

Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1992

Merja Moilanen ja Irene Murtovaara (toim.)



Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 464

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

Kansikuvat:

Vas. ylh. Lehtikuusi karsiutuu hitaasti. Kuolleita oksia voidaan pystykarsia. Vuonna 1986 aloitetussa kokeessa selvitetään voidaanko myös eläviä oksia poistaa. Siperianlehtikuusikon ikä oli karsintahetkellä 20 vuotta. Kuva Erkki Oksanen, Puumala 1989.

Vas. alh. Lehtikuusi on perinteinen laivanrakennusmateriaali. Suurten purjevereiden entisöinnissä lehtikuusta käytetään sekä rakenteissa että mastoissa. Kuva Erkki Verkasalo, Kotkan puuvenemessut 1992.

Oik. Kuhasalon luostarin paikalle rakennettu, uutuuttaan valkea muistomerkki on kokonaan lehtikuusta. Puu on puhdasta, vailla pintakäsittelyä ja se saa ajan kuluessa luonnollisen harmaan värin. Kuva Tapani Kuusela, 1993.

Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1992

Merja Moilanen ja Irene Murtovaara (toim.)

Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema 1993

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 464

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

SISÄLLYS

<i>Lukijalle</i>	2
<i>Pentti Kärki: Metsänviljelijän kokemuksia Tornionjokilaaksosta</i>	3
<i>Taisto Hokajärvi: Lehtikuusi metsähallituksen mailla</i>	4
<i>Anneli Viherä-Aarnio: Lehtikuusen provenienssikokeet Pohjois-Suomessa</i>	9
<i>Jouni Mikola: Lehtikuusen valintajalostuksen mahdollisuudet</i>	20
<i>Marja-Leena Napola: Lehtikuusen hybridit Metsänjalostussäätiossä</i>	32
<i>Teijo Nikkanen: Risteymäsiementä kahden lehtikuusilajin siemenviljelykseltä</i>	36
<i>Seppo Ruotsalainen: Kokemuksia kanadanlehtikuusesta (<i>Larix laricina</i>) Pohjois-Suomessa</i>	45
<i>Seppo Ruotsalainen: Päätelmiä lehtikuusihybridien kasvusta Tornionjokilaaksossa</i>	54
<i>Hans Gustavsen: Siperianlehtikuusen kasvu ja tuotos</i>	60
<i>Juha Siitonen: Lehtikuusen hyönteistuholaiset Suomessa</i>	71
<i>Aili Tuimala: Lehtikuusipuun ominaisuudet ja käyttö</i>	79
<i>Erkki Verkasalo: Lehtikuusen mittaus ja kauppa</i>	91
<i>Max. Hagman: Lehtikuusiajatuksia</i>	99
<i>Eero Kubin ja Jukka Valtanen: Siperianlehtikuusen ja eräiden muiden puulajien alkukehityksestä Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa</i>	107

Moilanen, M. & Murtovaara, I. (toim.). 1993. Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 464. 130 s. ISBN 951-40-1308-5, ISSN 0358-4283.

Toimittajien yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema, 91500 Muhos (puh. 981-5331404).

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema. Hyväksynyt: Jukka Valtanen, tutkimus-
aseman johtaja, 8.7.1993.

Jakaja: Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema, 91500 Muhos (puh. 981-5331404).

Hinta:

Lukijalle

Lehtikuusi Suomen metsäpuuna voi olla arvokas tavoite. Jatkuvasti lehtikuusi nousee puheenaiheeksi ja sen lisäämisen puolesta puhutaan. Perustetaan metsiköitä ja odotetaan hyviä tuloksia. Toistaiseksi näyttää siltä kuin kuljetut polut hiipuisivat metsään eikä maalia löydetä. Kuitenkin on viitteitä siitä, että lehtikuusi voi menestyä ja tuottaa hyvin. Raivolan ja Kiteen Puhoksen lehtikuusikoiden ei tarvitse olla ainoat ja kohta historiaan painuvat näytteet menestyksestä. Tuon tuostakin saadaan hyvää kokemusta mutta koetaan myös epäonnistumisia: viljely ei tuota tulosta tai taimikko kärsii tuhoista myöhemmin ja metsikkö jää pahoin aukkoiseksi. Rasteja löydetään mutta maaliin asti ei päästä.

Kajaanissa 21.11.1992 järjestetty metsäntutkimuspäivä keskittyi lehtikuuseen, mitä siitä tiedetään, mitä ei tiedetä ja mitä se voi luvata. Ensimmäinen virike lehtikuusipäivän järjestämisestä tuli agrologi Pentti Kärjeltä, jolla on hyviä kokemuksia lehtikuusesta Tornionjokilaaksoista. Hän myös piti päivän ensimmäisen alustuksen, virikepuheenvuoron.

Muhoksen tutkimusasema aloitti alueellisten tutkimuspäivien pitämisen vuonna 1975. Nyt oli vuorossa 20. kerta. Kokoontumispaikkana oli Kainuun Prikaatin elokuvasali. Esitelmöitsijöitä oli yhteensä 10, heistä vain yksi Muhoksen tutkimusasemalta. Pääosan päivästä hoitivat metsänjalostuksen specialistit Metsäntutkimuslaitoksesta ja Metsänjalostussäätiöstä. Tähän tiedonantoon on koottu päivän esitelmät, jotka sen jälkeen on viimeistelty täsmälliseen asuun. Vain professori Timo Kurkelan esitelmä Lehtikuusen syöpä on jätetty pois, koska siitä on laadittu erillinen julkaisu Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 433. Kiitän kaikkia esitelmöitsijöitä tiedonjakamisesta ja Kainuun Prikatia hyvien puitteiden antamisesta.

Jukka Valtanen

METSÄNVILJELIJÄN KOKEMUKSIA TORNIONJOKILAAKSOSTA

Pentti Kärki

Kokemukset ovat Tornion seudulta eli 66. leveysasteelta. Vanhimmat lehtikuuset on istutettu v. 1959. Kesällä 1991 eli 32 vuoden iässä paksuimmat puut olivat rinnankorkeudelta yli 30-senttisiä. Mm. yksi 35-senttinen puu oli kuuden metrin korkeudelta 29 cm. Pituus oli 12 metriä. Puiden alkuperä ei ole tiedossa. Ne voivat olla jotakin risteytystä eli hybridiä.

Myös nuoret siperialaisen lehtikuusen istutukset, joiden esivanhemmat ovat kasvaneet Karjalan Kannaksen Raivolassa - niiden vanhemmat taas jossakin tietämättömässä paikassa Venäjällä - antavat viitteitä nopeasta kasvusta. Kotoiset puulajimme mänty ja kuusi jäävät jälkeen heti ensi vuosista alkaen.

Alussa mainittujen isojen puiden vanhempien lajit ovat epäselvät. Outoa on, että ne ovat pystyneet tekemään itävää siementä, mikä ei tietojeni mukaan ole oppien mukaista. Kuitenkin maastossa on jo näiden isojen puiden lähellä luontaisia taimia, jotka eivät voi olla lähöisin muualta kuin juuri näistä emopuista.

Viimeksi kulunut vuosikymmen on ollut pohjoisen metsille koettelemuksen aikaa. Eritoten mänty on kärsinyt. Kokemusteni mukaan lehtikuusi on selvinnyt hyvin. Sitä kannattaa suosia.

Lehtikuusi on Pohjois-Suomen metsätaloudessa toistaiseksi kirjoittamaton luku. Vain Siperian lehtikuusi tunnetaan jotenkin. Erityisesti Itä-Aasiassa mutta myös Amerikassa on nopeakasvuisia lehtikuusilajeja, joilla voi olla hyvät edellytykset myös meikäläisessä ilmastossa. Lehtikuusen suku on kasvihistoriallisesti nuori, ja sillä on joustoa. Esim. Siperian lehtikuusi ei suostu kasvamaan turvemaalla, mutta minun lehtikuuseni kasvavat. Tämä avaa näköaloja.

Tulevia markkinoita ajatellen voidaan sanoa yleinen totuus, että tarjonta luo kysynnän. Lehtikuusen puuta ei kannata käyttää massatuotteena, vaan lujutensa ja lahonkestävyytensä takia sille löydetään todella arvokas käyttö. Esim. lattianpäällysteissä tarvitaan kovuutta ja vesi- ja maarakenteissa lahonkestävyyttä.

Viritysalustus koostui kahdentoista diakuvan esittämisestä ja lehtikuusen kasvatusmahdollisuuksien tarkastelusta niiden perusteella.

LEHTIKUUSI METSÄHALLITUKSEN MAILLA

Taisto Hokajärvi

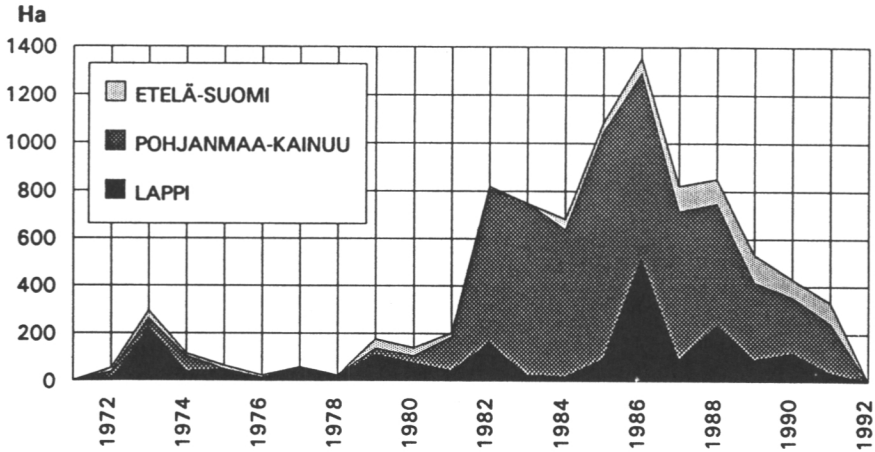
1. Varhaiset käyttökokeilut

Lehtikuusta on metsähallituksen mailla viljelty jo viime vuosisadalta alkaen. Ensimmäiset käyttökokeilut lienevät Evon valtionpuistossa, mutta tietoja viljelystä on Pohjois-Suomestakin. Metsänhoitaja Lauri Ilvessalo julkaisi v. 1916 Suomen Metsänhoitoyhdistyksen julkaisuissa tutkielman "Lehtikuusen viljely Suomessa". Siinä kerrotaan mm. Kemin, Pudasjärven ja Inarin hoitoalueissa tehdyistä lehtikuusi-istutuksista. Kun tässä tutkielmassa jäivät vaille huomiota Tornion ja Kolarin hoitoalueissa tapahtuneet viljelyt, kirjoitti metsänhoitaja Einar Reuter niistä Metsätaloudelliseen Aikakauskirjaan v. 1918. Hänen mukaansa Aavasaksalle oli jo v. 1886 istutettu ja kylvetty lehtikuusta. Siemenet oli saatu Evolta ja taimet kasvatettu omalla taimitarhalla. Myöhemmin viljelyalaa oli vielä täydennetty. Reuter oli paikalta mitannut kaikkiaan 60 lehtikuusta, joista kookkain oli 18 cm rinnantasalta. Tornion hoitoalueessa oli samoihin aikoihin istutettu 3 - 4 kohteeseen lehtikuusta. Myös Kolarin hoitoalueessa viljeltiin lehtikuusta vuosisadan viimeisinä vuosina.

Lehtikuusen viljelyä jatkettiin 1900-luvun alkupuolella edelleen lähinnä kokeiluluonteisesti ja pienialaisesti niin, että viljelyalaa karttui 300 - 400 hehtaaria. Merkittävien tässä suhteessa oli entinen Tuomarniemen hoitoalue, jossa lehtikuusikoita perustettiin n. 220 hehtaaria. Laajin lehtikuusimetsä Oulun läänissä perustettiin Sievin Lehtisaareen. Sen pinta-ala on 3,6 hehtaaria. Kaikkiaan oli v. 1976 tehdyn inventoinnin mukaan entisen Pohjanmaan piirikunnan alueelle (Oulun ja osittain Vaasan lääni) viljelty vuosina 1900 - 1955 lehtikuusimetsiköitä tai puuryhmiä 26 kappaletta pinta-alaltaan 12,4 hehtaaria. Kokonaisrunkoluku näissä metsiköissä oli 6 183 kpl.

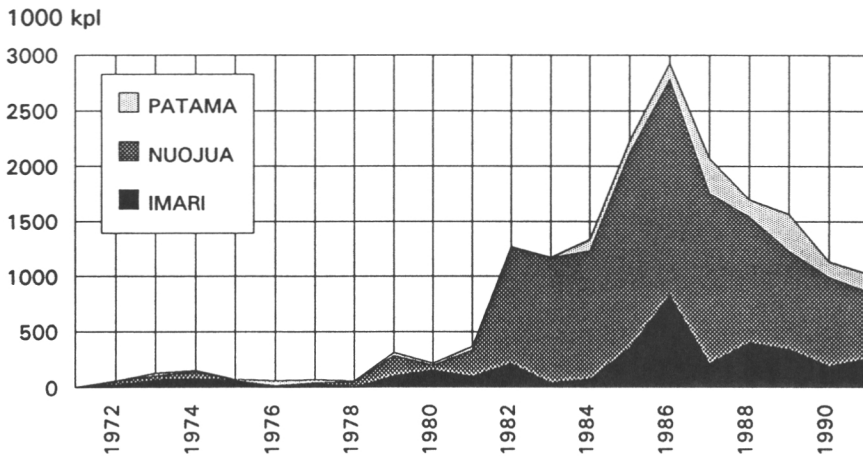
2. Uusi tuleminen

Uudestaan lehtikuusen viljelyä kokeiltiin vuosina 1958 - 61 Taivalkosken ja Pudasjärven korkeilla alueilla, jopa yli 300 metrin korkeudessa sekä entisessä Lestin hoitoalueessa. Pinta-alaa kertyi 400 - 500 hehtaaria. Siementä oli saatu Neuvostoliitosta, alkuperäksi on merkitty Sajaanien vuoristo, Novosibirsk ja Krasnojarsk. Tulos näistä viljelyistä oli heikko. Vasta 1970-luvulla, kun siementä alettiin kerätä Suomessa kasvaneista metsiköistä, viljelyalat alkoivat lisääntyä. Vuodesta 1972 pidetyn metsänhoitotöiden kirjanpidon mukaan uusia lehtikuusikoita on perustettu seuraavasti.



Kuva 1. Lehtikuusimetsiköiden ala vuodesta 1972.

Kaikkiaan metsänhoitotöiden kirjanpidossa on lehtikuusimetsiköitä yli 8 800 hehtaaria. Lehtikuusta on kuitenkin viljelty selvästi enemmän kuin kirjanpidossa olevat metsiköt osoittavat, sillä sitä on käytetty sekä täydennysviljelyssä että pieninä metsikköinä muun metsänviljelyn yhteydessä. Näin etenkin Etelä-Suomessa, missä sillä on katsottu olevan maisemallista ja riistanhoidollista merkitystä. Tätä osoittaa myös metsähallituksen taimitarhoilta luovutettujen taimien määrä. Kaikkia taimia ei tosin ole käytetty valtion mailla.



Kuva 2. Metsähallituksen taimitarhoilta luovutetut taimimäärät.

Kasvatettujen taimien määrä tarkasteluvuosina on lähes 18 milj. kappaletta. Käytössä olleiden viljelytiheyksien mukaan viljelyalaa kertyisi n. 12 000 hehtaaria.

3. Viljelykohteet

Aluksi lehtikuusta viljeltiin lähinnä kokeilumielessä ja erikoisuutena Raivolan lehtikuusikon innostamina. Ilmeisesti käytetty materiaalikin oli samaa alkuperää. Vasta 1960- ja 70-luvuilla alettiin nähdä käyttömahdollisuuksia myös korkeilla alueilla ja haapavesakon vaivaamilla ongelma-alueilla. Metsienkäsittelyohjeisiin lehtikuusi tuli 1970-luvun lopulla ja siellä on erityisesti mainittu lumituhoalueet, korkeat ongelma-alueet sekä haapavesakon vaivaamat alueet. Kasvupaikan tuli olla tuoretta kangasta eikä veden vaivaamaa. Nykyisissä metsänhoidon suosituksissa on lehtikuuseen otettu hiukan varovaisempi linja. Viljely ei ole ollut ongelmatonta, erityisesti maaperän tiiviys ja liiallinen kosteus aiheuttavat tuhoja. Mikäli maaperän viljavuus riittää kuusen kasvattamiseen ohittaa se lehtikuusen puulajivalinnassa. Ensisijaisia kohteita ovat haapavesakkoalueet ja sellaiset korkeat ongelma-alueet, joiden viljavuus ei riitä kuusen kasvattamiseen.

4. Metsänviljelyn tuloksia

Vuosisadan alkupuoliskolla perustetut metsiköt ovat menestyneet vaihtelevasti. Osittain tämä johtunee siitä, että taimikkovaiheen hoidossa on ollut eroja.

Seuraavassa on tietoja kahdesta lehtikuusimetsiköstä, jotka sijaitsevat lähes ääriolosuhteissa Oulun läänissä. Mittaustapa on vaihdellut eri ajankohtina, joten tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia. Viimeisessä mittauksessa on käytetty metsähallituksen koelaohjelmaa ja kuutiomäärä on käytetty männyn yhtälöitä.

	Kuusamo, Riihivaara	Sievi, Lehtisaari
Korkeus	310 mpy	130 mpy
Lämpösumma	770 d.d.	1 000 d.d.
Kasvupaikka	TRK	LMK
Viljely	Kylvetty v. 1900	Istutettu v. 1930, 2 000 kpl/ha
Hoitotoimenpiteet	Harvennettu v. 1954, poisto 498 kpl/ha	Perkaus v. 1950 Harvennus v. 1957
<i>V. 1976</i>		
Runkoluku	550 kpl/ha	690 kpl/ha
Valtapituus	18 m	24 m
Pohjapinta-ala	18 m ² /ha	23 m ² /ha
Kuutiomäärä	140 m ³ /h	256 m ³ /ha
<i>V. 1992</i>		
Runkoluku	347 kpl/ha	275 kpl/ha
Valtapituus	19 m	32 m
Pohjapinta-ala	18 m ² /ha	21 m ² /ha
Kuutiomäärä	147 m ³ /ha	237 m ³ /ha
Tukkiosuus	83 %	91 %
Keskiläpimitta	26,5 cm	31,9 cm

Sotien jälkeen vuosina 1958 - 61 suoritettujen viljelyt epäonnistuivat lähes täydellisesti. Syynä oli ilmeisesti alkuperä, jonka sopivuutta ei Oulun läänin korkeiden alueiden olosuhteisiin selvitetty, sekä taimien huono laatu. Näillä viljelykohteilla on vielä nähtävissä yksittäisiä lehtikuusia, mutta ei varsinaisia metsiköitä. Viljely aloitettiin uudelleen 1970-luvulla ja silloin käytettiin muun muassa Sievin ja Kuhmon metsiköistä saatua siementä. Lisäponnista viljelylle antoi v. 1976 tehty selvitys, joka antoi viitteitä sopivista alkuperistä ja viljelyolosuhteista. Mukaan kuvaan tuli 1980-luvulla myös siemenviljelyssiemen.

Kun viljelytöitä jo tehtiin laajassa mitassa, päätettiin Pohjanmaan piirikunnassa v. 1988 tehdä tarkastusmittaus vuosikymmenen alkupuoliskon lehtikuusiviljelyistä. Tarkastuksen kohteeksi arvottiin 33 työmaata, joiden pinta-ala oli 801 hehtaaria. Tavoitteena oli selvittää viljelyiden tila ja onnistuminen, alkuperän ja viljelyajankohdan vaikutus sekä kasvupaikan ja korkeuden merkitys viljelyiden onnistumiseen.

Viljelyistä suurin osa oli yli 250 metrin korkeudessa, muutamia kohteita jopa yli 300 metrin korkeudessa. Keskimääräinen elossaolo oli 81 %. Alkuperällä ja korkeudella ei voitu osoittaa olevan selvää merkitystä onnistumisen kannalta. Myöskään kevät- ja syysviljelyiden välillä ei ollut selvää eroa. Vanhimmissa viljelyissä elossaolo oli heikoin. Tämä osoittaa, että taimien kuolemista tapahtuu vuosittain. Kuitenkin tulos on selvästi parempi kuin männyllä vastaavissa olosuhteissa. Taimikoissa esiintyi tuhoja huomattavan paljon. Ranganvaihtoja todettiin 21 %:ssa taimista.

5. Lehtikuusen käyttö

Toistaiseksi lehtikuusimetsiköitä on hakkuin käsitelty hyvin vähän vanhempien metsiköiden vähäisestä määrästä johtuen. Hakkuissa ja myrskytuhojen korjuussa on saatu pääasiassa järeää puuta, joka on voitu vaivattomasti markkinoida. Käyttöähän on erityisesti kosteudelle alttiissa rakenteissa, esimerkiksi pesuhuoneiden paneloinneissa. Selluteollisuudelle ei lehtikuusta ole toistaiseksi riittänyt. Kun viime vuosikymmenien viljelyalat tulevat kasvatushakuu- ja lehtikuusivaiheeseen, saadaan kertymään varmasti myös kuitupuun mittaista puutavaraa. Lehtikuusimetsiköt on kuitenkin perustettu melko harvoin, joten voidaan odottaa että hakattava puu on kohtalaisen kookasta ja sille löytyy muuta käyttöä kuin selluteollisuuden raaka-aineena. Joka tapauksessa kasvatushakuissa kertyvä puumäärä jää varsin pieneksi, metsähallituksen mailta ehkä 10 - 15 vuoden kuluttua 10 000 - 15 000 m³ vuodessa.

6. Tulevaisuus

Lehtikuusen viljelyssä huippuvuodet metsähallituksen mailla olivat 1980-luvun puolivälissä, jolloin vuotuinen ala oli yli 1 000 hehtaaria. Suhtautuminen on sen jälkeen muuttunut hiukan varovaisemmaksi, sillä myös epäonnistumisia on sattunut. Lehtikuusen käytöstä ei kuitenkaan ole tarkoitus luopua, vaan viljelyala säilynee jatkossa 200 - 300 hehtaarin tasolla. Kohteiden valintaan, uudistusalan valmistamiseen ja kasvatustoimenpiteisiin joudutaan kuitenkin kiinnittämään aikaisempaa enemmän huomiota.

7. Tutkimustarpeita

Kuten jo aikaisemmin on todettu, lehtikuusen viljely ei ole ollut aivan ongelmatonta. Taimikoissa on esiintynyt tuhoja, myöskään viljelykohteiden valinnassa ei aina ole onnistuttu. Lehtikuusesta on julkaistu tutkimuksia (mm. Vuokila), mutta ne perustuvat Etelä-Suomen metsiköihin. Lisää tietoa tarvittaisiin lehtikuusen kasvupaikkavaatimuksista erityisesti Pohjois-Suomen olosuhteissa. Lehtikuusen kasvatusmalleja ei myöskään vielä ole metsähallituksen suosituksissa. Pohjatietona niiden laatimista varten tosin on olemassa Vuokilan ja Gustavsenin julkaisu (FF554), mutta sekin painottuu Etelä-Suomen aineistoon. Taimikohoidossa on ollut erilaisia näkemyksiä, mutta pyrkimys puhtaisiin lehtikuusikoihin ja melko harvaan kasvatusasentoon on vallitseva. Myös karsinta on jäänyt vähäiselle huomiolle. Pyritäessä hyvälaatuisen järeän puun kasvatukseen, sekin lienee paikallaan. Sen ajoittamisesta ei kuitenkaan ole suosituksia. Lehtikuusen ongelmanahan on, että se versoo herkästi karsintakohdasta.

Lähipuosien tehtävänä on Pohjois-Suomen erilaisiin olosuhteisiin soveltuvien kiertoajan kattavien kasvatusmallien laatiminen mukaanlukien viljelytiheys, taimikkovaiheen hoito, harvennusajankohta ja harvennustiheys.

LEHTIKUUSEN PROVENIENSSIKOKEET POHJOIS-SUOMESSA

Anneli Viherä-Aarnio

1. Johdanto

Metsäpuiden viljelyssä tunnetaan yleisesti viljelyaineiston ilmastoon sopeutuneisuuden tärkeys. Myös ulkomaisten puulajien viljelyssä on tärkeätä valita alkuperä oikein (Ilvessalo 1920, Heikinheimo 1956, Lähde ym. 1984). Tämä pätee erittäin hyvin myös siperianlehtikuuseen (*Larix sibirica Ledeb.*), jonka luontainen levinneisyysalue on laaja ja sisältää runsaasti maantieteellistä vaihtelua ja erilaisiin ilmasto-oloihin sopeutuneita rotuja.

Siperianlehtikuusen levinneisyysalue kattaa Koillis-Venäjän ja Länsi-Siperian. Se ulottuu noin 70. leveysasteelta pohjoisessa 46. leveysasteelle etelään. Siperianlehtikuusen läntisimmät luontaiset esiintymät tavataan Cajanderin (1901) mukaan Äänisjärven läheisyydestä n. 200 kilometrin päässä Suomen itärajasta. Suuren maantieteellisen vaihtelun vuoksi siperianlehtikuusen rotuja on pidetty usein erillisinä lajeina. Esimerkiksi Dylis (1945, 1947) erottaa omaksi lajikseen *Larix sukaczewiin* (Dyl.), joka muodostaa siperianlehtikuusen levinneisyyden läntisimmän osan Ob-joesta länteen. Levinneisyytensä itäreunalla siperianlehtikuusi muodostaa välimuotoja dahurianlehtikuusen (*Larix gmelini* (Rupr.) Kuzenova) kanssa. Näitä ovat esimerkiksi *Larix czekanowskii* Szafer ja *Larix cajanderii* Mayr (Sarvas 1964). Tätä taustaa vasten ei todellakaan ole samantekevää, mitä siperianlehtikuusen maantieteellistä alkuperää maassamme viljellään.

Epäonnistuneesta alkuperävalinnasta on hyvä esimerkki ns. krasnojarskilainen alkuperä, jota käytettiin yleisesti metsänviljelyssä Metsähallituksen mailla Lapissa 1950-luvun lopulla ja 1960-luvun alussa, ja joka johti laajoihin viljelyjen tuhoutumisiin ja lehtikuusen viljelyn tyreytymiseen (Tigerstedt ym. 1983, Hagman 1987).

Parhaiten menestyneeksi provenienssiksi on maassamme osoittautunut ns. Raivolan lisäyslähde, Karjalan kannaksella sijaitseva kuuluisa lehtikuusikko, joka perustettiin alunperin laivanrakennuspuun kasvattamiseksi. Raivolan lehtikuusikon perustaminen aloitettiin v. 1738, ja myöhemmin sitä laajennettiin useaan kertaan (Ilvessalo 1923).

Raivololan metsikön alkuperä on puutteellisesti tunnettu. Ensimmäinen osa perustettiin kylvämällä siementä, joka oli tilattu Arkangelista. Myöhempiin viljelyksiin käytettyjen taimien alkuperästä ei ole varmaa tietoa. Todennäköisesti ne olivat kuitenkin peräisin Arkangelia etelämpää. Metzgerin (1935) käsityksen mukaan ainakin osa siemenestä oli peräisin Uralin eteläosasta, Ufan alueelta n. 50. leveyspiiriltä (Ilvessalo 1923, Metzger 1935, Sarvas 1964).

Sarvaksen (1964) mukaan Suomessa paljon käytetty ns. Raivololan rodun siemen on peräisin juuri näistä Arkangelia eteläisempää alkuperää olevista roduista siperianlehtikuusen luontaisen levinneisyysalueen lounaisosasta. Tigerstedt ym. (1983) puolestaan esittivät, että koska Raivololan metsikkö on perustettu vaihteittain hieman eri alkuperillä, olisi Raivolassa tapahtunut näiden välillä risteytymistä, ja Raivolasta kerätty siemen olisi näinollen ainakin osittain eri alkuperien välistä hybridisiementä. Tämä voisi selittää sen laajan sopeutumisen ilmastollisesti erilaisiin oloihin Etelä- ja Pohjois-Suomessa, Islannissa ja Brittiläisessä Kolumbiassa (Tigerstedt ym. 1983, Newsome ym. 1992). Raivololan lisäyslähteestä ovat peräisin useat Suomeen 1800-luvulla ja sen jälkeen perustetut hyvin menestyneet lehtikuusiviljelmät (Heikinheimo 1956, Lähde ym. 1984). Kaikki Suomeen tuotu siperianlehtikuusen siemen ei kuitenkaan ole peräisin Raivolasta. Siementä tiedetään tuodun Uralin itäpuolelta, erityisesti Nishnij Tagilskin alueelta. Samoin saatiin siementä Uralin länsipuolelta, siperianlehtikuusen levinneisyyden lounaisosasta sekä Arkangelin seudulta. Muita käytettyjä alkuperiä olivat Haggmanin (1987) mukaan Pinega, Perm, Nishni Novgorod, Olonets ja Vologda. Näidenkin alkuperien jäljittäminen tarkalleen on usein mahdotonta.

