdollisimman monipuolisen tutkimuksen piiriin Metsäntutkimuslaitos vastaa koealaverkon ylläpidosta ja lähinnä puustoon kohdistuvista

mittauksista. Mikä tahansa muukin luonnontilaisiin metsiin kohdistuva tutkimus on tervetullutta, mikäli se ei vaaranna koemetsien luonnontilaista kehitystä.

Pysyvän koelaverkon perustaminen merkitsee pitkällä aikavälillä luonnonmetsiin kohdistuvan tutkimuksen oleellista rationalisointia. Useiden tutkimushankkeiden kohdistaminen samoihin koemetsiköihin vähentää päällekkäistyötä, lisää havaintojen luotettavuutta, parantaa ilmiöiden välisten vuorovaikutusten tutkimusmahdollisuuksia ja tuottaa myös muuta synergiaetua, jota erillisillä, lyhytaikaisilla tutkimuksilla ei voida saavuttaa.

Luonnonmetsillä tämän tutkimuksen yhteydessä tarkoitetaan puustoisia tai metsäksi uudistuvia alueita, joissa ei ole havaittavissa merkkejä ihmisen aiheuttamista muutoksista sen enempää maaperässä kuin puustossakaan. Seurantakohteita valittaessa on kuitenkin oltu jossakin määrin joustavia, sillä ihmisen toiminnoilta täysin säästyneitä metsiä ei juuri Suomen alueelta ole löydettävissä.

TULEN MERKITYS BOREAALISISSA METSISSÄ

Ilkka Vanha-Majamaa

*Metsäntutkimuslaitos
Vantaan tutkimuskeskus
PL 18
01301 Vantaa*

Talousmetsissä erilaiset hakkuut ym. metsänkäsittelyt ovat suurin häiriötekijä, boreaalisissa luonnonmetsissä vastaavasti tuli, myrsky ja hyönteistuhot aiheuttavat merkittävimmät häiriöt. Tämän vuosisadan kuluessa sekä metsätaloustoimissa että tulen vaikutuksissa suomalaiseseen metsäluontoon on tapahtunut suuria muutoksia. Luonnontilaisien metsien määrä on vähentynyt ja metsien talouskäyttö on lisääntynyt. Metsät kehittyvät nykyään pääasiassa avohakkuiden tai muiden uudistushakkuiden jälkeen. Kaskikulttuurin loppuminen ja sen vaikutusten näkyminen enää lähinnä vain itäsuomalaisessa metsäluonnossa, kulutuksen merkittävä väheneminen ja metsäpalojen tehokas torjunta ovat aiheuttaneet sen, että nuoria metsäpalon jälkeisiä sukukessiovaiheita on niukasti. Metsäpalojen nykyinen merkitys Suomen metsien kehitykseen on siten tällä hetkellä melko vähäinen.

Metsäpaloja on nykyään Suomessa vuosittain keskimäärin 500, ja palojen määrä on pysynyt suunnilleen samana viimeisten vuosikymmenten aikana. Vuotuisen paloalueen kokonaispinta-ala sen sijaan on laskenut viime vuosikymmenten kuluessa. Paloalueiden keski-
koko oli 131 ha vuosina 1865–1870 ja tämän vuosisadan alku-

puolella Pohjois-Suomessa 40 ha ja Etelä-Suomessa 18 ha. Vuodesta 1980 lähtien paloalueen keskikoko on koko maassa ollut keskimäärin enää 0,9 ha, ja on siten laskenut merkittävästi sammutustoiminnan tehostumisen myötä. Luonnontilaisissa metsissä paloalueiden keskikoko lienee ollut metsien rakenteellisista eroista johtuen ja sammutustoiminnan kokonaan puuttuessa vielä viime vuosisadan keskikoko suurempi. Rikkonaisesta topografiasta, tuhansista järvistä ja soista johtuen laajat latvapalot eivät luultavasti kuitenkaan ole aikaisemminkaan vallinneet Fennoskandiassa, vaan palot ovat saaneet aikaan vaihtelevaa maisemallista mosaiikkia. Luonnontiloissa arvioidaan metsäpinta-alasta palaneen vuosittain noin yksi prosentti. Palofrekvenssi vaikuttaa suuresti boreaalisen metsän rakenteeseen ja kasvillisuuden koostumukseen ja vaihtelee kasvilisuustyyppin, topografian ja rinteiden suunnan mukaan. Myös ihmistoiminnalla on ollut suuri vaikutus palofrekvenssiin.

Kaskialueiden pinta-aloista ei ole tarkkoja tilastotietoja olemassa, mutta vuosisadan vaihteessa arvioidaan esim. Etelä-Suomen metsistä kolme neljäsosaa olleen kaskikulttuurin alaisia. Kaskeaminen on ollut myös tärkeimpiä metsäpalojen syttymissyitä. Kulotuksen käyttö oli runsainta 1950- ja 1960 -luvuilla ja vuotuiset pinta-alat suurimmillaan yli 30 000 hehtaaria. Kulotusta käytettiin mm. paksusammalkuusikoiden uudistamisessa. Tällä hetkellä kulotetaan vuosittain vähän yli tuhat hehtaaria ja kulotusalojen kokonaispinta-ala on murto-osa metsämaan pinta-alasta. Aivan viime vuosina kulotuksen käyttö on lievästi lisääntynyt.

Avohakkuu rinnastetaan usein vaikutuksiltaan metsäpaloon, vaikka sukkessiokehitys avohakkuun ja metsäpalon jälkeen on erilainen. Myös pystypuuston palamisen jälkeinen sukkessio poikkeaa avohakatun ja kulotetun metsän sukkessiosta. Poistettu puusto vaikuttaa palon intensiteettiin ja kuollut pystypuusto suojaa kehittyvää kasvillisuutta ääreviltä olosuhteilta – mm. sammallajisto kehittyy nopeammin kuolleen pystypuuston alla kuin avohakatulla ja kulotetulla paikalla. Myös taimettuminen on heti palon jälkeen pystyynkuolleen puuston alla nopeampaa ja tehokkaampaa kuin avoimella kasvupaikalla.

Orgaanisen aineksen määrä vähenee paloissa. Ohuempi humuskerros johtaa kohonneisiin maalämpötiloihin, millä on suotuisa vaikutus taimettumiseen sekä orgaanisen aineksen vähenemisestä johtuen hei-



Tuntsan vuonna 1960 palaneet rinnemetsät uudistuvat ensin hieskoivulle, jonka alle on tulossa kuusi. Taustan vanha kuusimetsä säilyi puronvarressa. Kuva S. Hannelius.

kompaan vedenpidätyskykyyn. Moreenimailla vesitalous ei yleensä ole ongelma taimettumisen kannalta, mutta esim. kulutus sopii parhaiten tuoreille ja kuivahkoille moreenimaille. Yhdessä ravinnetalouden muutosten kanssa em. seikat vaikuttavat taimettumiseen ja taimien elossasäilymiseen. Palon jälkeen maaperän ravinteisuus muuttuu pitkäksi aikaa, joskin suorat vaikutukset voivat olla melko lyhytaikaisia. Taimettuminen palon jälkeen on suhteellisen heikkoa ensimmäisten vuosien kuluessa, mutta olosuhteet 3–5 vuoden kuluttua palon jälkeen ovat suotuisampia.

Puustosukcessio alkaa pioneeripuista, joita ovat koivut (*Betula pendula* Roth, *Betula pubescens* Ehrh.), haapa (*Populus tremula* L.), harmaaleppä (*Alnus incana* (L.) Moench) ja mänty (*Pinus sylvestris* L.). Nuori metsä on siemen- ja vesasyntyistä lehtipuumetsää, mutta kuusikin (*Picea abies* (L.) Karst.) itää pystyyn palaneen puuston alla. Yleensä sukkessiossa lyhytikäisten pioneeripuiden väistyessä ensin mänty ja lopulta kuusi valtaavat alaa. Kotoisista puulajeista mänty kestää tulta kuusta ja koivua paremmin, mutta ei tarvitse tulta uudistukseen. Suomalaisten puulajien siemenet eivät kestä korkeita läm-

pötiloja, ja ne tuhoutuvat yleensä palossa. Paloalueen maan siemenpankkiin ei siten yleensä jää puulajien siemeniä. Niinpä kehittyvä puusto syntyy alueelle tulevista siemenistä ja kasvullisena lisääntymisenä. Siemensadanta on yleensä sitä pienempi, mitä kauempana alue on siementävästä puustosta ja riippuu myös siemensadon runsaudesta, vallitsevista tuuliolosuhteista, topografiasta, siementen lentokyvystä sekä eläinten kuljetuksesta. Syntyvien taimien määrää ja lajistoa selittävät myös puulajikoostumus, puuston määrä palon jälkeen ja mikroilmasto.

Kasvillisuuden kehitykseen kulon jälkeen vaikuttavat paloa edeltänyt kasvillisuus ja puulajisuhteet, palon intensiteetti ja ajan kohta, palaneen alueen koko, sääolot, maaperän siemenpankki, ympäröivän alueen kasvillisuus ja alueelle tuleva siemenmateriaali. Muutamat kasvilajit ovat kokonaan riippuvaisia tai hyötyvät merkittävästi metsäpaloista boreaalisessa metsäkasvillisuudessa. Putkilokasveista huhtakurjenpolvi (*Geranium bohemicum* L.), (hämeen) kylmänkukka (*Pulsatilla patens* (L.) Miller), kangasvuokko (*Pulsatilla vernalis* (L.) Miller) ja sarjatalvikki (*Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton), jäkälistä mm. *Hypocomyce*-suvun lajit ja sammalista useat pioneerilajit tarvitsevat tulta tai hyötyvät merkittävästi palaneista alueista tai niiden mukanaan tuomista sukkessiovaiheista sekä hiiltyneestä lahopuusta. Metsäpalot vaikuttavat kasvillisuuden lajimääriin ja lajien runsaussuhteisiin ja ylläpitävät maisemallista vaihtelua. Tätä kautta ne välillisesti vaikuttavat muihin eliölajeihin ja ekologisiin prosesseihin. Hiiltynyt puu on elinehto usealle uhanalaiselle lajille, ja monet eliöt ovat sopeutuneet metsäpalon jälkeiseen sukkessioon. Metsäpaloalueilta tavataan mm. 14 uhanalaista selkärangattomiin kuuluvaa eläinlajia.

Kaiken kaikkiaan boreaalisella metsäkasvillisuudella on melko hyvä toipumiskyky erilaisista häiriöistä kuten metsäpaloista, ja häiriön paikallisen ja ajallisen laajuuden vaihdellessa myös uudistumismekanismit vaihtelevat. Erilaiset häiriöt kuuluvat dynaamiseen metsäekosysteemiin. Tulella on suuri merkitys boreaalista metsäluontoa monipuolistavana ja lajidiversiteettiä ylläpitävänä tekijänä. Varsinkin erikoistuneille lajeille on biotooppien jatkuvuuden katkeaminen merkityksellistä. Boreaalisen metsäekosysteemin monimuotoisuus voi kärsiä metsäpalo- ja kulotuspinta-alojen vähäisyyden takia.

DENDROEKOLOGIA – AVAIN MENNEISYYDEN METSÄPALOIHIN

Hannu Lehtonen

*Metsähallitus, Luontopalvelut
PL 7
93101 Pudasjärvi*

I Johdanto

Metsäpalot ovat boreaalisen havumetsävyöhykkeen merkittävän luontainen häiriötekijä. Toistuvat ja teholtaan erilaiset kulot ovat säädelleet metsien puulajisuhteita ja ikärakennetta ja johtaneet kasvi- ja eläinlajistoltaan monipuolisen mosaiikkimaisen metsän muodostumiseen. Boreaalisen havumetsän luontainen monimuotoisuus perustuukin luonnontilassa metsäpalojen ja vähäisemmässä määrässä tuuli- ja hyönteistuhojen sukkessiokiertoon (Tande 1979, Bergeron 1991, Johnson 1992). Lisäksi metsäpaloilla on tärkeä merkitys havumetsien ravinteiden kierrossa ja kasvillisuuden biologisen tuotoksen ylläpitäjänä (Viro 1969, Zackrisson ym. 1996). Vuosisatojen aikana metsäpalot ovat vaikuttaneet merkittävästi metsien kehitykseen myös Suomessa (Lehtonen 1997). Kuluneen vuosikymmenen aikana esille noussut huoli metsiemme monimuotoisuuden säilymisestä on lisännyt tiedon tarvetta metsiemme luontaisista prosesseista ja luontaisesta dynamiikasta. Metsätaloudessa on pyritty ottamaan käyttöön malleja ja menetelmiä, jotka jäljittelevät mahdollisimman paljon

metsän luonnonmukaista dynamiikkaa. Tästä johtuen metsän luontaisen häiriödynamiikan tuntemus on välttämätöntä ekologista perustietoa kehiteltäessä uusia malleja ja toimintatapoja.

Tärkein metsäpalojen esiintymiseen, laajuuteen ja voimakkuuteen vaikuttava tekijä on ilmasto (Johnson 1992). Tästä johtuen ilmastollisesti erilaisten alueiden tutkimustulosten soveltamisessa tulee olla hyvin varovainen eli emme voi suoraan soveltaa Pohjois-Amerikan tai Venäjän alueilla tehtyjä metsäpalotutkimuksia, vaan tarvitsemme myös Suomen olosuhteissa tehtyä tutkimusta. Mahdollisen ilmastomuutoksen aikaan saaman metsäpalojen lisääntymisen on arvioitu vaikuttavan boreaalisen havumetsävyöhykkeeseen enemmän kuin ilmastomuutoksen suorat vaikutukset (Flannigan ja Van Wagner 1991). Vuotuisen paloalan on ennustettu kasvavan ja palovälin lyhentyvän (Wotton ja Flannigan 1993, Kasischke ym. 1995). Tästä johtuen metsäpalohistorian selvittämistä on pidetty tärkeänä, jotta mahdollisen muutoksen vaikutuksia voitaisiin paremmin ennustaa (Goldammer ja Furyaev 1996).

2 Metsäpalohistorian tutkimusmenetelmiä

Nykyinen tehokas palontorjunta on vähentänyt metsäpalot niin vähiin, että niiden merkitystä on vaikea arvioida pelkästään viime vuosikymmenien paloja tarkastelemalla. Tästä johtuen tarvitaan ajallisesti riittävän kauas menneisyyteen ulottuvaa tietoa metsäpaloista. Mahdollisuuksia metsäpalohistorian määrittämiseen on useita. Tarkkaa ja kohtalaisen luotettavaa tietoa metsäpaloista on mahdollista hankkia tilastoista (esim. Saari 1923). Vaikka Suomesta onkin käytökelpoisia metsäpalotilastoja jo 1800-luvun loppupuolelta alkaen, runsaan sadan vuoden jakso on liian lyhyt metsäpalohistorian tutkimuksessa, ja lisäksi ajanjaksoon sisältyvä tehokas palontorjunta heikentää aineiston käyttökelpoisuutta. Järvenpohjasedimentteihin kerrostuneiden hiili- ja siitepölyhiukkasten avulla voidaan selvittää ajallisesti hyvin pitkälle ulottuva metsäpalohistoria, mutta palojen ajoitus ei kuitenkaan ole täysin tarkka, ja etenkin spatiaalinen tarkkuus on heikko (esim. Clark 1990). Menetelmän avulla saadaan selville vain alueellinen paloväli eli kuinka pitkin välein jossain järven ympäristössä on palanut, mutta ei tiedetä, kuinka usein joku tietty

alue, esimerkiksi metsikkökuvio, on palanut. Myöskään palojen laajuuksista ja palojen sijoittumisesta tutkimusalueelle ei saada tietoa. Myös turvekerrostumien hiiliraitoja voidaan käyttää metsäpalohistorian tutkimiseen. Menetelmä on spatiaalisesti tarkka, mutta ajoitus-tarkkuus on heikko.

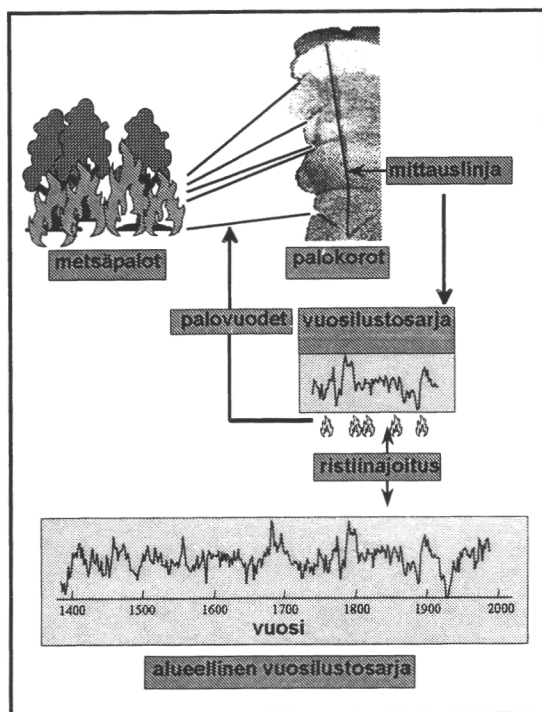
3 Dendroekologisen menetelmän periaate

Dendroekologialla tarkoitetaan tutkimussuuntaa, jossa käytetään dendrokronologisia menetelmiä ekologisia ongelmia tutkittaessa (Fritts ja Swetnam 1989). Menetelmä perustuu puun vuotuisen kasvunvaihteluun ja puun vuosilustojen tallentamien menneisyyden tapahtumien tulkintaan. Dendrokronologisen eli puulustoajoituksen avulla puun vuosilustojen syntyajankohta voidaan määrittää vuoden tarkkuudella. Puiden vuosilustoja voidaankin pitää eräänlaisena luonnon omana arkistona, josta voidaan lukea vuosisatoja vanhat tapahtumat.

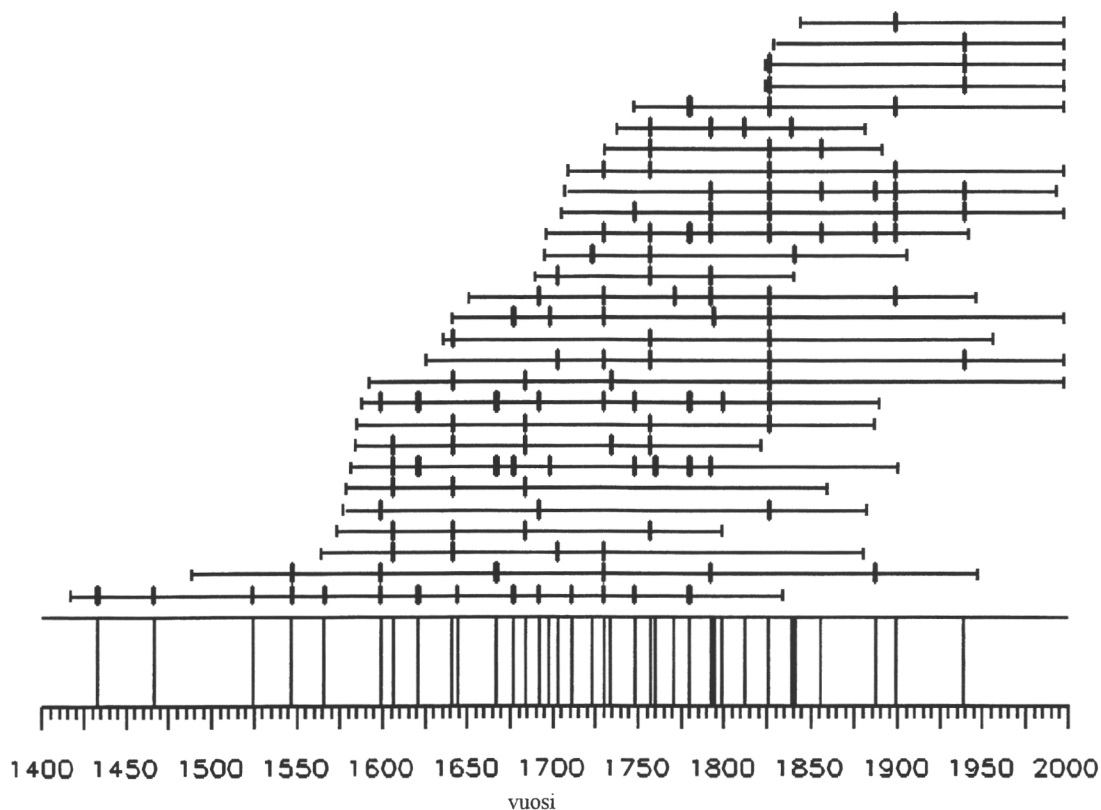
Dendroekologisin menetelmin metsäpalohistoria on mahdollista määrittää puissa olevien palokorojen avulla vuoden tarkkuudella noin 500 vuoden ajalta (Zackrisson 1977, Lehtonen ym. 1996). Metsäpalo aikaansaa puun jälsisolukon osittaisen kuoleamisen tai vaurioitumisen, jolloin syntyy palokoro, jota puu seuraavien vuosien paksuuskasvulla pyrkii peittämään. Määrittämällä ja ajoittamalla vaurioitunut vuosilusto saadaan selville palovuosi. Yleensä kuusi ja koivu kuolevat metsäpaloissa, mutta paksumpikaarnaisen männyn elpyminen riippuu palon voimakkuudesta, joten mänty soveltuu hyvin palohistoriatutkimuksiin. Petkeljärven kansallispuistossa olevasta mäntykelosta on määritetty yksitoista palokoroa, joten puu on selvinnyt vähintään yhtä monesta palosta hengissä, mutta on mahdollista, että paloja on ollut jopa enemmän, koska kaikista heikoimmat palot eivät aikaansaa koroa.

Dendroekologisessa metsäpalohistoriatutkimuksessa näytteet otetaan palon vaurioittamasta kohdasta elävistä puista, keloista, maapuista tai kannoista. Näytteinä voidaan käyttää joko poikkileikkauskiekkoja tai puun kyljestä otettuja kiilamaisia sektorinäytteitä. Näytteistä mitataan vuosilustojen paksuus 1/100 mm tarkkuudella, ja samalla määritetään mikroskoopin avulla palokorojen sijainti vuosi-

lustosarjassa. Mitattu vuosilustosarja ristiinajoitetaan käyttäen apuna aiemmin rakennettua alueellista vuosilustosarjaa. Ristiinajoituksella tarkoitetaan menetelmää, jossa ajoittamatonta lustosarjaa verrataan ja rinnastetaan lustosarjaan, jonka jokaisen vuosiluston tarkka ajoitus tiedetään, ja näin saadaan tarkka ajoitus myös ajoittamattoman lustosarjan jokaiselle vuosilustolle ja samalla myös näytepuusta löydettyille palokoroille (kuva 1.). Ristiinajoituksen taustalla on ajatus, että samalla alueella samaan aikaan eläneiden puiden kasvunvaihtelut ovat yhtenevät. Näin voidaan jo kuolleen puun vuosilustosarja rinnastaa tarkasti elävän puun vuosilustosarjan kanssa, jos sarjat menevät ajallisesti päällekkäin. Ristiinajoitus suoritetaan tietokoneohjelmia apuna käyttäen ja varmistetaan lopuksi visuaalisesti. Menetelmä mahdollistaa näytteiden oton kuolleista puista ja kannoista, ja näin voidaan määrittää pidempi metsäpalohistoria kuin pelkästään elävistä puista lustoja laskemalla saataisiin. Lisäksi samalla eliminoidaan mahdolliset näytepuiden lustosarjoissa esiintyvät virheet, kuten puuttuvat lustot ja valelustot, joita voi syntyä erilaisten häiriöi-



Kuva 1. Dendroekologisen metsäpalohistoriatutkimuksen periaate Lehtosen (1997) mukaan: 1. Metsäpalot aiheuttavat puuhun vaurioita, palokoroja. 2. Näytepuusta mitataan vuosilustosarja ja määritetään palokorojen sijainti vuosilustosarjassa. 3. Vuosilustosarja ajoitetaan ristiinajoittamalla alueellisen vuosilustosarjan kanssa. 4. Ajoitetusta vuosilustosarjasta saadaan palovuodet.



Kuva 2. Metsäpalohistoria Matrossan mallimetsäalueella Venäjän Karjalassa (Lehtonen ja Kolström julkaisematon). Vaakasuorat janat esittävät yksittäisen näytepuun vuosilustosarjan pituutta ja pystyviivat ajoitettuja paloja. Alla yhdistetty alueellinen palokronologia.

den kuten kasvukauden aikaisen hallan tai metsäpalojen aiheuttamina. Puuttuvat lustot tai valelustot aiheuttavat ajoitusvirheen, jos paloja määritetään lustoja laskemalla. Vuosiluston rakennetta ja vaurion kohtaa tarkemmin tutkimalla on myös mahdollista määrittää, onko palo tapahtunut varhaispuun vai myöhäispuun muodostumisen aikana. Näin saadaan tietoa myös tarkemmasta paloajankohdasta eli onko palo tapahtunut kasvukauden alku- vai loppupuolella (Dieterich ja Swetnam 1984, Lehtonen ja Huttunen 1997).

Näytteiden ajoituksen jälkeen alueelle voidaan muodostaa alueellinen palokronologia, josta nähdään alueella esiintyneet palot ja palojen esiintymisessä tapahtuneet muutokset (kuva 2). Palokronologia

Johdanto kirjasta "Tuntsan palo ja suuri noksisavotta"

Vesa Haataja

Kesä 1960 oli tämän vuosisadan toiseksi kuumin. Kosteimmatkin suopainanteet halkeilivat kuivuudesta. Sallan pohjoisilla selkosilla jyrähteli ukkonen itärajan molemmin puolin. Salama löi tunturiin lähellä rajaa kesäkuun lopulla ja sytytti ruutikuivan maan tuleen. Rajan takana nousi jo vankat savut, kun metsää syttyi palamaan myös Suomen puolella. Ukkosen sytyttämät erilliset kulot yhtyivät lopulta valtavaksi roihuksi. Pian näytti siltä kuin koko maailma olisi ollut tuleessa. Viimein annettiin suurpalohälytys.

Metsäpalon sammuttamiseen osallistui liki 500 miestä laajan pitäjän joka kulmalta. Vuoden 1960 Koillis-Lappi kertoo, että mukana oli " - - joka talosta yksi, parhaasta kaksi" miestä. Siviilien lisäksi paloa vastaan taisteli toista sataa varusmiestä. Tehokasta sammuttamista hankaloittivat pitkät erämaataipaleet, jonka vuoksi oli jatkuva ruuan puute. Ennennäkemätömän suuren palon sammuttamista oli erittäin vaikea hallita.

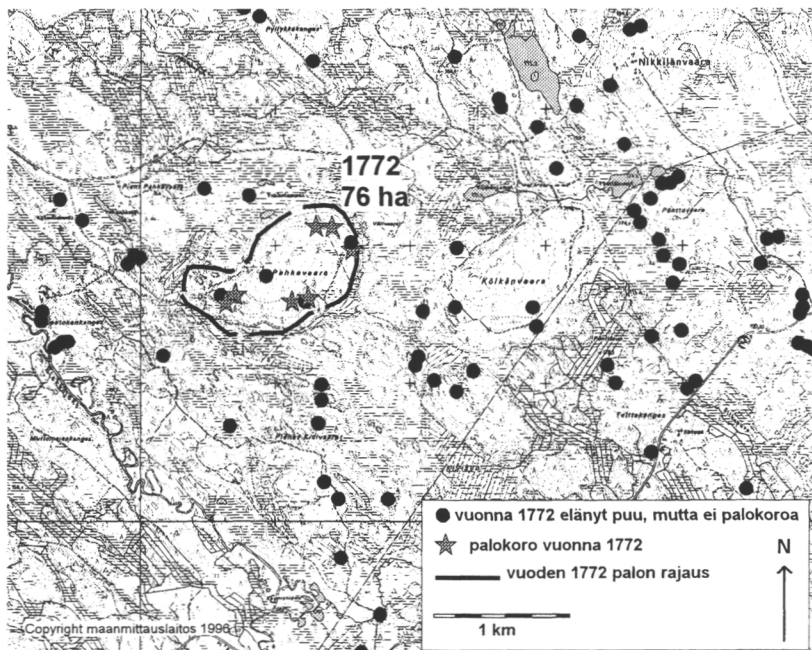
Tuntsan suurpalosta on kulunut nyt jo yli kolme vuosikymmentä. Metsäpalo oli Suomen lähihistorian suurin ja todennäköisesti se jää myös viimeiseksi. Maata paloi kaikkiaan noin 20 000 hehtaaria. Venäjällä palo raivosi vielä suurempana. Siellä paloalueen laajuus oli noin 100 000 hehtaaria. Palon lisäksi tunturimittarit tuhosivat alueen koivikoita vuonna 1965.

Varsinaista metsämaata tuhoutui noin 10 000 hehtaaria. Loppu oli vain vähän metsää kasvavia kitu- ja joutomaita sekä tunturipaljakaita. Palossa puustolle aiheutuneet vahingot jäivät pieniksi, mutta tuli tuhosi Sallan pohjoisen paliskunnan parhaita talvilaitumia. Palo sekoitti poromiesten tulevaisuuden pitkäksi aikaa, kun porokarja oli juuri saatu kuntoon sodan menetyksistä.

Kemi Oy teki kaupat metsähallituksen kanssa paloalueiden puista. Myöhemmin yhtiö osti puuta myös rajan takaisilta paloalueilta. Parhaimmillaan hanke työllisti noin tuhat henkilöä. Tuntsan miljoonasavotta oli Euroopan suurin. Se vilkastutti kauppaa ja liikennettä Sallassa. Rajavartiosto perusti alueelle kenttävartion. Paloalueelta korjattiin noin 300 000 m³ puuta. Kaikkiaan puutavaraa hakattiin yli miljoona kuutiometriä. Moottorisahat tekivät läpimurron Tuntsalla. Siellä kokeiltiin ensimmäisiä kertoja kourakonetta puunkorjauksessa. Myöhemmin seudulla on etsitty myös malmia, mutta heikoin tuloksin. Kemi Oy operoi Tuntsalla 15 vuotta.

Puita viljeltiin toistakymmentä vuotta sekä kylvämällä että istuttamalla noin 9 000 hehtaarin alalle. Maata on muokattu aauraamalla ja äestämällä sekä laikuttamalla. Metsän luontainen uudistuminen on erittäin hidasta Tuntsan äärevissä olosuhteissa. Keinollinen uudistaminen on onnistunut vain osittain. Viljelysavotta työllisti satoja nuoria ympäri Suomen niemen 1960-luvulla. Nykyisin metsänviljelystä on luovuttu.

Tuntsalla risteilee teitä enemmän kuin missään muualla tunturialueella. Palon ja puunkorjuun jäljet ovat vielä nähtävissä. Kulon jälkeinen musta puuton maa on alkanut kuitenkin vihertää. Porot palkivat siellä edelleen. Seudun latvavedet houkuttelevat kalastajia puoleensa, ja syksyisin myös metsä- ja marjamiehet liikkuvat alueella. Valtakunnallinen UKK-retkeilyreitti vie vaeltajän tuntureille ja outamaille. Sieltä löytyvät Tuntsan erämaa-alue ja Värriön luonnonpuisto. Itse paloalue on myös ainutlaatuinen nähtävyys. Paikkakunnan matkailuyrittäjät vievät myös talvisin matkailijoita hiihtämään tai moottorikelkkaretkille Tuntsalle.



Kuva 3. Menneisyyden metsäpalojen pinta-aloja voidaan arvioida määrättyinä vuonna vaurioituneiden puiden ja samana vuonna eläneiden, mutta vaurioitumattomien puiden avulla (Lehtonen 1997).

kertoo alueellista tietoa, ja sen avulla voidaan laskea palojen määrä tiettyä ajanjaksoa kohti tai keskimääräinen alueellinen paloväli elipalojen esiintymisen keskimääräinen väli jossain tutkimusalueella. On huomattava, että alueellinen paloväli on hyvin pinta-alariippuvainen. Laajemmalla alueella on todennäköisesti ollut useampia paloja kuin pienemmällä alueella samana aikana. Palovälillä yleensä tarkoitetaan palojen väliä tietyllä paikalla eli voidaan puhua pistefrekvenssistä. Pistefrekvenssiä laskettaessa pisteenä voi toimia yksittäinen puu, puujoukko tai mahdollisesti metsikkökuvio. Yksittäisistä puista laskettu paloväli saattaa kuitenkin jo poiketa metsikkökuvion lasketusta palovälistä, ja eri alueiden palovälejä vertailtaessa onkin tärkeää huomioida, mitä menetelmää niiden laskemiseen on käytetty.

4 Johtopäätökset

Dendroekologisen metsäpalohistoriatutkimuksen yksi suurimpia etuja on tarkka paikkaan sidottu tieto menneisyyden metsäpaloista. Menetelmän avulla voidaan varmasti sanoa, että tietyllä paikalla on tiettyinä aikana ollut metsäpalo ja näin arvioida luonnollisia palorajoja (vesistöt, suot) noudattaen menneisyyden palojen laajuuksia (Lehtonen 1998) (kuva 3). Spatiaalinen tarkkuus mahdollistaa myös palojen alueellisen sijoittumisen tarkastelun ja palojen muodostaman alueellisen mosaiikkimaisuuden tutkimisen. Lisäksi paloalueiden ja puuston rakenteen yhteistarkastelulla saadaan tietoa palojen voimakkuudesta.

Dendroekologinen metsäpalohistoriatutkimus tuo tärkeää tietoa metsiemme aikaisemmista vaiheista kehitettäessä uusia luonnonsuojelun mukaisia metsänkäsittelytapoja ja hoidettaessa luonnonsuojelualueita. Luonnonsuojelualueiden tärkeimpänä tehtävänä on alkuperäisen luonnon suojelu ja monimuotoisuuden säilyttäminen. Luonnonsuojelualueiden hoidon yksi suuri haaste onkin, kuinka säilyttää alueiden luontainen dynamiikka. Metsiemme käytön ja hoidon tulisi perustua tutkittuun tietoon. Metsäpalohistoriatutkimus on yksi keino saada tärkeää tietoa päätöksenteon tueksi. Se ei suoraan anna toimintaohjeita vaan tietoa siitä, kuinka palot aiemmin ovat vaikuttaneet luonnossa ja muokanneet metsämaisemaa.

Kirjallisuus

- Bergeron, Y. 1991. The influence of island and mainland lakeshore landscapes on boreal forest fire regimes. *Ecology* 72: 1980–1992.
- Clark, J.S. 1990. Fire and climate change during the last 750 yr in northwestern Minnesota. *Ecological Monographs* 60(2): 135–159.
- Dieterich, J.H. & Swetnam, W.S. 1984. Dendrochronology of a fire-scarred Ponderosa pine. *Forest Science* 30: 238–247.
- Flannigan, M.D. & Van Wagner, C.E. 1991. Climate change and wildfire in Canada. *Canadian Journal of Forest Research* 21: 61–72.
- Fritss, H.C. & Swetnam, T.W. 1989. Dendroecology: A tool for evaluating variations in past and present forest environments. *Advances in Ecological Research* 19: 111–188.

- Goldammer, J.G. & Furyaev, V.V. 1996. Fire in ecosystems of boreal Eurasia: Ecological impacts and links to the global system. Julkaisussa: Goldammer, J.G. & Furyaev, V.V. (eds.) *Fire in Ecosystems of Boreal Eurasia*. Kluwer Academic Publishers. s. 1–20.
- Johnson, E.A. 1992. *Fire and vegetation dynamics: Studies from the North American boreal forest*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kasischke, E.S., Christensen, N.L. & Stocks, B.J. 1995. Fire, global warming and the carbon balance of boreal forests. *Ecological Applications* 5: 437–451.
- Lehtonen, H. 1997. *Forest fire history in North Karelia: dendroecological approach*. Väitöskirja. Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta.
- 1998. Fire history recorded on Pine trunks and stumps: Influence of land use and fires on forest structure in North Karelia. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13: 462–468.
- & Huttunen, P. 1997. History of forest fires in eastern Finland from the 15th century AD – the possible effects of slash and burn cultivation. *The Holocene* 7(2): 223–228.
- , Huttunen, P. & Zetterberg, P. 1996. Influence of man on forest fire frequency in North Karelia, Finland, as evidenced by fire scars on Scots pines. *Annales Botanici Fennici* 33: 257–263.
- Saari, E. 1923. Kuloista etupäässä valtion metsiä silmälläpitäen. *Acta Forestalia Fennica* 6(5): 1–155.
- Tande, G.F. 1979. Fire history and vegetation pattern of coniferous forests in Jasper National Park, Alberta. *Canadian Journal of Botany* 57: 1912–1931.
- Viro, P.J. 1969. Prescribed burning in forestry. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67(7): 1–49.
- Wotton, B.M. & Flannigan, M.D. 1993. Length of fire season in a changing climate. *The Forestry Chronicle* 69: 187–192.
- Zackrisson, O. 1977. Influence of forest fires on the north Swedish boreal forest. *Oikos* 29: 22–32.
- , Nilsson, M.-C. & Wardle, D.A. 1996. Key ecological function of charcoal from wildfire in the boreal forest. *Oikos* 77: 10–19.

MAANPARANNUSAINEIDEN VAIKUTUS MÄNNYN, KUUSEN JA KOIVUN ALKUEHITYKSEEN ITÄ- LAPISSA

Pekka Välikangas

*Metsäntutkimuslaitos
Rovaniemen tutkimusasema
PI 16
96301 ROVANIEMI*

I Johdanto

I.1 Maan muokkaus

Metsän uudistamisen onnistumiseen vaikuttavat monet maaperän ja ilmaston ominaisuudet. Maanmuokkauksella pyritään ensisijaisesti helpottamaan viljelytyötä ja parantamaan taimien alkukehitystä ja kasvua. Eri tutkimuksissa voimaperäisen maanmuokkauksen on todettu lisäävän taimien kasvua ja elossapysymistä (Pohtila 1977, Levula 1988, Mälkönen 1991). Muokkauksen vaikutus riippuu käytettävän menetelmän oikeasta valinnasta ja muokkausjäljen laadusta. Veden vaivaamilla maillo suositellaan aurausta ja mätästystä, mutta kuivemmille maille riittää kevyt äestys tai laikutus (Ritari ja Lähde 1978, Mäkitalo 1999).

Pohjois-Suomen ilmasto on humidinen, sillä sademäärä on haihduttaa suurempi. Jos maa on lisäksi hienojakoista ja tiivistä, saattaa maan liika kosteus, kylmyys ja puutteellinen ilmanvaihto haitata mikrobien hajoitustoimintaa, juurten kasvua ja taimien menestymistä (Voss-Lagerlund 1976). Hienojakoisilla uudistusaloilla vedenläpäisevyys on huono, joten sade- ja sulamisvedet voivat kertyä maan pintaan. Korkealla oleva pohjavesipinta vähentää myös ilmatilaa pintamaassa (Lähde 1978). Maanmuokkauksella voidaan muuttaa maan fysikaalisia ominaisuuksia taimien kasvulle suotuisammaksi. Hienojakoisilla mailla on taimien kannalta riittävä kuivatus vain kohoumilla, mätäillä ja palteilla (Mannerkoski ja Möttönen 1990). Maan huokostilan kasvu ja maan lämpeneminen parantavat juurten kasvua ja uudistamistulosta (Rikala ym. 1989, Levula 1979). Muokkauksella saatu kasvunlisäys johtunee pääasiassa maan lämpötilouden ja vesitalouden parantumisesta, joka lisää juurten kasvua ja mikrobien hajoitustoimintaa (Leikola 1974).

Metsämaiden aurauksen maisemaa rumentava jälki on saanut osakseen suuren yleisön arvostelun, mikä on osaltaan vaikuttanut menetelmästä luopumiseen. Metsäauraus on kuitenkin todettu useissa tutkimuksissa parhaaksi uudistusmenetelmäksi Pohjois-Suomen vaikeasti uudistettavilla alueilla (Levula ja Heikkilä 1979, Mäkitalo 1999). Auras on viime vuosina pyritty korvaamaan mätästyksellä ja ojitusmätästyksellä. Mätästystä käytetään sekä Pohjois- että Etelä-Suomessa erityisesti veden vaivaamilla uudistusaloilla. Mättäiden tulisi olla matalia (10-20 cm), sillä korkeat yli 40 cm mättäät ovat kaikilla mailla epäedullisia (Laiho 1984, Kubin ja Savilampi 1995). Matalia mättäitä puoltavat myös ympäristönäkökohdat ja maaston säilyminen kulkukelpoisena.

1.2 Maanparannusaineiden käyttö

Tasapainoinen ravinteiden saatavuus on eräs perusedellytys puuston normaalille kehitykselle. Metsämaan ravinteisuuden hoito on korostunut parin viime vuosikymmenen aikana ilmansaasteista aiheutuneen happaman laskeuman vuoksi (Mälkönen 1998). Ilmansaasteet eivät kuitenkaan ole Suomessa tärkein syy puustossa ilmeneviin ravinnehäiriöihin. Maaperässä voi vallita ravinteiden niukkuutta, sillä

maaperän ravinteisuutta säätelee kivennäismaan geokemiallinen koostumus. Mitä enemmän kallioperästä on jääkausien aikana rapautunut emäksisiä mineraaleja, sitä enemmän niitä on maaperässä. Osa ravinteista voi huuhtoutua syvemmälle maaperään ja pohjaveteen. Alueellisten viljavuuserojen taustalla ovat kallioperän ja maaperän kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet (Tamminen 1998).