Siperian lehtikuusen luontaiselta levinneisyysalueelta on ollut vaikeata saada siementä. Käytännön metsänviljelyyn on siementä kerätty kotimaisista lisäyslähteistä ja viimeisten 20 vuoden ajan on ollut käytettävissä myös siemenviljelyssiementä. Myös siemenviljelyksiin vartetut kantapuut on valittu Suomessa kasvavista, useimmiten Raivololan lisäyslähteeseen kuuluvista lehtikuusimetsiköistä. Siperianlehtikuusen siemenviljelyksiä on maassamme tällä hetkellä seitsemän, yhteensä 49 ha (Rusanen 1992).

Siemenen saannin vaikeudesta johtuen Suomesta puuttuvat varsinaiset siperianlehtikuusen alkuperäkokeet sekä systemaattinen ja kokonaisvaltainen tieto lehtikuusen maantieteellisestä vaihtelusta ja maahamme parhaiten sopivista alkuperistä.

Tässä esityksessä luodaan katsaus olemassa oleviin lehtikuusen provenienssikokeisiin Pohjois-Suomessa. Kokeissa on vertailtavina etupäässä kotimaisia siperianlehtikuusen lisäyslähteitä. Siperianlehtikuusen ohella kokeet sisältävät myös dahurianlehtikuusta (*L. gmelinii*), kanadanlehtikuusta (*L. laricina*) sekä hybrideiksi epäiltyjä eriä.

2. Provenienssitutkimuksen käsitteistä

Provenienssikoe on vakiintunut nimitys kokeelle, jossa vertaillaan eri alueilta peräisin olevia puukantoja eli provenienseja. Kansainvälisessä metsäntutkimuksessa sanaa **provenienssi** on kuitenkin käytetty eri merkityksissä, joten Suomessa sen käytöstä on päätetty luopua. Sen tilalle ovat tulleet käsitteet **alkuperä** ja **lisäyslähde** (Hämet-Ahti ym. 1992).

Alkuperällä tarkoitetaan tietyn puulajin luontaisella levinneisyysalueella olevaa paikkakuntaa, josta on kerätty siementä tai otettu muita kasvin lisäykseen käytettyjä osia, esim. pistokkaita. **Lisäyslähde** on tietyn kasvilajin alkuperäpaikkakunnan ulkopuolella oleva ko. lajin viljelypaikka, josta on kerätty siementä tai muita lisäykseen käytettyjä kasvinosia.

Tässä yhteydessä provenienssikokeilla tarkoitetaan koeviljelyksiä, joissa saman puulajin alkuperiä ja/tai lisäyslähdeitä verrataan keskenään. Koeviljelyasiakirjoissa sanaa provenienssi on käytetty merkitsemään sekä alkuperää että lisäyslähdettä (Pajamäki & Karvinen 1991).

3. Aineisto ja menetelmät

Tämän tutkimuksen aineisto koostuu Metsäntutkimuslaitoksen entisen metsänjalostuksen tutkimusosaston kenttäkoesarjoista 373, 501, 556 ja 1013 (taulukko 1). Suurin osa kokeista on siperianlehtikuusen kokeita, mutta ne sisältävät myös dahurianlehtikuusta, kanadanlehtikuusta sekä hybrideiksi epäiltyjä eriä. Vertailuerinä on osassa kokeita kotimainen mänty ja kontortamänty. Kokeissa vertailtavat siperianlehtikuusen erät ovat pääosin peräisin kotimaisista lisäyslähdeistä, mutta mukana on myös muutamia alkuperiä luontaiselta levinneisyysalueelta. Metsähallitus keräsi keskitetysti siementä pohjoissuomalaisista metsiköistä 1970-luvun alussa olleina hyvinä siemenvuosina, mikä mahdollisti näiden koesarjojen perustamisen (Hagman 1987). Kokeet on perustettu satunnaistettujen lohkojen perusteella lukuunottamatta koesarjaa 373, missä kunkin puulajin erät pyrittiin sijoittamaan lähekkäin.

Kokeet 373/1-4 ovat sekä puulaji- että provenienssikokeita. Ne sisältävät kahdeksan kontortamännyn alkuperää Kanadasta, Brittiläisestä Kolumbiasta ja Yukonista, seitsemän siperianlehtikuusen Suomessa kasvavista metsiköistä peräisin olevaa erää, yhden hybridiksi epäillyn lehtikuusisiemenerän sekä kuusi kotimaista männyn metsikkösiemenerää. Koesarjaan kuuluu neljä rinnakkaiskoetta, jotka sijaitsevat Pudasjärvellä, Rovaniemen maalaiskunnassa, Kittilässä ja Sallassa (taulukko 1). Koesarjan suunnitteli metsänhoitaja Reino Saarnio. Rovaniemen maalaiskunnassa ja Sallassa sijaitsevat osakokeet mitattiin kesällä 1992 (taulukko 2). Kokeiden suuren koon vuoksi niistä mitattiin lehtikuusierien lisäksi vain yksi, pohjoisin kontortamäntyerä ja kaksi lähinnä paikallista mäntyerää (taulukko 3). Koeruuduista mitattiin systemaattisella otannalla joka kolmannesta puusta läpimitta ja läpimittaluokittain joka kolmannesta puusta pituus.

Taulukko 1. Lehtikuusen provenienssikokeet Pohjois-Suomessa. Tähdellä () merkityt mitattiin v. 1992.*

Koenumero	Paikkakunta	Perustamisvuosi	Kokeen tarkoitus ja aineisto
373/1	Pudasjärvi	1971	Puulaji- ja provenienssikoe.
373/2 *	Rovaniemi mlk	1972	Pinus contorta
373/3	Kittilä	1971	Pinus sylvestris
373/4 *	Salla	1971	Larix sibirica
501/1 *	Pello	1974	Provenienssikoe.
501/2 *	Rovaniemi mlk	1974	Lehtikuusen siemen-
501/3	Simo	1974	keräysmetsiköt Pohjois-
501/4	Rovaniemi mlk	1974	Suomessa.
556/1 *	Simo	1976	Provenienssikoe.
556/2	Kolari	1976	Lehtikuusen siemen-
556/3	Kittilä	1976	keräysmetsiköt.
556/4	Savukoski	1976	
556/5 *	Salla	1976	
1013/1 *	Inari	1983	Puulaji- ja provenienssikoe. Larix laricina Larix sibirica Larix gmelini Pinus sylvestris Lehtikuusilajit, maantieteelliset alkuperät ja siemenkeräysmetsiköt

Koesarja 501/1-4 on provenienssikoesarja. Se sisältää 19 lehtikuusierää. Näistä yksi on peräisin Hausjärvellä sijaitsevasta siemenviljelyksestä n:o 16 ja muut Pohjois-Suomessa sijaitsevista metsiköistä, joiden koko vaihtelee kahdesta puusta muutamiin kymmeneen puihin. Koesarjaan kuuluu neljä osakoetta, jotka sijaitsevat Pellossa, Rovaniemen maalaiskunnassa ja Simossa (taulukko 1). Koesarjan suunnitteli prof. Max. Hagman. Pellon koe ja Rovaniemen maalaiskunnassa sijaitsevista osakoista toinen mitattiin kesällä 1992 (taulukko 2).

Koesarja 556/1-5 on provenienssikoesarja. Se sisältää 9 lehtikuusierää, joista yksi on peräisin Hausjärven siemenviljelyksestä no 16, ja muut kahdeksan Pohjois-Suomessa sijaitsevista metsiköistä. Koesarjaan kuuluu viisi osakoetta Simossa, Kolarissa, Kittilässä, Savukoskella ja Sallassa (taulukko 1). Koesarjan suunnitteli prof. Max. Hagman. Simossa ja Sallassa olevat osakokeet mitattiin kesällä 1992 (taulukko 2).

Taulukko 2. Tutkimuksen aineisto. Koesarjat 373, 501, 556 ja koe 1013/1.

Koe-numero	Koepaikka	Metsätyyppi/maalaji	Istutusaika kk ja vuosi	Kokeen pinta-ala, ha	Koe-eriä, kpl (mitattiin)	Toistoja kpl	Taimia/ruutu, kpl
373/2	Rovaniemi mlk Kuusikkolamuri 66°18' N, 25°41' E 220 m	VMT - HMT HtMr	Kesä 1972	12,6	21 (11)	1-6	400
373/4	Salla, Isomaa Kumpuselkä 66°37' N, 28°23' E 300 m	HMT, HtMr	Heinä 1971	12,5	20 (10)	1-6	400
501/1	Pello, Ruuhijärvi Pakkasvaara 66°57' N, 24°36' E 220 m	VMT, HtMr	Elo 1974	5,8	22	6 (4)	49
501/2	Rovaniemi mlk Hirvas Koivikkoselkä 66°26' N, 25°12' E 120 m	VMT, HkMr	Elo 1974	5,8	22	6	49
556/1	Simo, Ylikärppä 65°46' N, 25°41' E 95 m	VMT, HkMr	Syys 1976	1,8	9	10	49
556/5	Salla, Isomaa 'Vilma' 66°39' N, 28°22' E 270 m	HMT, HkMr	Elo 1976	1,6	8	10	49
1013/1	Inari, Muddusjärvi 69°03' N, 27°05' E 170 m	EMT, HtMr-HkMr	Kesä 1983	0,7	17	4	25

Koe 1013/1 Inarissa on sekä puulaji- että provenienssikoe. Se sisältää kolme kanadanlehtikuusen alkuperää Albertasta Kanadasta ja Alaskasta USA:sta, kaksi siperianlehtikuusen alkuperää Venäjältä, kaksi Punkaharjun metsiköistä kerättyä dahurianlehtikuusierää, kahdeksan siperianlehtikuusen erää Suomessa kasvavista metsiköistä sekä yhden siemenviljelyserän Tenholan siemenviljelyksestä n:o 14. Vertailueränä on Inarin Sotajoelta peräisin oleva männyin metsikkösiemen. Koe sijaitsee Inarissa Helsingin Yliopiston Muddusjärven koetilalla. Sen suunnitteli metsänhoitaja Anneli Viherä. Koe mitattiin kesällä 1992 (taulukko 2).

Kaikista kokeista inventoitiin elossaolo sekä mitattiin taimien pituus. Kokeista 373/2 Rovaniemi ja 373/4 Salla mitattiin lisäksi läpimitta tilavuuden laskemiseksi. Näiltä kokeilta saatiin täten myös arvio hehtaarikohtaisesta kuutiomäärästä. Koe-erien pituus- ja elävyyserojen merkitsevyyttä testattiin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä.

4. Tulokset

Koesarjan 373 osakokeissa Rovaniemen maalaiskunnassa ja Sallassa lehtikuusierien elävyydet olivat kontortamännyn ja männyn elävyyksien kanssa samaa luokkaa tai jonkin verran alhaisempia (taulukko 3). Tuotoksessa lehtikuusi jäi selvästi kontortamännystä ja männystä jälkeen. Sallan kokeessa kontortan tuotos oli peräti 53 m³/ha 24 vuoden iällä, Kittilän männyn ollessa 31 m³/ha ja lehtikuusierien 6 - 15 m³/ha.

Koesarjassa 501 sekä Pellon että Rovaniemen kokeiden keskimääräinen elävyys oli alhainen (29 % ja 39 %). Koe-erien välillä oli suuria eroja, ja erot olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä (taulukot 4 ja 5). Selvästi heikoimpina erottuivat molemmilla kokeilla seuraavat erät: Rovaniemen Rautiosaari, Kolarin Vuomanlehto, Ylitornion Hannukkalanniemi ja Simon Simoniemi. Kokeen korkeimpiin elävyyksilukuihin yltivät molemmissa kokeissa Rovaniemen Hirvaan metsäopiston pihapuut, Kittilän hoitoalueen pihapuut, Kolarin Aitamännikkö ja Hausjärven siemenviljelys n:o 16. Pellon kokeen keskipituus 20 vuoden iällä oli 2,7 m ja Rovaniemen kokeen 3,0 m (taulukko 5). Koe-erien väliset pituuserot olivat tilastollisesti merkitseviä (taulukko 4). Koe-erien sisäinen, yksittäisten puiden pituusvaihtelu oli kuitenkin hyvin suurta.

Taulukko 3. Lehtikuusen, kontortamännyn ja männyn elävyys ja tuotos 24 vuoden iällä kokeissa 373/2 Rovaniemi ja 373/4 Salla.

Puulaji	Alkuperä/lisäyslähde	Koe 373/2 Rovaniemi				Koe 373/4 Salla			
		Elävyys %	Keskipituus m	Keskiläpimitta cm	Kuutiomäärä m ³ /ha	Elävyys %	Keskipituus m	Keskiläpimitta cm	Kuutiomäärä m ³ /ha
Pinus contorta	Kanada, Yukon Carmacks 62°14' N 136°18' W, 671 m	38	5,9	10,4	30	65	6,5	10,0	53
Larix sibirica	Lapinjärvi, Elimyssuo, mv.1	39	4,3	5,7	10	45	4,3	5,3	10
Larix sibirica	Punkaharju, Tuunala, Heikinheimon lehtik.	38	3,7	4,5	6	64	4,2	5,6	15
Larix sibirica	Lapinjärvi, mv.20	33	4,5	6,0	9	44	4,1	4,9	8
Larix sibirica	Kitee, Puhos	21	4,3	5,1	4	53	4,2	4,7	10
Larix sibirica	Punkaharju, mv.98	19	4,5	6,1	5	38	4,2	5,4	8
Larix sibirica	Pälkäne, Ruokola	26	3,7	5,0	5	31	4,0	5,3	6
Larix sibirica	Punkaharju, mv.8D, ala 13a	29	5,1	5,6	7	-	-	-	-
Larix sp.	Rovaniemen mlk, Hirvas	29	3,9	5,0	5	34	4,1	5,1	5
Pinus sylvestris	Kuusamo	-	-	-	-	26	5,1	9,8	17
Pinus sylvestris	Rovaniemi	35	4,7	9,1	18	-	-	-	-
Pinus sylvestris	Kittilä	39	5,0	9,2	23	49	5,2	9,4	31
Kokeessa keskimäärin		31	4,5	6,5	11	45	4,8	7,0	17

Taulukko 4. Varianssianalyysin tulokset koesarjoissa 501, 556 ja kokeessa 1013.

Koe	Elävyys	Pituus
501/1 Pello	F (koe-erät) = 6,37 p < 0,0001	F (koe-erät) = 2,52 p < 0,0026 F (toistot) = 4,99 p < 0,0037
501/2 Rovaniemi mlk	F (koe-erät) = 10,07 p < 0,0001	F (koe-erät) = 2,1 p < 0,0077 F (toistot) = 1,91 p < 0,0997
556/1 Simo	F (koe-erät) = 27,39 p < 0,0001	F (koe-erät) = 8,15 p < 0,0001 F (toistot) = 4,82 p < 0,0001
556/5 Salla	F (koe-erät) = 19,63 p < 0,0001	F (koe-erät) = 3,27 p < 0,005 F (toistot) = 6,68 p < 0,0001
1013/1 Inari	F (koe-erät) = 5,92 p < 0,0001	F (koe-erät) = 3,31 p < 0,0008 F (toistot) = 5,03 p < 0,0043

Taulukko 5. Lehtikuusen lisäyslätteiden elävyys ja pituus 20 vuoden iällä kokeissa 501/Pello ja 501/2 Rovaniemi.

Koe-erä	Elävyys %	Koe 501/1, Pello			Elävyys %	Koe 501/2, Rovaniemi		
		\bar{x}	s	vaihteluväli		\bar{x}	s	vaihteluväli
Rovaniemi, Hirvas, metsäopisto	36	2,8	1,1	0,8-5,3	44	3,0	1,3	1,4-7,0
Rovaniemi, Hirvas, P6105 vp.	39	3,2	1,3	1,1-6,7	46	3,2	1,3	1,4-7,0
Rovaniemi, Pekka Nylander	33	2,2	1,1	0,7-6,0	34	2,6	1,1	1,4-6,0
Rovaniemi, Rautiosaari	17	3,1	1,7	0,9-8,2	26	2,9	1,1	1,4-6,1
Rovaniemi, maatalousoppilaitos	37	2,5	1,3	0,7-6,8	27	2,5	0,8	1,4-5,0
Rovaniemi, Alakorkalo, Pauli Paakkolanvaara	21	2,9	1,3	0,7-6,0	42	3,2	1,2	1,4-6,8
Kittilä, hoitoalueen piha	47	3,0	1,4	1,0-7,0	54	2,9	1,0	1,4-7,0
Kittilä, Alakylä, osuuskaupan piha	33	2,7	1,1	1,0-5,5	51	2,8	1,0	1,4-5,9
Tervola, Elsa Lumpus	34	2,4	1,2	0,4-7,0	56	2,9	1,1	1,4-7,0
Kemi, Liedakkala, Niemi-Niemelä	10	2,2	1,3	0,8-6,2	26	2,8	1,0	1,5-7,5
Kolari, Ylisenvaara, Vuomanlehto	4	3,8	1,2	2,0-5,8	7	4,0	1,5	1,8-7,5
Kolari, Aitamännikkö	60	2,2	1,1	0,5-5,5	50	2,9	1,2	1,4-8,0
Ylitornio, Miekkojärven Vaarasaari	12	2,7	1,3	1,1-6,5	36	3,2	1,9	1,4-7,1
Ylitornio, Aavasaksa	29	2,7	1,2	0,4-5,2	49	3,1	1,3	1,4-7,0
Ylitornio, Hannukkalanniemi	10	2,0	1,2	0,5-4,8	8	2,9	0,9	1,5-5,0
Rovaniemi, Hirvas, metsäopisto	42	3,0	1,4	0,7-7,5	49	3,1	1,7	1,4-6,5
Rovaniemi, Muurola	37	2,9	1,4	0,8-7,3	56	3,1	1,3	1,4-7,4
Kemi, Törmä, E. ja P. Vahtola	38	2,4	1,1	0,8-5,5	51	2,8	0,9	1,4-6,1
Kemi, Liedakkala, Niemi-Niemelä	20	2,4	0,8	0,9-5,4	35	2,4	0,8	1,4-5,5
Simo, Simoniemmi	7	2,2	1,1	0,7-4,5	23	2,6	0,9	1,5-6,0
Tervola, Saares	33	2,7	1,4	1,0-7,0	49	3,3	1,3	1,4-7,0
Hausjärvi, Mattila, sv. 16	41	2,6	1,2	0,7-6,5	51	3,1	1,2	1,4-6,8
Kokeessa keskimäärin	29	2,7	1,3	0,4-8,2	39	3,0	1,2	1,4-8,0

Koesarjassa 556 Simon kokeen elävyys oli keskimäärin 35 % ja Sallan kokeen 48 % (taulukko 6). Myös näillä kokeissa oli koe-erien elävyyksissä tilastollisesti erittäin merkitseviä eroja (taulukko 4). Selvästi heikoimpia elävyydeltään olivat molemmissa kokeissa Ylitornion Hannukkalanniemi ja Kuhmon Jauhovaara. Korkein elävyys oli Rovaniemen Hirvaan kanta-puun P6105 jälkeläisillä sekä Tervolan Saareksen ja Kolarin Aitamännikön metsiköillä. Taimien keskipituus oli Simossa 2,1 m ja Sallassa 2,5 m 18 vuoden iällä (taulukko 6). Koe-erien keskipituuksissa oli molemmissa kokeissa tilastollisesti merkitseviä eroja (taulukko 4). Molemmissa osakokeissa oli sekä koko kokeen että yksittäisten erien sisäinen vaihtelu hyvin suuri.

Inarissa sijaitsevan kokeen 1013 keskimääräinen elävyys oli 76 % (taulukko 7). Koe-erien elävyys vaihteli 12 - 94 %, ja erot olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä (taulukko 4). Kaikki kolme kanadanlehtikuusierää sijoituivat elävyydeltään kokeen kärkipäähän. Molemmat dahurianlehtikuusierät olivat elävyydeltään heikkoja. Siperianlehtikuusen provenienseista heikoin oli Altai-vuoriston alkuperä (elävyys 15 %). Muista siperianlehtikuusieristä kokekeskiarvon alapuolelle jäivät Sverdlovskin metsänhoitopiirin alkuperä sekä Ylitornion Aavasaksan metsikköerä. Koko kokeen taimien keskipituus oli 11-12 vuoden iällä 68 cm, pisimpien taimien ollessa 290 cm. Koe-erien väliset pituuserot olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä, mutta varsin suurta oli myös koe-erien sisäinen vaihtelu (taulukot 4 ja 7).

Taulukko 6. Lehtikuusen lisäyslähdeiden elävyys ja pituus 18 vuoden iällä kokeissa 556/1 Simo ja 556/5 Salla.

Koe-erä	Koe 556/1 Simo				Koe 556/5 Salla			
	Elävyys	Pituus, m			Elävyys	Pituus, m		
		%	\bar{x}	s vaihteluväli		%	\bar{x}	s vaihteluväli
Hausjärvi, Mattila, sv.16	40	2,1	1,3	0,3-6,2	49	2,6	1,1	0,2-5,3
Rovaniemi, Hirvas, P6105 vp.	59	2,2	1,1	0,3-6,6	68	2,8	1,1	0,2-6,4
Kittilä, Alakylä, osuuskaupan piha	29	1,8	1,1	0,3-6,8	46	2,1	1,0	0,3-5,6
Kemi, Liedakkala, Niemi-Niemelä	25	1,5	1,1	0,1-5,7	45	2,4	1,1	0,2-4,9
Tervola, Saares	49	2,2	1,2	0,2-6,1	55	2,5	1,0	0,2-5,0
Kolari, Aitamännikkö	55	2,3	1,0	0,4-7,0	67	2,4	1,0	0,2-5,3
Simo, Simonniemi	31	2,0	1,3	0,2-6,8	30	2,2	1,0	0,2-4,7
Ylitornio, Hannukkalanniemi	13	1,9	1,1	0,3-5,8				
Kuhmo, Jauhovaara	13	2,8	1,5	0,3-6,5	24	2,4	1,2	0,4-5,5
Kokeessa keskimäärin	35	2,1	1,2	0,1-7,0	48	2,5	1,1	0,2-6,4

5. Tulosten tarkastelu

Lehtikuusten elävyys oli alhainen ja metsänviljelyn tulos heikko kaikilla tarkastelluilla kokeilla lukuunottamatta nuorinta koetta 1013 Inarissa. Elävyys oli alhainen siitä huolimatta, että kokeet sijaitsivat enimmäkseen lehtikuuselle suositeltavilla tuoreilla rinnemailla. Eri-tyisen heikko oli lehtikuusen menestyminen tasaisilla ja tiiviillä kasvupaikoilla.

Taulukko 7. Lehtikuusilajien alkuperien ja lisäyslähdeiden elossaolo ja pituus 11 - 12 vuoden iällä kokeessa 1013/1 Inari.

Koe-erä	Puulaji	Alkuperä/lisälähde	Elävyys %	Pituus, cm		
				\bar{x}	s	vaihteluväli
Larix laricina		Kanada, Alberta, Athabasca 56°26' N 111°25' W 488 m	85	72	40	20-190
Larix laricina		Kanada, Alberta, Footnerlake 58°31' N 118°00' W 396 m	91	67	32	15-135
Larix sibirica		Venäjä, Altai-vuoristo, Ylä- Katunskin metsänhoitopiiri, 2000 m	15	37	34	15-150
L. gmelini var. olgensis		Punkaharju, mv.10D	12	48	28	15-75
Larix sibirica		Tenhola, Lindö, sv.14	83	73	41	15-220
Larix sibirica		Venäjä, Sverdlovskaja Oblast, Isovski, Staraja Ljalja, 58°30' - 59°43' N, 58°50' - 60°07' E, 200 m	70	71	40	20-195
Larix sibirica		Punkaharju, mv. 1, "Montellin lehtikuusikko"	79	59	28	10-160
Larix laricina		USA, Alaska, Fairbanks	94	49	21	10-120
Larix sibirica		Punkaharju, mv. 8	78	81	45	20-205
Larix gmelini		Punkaharju, mv. 10	55	57	30	20-130
Larix sibirica		Punkaharju, mv. 98	90	80	42	15-220
Larix sp.		Kittilä, hoitoalueen piha	91	86	50	25-290
Larix sp.		Kolari, Aitamännikkö	94	73	49	10-250
Larix sibirica		Ylitornio, Miekojärven Vaarasaari	91	71	36	15-155
Larix sibirica		Rovaniemi, Hirvas	81	53	33	15-170
Larix sibirica		Ylitornio, Aavasaksa	64	62	35	20-180
Pinus silvestris		Inari, Sotajoki	88	67	31	20-160
Kokeessa keskimäärin			76	68	39	10-290

Hyvin yleistä kaikilla lehtikuusikokeilla oli se, että taimien kuolemista oli tapahtunut eri ikäkausina. Yleinen näky olivat 2 - 4 metrin pituuteen ehtineet kuolleet tai kituvat taimet. Koe-sarjojen 501 ja 556 elävyydet olivat pudonneet selvästi Hagmanin (1987) esittämistä vuosien 1979 ja 1984-85 elävyydsluvusta. Kaikilla kokeilla, lukuunottamatta koetta 1013 Inarissa, esiintyi melko runsaasti pientä havukirvaa (*Adelges laricis* Vallot), joka voi olla osasyynä taimien kitumiseen ja kuolleisuuteen (Siitonen 1993).

Elossa olevien lehtikuusen taimien koko vaihteli valtavasti koe-erien ja yksittäisten koeruu-
tujen sisällä. Rinnakkain samassa koerudussa saattoi kasvaa kookkaita huippuyksilöitä ja kehityskelvottomia, pieniä taimia. Tästä syystä lehtikuusen tuotos jäi selvästi männyn ja kontortamännyn tuotosta heikommaksi kokeissa 373/2 ja 373/4 sielläkin, missä puulajien elävyydet olivat samaa luokkaa.

Pohjois-Suomen lehtikuusimetsiköiden ja puuryhmien lisäyslähdettä, alkuperästä puhumatta-kaan, ei läheskään aina tunneta. Vain muutamasta voidaan sanoa varmuudella niiden olevan Raivolan lisäyslähdeestä. Hagman (1987) otaksuu Pohjois-Suomen vanhimpien lehtikuusiviljelysten olevan peräisin Raivolan ohella myös Arkangelista ja Nishnij Tagilskin alueelta.

Pohjois-Suomen metsiköiden vaihtelevuutta siemenkeräyslähdeksi lisää se, että niiden perustamiseen käytetty siemen on voitu kerätä viljelyksiltä, missä eri lehtikuusilajeja kasvaa lähekkäin ja pölyttää toisensa, jolloin osa syntyvästä siemenestä on todennäköisesti hybridisientä. Pohjoisissa lehtikuusimetsiköissä onkin yksilöitä, joiden lajinmääritys on ollut vaikeata ja joita on epäilty lajiristeytymiksi (esim. Rovaniemi Hirvas, Kittilän hoitoalueen piha ja Kuhmon Jauhovaara). Eri lajien ja hybridien olemassolo lisäyslähdeessä voi osaltaan selittää suuren vaihtelun jälkeläistöjen kasvussa ja alaiset elävyydet. Lajinmääritys ja hybridien jäljittäminen edellyttäisi puukohtaista käpyjen tunnistamista ja neulasten kellastumisajankohdan seurantaa.