Metsän uudistamisvaiheessa on mahdollista käyttää maanparannusaineita tehokkaasti hyväksi. Hakkuutulojen lisäämiseksi tehtävän kasvatuslannoituksen rinnalle on tullut kunnostuslannoitus. Kunnostuslannoituksella pyritään korjaamaan maaperän ravinne-epätasapainoa ja lieventämään maaperän happamuuden mahdollisesti aiheuttamia haittoja. Kunnostuslannoitteet ja maanparannusaineet ovat useimmiten hienojakoisia mineraalijauheita, joista rapautumisen myötä vapautuu kivennäisravinteita kasvien käyttöön.

Yleisimmin käytetty maanparannusaine maa- ja metsätaloudessa on kalkkikivijauhe. Kalkituksella voidaan ehkäistä maaperän happamoitumista ja lisätä pitkäaikaisesti metsämaan kykyä kestää hapanta laskeumaa (Smolander ja Lehto 1998). Toisaalta kalkituksella tiedetään olevan myös haittavaikutuksia, sillä sen on todettu vähentävän havupuiden kasvua (Kukkola ja Saramäki 1983, Derome ym. 1998). Kalkituksesta ei myöskään ole mainittavaa hyötyä silloin, kun ravinnesuhteet ovat muuttuneet epäedullisiksi.

1.3 Puulajivalinta

Lapin pitkä ja luminen talvi luo omat vaatimukset puulajivalinnalle. Puulajeista lumikuormaa kestää huonoimmin mänty, sitten kuusi ja parhaiten koivu. Porot aiheuttavat suurta tuhoa koivutaimikoissa (Hyppönen 1998) ja toisaalta kuusentaimien alkukehitystä haittaavat kevähallat alavilla alueilla (Kubin ja Savilampi 1998). Ympäristöään korkeammat auranpalteet ja mättäät lieventävät hallatuhoja kuusen viljelyaloilla (Starr ym. 1982).

Puulajin valinnalla on merkitystä puuntuotoskyvyn ylläpitämisessä. Kasvatettavat puulajit vaikuttavat metsikön valo- ja lämpöoloihin. Metsikkösadantana tulevan happaman laskeuman määrä ja laatu muuttuvat puulajista riippuen kulkiessaan latvuserrosten läpi maahan (Lindroos ja Derome 1998). Lehtipuiden latvusto

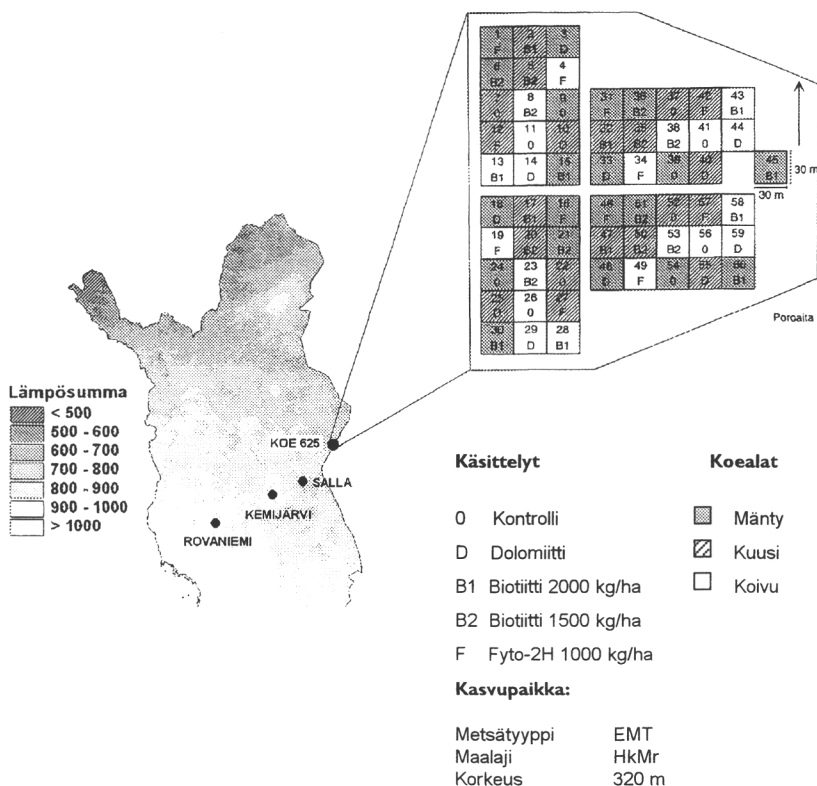
lieventää maahan tulevaa kuormitusta havupuihin verrattuna. Latvuston rakenteesta ja peittävydestä johtuen kuusikossa jää lumi-
peitteen antama suoja epätasaiseksi, minkä vuoksi kuusikko rou-
taantuu talvella syvemmältä kuin lehtimetsä.

Latvuston vähäisemmän varjostuksen ja maan heikomman rou-
taantumisen vuoksi maa lämpiää koivikoissa aikaisemmin keväällä
kuin kuusikoissa. Näillä seikoilla on merkitystä maan mikrobistolle
ja juurten toiminnalle. Yleensä koivikossa maan mikrobien toiminta
on aktiivisempaa kuin havumetsässä. Koivun lehtikarike hajooa
paremmin kuin männyn tai kuusen karike. Koivuilla on todettu ole-
van vähemmän happamoittava vaikutus ylempiin maakerroksiin kuin
havupuilla (Smolander ja Priha 1998).

1.4 Tutkimuksen tavoitteet

Kuolan niemimaan suuret ympäristötuhot ja saastepäästöt huolestut-
tivat suomalaisia 1980-luvun loppupuolella. Lapissa ilmeni samoihin
aikoihin lajittuneilla jäkäläkankailla voimakasta puiden harsuuntu-
mista vakavimpien metsätuhojen ilmetessä Sallassa Sätsin alueella.
Kuolan sulattojen rikki- ja raskasmetallipäästöjen ja metsätuhojen
välillä epäiltiin olevan yhteyttä. Kuolasta kulkeutuvien raskasmetal-
lien ja rikkipäästöjen epäiltiin myös vaikuttavan metsän uudis-
tamiseen Itä-Lapissa.

Metsäntutkimuslaitos perusti metsänviljelykokeen Sallan yhteis-
metsään Sätsin alueelle. Kokeen avulla pyritään selvittämään, voi-
daanko erilaisilla maanparannusaineilla lisätä maan haponneutra-
lointikykyä ja parantaa siten maan ravinteisuutta sekä uuden metsän
kehitystä. Kokeessa tutkitaan myös puulajivalinnan merkitystä il-
mastollisesti ankarissa oloissa. Tässä työssä esitetään kokeen tulok-
set yhdeksän kasvukauden jälkeen.



Kuva 1. Metsänuudistamiskokeen 625 sijainti ja koejärjestelyn kuvaus.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Koealue ja koejärjestely

Koe 625 sijaitsee Itä-Lapissa, Sallan yhteismetsässä Sätsin alueella Suomen ja Venäjän rajavyöhykkeellä (kuva 1). Alueen korkeus merenpinnasta on 320 metriä ja keskimääräinen vuotuinen lämpösusma 710 d.d. Koealue on kasvupaikkatyybiltään kuivahkoa kangasta ja maalaji on hiekkaista moreenia. Maannoskehitys eli podsoloituminen on muuttanut vain ohutta pintamaakerrosta. Orgaaninen kerros on kasvillisuuden laadusta johtuen huomattavan hapan (taulukko 1).

Taulukko 1. Maannoksen ominaisuuksia kokeella 625.

Kerros	Paksuus, cm	pH(vesi)
Orgaaninen kerros (O)	4,4	3,4
Huuhoutumiskerros (E)	5,6	3,9
Rikastumiskerros (B)	10,5	4,6
Pohjamaa (C)		4,9

Sätsi sijaitsee Itä-Lapin pohjagneissialueella. Alueen gneissit kuuluvat Suomen vanhimpiin 2 600–2 800 miljoonaa vuotta vanhoihin kiviin, ja ne ovat muinaisen poimuvuoriston juuriosia. Pohjagneissialueen pääkivilaji on metamorfoitunut gneissi. Gneisseissä esiintyy usein myös graniittia suonina tai omina osuuksinaan. Graniitit ja gneissit ovat piihapporikkaita, happamia kivilajeja, joiden päämineraalit, kvartsit ja maasälvät ovat heikosti rapautuvia. Tästä johtuen pohjagneissialueella kalsiumia ja magnesiumia on vähemmän kuin emäksisten kivilajien alueilla. Happamista kivilajeista syntynyt moreeni sisältää yleensä vähäisempiä määriä hienoainesta (Lintinen 1995).

Alueella kasvoi ennen hakkuuta eri-ikäistä, 100–250-vuotiasta luonnontilaista, kuusivaltaista sekametsää (mä 25%, ku 65%, ko 10%) (kuva 2). Puuston keskimääräinen runkotilavuus oli noin 100 m³/ha. Puusto hakattiin talvella 1989. Vallinneen puulajikoostumuksen perusteella alueen arvioitiin soveltuvan hyvin männyn, kuusen ja koivun puulajikokeelle.

Koejärjestelynä käytettiin arvottujen lohkojen menetelmää (Jeffers 1960). Käsittelyt toistettiin neljästi. Kokeessa oli viisi lannoitus-käsittelyä:

- C = lannoittamaton,
- D = dolomiittikalkki 2 000 kg/ha,
- B1 = biotiitti 1 500 kg/ha,
- B2 = biotiitti 3 000 kg/ha
- FH2 = Fyto 2H 1 000 kg/ha

Puulajeja oli kolme

- Mä = mänty
- Ku = kuusi
- Hk = hieskoivu.



Kuva 2. Koealue syksyllä 1988 ennen hakkuuta. Valok. P. Välikangas.

Koealue mätästettiin traktorikaivurilla syksyllä 1990. Ojitusmätästyksessä kaivettiin matalaa ojaa (n. 50 cm) sarkaleveydeltään 10 m. Mätäsrivien väli oli 2,5 metriä ja mätäitä oli 2 metrin välein kullakin rivillä. Ohjeena oli tehdä mätäistä noin 20–30 cm korkeita ja saada siten noin 2 000 viljelypaikkaa hehtaarille.

Lohkojen sisällä arvottiin eri lannoituskäsittelyt. Puulajit arvottiin lannoituskäsittelyittäin. Koealue lannoitettiin syksyllä 1990 ennen maanmuokkausta. Lannoitteet levitettiin käsin.

Kokeessa käytetyistä maanparannusaineista dolomiittikalkilla (**D**) (Ca 33 %, Mg 7 %) on suora neutralointivaikutus sekä pitkäaikainen maan happamoitumista ehkäisevä vaikutus, sillä se nostaa maan emäskyllästysastetta. Dolomiitin suhteellisen korkea magnesiumumpitoisuus turvannee pitkäaikaisesti puiden magnesiumin saannin.

Biotiitti (P 3 %, K 5 %, Ca 7 %, Mg 10 %, B 0,15 %) (**B1**) ja (**B2**) on ensisijaisesti hidasvaikutteinen kalsiumia, magnesiumia ja kaliumia sisältävä lannoite, mutta metsäkäyttöä ajatellen siihen on lisätty myös fosforia ja booria.

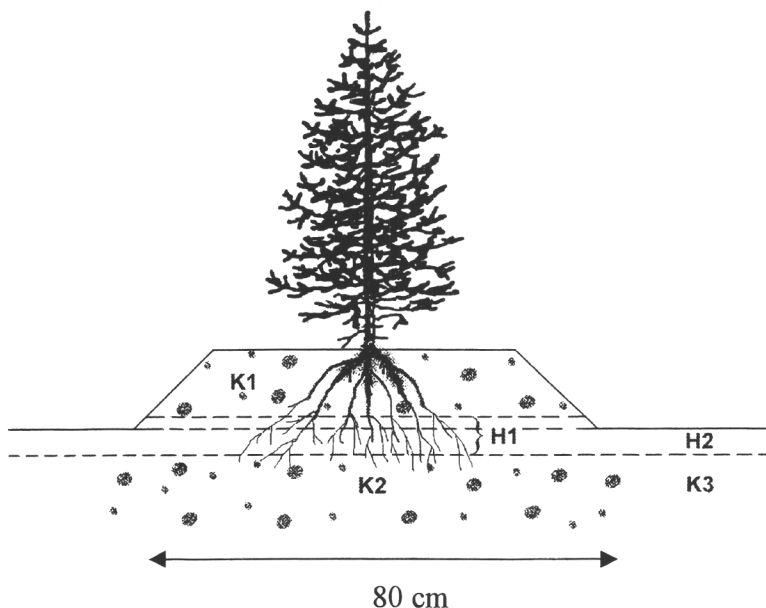
Fyto 2H (**FH2**) (K 5 %, Ca 20 %, Mg 7 %) on ilmansaasteista ja ravinnepuutteista kärsivän metsän ja puuston hoitoon tarkoitettu lannoite. Tuotteen valmistus on sittemmin lopetettu.

Taimet istutettiin keväällä 1991. Kaikkien puulajien siemenet olivat Itä-Lapista. Männyn, ja hieskoivun taimet olivat 1Mk ja kuusen taimet 1Mk–Ak pottitaimia. Ensisijaisena istutuskohteena oli mätään reunan ja laen välinen alue, jota tasoitettiin istuttamista varten. Männyn, kuusen ja koivun taimia istutettiin 180 kpl kullekin koealalle (30 m x 30 m). Koska koealue sijaitsee Sallan Pohjoisen paliskunnan alueella ja yhtenä viljeltävänä puulajina oli koivu, alue suojattiin poroaidalla.

2.2 Mittaukset ja analysointi

Taimien kasvu ja elossaolo inventoitiin kolmen, kuuden ja yhdeksän kasvukauden kuluttua viljelystä. Kokeen suuren taimimäärän, noin 10 000 kpl, vuoksi koealan 12 taimirivistä inventoitiin vain joka toinen. Koivuista mitattiin mittaushetken pituus, mutta männyn ja kuusen taimien pituuskasvu mitattiin jokaisessa mittauksessa taaksepäin kolmelta vuodelta. Elokuun 1999 inventoinnissa männyn ja kuusen taimista mitattiin pituudet vuosina 1999, 1998, 1997, 1996, 1995 ja koivun taimista vuonna 1999. Samalla arvioitiin myös taimien kunto ja elossaolo.

Inventointiriveiltä valittiin systemaattisella otannalla koealoittain 20 mätästä, joista otettiin maanäytteet (kuva 3). Mätään päältä, keskipisteen ja reunan puolivälistä, otettiin maanäytekairalla kivennäismaanäyte humuskerroksen pintaan asti. Koealalta saadut osanäytteet (20 kpl) yhdistettiin kokoomanäytteeksi. Tämän jälkeen mätästä leikattiin lapiolla näytteenottokohdasta niin, että kivennäismaan alla oleva humuskerros (H1) paljastui. Humuskerroksen päällä oleva kivennäismaakerroksen eli mätään paksuus mitattiin. Humuskerroksesta otettiin humussylinterillä näyte. Myös humusnäytteet (20 kpl) yhdistettiin koealakohtaiseksi kokoomanäytteeksi. Samasta pisteestä otettiin vielä humuskerroksen alta (K2) maanäytekairalla kivennäismaanäyte 0–5 cm kerroksesta. Myös nämä kivennäismaanäytteet yhdistettiin koealakohtaiseksi kokoomanäytteeksi.



Kuva 3. Maanäytteiden näytteenottokerrokset mättäässä. H1 = humus mättään alla, H2 = koskematon humus, K1 = kivennäismaa mättäässä, K2 = kivennäismaa mättään alla, K3 = koskematon kivennäismaa.

Koskemattomalta välialueelta inventointimättäiden tuntumasta otettiin humusnäytesylinterillä humusnäytteet (H2) (20 kpl), jotka yhdistettiin koealakohtaiseksi kokoomanäytteeksi. Samoista kohdista otettiin maanätekairalla kivennäismaanäyte 0–5 cm kerroksesta (K3). Myös nämä kivennäismaanäytteet yhdistettiin koealakoh-
taiseksi kokoomanäytteeksi. Maanäytteiden yhteismäärä oli 300 kpl.

Humuskerroksen orgaanisen aineen määrä oli kokeella kuivah-
koille kankaille ominainen, noin 40 tonnia hehtaarilla. Kaikkien ravinteiden pitoisuudet olivat Sätsin alueella korkeammat kuin ver-
tailu-arvona olevat ravinnepitoisuudet valtakunnan metsien kahdek-
sannen inventoinnin pysyviltä näytealoilta Pohjois-Suomesta määri-
tetyt (taulukko 2) (Tamminen 2000). Emäskyllästysasteen osalta tu-
loket vastasivat kuivien ja karukkokankaiden tasoa valtakunnalli-
sessa aineistossa (Tamminen 1998).

Neulas- ja lehtinäytteet otettiin systemaattisella otannalla 15 puus-
ta jokaisen koealan inventointiriveistä. Lehtinäytteet otettiin elo-
kuussa 1999 ja näytteenottovuoden neulasia edustaneet neulasnäyt-

Taulukko 2. Kontrollikoealojen (C) maa-analyysin tuloksia. Vertailuarvoina ravinnepitoisuuksia valtakunnan metsien kahdeksannen inventoinnin pysyviltä näytealoilta Pohjois-Suomesta (Tamminen 2000). KVK = kationinvaihtokapasiteetti, EKA = emäskyllästysaste.

Kerros	Ca g/kg	Mg g/kg	K g/kg	KVK mmol/kg	EKA %	pH H ₂ O
H1	2,877	0,393	0,579	33,3	57,4	3,8
H2	2,560	0,392	0,692	31,2	57,0	3,9
K1	0,017	0,003	0,016	0,8	18,5	4,9
K2	0,073	0,013	0,020	3,3	15,5	4,3
K3	0,058	0,011	0,027	3,4	13,3	4,2
Vertailuarvot (Tamminen 2000)						
H2	1,824	0,233	0,673			3,7
K3	0,027	0,007	0,012			4,3

teet 3–4 vuotta vanhoista oksista lokakuussa 1999. Neulas- ja lehtinäytteet yhdistettiin koealoittain yhdeksi analysoitavaksi näytteeksi.

Näytteiden esikäsittely tehtiin Sallan toimipaikan esikäsittelylaboratoriossa. Kivennäismaanäytteet punnittiin ilmakeivana, seulottiin 2 mm:n seulalla ja seulan läpi mennyt osa punnittiin. Seulalle jääneet sora ja juuret heitettiin pois. Kuivatut orgaaniset näytteet punnittiin ilmakeivana ja jauhettiin sen jälkeen myllyllä, jossa oli 2 mm:n pohjaseula.

Vaihtuvat ravinteet määritettiin bariumkloridiuutolla ja vapaana maavedessä olevat ravinnekationit natriumkloridiuutolla. Barium- ja natriumkloridiuutokset tehtiin Joensuun tutkimusaseman laboratoriossa. Bariumkloridiuutoista määritettiin ravinteet liekki-AAS:lla, vaihtuva happamuus titrattiin NaOH:lla pH 7. Natriumkloridiuutoista määritettiin ravinteet plasmaemissiospektrometrillä (ISP/AES) Rovaniemen tutkimusaseman laboratoriossa. Ravinteiden pitoisuudet olivat kuitenkin niin pieniä, ettei niiden tarkastelua pidetty aiheellisenä.

Totaaliravinteiden analysoinnissa käytettiin kuivapoltoa ja HCl-uuttoa, josta määritettiin ravinteet liekki-AAS:lla. Kaikki typpimääritykset tehtiin CHN-analysaattorilla (Leco) Parkanon tutkimusaseman laboratoriossa (Halonen ja Tulkki 1981).

Lannoituskäsittelyjen vaikutuksia puuston kasvuun, kuolleisuuteen sekä maa- ja neulasnäytteiden tuloksiin testattiin varianssianalyysin avulla. Käsittelyjen välisiä eroja testattiin maanäytteistä Tukeyn sekä neulas- ja lehtinäytteistä Dunnettin parittaisella T-testillä (Jeffers 1960).

3 Tulokset

3.1 Maan ravinteisuus ja happamuus

Maanparannusaineiden vaikutus humuskerroksen ja kivennäismaan pH-arvoihin oli hyvin vähäinen (taulukko 3). Ainoastaan mättään kivennäismaakerroksessa (K1) löytyi pieniä eroja. Kaikki käytetyt maanparannusaineet nostivat merkitsevästi kalsiumpitoisuuksia humuskerroksessa, dolomiittikalkki yli kaksinkertaiseksi lannoittamattomaan verrattuna. Kivennäismaassa muutokset jäivät vähäisemmiksi, mutta siinäkin dolomiittikalkin vaikutus kalsiumpitoisuuksiin oli suurin. Dolomiittikalkki nosti magnesiumipitoisuuksia sekä humuskerroksessa että kivennäismaassa moninkertaisiksi. Muiden käsittelyjen vaikutus magnesiumipitoisuuksiin rajoittui lähinnä humuskerrokseen (taulukko 3).

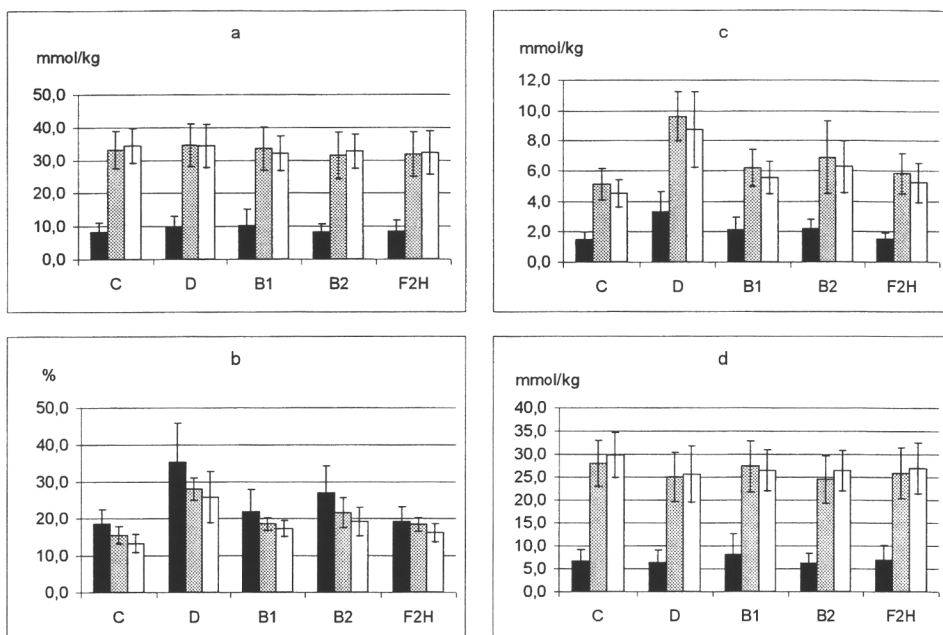
Biotiittilannoitus nosti merkitsevästi kokonaisfosforin pitoisuuksia humuskerroksessa. Vaihtuvan kaliumin pitoisuudet nousivat vain suurimman biotiittiannoksen (3000 kg/ha) vaikutuksesta ja silloinkin vain humuskerroksessa (taulukko 3).

Maanparannusaineet eivät aiheuttaneet muutoksia kivennäismaan kationinvaihtokapasiteettiin (kuva 4a), mutta emäskyllästysaste nousi (kuva 4b). Muutos oli suurin dolomiittikalkituksen seurauksena ja vähäisin Fyto 2H:n vaikutuksesta.

Dolomiittilannoitus nosti eniten myös emäskationien summaa (kuva 4c). Emäskationien vaihtelu käsittelyn sisällä eri maakerroksissa oli samansuuntainen. Kivennäismaan vaihtuvassa happamudessa oli kontrollikäsitellyn koskemattomalla kivennäismaalla korkeimmat arvot (kuva 4d).

Taulukko 3. Maan pH:n ja bariumkloridiin uuttuvien kalsiumin, kaliumin ja magnesiumin sekä humuskerroksen kokonaisfosforin pitoisuudet eri humus- ja kivennäismaakerroksissa käsittelyittäin. Samalla kirjaimella merkityt keskiarvot eivät Tukeyn t-testissä eronneet tilastollisesti ($p < 0,05$) toisistaan. F-arvojen kohdalla tähdet ilmoittavat, että varianssianalyyssissä käsittelety erosivat toisistaan 95 %:n (*), 99 %:n (**) tai 99,9 %:n (***) riskitasolla.

Tunnus	Käsittely	Humus ja kivennäismaakerros				
		H1	H2	K1	K 2	K3
pH	Kontrolli	3,8 ^a	3,9 ^a	4,9 ^{ab}	4,2 ^a	4,2 ^a
	Dolomiitti	3,8 ^a	3,9 ^a	5,0 ^b	4,4 ^a	4,4 ^a
	Biotiitti1	3,8 ^a	3,8 ^a	4,8 ^a	4,3 ^a	4,1 ^a
	Biotiitti2	3,9 ^a	4,0 ^a	4,9 ^{ab}	4,4 ^a	4,2 ^a
	Fyto 2H	3,9 ^a	3,9 ^a	4,8 ^a	4,3 ^a	4,1 ^a
Ca, mg/kg	Kontrolli	2886 ^a	2565 ^a	17 ^a	73 ^a	58 ^a
	Dolomiitti	5871 ^d	5611 ^d	39 ^b	106 ^b	86 ^b
	Biotiitti1	4208 ^b	4088 ^b	25 ^a	87 ^{ab}	72 ^{ab}
	Biotiitti2	5170 ^c	4910 ^c	28 ^{ab}	96 ^{ab}	76 ^{ab}
	Fyto 2H	4148 ^b	3888 ^b	19 ^a	75 ^a	62 ^{ab}
Mg, mg/kg	Kontrolli	389 ^a	389 ^a	3 ^a	13 ^a	11 ^a
	Dolomiitti	2067 ^c	1921 ^c	11 ^b	46 ^c	46 ^b
	Biotiitti1	571 ^b	656 ^b	4 ^a	16 ^{ab}	16 ^a
	Biotiitti2	705 ^b	742 ^b	4 ^a	17 ^{ab}	18 ^a
	Fyto 2H	669 ^b	596 ^{ab}	3 ^a	19 ^b	18 ^a
K, mg/kg	Kontrolli	586 ^a	704 ^a	16 ^a	20 ^a	27 ^{ab}
	Dolomiitti	586 ^a	665 ^a	16 ^a	22 ^{ab}	26 ^{ab}
	Biotiitti1	665 ^a	782 ^{ab}	21 ^a	24 ^{ab}	27 ^{ab}
	Biotiitti2	821 ^b	899 ^b	20 ^a	27 ^b	39 ^b
	Fyto 2H	547 ^a	665 ^a	14 ^a	21 ^a	24 ^a
Kokonais-P, mg/kg	Kontrolli	900 ^a	900 ^a			
	Dolomiitti	900 ^a	800 ^a			
	Biotiitti1	1100 ^b	1200 ^b			
	Biotiitti2	1200 ^b	1400 ^c			
	Fyto 2H	800 ^a	900 ^a			
F-arvo	pH	0,6	0,3	7,7 ***	2,0	2,7 **
	Ca	47,1 ***	50,2 ***	23,7 ***	3,8 **	3,1 **
	Mg	232,1 ***	116,5 ***	1,1	117,4 ***	44,4 ***
	K	11,4 ***	8,9 ***	4,0 **	3,9 **	2,7 **
	P	20,8 ***	23,2			



Kuva 4. Kivennäismaasta määritetty kationinvaihtokapasiteetti (a), emäskyllästyssaste (b), emäskationien summa (Ca + K +Mg) (c) ja vaihtuva happamuus (d) ja niiden keskihajonta käsittelyittäin.

■ Kivennäismaa mättäästä, ▨ kivennäismaa mättään alta, □ koskematon kivennäismaa.

3.2 Taimien ravinnetila

Männyllä dolomiittikalkki laski neulasten mangaani- ja booripitoisuuksia (taulukko 4). Muissa käsittelyissä selvin muutos männyn taimien ravinnetilassa oli biotiitti2-käsittelyn aiheuttama kalium-, kalsium- ja booripitoisuuksien nousu.

Kuusella dolomiittikalkki laski neulasten typpi-, fosfori-, kalium- ja mangaanipitoisuuksia ja nosti magnesiumpitoisuuksia. Useimpien ravinteiden pitoisuudet olivat korkeimpia biotiitti2-käsittelyllä (taulukko 4).

Lannoituskäsittelyt eivät sisältäneet typpeä, minkä vuoksi neulasten typpipitoisuus saattoi kontrollikoealoilla olla korkeampi kuin lannoituskäsittelyillä. Männyllä ja kuusella oli lievää typen puutetta,

Taulukko 4. Neulasten ja lehtien alkuainepitoisuudet puulajeittain eri käsittelyillä. Tähdellä (*) merkityt arvot poikkesivat Dunnettin t-testissä merkitsevästi ($p < 0,05$) kontrollikäsittelystä.

Käsittely	N	P	K g/kg	Ca	Mg	Mn	B mg/kg	Al
Mänty								
Kontrolli	13,2	1,56	5,19	1,66	0,93	343	14	228
Dolomiitti	13,1	1,50	4,97	1,72	1,13*	281*	12*	208
Biotiitti 1	13,1	1,56	5,30	1,68	0,93	343	19*	218
Biotiitti 2	12,9	1,53	5,59*	1,77*	0,94	312	26*	242
Fyto 2H	12,6*	1,53	5,44	1,68	1,01*	333	20*	214
Kuusi								
Kontrolli	13,7	1,79	6,41	4,23	0,98	844	12	124
Dolomiitti	11,8*	1,70*	6,06*	4,14	1,26*	449*	12	107
Biotiitti 1	12,5*	1,79	7,31*	4,05	1,04	632*	20*	103
Biotiitti 2	14,3*	1,86	7,41*	4,58*	1,05	587*	24*	122
Fyto 2H	13,9	1,79	5,93*	4,32	1,06*	796	19*	88*
Koivu								
Kontrolli	20,3	2,96	6,81	7,72	2,97	2457	29	34
Dolomiitti	19,3*	2,90	5,64*	7,88	5,00*	1337*	26	13*
Biotiitti 1	19,4*	3,03	7,08	8,28*	3,34*	2063*	40*	27
Biotiitti 2	19,8	3,09	7,31*	8,96*	3,60*	1880*	47*	24*
Fyto 2H	20,1	2,85	5,85*	8,23	3,73*	2100*	43*	29

jos pitoisuutta 14 g/kg pidetään sopivana. Koivun lehtien typpipitoisuudet olivat selvästi korkeammat, noin 20 g/kg. Dolomiittilannoitus nosti kaikilla puulajeilla magnesiumpitoisuutta merkitsevästi ja laski booripitoisuutta kaikilla puulajeilla, mutta vain männyllä merkitsevästi (taulukko 4).

Biotiittissa ja Fyto 2H -lannoitteissa on myös booria noin 0,15 %. Sopivana boorin määränä pidetään yli 8 mg/kg, joka ylittyikin kaikilla käsittelyillä, mutta kaikkein selvimmin biotiittikäsittelyssä.

Biotiittilannoitus nosti neulasten ja lehtien kaliumin määrää kaikilla puulajeilla merkitsevästi. Kuusilla dolomiitti aiheutti neulasten fosforipitoisuuksien selvän laskun. Fosforin sopivana rajana pidetään männynneulasissa yli 1,6 g/kg ja kuusenneulasissa yli 1,7 g/kg. Pitoisuudet vastasivat männyllä välttäviä ja kuusella tyydyttäviä arvoja lannoitussuosituksen mukaan.

Kaikki lannoitukset aiheuttivat neulasten ja lehtien mangaanipitoisuuksien laskun kaikilla puulajeilla, ja erityisesti koivukoealoilla

kaikki käsittelyt aiheuttivat lehtien mangaanipitoisuuksien merkitsevän alenemisen. Kalkituksen tiedetään vähentävän alumiinin määrää sekä humuskerroksessa että kivennäismaassa, joten alhaiset alumiinipitoisuudet verrattuna kontrolliin oli johdonmukaisia (taulukko 4).

3.3 Taimien pituuskehitys ja kuolleisuus

Maanparannusaineilla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta taimien keskipituuteen millään puulajilla (kuva 5a–c). Parhaiten oli kasvanut koivu, joka oli yhdeksän kasvukauden jälkeen keskimäärin 1,5–1,6 metrin mittaista. Seuraavaksi parhaiten oli kasvanut mänty, jonka keskipituus oli 0,9 metriä. Kuusen keskipituus oli vain 0,5 metriä, joten kuusen taimet juroivat edelleen.

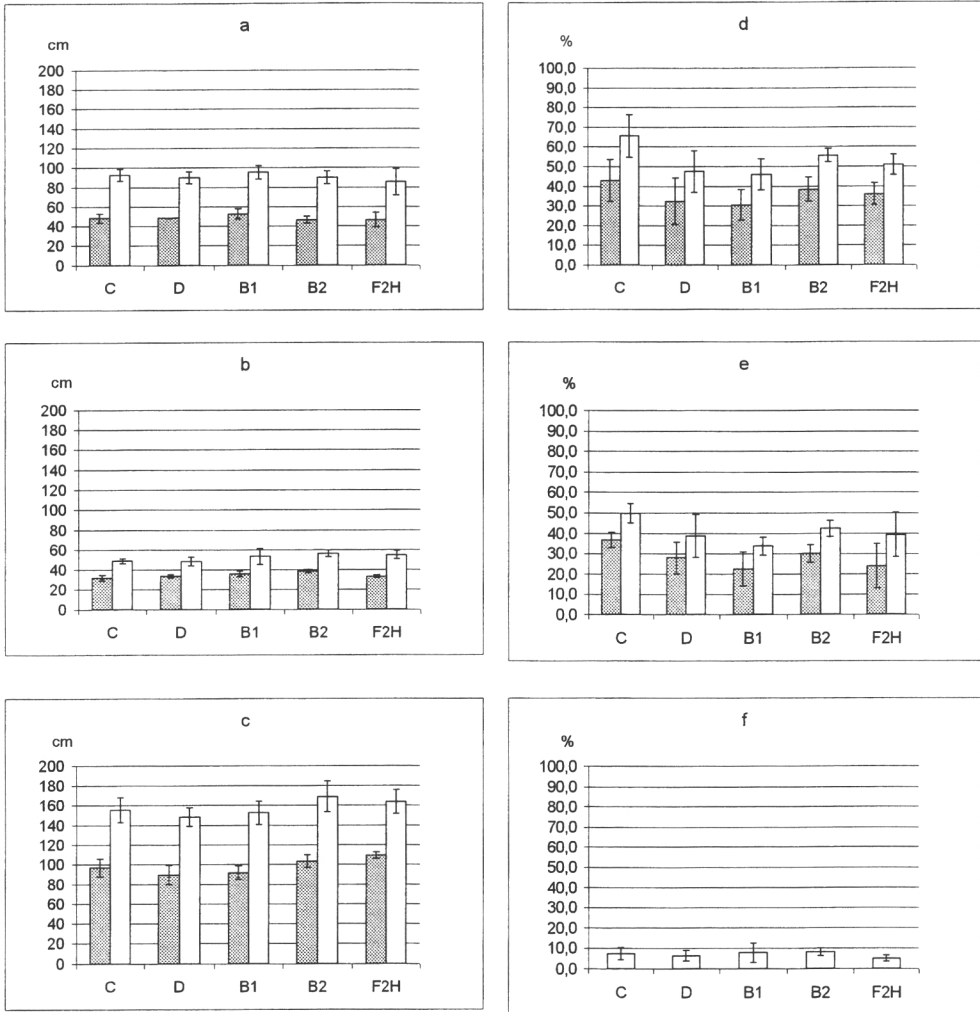
Kolmen viimeisen vuoden aikana männyn kuolleisuus oli keskimäärin hiukan suurempi kuin kuusen (kuva 5 d,e). Vuoden 1999 inventoinnin mukaan oli männyn kuolleisuus kontrollikäsittelyillä merkittävästi ($p < 0,05$) suurempi kuin dolomiitti- ja biotiitti1-käsittelyissä.

Yhdeksän kasvukauden jälkeen koivu oli menestynyt parhaiten kuolleisuuden ollessa alle 10 %, kun se kuusella oli noin 40 %. Männystä noin puolet oli kuollut ja puulajien väliset erot olivat merkitseviä (kuva 5 d-f).

Männyn ja kuusen taimilla talvihome oli yleisin tuhonaiheuttaja. Elävistä männyn taimista noin 10 % oli karistetaudin vaurioittamia, ja versosurma oli vaurioittanut 7 % taimista. Kuusista noin 15 % oli karistetaudin vaurioittamia. Hienojen maa-ainesten runsaudesta johtuen roudan aiheuttamia tuhoja tavattiin vielä melko runsaasti. Roudan aiheuttamia vaurioita oli neljällä prosentilla sekä männystä että koivuista. Kuusella roudan aiheuttamia tuhoja oli 8 %:lla taimista. Maanparannusaineilla ei ollut vaikutusta tuhojen esiintymiseen.

4 Tarkastelu ja päätelmät

Sallan yhteismetsässä Sätsissä oleva koe sijaitsee äärevissä oloissa välittömästi suojametsäalueen rajan eteläpuolella edustaen aluetta,



Kuva 5. Männyn (a), kuusen (b) ja koivun (c) taimien keskipituus ja keskipituuden keskihajonta käsittelyittäin vuoden 1996 (6 kasvukautta) ja vuoden 1999 (9 kasvukautta) mittauksissa sekä vastaavissa mittauksissa saadut männyn (d), kuusen (e) ja koivun (f) kuolleisuusprosentit keskihajontoineen. ■ v. 1996 ja □ v. 1999

jossa metsänuudistaminen yleensä kohtaa vaikeuksia. Alueen korkeus merenpinnasta, 320 metriä asettuu ns. korkeiden alueiden metsien rajalle, samoin alueen lämpösumma, 710 d.d. Yksityismetsien metsähoitosuosituksissa erotetaan alle 800 d.d.:n alueella olevat metsät omaksi erityisalueeksi. Alle 700 d.d.:n alueella olevat metsät kuuluvat suosituksissa suojametsäalueeseen, jossa metsien käsittelyn tulee olla erityisen varovaista.

Koealueella aiemmin kasvanut vanha puusto oli kuusivaltaista, mutta seassa oli sekä mäntyä että koivua. Alue sopi siten hyvin männyn, kuusen ja hieskoivun alkuvaiheen menestymistä selvittäväksi kokeeksi. Äärevistä olosuhteista johtuen voidaan olettaa, että kokeen antamilla tuloksilla on merkitystä myös vähemmän vaikeissa oloissa metsää uudistettaessa.

Parhaiten kokeessa menestyi hieskoivu. Koivulla ei havaittu mitään merkittäviä tuhoja ja koivun viljelytulosta, keskimäärin yli 90 % elävyys, voidaan pitää erittäin hyvänä. Männyn ja kuusen viljelytulos ei ole riittävän hyvä onnistunutta metsänuudistamista ajatellen. Sekä männyn että kuusen kuolleisuus oli viimeisen kolmen vuoden aikana jatkunut siten, että kuolleisuusprosentit olivat 1999 10–15 %-yksikköä suuremmat kuin kolme vuotta aiemmin. Männyn keskimääräinen elävyys, 50%, oli samansuuruinen kuin Valkosen (1992) työssään esittämä vastaavilla alueilla männyn istutuskokeilla saavutettu elävyys 10 vuoden iällä. Kuusen keskimääräinen elävyys, 60 %, sen sijaan jäi Valkosen esittämää kuusen istutuskokeilla saavutettua keskimääräistä elävyyttä, 70 %, alemmaksi.

Maan ravinnepitoisuudet olivat koealueella selkeästi korkeammat kuin valtakunnan metsien kahdeksannen inventoinnin koealoilta otetuissa näytteissä, joten heikkoa männyn ja kuusen viljelytulosta ei voida selittää ravinteiden puutoksella. Dolomiittikalkki ja biotiitti lisäsivät männyn elossaoloa merkitsevästi. Kuusella oli samansuuntainen tulos, mutta koivun kuolleisuuteen ei käsittelyillä ollut vaikutusta.

Männyn ja kuusen suhteellisen korkean kuolleisuuden voidaan olettaa johtuvan alueella esiintyvistä karistetaudista ja versosyövästä. Roudan tiedetään myös aiheuttaneen tuhoja ensimmäisinä vuosina viljelystä. Alueella esiintyvät tuhot tulevat lisäämään männyn ja kuusen kuolleisuutta vielä tulevina vuosina. Koivulla ei esiin-

tynyt mitään merkittäviä tuhoja, joten koivulle on olemassa hyvät ennusteet kasvun ja elossaolon suhteen aidatulla alueella

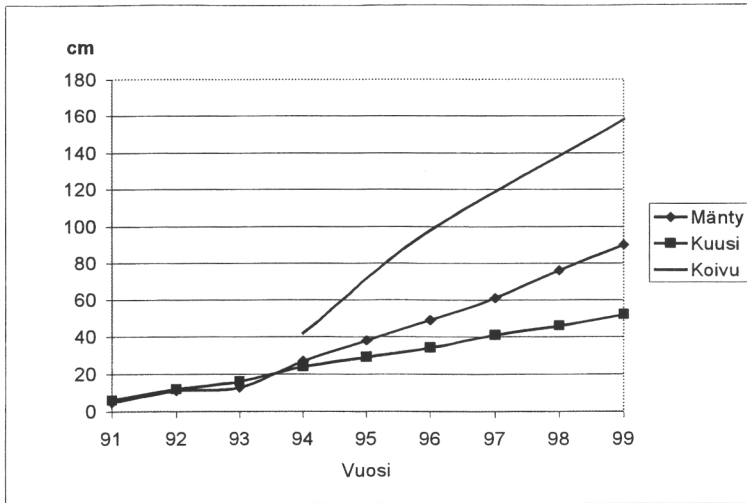
Talvihometta on yleensä runsaimmin paksun lumipeitteen alueella, joten se on Sätsin alueelle tyypillinen tauti. Tämän vuoksi lumenviipymäalueilla voidaan joutua harkitsemaan viljelyä muilla puulajeilla kuin mänyllä tai kuusella. Taimien nopea pituuskasvu yli lumirajan vähentäisi talvihomeen aiheuttamaa tuhoriskiä. Männyn ja kuusen taimet ovat koealueella vielä talvisin lumipeitteen suojassa. Varsinkin kuusen hidas alkukehitys merkitsee sitä, että talvihome voi vielä monen vuoden ajan lisätä sen kuolleisuutta.