Erityisesti Pohjois-Suomen lehtikuusimetsiköille (koesarjat 501 ja 556) on ominaista paitsi niiden taustan tuntemattomuus, myös niiden vaihteleva koko. Koesarjassa 501 vertailtavina olevien lisäyslähdeiden koko vaihteli kahdesta pihapuusta (Rovaniemi Alakorkalo) muutamien kymmenien puiden metsiköihin (Rovaniemi Rautiosaari). Vain parin tai muutaman puun ryhmissä pölytys jää väistämättä vaillinaiseksi ja syntyy tyhjää tai itsepölytysientä. Tämä näkyy suurena tyhjäsienenosuutena, siementen heikkona itävyytenä ja itsepölytyksestä syntyneiden taimien heikkona elävyytenä ja kasvuna.

Siperianlehtikuusen Keski-Siperian alkuperien heikko menestyminen Lapissa, mihin myös Hagman (1987) kiinnitti huomiota, näkyy selvästi kokeessa 1013, jossa Altai-vuoriston erä erottuu siperianlehtikuusieristä heikoimpana. Altain alkuperää paremmin, mutta kotimaisia lisäyslähdeitä heikommin on menestynyt Sverdlovskin metsänhoitopiirin erä Keski-Uralin itäosasta, melko läheltä Lapissa aiemmin käytettyä Nishnij Tagilskin alkuperää (Hagman 1987).

6. Päätelmät

Lehtikuusen alhainen elävyys ja vaihteleva kasvu kaikissa esitellyissä kokeissa asettaa kyseenalaiseksi sen laajan käytön Pohjois-Suomen metsänviljelyssä ns. ongelma-alueiden uudistamisessa.

Käytettäessä kotimaisten lisäyslähdeiden siementä metsänviljelyssä tulee muistaa joidenkin metsiköiden jälkeläisten heikko menestyminen, ja välttää niiden käyttöä. Pitkätähntäimen ja lostuspopulaatioiden muodostamisessa on erityisesti Pohjois-Suomen lehtikuusimetsiköiden käyttö kyseenalaista, koska niiden taustaa ei tarkoin tunneta ja ne voivat olla peräisin samoista lisäyslähdeistä ja täten sukulaisia.

Oikean maantieteellisen alkuperän tai lisäyslähteen merkitystä voidaan edelleen korostaa näiden ja muiden näillä tutkimuspäivillä esitettyjen tulosten perusteella (Kubin 1993, Mikola 1993). Raivolän lisäyslähde on meillä useassa yhteydessä todettu parhaaksi, mutta edelleen puuttuu tietoa eri maantieteellisistä alkuperistä. Siemenaineiston hankinnan tehostamista entisen Neuvostoliiton alueelta on esitetty aiemmin (Tigerstedt ym. 1983), mutta pyrkimykset eivät ole johtaneet tuloksiin. Muuttuneet poliittiset olot voisivat tarjota tutkimusaineiston hankintaan nykyään paremmat mahdollisuudet. Voimakasta kiinnostusta siemenalkuperien keräämiseen siperianlehtikuusen luontaiselta levinneisyysalueelta ja provenienssikokeiden perustamiseen on muissakin Pohjoismaissa, erityisesti Islannissa.

7. Kirjallisuus

- Cajander, A.K. 1901. Siperialaisen lehtikuusen (*Larix sibirica* Led.) länsirajasta. *Meddelanden af Societas pro Fauna et Flora Fennica* 27:24-34.
- Dylis, N.V. 1945. Novye dannye po sistematike i istorii sibirskoj listvennicy. *Doklady Akademii Nauk SSSR* 1945. Vol. 50 (4):489-492.
- Dylis, N.V. 1947. Sibirskaja listvennica. Summary: Siberian larch. *Materiali k posnaniju fauni i flori SSSR.N.S. Botanitjeskii* 2(X):1-137.
- Hagman, M. 1987. Experiences with *Larix* species in Northern Finland. *Northern Forest Silviculture and Management. IUFRO S1.05-12 Symposium in Lapland, Finland, August 16-22, 1987. Käsikirjoitus*, s. 1-19.
- Heikinheimo, O. 1956. Tuloksia ulkomaisten puulajien viljelystä Suomessa. Referat: *Ergebnisse von einigen Anbauversuchen mit fremländischen Holzarten in Finnland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 46.3:1-129.
- Hämet-Ahti, L., Palmén, A., Alanko, P. & Tigerstedt, P.M.A. 1992. Suomen puu- ja pensaskasvio. 2.painos. 373 s. Helsinki.
- Iivessalo, L. 1920. Ulkomaisten puulajien viljelemismahdollisuudet Suomen oloja silmälläpitäen. *Acta Forestalia Fennica* 17(2):1-112.
- 1923. Raivolän lehtikuusimetsä. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae* 5.3:1-119.
- Kubin, E. 1993. Siperianlehtikuusen ja eräiden muiden puulajien alkukehityksestä Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 464: 107-130.
- Lähde, E., Werren, M., Etholén, K. & Silander, V. 1984. Ulkomaisten havupuulajien varttuneista viljelmistä Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 125:1-87.
- Metzger, C. 1935. Zur Kenntnis der sibirischen Lärche. *Forstliche Wochenschrift Silva* s. 209-215, 217-223.
- Mikola, J. 1993. Lehtikuusen valintajalostuksen mahdollisuudet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 464: 20-31.
- Newsome, T., Daintith, N. & Routledge, D. 1992. Five year growth results of a species trial involving Siberian and western larch compared to four other species on five different ecosystems in central British Columbia. *Ecology and management of Larix forests: A look ahead. Whitefish, Montana, U.S.A., October 5-9-, 1992. Program and abstract booklet*, s. 77.
- Pajamäki, J. & Karvinen, K. 1991. Metsänjalostuksen koeviljelyseluettelo. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 396: 1-160.
- Rusanen, M. 1992. Suomen metsänjalostuksen yleistilastoa 1.1.1992. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 421: 1-18.
- Sarvas, R. 1964. *Havupuut*. 518 s. Porvoo, Helsinki.
- Siitonen, J. 1993. Lehtikuusen hyönteistuholaiset Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 464: 71-78.
- Tigerstedt, P.M.A., Pohtila, E. & Nevala, S. 1983. Lehtikuusestako Lapin puulaji? Teoksessa: Kortesharju, J. (toim.): *Uutta ilmettä Lapin kasvivarojen käyttöön -seminaariraportti. Oulun yliopisto, Pohjois-Suomen tutkimuslaitos C* 47:47-55.

LEHTIKUUSEN VALINTAJALOSTUKSEN MAHDOLLISUUDET

Jouni Mikola

1. Johdanto

Siperianlehtikuusen (*Larix sibirica*) "Raivolan rotu" on jo runsaat sata vuotta jatkuneessa kokeilutoiminnassa osoittautunut erittäin mukautumiskykyiseksi ja viljelykelpoiseksi puulajiksi lähes kaikkialla Suomessa (Sarvas 1964, Tigerstedt, Pohtila ja Nevala 1983). Se on saanut tärkeän sijan myös metsäpuiden jalostuksessa, heti tämän toiminnan alkuvaiheista 1940-luvulta lähtien.

Lehtikuusen valintajalostus on edennyt samaan tapaan kuin kotimaisten pääpuulajien määnyn ja kuusen jalostus. Varttuneista metsistä on ensinnä valittu silmävaraisesti parhaita puita ns. fenotyypiksi pluspuiksi. Pluspuita on monistettu kasvullisesti varttamalla ja vartetaimilla on perustettu erityisiä siemenviljelyksiä, joiden tarkoituksena on tuottaa pluspuiden siementä käytännön metsäviljelyyn. Näistä ensivaiheen eli 1. sukupolven siemenviljelyksistä saadusta siemenestä on edelleen perustettu pluspuiden jälkeläiskokeet.

Jälkeläiskokeiden avulla pyritään saamaan tietoa ja näyttöä pluspuuvalinnan tuloksellisuudesta ja ensivaiheen siemenviljelysten tarjoamasta jalostushyödystä. Lisäksi ne muodostavat pohjan valintajalostuksen jatkamiselle (vrt. esim. Mikola 1986, Siemenviljelytyöryhmä 1989). Tässä esityksessä pyritään osoittamaan jälkeläiskokeiden tulosten pohjalta, mitä siperianlehtikuusen "Raivolan rodun" jalostuksessa on Suomessa tähän mennessä saavutettu ja millaiset ovat sen jalostuksen jatkamisen mahdollisuudet edelläesitellyllä pluspuuvalinnan ja siemenviljelyn linjalla.

2. Aineisto ja menetelmät

Tämän selvityksen aineistona ovat Hausjärven Oitissa sijaitsevan, Metsäkeskus Tapion omistaman siemenviljelyksen No. 16 jälkeläiskokeet. Siemenviljelys koostuu 25 siperianlehtikuusen pluspuukloonista, jotka on valittu kolmella eri paikkakunnalla (Punkaharju, Lapinjärvi ja Ähtäri) kasvavista, Raivolan alkuperää edustavista viljelymetsiköistä. Pääosin v. 1956 perustetun siemenviljelyksen pinta-ala on 3,7 ha ja kokonaisvartemäärä 616 kpl. Viime aikoina se on ollut ylivoimaisesti tärkein "raivolanlehtikuusen" siemenlähde maassamme: Metsäntutkimuslaitoksen metsägeneettisestä rekisteristä saatujen tietojen mukaan siitä on vuoteen 1992 mennessä kerätty yhteensä 793,5 kg siementä.

Oitin siemenviljelyksessä vapaasti pölyttyneestä, emoklooneittain kerätystä siemenaineistosta on Metsäntutkimuslaitoksen toimesta perustettu neljä erillistä jälkeläiskoesarjaa. Ensimmäinen yksittäinen koe (No. 348) istutettiin v. 1969 Hausjärvelle. Vuonna 1979 istutettiin kaksi koesarjaa, kokeet No. 671/1-3 kolmelle paikkakunnalle Etelä-Suomeen (1 Kangasniemi, 2 Eura ja 3 Iitti) ja kokeet No. 675/1-3 kolmeen paikkaan Pohjois-Suomessa (1 Puolanka, 2 Salla ja 3 Kittilä). Vuonna 1980 perustettiin vielä viiden osakokeen koesarja No. 674/1-5 Etelä- ja Keski-Suomeen (1 Tammela, 2 Viitasaari, 3 Lieksa, 4 Punkaharju ja 5 Saarijärvi). Kokeiden suunnittelusta ovat vastanneet prof. P.M.A. Tigerstedt (koe 348) sekä tämän kirjoittaja (kaikki muut kokeet). Koejärjestelynä on kaikissa tapauksissa käytetty arvotujen lohkojen menetelmää. Kokeessa 348 ruutukoko on 4 tainta ja toistomäärä 12 (yht. 48 tainta/jälkeläistö). Kaikissa muissa kokeissa ruutukoko on 25 tainta, mutta toistomäärät vaihtelevat eri kokeissa 4:stä 8:aan (yht. 100 - 200 tainta/jälkeläistö/koepaikka).

Koejäsenenä kaikissa kokeissa ovat Oitin siemenviljelyksen kaikkien 25 kloonin vapaapölytysjälkeläistöt. Koesarjojen 651, 674 ja 675 taimiaineisto on peräisin vuoden 1976 siemensadosta, mutta kokeeseen 348 siemenet kerättiin jo 1960-luvulla. Emopuiden osalta koejäsenet ovat kuitenkin täsmälleen samat kaikissa 4 koesarjassa ja lähes kaikissa yhteensä 12 erillisessä koeyksikössä. Ainoat poikkeamat ovat kokeessa 651/3 Iitissä, josta puuttuu kaksi jälkeläistöä taimien keskenloppumisen takia.

Hausjärven koetta 348 lukuunottamatta kaikkiin koesarjoihin otettiin "jalostamattomaksi" vertailuaineistoksi lehtikuusten metsikköalkuperiä. Kaikissa koeyksiköissä esiintyy vertailuna ainakin yksi siperianlehtikuusen "Raivolan rodun" viljelymetsikköalkuperä Punkaharjulta. Osassa koesarjojen 651 ja 675 kokeita on mukana myös euroopanlehtikuusen (*Larix decidua*) viljelyalkuperiä Punkaharjulta. Kaikkiin koesarjoihin pyrittiin sisällyttämään myös siperianlehtikuusen aitoja luonnonalkuperiä Venäjältä (Uralilta ja vähän idempää Sverdlovskin ja Turinskajan alueilta), mutta siementen heikon itävyyden takia ne saatiin mukaan vain muutamiiin osakokeisiin.

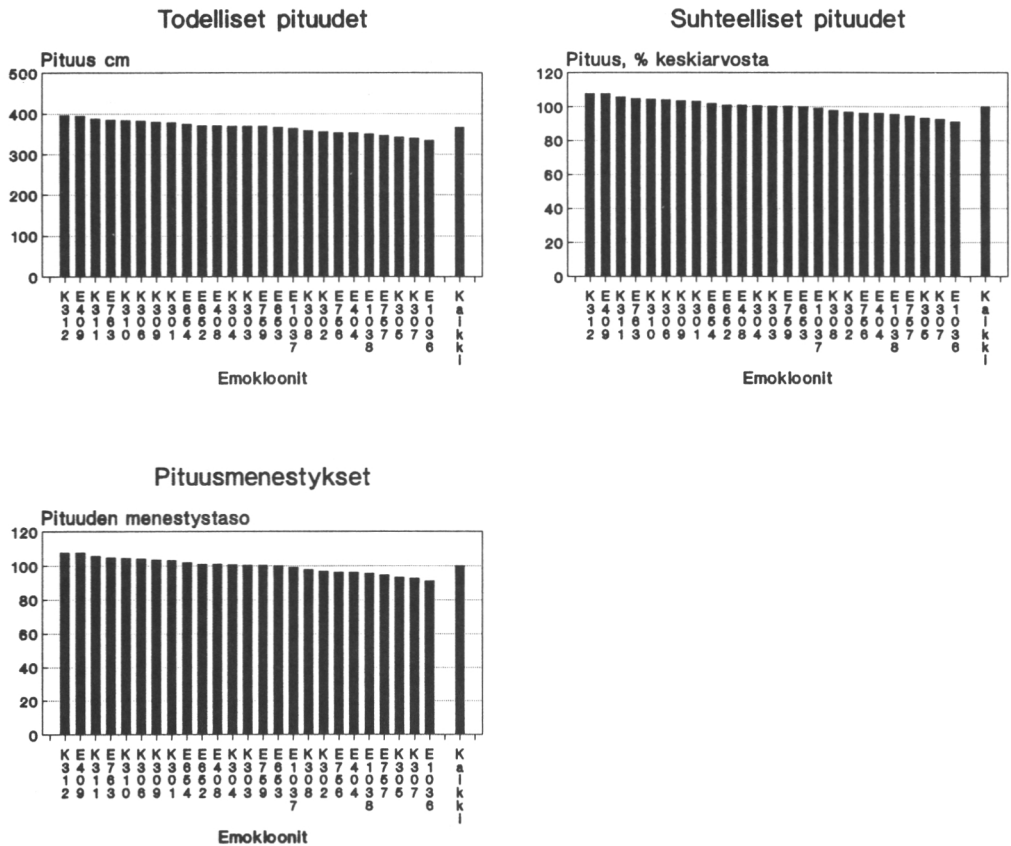
Useimmat kokeet ovat tavanomaisin viljelymenetelmin ja -tiheyksin (2 500 tainta/ha) perustettuja kenttäkokeita; niitä on sekä metsä- että peltomailla. Kolme koeyksikköä, No:t 651/3, 674/4 ja 674/5, on tavallista intensiivisemmin perustettuja ja hoidettuja ns. testautarha-kokeita, joissa istutustiheys on ollut 8 000 - 10 000 tainta/ha (ks. lähemmin Pajamäki ja Karvinen 1991). Seuraavassa ei tarkastella viljely- ja hoitoteknisten tekijöiden merkitystä, vaan rajoitutaan yksinomaan koeaineistoissa ilmenneiden geneettisten vaikutusten esittelyyn.

Tässä esiteltävät tulokset perustuvat kaikkien kokeiden osalta viimeisimpiin Metsäntutkimuslaitoksen metsägeneettisestä rekisteristä saatavilla olleisiin mittaustuloksiin. Kaksi koeyksikköä, 651/2 Eurassa ja 675/3 Kittilässä, on hylätty suuren taimikuolleisuuden takia jo 4 - 5 vuoden iällä istutuksesta. Niiden kasvutuloksia ei tässä käsitellä, mutta jälkimmäinen koe on mukana kestävyyserojen tarkastelussa.

Kunkin koeyksikön mittaustulosten peruslaskentaan on sisällytynyt koejäsenten välisen vaihtelun tutkiminen varianssianalyysillä, ts. lähinnä sen testaaminen, esiintyykö koejäsenten välillä tilastollisesti merkitseviä, todellisia geneettisiä eroja. Koska kuitenkin jo alustava pituusmittausaineistojen tarkastelu osoitti, että eri koepaikat antoivat suuresti toisistaan poik-

keavia tuloksia (vrt. kuva 2), tässä ei esitellä yksittäisten kokeiden analyysituloksia. Tässä esityksessä keskitytään kaikkien kokeiden tulosten yhdistämiseen ja samanaikaiseen tarkasteluun. Koska kokeet sijaitsevat varsin erilaisissa kasvuolosuhteissa ja niiden iät tuoreimmissa mittauksissa vaihtelevat suuresti, eri koepaikkojen tuloksia ei voi suoraan vertailla keskenään. Jotta koko koeaineistosta voitaisiin tehdä yleisiä johtopäätöksiä, eri koepaikkojen tulokset on ensin muunnettava paremmin yhteismitallisiksi.

Seuraavassa on käytetty kahta tapaa absoluuttisten pituuslukuarvojen yhteismitallistamiseksi (kuva 1). Ensinnä todelliset pituusarvot muunnettiin koekohtaisesti suhdeluvuiksi siten, että joka koepaikan keskiarvoksi tuli 100 ja yksittäisten koejäsenten arvot osoittivat niiden poikkeamaa prosentteina keskiarvosta. Toiseksi joka koeyksikön koejäsenten todelliset keskipituudet muunnettiin ns. menestystasoluuvuiksi siten, että joka kokeessa keskipituudeltaan suurin jälkeläisperhe sai arvon 100, pienin sai arvon 0 ja keskiarvoksi tuli noin 50. Menestystason laskennan yksityiskohtiin ei liene syytä syventyä lähemmin tässä yhteydessä, mutta todettakoon että menetelmä on kehitetty nimenomaan metsänjalostuksen tarpeisiin, erityisesti kasvuolosuhteiltaan, iältään tms. erilaisten, mutta geneettisesti samanlaista materiaalia sisältävien jälkeläiskokeiden tulosten yhdistämisen apukeinoksi (Hatcher, Bridgwater & Weir 1981, Mikola 1982).



Kuva 1. Esimerkki pluspuujälkeläistojen todellisesta ja suhteellisesta pituusjakaumasta sekä pituuden menestystasojakaumasta yhdellä yksittäisellä koepaikalla (No 674/2 Viitasaari). Jälkeläistöjen järjestys vasemmalta oikealle on kaikissa jakaumissa sama.

3. Tulokset ja niiden tarkastelu

3.1 Pluspuuvalinnan tuottama jalostushyöty

Kuvassa 2 esitetään koejäsenkohtaiset keskipituudet kaikkien koepaikkojen viimeisimmästä mittauksesta. Siitä voidaan todeta, että "raivolallehtikuusen" siemenviljelysjälkeläistöt ovat useimmissa kokeissa kasvaneet selvästi paremmin kuin alkuperältään vastaava punkaharjulainen metsikköalkuperä. Tarkemmin sanottuna pluspuuvalinta "Raivolallehtikuusen" sisällä näyttää eri kokeissa tuottaneen 9 - 30 %:n parannuksen pituuskasvussa. Ainoan poikkeuksen muodostaa pohjoisin koe Sallassa, jossa Punkaharjun metsikköalkuperän keskipituus ylittää siemenviljelysjälkeläistöjen keskiarvon 16 %:lla.

Myös vertailuna käytetyt Raivolaa kaukaisemmat, aidot siperialaiset lehtikuusialkuperät ovat menestyneet selvästi heikommin kuin Oitin siemenviljelyksen jälkeläismateriaali. Kuvassa 2 mukanaolevista siperialaisista Sverdlovskin alkuperä on kuitenkin Kangasniemellä menestynyt yhtä hyvin ja litissä jopa hieman paremmin kuin Punkaharjun metsikköerä. Samoin Uralin alkuperä on Sallassa ja Puolangalla kasvanut jokseenkin yhtä hyvin kuin punkaharjulainen, mutta sen elossapysyminen on ollut paljon heikompaa (kuva 5). Neljässä kokeessa oli mukana lisäksi Sverdlovskia itäisempi Turinskajan alkuperä, mutta se on tuhoutunut kaikista näistä kokeista niin tyystin, ettei sitä lainkaan näy pituustuloksissa.

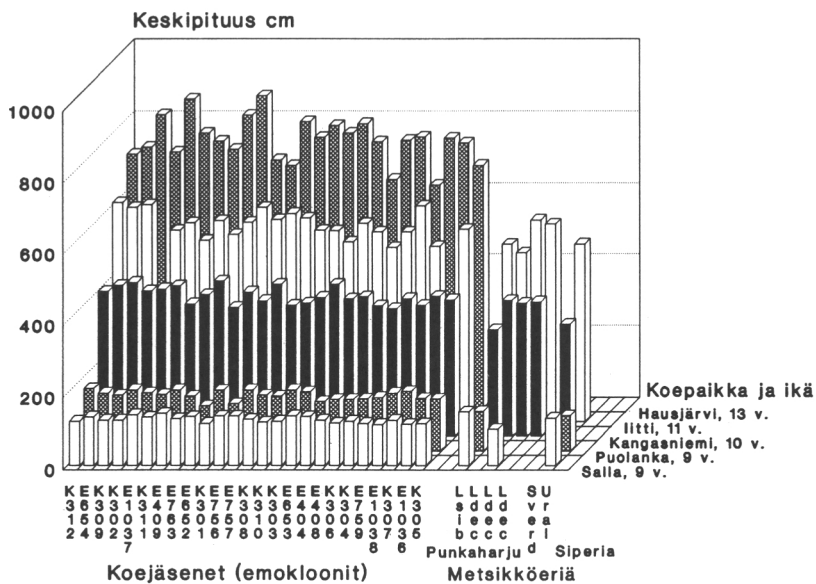
Kahdessa eteläisessä kokeessa mukanaolleet kolme euroopanlehtikuusen metsikköalkuperää Punkaharjulta ovat kasvaneet keskimäärin selvästi paremmin kuin Punkaharjun "raivolallehtikuusi" (kuva 2). Pohjoisissa kokeissa euroopanlehtikuusen menestyminen on kuitenkin ollut erittäin heikko (kuvat 2 ja 5).

3.2 Pluspuujälkeläistöjen välinen pituusvaihtelu

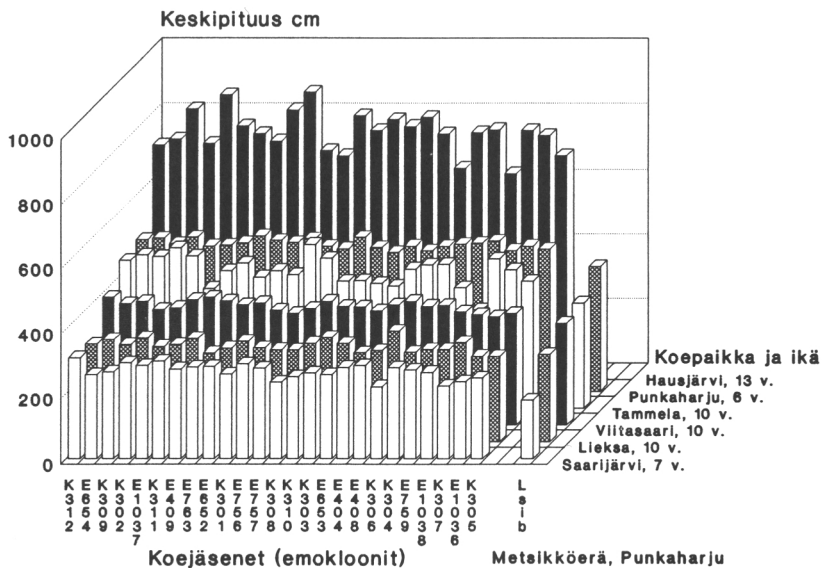
Pluspuujälkeläistöjen välinen pituusvaihtelu yksittäisillä koepaikoilla (kuva 2) on suhteellisen vähäistä, ainakin männynllä vastaavanlaisissa kokeissa todettuun vaihteluun verrattuna (esim. Mikola 1986). Useimmilla koepaikoilla kaikki jälkeläisperheet sijoittuvat pituudeltaan rajoihin 90 - 110 % koko kokeen keskiarvosta. Ääritapauksessa (koe 348 Hausjärvellä) heikoin jälkeläistö on pituudeltaan 83 % ja paras 117 % koepaikan keskiarvosta. Pluspuujälkeläistöjen välillä esiintyy itse asiassa tilastollisesti merkitseviä pituuseroja lähes kaikilla koepaikoilla, mutta ne rajoittuvat yleensä vain aivan parhaimpien ja heikoimpien koejäsenten välille.

Kuva 2 osoittaa selvästi, että jälkeläisperheiden pituuskasvun paremmuusjärjestys vaihtelee epämääräisesti koepaikalta toiselle. Yhdessä tai useassakin kokeessa parhaassa päässä esiintyvä jälkeläistö saattaa muissa kokeissa olla keskinkertainen tai sijoittua aivan heikoimpaan päähän. Itse asiassa jälkeläisperheet ovat jo kuvassa 2 koko koeaineistosta lasketun pituusmenestyksen mukaisessa paremmuusjärjestyksessä. Tämä järjestys, joka esitetään lähemmin kuvassa 3, on saatu muuntamalla koejäsenten keskipituudet joka kokeessa menestystasoluvuiksi ja laskemalla kaikille koejäsenille keskimääräiset menestystasot kaikista 10 koepaikasta.

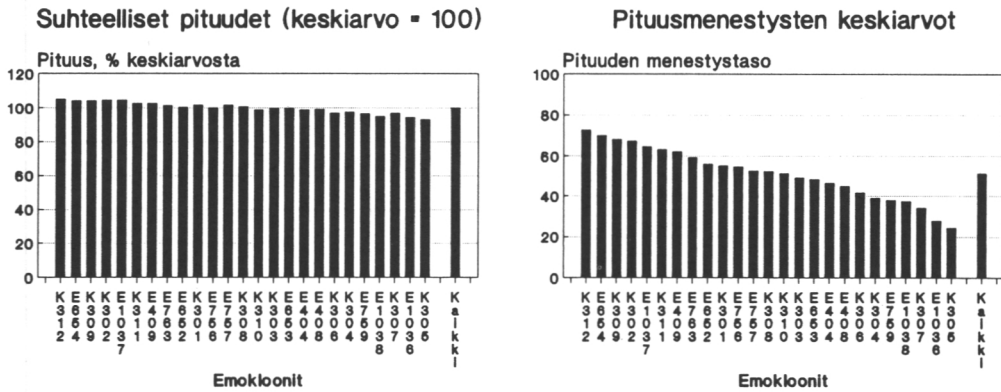
PITUUSKASVUTULOKSIA JÄLKELÄISKOKEESTA:
METLAn kokeet 651/1&3, 675/1&2 ja 348



PITUUSKASVUTULOKSIA JÄLKELÄISKOKEISTA:
METLAn kokeet 674/1-5 ja 348



Kuva 2. Koejäsenten keskipituudet 10 eri koepaikalla viimeisimmässä mittauksessa. Koejäsenten järjestys vasemmalta oikealle on niille kaikista 10 koepaikasta lasketun keskimääräisen pituusmenestyksen mukainen paremmuusjärjestys (sama kuin kuvassa 3). Vanhimman kokeen (No. 348 Hausjärvi) tulokset näkyvät molemmissa diagrammeissa.



Kuva 3. Pluspuujälkeläistojen suhteelliset pituudet ja pituuden menestystasot koko koelai-
neistossa (10 koetta).