Ravintesuhteita tasapainottava lannoitus on vähentänyt karistetautisuutta männyn taimilla fosfori- ja kaliumköyhällä turvemaalla (Kurkela 1975). Typen määrän muuttuminen muihin ravinteisiin nähdessä ei sen sijaan aiheuttanut muutoksia tautisuudessa. Kalkituksella ja neulasten kalsiumpitoisuudella ei Kurkelan (1975) mukaan ollut merkitystä lumikaristeen esiintymiseen. Tässäkin kokeessa korkein kuolleisuus oli sekä vuonna 1996 että 1999 lannoittamattomalla kontrollikäsitteilyllä.

Koivulla uudistettaessa ongelmana on viljelyalueen suojaaminen poroilta ja hirviltä ja sen tuomat lisäkustannukset. Aitaus on välttämätön hyvään koivunviljelytulokseen pyrittäessä poronhoitoalueella, jonka osoittavat myös aiemmat tutkimukset (Salla 1997, Hypönen 1998, Kubin 1998).

Verrattaessa yhdeksän kasvukauden jälkeen puulajien pituuskasvun kehittymistä (kuva 6) koivu erottuu selkeästi mäntyä ja kuusta nopeakasvuiseksi. Mänty ja kuusi ovat kasvaneet kolme ensimmäistä vuotta samalla tasolla, mutta sitten männyn kasvu on ohittanut kuusen kasvun ja yhdeksän kasvukauden jälkeen männyn keskipituus on noin 0,4 metriä suurempi kuin kuusen. Koivun keskipituus on yhdeksän kasvukauden jälkeen kaksinkertainen mäntyyn ja kolminkertainen kuuseen verrattuna. Valkosen (1992) tutkimuksessa männyn keskipituus oli 10 vuoden iällä 320 metrin korkeudella 1,2 metriä ja kuusen 0,8 metriä eli jonkin verran suurempi kuin tässä tutkimuksessa.

Maanäytteiden analyysitulokset osoittivat ravinteita olevan erityisesti mättään alla olevassa kerroksessa. Vähiten ravinteita oli mättään kivennäismaaosassa, johon taimi istutetaan. Aikaisempien tutkimusten mukaan kuitenkin suositellaan, että mättäiden on oltava



Kuva 6. Taimien keskipituuden kehitys puulajeittain kaikkien käsittelyiden keskiarvona.

matalia, jotta juuret pääsevät nopeasti ravinteita antavaan kerrokseen (Laiho 1984, Kubin ja Savilampi 1995). Aikaisemmissa männyn viljelytutkimuksissa Itä-Lapissa on saatu samansuuntaisia tuloksia (Pohtila 1972).

Neulasanalyysien mukaan männyllä ja kuusella oli lievää typen puutetta, jota käytettävät lannoitteet eivät korjanneet. Ilmenneitä tuhoja ajatellen olisi tärkeää, että taimet kasvaisivat nopeasti hankirajan yläpuolelle. Merkittävin muutos neulasten ja lehtien ravinnepitoisuuksissa tapahtui boorin kohdalla, jonka kohonneet pitoisuudet johtuivat biotiitti- ja Fyto 2H -lannoituksista. Neulasanalyysien perusteella voidaan tehdä johtopäätös, ettei koealueella ilmennyt luontaisesti mitään poikkeavaa ja että pitoisuuksien laskut ja nousut olivat johdonmukaisia seurauksia lannoituskäsittelyistä.

Tämän kokeen tulokset osoittavat, että maanparannusaineilla voidaan nostaa maan ravinteisuutta pitkäaikaisesti. Tuloksista näkyy myös, ettei koealueella ilmene mitään sellaista ravinnepuutosta, jolla olisi ratkaiseva vaikutus metsänviljelyn tulokseen. Koivua viljelemällä saatetaan vaikeasti uudistuvilla alueilla päästä parempaan viljelytulokseen kuin havupuilla. Tämä edellyttää kuitenkin uudistusalueen aitaamista.

Kiitokset

Tämän työn eri vaiheissa on ollut mukana useita henkilöitä Metsäntutkimuslaitokselta. Jokaisen työpanos on ollut omalta osaltaan tärkeä. Erityisesti tahdon kiittää professori Eino Mälköstä opinäytetyön ohjauksesta. MMT Pekka Tammiselle, metsätaloussinööri Teuvo Levulalle, suunnittelija Marja Huotarille ja MMT John Deromelle kiitokset avusta työn eri vaiheissa. Kiitän myös laboratoriimestari Anita Pussista, tutkimusavustaja Reijo Hautajärveä ja toimistovirkailija Kari Saariniemeä avusta tutkimusaineiston koostamisessa. Kiitän myös yliopettaja Pasi Pakkalaa ja opettaja Helena Korhosta Mikkelin Ammattikorkeakoulun Metsätalouden koulutussyksiköstä kannustavasta ohjauksesta.

Lähteet

- Derome, J. & Kukkola, M. 1998. Metsämaan kalkitus. Julkaisussa: Mälkönen, E. (toim.). Ympäristömuutos ja metsien kunto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 227–234.
- Halonen, O & Tulkki, H. 1981. Ravinneanalyysien työohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 36. 23 s.
- Hyppönen, M. 1998. Aitaamisen vaikutus koivun luontaiseen uudistumiseen poron kesälaidunalueella Rovaniemen maalaiskunnassa. Julkaisussa: Hyppönen, M., Penttilä, T. & Poikajärvi, H. (toim.). Poron vaikutus metsä- ja tunturiluontoon. Tutkimusseminaari Hetassa 1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 678: 99–108.
- Jeffers, J.N.R. 1960. Experimental design and analyses in forest research. Stockholm. 172 s.
- Kubin, E. 1998. Rauduskoivun viljelyn onnistuminen poronhoitoalueella. Julkaisussa: Hyppönen, M., Penttilä, T. & Poikajärvi, H. (toim.). Poron vaikutus metsä- ja tunturiluontoon. Tutkimusseminaari Hetassa 1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 678: 92–98.
- & Savilampi, P. 1995. Mättäiden koon ja istutuspaikan vaikutus taimetumiseen. Julkaisussa: Poikolainen J. & Väärä T. (toim.). Metsäntutkimuspäivät Kuusamossa 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 552: 28–40.
- Kukkola, M. & Saramäki, J. 1983. Growth response in repeatedly fertilized pine and spruce stands on mineral soils. Seloste: Toistuvalla lannoituksella saatava kasvunlisäys kivennäismaiden männikoissä ja kuusikoissa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 4: 145–153.

- Kurkela, T. 1975. Incidence of snow blight on Scots pine as affected by fertilization and some environmental factors. *Seloste: Lannoituksen ja eräiden ympäristötekijäin vaikutuksesta männyn tainten lumikaristeisuuteen. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 85.2. 35 s.
- Laiho, O. 1984. Maanmuokkaus kivennäismaiden ongelma-alueilla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 184: 16–24.
- Leikola, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84.2. 64 s.
- Levula, T. 1988. Kulotus ja muokkaus maankunnostusmenetelmillä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 300: 15–30.
- & Heikkilä, R. 1979. Maankäsittelyn vaikutus männyntaimien alkukehitykseen Lapissa. *Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja* 18. 12 s.
- Lindroos, A.-J. & Derome, J. 1998. Laskeuma ja sen vaikutus metsämaahan. *Julkaisussa: Mätkönen, E. (toim.). Ympäristönmuutos ja metsien kunto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 151–157.
- Lintinen, P. 1995. Origin and physical characteristics of till fines in Finland. *Geological Survey of Finland. Bulletin* 379. 83 s.
- Lähde, E. 1978. Maan käsittelyn vaikutus maan fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä männyn ja kuusen taimien kehitykseen. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 94.5. 59 s.
- Mannerkoski, H. & Möttönen, V. 1990. Maan vesitalous ja ilmatila metsäaurausalueilla. *Silva Fennica* 24(3): 279–301.
- Mäkitalo, K. 1999. Effect of site preparation and reforestation method on survival and height growth of Scots pine. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 512–525.
- Mätkönen, E. 1991. Improvement of site factors through soil tilling in Nordic conditions. *Julkaisussa: Efficiency of stand establishment operations. New Zealand Ministry of Forestry, Forest Research Institute. Bulletin* 156: 196–203.
- 1998. Metsien merkitys. *Julkaisussa: Mätkönen, E. (toim.). Ympäristönmuutos ja metsien kunto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 691: 7–9.
- Pohtila, E. 1972. Tutkimuksia aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa. *Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja* 6. 97 s.
- 1977. Reforestation on ploughed sites in Finnish Lapland. *Seloste: Aurattujen alojen metsänviljely Lapissa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91(4). 98 s.
- Rikala, R., Ryyppö, A.M. & Vapaavuori, E.M. 1989. Effect of root temperature on net photosynthesis and growth of shoots and roots in pine seedlings by the time of bud burst. *OECD photosynthesis Workshop. Lahti, Finland, 12–16, August, 1989.*
- Ritari, A. & Lähde, E. 1978. Effect of site preparation on physical properties of soil in a thick-humus spruce stand. *Seloste: Muokkauksen vaikutus pak-*

- susammalkuusikon maan fysikaalisiin ominaisuuksiin. *Communcationes Instituti Forestalis Fennae* 92.7. 37 s.
- Salla, J. 1997. Uudistusmenetelmien ja poronlaidunnuksen vaikutus taimien alkukehitykseen Koillismaalla. Rovaniemen metsäoppilaitos. 32 s.
- Salonen, K. 1994. Metsän lannoitus. Julkaisussa: Tapion taskukirja 1994. 246–252.
- Smolander, A. & Lehto, T. 1998. Kalkituksen vaikutus metsämaan mikrobi-toimintaan ja mykorritsoihin. Julkaisussa: Mätkönen, E. (toim.). Ympäristönmuutos ja metsien kunto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 232–234.
- & Priha, O. 1998. Metsämaan happamuus ja ravinteisuus. Julkaisussa: Mätkönen, E. (toim.). Ympäristönmuutos ja metsien kunto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 232–234.
- Starr, M., Levula, T. & Heikkilä, R. 1982. Männyn ja kuusen taimien alkukehitys muokkaus- ja lannoituskokeilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 51. 16 s.
- Tamminen, P. 1998. Maaperätekijät, kangasmaiden ominaisuuksien kartoitus. Julkaisussa: Mätkönen, E. (toim.). Ympäristönmuutos ja metsien kunto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 64–75.
- 2000. Julkaisematon maaperäaineisto VMI 8:n pysyviltä näytealoilta. Metsäntutkimuslaitos.
- Valkonen, S. 1992. Metsien uudistaminen korkeilla alueilla Pohjois-Suomessa. Summary: Forest regeneration at high altitudes in Northern Finland. *Folia Forestalia* 791. 84 s.
- 1997. Puulajit. Tapion Taskukirja 1997. 179–187.
- Voss-Lagerlund, K. 1976. Effect of soil preparation on the bacterial population in forest soil. Seloste: Muokkauksen ja lannoituksen vaikutus metsämaan mikrobistoon. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 86.7. 35 s

LAPIN LUONTAISESTI SYNTYNEIDEN MÄNNYNTAIMIKOIDEN HARVENNUS, ESIMERKKINÄ SIIKASELÄN KOE

Martti Varmola

*Metsäntutkimuslaitos
Rovaniemen tutkimusasema
PL 16
96301 ROVANIEMI*

I Johdanto

Lapin kivennäismaiden metsämaan yleisin kasvupaikkatyyppi 49 %:n osuudellaan on kuivahko kangas (Kuusela ym. 1986), jonka vallitsevana puulajina on mänty (*Pinus sylvestris* L.). Täystiheänä luonnonmännikkönä EMT:n runkoluku on nuoruusvaiheessa korkea: 20-vuotiaana noin 20000 r/ha, 30-vuotiaana noin 6000 r/ha ja 40-vuotiaanakin noin 4500 r/ha (Ilvessalo 1937). Sarvaksen (1950) harshintametsiköitä koskeneessa tutkimuksessa EMT-männiköissä oli keskimäärin 11100 r/ha ja alle 10 cm mittaista vaihtuvaa taimiainesta lisäksi keskimäärin 10600 tainta/ha. Uudempien selvitysten mukaan nykytaimikot ovat keskimäärin harvempia. Lähinnä kuivahkoja kankaita sisältäneessä aineistossa siemenpuualoilla oli Etelä-Lapissa yli 10 cm mittaisia männyn taimia keskimäärin 4900 r/ha ja Pohjois-

Lapissa vain 1800 r/ha, kun maanpinnan käsittelystä oli kulunut 4–20 vuotta. Alle 10 cm mittaista vaihtuvaa taimiainesta oli lisäksi keskimäärin 3500 tainta/ha (Norokorpi 1983).

Luontaisesti syntyneet männyntaimikot harvennetaan nykyisten ohjeiden mukaan yksityismailla tiheyteen 1800–2000 r/ha valtapituuden ollessa 4–7 m (Luonnonläheinen metsänhoito 1994) ja valtion mailla tiheyteen 1600–2000 r/ha keskipituuden ollessa 3–6 m (Metsänhoitosuosituksen ... 1994). Ohjeissa korostetaan puiden laadun ottamista huomioon taimikonharvennuksessa.

Tutkimusten mukaan taimikonharvennuksella ei ole yleensä vaikutusta jäävän puuston pituuskasvuun, mutta järeytyminen on sitä nopeampaa, mitä voimakkaammin taimikko harvennetaan. Mitä aiemmin taimikko harvennetaan, sitä voimakkaampia reaktiot ovat (Mäkinen 1959, Vuokila 1972, Andersson 1974, Vestjordet 1977, Parviainen 1978, Thernström 1982, Varmola 1982, Fryk 1984, ja Pettersson 1993).

Tämän tutkimuksen aineistosta on aiemmin julkaistu alustavat tulokset harvennusreaktiosta ja puuston ulkoisesta laadusta 10 vuotta taimikon harvennuksen jälkeen (Varmola 1987). Tulosten mukaan harvennus (625–4444 r/ha) ei vaikuttanut lainkaan valtapuiden, hehtaaria kohden 500 paksuimman puun tai edes 500–1000 paksuimman puun eli kasvatushakkuissa poistettavien puiden kasvuun. Harvennuksella oli lievä vaikutus peruspuuston (500 paksuinta puuta/ha) paksuimpien oksien paksuuteen (noin 4 mm äärivaihtoehtojen välillä) ja latvussuhteeseen (noin 10 %-yksikköä). Taimikon tiheys ennen taimikonharvennusta vaikutti puiden ulkoiseen laatuun: niissä taimikoissa, joissa tiheys oli ollut 3000–5000 r/ha, paksuin oksa tyvitukin alueella oli keskimäärin 8 mm paksumpi verrattuna täystiheisiin taimikoihin (6000–11000 r/ha). Syiksi harvennusreaktion puuttumiseen esitin luonnontaimikoiden eri-ikäisyyttä ja -kokoisuutta ja siitä johtuvaa suurta pituusvaihtelua sekä siemenpuiden aiheuttamaa aukkoisuutta, minkä vuoksi valta- ja peruspuut eivät olleet joutuneet kilpailemaan muiden puiden kanssa (Varmola 1987).

Luontaisesti syntyneet kuivahkon kankaan männiköt muodostavat tulevaisuudessakin suuren osan Lapin mäntytukkipuun tuotannosta. Sen vuoksi on tärkeää tietää, miten taimikoita tulee harventaa hyvän tuotoksen ja laadun varmentamiseksi, vai tuleeko niitä harventaa ollenkaan. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten taimi-

konharvennus vaikuttaa jäävän puuston kasvuun ja laadulliseen kehitykseen, kun aikaväli on pisimmillään taimikonharvennuksesta ensiharvennukseen.

2 Aineisto ja menetelmät

Aineisto koostui viidestä luontaisesti syntyneeseen männyn-taimikkoon vuosina 1972–73 perustetusta kokeesta eri puolilla Lapia (taulukko 1). Metsiköt olivat Peräpohjolan metsäkasvillisuusvyöhykkeen kuivahkon kankaan taimikoita. Ylispuiden poiston jälkeen taimikot olivat kehittyneet luonnontilaisina koesarjan perustamiseen saakka, jolloin ne harvennettiin koesuunnitelman mukaisesti.

Koesarjaa perustettaessa taimikoiden valtapuuston keski-ikä vaihteli 23:sta 45:een vuoteen (taulukko 1). Etelä-Lapissa sijaitsevilla kokeilla 1 ja 5 harvennus tehtiin varsin myöhäisessä vaiheessa ja taimikko oli valtapituudeltaan (sadan pisimmän puun keskiarvo) yli 8 m. Lämpösumman mukaan karuimmissa oloissa sijaitsevilla kokeilla 2 ja 4 harvennus tehtiin aikaisemmassa vaiheessa taimikon ollessa valtapituudeltaan noin 4 m.

Aineisto oli alkutiheydeltään, puulajisuhteiltaan ja kasvupaikaltaan jokseenkin yhtenäinen. Mäntyjen tiheys ennen taimikonharvennusta oli kaikissa kokeissa keskimäärin yli 5000 r/ha ja sekapuulajien, lähinnä koivun, osuus vähäinen. Gustavsenin (1980) mallilla estimoitu pituusboniteetti oli kaikissa kokeissa keskimäärin 16 (taulukko 1), mikä kuvasti kokeiden kuuluvan kasvupaikaltaan kuivahkon kankaan rehevämpään osaan.

Satunnaistettujen lohkojen mukaisesti järjestetyissä kokeissa oli kolme lohkoa ja jokaisessa lohossa kuusi neliön muotoista koealaa (50x50 m). Koealoille arvotut harvennukset tehtiin tiheyksiin 625, 1111, 1600, 2500 ja 4444 r/ha. Taimien keskietäisyys oli vastaavasti 4, 3, 2,5, 2 ja 1,5 metriä. Lisäksi yksi koeala kustakin lohkostä jätettiin harventamatta. Ensisijaisena harvennusperusteena oli jäävän puuston tasainen tilajärjestys. Harvennustavasta johtuen poistettavassa puustossa oli puita kaikista pituusluokista. Tämä ilmeni harvennuksen jälkeisissä keskipituuksissa. Alaharvennuksessa keskipituus yleensä nousee, mitä ei havaittu tämän tutkimuksen koealoilla.

Taulukko 1. Taimikoiden yleiskuvaus.

	1	2	Koe 3	4	5
Sijaintikunta	Rovaniemen mlk	Salla	Kolari	Inari	Rovaniemen mlk
Leveysaste	66° 11'	66° 58'	67° 12'	68° 53'	66° 53'
Pituusaste	26° 48'	29° 02'	24° 13'	28° 09'	25° 03'
Korkeus mpy, m	210	220	200	160	140
Lämpösumma	902	803	854	756	902
Metsätyyppi	EMT	EMT	EMT	EMT	EMT
Pituusboniteetti					
(Gustavsen 1980)	15,6	16,4	16,5	15,8	15,6
Koalojen (toistojen) lukumäärä	18 (3)	18 (3)	12 (2)	18 (3)	18 (3)
Valtapuiden ikä harvennushetkellä, v	45	23	26	24	39
Koepuiden keski-ikä, v (hajonta)	39 (6)	18 (3)	23 (4)	20 (3)	34 (5)
Valtapituus harvennushetkellä, m					
(100 pisintä puuta)	8,6	4,4	5,1	4,1	8,1
Runkoluku ennen harvennusta, kpl/ha					
männyt	7300	11000	7300	5700	8900
kaikki puulajit	7600	13100	8200	6000	10000
vaihteluväli	5025–9275	3750–11425	4325–8775	2000–7750	4550–12025
Harvennusajankohta	k. -73	s. -73	s.-72	s. -73	k. -73
Puuston aiempi käsittely	palanut 1830 suojuosp.h. 1931 ylisp.h. 1951		ylisp.h. 1955		ylisp.h 1954

Taimikot mitattiin vuonna 1972 tai 1973 ennen harvennusta ja sen jälkeen. Uusintamittaukset tehtiin vuosina 1982 ja 1992.