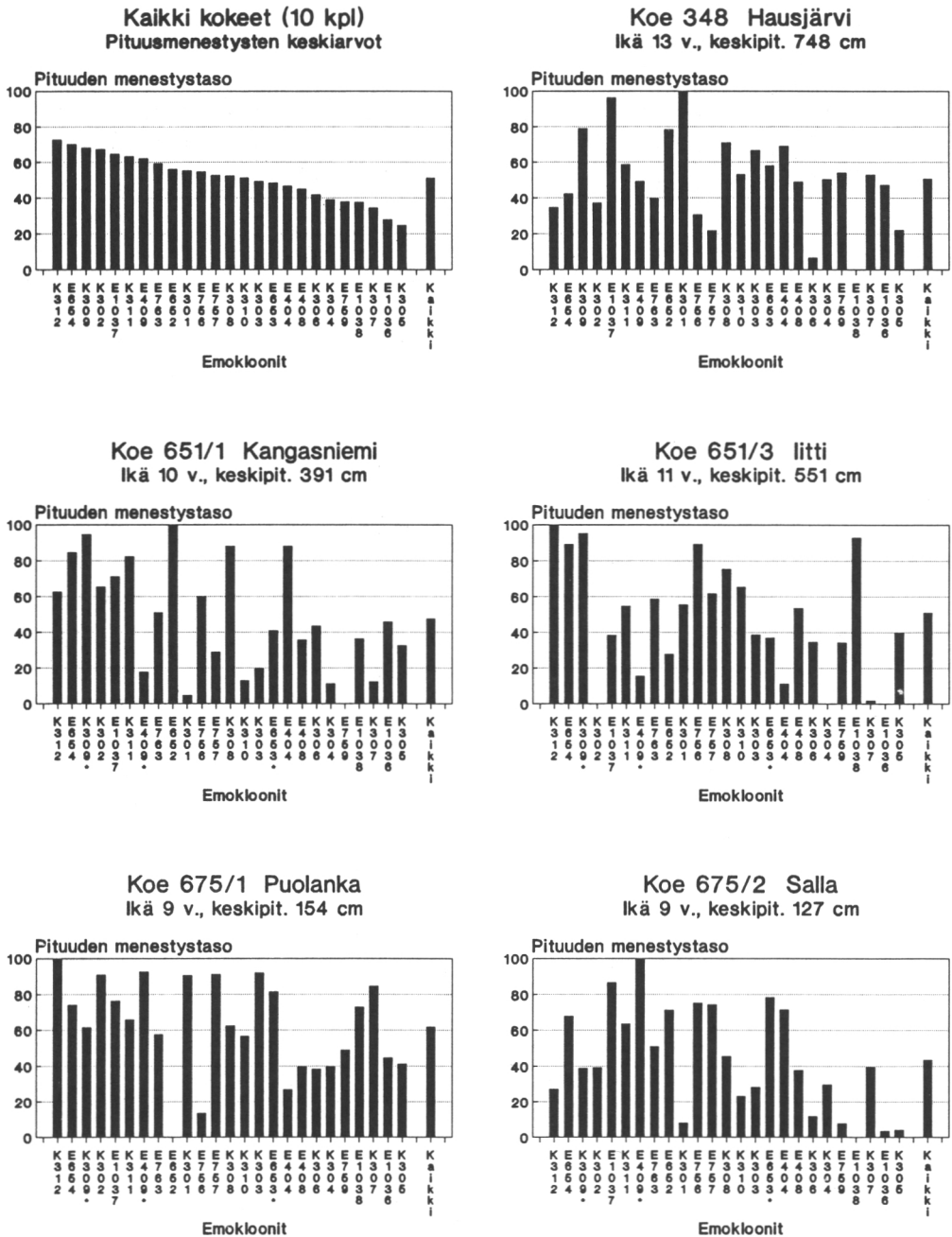
Kuva 4 havainnollistaa pituuden menestystasolukujen vaihtelua yksittäisissä kokeissa. Tähän kuvaan sisällytetyt viiden koepaikan tulokset osoittavat, että myös jälkeläistojen suhteellinen menestys on eri koepaikoilla ollut hyvin vaihteleva, mutta toisaalta eri kokeiden tuloksissa on myös jotain yhdenmukaisuutta. Menestystasojakaumissa näyttäisi kaikilla koepaikoilla olevan selvä laskeva suunta vasemmalta oikealle, koko koelai-
neiston menestystasokeskiarvojen mukaista paremmuusjärjestystä vastaavasti.

Kuvassa 2 näkyvien todellisten pituusjakaumien yhdenmukaisuutta eri koepaikkojen välillä tutkittiin lähemmin korrelaatioanalyysin avulla. Kaikista 10 koepaikasta muodostui 45 eri-
laista vertailuparia, ja näistä ainoastaan kuudessa koejäsenten keskinäinen korrelaatio osoit-
tautui tilastollisesti merkitseväksi (5 % tasolla). Paras pituustulosten yhdenmukaisuus todet-
tiin Viitasaaren ja Lieksan kokeiden välillä ($r = 0,479$). Korrelaatioanalyysin muista tulok-
sista todettakoon tässä vain, että poikkeavimmiksi osoittautuivat Hausjärven ja Tammelan
kokeiden pituustulokset, sillä ne eivät korreloineet merkitsevästi minkään muun koepaikan
tulosten kanssa. Kaikkien muidenkin koepaikkojen kohdalla pituudet korreloivat merkitse-
västi vain yhden tai kahden muun koepaikan kanssa.

Eri koepaikat ovat siis antaneet hyvin erilaisia tuloksia. Yhden tai muutaman kokeen perus-
teella ei näinollen voi tehdä mitään yleistyksiä ainakaan siperianlehtikuusen pluspuujälke-
läistöjen kasvukykyeroista, vaikka tilastollisesti merkitseviä eroja jälkeläistöjen välillä esiin-
tyisikin yksittäisissä kokeissa.

3.3 Genotyypin ja ympäristön yhdysvaikutukset

Jälkeläisperheiden pituuserojen ja -järjestyksen vaihtelevuus eri kokeissa on pääosin sattum-
manvaraista, kokeiden sisäisestä kasvuolosuhteiden epätasaisuudesta johtuvaa ns. virhevaih-
telua. Paremmuusjärjestyksen vaihtelu johtuu kuitenkin osittain myös geneettisistä eroista,
tai oikeammin ns. genotyyppi-ympäristö-yhdysvaikutuksista: eri yksilöillä ja perheillä on il-
meisesti hieman erilaiset kasvupaikkavaatimukset ja siksi ei pidä odottaakaan että niiden me-
nenestymisjärjestys pysyisi muuttumattomana kasvuympäristön vaihdella.



Kuva 4. Esimerkki pituuden menestystason vaihtelusta yksittäisissä kokeissa ja koko koeaineistossa. Neljässä alimmassa diagrammissa pisteillä (.) merkittyjen 3 jälkeläistön käyttäytymistä tarkastellaan lähemmin tekstissä.

Kuvassa 4 havaitaan joitakin selviä viitteitä genotyypin ja ympäristön yhdysvaikutuksesta. Emokloonin K309 jälkeläiset ovat menestyneet hyvin eteläisissä kokeissa 651/1 ja 3, mutta vain keskinkertaisesti pohjoisissa kokeissa 675/1 ja 2. Kloonien E409 ja E653 jälkeläiset ovat menestyneet hyvin pohjoisissa kokeissa, mutta heikosti eteläisissä. Kuvassa 4 näkyvät erot voisivat itse asiassa olla täysin keinotekoisia, pituusmenestyksen suhteellisesta ja liioitteleavasta laskentatavasta johtuvia. Samaa aineistoa on kuitenkin analysoitu tarkemmin toisessa yhteydessä ja genotyyppi-ympäristö-yhdysvaikutukset on voitu osoittaa todellisiksi myös absoluuttisia mittalukuja käytettäessä (Vakkari, Pulkkinen ja Mikola 1992).

3.4 Geneettiset kestävyyserot

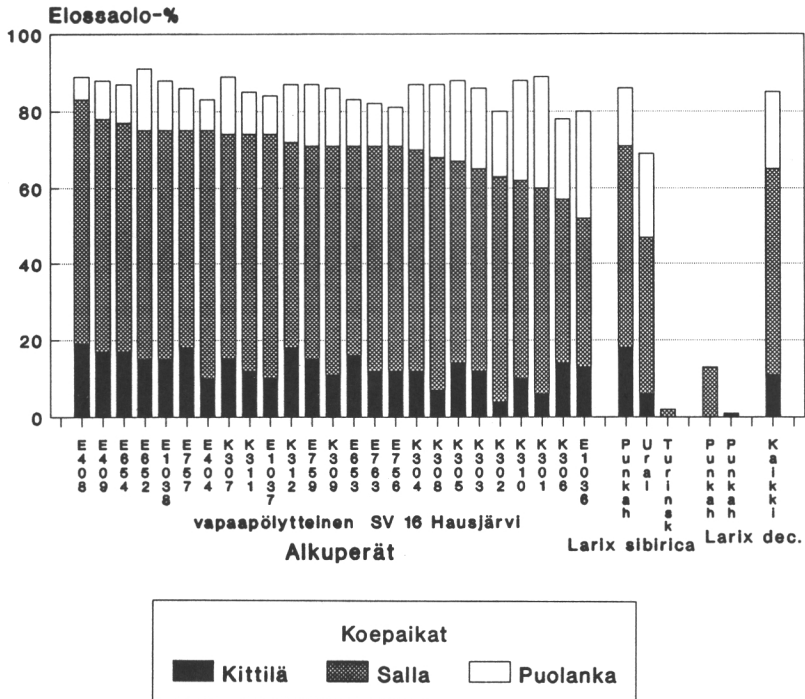
Yksi eteläinen koe, No. 651/2 Eurassa, tuhoutui alkuunsa istutuskesän kuivuuteen ja heinän kilpailuun. Myös Hausjärven, Kangasniemen ja Tammelan kokeissa kuolleisuus on suuri (33 - 42 %), mutta kaikissa muissa Etelä- ja Keski-Suomen kokeissa oli viimeisimmässä mitauksessa 6 - 11 vuoden iällä elossa vähintään 89 % alkuperäisistä istutustaimista. Joka tapauksessa näissä kokeissa ei ole ilmennyt mitään sellaista, mikä antaisi aiheutta tai edellytyksiä jälkeläistojen geneettisten kestävyyserojen lähempään tarkasteluun.

Kolmessa pohjoisimmassa kokeessa näkyy selviä viitteitä siitä, että jälkeläistojen välillä on geneettisiä kestävyyseroja (kuva 5). Jälkeläistojen elossaolon vaihtelussa 3-4 vuoden iällä istutuksesta oli selvää yhdenmukaisuutta kaikissa kolmessa kokeessa, vaikka pohjoisin koe oli tässä vaiheessa jo käytännöllisesti katsoen tuhoutunut. Koepaikkojen lähemmän vertailun perusteella kestävyysvaihtelu näyttäisi olevan jopa selvemmin geneettisten tekijöiden määräämää kuin edellä tarkasteltu pituuskasvun vaihtelu: kuvassa 5 näkyvät Kittilän ja Sallan kokeiden elävyyssarvot korreloivat tilastollisesti merkitsevästi keskenään ($r = 0,517$), samoin Sallan ja Puolangan kokeiden arvot ($r = 0,479$). Puolangan ja Kittilän välillä sen sijaan korrelaatio ($r = 0,257$) ei ole merkitsevä.

Jälkeläistojen elossaolon yhdenmukaisuus Puolangan ja Sallan kokeiden välillä heikkeni jatkossa. Kymmenen vuoden iällä, kokeiden keskimääräisten elävyyksien ollessa 71 ja 53 %, korrelaatio ei ollut enää merkitsevä. Sallan kokeen elävyysvaihtelu 10 vuoden iällä korreloi edelleen merkitsevästi Kittilän kokeen 4 vuoden elävyyksien kanssa ($r = 0,483$), mutta Puolangan tulokset eivät ($r = 0,206$). Tämän perusteella voi päätellä, että Kittilässä ja Sallassa tuhonaiheuttajat ovat olleet paljolti samat (ts. lähinnä ilmaston ankaruus), mutta Puolangalla taimien kuoleminen ainakin 4. ikävuodesta eteenpäin on johtunut pääosin joistakin muista ympäristötekijöistä.

3.5 Pluspuiden alkuperän merkitys

Etelä- ja Keski-Suomesta valittujen pluspuiden jälkeläistojen pituusmenestyksessä (kuva 3) ei ole havaittavissa minkäänlaista alkuperän mukaista ryhmittymistä. Kaikki K-kirjaimella alkavalla tunnusnumerolla varustetut jälkeläistöt ovat peräisin Ähtäristä (keskim. vuotuinen lämpösumma 1 000 - 1 100 d.d.) ja E-kirjaimella alkavat huomattavasti lämpimämmistä olo-



Kuva 5. Koejäsenten elossaolo 4 vuoden iässä istutuksesta Pohjois-Suomen koesarjassa No. 675/1-3.

suhteista Punkaharjulta tai Lapinjärveltä (1200 - 1300 d.d.). Myöskään elossapysymisessä (kuva 5) ei ole mitään selvää suuntaa; missään tapauksessa keskisuomalaisten puiden jälkeläiset eivät ole kestävämpiä kuin eteläsuomalaisten, niinkuin ehkä voisi odottaa. Pluspuiden alkuperällä ei siis ainakaan Etelä- ja Keski-Suomen puitteissa näytä olevan mitään merkitystä niiden jälkeläisten kasvun tai kestävyuden kannalta. Toisin sanoen "raivolantietikuisen" viljelymetsiköissä ei ole ainakaan yhdessä sukupolvessa ehtinyt luonnonvalinnan vaikutuksesta tapahtua vielä mitään havaittavaa erilaistumista ja sopeutumista paikallisiin olosuhteisiin.

3.6 Toistuvalla valinnalla saavutettava hyöty

Kaikkien jälkeläiskokeiden suhteellisten pituustulosten yhdistelmästä (kuva 3) voidaan arvioida, että uusien siemenviljelysten perustaminen parhaalla viidesosalla testatuista pluspuuklooneista tuottaisi 4 - 5 % keskimääräisen parannuksen pituuskasvussa nykyisiin ensivaiheen siemenviljelyksiin verrattuna. Tällaisen ns. perhevalinnan tai "taaksepäin valinnan" tuottama jalostushyöty olisi siis varsin vähäinen, mutta se olisi ilmeisesti hyvin laajalti yleistettävissä, ts. se saavutettaisiin samalla materiaalilla lähes kaikkialla Suomessa. Klooneja tarkemmin testaamalla olisi ilmeisesti mahdollista hyödyntää myös genotyyppiympäristöyhdysvaikutuksia ja saavuttaa paljon suurempiakin parannuksia, mutta ne rajoittuisivat suppeammille ilmastoalueille ja mahdollisesti vain tietynlaisille kasvupaikoille.

Tässä esitelty jälkeläiskoeaineisto ei valitettavasti osoita mitään "eteenpäin valinnan" mahdollisuuksista. Valitsemalla parhaista jälkeläisperheistä parhaat yksilöt 2. sukupolven pluspuiksi ja perustamalla niistä varsinaisia 2. polven siemenviljelyksiä saatettaisiin saavuttaa paljon suurempia jalostushyötyjä kuin 1. sukupolven rajoittuvassa valinnassa. Olemassaoleva "raivolanlehtikuusen" jälkeläiskoeaineisto ei kuitenkaan missään tapauksessa sovellu eteenpäinvalinnan perustaksi, koska se on peräisin yhdestä, vain 25 kloonista koostuvassa siemenviljelyksestä ja varsinkin koska se on vapaan pölyttymisen kautta syntynyttä. On hyvin mahdollista, että useiden eri emopuiden jälkeläistöistä valittavien huippuyksilöiden isäpuina esiintyisi vain yksi tai muutama viljelyksen kloonit. Jos tällaisista, sinänsä hyvistä 2. polven pluspuista perustettaisiin uusi siemenviljelys, siinä saattaisi tapahtua paljon lähisukulaisten keskinäistä risteytymistä eli sisäsiitosta. Tästä seuraavien sukurasitusilmäiden myötä eteenpäinvalinnalla tavoiteltu jalostushöty voisikin kääntyä jalostustappioksi.

3.7 Raivolanlehtikuusen erikoispiirteitä

Jälkeläiskokeiden osoittamat suhteellisen vähäiset yksilöerot SV 16:n pluspuuaineistossa sopivat itse asiassa hyvin yksiin sen vanhan totuuden kanssa, että "raivolanlehtikuusi" on erittäin mukautumiskykyinen ja viljelykelpoinen hyvin monenlaisissa ilmasto-oloissa. Se on menestynyt erinomaisesti lähes kaikkialla Suomessa, sopivilla kasvupaikoilla Perä-Pohjolaa ja Inaria myöten. Erityisen hämmästyttävää on sen menestyminen Islannissa, missä se aivan toisenlaisissa ilmasto-oloissa on osoittautunut tähän mennessä kokeilluista lehtikuusilajeista ja -alkuperistä parhaaksi (Tigerstedt ym. 1983, Blöndal & Benedikz 1990).

Raivolan rodun laaja siirtojen sietokyky perustuu ehkä siihen, että se on jo alkuperäisillä kotipaikoillaan Arkangelin seuduilla, mantereisen ja mereisen suurilmaston raja-alueella, joutunut vartavasten sopeutumaan vuodesta toiseen hyvin jyrkästi vaihteleviin ilmasto-oloihin. On myöskin mahdollista, että Raivolan viljelymetsiköissä on tapahtunut risteytymistä merenläheisen Arkangelin alkuperän ja itäisempien mannerilmastoon sopeutuneiden alkupeurien välillä ja tämä olisi suuresti lisännyt Raivolasta polveutuvan materiaalin ilmastollista toleranssia (Tigerstedt ym. 1983, Tigerstedt 1990).

Riippumatta siitä, onko "raivolanlehtikuusen" ekologinen joustavuus luontaisen sopeutumisen tulosta tai vasta Raivolassa risteytymisten kautta syntynyttä, geenitaustan monipuolisuus on epäilemättä perussyy sen nykyiseen kykyyn menestyä hyvinkin erilaisissa ympäristöoloissa. Tämän geneettisen rikkauten voidaan odottaa ilmenevän puuyksilötasolla siten, että kaikki Raivolasta polveutuvat pluspuut ovat hyvin heterotsygoottisia eli omaavat hyvin monimuotoisen geenistön. Ehkä juuri tämä tekee ne jalostuksen kannalta niin samanarvoisiksi: ehkä ne kaikki tuottavat geneettisesti hyvin monimuotoisia jälkeläistöjä, joissa yksilöiden ekologiset vaatimukset ja sietorajat saattavat vaihdella paljonkin, mutta joista kaikista löytyy jokseenkin yhtä paljon tietyissä kasvuolosuhteissa menestyviä yksilöitä.

4. Loppupäätelmät

Jatkossa joudutaan vakavasti harkitsemaan, missä määrin lehtikuusen jalostusta kannattaa jatkaa perinteisen valinnan ja siemenviljelyn linjalla. "Raivolanlehtikuusi" on jo sellaisenaan oloihimme hyvin sopeutunut, nopeakasvuinen, erittäin hyvälaatuinen ja viljelyvarma puulaji (esim. Tigerstedt ym. 1983). Pluspuuvalinta ja ensimmäisen sukupolven siemenviljelykset ovat lisäksi jo selvästi parantaneet sen käyttökelpoisuutta. Edellytykset uusien, vielä parempien 1½-sukupolvien perustamiseen (vrt. Siemenviljelytyöryhmä 1989) ovat kuitenkin toistaiseksi hyvin rajoitetut. Saavutettava lisähyöty näyttäisi jäävän suhteellisen vähäiseksi, enintään 5 % parannukseen nuoruusvaiheen (n. 10 v.) pituuskasvussa.

Lisäksi jälkeläiskokein testattu pluspuuaineisto on toistaiseksi aivan liian suppea. Uuden siemenviljelysvaiheen perustaksi olisi testattava loputkin nykyisiin siemenviljelyksiin sisältyvistä noin 100:sta "raivolanlehtikuusen" pluspuusta ja tämä vaatisi aikaa ainakin 10 - 15 vuotta. Pitemmälle, eteenpäin valintaan ja varsinaisiin 2. sukupolven siemenviljelyksiin tähtäävä jälkeläiskoetointa on vielä aloittamatta. Se olisi perustettava kontrolloiduin risteytyksin tuotettuihin jälkeläisaineistoihin ja niiden aikaansaamiseen riittävän laajassa mittassa kuluisi ilmeisesti ainakin 10 vuotta.

Jos lehtikuusen viljelyyn halutaan saada jotain nykyistä "raivolanlehtikuusta" merkittävästi parempaa, kehittämissäpyrkimykset onkin ehkä syytä suunnata risteytysjalostukseen. Lehtikuusten lajihybrideistä on jo paljon myönteisiä kokemuksia (esim. Hagman 1989; Napola, tässä julkaisussa). Niitä ei kuitenkaan toistaiseksi ole meillä Suomessa pystytty lainkaan hyödyntämään käytännön metsätaloudessa. Määrätietoisin risteytysjalostuksen käynnistäminen edellyttäisikin, että ensin löydetään keinot sen tulosten siirtämiseksi laajaan metsänviljelykäyttöön. Näitä keinoja etsitään mm. perinteisen siemenviljelyn linjalta (vrt. Nikkanen, tässä julkaisussa), mutta viime kädessä ne joudutaan ilmeisesti hakemaan kasvulliseen monistukseen perustuvien taimituotantomenetelmien kehittämisestä.

5. Kirjallisuus

- Blöndal, S. & Benedikz, T. 1990. Öflun lerkifraes fra Arkhangelskheradi (Summary: Procurement of larch seed from Archangel district). *Arsrit Skograektarfelags Islands* 1990: 117-125.
- Hagman, M. 1989. Eräitten lehtikuusijälkeläistöjen alkukehityksestä. *Metsäntutkimuspäivä Tuusulassa 1989*, Metsänjalostuksen tutkimusosasto. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 328: 67-73.
- Hatcher, A.V., Bridgwater, F.E., & Weir, R.J. 1981. Performance level - standardized score for progeny test performance. *Silvae Genetica* 30: 184-187.
- Mikola, J. 1982. Menestystason laskenta. *Metsäntutkimuslaitos, Metsänjalostuksen tutkimusosasto, Työohje (moniste)* 9 s.
- 1986. Jälkeläistestaus siemenviljelyksien kehittämisen perustana. *Punkaharjun metsänjalostuspäivä 1986*, Metsänjalostuksen tutkimusosasto. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 263: 5-42.
- Pajamäki, J. ja Karvinen, K. 1991. *Metsänjalostuksen koeviljelysluettelo*. Metsänjalostuksen tutkimusosasto, Vantaa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 396, 160 s.

- Sarvas, R. 1964. Havupuut. Werner Söderström Oy, Porvoo, 518 s.
- Siemenviljelytyöryhmä 1989. Metsäpuiden siemenviljelyohjelma vuosille 1990-2025. Metsähallitus, Helsinki. 63 s.
- Tigerstedt, P.M.A., Pohtila, E. ja Nevala, S. 1983. Lehtikuusestako Lapin puulaji? Oulun yliopisto, Pohjois-Suomen tutkimuslaitos C 47: 47-55.
- Tigerstedt, P.M.A. 1990. Adaptability of seed sources across geographic zones - 90 years of experimenting in Finland. Proc. Joint Meeting of Western For. Genet. Assoc. and IUFRO Working Parties S2.02-05, 06, 12 and 14. Olympia, Washington, USA, August 20-24, 1990.
- Vakkari, P., Pulkkinen, P. & Mikola, J. 1992. Variability of growth and survival among families of a widely adapted seed source of *Larix sibirica* in Finland. Ecology and management of *Larix* forests: a look ahead. Program and Abstract Booklet of IUFRO Meeting, Grouse Mountain Lodge, Whitefish, Montana, USA, October 5-9, 1992, p. 104 (laajempi käsikirjoitus painossa).

LEHTIKUUSEN HYBRIDIT METSÄNJALOSTUSSÄÄTIÖSSÄ

Marja-Leena Napola

1. Johdanto

Lehtikuusta on kasvatettu maassamme jo yli sadan vuoden ajan. Vanhimmat viljelykset sijaitsevat Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueilla, Mustilan arboretumissa ja Kiteellä. Yleisimmät ja menestyneimmät lehtikuusilajit ovat: siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*), euroopanlehtikuusi (*Larix decidua*), dahurianlehtikuusi (*Larix gmelinii*), kurilienlehtikuusi (*Larix gmelinii* var. *japonica*), olganlehtikuusi (*Larix gmelinii* var. *olgensis*), japaninlehtikuusi (*Larix kaempferi*) sekä kanadanlehtikuusi (*Larix laricina*). Kun eri lehtikuusilajeja on kasvatettu vierekkäin, on syntynyt luontaisia risteymiä eli hybridejä. Monet hybridit ovat osoittautuneet erittäin nopeakasvuiseksi.

Lehtikuusien välisiä risteytyksiä on tehty Metsäntutkimuslaitoksessa vuosikymmenien ajan. Vanhimpien hybridiviljelmien tuotokset ovat olleet korkeita. Esimerkiksi Punkaharjulla sijaitseva *Larix decidua* x *Larix sibirica* -viljelmä on 45 vuoden iässä saavuttanut 640 m³:n tuotoksen (Lähde et al. 1984). Yksittäisten istutusalojen perusteella on kuitenkin vaikea arvioida lehtikuusen hybridien todellista paremmuutta puhtaiden lajien jälkeläistöihin verrattuna. Tieteellisesti luotettavaa tietoa lehtikuusen alkuperien, yksilöiden ja risteymien kasvusta ja laadusta saadaan jälkeläiskokeista.

Metsänjalostussäätöön tehtävänä on ollut jalostustekniikan ja kasvullisen lisäyksen kehittäminen sekä vartetuotanto, joten mitään lehtikuuseen liittyvää tieteellistä jalostus- ja testausohjelmaa ei ole toteutettu. Kuitenkin niillä kokemuksilla, joita lehtikuusien risteytyksistä ja kasvullisesta lisäyksestä on vuosien varrella saatu, saattaa olla merkitystä suunniteltaessa tulevia hybridijalostuksen strategioita.

2. Lehtikuusen lajiristeytykset

Varhaisimmat Metsänjalostussäätöön suunnittelemaat lehtikuusiristeytykset toteutettiin Punkaharjun lehtikuusikokeelmissa 1960-luvun alussa. Siemeneriä kylvettiin Haapastensyrjän taimitarhalle varhaistestausta varten vuosina 1967 ja 1969. Jälkeläistöjä mitattiin ja arvosteltiin silmävaraisesti. Osa pisimmistä taimista kouluttiin muovihuoneisiin kukituskokeilua varten ja osa siirrettiin kokoelmiin myöhempää käyttöä varten.

Lehtikuusen lajiristeytyksiä tehtiin runsaasti muovihuoneissa kasvaneissa nuorissa siementaimissa 1970-luvun alkupuolella. Jalostustoiminnan päämääränä oli luoda mahdollisimman monenlaisia hybridejä, joiden jatkolisäys tulisi tapahtumaan kasvullisesti. Muovihuoneissa kasvaneet emopuut olivat alkuperältään lajihybridejä jotka risteytettiin lajihybrideistä kerätyllä siitepölyllä tai useiden lajihybridien siitepölyn seoksella. Tyypillinen esimerkki tällaisesta monilajiristeytyksestä näyttää seuraavalta: lehtikuusi n:o 51 (*L. sibirica* x *L. decidua*) x (*L. decidua* x *L. gmelinii*) emona ja isänä E 851 (*L. laricina* x *L. decidua*). Risteytyssemenet kylvettiin taimitarhalle pistokasoksien tuottamista varten. Hybridijälkeläistöjä ei tuolloin valittavasti istutettu koeviljelyksiin.

Kokoelmien kantapuista kerätyllä vapaapölytyssemeneillä perustettiin testaustarhakoe vuonna 1978. Koe sisältää 117 koe-erää, jotka ovat jaoteltavissa emopuun mukaan kolmeentoista alaryhmään. Mittaustulokset viiden kasvukauden jälkeen osoittivat, että lajihybridien vapaapölytysjälkeläistöt ylittivät puhtaiden lajien vapaapölytysjälkeläistöt noin kymmenellä prosentilla (taulukko 1). Yhdeksän kasvukauden jälkeen kokeen kymmenen parasta jälkeläistöä ylittivät kokekeskiarvon 20 prosentilla. Lajihybridien jälkeläistöt eivät tässä koeviljelyksessä ole osoittaneet erityisen suurta kasvunopeutta.

Taulukko 1. Lehtikuusen jälkeläistöryhmien suhteellinen pituus kokeessa 713, Loppi. Koeaineisto: 117 koe-erää. Kokoelmissa pölytetyneiden puhtaiden lajien sekä lajiristeytyksien jälkeläistöjä. Istutettu kesäkuussa 1978. Alkuperäryhmien suhteellinen pituus viiden vuoden iässä.

Alkuperäryhmä	Pituussuhde kokeen k-arvoon
<i>Larix</i> sp. (hybridi)	113
<i>Larix decidua</i> x <i>L. kaempferi</i> (<i>L. leptolepis</i>)	113
<i>Larix decidua</i> x <i>L. gmelinii</i> var. <i>japonica</i> (<i>L. kurilensis</i>)	107
<i>Larix sibirica</i> x <i>Larix</i> sp. (hybridi)	105
<i>Larix sibirica</i> x <i>L. decidua</i>	104
<i>Larix gmelinii</i>	103
<i>Larix decidua</i>	102
<i>Larix laricina</i> x <i>L. decidua</i>	100
<i>Larix sibirica</i>	99
<i>Larix kaempferi</i>	95
<i>Larix gmelinii</i> var. <i>olgensis</i>	94
Kokeen keskiarvo	100

3. Lehtikuusen kasvullinen lisäys pistokkaina

Ensimmäiset juurrutuskokeet lehtikuusen pistokkailla tehtiin vuonna 1966. Pistokasmonistuksessa tutkittiin oksien keräysajan ja pistämisaikojen merkitystä juurtumisessa sekä kokeiltiin erilaisia juurrutusaloja ja alkukasvatusmenetelmiä. Lähtömateriaalina käytettiin lehtikuusen varhaistesteistä valittuja huipputaimia. Aluksi pistämismäärät olivat muutaman tuhannen luokkaa, mutta kun materiaalia lajiristeytyksistä alkoi tulla runsaasti pistämismäärät kohosivat.

Lehtikuusen pistokkailla perustettiin kloonikoe nro 712 vuonna 1978. Koe sisältää 100 pistokaskloonina, jotka on valittu nuorten kylvöerien joukosta. Kloonikokeen yhdeksän kasvukauden jälkeen tehdyn pituusmittauksen mukaan kloonit ovat kasvaneet keskimäärin heikommin kuin viereisen kokeen nro 713 samanikäiset vapaapölytysjälkeläiset. Pisimmät kloonit ovat saman pituisia kuin jälkeläiskokeen parhaimmat koe-erät. Kloonivalinta ei ole tuottanut mitään kasvuetua, koska kloonit oli valittu silmävaraisesti testaamattomista eristä.

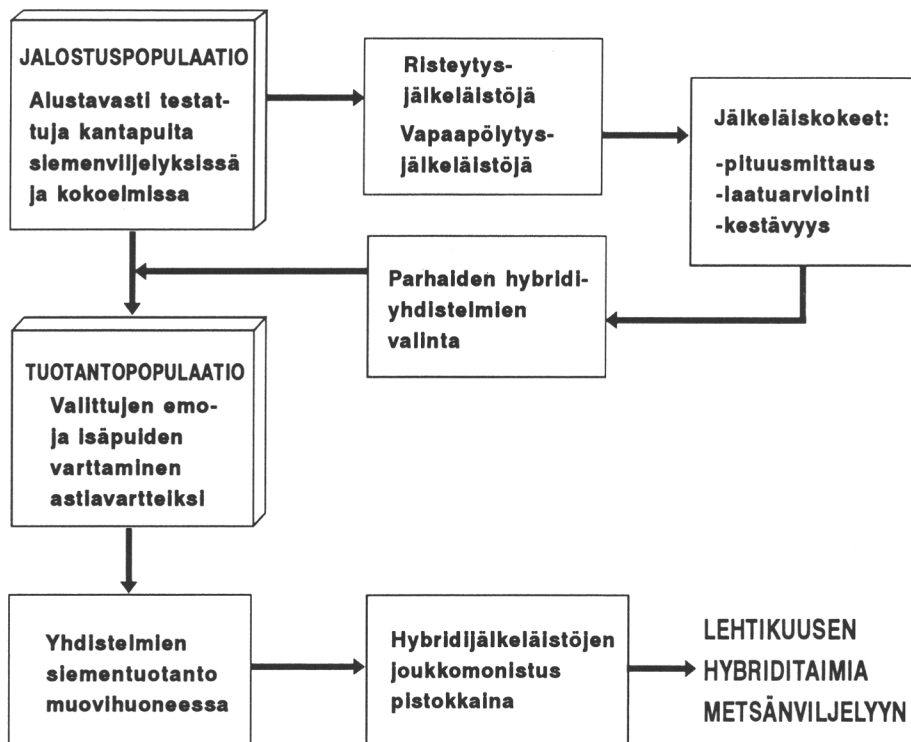
Kloonikokeesta ja jälkeläiskokeesta valittiin viiden vuoden iässä pituusmittausten perusteella jatkomonistukseen 115 kloonina, joista pistettiin oksia juurtumaan. Pistetyistä 22 000 oksasta saatiin noin 3 000 pistokastainta, joista metsänviljelykelpoisia oli 900 kpl. Ilmeisesti lehtikuusi vanhenee fysiologisesti hyvin nopeasti, joten pistokasemojen tulisi olla mahdollisimman nuoria oksien hyvän juurtumisen ja suoran kasvumuodon takaamiseksi.

Vastaavia kokemuksia lehtikuusen pistokasmonistuksesta on saatu Ranskassa, jossa hybridi-lehtikuusen taimituotannossa ollaan siirtymässä valikoitujen risteytysperheiden kasvulliseen joukkomonistukseen. Ranskassa joukkomonistuksessa eli bulk-lisäyksessä kantataimia kasvatetaan kasvihuoneessa vuoden ajan, jonka jälkeen ne monistetaan. Juurtuminen ja pistokkaan kasvumuoto on hyvä, kun käytetään nuorta alle metrin korkuista lähtömateriaalia (Verger & Paques 1992).

4. Lehtikuusen hybridijalostuksen ja taimituotannon näkymät

Lehtikuusen hybriditaimien tuotanto käytännön metsänviljelyä varten näyttää Suomessa tällä hetkellä epätodennäköiseltä. Tutkittua tietoa erilaisten risteytysyhdistelmien kasvusta ei ole riittävästi. Lisää hybriditutkimusta kaivattaisiin.

Mikäli hybridijalostusta haluttaisiin tehokkaasti edistää, olisi ensimmäiseksi selvitettävä jo olemassa olevista koeviljelyksistä saatavat tulokset. Tulosten perustella voidaan muodostaa jalostuspopulaatio, jonka jäseniä risteytetään keskenään eri yhdistelminä. Yhdistelmät testataan jälkeläiskokeissa ja parhaimmat jalostuspopulaation yksilöt valitaan tuotantopopulaatioon (kuva 1). Muovihuoneessa kasvatettavat astiavarteet, valvotut risteytykset ja hybridiyhdistelmien monistaminen pistokkaina saattaa olla realistisin lehtikuusen hybriditaimien tuotantostrategia. Hybridisiemenviljelyksen toimivuus maasto-oloissa on kyseenalaista, mikäli lajien kukinta tapahtuu eri aikoina. Lisäksi kovat pakkaset ja kevähallat voivat aiheuttaa kaivuusia.



Kuva 1. Lehtikuusen hybridien jalostusstrategiakaavio.

Astivartesiemenviljelys tuottanee tarpeeksi itävää siementä kasvullisen monistuksen tarpeisiin. Metsänjalostussäätiön Haapastensyrjän jalostuskeskuksessa on ryhdytty kehittämään astiavartteiden risteytystekniikkaa ja risteytysjälkeläistöjen kasvullista lisäystä. Risteytysohjelma lehtikuusen astiavartteilla voidaan aloittaa 1994. Tarkoituksena on saada aikaan mm. lajiristeytyksiä *L. sibirica* x *L. kaempferi* sekä *L. sibirica* x *L. gmelinii*, jotka Metsäntutkimuslaitoksen perustamissa kokeissa ovat osoittautuneet lupaaviksi yhdistelmiksi (Hagman 1989). Hybridijälkeläistöt testataan sekä siementaimina että joukkomonistettuina pistokkaina. Hybridien kasvua ja laatua koskevat tutkimukset ovat erittäin tarpeellisia. On hyvin mahdollista, että siperian lehtikuusen siemenviljelyssiemenestä kasvatetut taimet ovat sittenkin tuotokseltaan ja laadultaan parhaimpia ja hinnaltaan edullisimpia käytännön metsätalouden kannalta.

5. Kirjallisuus

- Hagman, M. 1989. Eräiden lehtikuusijälkeläistöjen alkukehityksestä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 328:67-73.
- Lähde, E., Werren, M., Etholén K & Silander, V. 1984. Ulkomaisten havupuulajien varttuneista viljelmistä Suomessa. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 125:1-87.
- Verger, M. & Paques, L.E. 1992. Bulk propagation of Hybrid Larch (*Larix eurolepis* Henry). AFOCEL-IUFRO symposium 14.-18.9.1992. Bordeaux. France. Mass production technology for genetically fast growing forest tree species. Resumés summaries.

RISTEYMÄSIEMENTÄ KAHDEN LEHTIKUUSI- LAJIN SIEMENVILJELYKSELTÄ

Teijo Nikkanen

1. Johdanto

Useimmat lehtikuusilajit risteytyvät helposti keskenään. Usein ainoa lajien välisen risteytymisen este on maantieteellinen eristys. Kun eri lehtikuusilajeja on tuotu pölytysetaisyydelle toisistaan on seurauksena monissa tapauksissa ollut lajien välisten risteymien synty (Henry & Flood 1919, Saarnijoki 1942, Heikinheimo 1956, Kiellander 1958, Tigerstedt 1986, Ruotsalainen 1993). Ehkä tunnetuin lehtikuusihybridi löydettiin Skotlannista, Dunkeldista vuosisadan vaihteessa (Henry & Flood 1919). Siellä 1700-luvun puolivälissä alueelle tuotu euroopanlehtikuusi (*Larix decidua*) ja sata vuotta myöhemmin istutettu japaninlehtikuusi (*Larix kaemferi*) risteutyivät keskenään ja tuottivat erittäin nopeakasvuisiksi ja hyvälaatuisiksi osoittautuneita jälkeläisiä. Tällä risteymällä (*Larix x eurolepis*) on metsätaloudellista merkitystä Skotlannin lisäksi useissa Euroopan maissa ja tätä risteymäsiementä tuotetaan monin paikoin siemenviljelyksillä ja valvotuin risteytyksin (Syrach Larsen 1956, Wright 1976). Japaninlehtikuusen on havaittu myös Suomessa risteytyvän helposti (Lähde ym. 1984). Mustilan arboretumissa japanin- ja siperianlehtikuusen (*Larix sibirica*) risteymän on todettu olevan japaninlehtikuusta kestävämpää ja kantalajeja paljon nopeakasvuisempaa (Tigerstedt 1986). Vanhimmat ja yleisimmin tavatut lehtikuusten risteymät Suomessa ovat kuitenkin syntyneet euroopan- ja siperianlehtikuusen välille (Saarnijoki 1942, Sarvas 1964, Lähde ym. 1984). Kiteellä ja Punkaharjulla, missä molempia lajeja on viljelty rinnan jo toista sataa vuotta, ovat vanhimmat euroopan- ja siperianlehtikuusen risteymät saavuttaneet jo järeän tukin mitat. Punkaharjulla äskettäin tehdyissä mittauksissa luontaisesti syntyneet, euroopan- ja siperianlehtikuusen risteymää olevat puut (mv 11) olivat 60-vuoden iässä saavuttaneet n. 35 m:n pituuden ja 40 cm:n läpimitan.

Lehtikuusen, samoin kuin muidenkin metsätaloudellisesti tärkeiden puulajien siementuotantoa varten on perustettu erityisiä siemenviljelyksiä, joissa tuotetaan geneettisesti ja fysiologisesti korkealaatuista siementä metsänviljelyä varten. Ensimmäiset lehtikuusen siemenviljelykset perustettiin jo 1950-luvulla, mutta valtaosa viljelyksistä on perustettu vuosina 1971-74. Rekisteröityjä, luokkaan A2 kuuluvaa siementä tuottavia lehtikuusen siemenviljelyksiä on 7 kappaletta ja niiden yhteenlaskettu pinta-ala on 49 hehtaaria (Rusanen 1992). Nämä viljelykset ovat kaikki siperianlehtikuusta. Lehtikuusen viljelyksiltä on jo jonkin aikaa saatu riittävästi siementä metsänviljelyyn ja nyt kun viljelykset ovat saavuttaneet täyden tuottokyvyn olisi siementä saatavissa nykytasoa suurempiakin metsänviljelyaloja varten (Metsäpuiden... 1989).

Siperianlehtikuusen siemenviljelysten lisäksi maahamme on perustettu muutama pienialainen siemenviljely tai kloonikokoelma, joihin on koottu kloonveja kahdesta tai useammasta lehtikuusilajista. Lehtikuusen viljelymetsiköissä luontaisesti syntyneet lajien väliset risteymät ovat epäilemättä olleet innoittamassa tällaisten risteymäsiementä tuottamaan suunniteltujen viljelysten perustamiseen. Tässä tarkastelun kohteena oleva siemenviljely 29 (Nahkamäki) on näistä erikoisviljelyksistä kaikkein selkeimmin suunniteltu juuri tietynlaisen risteymäsiemenen tuottamiseen. Siinä viljelyksen ainoan siperianlehtikuusen kloonin on ajateltu toimivan käpyjä tuottavana emopuuna ja kuuden euroopanlehtikuusen kloonin pölyttäjinä.

Tarkastelun kohteena olevan siemenviljelyksen siemenen geneettistä kokoonpanoa alettiin selvittää jo v. 1984. Tuolloin tehtyjen selvitysten perusteella ei kuitenkaan pystytty riittävän yksiselitteisesti sanomaan, minkälaista siementä viljelys lopulta tuottaa, ja siksi työ unohtui vuosiksi. Asia tuli uudelleen esille v. 1991, kun yhteistyöstä tämän lehtikuusiviljelyksen siemenen geneettiseksi analysoimiseksi sovittiin Puolan Tiedeakatemian tutkijoiden kanssa. Tässä työssä esitetään tuloksia 1980-luvun puolivälissä viljelyksellä ja jälkeläiskokeissa tehdyistä mittauksista sekä joitakin tietoja puolalaisten kanssa tehdyn tutkimusjulkaisun käsikirjoituksesta (Lewandowski ym. 1993).

2. Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen kohteena oleva siemenviljely (sv 29 Nahkamäki) sijaitsee Korpilahdella ja se on metsähallituksen Jyväskylän hoitoalueen omistuksessa. Seuraavaan asetelmaan on koottu perustietoja siemenviljelyksestä:

Lehtikuusen siemenviljelys 29, Nahkamäki

Sijainti:	Korpilahti, Nahkamäki (62°13' N, 25°24' E)		
Perustettu:	vuonna 1962		
Pinta-ala:	1 hehtaari		
Istutusväli:	5 x 5 metriä		
Kokoonpano:	7 kloonina (216 vartetta)		
Kloonit:	<i>L. sibirica</i>	E 1037 (118 vartetta)	Punkaharju/Raivola/Arkangeli
	<i>L. decida</i>	E 1127 (15 ")	Punkaharju/Sveitsi
	"	E 1136 (6 ")	Punkaharju/Skotlanti
	"	E 1138 (16 ")	Punkaharju/Saksa
	"	E 1139 (22 ")	Punkaharju/Etelä-Ranska
	"	E 1149 (17 ")	Punkaharju/Itävalta
	"	E 1150 (22 ")	Punkaharju/Itävalta

Siemenviljelys on suunniteltu tuottamaan euroopan- ja siperialehtikuusen välistä risteymäsiementä. Tätä varten siemenviljelykselle varteet on istutettu siten, että siperianlehtikuusta ympäröi aina kaikilta neljältä suunnalta euroopanlehtikuusi ja päinvastoin euroopanlehtikuusta siperianlehtikuusi. Tällaisella istutusjärjestyksellä on pyritty siihen, että jokainen viljelyksen varte pölyttyisi mahdollisimman tehokkaasti toisen lajin siitepölyllä. Tavoitteena lienee ollut se, että kävyt kerättäisiin ainoasta ja itsesteriiliksi oletetusta siperianlehtikuusikloonista.

Tutkimuksen kohteena olevalla siemenviljelyksellä tehtiin keväällä 1984 kukinnan runsauden arviointi. Tuolloin kaikkien viljelyksen vähän yli 200 vartteen emi- ja hedekukinnan runsaus arvioitiin. Saman vuoden syksyllä viljelykseltä kerättiin käpyjä siemenanalyysejä ja jälkeläiskoetta varten. Kävyt karistettiin ja siemenanalyysejä tehtiin Punkaharjulla.

Kävykeruuta seuraavana keväänä perustettiin siemenviljelyssiemenen geneettisen kokoonpanon selvittämistä varten jälkeläiskoe. Kokeen tarkoituksena oli jälkeläisistä taimitarhaviheissa mitattavien ominaisuuksien perusteella selvittää, tuottiko viljelys lajien välistä risteymäsiementä. Koe sisälsi siemenviljelyksen kloonierien lisäksi vertailumateriaalina sekä euroopan- että siperianlehtikuusen metsikkösiementä. Kunkin koe-erän koko oli 160 tainta jaettuna neljään toistoon. Koetaimia kasvatettiin ensimmäinen kasvukausi kasvihuoneessa ja toinen avomaalla. Ensimmäisenä kasvukautena havainnoinnin ja mittausten kohteena olivat itäminen, pituuskehitys ja päätesilmun muodostuminen ja toisena kasvukautena silmun puhkeaminen, pituuskehitys, päätesilmun muodostuminen ja syysvärin kehitys.

Tutkimuksen kohteena olevan siemenviljelyksen tuottaman siemenen geneettistä kokoonpanoa alettiin selvittää uudelleen v. 1991. Tavoitteena oli täsmentää aiemmin saatua kuvaa siemenen geneettisestä kokoonpanosta ja saada selville risteymäsiemenen osuudet klooneittain. Tähän oli tarkoitus päästä isoentsyymianalyyseiden avulla. Analyysejä varten viljelykseltä kerättiin käpyjä 5 näytevartteesta kustakin kloonista. Kahdesta huonosti käpyjä tuottavasta euroopanlehtikuusikloonista (E 1136 ja E 1149) ei keruuvuoden käpyjä kuitenkaan löytynyt ja ne jäivät jatkotutkimuksista pois. Kävyt karistettiin ja siemenen perusanalyysejä tehtiin Punkaharjulla. Jatkoanalyysejä varten siemenet lähetettiin Kornikiin, Puolaan. Siellä lehtikuusen genetiikkaa tutkineet Puolan Tiedeakatemiaan tutkijat Jaroslaw Burczyk ja Andrzej Lewandowski tekivät siemenen isoentsyymianalyysejä.

3. Tulokset

Vuonna 1984 suoritettujen kukintamittausten yhteydessä siemenviljelys tarkastettiin. Viljelys käytiin läpi varte vartteelta ja kuolleet sekä vialliset tai huonokuntoiset varteet merkittiin karttaan. Koska viljelys on pinta-alaltaan hehtaarin kokoinen ja vartteiden istutusväli on ollut 5 x 5 m, on viljelykselle istutettu noin 400 vartetta. Puolet vartteista on ollut euroopan- ja puolet siperianlehtikuusta. Vuonna 1984 viljelyksellä oli jäljellä 216 vartetta. Suurin osa tuhoutuneista vartteista lienee kuollut pian istutuksen jälkeen. Jäljellä olevista vartteista 54,6 % oli siperianlehtikuusta (1 klooni) ja 45,4 % euroopanlehtikuusta (6 kloonia). Viljelyksen kokonaiskukinta jakautui niin, että emikukista 93,1 % ja hedekukista 94,0 % oli siperianlehtikuusen ja vastaavasti 6,9 % ja 6,0 % euroopanlehtikuusen vartteissa. Kloonikohtaisia tietoja siemenviljelykseltä on koottu taulukkoon 1.

Taulukko 1. Klooni kohtaisia tuloksia siemenviljelykseltä 29 (Nahkamäki) v. 1984 tehdyistä mittauksista ja havainnoista.

Laji	Klooni	Vartteiden				Kukinnan runsaus				Siemeniä		Täysiiä siemeniä, %	Siemen-ten itä-vyys, %
		lkm kpl	osuus %	pituus m	D1,3 cm	emi kpl/varte	hede % kok.kuk.	emi kpl	hede % kok.kuk.	käpyä kpl	kohti g		
Larix sibirica	E 1037	118	54.6	9.0	13.2	582	4580	93.1	94.0	33	0.37	18.6	90.2
Larix decidua	E 1127	15	6.9	8.7	16.1	78	896	1.6	2.3	16	0.08	23.9	71.9
"	E 1136	6	2.8	6.4	8.6	16	0	0.1	0.0	13	0.04	7.7	62.9
"	E 1138	16	7.4	8.7	13.5	92	828	2.0	2.3	15	0.09	20.2	79.7
"	E 1139	22	10.2	8.2	12.6	43	16	1.3	0.1	10	0.06	38.9	63.4
"	E 1149	17	7.9	6.9	10.9	25	353	0.6	1.0	22	0.15	46.4	93.8
"	E 1150	22	10.2	8.1	12.0	45	70	1.3	0.3	11	0.06	39.7	66.2

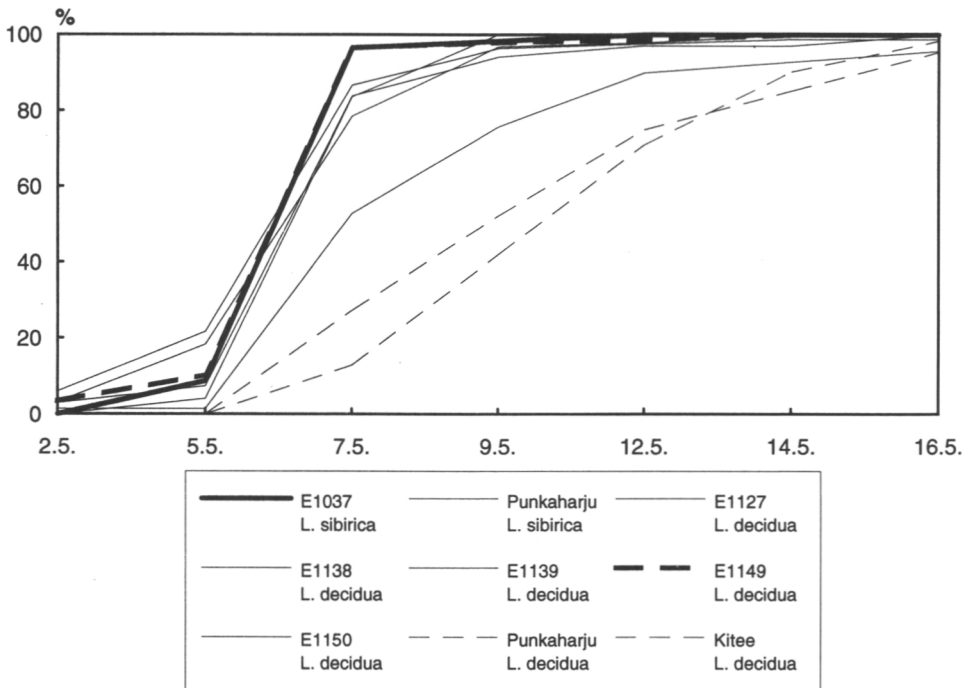
Kun siemenviljelykseltä v. 1991 kerättiin käpyjä siemenen isoentsyymianalyysijä varten, saatiin samassa yhteydessä uusia tietoja myös käpysadosta ja siemenen ominaisuuksista. Vaikka käpyjä kerättiin kustakin klooniasta vain 5 vartteesta, antavat tulokset hyvän kuvan käpysadon jakautumisesta ja eräistä siemenen ominaisuuksista (taulukko 2). Verrattaessa vuosien 1984 ja 1991 (taulukot 1 ja 2) siemenerien ominaisuuksia kiinnittyy huomio käpykohtaisen siemenmäärän eroihin etenkin euroopanlehtikuusen osalta. Kun v. 1984 euroopanlehtikuusissa oli keskimäärin 15 siementä kävyssä, v. 1991 niitä oli 47. Ero johtuu erilaisesta karistuksesta. Koska euroopanlehtikuusella käpy aukeaa huonosti, irrotettiin v. 1991 normaalikaristuksen jälkeen loput siemenet kävyistä käsin. Siperianlehtikuusen osalta tuloksia saattaa jonkin verran väristää se, että kävynkeruussa mukaan on tullut edellisvuoden käpyjä. Taulukosta 2 ilmenee, että viljelyksen kokonaiskäpysadosta siperianlehtikuusen klooni tuotti 98 %. Siemensadon, etenkin täysien siementen kappalemäärän mukaan laskettuna siperianlehtikuusen osuus ei kuitenkaan kohoaisi aivan yhtä suureksi.

Taulukko 2. Klooni kohtaisia tuloksia siemenviljelyksen 29 (Nahkamäki) käpysadon jakautumisesta ja siemenen ominaisuuksista v. 1991 sekä kukinnan ajoittumisesta v. 1992. Kukinnan ajoittumisen kuvaamisessa käytettiin kolmea luokkaa: 0 = vartteen kaikki kukat ovat vielä kiinni, 1 = pieni osa vartteen emikukista on auki (joistakin hedekukista irtoaa siitepölyä), 2 = suuri osa vartteen emikukista on auki (suuresta osasta hedekukia irtoaa siitepölyä).

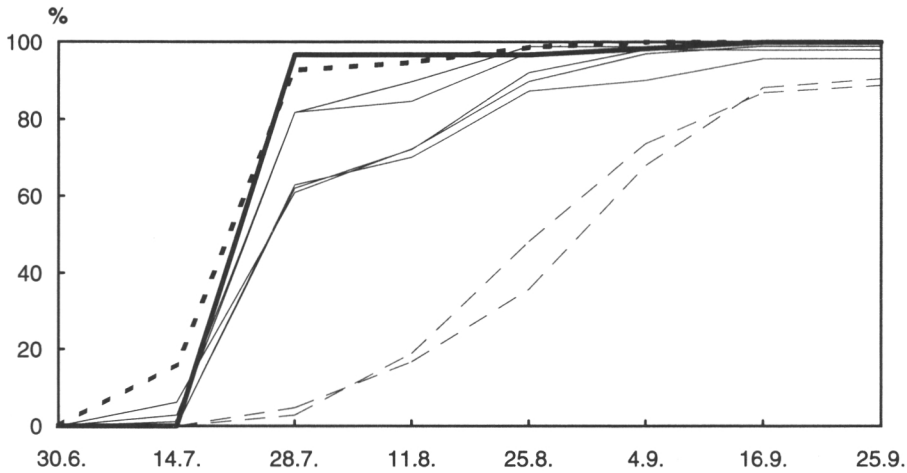
Laji	Klooni	Kukinnan ajoittuminen		Käpyjä		Siemeniä		Siemen-ten 1000 jyväp., g	Täysiiä siemeniä, %
		emi kuk.	hede vaihe 17.5.	kpl/varte	% kok. sadosta	käpyä kpl	kohti g		
Larix sibirica	E 1037	2	2	992	98.1	14	0.13	9.4	6.3
Larix decidua	E 1127	2	1	22	0.3	55	0.27	4.9	13.3
"	E 1138	2	1	19	0.3	53	0.30	5.7	31.0
"	E 1139	2	2	42	0.7	49	0.34	7.0	17.3
"	E 1150	2	1	35	0.6	32	0.20	6.2	23.2

Taulukossa 2 on kuvattu myös kukinnan ajoittumista. Kukinnan aikaisuuden vaiheita arvioitiin 15. ja 17.5.1992. Ensimmäisenä havaintopäivänä emikukat olivat vasta aukeamassa ja useimmissa euroopanlehtikuusen vartteissa ne olivat vielä kokonaan kiinni. Siitepölyä ei irronnut euroopanlehtikuusen hedekukista vielä ollenkaan ja siperianlehtikuusesta vain pieniä määriä. Toisena havaintopäivänä emikukat olivat kaikissa näytevartteissa jo kokonaan auki ja siitepöly irtosi suurimmasta osasta siperianlehtikuusen ja euroopanlehtikuusikloonin E 1139 hedekukista, muista euroopanlehtikuusiklooneista siitepölyn lento oli vasta alkamassa.