Harvennusvoimakkuuden merkitsevyyttä tarkasteltiin varianssianalyysillä kokeittain erillisinä satunnaistettujen lohkojen kokeina. Tilastollisesti merkitseväenä erona pidettiin 95 %:n todennäköisyyttä ($p \leq 0,05$). Eri tiheyksien välisiä eroja tarkasteltiin pareittaisilla vertailuilla, joissa käytettiin Tukeyn HSD-testiä. Kokeiden välisiä eroja ei voitu testata varianssianalyysillä, koska aineisto jakaantui selvästi kahteen osaan. Etelä-Lapin taimikot oli harvennettu myöhäisessä vaiheessa (kokeet 1 ja 5) ja pohjoisemmat taimikot (2 ja 4) aikaisessa vaiheessa. Koe 3 edusti taimikkoa näiden kahden ryhmän välillä.

3 Tulokset

3.1 Metsiköiden kehitys

3.1.1 Kuolleisuus

Itseharveneminen oli kahdenkymmenen vuoden aikana tiheimmillä koealoilla keskimäärin sitä suurempaa, mitä pitempää puusto oli. Täysin kuolleen pystypuuston sekä kaatuneiden ja elävän latvuksen puolenvälin alapuolelta katkenneiden puiden yhteinen osuus oli 1992 käsittelemättömillä koealoilla 13,1 % kokeessa 1, 12,6 % kokeessa 5 ja muissa kokeissa alle 5 % runkoluvusta (taulukko 2). Tiheydellä 2500 r/ha tai sitä harvemmissa merkittävää itseharvenemista ei ollut missään kokeessa. Puustossa ei ollut merkittäviä ulkoisia abioottisia tai bioottisia tuhoja, joten puuston kuoleamisen suurimpana syynä oli puiden keskinäinen kilpailu. Kokeissa 2 ja 4, joissa valtapituus oli noin 9 metriä 1992, itseharveneminen oli vielä vähäistä. Itseharveneminen oli kokeen 3 harventamattomilla koealoilla ja myös tiheydellä 4444 r/ha huomattavan vähäistä verrattuna kokeisiin 1 ja 5, vaikka valtapituus olikin samaa luokkaa eli 11–13 metriä.

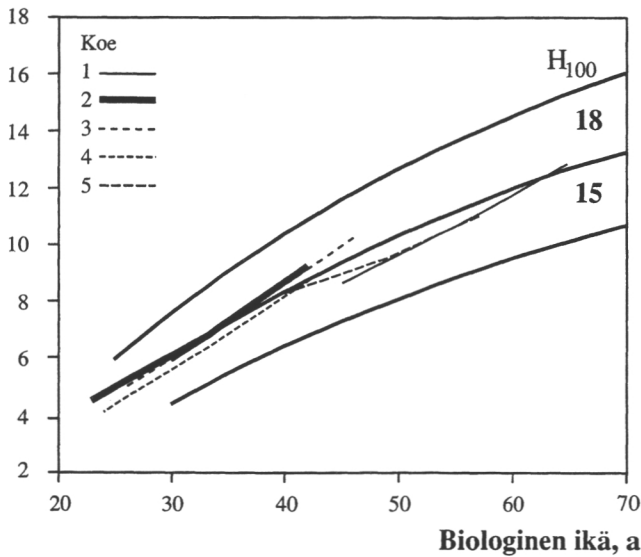
Taulukko 2. Kuolleen pystypuuston, kaatuneiden ja elävän latvuksen puolenvälin alapuolelta katkenneiden puiden määrä eri kokeilla ja harvennusvaihtoehdoissa 1992.

Käsittely	Koe				
	1	2	3	4	5
	% kokonaisrunkoluvusta				
625 r/ha	1,3	0,0	0,0	0,0	5,2
1111 r/ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
1600 r/ha	0,5	0,5	0,0	0,4	1,0
2500 r/ha	1,9	0,6	0,5	0,6	2,9
4444 r/ha	5,1	1,6	1,0	1,0	3,0
Ei harvennettu	13,1	4,1	1,7	3,0	12,6

3.1.2 Puuston kehitys

Peräpohjolan metsäkasvillisuusvyöhykkeen EMT luetaan kuuluvaksi pituusboniteettiinluokkaan $H_{100} = 15$ (Gustavsen 1980). Kokeiden valtapituuden kehitys noudatti tarkasti valtapituus käyrien $H_{100} = 15$ –

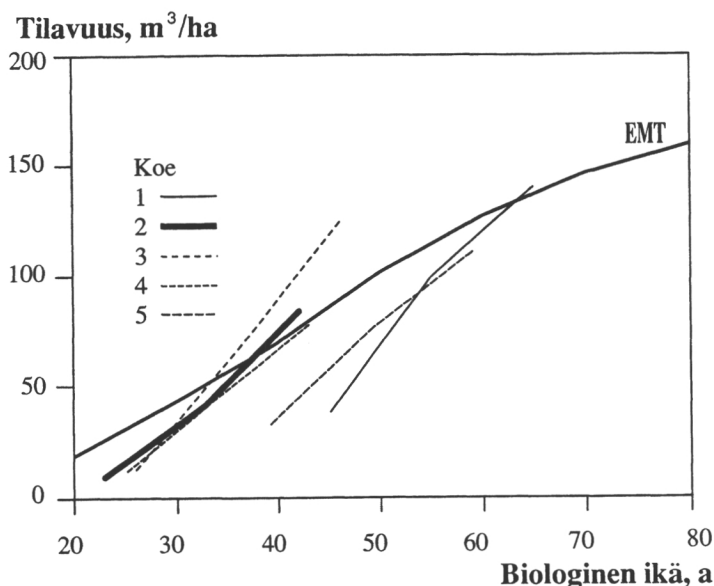
Valtapituus, m



Kuva 1. Kokeiden valtapituuden kehitys 1972(-73)-92. Pituusboniteettikäyrät Gustavsenin (1980) mukaan.

18 rajaa (kuva 1). Valtapituuden kasvussa ei ollut kokeittain tarkasteltuna käsittelyjen välillä tilastollisesti merkitseviä eroja. Taimikonharvennuksen jälkeinen pohjapinta-ala 1972(-73) oli eri tiheyteen harvennetuilla koealoilla 0,5–10,4 m²/ha. Pohjapinta-alan kasvu oli suurempi ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella kuin toisella lukuun ottamatta koetta 2. Metsiköt olivat siten kehitysvaiheeltaan lähellä pohjapinta-alan vuotuisen kasvun kulminaatiopistettä.

Harventamattomien koealojen tilavuudet olivat kokeiden perustamishetkellä 1972(-73) kaikissa kokeissa alemmat kuin Ilvessalon (1937) esittämät tilavuudet Peräpohjolan EMT:n luonnonnormaaleille metsiköille, mikä johtui koemetsiköiden alemmista runkoluuvuista. Tilavuuden kehitys 20 vuoden aikana oli kuitenkin huomattavasti nopeampaa kuin Ilvessalon esittämä EMT:n keskimääräinen kehitys (kuva 2).



Kuva 2. Kokeiden harventamattomien koealojen kokonaistilavuuden kehitys 1972(-73)-92. EMT:n tilavuuskehitys Ilvessalon (1937) mukaan.

3.2 Harvennusvoimakkuuden vaikutus puuston kasvuun

3.2.1 Keskipituus ja -läpimitta

Ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella pohjapinta-alalla painotetun keskipituuden vuotuinen kasvu oli 0,17–0,27 m kaikkien käsittelyjen keskiarvona (taulukko 3). Toisella kymmenvuotiskaudella kasvu oli 0,18–0,29 m/v. Ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella kasvu oli tiheydestä riippumaton. Toisella kymmenvuotiskaudella puuston keskipituus kasvoi harvana kasvaneilla koealoilla tiheitä nopeammin lukuunottamatta koetta 4, joka sijaitsi lämpösumman mukaan kylmimmällä alueella. Eri käsittelyiden väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä yleensä siten, että harventamaton ja 4444 r/ha poikkesivat muista.

Mitä harvemmassa puut kasvoivat, sitä suurempi oli pohjapinta-alalla painotetun keskiläpimitan kasvu (taulukko 3). Käsittelyiden väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä molemmilla kymmenvuo-

Taulukko 3. Kokeiden puustotunnusten vuotuinen kasvu jaksoilla 1972–(73)–1982 ja 1983–1992. $\bar{x}$ = puustotunnuksen vuotuinen kasvu; kokeen kaikkien koealojen keskiarvo. Ei harv. = puustotunnuksen vuotuinen kasvu; kokeen harventamattomien koealojen keskiarvo. Tukey'n HSD-testissä käsitellyt, jotka on ilmaistu eri kirjaimilla, eroavat toisistaan 5 %:n merkitsevyydellä. Metsiköiden keskiarvoissa tähdet ilmaisevat käsittelyjen erovan toisistaan merkitsevyydellä 5 % (*), 1 % (**) tai 0.1 % (***).

Käsittely	Koe									
	1		2		3		4		5	
	72–82	83–92	72–82	83–92	72–82	83–92	72–82	83–92	72–82	83–92
Keskipituuden vuotuinen kasvu, m										
$\bar{x}$	0,22	0,19***	0,21	0,27***	0,27**	0,29**	0,22	0,22*	0,17	0,18**
Ei harv.	0,24 ^A	0,16 ^{AB}	0,16 ^A	0,19 ^A	0,26 ^{AB}	0,22 ^A	0,20 ^A	0,21 ^{AB}	0,05 ^A	0,13 ^A
625	0,21 ^A	0,25 ^C	0,24 ^A	0,30 ^B	0,26 ^{AB}	0,31 ^B	0,24 ^A	0,19 ^A	0,20 ^A	0,19 ^B
1111	0,22 ^A	0,22 ^{CD}	0,25 ^A	0,30 ^B	0,28 ^A	0,30 ^B	0,24 ^A	0,23 ^{AB}	0,18 ^A	0,22 ^B
1600	0,23 ^A	0,19 ^{AD}	0,24 ^A	0,29 ^B	0,27 ^B	0,32 ^B	0,21 ^A	0,24 ^{AB}	0,19 ^A	0,19 ^B
2500	0,21 ^A	0,20 ^{BD}	0,21 ^A	0,27 ^{BC}	0,28 ^B	0,30 ^B	0,22 ^A	0,24 ^B	0,16 ^A	0,18 ^B
4444	0,22 ^A	0,15 ^A	0,19 ^A	0,25 ^C	0,28 ^B	0,27 ^{AB}	0,22 ^A	0,23 ^{AB}	0,16	0,17 ^{AB}
Keskilämpimän vuotuinen kasvu, cm										
$\bar{x}$	0,34***	0,16***	0,35**	0,34***	0,44**	0,31***	0,41*	0,24**	0,33**	0,17***
Ei harv.	0,29 ^A	0,10 ^A	0,17 ^A	0,17 ^A	0,33 ^A	0,15 ^A	0,32 ^A	0,18 ^A	0,22 ^A	0,09 ^A
625	0,43 ^B	0,27 ^B	0,51 ^B	0,52 ^B	0,53 ^B	0,49 ^B	0,56 ^B	0,24 ^{AB}	0,48 ^B	0,26 ^B
1111	0,41 ^{BC}	0,22 ^C	0,43 ^{AB}	0,43 ^C	0,46 ^{BC}	0,41 ^{BC}	0,44 ^{AB}	0,28 ^B	0,39 ^{BC}	0,19 ^C
1600	0,33 ^{AC}	0,16 ^D	0,44 ^B	0,39 ^C	0,48 ^{BC}	0,37 ^C	0,36 ^{AB}	0,26 ^{BC}	0,36 ^{AB}	0,16 ^{CD}
2500	0,26 ^A	0,12 ^{AD}	0,32 ^{AB}	0,29 ^D	0,45 ^{BC}	0,27 ^D	0,42 ^{AB}	0,24 ^{AB}	0,29 ^{AC}	0,16 ^{CD}
4444	0,26 ^A	0,10 ^A	0,25 ^{AB}	0,25 ^{AD}	0,39 ^{AC}	0,19 ^A	0,35 ^{AB}	0,20 ^{AC}	0,25 ^A	0,12 ^{AD}
Pohjapinta-alan vuotuinen kasvu, m ² /ha										
$\bar{x}$	0,78***	0,45*	0,58***	0,80***	0,84***	0,84*	0,68	0,62	0,68***	0,45**
Ei harv.	1,02 ^A	0,46 ^{AB}	0,86 ^A	0,99 ^A	1,39 ^A	0,92 ^A	1,06 ^A	0,61 ^A	0,90 ^A	0,51 ^{AB}
625	0,43 ^B	0,37 ^A	0,31 ^B	0,55 ^B	0,31 ^B	0,57 ^B	0,32 ^B	0,66 ^A	0,42 ^B	0,33 ^C
1111	0,64 ^{BC}	0,48 ^B	0,41 ^B	0,71 ^C	0,47 ^{BC}	0,74 ^{AB}	0,54 ^{AB}	0,43 ^A	0,54 ^{BC}	0,40 ^{AC}
1600	0,73 ^C	0,46 ^{AB}	0,52 ^{BC}	0,82 ^{CD}	0,66 ^{CD}	0,92 ^A	0,61 ^{AB}	0,66 ^A	0,67 ^{AC}	0,43 ^{ABC}
2500	0,84 ^{AC}	0,48 ^B	0,67 ^{AC}	0,86 ^D	0,89 ^D	0,91 ^A	0,73 ^{AB}	0,69 ^A	0,80 ^A	0,54 ^B
4444	1,03 ^A	0,47 ^B	0,66 ^{AC}	0,89 ^{AD}	1,31 ^A	0,99 ^A	0,86 ^{AB}	0,68 ^A	0,79 ^A	0,53 ^{AB}
Tilavuuden vuotuinen kasvu, m ³ /ha										
$\bar{x}$	4,50***	3,84**	1,98**	4,20**	3,19**	5,22**	2,37	3,34	3,35**	3,16*
Ei harv.	5,99 ^A	4,08 ^A	3,01 ^A	4,83 ^A	5,43 ^A	5,96 ^{AB}	3,60 ^A	3,72 ^A	4,28 ^A	3,49 ^A
625	2,33 ^B	2,76 ^B	1,11 ^B	2,87 ^B	1,12 ^B	3,07 ^C	1,09 ^A	2,93 ^A	2,08 ^B	2,10 ^B
1111	3,43 ^{BC}	3,63 ^{AB}	1,53 ^{BC}	3,85 ^{AB}	1,71 ^{BC}	4,20 ^{AC}	2,04 ^A	2,45 ^A	2,70 ^{BC}	2,92 ^{AB}
1600	4,21 ^{CD}	3,75 ^{AB}	1,80 ^{BC}	4,49 ^A	2,37 ^{BC}	5,39 ^{AB}	2,18 ^A	3,54 ^A	3,42 ^{ABC}	2,97 ^{AB}
2500	5,29 ^{AD}	4,74 ^A	2,36 ^{AC}	4,77 ^A	3,40 ^{CD}	5,94 ^{AB}	2,40 ^A	3,65 ^A	3,97 ^{AC}	3,76 ^A
4444	5,75 ^A	4,06 ^A	2,12 ^{AB}	4,35 ^A	5,13 ^{AD}	6,77 ^B	2,89 ^A	3,72 ^A	3,69 ^{AC}	3,69 ^A

tiskausilla erityisesti tiheyden 625 r/ha ja muiden välillä. Keskiläpimitan kasvu ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella oli 0,33–0,63 cm/v. Toisella kymmenvuotiskaudella kasvu hidastui kaikissa kokeissa ja oli 0,16–0,34 cm/v.

3.2.2 Pohjapinta-ala ja tilavuus

Ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella sekä pohjapinta-alan että tilavuuden kasvu olivat selvästi yhteydessä puustopääomaan. Mitä tiheämpi puusto oli, sitä suurempi oli pohjapinta-alan ja tilavuuden kasvu. Pohjapinta-alan kasvu kokeiden keskiarvona oli 0,58–0,84 m²/ha/v ja tilavuuden kasvu 1,98–4,50 m³/ha/v (taulukko 3). Pohjapinta-alan kasvun ero eri käsittelyjen välillä oli sitä suurempi, mitä suurempi oli kokeen keskimääräinen pohjapinta-alan kasvu. Erot olivat käsittelyiden välillä tilastollisesti merkitseviä lukuunottamatta koetta 4 ja muissa kokeissa toisiaan lähimpänä olevia tiheyksiä. Toisella kymmenvuotiskaudella sekä pohjapinta-alan että tilavuuden kasvuerot eri tiheyksien välillä tasoittuivat (taulukko 3). Kasvuerojen tasoittuminen kuvasti taimikoiden reagoineen lisääntyneeseen kasvutilaan harvennuksen seurauksena. Erityisesti tiheyksillä 2500 r/ha, 4444 r/ha ja harventamaton kasvu oli yleensä yhtä suurta. Aikaisessa vaiheessa harvennetuilla kokeilla 2 ja 4 ja osittain myös kokeella 3 sekä pohjapinta-alan että tilavuuden kasvu lisääntyi toisella kymmenvuotiskaudella.

3.2.3 Kasvu runkolukusarjan eri osissa

Harvennuksen vaikutuksia runkolukusarjan eri osissa tarkasteltiin hehtaarikohtaisesti 100 puun ryhmissä, jotka oli muodostettu puuston paksuusjärjestyksen mukaisesti kunakin mittaushetkenä. Ensimmäisen kymmenvuotiskauden pituuskasvussa ei ollut selviä eroja eri käsittelyjen välillä (kuva 3a). Huomattavaa oli kaikkien puuryhmien yhtä nopea kasvu. Ohuet puut kasvoivat pituutta suunnilleen yhtä paljon kuin paksut. Toisella kymmenvuotiskaudella pituuskasvu oli keskimäärin jonkin verran heikompaa sekä tiheimmillä koealoilla että runkolukusarjan alapäässä (kuva 3b).

Läpimitan kasvussa erottui ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella tiheys 625 r/ha keskimääräistä parempana sekä tiheydet 4444 r/ha ja harventamaton jonkin verran keskimääräistä heikompina (kuva 3c). Toisella kymmenvuotiskaudella läpimitan kasvu oli selvästi erilainen eri tiheyksillä, vain tiheimpien koealojen (4444 r/ha ja harventamaton) välinen ero oli vähäinen (kuva 3d). Molemmilla jaksoilla läpimitan kasvu hidastui siirryttäessä ohuempien puiden ryhmiin. Se, että läpimitan kasvueroja ilmeni vasta toisella kymmenvuotiskaudella, kertoi puuston reagoineen harvennuksiin hyvin hitaasti.

Tilavuuden vuotuinen kasvu noudatteli läpimitan kasvua (kuva 3e). Puiden keskimääräinen tilavuuskasvu oli toisella kymmenvuotiskaudella sitä suurempi, mitä harvempi taimikko oli (kuva 3f). Kuitenkin kussakin tiheydessä ohuimpien 100–200 puun tilavuuskasvu oli huomattavasti heikompaa kuin järjestyksessä yhtä järeiden tiheämmissä kasvatusasennoissa. Paksuimmat 100 puuta kasvoivat kaikilla tiheyksillä selvästi nopeammin kuin seuraava sadan puun ryhmä. Myöhäisessä vaiheessa harvennetuissa kokeissa 1 ja 5 ei havaittu yhtä selviä reaktioita verrattuna varhain harvennettuihin kokeisiin 2–4.

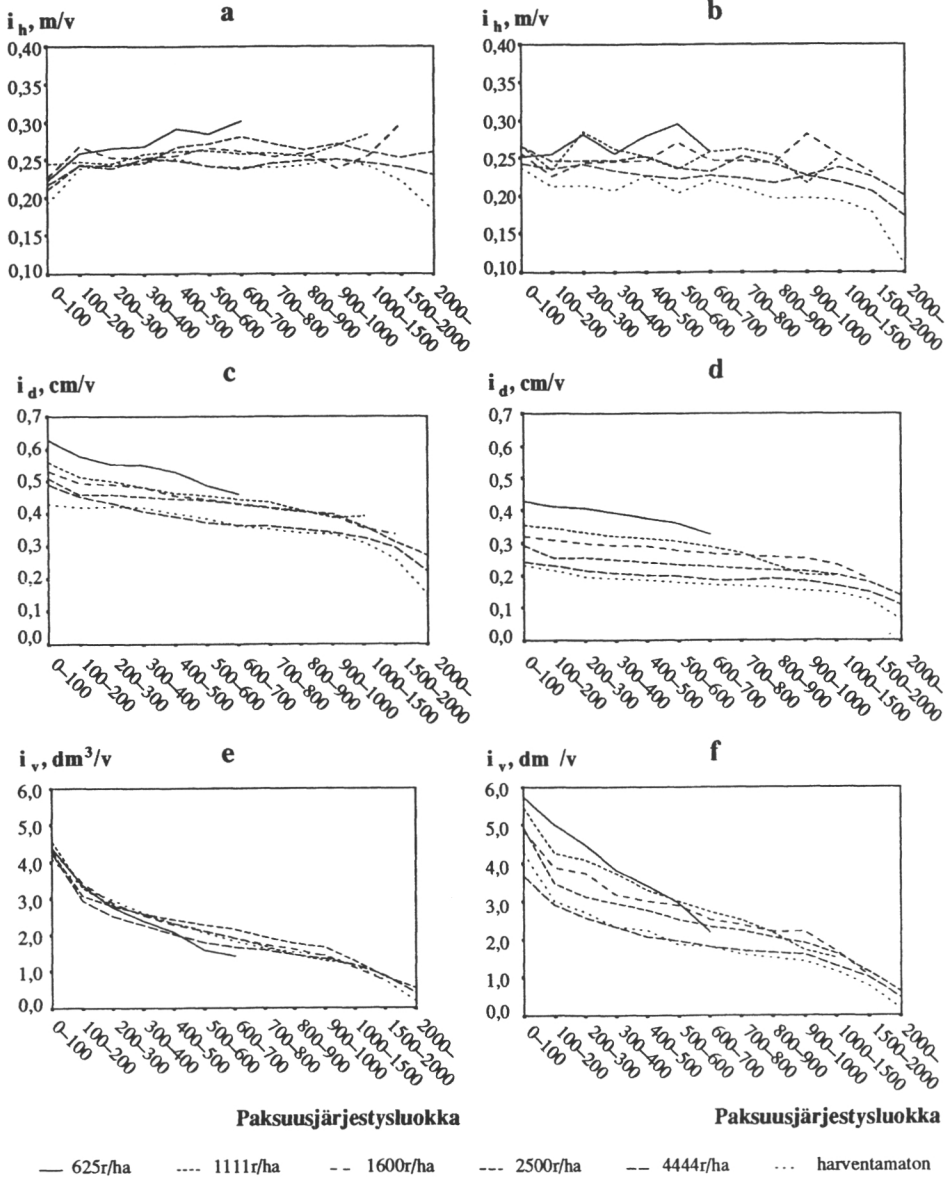
3.3 Puiden ulkoinen laatu

3.3.1 Latvusraja

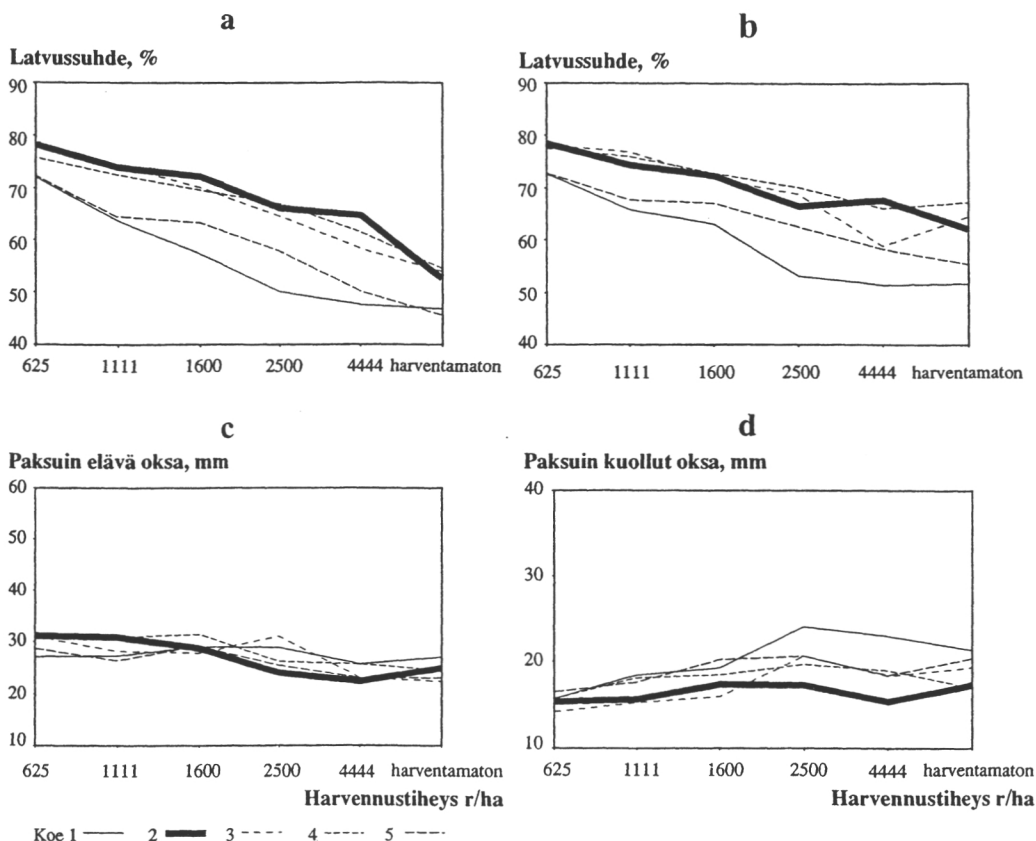
Aineisto jakautui latvussuhteiltaan selvästi kahteen ryhmään. Myöhäisessä vaiheessa harvennetuissa kokeissa 1 ja 5 latvussuhde oli 20 vuotta taimikonharvennuksen jälkeen keskimäärin 5–20 %-yksikköä pienempi kuin nuorempina harvennetuissa kokeissa 2–4 (kuva 4a). 500 paksuimman puun keskimääräiset latvussuhteet olivat 20 vuotta taimikonharvennuksen jälkeen selvästi suuremmat verrattuna koko puustoon lukuunottamatta tiheyttä 625 r/ha (kuva 4b). Jako harvennusvaiheen pituuden mukaisiin ryhmiin ei ollut tiheämmissä käsittelyissä yhtä selvä kuin tarkasteltaessa kokonaispuustoa. Tiheys oli tilastollisesti merkitsevä selittäjä 500 paksuimman puun latvussuhteelle kokeissa 1–3 ja 5. Pareittaisissa vertailuissa tilastollisesti merkitseviä eroja oli muiden paitsi lähekkäisimpien tiheyksien välillä. Kokeet jakautuivat myös latvusrajan suhteen kahteen ryh-

1973-82

1983-92



Kuva 3. Puiden vuotuinen pituus-, läpimitan ja tilavuuskasvu (1972(-73)-82 (a, c ja e) ja 1983-92 (b, d ja f) 100 puun ositteissa paksuimmasta puusta alkaen kaikkien kokeiden keskiarvona.



Kuva 4. Laatutunnukset kokeittain eri käsittelytiheyksillä vuonna 1992. a) Kokonaispuuston keskimääräinen latvussuhde, b) Keskimääräinen latvussuhde, 500 paksuinta puuta/ha. c) Paksuimman elävän oksan läpimitan keskiarvo, 500 paksuinta puuta/ha. d) Paksuimman kuolleen oksan läpimitan keskiarvo, 500 paksuinta puuta/ha.

mään. Myöhemmissä vaiheissa harvennetuissa kokeissa puuston latvusraja kohosi tiheyteen 2500 r/ha asti, jonka jälkeen se oli lähes vakio. Elävän latvuksen alaraja oli keskimäärin yli 4 metrin korkeudella vain kokeiden 1 ja 5 tiheimmillä koealoilla.

3.3.2 Paksuimmat oksat

Oksatunnuksena käytettiin koko rungon paksuimman elävän oksan läpimittaa laskettuna 500 paksuimman puun/ha keskiarvona vuoden 1992 mittauksessa. Oksaläpimitta vaihteli suuresti koealan sisällä. Vaihteluväli oli yleensä 15 mm:stä 50 mm:iin. Kaikissa kokeissa paksuimpien elävien oksien keskiarvot olivat lähellä toisiaan. Keskiarvo oli hieman suurempi väljissä kasvatusasennoissa, ja ero harventamattoman ja tiheyden 625 r/ha välillä oli 0–9 mm (kuva 4c). Paksuimmat elävät oksat sijaitsivat keskimäärin 4–7,5 metrin korkeudella maanpinnan tasolta eli tyvitukin yläpuolella.

Keskimääräinen paksuimman kuolleen oksan läpimitta oli sitä suurempi, mitä tiheämpää puusto oli (kuva 4d). Tämä johtui latvusrajan korkeuden muutoksesta tiheyden suhteen. Paksuimman kuolleen oksan läpimitta oli keskimäärin 14–24 mm, kuitenkin yleensä alle 20 mm. Ero väljimmän ja tiheimmän kasvatusasennon välillä oli 0–7 mm. Kokeilla 1 ja 5, joissa elävän latvuksen alaraja oli tiheimmillä koealoilla jo ohittanut 4 metrin eli tyvitukin rajan, paksuimman kuolleen oksan läpimitta kuvasi tyvitukin paksuimman oksan läpimitan tasoa. Muilla kokeilla oksat tulevat vielä jonkin verran paksuuntumaan tyvitukin alueella.

4 Tulosten tarkastelu

Tutkimusaineisto kattoi alueellisesti hyvin Peräpohjolan kasvillisuusvyöhykkeen kuivahkot kankaat. Lämpösumman pitkän ajan keskiarvo laskettuna Ojansuun ja Henttosen (1983) mallilla vaihteli koe-metsikoissa välillä 756–902 d.d. Aineisto kattoi taimikonharvennuksen nykykäytännön mukaiset vaihtoehdot aikaisesta harvennuksesta (kokeet 2 ja 4) nuoren metsän kunnostuksen alarajalle (kokeet 1 ja 5) asti. Tuloksien tulkintaa vaikeutti se, että aikaisessa vaiheessa harvennetut taimikot 2 ja 4 sijaitsivat lämpösummaltaan karuimmissa oloissa. Taimikonharvennuksen voimakkuus vaihteli äärimmäisen harvasta (625 r/ha) ylitieheään (4444 r/ha). Yhtenä käsittelyvaihtoehtona kaikissa kokeissa oli harventamattomia koealoja.

Kuolleisuus oli 20 vuoden aikana melko vähäistä. Ilvessalon (1937) tutkimuksessa EMT:llä luontainen poistuma 50 vuoden iällä oli 18 m³/ha (18 % kuutiomäärästä) eli tämän tutkimuksen puustoja suurempi. Runkoluvulla mitaten itseharveneminen oli Ilvessalon mukaan 29,1 % ikävälillä 30–50 vuotta eli yli kaksinkertainen tämän tutkimuksen vanhimpiin metsiköihin verrattuna. Pääasiallinen selitys eroille lienee Ilvessalon (1937) tutkimuksen korkeampi lähtörunkoluku.

Pohjapinta-alalla painotetun keskiläpimitan kasvu oli ensimmäisellä kasvujaksolla 0,2–0,3 cm ja toisella 0,1–0,2 cm vuodessa. Ainoastaan kokeella 4 kasvu pysyi samana, muilla se väheni. Tämän mukaan läpimitan kasvu olisi näillä kokeilla jo ohittanut vuotuisen kasvun kulminaatiopisteen. Ilvessalon (1937) mukaan pohjapinta-alalla painotetun keskiläpimitan vuotuinen kasvu oli EMT:llä suurimmillaan 50–60 vuoden iällä, 0,2 cm vuodessa.

Tilavuuskehitys 20 vuoden aikana oli selvästi nopeampi kuin Ilvessalon (1937) EMT-männiköissä vastaavalla iällä. Tilavuuskasvuerot olivat niin suuret, että koemetsiköiden selvästi pienempi kuolleisuus verrattuna Ilvessalon (1937) tutkimuksessa esitettyyn puiden kuolleisuuteen selitti vain pienen osan kasvun erosta.

Puut eivät reagoineet harvennukseen ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella (ks. myös Varmola 1987). Ainoastaan läpimitan kasvussa havaittiin vähäinen harvennusreaktio. Sen sijaan toisella kymmenvuotiskaudella reaktiot tiheyden suhteen olivat selviä. Keskipituuden kasvu oli yleensä sitä suurempi, mitä harvempi puusto oli. Tulos johtui osittain puiden kokojakaumien eroista eri kasvatustihyeksissä. Keskipituuden kasvun heikkeneminen suurilla tiheyksillä johtuu Vuokilan (1972, 1980), Näslundin (1983) ja Petterssonin (1993) mukaan etenkin valokilpailun lisääntymisestä. Toisaalta hyvin väljässäkin asennossa pituuskasvu saattaa taantua, koska kasvu keskittyy sivuoksiin valokilpailun puuttuessa (Vuokila 1980). Varmola (1982) sekä Salminen ja Varmola (1990) eivät havainneet tiheydellä olevan vaikutusta keskipituuden kasvuun Etelä-Suomen kuivahkojen kankaiden männyn- ja kuusimetsätyypeissä. Tämän tutkimuksen tulokset osoittivat, että taimikko- ja riukuvaiheessa puiden välinen kilpailu ei vielä ole niin ankaraa, että sillä olisi selvää vaikutusta pituuskasvun taantumiseen harventamattomillakaan koelohjoilla.

Erot keskiläpimitan kasvussa eri tiheyksien välillä olivat toisella kymmenvuotiskaudella selvät. Tämä näkyi myös pohjapinta-alan ja tilavuuden kasvuissa, joskin lievempänä kuin monissa muissa eteläisemmissä tutkimuksissa (Vuokila 1972, Vestjordet 1977, Varmola 1982, Fryk 1984, Salminen ja Varmola 1990, Pettersson 1993). Puustopääoman vähenemisen aiheuttamat kasvuerot alkoivat siten tasoittua eri tiheyksien välillä. Yleisesti voidaan sanoa, että reaktiot olivat selvempiä varhaisessa vaiheessa harvennetuissa metsiköissä verrattuna myöhäisessä vaiheessa harvennettuihin (ks. Thernström 1982, Varmola 1982).

Järeysjärjestykseen perustuva tarkastelu antoi hyvän kuvan puiden reaktioista runkolukusarjan eri osissa. Puujoukko kussakin 100 puun ositteessa muuttui hieman eri mittauskerroilla, mutta muutokset lienevät tulosten kannalta pieniä. Menetelmän luotettavuuden arvioimiseksi tarkasteltiin yksilöitävissä olevien puiden sijoituksia paksuuden mukaisessa järjestyksessä eri mittauskerroilla. Sijoitusten todettiin muuttuvan yleensä vain muutamia sijoja ja ryhmien välinen vaihtuvuus oli pientä. Järeysjärjestyksen mukaisestikin tarkasteltuna tiheydellä oli selvä vaikutus läpimitan ja tilavuuden kasvuun vasta toisella kymmenvuotiskaudella. Puiden reaktio lisääntyneeseen kasvutilaan tuli siten noin 10 vuoden viiveellä.

Salmisen ja Varmolan (1990) tutkimuksessa kuivahkoilla kan-kailla Etelä-Suomessa läpimitan ja tilavuuden kasvu oli selkeästi sitä suurempi, mitä harvempi tiheys oli ja kasvureaktio näkyi heti taimikonharvennuksen jälkeen. Tämän tutkimuksen taimikoiden hidas reaktio harvennukseseen voi johtua siitä, että Lapissa puiden kasvua rajoittava tekijä on pikemminkin juuristo- kuin valokilpailu. Puilla kuluu monta vuotta harvennuksen jälkeen juuriston kasvattamiseen vapaaseen kasvutilaan, ja puun rungon kasvun reagointi alkaa vasta noin kymmenen vuoden kuluttua eli juuriston kasvattamisen jälkeen.

Sadan paksuimman puun läpimitan ja tilavuuden kasvu oli suurempaa, kuin mitä kokoerojen perusteella oli oletettavissa. Syytä näiden valtapuiden ylivoimaiseen kasvuun ei kyetty löytämään. Vastaavasti 100–200 ohuimman puun kasvu oli suhteessa heikompaa etenkin toisella kymmenvuotiskaudella. Tulos osoitti sen, että jos taimikonharvennuksessa pyritään tasaiseen tilajärjestykseen, kasvamaan joudutaan jättämään niin pieniä ja heikkoja puita, että ne eivät kykene reagoimaan lisääntyneeseen kasvutilaan. Taimikonhar-

vennuksessa pitäisikin tämän mukaan jättää suurimmat puut vaikkapa ryhmittäin jäljelle tasaisen tilajärjestyksen kustannuksella, jos pyritään suureen tuotokseen ensiharvennuksessa.

Kuivahkon kankaan metsiköiden ulkoinen laatu oli hyvä. Kymmenen vuotta taimikonharvennuksen jälkeen peruspuuston (500 paksuinta puuta/ha) paksuimmat oksat olivat tyvitukin alueella tiheydestä riippuen keskimäärin 16–20 mm (Varmola 1987). Kymmenen vuotta myöhemmin saman puujoukon koko rungon paksuimmat oksat olivat keskimäärin 26–30 mm. Myöhäisessä vaiheessa harvennetuissa metsiköissä vih-reän latvuksen alaraja oli jo ylittänyt tyvitukin mitan (4 m). Tyvitukkien laatu päätehakkuussa tulee siis näissä metsiköissä muodostumaan hyväksi myös harvassa kasvatusasennossa. Tämä johtui myöhäisen taimikonharvennuksen lisäksi etenkin riittävästä alkutiheydestä (ks. Varmola 1987). Sen sijaan aikaisessa vaiheessa harvennetuissa taimikoissa peruspuuston paksuimmat oksat sijaitsivat edelleen tyvitukin alueella ja laatu tulee muodostumaan heikommaksi.

Aiemmissä tutkimuksissa on päädytty tulokseen, jonka mukaan oksat ovat lineaarisesti sitä paksumpia, mitä harvemmassa asennossa puu kasvaa (Varmola 1980, Kellomäki ja Tuimala 1981, Jokinen ja Kellomäki 1982, Andersson 1985, Turkia & Kellomäki 1987, Kellomäki ym. 1992). Tässä tutkimuksessa eri tiheyksien välinen ero paksuimman elävän oksan keskimääräisessä läpimitassa oli keskimäärin noin 5 mm. Eroa voidaan pitää pienenä, mikä johtui siitä, että myös läpimitan kasvun kiihtyminen kasvutilan lisääntytyä ja sitä kautta oksan paksuuntuminen oli suhteellisen vähäistä.

Kaksikymmentä vuotta harvennuksen jälkeen tiheyden vaikutus latvussuhteeseen näkyi selvästi. Valtapuustossa yhteys ei ollut aivan niin voimakas kuin kokonaispuustossa. Vaikka Vuokilan (1980) mukaan mänty pystyy maksimaaliseen kasvuun, jos latvussuhde on yli 40 %, on tutkimuksen taimikoiden kehitysvaiheen ja pohjoisen sijainnin perusteella oletettavaa, että suurempi latvussuhde on niissä kasvun kannalta eduksi.

Puuston nopeaa järeytymistä ja suurta kokonaiskasvua on vaikea yhdistää. Järeyskehitys on paras harvassa kasvatusasennossa, jolloin väistämättä seuraa kasvutappioita. Järeytyminen on sitä selvempää, mitä varhaisemmassa taimikon kehitysvaiheessa harvennus tehdään. Laadun kannalta on kuitenkin syytä pitää puusto harventamattomana

myöhäiseen kehitysvaiheeseen, jolloin oksat ovat jo kuolemassa tyvitukin alueelta. Taimikon harvennus on tuolloin kuivahkolla kanakaalla lykättävä jopa 7–8 metrin valtapituuteen, jolloin taimikonharvennuksen vaikutus laatuun on enää vähäinen.

Tiheys 2500 r/ha näyttää olevan tilavuustunnustenkin kannalta merkittävä, sillä puuston pitäminen sitä tiheämpänä ei näytä tuovan etua tuotoksessa. Järeytyminen jää myöhäisessä taimikonhoidossa kuitenkin varhaista heikommaksi. Käytännön metsätaloudessa kustannusten välttäminen ja koneellisen ensiharvennuksen yleistyminen puoltaa myöhäistä ja voimakasta taimikon harvennusta. Myöhäinen taimikonhoito yli 8 metrin valtapituudessa tiheyteen 1600 r/ha näyttäisi lykkäävän ensiharvennustarvetta ainakin 5–10 vuotta verrattuna tiheyteen 2500 r/ha.