Jälkeläiskokeesta esitetään tässä tuloksia toisen kasvukauden mittauksista. Koetaimet kasvoivat tuolloin avomaalla. Tarkastelun kohteena olivat erityisesti kasvurytmierot. Euroopanlehtikuusen metsikköerien silmunpukkeaminen oli erityisen hidasta (kuva 1): Punkaharjun metsikön taimista 50 %:lla silmu oli auennut 9.5. ja Kiteen taimista 10.5. Siperianlehtikuusen Punkaharjun metsikkötaimilla sama vaihe oli 6.5. Sekä euroopan- että siperianlehtikuusen siemenviljelysjälkeläistöt aloittivat kasvunsa aikaisin ja yhtäaikaan, samaan tapaan kuin siperianlehtikuusen metsikköalkuperäe olevat taimet. Kasvukauden lopussa oli päätesilmun muodostumisessa nähtävissä samansuuntaisia eroja (kuva 2). Sekä siperianlehtikuusen metsikkötaimet että siemenviljelyskloonin jälkeläiset päättivät kasvunsa aikaisin ja lähes samaan aikaan: 50 % taimista oli muodostanut päätesilmun 20.7. Euroopanlehtikuusen metsikköerät taas jatkoivat kasvuun paljon pitempään: 50 % Punkaharjun metsikön taimista oli muodostanut päätesilmun 26.8. ja Kiteen taimista 29.8. Euroopanlehtikuusen siemenviljelyskloonien jälkeläisistä taas suurin osa noudatti kasvun päättymisessä suunnilleen samaa aikataulua kuin siperianlehtikuusen taimet, mutta osa jatkoi kasvuun selvästi pitempään.

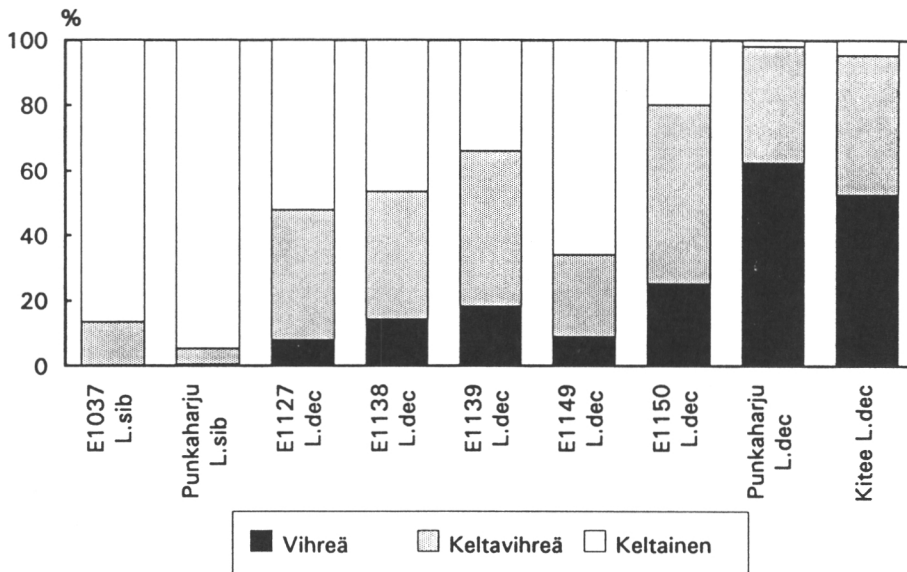


Kuva 1. Silmun puhkeaminen jälkeläiskokeen taimissa toisena kasvukautena.



Kuva 2. Päätesilmun muodostuminen jälkeläiskokeen taimissa toisena kasvukautena. Selytykset kuvassa 1.

Koska siperianlehtikuusella on lyhyempi kasvukausi kuin euroopanlehtikuusella, sen neulaset kellastuvat aikaisemmin. Vertaamalla siemenviljelyskloonien jälkeläisten syysväriä metsikköerien syysväriin siinä vaiheessa kun siperianlehtikuuset ovat jo keltaisia mutta euroopanlehtikuuset vielä vihreitä pyrittiin päättämään, ovatko siemenviljelysjälkeläistöt lajiristeymiä. Syysvärihavaintoja tehtiin noin kerran viikossa syyskuun alusta lokakuun loppuun. Parhaan kuvan eroista saa tarkastelemalla väri vaihtelua 2.10. Tällöin siperianlehtikuusen metsikköerän taimista 95 % oli väriltään keltaisia. Euroopanlehtikuusen metsikköerien taimista keltaisia taas oli vasta 2 % (Punkaharju) ja 5 % (Kitee). Siperianlehtikuusen siemenviljelysjälkeläisistä oli samaan aikaan kellastunut kokonaan 86 % ja euroopanlehtikuusen jälkeläisistä 20 - 66 %. Koe-erien välistä väri vaihtelua havainnollistaa kuva 3.



Kuva 3. Syysvärin jakautuminen jälkeläiskokeen taimissa 2.10.1986.

Edellä esitettyjen, jälkeläisten kasvurytmiä kuvaavien tulosten perusteella on helppo päätellä, että siemenviljelyksen euroopanlehtikuusen kloonista peräisin oleva siemen on suurelta osin saanut alkunsa siperianlehtikuusen pölytyksestä. Sen sijaan näiden tulosten perusteella jäi selvittämättä, onko ainoan viljelyksellä olevan siperianlehtikuusikloonin siemen risteymäsiementä vai itsepölytyksen tuloksena syntynyttä. Itsepölytyssiemenen, samoin kuin risteymäsiemenen osuuksia siemenviljelyksen tuottamasta siemensadosta päästiin tarkastelemaan vasta kun siemenen geneettistä kokoonpanoa selvitettiin isoentsyymitekniikan avulla. Tässä esitettävät, isoentsyymianalyysiin perustuvat, siemenen geneettistä kokoonpanoa kuvaavat tulokset ovat peräisin puolalaisten tutkijoiden Andrzej Lewandowskin ja Jaroslaw Burczykin kanssa tehdystä tutkimusjulkaisun käsikirjoituksesta (Lewandowski ym. 1993). Euroopanlehtikuusen kloonien (vain 4 kloonista saatiin riittävästi siementä analyysejä varten, vrt. taulukko 2) tuottamasta siemenestä 93 % (86 - 98 %) osoittautui olevan lajien välistä risteymäsiementä. Siperianlehtikuusen ainoan kloonin tuottamasta siemenestä vain 18 % oli risteymäsiementä, joten peräti 82 % sen siemenestä oli syntynyt itsepölytyksen tuloksena.

4. Tulosten tarkastelua

Kun tarkastelun kohteena oleva siemenviljelys 30 vuotta sitten perustettiin, ovat mallina varmaan olleet Tanskassa jo 1930-luvulta lähtien perustetut japanin- ja euroopanlehtikuusen "siemenpuutarhat" (Syrach Larsen 1956). Japanin- ja euroopanlehtikuusen risteymää olevien lehtikuusten edullisista ominaisuuksista oli jo tuolloin kertynyt paljon tietoa (Henry & Flood 1919, Syrach Larsen 1956), sen sijaan siperian- ja euroopanlehtikuusen risteymästä ei tiedetty juuri muuta kuin, että risteymä näytti nuoruusvaiheessa olevan kantalajeja nopeakasvuisempaa (Saarnijoki 1942, Heikinheimo 1956). Selviä tutkimustuloksia siitä, onko euroopan- ja siperianlehtikuusen risteymä joiltakin ominaisuuksiltaan parempaa kuin erinomaisesti tunnettu Raivolan lisäyslähdeksi oleva siperianlehtikuusi ei ollut. Tässä työssä esitettyjen tuoreiden mittaustulosten lisäksi löytyy vain joitakin mainintoja siitä, että euroopan- ja siperianlehtikuusen risteymät ovat kasvuominaisuuksiltaan erinomaisia (Johnsson 1978, Lähde ym. 1984). Muista lehtikuusiristeymistä, lähinnä niistä joissa mukana on japaninlehtikuusi, on sekä Ruotsista että meiltä selvästi enemmän tuloksia (Martinsson & Winsa 1986, Hagman 1989).

Siperianlehtikuusi on sopeutunut lyhyempään kasvukauteen kuin euroopanlehtikuusi. Siksi siperianlehtikuusi kellastuu syksyllä selvästi aikaisemmin kuin euroopanlehtikuusi. Luontaisesti syntyneet risteymäpuut onkin usein määritetty juuri syysvärin perusteella: risteymäpuiden neulaset kellastuvat myöhemmin kuin siperianlehtikuusen, mutta aikaisemmin kuin euroopanlehtikuusen neulaset. Tätä tietoa käytettiin hyväksi, kun risteymätaimien osuutta lähdettiin selvittämään jälkeläiskokeen perusteella. Viljelyksen euroopanlehtikuusen jälkeläistöjen syysvärin kehitys noudatteli hyvin risteymätaimille asetettua oletusta (kuva 3). Kun kasvurytmiä kartoitettiin vielä silmun puhkeamisen ja päätesilmun muodostumisen avulla, havaittiin euroopanlehtikuusen jälkeläistöjen käyttäytyvän pikemminkin siperianlehtikuusen kuin euroopanlehtikuusen tavoin (kuvat 1 ja 2). Tuloksista näkyi tosin myös se, että osa koetaimista käyttäytyi puhtaasti euroopanlehtikuusen tavoin. Viljelyksen siperianlehtikuusen

jälkeläiset eivät poikenneet kasvurytmiltään siperianlehtikuusen metsikköerästä. Tämän tuloksen perusteella ei kuitenkaan uskallettu tehdä sitä johtopäätöstä, että siperianlehtikuusen kloonit tuottaisi pääosin itsepölytysiemettä.

Punkaharjulla tehdyissä monivuotisissa kukinta- ja siemensatomittauksissa oli varttuneiden euroopan- ja siperianlehtikuusimetsiköiden siementuotanto kutakuinkin yhtäsuurta, ja keskimäärin samaa suuruusluokkaa kuin kuusimetsiköiden, joskin vuosien väliset satoerot olivat kuusella suurempia (Koski & Tallqvist 1978). Nyt tutkimuksen kohteena olevalla viljelyksellä siperianlehtikuusen kloonit tuotti sekä emi- että hedekukkia huomattavasti runsaammin kuin euroopanlehtikuusen kloonit. Tällä on tietysti ratkaiseva vaikutus viljelyksen tuottaman siemenen geneettiseen kokoonpanoon. Jos viljelyksellä lentävästä siitepölystä yli 90 % on siperianlehtikuusen pölyä, on hyvin todennäköistä, että sekä euroopan- että siperianlehtikuusen vartteet pölyttyvät pääosin tällä pölyllä, mikäli kukinta tapahtuu samanaikaisesti. Kukinnan ajoittumisessa ei ainakaan v. 1992 tehtyjen havaintojen mukaan ollut sellaista eriaikaisuutta, joka olisi vähentänyt risteytymisen edellytyksiä. Päinvastoin, siinä vaiheessa kun emikukat olivat sekä siperian- että euroopanlehtikuusella jo täysin auki, oli siitepölyn irtoaminen siperianlehtikuusesta parhaimmillaan, mutta euroopanlehtikuusesta vasta alkamassa. Sarvas (1964) on tehnyt samansuuntaisia havaintoja: euroopanlehtikuusen aikaisemisyyden ja siperianlehtikuusen euroopanlehtikuusta jonkin verran aikaisempi hedekukinta edistää sellaisen risteymän syntyä, jossa euroopanlehtikuusi pölyttyy siperianlehtikuusella. Eri vuosien kukinnan aikaiset sääolot voivat kuitenkin monin tavoin vaikuttaa pölytystapahtumaan ja sitä kautta siemenen fysiologiseen laatuun ja sen geneettiseen kokoonpanoon.

Tarkastelun kohteena olevaa siemenviljelystä suunniteltaessa on tavoitteena kaikesta päättäen ollut se, että ainoa viljelykselle tuotu siperianlehtikuusikloonit toimisi siemenen tuottajana ja euroopanlehtikuuset pölyttäjinä. Edellytyksenä tälle tavoitelle on ollut se, että viljelyksen siperianlehtikuusikloonit olisi itsesteriili. Tässä esitetyt tulokset kuitenkin osoittavat, ettei näin ole, vaan että kyseinen kloonit tuottaa viljelyksellä runsaasti itsepölytysiemettä. Tämän takia on lajien välisiä tehtäviä risteymäsiemenen tuottamisessa muutettava. Hyvän perusteena tavoitteen uudelleen asettelulle on lisäksi se, että peräti 93 % euroopanlehtikuusien tuottamasta siemenestä osoittautui siperianlehtikuusen pölyttämäksi. Tilanne ei kuitenkaan vaikuta yhtä hyvältä tarkasteltaessa viljelyksen emikukinta- ja siementuotantolukuja. Viljelyksen vartemäärästä euroopanlehtikuusta on 45 %, mutta v. 1984 viljelyksen emikukista oli euroopanlehtikuusen vartteissa vain 7 % ja v. 1991 siemensadosta vielä pienempi osuus. Kohdistetussa käpyjen keruu vain euroopanlehtikuuseen jää siemensato nykyisten tuottolukujen valossa hyvin pieneksi.

Käpyjen keruu viljelyksellä on jatkossa kohdistettava vain niihin neljään euroopanlehtikuusen kloonin (E 1127, E 1138, E 1139 ja E 1150), jotka tutkimuksissa tuottivat tarpeeksi siementä isoentsyymianalyysiin. Näiden neljän euroopanlehtikuusikloonin vartteiden kukinta- ja kävyntuottoedellytyksiä on parannettava. Tämä voidaan tehdä antamalla vartteille lisää kasvutilaa. Siperianlehtikuusen vartteista varmaan puolet voidaan poistaa vaarantamatta vielä kloonin roolia pölyttäjänä. Tarkastelun kohteena olevalle siemenviljelykselle onkin jo tehty harvennussuunnitelma, jonka tavoitteena on se, että viljelykselle jäävistä euroopanlehtikuusen vartteista voitaisiin kerätä entistä suurempia määriä siperianlehtikuusen siitepölyllä pölytynyttä risteymäsiementä.

5. Kirjallisuus

- Hagman, M. 1989. Eräiden lehtikuusijälkeläistöjen alkukehityksestä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 328: 67-73.
- Heikinheimo, O. 1956. Tuloksia ulkomaisten puulajien viljelystä Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 45(3): 129 s.
- Henry, A. & Flood, M.G. 1919. The history of the Dunkeld hybrid larch, *Larix eurolepis*. *Royal Irish Academy. Proceedings, Sec. B. Vol. XXXV* (4): 53-67.
- Johnsson, S. 1978. Lärkhybrider i Norrland. Institutet för skogsförbättring. *Information* 77/78 (9): 4 s.
- Kiellander, C.L. 1958. Hybridlärk och lärkhybrider. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrifter* 4: 371-398.
- Koski, V. & Tallqvist, R. 1978. Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon mittauksista metsäpuilla. *Folia Forestalia* 364: 60 s.
- Lewandowski, A., Nikkanen, T. & Burczyk, J. 1993. Production of hybrid seed in a seed orchard of *Larix decidua x L. sibirica*. Käsikirjoitus.
- Lähde, E., Werren, M., Etholen, K. & Silander, V. 1984. Ulkomaisten havupuiden varttuneista viljelmistä Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 125: 87 s.
- Martinsson, O. & Winsa, H. 1986. Främmande trädslag i svenskt skogsbruk. *Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsvetenskapliga fakulten* 3: 198 s.
- Metsäpuiden siemenviljelysohjelma vuosille 1990-2025. 1989. Metsähallitus, Helsinki. 52 s.
- Ruotsalainen, S. 1993. Päätelmiä lehtikuusihybridien kasvusta Tornionlaaksossa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 464: 54-59.
- Rusanen, M. 1992. Suomen metsänjalostuksen yleistilastoa 1.1.1992. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 421: 18 s.
- Saarnijoki, S. 1942. *Larix decidua x sibirica* ein neuer lärchenbastard. Seloste: *Larix decidua x sibirica*, uusi lehtikuusibastardi. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 31(1): 1-30.
- Sarvas, R. 1964. Havupuut. WSOY, Porvoo-Helsinki. 518 s.
- Syrach Larsen, C. 1956. *Genetics in Silviculture*. Oliver and Boyd, Edinburgh. 224 s.
- Tigerstedt, P.M.A. 1986. *Arboretum Mustila*. The Finnish Dendrological Society 2: 28 s.
- Wright, J.W. 1976. *Introduction to Forest Genetics*. Academic Press, New York. 463 s.

KOKEMUKSIA KANADANLEHTIKUUSESTA (*LARIX LARICINA*) POHJOIS-SUOMESSA

Seppo Ruotsalainen

1. Johdanto

Kanadanlehtikuusella eli tamarakilla on laaja levinneisyysalue Pohjois-Amerikan pohjoisosissa. Pohjoisessa se on metsärajaa muodostava puulaji. Yhtenäisen levinneisyysalueen ulkopuolella on erillisesiintymä Alaskassa. (Sarvas 1964, Johnston 1990).

Kanadanlehtikuusen tyypillisiä kasvupaikkoja ovat suot, mutta etenkin levinneisyysalueensa pohjoisosissa se kasvaa hyvinkin kuivilla kangasmailla. Parhaan kasvunsa se saavuttaa vettä läpäisevillä silttimailla ja ohuen orgaanisen kerroksen peittämällä kivennäismailla (Johnston 1990). Suomalaisen kirjallisuuden mukaan (Kujala 1934, Hämet-Ahti ym. 1989) lajia pidetään kalkinsuosijana. Johnstonin (1990) mukaan se kyllä kasvaa hyvin kalkkipitoisellakin maalla, mutta on harvinainen Itä-Kanadan kalkkipitoisilla alueilla.

Kanadanlehtikuusi on luonteeltaan valoa vaativa pioneeripu. Se uudistuu erityisen hyvin kuloalueilla (Johnston 1973). Nuoruusvaiheessa kasvu on nopeaa, mutta n. 60 v iällä se alkaa jäädä sekametsiköissä jälkeen mustakuusesta (Mead 1978). Siementuotanto alkaa avoimella paikalla kasvavissa puissa jo n. 10 v iällä. Tehokkaan siemenellisen lisääntymisen lisäksi kanadanlehtikuusi voi levittäytyä myös juurtuvien oksiensä ja jopa juurivesojen avulla (Johnston 1990).

Kanadanlehtikuuset eivät saavuta vanhanakaan kovin suuria mittasuhteita. Suurimmat puut ovat olleet pituudeltaan n. 35 m ja läpimitaltaan 100 cm. Yleensä maksimi-ikä jää alle 200 vuoden, mutta yli 300-vuotiaakin yksilö on löydetty (Johnston 1990). Monista muista lehtikuusilajeista poiketen kanadanlehtikuusen kuori on vanhallakin iällä melko ohut. Sen puuaines on painavaa, voimakkaasti elävää ja kestävää lahoamista vastaan - joskaan ei yhtä kestävää kuin muilla lehtikuusilla (Sarvas 1964).

Vaikka kanadanlehtikuusi onkin melko tuntematon puulaji Suomessa, on ensimmäinen viljely-yritys tällä lajilla tehty jo 1750-luvulla Turussa Pehr Kalmin toimesta (Sarvas 1964). Tämä viljelys tuhoutui kuitenkin pian, eivätkä myöskään 1900-luvun alussa Mustilan arboretumiin ym. Etelä-Suomeen perustetut viljelmät antaneet lajista mitään kovin rohkaisevaa kuvaa (Sarvas 1964). Pisin Mustilan arboretumissa kasvava kanadanlehtikuusi on saavuttanut 73 vuodessa 27 m pituuden häviten kuitenkin muille lehtikuusilajeille (Jukka Reinikainen, Arboretum Mustila, suull.). Muutamia Metsäntutkimuslaitoksen Pohjois-Suomeen perustamiin, vieraita puulajeja vertaileviin kokeisiin sisältyy myös kanadanlehtikuusta. Tämän tutkielman tarkoituksena on esitellä tämän lajin mahdollisuuksia näiden kokeiden va-
lossa.

2. Kokeet, mittaukset ja aineiston käsittely

Kanadanlehtikuusta sisältyy kaikkiaan kymmeneen Pohjois-Suomeen perustettuun metsänjalostuskokeeseen. Yhdessä kokeista (nro 942/1) on kuitenkin vain yksi tämän lajin taimi, joten sitä ei kannata tarkastella tämän enempää. Kokeet sijaitsevat Rovaniemen maalaiskunnasta Utsjoelle ulottuvalla alueella, Oulun läänin alueen kokeissa kanadanlehtikuusta ei ole (taulukko 1).

Kokeet ovat yleensä kivennäismaalla, vain kaksi Kolarissa sijaitsevaa koetta on istutettu turvepeltoon. Useimmat kokeet on perustettu satunnaistettujen lohkojen menetelmällä tai käyttäen muuta toistotusta. Tarkempia tietoja kokeista saa metsänjalostuksen koeviljelyselutelmasta (Pajamäki & Karvinen 1991). Seitsemän kokeen tarkoituksena on puulajien vertailu. Tosin kahdessa kokeessa (nrot 940/1 ja 941/1) kanadanlehtikuuset olivat muihin lajeihin verrattuna eri-ikäisiä, joten niissä lajien välinen vertailu ei ollut mahdollinen. Kahden vanhimman kokeen tarkoitus on lähinnä toimia kanadanlehtikuusen näytealana, sillä niissä on vain yksi alkuperä eikä ollenkaan muita puulajeja (taulukko 1). Vanhimmassa kokeessa (nro 126/1) on tosin ollut kaksi alkuperää, mutta ne on vahingossa istutettu sekaisin. Vahinko ei ole kovin suuri, sillä toisen alkuperän osuus on n. 99 % kokonaistaimimäärästä. Puulajien vertailukokeissa on mukana 2 - 3 kanadanlehtikuusialkuperää. Kaikkiaan kokeissa on mukana 11 eri alkuperää. Yhtä vaille kaikki kokeissa olleet alkuperät ovat levinneisyysalueen länsiosista (taulukko 2).

Taulukko 1. Pohjoissuomalaisten kanadanlehtikuusta sisältävien kokeiden perustiedot.

Koe nro	Paikkakunta	Perustamisvuosi	Metsä-/kasvu-paikkatyyppi	Maalaji	Alkuperiä	Toistoja kpl	Huomautuksia
126/1	Rovaniemen mlk	1958	Kvk	-	2	1	erät sekaisin
446/1	Kolari	1973	suopelto	turve	1	1	
555/1	Kittilä	1977	taimi-tarhamaa	hieta-turve	1	7	
940/1	Utsjoki	1980-1981	EVT	hiekkamoreeni	3 ¹⁾	2-5	
941/1	Utsjoki	1980	VMT	hiekkahieta-moreeni	2	2-3	
942/1	Inari	1985	EMT	hieta-moreeni	1	1	vain 1 kanadanlehtikuusen taimi
1013/1	Inari	1983	EMT	hiekkahieta-moreeni	3	3-4	
1015/1	Inari	1983	pelto	hieta-moreeni	2	4	
1078/1	Inari	1984	tunturikoivikko	hiekkamoreeni	1	4	
1078/2	Kolari	1984	suopelto	turve	3	6	

¹⁾ Yhtä alkuperää vain yksi taimi

Taulukko 2. Pohjoissuomalaisten kokeiden kanadanlehtikuusten alkuperätiedot sekä elossa-olo ja pituus.

Koe nro	Koe- paikka- kunta	Erä- nro	Paikkakunta	Alkuperän		Ikä mitat- taessa v	Elä- vyys %	Pi- tuus dm
				Leveys- ja pituus- asteet	Korkeus meren- pinnasta m			
126/1	Rova- niemen mlk	1	Ontario Bancroft ¹⁾	45° 03' N 77° 52' W		35	23	64
		2	N.W.T Fort Smith ²⁾	60° 01' N 111° 55' W				
446/1	Kolari	1	Alaska Fairbanks Quadrangle	64° 45' N 148° 45' W	125	20	93	48
555/1	Kittilä	1	Saskatchewan Prince Albert (IUFRO nro 73168)	53° 36' N 105° 47' W	515	12	26	26
940/1	Utsjoki	17	Saskatchewan	53° 50' N 108° 40' W	640	8	97	4
		16	Alberta	54° 07' N 115° 30' W	740	8	91	4
941/1	Utsjoki	17	Saskatchewan	53° 50' N 108° 40' W	640	8	84	5
		16	Alberta	54° 07' N 115° 30' W	740	8	73	4
1013/1	Inari	1	Alberta Athabasca	56° 26' N 111° 25' W	488	10	85	7
		2	Alberta Footner Lake	58° 31' N 118° 00' W	396	10	91	7
		8	Alaska, Fairbanks	64° 40' N 147° 50' W		10	94	5
1015/1	Inari	2	Alberta Footner Lake	58° 31' N 118° 00' W	396	10	63	14
		8	Alaska Fairbanks	64° 40' N 147° 50' W		10	75	10
1078/1	Inari	24	Yukon Richardson Mountains	66° 22' N 136° 43' W	655	5	89	4
		27	Yukon Richardson Mountains	66° 22' N 136° 43' W	655	5	92	4
1078/2	Kolari	25	Alberta Smoky City	54° 43' N 118° 24' W	914	9	19	13
		26	Alberta Athabasca River Mildred Lake	57° 08' N 111° 42' W	305	9	43	15
		24	Yukon Richardson Mountains	66° 22' N 136° 43' W	655	9	48	17
		27	Yukon Richardson Mountains	66° 22' N 136° 43' W	655	9	42	19

¹⁾ Istutettu 1800 tainta

²⁾ Istutettu 14 tainta

Puulajien vertailukokeista oli mitattu taimien pituus ja elossaolo 5 - 12 v. iällä. Vanhemmista kokeista (nrot 126/1 ja 446/1) mitattiin elossaolon ja pituuden lisäksi myös rinnan- korkeusläpimitta. Yleensä mitattiin kaikki taimet, mutta kahdessa vanhimmassa kokeessa tehtiin mittausta varten pienemmät koeruudut. Kokeessa nro 446/1 arvioitiin puiden laatua laskemalla päärunon haaroittumiskertojen määrä. Kokeessa nro 1078/2 arvioitiin v. 1986 myyrätuhojen vakavuutta kuusiasteisella luokituksella (0 = elossa, ei tuhoja, 1 = elossa, joi-takin puremajälkiä ... 4 = kuollut jyrshintään, 5 = kuollut muusta syystä). Muista kokeista ja tuhoista oli käytettävissä vain mittaus- ja tarkastuskäyntien yhteydessä kirjattuja havaintoja.