Kirjallisuus

- Andersson, S.-O. 1985. Rönning och sågtimmerkvalitet. Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsfakta 6: 33–38.
- Fryk, J. 1984. Tillstånd och produktion i röjda ungskogar med låga stamantal. Summary: Wide spacing after cleaning of young forest stands – stand properties and yield. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Yield Research. Report 13. 248 s.
- Gustavsen, H.-G. 1980. Talousmetsien kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla. Abstract: Site index curves for conifer stands in Finland. Folia Forestalia 454. 31 s.
- Ilvessalo, Y. 1937. Perä-Pohjolan luonnonnormaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. Summary: Growth of natural normal stands in Central North-Suomi (Finland). Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 24(2). 168 s.
- Jokinen, P. & Kellomäki, S. 1982. Havaintoja metsikön kasvutiheyden vaikutuksesta runkojen oksaisuuteen varttuneissa männyntaimikoissa. Summary: Observations on the effect of spacing on branchiness of Scots pine stems at pole stage. Folia Forestalia 508. 12 s.
- Kellomäki, S. & Tuimala, A. 1981. Puuston tiheyden vaikutus puiden oksikuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männikoissä. Summary: Effect of stand density on branchiness of young Scots pines. Folia Forestalia 478. 25 s.
- , Lämsä, P., Oker-Blom, P. & Uusvaara, O. 1992. Männyn laatukasvatus. Abstract: Management of Scots pine for high quality timber. Silva Carelica 23. Joensuun yliopisto. 120 s.
- Kuusela, K., Mattila, E. & Salminen, S. 1986. Metsävarat piirimetsälautakunnittain Pohjois-Suomessa 1982–1984. Summary: Forest resources in

- North Finland by Forestry Board Districts, 1982 to 1984. *Folia Forestalia* 655. 86 s.
- Luonnonläheinen metsänhoito. 1994. Metsänhoitosuosituksset. Metsäkeskus Tapion julkaisuja 6. 72 s. ISBN 952-9891-03-2.
- Metsänhoitosuositusten tarkennukset – Lappi. 1994. Metsähallitus, Metsätalous. Moniste. 12 s.
- Mäkinen, V. 1959. Harvennuksen aiheuttamasta muutoksesta nuoren männikön rakenteeseen. Summary: On the structural changes caused by thinning in young Scots pine stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 51(7). 31 s.
- Norokorpi, Y. 1983. Männyn luontainen uudistaminen Lapissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 105: 57–71.
- Näslund, B.-Å. 1983. Tallsådders utveckling fram till första gallring. Resultat från tre försöksytor med och utan enkelställning. Summary: Development of Scots pine seeded plantations to first thinning. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture. Report 8. 37 s.
- Ojansuu, R. & Henttonen, H. 1983. Kuukauden keskilämpötilan, lämpösumman ja sademäärän paikallisten arvojen johtaminen Ilmatieteen laitoksen mitaustiedoista. Summary: Estimation of the local values of monthly mean temperature, effective temperature sum and precipitation sum from the measurements made by the Finnish Meteorological Office. *Silva Fennica* 17(2): 143–160.
- Parviainen, J. 1978. Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus. Referat: Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenholzphase. *Folia Forestalia* 346. 40 s..
- Pettersson, N. 1993. The effect of density after precommercial thinning on volume and structure in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8(4): 528–539.
- Salminen, H. & Varmola, M. 1990. Puolukkatyyppin kylvömänniköiden kehitys taimikon myöhäisestä harvennuksesta nuoren metsän ensiharvennuksen. Summary: Development of seeded Scots pine stands from precommercial thinning to first commercial thinning. *Folia Forestalia* 752. 21 s.
- Sarvas, R. 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien uudistamisesta. Summary: Investigations into the natural regeneration of selectively cut private forests in Northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 38(1). 95 s.
- Thernström, P.-O. 1982. Några resultat från sex röjningsförsök med röjning i tallungskog vid olika beståndsålder. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Yield Research. Master's degree work. 69 s.
- Turkia, K. & Kellomäki, S. 1987. Kasvupaikan viljavuuden ja puuston tiheyden vaikutus nuorten mäntyjen oksien läpimittaan. Summary: Influence of the site fertility and stand density on the diameter of branches in young Scots pine stands. *Folia Forestalia* 705. 15 s.

- Varmola, M. 1980. Männyn istutustaimikoiden ulkoinen laatu. Summary: The external quality of pine plantations. *Folia Forestalia* 451. 21 s.
- 1982. Taimikko- ja riukuvaiheen männikön kehitys harvennuksen jälkeen. Summary: Development of Scots pine stands at the sapling and pole stages after thinning. *Folia Forestalia* 524. 31 s.
- 1987. Lapin luontaisesti syntyneiden männyntaimikoiden harvennus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 253: 109–121.
- Vestjordet, E. 1977. Avstandsregulering av unge furu- og gran-bestand: I: Materiale, stabilitet, dimensjonsfordeling, m.v. Summary: Precommercial thinning of young stands of Scots pine and Norway spruce: I: Data, stability, dimension distribution, etc. *Reports of the Norwegian Forest Research Insitute* 33(9): 314–436.
- Vuokila, Y. 1972. Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta. Summary: Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. *Folia Forestalia* 141. 33 s.
- 1980. Metsänhoidon perusteet ja menetelmät. WSOY. Porvoo. 250 s. ISBN 951-0-09916-3.

METSÄHALLITUKSEN METSIEN KÄSITTELY ITÄ-LAPISSA

Pertti Sarajärvi¹ ja Paulus Valle²

*¹Metsähallitus, Itä-Lappi, metsätalous
Hallituskatu 10, 98100 Kemijärvi*

*²Metsähallitus, Itä-Lappi, metsätalous
Jäämerentie 15, 99600 Sodankylä*

I Luonnonvarasuunnittelu

Itä-Lapin luonnonvarasuunnitelma valmistui 1998. Luonnonvarasuunnittelussa tavoitteena on laatia monitavoitteinen maankäytön suunnitelma valtion maille. Toimintastrategiassa linjattiin luonnonvarojen käytön tavoitteet ja toimintaperiaatteet, jotka konkretisoitiin toimintaohjelmaksi. Toteutuksen seurantaan valittiin mittareita, jotka peilaavat kestävä kehityksen ekologista, taloudellista ja sosiaalista ulottuvuutta.

Vuosien 1998–2007 toimintaohjelmassa painottuvat Metsähallituksen hallinnoimien alueiden kansallisesti merkittävä virkistys- ja matkailukäyttö, luonnonsuojelu, hyvä metsänhoito, terve talous sekä alueellisesti ja paikallisesti tärkeä puuhoito- ja työllistämisvastuu. Alueelliset ja paikalliset erityispiirteet otetaan huomioon eri toimintojen yhteensovittamisessa (Itä-Lapin luonnonvarasuunnitelma 1998).

2 Alue-ekologinen suunnittelu

2.1 Suunnittelun tavoite

Alue-ekologinen suunnittelu on monitavoitteista metsäsuunnittelua, jossa ekologiset tavoitteet ja metsien eri käyttömuotojen tarpeet sovitetaan yhteen unohtamatta metsätalouden tavoitteita. Alue-ekologisessa suunnittelussa laajan metsäalueen luontoa tarkastellaan kokonaisuutena talousmetsät, luonnonsuojelualueet ja virkistyskäytön erityisalueet mukaan lukien.

Alue-ekologisen suunnittelun tavoitteena on turvata pitkällä aikajänteellä alueen luontaisten eliölajien säilyminen elinvoimaisina populaatioina. Tämä edellyttää mm. arvokkaiden luontokohteiden säilyttämistä ja uusien syntymisen turvaamista. Suunnittelu varmistaa näin osaltaan metsä- ja luonnonsuojelulain mukaisten luontokohteiden säilymisen. Myös eliölajien leviämismahdollisuudet pyritään suunnittelun avulla turvaamaan.

Suunnittelun toisena keskeisenä tavoitteena on turvata metsien monikäytön ja luontaiselinkeinojen harjoittamisen edellytykset. Suunnitteluun sisältyy näin ollen myös mm. riistan elinympäristöjen, maisema-arvojen sekä kulttuuri-, opetus- ja tutkimuskohteiden kartoitus. Pohjois-Suomessa porotalouden tarpeet ovat tärkeällä sijalla. Virkistyskäytön painoarvo suunnittelussa vaihtelee toisaalta alueen luontaisten mahdollisuuksien ja toisaalta alueeseen kohdistuvien virkistyskäyttötarpeiden mukaan. Matkailukeskusten läheisyydessä tai muutoin esimerkiksi luontomatkailun kannalta tärkeillä alueilla virkistyskäyttö on suunnittelussa keskeisellä sijalla. Alue-ekologisessa suunnittelussa laaditaan tarvittaessa metsätieverkon täydentämissuunnitelma, jonka tulee olla sopusoinnussa ympäristönhoidon tavoitteiden kanssa. Tieverkkosuunnitelmassa hahmotetaan esimerkiksi alueet, joissa tienrakennuksesta voi olla kohtuutonta haittaa ympäristölle. Tarkemmin tienrakennuksen ympäristövaikutuksesta ja niiden huomioimisesta on kerrottu metsätalouden ympäristöoppaassa. Suunnitelmien laadinnassa otetaan huomioon luonnonvarasuunnitelman tavoitteet sekä sen laadinnan yhteydessä kertynyt palaute (Metsähallituksen alue-ekologisen ... 1996).

2.2 Suunnittelun organisointi

Suunnittelu toteutetaan projektityönä suunnittelualueittain. Projektiryhmässä ovat edustettuina metsätalouden ja luonnonsuojelun tulostoinnot. Myös Metsähallituksen riista- ja kalatalouden sekä matkailun asiantuntijat osallistuvat suunnitteluun. Projektin vetäjä on yleensä metsätaloudesta. Omaisuuspalvelut osallistuu suunnitteluun avustaen karttojen tuotannossa.

Suunnitelman laadinnan tueksi pyritään osallistavan suunnittelun periaattein perustamaan yhteistyöryhmä, jossa eri intressitahot ovat edustettuina. Toisinaan voi olla tarkoituksenmukaista, että sama ryhmä toimii useamman suunnitelman yhteistyöryhmänä. Tärkeitä yhteistyötahoja ovat mm. kunnat, ympäristö- ja metsäkeskukset, metsäyhtiöt, luontojärjestöt sekä muut paikalliset sidosryhmät.

Suunnitelmat pyritään yleensä saamaan valmiiksi yhden vuoden aikana. Tavanomaista laaja-alaisemmat suunnitelmat voidaan toteuttaa osaprojekteittain useammankin vuoden kuluessa. Tulosalueiden aluejohtajat hyväksyvät valmiit suunnitelmat (Metsähallituksen alueekologisen ...1996).

4 Metsien käsittely

3.1 Suojametsäalue

Tuntsan alue kuuluu suojametsäalueeseen. Taloustoiminnan piirissä olevat metsämaat sijaitsevat 280–350 mpy ja keskimääräinen kasvukauden lämpösumma on noin 700 d.d. Metsähallitus on metsänhoito-ohjeessaan määrittänyt metsänkäsittelyn periaatteet erikseen suojametsäalueelle. Ohjeessa korostetaan varovaisuuden periaatetta, riskien minimointia ja erämaisyyden elementtien säilyttämistä. Lisäksi metsien käsittelyssä tulee pyrkiä mukailemaan luonnonmuokaisuutta ja huomioimaan metsien muut käyttömuodot. Toiminnalle asetettujen tavoitteiden yhteensovittaminen niin, että metsätalous säilyttää myös kannattavuuden, on vaativa tehtävä. Kaikista suojametsäalueen metsien hakkuista tehdään metsälain mukainen hakkuu- ja uudistamissuunnitelma. Laaditut suunnitelmat hyväksyy Lapin metsäkeskus.

3.2 Varovaisuus ja riskien minimointi

Toimenpideratkaisut tehdään pienipiirteisesti maaperän, maalajin, puuston ja alueen topografian mukaisesti. Metsiä uudistettaessa kehityskelpoinen luontaisesti syntynyt taimiaines ja kasvatuskelpoiset puuryhmät hyödynnetään tarkoin. Yhtenäisten uudistusalojen pinta-alaa rajoitetaan maastoon sopivalla rajauksella ja säästöpuuryhmien avulla. Uudistusalan rajauksella ja säästöpuuryhmillä varmistetaan myös viljellen uudistettavilla aloilla luontaisen täydentymisen edellytykset. Luontaisen uudistamisen edellytyksiä parannetaan harvennamalla sulkeutuneita uudistuskypsiä männiköitä. Näin varmistetaan osaltaan, että maisema pysyy peitteellisenä myös mahdollisten epäedullisten ilmastokausien aikana. Uudistamisen riskejä vältetään myös esittämällä Lapin metsäkeskukselle hyväksyttäväksi perustelluissa tapauksissa kasvatettavan puuston määräksi metsälain soveltamista annettua päätöstä vähäisempi puusto (Metsänhoito-ohjeet 1997).

3.3 Erämaisouden säilyttäminen ja maiseman hoito

Metsien käsittelyssä erämaisuuutta säilytetään käsittelemällä ensimmäisessä hakkuukierrossa kunkin alueen vanhoista metsistä enintään puolet puustosta. Maisemaa hoidetaan hakkuualojen rajauksella. Rajauksessa vältetään jyrkkiä rajoja puustossa ja suoria linjauksia maastossa. Lisäksi maisemaan vaikuttavia epäedullisia tekijöitä voidaan lievittää jättämällä hakkuualoille säästöpuuryhmiä, yksittäisiä aihkeja, keloja ja koivuja. Maisemaa ei sen sijaan tule hoitaa jätettävien siemenpuiden määrää tarpeettomasti kasvattamalla. Rauduskoivua ja runkomaista hieskoivua säilytetään sekapuuna kaikissa metsän kehitysvaiheissa. Leppää, pihlajaa, raitaa ja haapaa ei hakata lainkaan (Metsänhoito-ohjeet 1997).

3.4 Uudistushakkuut männiköissä

Metsiköt uudistetaan luontaisesti. Siemenpuuasentoon hakatut männiköt voidaan myös kylvää silloin, kun alueella suoritetaan maanpin-



Tuntsan yli-ikäistä metsää on hakattu ja uudistettu pieninä aukkoina. Hakkuualalle on jätetty puuryhmiä lahoppuujatkumon ylläpitämiseksi. Valokuva S. Hannelius.

nan käsittely. Yhdistämällä luontaista uudistamista ja metsänviljelyä metsän uudistamiseen liittyvää taimettumisvaihetta voidaan lyhentää. Syntyvä taimikko kehittyy näin myös riittävän tiheänä, ja tulevat hakkuumahdollisuudet saadaan nopeammin käyttöön. Siemenpuut poistetaan, kun taimikko on ylittänyt lumirajan. Säästöpuuryhmien ja yksittäisten säästöpuiden määrä riippuu uudistettavan alan pinta-alasta, muodosta ja sijainnista. Uudistusalan valmistus vaikeutuu ja taimettumisen edellytykset heikkenevät liian pienipiirteisessä käsittelyssä.

Siemenpuuston määrä vaihtelee kasvupaikan ja olemassa olevan taimiaineksen mukaisesti. Karuilla kasvupaikoilla, joilla metsikön lähtöpuusto on ryhmittäinen ja taimiainesta on syntynyt aukkoihin, siemenpuustoa jätetään ryhmittäin 30–50 runkoa hehtaarille olemassa olevaa taimiainesta vapauttaen.

Sulkeutuneita männiköitä uudistettaessa käytetään kaksivaiheista siemenpuuhakkuuta, jossa siemenpuita jätetään ensivaiheessa 80–120 runkoa hehtaarille. Tarpeellinen maankäsittely tehdään tässä yhteydessä, sillä näin saadaan taimettuminen heti mahdolliseksi. Sen

sijaan näitä alueita ei ole taloudellista kylvää, koska kylvötaimikon kehittyminen runsaan siemenpuuston alla on heikkoa. Siemenpuuhakkuun toisessa vaiheessa vapautetaan syntynyttä taimiainesta, ja siemenpuustoa jätetään 30–50 runkoa hehtaarille varmistamaan uudistumista (Metsänhoito-ohjeet; Metsätalouden ympäristöopas 1997).

3.5 Uudistushakkuut kuusikoissa

Uudistusalat kuusikoissa ja kuusivaltaisissa metsissä on hyödyllistä pyrkiä sijoittamaan uudistumisen kannalta edullisimpiin paikkoihin. Etelänpuoleiset rinteet ja maalajiltaan karkeammat alat ovat ensisijaisesti uudistettavia alueita. Uudistamisen lähtökohtana ovat pienialaiset ja maisemaan sopivat aukot, joissa tehdään tarpeelliset maankäsittely- ja viljelytoimenpiteet. Käsittelyalueiden rajauksessa ja maankäsittelymenetelmää valittaessa luontaisen täydentymisen edellytykset tulee huomioida. Viljeltävän puulajin suhteen täytyy käyttää harkintaa. Lumituhojen riskin vuoksi viljellään kuusta aina, kun se on suinkin mahdollista kasvupaikan viljavuuden suhteen. Säästöpuuryhmien ja yksittäisten säästöpuiden määrää ja tarvetta harkitaan uudistettavan alan koon ja muodon perusteella. Alueen monimuotoisuutta voidaan ylläpitää myös syntyvien välimetsiköiden turvin (Metsänhoito-ohjeet 1997).

3.6 Kasvatushakkuut

Alhaisen lämpösumman vuoksi Metsähallituksen metsänhoito-ohjeen harvennusmalleja ei yleensä voida noudattaa, vaan kasvatushakkuun edellytykset määräytyvät paikallisista lähtökohdista. Lisäksi huomioidaan metsälain määräykset kasvatettavan puuston määrästä, kehityskelpoisuudesta ja laadusta. Kasvatushakkuissa suositaan puuston luontaista ryhmittäisyyttä, eri-ikäisyyttä ja sekametsärakennetta. Hakkuussa jätetään alueelle aiheja sekä käsittelemättömiä puuryhmiä ja vyöhykkeitä, jotka lisäävät monimuotoisuutta ja turvaavat erämaisyyttä ja riistan elinympäristöä. Kasvatushakkuun periaatteella voidaan käsitellä myös runsaspuustoiset uudistuskypsät ja eri-

rakenteiset metsät. Tällä toimenpiteellä saadaan pidettyä yllä monipuolisempaa metsikkörakennetta ja samalla voidaan rajoittaa uudistamispinta-alaa (Metsänhoito-ohjeet...1997).

4 Tuntsan alue

Tuntsa-Naruska alueelle on valmistunut 1999 alue-ekologinen suunnitelma, jonka pohjalta alue on jaettu maankäytön kannalta erilaisiin alueisiin. Tuntsan alueen kokonaispinta-ala on 95 000 hehtaaria. Pohjoisosassa on Värriön luonnonpuisto, jonka pinta-ala on 12 504 hehtaaria. Tuntsan erämaa-alue sijaitsee välittömästi Värriön luonnonpuiston eteläpuolella Savukosken kunnan rajassa. Erämaa-alueen pinta-ala on 21 237 hehtaaria. Sorsatunturin ja Takkaselkätunturin alueelle muodostettiin maisema-alue, jonka pinta-ala on 8 267 hehtaaria. Ekologisten käytävien kanssa maisema-alue muodostaa noin 12 000 hehtaarin suuruisen kokonaisuuden. Maisema-alueella metsien käsittely ei ole kokonaan pois suljettu. Mikäli metsienkäsittelyä alueelle suunnitellaan, sidosryhmät tullaan osallistamaan niiden suunnitteluun hyvissä ajoin ennen käytännön toimenpiteisiin ryhtymistä. Auerma-aavan ojitusrahoitusalueen pinta-ala on 1 048 hehtaaria. Luontokohteiden, lajiesiintymien, ekologisten käytävien ja niiden yhteydessä olevien riistakohteiden pinta-ala on yhteensä noin 10 000 hehtaaria. Metsätalousmaata on noin 56 000 hehtaaria, josta metsämaata on noin 17 000 hehtaaria (Tuntsa-Naruska alue-ekologinen...1999).

Lähteet

- Itä-Lapin luonnonvarasuunnitelma 1998. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 16. 161 s.
- Metsähallituksen alue-ekologisen suunnittelun ohje 1996. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 3. 59 s.
- Metsänhoito-ohjeet 1997. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 10. 58 s.
- Metsätalouden ympäristöopas 1997. Metsähallitus. 130 s.
- Tuntsa-Naruska alue-ekologinen suunnitelma 1999. Metsähallitus. 54 s.



Siulionpalon kliimaksvaiheen vanha
kuusikko, jossa on yksittäispuina
myös lahovikaisia hieskoivuja.
Kuva: Simo Hannelius

Kulo poltti osan vanhaa kuusikkoa
n. 100 vuotta sitten.
Kuva: Metla/Kolarin tutkimusasema

Metsikkö on uudistunut luontaisesti
hieskoivuvaltaiseksi ja kasvanut
luonnontilaisena palon jälkeen.
Kuva: Simo Hannelius

Kannen suunnittelu: Jouni Hyvärinen