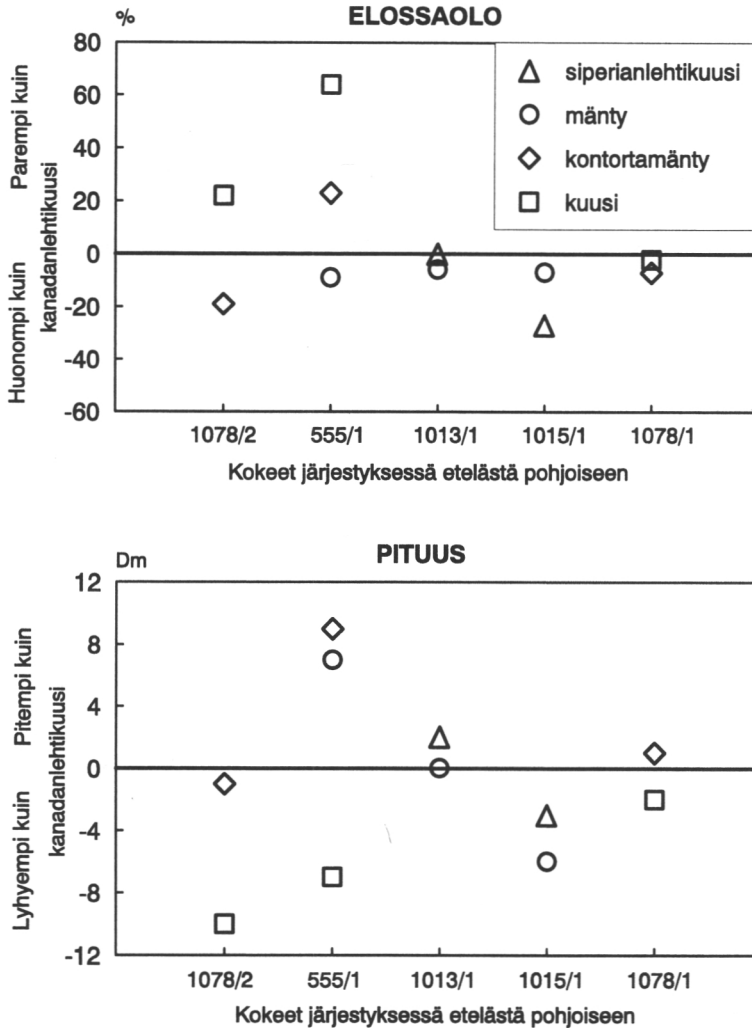
Mittaustuloksille ei ole tehty tässä yhteydessä varsinaisia tilastollisia analyysejä. Esitettävät lukuarvot ovat yli toistojen laskettuja eräkeskiarvoja. Elosaolo- ja pituuskeskiarvot kuten myös pituuden ja läpimitan avulla lasketut puu- ja hehtaarikohtaiset tilavuudet on laskettu Kaarlo Karvisen entisellä metsänjalostuksen tutkimusosastolla kehittämällä ohjelmilla (ks. tarkemmin Ruotsalainen 1984).

3. Tulokset

Elosaolossa oli suuria eroja kokeiden välillä. Tarkasteltaessa kunkin kokeen parasta alkuperää oli vaihteluväli 23 - 97 % (taulukko 2). Huonoiten olivat taimet elossa kokeessa nro 126/1 Rovaniemen mlk:ssa ja parhaiten kokeessa nro 940/1 Utsjoella. Kittilässä taimitarha-maalle perustetussa kokeessa nro 555/1 oli elossaolo myös varsin huono (26 %). Kolarissa kahden vierekkäisen kokeen elossaoloissa oli hyvin suuri ero (446/1 - 93 %, 1078/2 - 48 %). Inarin ja Utsjoen kokeissa elossaolo oli yleensä korkea, mutta tämä johtuu ainakin osak-si kokeiden nuoruudesta.

Pituuteen vaikutti luonnollisesti suuresti kokeen ikä. Niinpä suurin keskipituus oli kokeessa nro 126/1 Rovaniemen mlk:ssa (64 dm, 35 v). Kolarissa turvemaalla kasvavassa kokeessa (nro 446/1) oli keskipituus 20 v iällä 48 dm. Lyhyimmät taimet olivat eräissä inarilaisissa ja utsjokelaisissa kokeissa (4 dm, 5 - 8 v) (taulukko 2). Erityisesti vanhimmassa kokeessa suurimman yksilön pituus (113 dm) poikkesi huomattavasti keskiarvosta (taulukko 3).

Viidessä kokeessa kanadanlehtikuusta pystyttiin vertaamaan muihin puulajeihin (tässä yh-teydessä mäntyyn, kuuseen, kontortamäntyyn ja siperianlehtikuuseen). Verratessa kunkin puulajin parhaita alkuperiä elossaolon suhteen ainoa selvä ero oli kuusen parempi elossaolo. Muut puulajit eivät poikenneet selvästi kanadanlehtikuusesta (kuva 1). Pituudenkaan suhteen ei puulajien välillä ollut kokonaisuudessaan suuria eroja lukuunottamatta kuusen huonompaa kasvua. Kittilässä sijaitsevassa kokeessa nro 555/1 kanadanlehtikuusi menestyi sekä pituu- dessa että elossaolossa muihin puulajeihin verrattuna selvästi huonommin kuin muissa ko- keissa.



Kuva 1. Kanadanlehtikuusen elossaolon ja pituuden vertailu eräisiin muihin puulajeihin viidessä pohjoissuomalaisessa kokeessa. Parhaan kanadanlehtikuusen alkuperän arvo on asetettu nollatasoksi. Muiden puulajien parasta alkuperää esittävä symboli kuvaa poikkeamaa kanadanlehtikuusesta.

Provenienssien välisistä eroista on vaikea tehdä mitään varmoja päätelmiä, sillä samassa kokeessa oli enimmilläänkin vain kolme eri provenienssiä. Kokeessa nro 1078/2 Kolarissa sekä elossaolon että pituuden suhteen paras alkuperä oli Yukonin pohjoisosasta (66°N) ja huonoin Albertan keskiosasta (55°N). Tosin jo hieman pohjoisempi albertalainen alkuperä (57°N) oli varsinkin elossaolossa lähes yukonilaisen veroinen (taulukko 2). Rovaniemen mlk:ssa sijaitsevan vanhimman kokeen huonoa elossaoloa ja kasvua voinee pitää erittäin eteläisen alkuperän (45°N) syynä. Samoin tulee houkutus epäillä Kittilän kokeen (555/1) huonoa elossaoloa alkuperän syyksi (Saskatchewan, 54°N). Kuitenkin koko aineiston parhaiten elossaoleva erä (97 %, koe nro 940/1, Utsjoki) on peräisin juuri samoilta seuduilta.

Vanhimmassa kokeessa (nro 126/1) 35 v. iällä keskimääräinen rungon koko oli 26 l. Vaikka kokeessa nro 446/1 20 v. iällä runkokoko oli alle puolet vanhemman kokeen runkokoosta, oli siinä silti suuremmasta runkoluvusta johtuen kolme kertaa enemmän puuta hehtaarilla (32 m³/ha, taulukko 3).

Kokeessa nro 446/1 Kolarissa vain 28 % puista oli haarautumattomia. Päärungossa oli yksi haara 52 %:ssa puista ja 20 %:ssa oli kaksi tai useampia haaroja. Muissa kokeissa vastaavanlaista luokittelua ei tehty, mutta runsasta haaroittumista havaittiin niissäkin. Haaroittumisen lisäksi tyypillistä vanhemmille kanadanlehtikuusille oli rungon mutkaisuus ja usein myös vahvat oksat.

Kolarissa turvemaan peltoon istutetussa kokeessa nro 1078/2 todettiin lievää myyränjyräntä sekä kanadanlehtikuusissa että muissa puulajeissa (taulukko 4). Suuria eroja ei ollut sen enempää alkuperien kuin puulajienkaan välillä. Täysin vauriottomien taimien osuus oli suurin kuusella. Mittaus- ja tarkastuskäyntien yhteydessä on kanadanlehtikuusella havaittu haljan vaurioittamia latvakasvaimia, hirvien vioituksia rungossa, kirvatuhoa sekä kokeessa nro 126/1 Rovaniemen mlk:ssa kesällä 1992 erittäin voimakas iso lehtikuusipistiäisen (*Pristopora erichsonii*) tuho.

Taulukko 3. Kahden pohjoissuomalaisen kanadanlehtikuusikokeen tuotostietoja.

Koe nro	Ikä v	Runkoja kpl/ha	Tilavuus		Keskipituus dm	Keskiläpimitta cm	Suurin pituus dm	Suurin läpimitta cm
			litraa/ puu	m ³ /ha				
126/1	35	369	26,1	10,5	64	8,1	113	14,8
446/1	20	2682	11,8	32,3	48	6,7	67	10,6

Taulukko 4. Koe 1078/2, Kolari, v. 1986 suoritettun myyrätuhoinventoinnin tulokset kaikille taimille ja taimiryhmälle, josta on poistettu muista syistä kuin myyrän jyräntästä kuolleet taimet. Vertailuerinä mukana kontortamänty ja kuusi. Tuhoasteiden selitykset: 0 = elossa, ei myyrätuhoja, 3 = elossa, pahoin vaurioitunut, 4 = kuollut jyräntään, 5 = kuollut muusta syystä.

Erä nro	Leveysaste	Poistettu muista syistä kuolleet			
		Kaikki taimet		Tuhoaste, %	
		Tuhoaste, %	0	3 - 5	0	3 - 4
25	54° 43'	37	17	43	2
26	57° 08'	26	21	33	1
24	66° 22'	17	48	32	5
27	66° 22'	11	54	24	2
29 1)	63° 32'	20	47	36	5
33 2)	67° 38'	42	16	49	2

1) Kontortamänty

2) Kuusi

4. Tulosten tarkastelua

Kanadanlehtikuusen yleensä hyvä elossaolo viljelyaloilla on yhdensuuntainen Ruotsissa saatujen tulosten kanssa (Simak & Jeansson 1987). Ilmeisesti se hyötyy selvästi viljelytoimenpiteistä, sillä ainakin levinneisyysalueensa eteläosissa sen taimikuolleisuus on luontaisessa uudistumisessa suurempi kuin muilla alueen puulajeilla (Duncan 1954). Kolarissa entisellä turvemaan pellolla kasvavan 20-vuotiaan kokeen nro 446/1 tuotos (32 m³/ha) kuvaa lajin hyvää kasvukykyä, josta on osoituksia Pohjois-Amerikasta (Johnston 1990) ja Etelä-Ruotsista, missä hyvällä kasvupaikalla on 20-vuotiaista kokeista ilmoitettu 90 - 100 m³/ha kokonaiskasvuja (Martinsson 1992).

Nuorissa kokeissa riittävän pohjoista alkuperää olevien kanadanlehtikuusten elossaolo ja kasvu olivat vähintään kotimaisten havupuiden sekä kontortan ja siperianlehtikuusen tasolla. Kolarilaisen kokeen nro 446/1 kasvua on vaikea verrata muihin puulajeihin, koska kyseisessä kokeessa oli vain kanadanlehtikuusta, mutta jotain päätelmiä siitä voi tehdä. Kyseisen kokeen viereen istutettiin samana kesänä männyn pohjoissuomalaisia risteytyseriä testaava koe nro 436/3. Kymmenen vuoden kuluttua siinä oli elossa enää 11 % taimista. Tuhon aiheuttajiksi on kirjattu ainakin myyrät, hirvet ja versosurma. Pituudessa kokeen nro 446/1 kanadanlehtikuuset jäivät selvästi jälkeen Kolarissa ja Rovaniemellä sijaitsevien kokeiden kontortamäntyjen pituudesta, mutta olivat samanpituisia Rovaniemen kokeen mäntyjen kanssa. Tilavuudessa kanadanlehtikuusi hävisi tai pääsi tasoihin kontortan kanssa, mutta voitti selvästi männyn (Ruotsalainen & Velling 1993).

Martinssonin (1992) mukaan kosteilla ja runsasravinteisilla mailla kanadanlehtikuusi on todennäköisesti parastuotoksinen olemassa oleva puulaji.

Alkuperän vaikutuksesta ei käsillä olevan hajanaisen materiaalin perusteella voi tehdä mitään varmoja johtopäätöksiä. Ainakin nuorissa kokeissa Inarissa ja Utsjoella eteläiset Albertan ja Saskatchewanin keskiosista kotoisin olevat alkuperät menestyivät yhtä hyvin kuin yli 1 000 km pohjoisemmat Alaskan ja Yukonin alkuperät. Nämä kokeet ovat kuitenkin niin nuoria, että taimet eivät ulotu vielä kunnolla hangen pinnalle, joten niiden tulokset eivät ole vielä kovin varmoja. Lajin sitkeyttä kuvaa kuitenkin Rovaniemen mlk:ssa kasvavien hyvin eteläisen alkuperän (Ontario, Bancroft 45°N) kanadanlehtikuusten kohtalainen menestyminen. Näin eteläistä alkuperää ei suositella käytettäväksi edes Etelä-Ruotsissa (Simak & Jeansson 1987). On mielenkiintoista, että samasta taimierästä metsähallituksen arboretumiin Kotkan Langinkoskelle v. 1960 istutetussa metsikössä suurimmat puut ovat pituudeltaan 24 m ja läpimitaltaan 35 cm. Vieressä hieman paremmalla maalla kasvavat siperianlehtikuuset ovat hieman suurempia. Kanadanlehtikuuset ovat n. 15 m pituudelta hyvälaatuisia ja suoria latvaosan ollessa mutkaisempaa (Jukka Reinikainen, Arboretum Mustila, suull.).

Kokeiden perusteella voidaan hyväksyä myös Pohjois-Suomessa noudatettavaksi Martinssonin (1992) suositus, jonka mukaan Pohjois-Ruotsissa parhaat alkuperät ovat kotoisin Keski-Albertasta pohjoiseen.

Kanadanlehtikuusen yleensä huonoa laatua voisi ilmeisesti parantaa metsikkövalinnan avulla (Edmund Packee, Fairbanks University, Alaska, suull.). Martinssonin (1992) mukaan puiden mutkaisuudessa oli suurta vaihtelua eri metsiköiden jälkeläistöjen välillä. Hyvälaatuisia metsiköitä näytti olevan enemmän läntisissä kuin itäisissä alkuperissä.

Kanadanlehtikuusta on pidetty aiemmin Pohjois-Suomessa täysin myyrille kelpaamattomana (Rousi 1983). Näyttää kuitenkin siltä, että jossain määrin sitäkin syödään, vaikkakaan myyrätuhoista tuskin tulee merkittävää ongelmaa sen viljelylle. Alkuperäisellä levinneisyysalueellaankaan se ei ole kovin altis nisäkätuhonille (Duncan 1954). Vakavampaa haittaa kanadanlehtikuuselle voivat aiheuttaa iso lehtikuusipistiäinen (*Pristiphora erichsonii*) ja lehtikuusensyöpä (*Lachnellula willkommii*). Euroopasta kotoisin oleva lehtikuusipistiäinen on aiheuttanut valtavia tuhoja Kanadassa 1870-luvulla (Kujala 1934, Sarvas 1964) ja tuhoja esiintyy periodimaisesti edelleen (Johnston 1990). Kanadanlehtikuusi on Kurkelan (1992) mukaan myös hyvin arka lehtikuusensyöväälle.

Kanadanlehtikuusi näyttäisi siis lupaavalta puulajilta Pohjois-Suomen metsänviljelyyn. Vuosien mittaan saadaan lisää tietoa siitä, lunastaako se lupauksensa, vai sortuuko hyvä kasvu tuhoihin. Keväällä 1993 Suomen, Ruotsin ja Norjan pohjoisosiin perustettava kanadanlehtikuusen yhteispohjoismainen koelaverkosto antaa aikanaan tietoa sekä kanadanlehtikuusen alkuperä- että yksilövaihtelusta. Eräs mahdollisuus olisi käyttää kanadanlehtikuusta risteytyksissä ja siten yhdistää sen hyviä ominaisuuksia muiden lehtikuusilajien kanssa. Kanadanlehtikuusi on risteytetty ainakin japanin- ja euroopanlehtikuusen kanssa ja se ilmeisesti risteytyisi myös siperian- ja dahurianlehtikuusen kanssa (Johnston 1990).

5. Kirjallisuus

- Duncan, D.P. 1954. A study of some of the factors affecting the natural regeneration of tamarack (*Larix laricina*) in Minnesota. *Ecology* 35(4):498-521.
- Hämet-Ahti, L., Palmén, A., Alanko, P. & Tigerstedt, P.M.A. 1989. Suomen puu- ja pensaskasvio. 290 s. Dendrologian seura. Helsinki. ISBN 925-90103-5-4.
- Johnston, W.F. 1973. Tamarack seedlings prosper on broadcast burns in Minnesota peatland. USDA Forest Service, Research Note NC-153. North Central Forest Experiment Station, St. Paul, Minnesota. 3 s.
- 1990. *Larix laricina* (Du Roi) K. Koch Tamarack. Julkaisussa: Burns, R. M. & Honkala, B.H., (toim.) 1990. *Silvics of North America: 1. Conifers*. Agriculture handbook 654. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Washington, DC s. 141-151.
- Kujala, V. 1934. Kanadan puulajien kasvattamismahdollisuuksista Suomessa. *Suomalainen Tiedeakatemia, Esitelmät ja pöytäkirjat* s. 51-81.
- Kurkela, T. 1992. Lehtikuusensyöpä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 433. 12 s. ISBN 951-40-1251-8, ISSN 0358-4283.
- Martinsson, O. 1992. Provenance selection and stem volume production of tamarack (*Larix laricina* (Du Roi) R. Koch) in Sweden. *Ecology and management of Larix forests: A look ahead*. Whitefish, Montana, U.S.A., October 5-9, 1992. Käsikirjoitus.
- Mead, D.A. 1978. Comparative height growth of eastern larch and black spruce in north western Ontario. *The Forestry Chronicle* 54: 296-297.

- Pajamäki, J. & Karvinen, K. 1991. Metsänjalostuksen koeviljelyluettelo. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 396. 160 s.
- Rousi, M. 1983. Ulkomaisten puulajien menestyminen ja metsämyyrätuhot viljelykokeessa Pakatin taimitarhalla. Julkaisussa: Kortesharju, J. (toim.) Uutta ilmettä Lapin kasvivarojen hyväksikäyttöön". Oulun yliopisto. Pohjois-Suomen tutkimuslaitos C47: 56-63.
- Ruotsalainen, S. 1984. Laskuoppia jalostusosaston malliin. Moniste. 34 s.
- & Velling, P. 1993. *Pinus contorta* provenances in northern Finland - first 20 years. Proceedings of "Pinus Contorta - from untamed forest to domesticated crop". Meeting of IUFRO WP 2,02,06 and Frans Kempe Symposium, Umeå, August 23-28, 1992, Lindgren, D. (toim.) Department of Forest Genetics and Plant Physiology, Swedish University of Agricultural Sciences, Report 11: 122-136. 1993.
- Sarvas, R. 1964. Havupuut. WSOY. Porvoo-Helsinki. 518 s.
- Simak, M. & Jeansson, E. 1987. Research on *Larix laricina* in Sweden. Northern Forest Silviculture and Management, IUFRO S1.05-12 Symposium in Lapland, Finland, August 16-22, 1987. 15 s. Käsikirjoitus.

PÄÄTELMÄ LEHTIKUUSIHYBRIDIEN KASVUSTA TORNIONJOKILAAKSOSSA

Seppo Ruotsalainen

1. Viljelmän historia

Tornion Ylivojakkalaan Pentti Kärjen Hirvaan tilalle (Rn:o 13:17) istutettiin v. 1959 n. 2000 lehtikuusen tainta. Istutusalue oli rehevä ohutturpeinen suopelto. Taimet oli kasvatettu Metsänjalostussäätiön Miemalan taimitarhalla. Rehevä pintakasvillisuus ja vesakko ovat tuhonneet suurimman osan taimista.

Viljeltyjen lehtikuusten lisäyslähteinä ovat Metsäntutkimuslaitoksen Punkaharjun tutkimusalueen puulajipuiston lehtikuusiviljelmät. Siementä oli kerätty viidessä eri ruudussa kasvavista pluspuista sekä yhdestä ruudusta lisäksi metsikkösiementä. Nämä ruudut edustivat kahden puhtasta lajia, siperianlehtikuusta (*Larix sibirica*) ja kurilienlehtikuusta (*L. gmelinii* var. *japonica*) sekä siperian- ja euroopanlehtikuusten välistä hybridiä (*L. sibirica* x *decidua*). Kurilienlehtikuusten alkuperä oli Sahalin. Siperianlehtikuusta oli useista eri alkuperistä (taulukko 1). Hybridien alkuperästä tiedetään vain, että kyseiseen viljelmään käytetyt siemenet on saatu professori Erkki Laitakarilta (Heikinheimo 1958). Puulajipuistossa kasvaa 1,1 ha:n alueella kaikkiaan kahdeksaa eri lehtikuusimuotoa (Nikkanen 1991). Edellä mainittujen lajien lisäksi käytetyn siemenen mahdollisia pölyttäjiä ovat siis voineet olla myös euroopanlehtikuusi (*Larix decidua*), olganlehtikuusi (*L. gmelinii* var. *olgensis*), japaninlehtikuusi (*L. kaempferi*), lännenlehtikuusi (*L. occidentalis*) ja japanin- ja siperianlehtikuusen välinen hybridi niissä rajoissa kuin ne risteytyvät niiden lajien kanssa, joista siementä oli kerätty.

2. Viljelmän tämänhetkinen tila

Alatomion-Karungin metsänhoitoyhdistyksen toimesta viljelyksen puut mitattiin 3.7.1991. Mitatut tunnuksot olivat pituus, rinnankorkeusläpimitta ja läpimitta 6 m:n korkeudelta. Mittauksen yhteydessä puut numeroitiin kuoreen ruiskutetulla maalilla.

Seuraavana kesänä MML Jouni Mikola Metsänjalostussäätiöstä määrittä viljelmän puiden lajit niille puille, joissa oli käpyjä. Tässä yhteydessä huomattiin pari edellisen kesän mittauksessa havaitsematta jäänyttä puuta.

Viljelmällä oli 33 vuoden kuluttua istutuksesta elossa alkuperäisistä vajaasta 2 000 taimesta vain 39 (taulukko 1). Tuhoutuminen lienee ollut melko summittaista. Jäljellä olevat puut kasvoivat usein muutaman puun ryhminä. Ne ovat kenties olleet paikkoja missä heinän ja vesakon kilpailu on ollut lievempää kuin suurimmalla osalla aluetta. Usein samassa rykelmässä kasvavat puut edustivat samaa lajia. Tämä johtunee siitä, että istutettaessa eri puiden jälkeläistöjä ei ole sekoitettu, vaan ne ovat joutuneet toistensa läheisyyteen. Kuitenkin huomio kiinnittyy siihen seikkaan, että yhtään kävyiltään euroopanlehtikuusen tyyppistä puuta ei tavattu, vaikka lähtöjoukosta yli 1/3 oli euroopan- ja siperianlehtikuusen hybridien jälkeläisiä. Tämä voi johtua sattumasta, valikoivasta kuolleisuudesta, euroopanlehtikuusten kävyttömyydestä (kuuluvat mahdollisesti 8 tunnistamattoman joukkoon) tai siitä, että hybridien takaisinristeymäjälkeläisten erottaminen puhtaasta siperianlehtikuusesta on vaikeaa. Nikkasin (1993) tulosten mukaan tuntuu näet todennäköisemmältä, että euroopan- ja siperianlehtikuusen hybridijälkeläiset pölytyvät siperianlehtikuusella kuin euroopanlehtikuusella (ks. myös Sarvas 1964).

Puhtaita kurilienlehtikuusia löytyi vain kaksi. Yksi yksilö määritettiin olganlehtikuuseksi, vaikka emopuissa ei pitänyt olla yhtään tämän lajin edustajaa. Selityksenä voi olla olgan- ja kurilienlehtikuusen välinen hybridi, joka muistuttaa kävyiltään enemmän toista vanhempaansa. Jatkokäsittelyssä tämä yksilö yhdistettiin kurilienlehtikuusten joukkoon.

Suurimmat ryhmät muodostivat siperianlehtikuuset (15 puuta) ja siperian- ja kurilienlehtikuusten väliset hybridit (13 puuta).

Taulukko 1. Tornion Ylivojakkalaan Pentti Kärjen tilalle RN:o 13:17 v. 1959 viljeltyjen lehtikuusten lisäyslähdeet, alkuperät sekä viljeltyjen ja v. 1992 löydettyjen taimien määrät.

Laji	Pluspuu/ metsikkö	Siemen- tunnus	Alkuperä	Taimia kpl	Taimia/ laji kpl	Löydetty v. 1992
Kurilienlehtikuusi	E1147/Mv. 11D	55-176	Sahalin	200		
L. gmelinii var. japonica	E1148/Mv. 11D	55-182	Sahalin	50		
"	Mv. 48D	55-189	Sahalin	300	550	2
Siperianlehtikuusi	E659 /Mv. 47D	55-199	Pinega	34		
L. sibirica	E660 /Mv. 47D	55-183	Pinega	27		
"	E661 /Mv. 45D	55-181	Novosibirsk	120		
"	E1441/Mv. 8D	55-167	Raivola	220		
"	E1142/Mv. 8D	55-166	Raivola	200	601	15
Siperian- x euroopanlehtikuusi	E1228/Mv. 44D	55-177		24		
L. sibirica x L. decidua	E1229/Mv. 44D	55-200		720		
"	E1230/Mv. 44D	55-180		40	784	0
Olganlehtikuusi						
L. gmelinii var. olgensis				-		1
Siperian- x kurilienlehtikuusi						
L. sib. x L. gmel. var. japon.				-		13
Tunnistamattomat				-		8
Taimia yhteensä kpl					1935	39

Taulukko 2. Lehtikuusten ominaisuuksien keskiarvot ja hajonnat 32,5 kasvukauden kuluttua viljelystä.

Puulaji	n	Pituus	D _{1,3} , cm	D ₆ , cm	Solakkuusaste
		m			m/cm
		\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}
		(s)	(s)	(s)	(s)
Siperianlehtikuusi	13	11,5 (1,0)	21,3 (4,7)	14,4 (3,3) 1)	0,56 (0,12)
Kurilienlehtikuusi	3	12,0 (0,0)	28,3 (6,1)	25,0 (5,7) 1)	0,44 (0,09)
Hybridi (sip. x kur.)	13	11,7 (2,0)	24,1 (7,9)	15,6 (4,9)	0,53 (0,16)

1)
n = 2, kolmas puu kaksihaarainen, D₆ mahdoton mitata

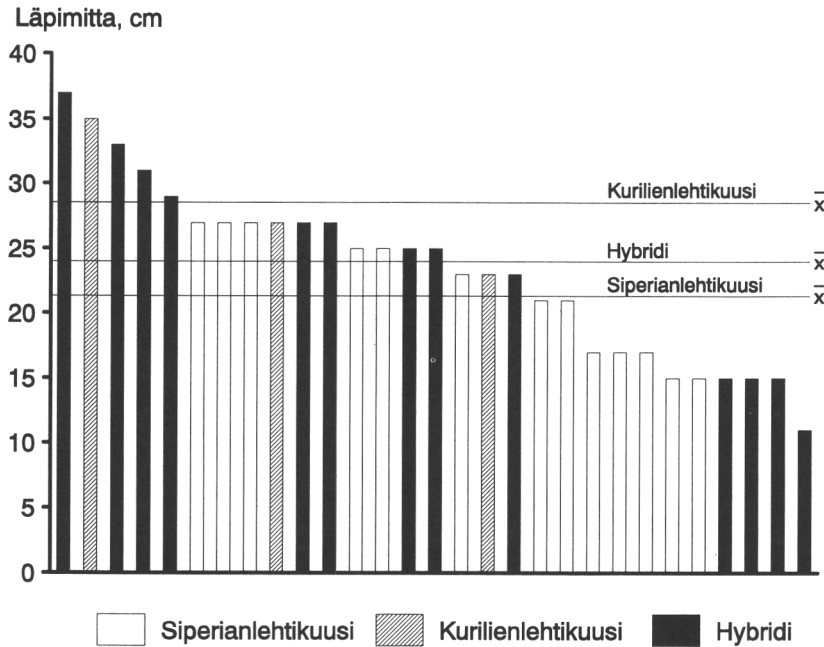
Pituuden suhteen tunnistettujen kolmen ryhmän välillä ei ollut suurta eroa - keskipituus oli vajaat 12 m 32,5 kasvukauden kuluttua viljelystä (taulukko 2). Läpimitassa sen sijaan oli suuria eroja - paksuimpia olivat kurilienlehtikuuset, ohuimpia siperianlehtikuuset ja näiden väliset hybridit olivat keskimääräisiä. Runkomuodoltaan siperianlehtikuuset ja hybridit olivat parhaita. Hybridiyksilöt sijoittuivat kaikissa ominaisuuksissa keskimäärin vanhemmaislaajien väliin. Hybridiyksilöiden välinen suuri vaihtelu näkyy kuitenkin siinä, että kaikissa ominaisuuksissa sekä suurin että pienin havaintoarvo tavattiin juuri hybrideiltä (kuva 1).

Puiden laadusta ei tehty mittauksia, mutta yleisvaikutelmaksi jäi, että hybridiyksilöt olivat huonolaatuisempia (mutkaisia, oksaisia, haaroittuneita) kuin puhtaat siperianlehtikuuset.

3. Päätelmiä

Tämän viljelmän puiden kasvun vertaaminen muihin lehtikuusiviljelmiin on vaikeaa ilmastollisesti vastaavalta alueelta olevien metsiköiden puuttuessa ja viljelmän harvuuden häiritessä. Lähinnä harvaa kasvuasentoa kuvaa, että kurilienlehtikuusten ja hybridien läpimitta vastasi Etelä-Suomessa MT:llä saavutettavaa tasoa (Vuokila 1960), kun sen sijaan pituus jäi selvästi MT:n valtapituuden alle.

On mielenkiintoista todeta, että parhaiten on kasvanut kurilienlehtikuusi. Sen ja siperianlehtikuusen hybridit ovat toisena ennen siperianlehtikuusta. Yleensä kuitenkin siperianlehtikuusi on parempikasvuinen kuin kurilienlehtikuusi (esim. Lähde ym. 1984). Tätä ristiriitaa voidaan selittää paitsi aineiston pienuudella, myös sillä, että Vojakkalassa turvepohjainen kasvupaikka on suosinut kurilienlehtikuusta suhteessa muihin, sillä laji on sopeutunut kasvamaan myös soilla (Sarvas 1964).



Kuva 1. Puiden rinnankorkeusläpimittajakauma Vojakkalan lehtikuusiviljelyksellä 32,5 kasvukauden iässä.

Nämä turvemaalla kasvavat lehtikuuset, kuten muutkin Tornion ympäristössä näkemäni lehtikuuset olivat hyväkuntoisuudessaan positiivinen poikkeus nuorten lehtikuusikoiden yleisestä huonosta menestymisestä. Tavallinen näky lehtikuusen taimikoissa olivat suuressa osassa Lappia (mm. Kolari, Kittilä, Rovaniemi, Salla) kirvan vaivaamat, kuollutlatvaiset kituvat taimet. Tornion ympäristön lisäksi hyviä taimikoita olen Lapin läänissä tavannut vain Rovaniemen maalaiskunnassa Kivalolla ja Inarissa.

Kun tietää nykyisten lehtikuusentaimikoiden huonon kunnon ei voi olla ihmettelemättä miten monin paikoin Lapissa vastaavanlaisilla kasvupaikoilla tavattavat komeat lehtikuusikot (esim. Kolarin Aitamännikössä) ovat ylipäänsä selvinneet taimivaiheen yli. Taimikoiden huonoon kuntoon liittyy aina kirvatuho, mutta liekö se syy vai seuraus jostain muusta tekijästä. Jos se on syy, nykyisten varttuneiden lehtikuusikoiden olemassaololle voisi olla selityksenä, että niiden nuoruusvaiheessa kirvatuhoja ei ole ollut. On vaikea sanoa, ovatko kirvatuhot uusi, pysyvä ilmiö, joka on tullut lehtikuusen viljelyn laajenemisen myötä, vai onko kyseessä jaksottainen vuoroin voimakkaampana, vuoroin heikompana esiintyvä ilmiö. Etelä-Suomessa on vakavia kirvatuhoja esiintynyt jo vuosisadan vaihteessa (Tammelander 1914, Ilvessalo 1920).

Viljeltäessä lehtikuusta Lapissa, on syytä muistaa vanhat ohjeet, joiden mukaan ankarassa ilmastossa sopivia kasvupaikkoja ovat aurinkoiset, rehevät, mielellään kalkkipitoiset rinne-
maat (Vuokila 1960, Sarvas 1964). Kivalon tutkimusalueen lehtikuusikoiden hyväkasvuisuus selittyy näiden vaatimusten täytymisellä. Sen sijaan monet vanhat, hyvin menestyneet lehtikuusikot on istutettu varsin karulle maalle (Reuter 1918). Samoin Tornion ympäristön hyväkuntoiset lehtikuusiviljelykset ovat hyvin tasaisella maalla, tässä tarkasteltu viljelys jopa turvemaalla, missä ainakaan siperianlehtikuusen ei pitäisi menestyä. Lehtikuusen kasvupaikkavaatimuksia Pohjois-Suomessa on siis vielä syytä tutkia, sillä hyvin menestyviä lehtikuusi-
koita kasvaa myös vanhoista suosituksista poikkeavilla kasvupaikoilla. Tarkemman tiedon puuttuessa kyseistä suositusta on kuitenkin paras noudattaa. Missään tapauksessa lehtikuusesta ei näytä olevan korkeiden alueiden metsänviljelyongelmien yleiseksi ratkaisuksi, vaikka nuorten (n. 10 v.) kokeiden perusteella tällaista voisi päätellä (Tigerstedt ym. 1983, Valkonen 1992).

Vojakkalan lehtikuusiviljelmän perusteella voidaan todeta, että lehtikuusihybridit voivat tarjota tiettyjä etuja puhtaisiin lajeihin verrattuna. Keskimäärin hybridit jäivät vanhemmaislajeiden puoliväliin osoittamatta mitään heteroosia. Sen sijaan hybridijälkeläisten välillä oli hyvin suuria eroja, ja suurimmat yksilöt olivat hybridejä. Suuri yksilöiden välinen vaihtelu vaikeuttaa hyvän tasalaatuisen viljelymateriaalin tuottamista. Kasvullisen lisäämisen onnistuminen mahdollistaisi hyvien hybridiyksilöiden monistamisen laajempaan viljelyyn. Myös risteytysvanhempien valintaan tulisi kiinnittää huomiota.

Vojakkalan lehtikuusihybrideissä on ilmeisesti kurilienlehtikuusen geeniaines edistänyt hyvää kasvua turvemaalla, sillä kyseinen laji menestyy myös soilla. Vastaavasti euroopanlehtikuuseen viittaavien tuntomerkkien puuttuminen viljelmän puista voi johtua siitä, että tämä pääasiassa vuoristojen puulaji ei menesty turvemaalla. (Samasta taimierästä pihapiiriin istutetuita taimista sen sijaan löytyi yksilö, jonka kävyissä oli euroopanlehtikuusen piirteitä.) Sen sijaan euroopanlehtikuusen käyttö risteytyksissä saattaisi parantaa jälkeläisten kirvankestävyyttä (ks. Tammela 1914). Hagmanin (1989) mukaan euroopan-, kurilien- ja siperianlehtikuusen perintötekijöitä sisältävien lehtikuusten pituuskasvu oli parhaiden joukossa eräissä etelä-suomalaisessa useita hybridijälkeläisiä sisältävässä kokeessa.

Vojakkalan lehtikuusikolla ei sinällään ole suurta merkitystä Pohjois-Suomen lehtikuusenviljelyssä. Se on kuitenkin erinomainen esimerkki lehtikuusen ja erityisesti huonosti tunnetun kurilien- ja siperianlehtikuusen hybridin kasvukyvystä.

4. Kirjallisuus

- Hagman, M. 1989. Eräitten lehtikuusijälkeläistöjen alkukehityksestä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 328: 67-73.
- Heikinheimo, O. 1958. Punkaharjun retkeilykohteiden selostukset. Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueita 3, Punkaharju. 54 s.
- Ivessalo, L. 1920. Ulkomaalaisten puulajien viljelymahdollisuudet Suomen oloja silmälläpitäen. Referat: Ueber die Anbaumöglichkeit ausländischer Holzarten mit spezieller Hinsicht auf die finnischen Verhältnisse. Acta Forestalia Fennica 17. 112 + 1 s.

- Lähde, E., Werren, M., Etholén, K. & Silander, V. 1984. Ulkomaisten havupuulajien varttuneista viljelmistä Suomessa. Summary: Older forest trials of exotic conifer species in Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 125. 87 s.
- Nikkanen, T. 1991. Punkaharjun puulajipuiston kehittäminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 372. 50 s.
- 1993. Risteymäsiementä kahden lehtikuusilajin siemenviljelykseltä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 464: 36-44.
- Reuter, E. 1918. Lehtikuusikokeilut Tornionjokivarrella. *Metsätaloudellinen aikakauskirja*, 35(10): 294-297.
- Sarvas, R. 1964. Havupuut. WSOY, Porvoo-Helsinki. 518 s.
- Tammelander, K. 1914. Ulkomaalaisia, meillä viihtyviä havupuuta. *Metsätaloudellinen aikakauskirja*, laajempi painos, 31(1): 13-20.
- Tigerstedt, P.M.A., Pohtila, E. & Nevala S. 1983. Lehtikuusestako Lapin puulaji. Julkaisussa: Kortesharju, J. (toim.) *Uutta ilmettä Lapin kasvivarojen hyväksikäyttöön*. Oulun yliopisto, Pohjois-Suomen tutkimuslaitos C 47: 47-55. ISBN 951-42-1597-4.
- Valkonen, S. 1992. Metsien uudistaminen korkeilla alueilla Pohjois-Suomessa. Summary: Forest regeneration at high altitudes in Northern Finland. *Folia Forestalia* 791. 84 s.
- Vuokila, Y. 1960. Siperialaisten lehtikuusikoiden kehityksestä ja merkityksestä maamme metsätaloudessa. Summary: On development of Siberian larch stands and their importance to forestry in Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 52(5) 111 s.

SIPERIANLEHTIKUUSEN KASVU JA TUOTOS

Hans Gustavsen

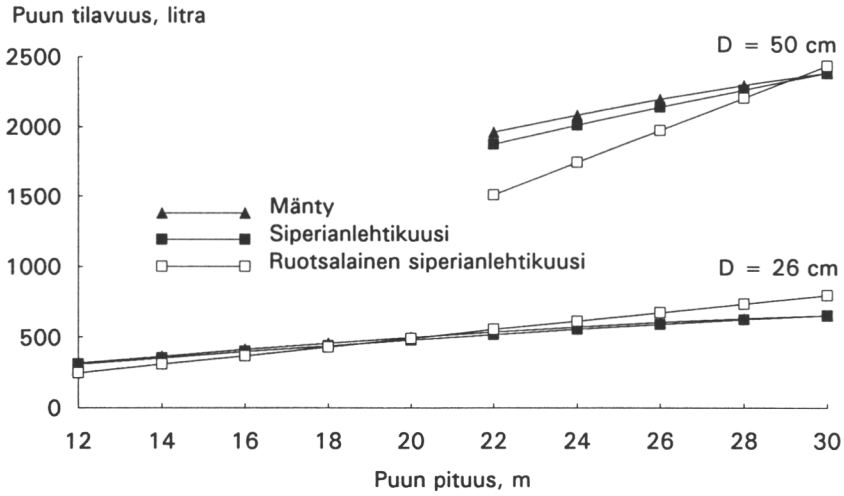
1. Tausta

Siperialainen lehtikuusi on vierasperäisistä puulajeista Suomessa tunnetuin ja arvostetuin. Laaja luonnollinen levinneisyysalue Koillis-Venäjän ja Lounais-Siperian metsäseuduilla antoi varhain sen käsityksen että puulajia voidaan viljellä Suomessa. Sen vuoksi perustettiin jo viime vuosisadan lopulla (n. 1880) koeviljelymetsiköt, jotka ovat menestyneet hyvin. Arvokasta työtä on tällöin tehnyt erityisesti A.G. Blomqvist Evolla (Blomqvist 1887).

Varsinaiset järjestelmälliset kokeilut ovat kuitenkin pääasiassa metsäntutkimuslaitoksen perustamisen jälkeen syntyneitä, ja lehtikuusen viljelymahdollisuuksia tarkastelivat aikanaan monet tutkijat kuten A.K. Cajander, L. Ilvessalo, O. Heikinheimo ja M. Lappi-Seppälä. Ennen muuta on mainittava Ilvessalon (1916) tutkimus "Lehtikuusenviljely Suomessa" ja Lappi-Seppälän (1927) "Tutkimuksia siperialaisen lehtikuusen kasvusta Suomessa". Molemmat tutkijat totesivat puulajiin liittyvät mahdollisuudet niin suuriksi, että se oikeastaan jo voitiin lukea kotimaiseksi puulajiksi.

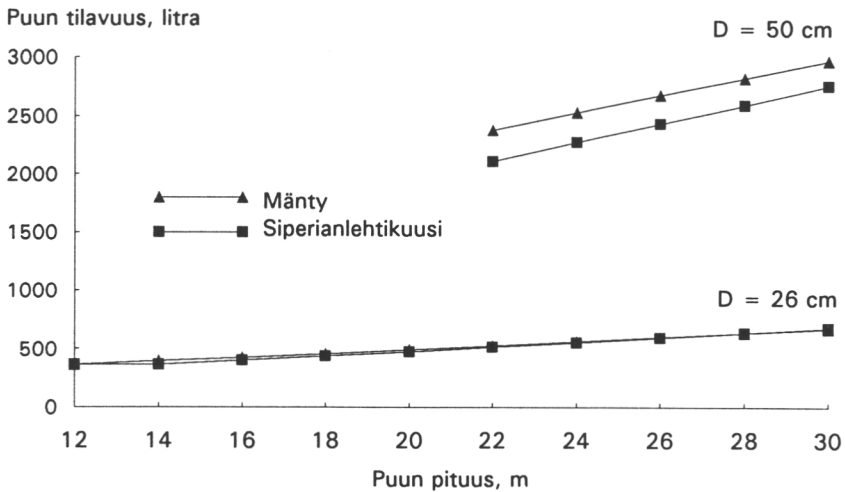
Siperianlehtikuusen kasvu- ja tuotoskyvystä saatiin yksityiskohtaisempi käsitys vasta 1960-luvun alussa Yrjö Vuokilan (1960a, 1960b) tutkimuksista. Uusia tuotostutkimuksia tehtiin 1980-luvun alussa laajennetun mittausaineiston perusteella (Vuokila ym. 1983), koska haluttiin edistää lehtikuusen viljelyä Suomessa ja helpottaa jo perustettujen metsiköiden hoitoa. Toinen syy oli se, että kaikkien vanhojen tutkimusten mukaan lehtikuusen kasvattaminen oli puuntuotannolliselta kannalta katsottuna hyvä.

Tällä hetkellä meillä on melko hyviä käytännön tietoja viljellyn siperianlehtikuusikon kehityksen arviointia varten. Lehtikuusikon puustolle on kehitetty valtapituuden, pohjapinta-alan ja tilavuuden kasvun ennusteyhtälöitä, ja lisäksi runkokäyrä- ja tilavuusyhtälöitä yksittäisten puiden kuutioimista varten. Yksi käytännöllinen ongelma on kuitenkin siinä, että tähänastiset tutkimukset ja niiden antamat tulokset perustuvat pääasiallisesti Etelä-Suomen siperianlehtikuusiaineistoihin. Sen vuoksi liittyy epävarmuutta tuotos- ja kasvatusmallien soveltamiseen Pohjois-Suomen metsiköihin.



Kuva 1. Suomalaisen siperianlehtikuusen ja männyn (Laasasenaho 1982, 1984) sekä ruotsalaisen siperianlehtikuusen (Carbonnier 1954, ks. Martinsson 1990) tilavuuksien vaihtelu pituusluokan mukaan kahdessa eri rinnankorkeusläpimittaluokassa (mittauksen lähtöpiste on maanpinta).

Ruotsalaisen lehtikuusen yhtälön (Carbonnier 1954, ks. Martinsson 1990) antama tilavuudet poikkeavat kuvan 1 mukaan melko selvästi suomalaisen lehtikuusen tilavuuksista.



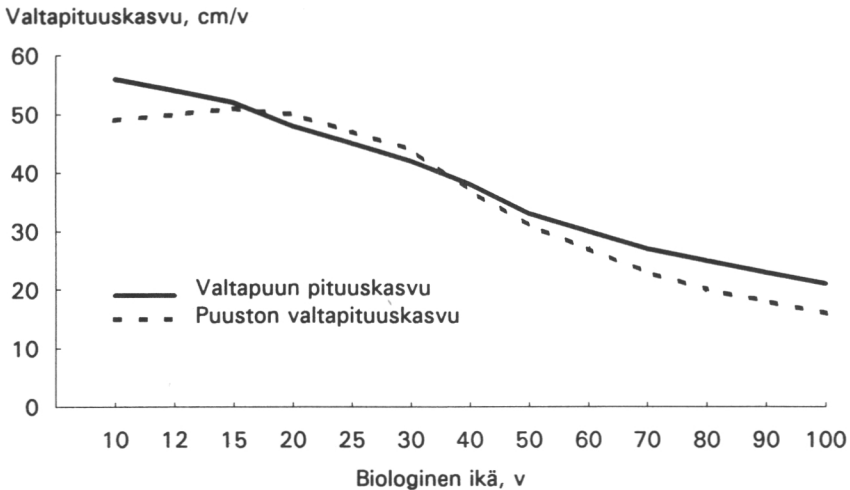
Kuva 2. Siperianlehtikuusen (Vuokila 1960b) ja männyn (Ilvessalo 1948) tilavuuksien vaihtelu pituusluokan mukaan kahdessa eri rinnankorkeusläpimittaluokassa (mittauksen lähtöpiste on kanto).

3. Yksittäisten puiden läpimitan, kuoren ja pituuskasvun yhtälöt

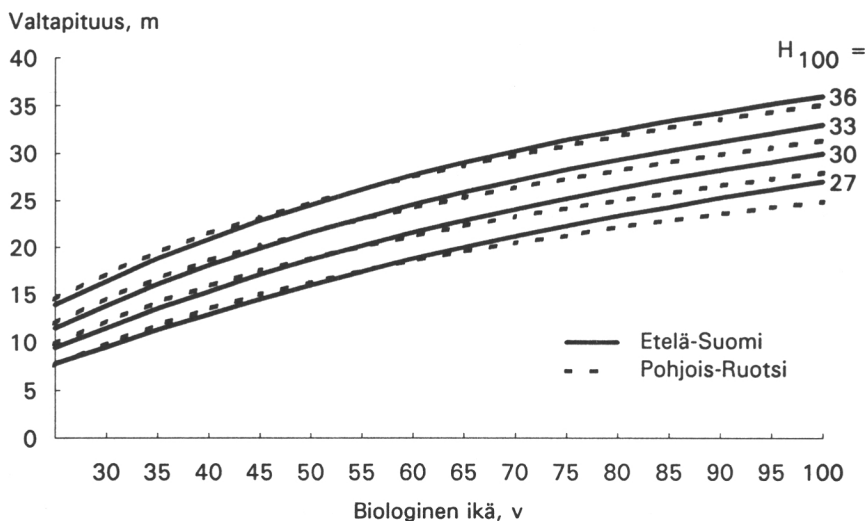
Werren (1983, ks Mäkelä & Salminen 1991) on laatinut siperianlehtikuusikoille erilaisia puukohtaisia malleja. Tutkielmassa on esitetty rinnankorkeusläpimitan estimoiva regressiomalli, jonka avulla voidaan esimerkiksi määrittää harvennushakkuussa poistuvan puun läpimita kantoläpimitan perusteella. Lisäksi on laadittu kuoren paksuuden rinnankorkeudella ja kuoren tilavuusprosentin kuvaavat mallit. Pituuskasvuyhtälöllä estimoidaan menneen kasvukauden pituuskasvu (kolmen vuoden keskiarvo)(kuva 3).

Koko maan kattava laadinta-aineisto käsitti em. tutkimuksessa Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon tutkimusosaston 1981 mitatut koepuut (yli 1000 puuta) tasaikäisistä siperianlehtikuusikoista. Metsiköt olivat yli 40 vuotiaita ja sijaitsivat ensisijaisesti OMT:llä ja MT:llä. Lisääaineistona käytettiin myös Vuokilan (1960a) Etelä-Suomesta kerättyjä 25 - 40 vuotiaiden siperianlehtikuusikoiden mittaustietoja (153 puuta).

Puukohtaisen pituuskasvuyhtälön antama kasvu tietyllä pituusboniteetilla on likimain sama kuin metsikön kasvuyhtälön antama kasvu. Werrenin puukohtainen yhtälö ei tietenkään anna loogisia tuloksia alle 15 - 20 vuotiaille puille laadinta-aineiston rajoituksen takia, ja pituuskasvun kulminaatio puun nuorella iällä ei tullut oikein kuvatuksi kuten metsikköyhtälössä.



Kuva 3. Yksittäisten valtapuiden pituuskasvu (Werren 1983) ja puuston valtapituuskasvu (Vuokila ym. 1983) valtapituusboniteetilla $H_{100} = 33$. Valtapuun pituuden kehitys on boniteettiluokan mukainen.



Kuva 4. Pohjoisruotsalaisten (Martinsson 1990) ja eteläsuomalaisten (Vuokila ym. 1983) siperianlehtikuusikoiden valtapituuden kehitys.

4. Valtapiuusboniteetit ja tuotoskyky

Metsikön valtapituuskasvuyhtälöstä on laadittu pituusboniteetikäyrästä siperianlehtikuusikoiden kasvupaikkaluokittelua varten (Vuokila ym. 1983). Käyrästä perustuu Etelä-Suomen aineistoihin ja jonkin verran epävarmuutta liittyy sen soveltamiseen Pohjois-Suomen lehtikuusikoille. Vertailu pohjoisruotsalaisen käyrästään (Martinsson 1990) kuvassa 4 antaa tukea olettamukselle, että pohjoissuomalaisten siperianlehtikuusikoiden pituuskasvu on jonkin verran heikompi kuin eteläsuomalaisten metsiköiden vanhalla iällä. Korostettakoon, että pohjoisruotsalaisen käyrästön perusaineisto käsitti vain 19 kestokoelaa ja metsiköiden ikä on alle 89 vuotta. Suomen aineistossa on muutamia lähes 100 vuotta vanhoja metsiköitä. Lisäksi koko maan kattavaan aineistoon perustuva puukohtainen yhtälö antoi suuremman kasvun (vrt. kuva 3) kuin eteläsuomalaisen metsikön yhtälö.

Pohjoisruotsalaisen käyrästön täsmälliset pituusboniteetti-indeksit kuvassa 4 ovat eteläsuomalaisten boniteettiluokkien mukaan seuraavat:

Siperianlehtikuusi: Pituusboniteetti-indeksi 100 vuoden iällä

Etelä-Suomi	$H_{100} =$	36	33	30	27
Pohjois-Ruotsi =		35,1	31,4	28,0	24,5

Kun verrataan Etelä-Suomen ja Pohjois-Ruotsin lehtikuusen valtapituusboniteettiluokkien tuotoskykyä (keskikasvu 100 vuoden iällä), on pohjoisruotsalaisten metsiköiden tuotoskyky Martinssonin (1990) mukaan suurempi, vaikka valtapituuden kehitys on heikompi kuin eteläsuomalaisten metsiköiden, kuten seuraava asetelma osoittaa:

Siperianlehtikuusen tuotoskyky (keskikasvu):

	m³/ha/v, kuorineen				
Pituusboniteetti:	H ₁₀₀ =	36	33	30	27
Etelä-Suomi		9,3	7,3	5,8	4,4
	H ₁₀₀ =	35	31,5	28	25
Pohjois-Ruotsi		10,8	8,4	6,4	5,0
	m³/ha/v, kuoretta				
Pohjois-Ruotsi		8,0	6,2	4,8	3,8

Pohjois-Ruotsin lehtikuusikoiden tuotoskyky on laskettu yksittäisten puiden tilavuusyhtälön avulla. Korkeat tuotosluvut verrattuna Suomen metsiköiden tuloksiin voivat johtua tilavuusyhtälöstä, koska Carbonnierin (1954) laatima yhtälö antoi selvästi korkeampia tilavuuksia kuin Laasasenahon (1984) yhtälö suurissa pituusluokissa (vrt. kuva 1). Sen takia ei ole itsestään selvää, että Pohjois-Ruotsin käyrästä sopii paremmin pohjoissuomalaisille lehtikuusikoille kuin Etelä-Suomen käyrästä.

Jos halutaan laatia Pohjois-Suomen metsiköille oma käyrästä Martinssonin (1990) esittämistä yhtälöistä, on parasta käyttää Etelä-Suomen tuotoslukuja ohjelukuina myös Pohjois-Suomen luokissa. Tämä merkitsee sitä, että esimerkiksi luokkaan H₁₀₀ = 36 luokitellun metsikön tuotoskyky on molemmissa systeemeissä 9,3 m³/ha/v kuorineen. Nuoren pohjoissuomalaisen metsikön valtapituus täytyy olla suurempi kuin samanikäisen eteläsuomalaisen metsikön valtapituus saavuttaakseen saman boniteetti-indeksin (vrt. kuva 4).

Toinen vaihtoehto on käyttää Etelä-Suomen valtapituuskäyrästä sellaisenaan Pohjois-Suomen lehtikuusikoille, mutta soveltaa alennettuja tuotoskykyjä luokissa oletetun heikomman valtapituuskehityksen vuoksi:

Siperianlehtikuusen tuotoskyky: Etelä-Suomen käyrästä

	H ₁₀₀ =	36	33	30	27
Pohjois-Suomi		8,8	6,5	4,9	3,5
(Etelä-Suomi		9,3	7,3	5,8	4,4)

Laskettu arvio siperialaisen lehtikuusikon puuntuotoskyvystä on eräs keskeinen tulos Vuokilan ym. (1983) tutkimuksessa, ja se houkuttelee puulajien väliseen vertailuun. Vertailu perustuu kotimaisten puulajien (Vuokila & Väliaho 1980) ja siperianlehtikuusen valtapituusboniteettien ja metsätyyppien rinnastukseen. Vuokilan ym. mukaan siperianlehtikuusen pituusboniteetit ja metsätyypit vastaavat toisiansa seuraavasti:

Siperianlehtikuusi	H ₁₀₀ =	36+	33	30	27
Metsätyyppi		Lh,OMT	MT	MT-,VT+	VT

Kotimaisten puulajien vastaavien rinnastuksien perusteella saadaan seuraavat vastaavuudet pituusboniteettien osalta:

Pituusboniteetti, H_{100}

Siperianlehtikuusi	39	36	33	30	27
Kuusi	33	30	27	24	21
Mänty		30	27	24	21

Martinssonin (1990) saama männyn ja siperianlehtikuusen boniteetti-indeksien rinnastus on hyvin samanlainen kuin edellä mainittu:

Pohjois-Ruotsi: Pituusboniteetti, H_{100}

Siperianlehtikuusi	35,1	31,4	28,0	24,9
Mänty	28,0	25,7	23,2	20,8

Tutkimuksessa on esitetty yhtälö, jonka avulla voidaan laskea männyn pituusboniteetti-indeksi lehtikuusen indeksin perusteella.

Lähinnä Etelä-Suomen viljellyn lehtikuusen, männyn ja kuusen tuotoskyvyt ovat samalla puustoboniteetilla seuraavat:

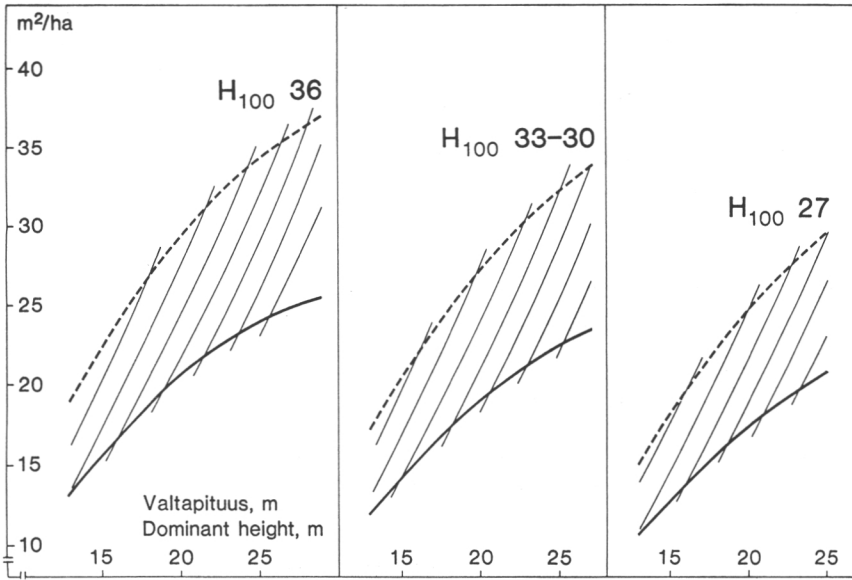
Etelä-Suomi

Siperianlehtikuusen $H_{100} =$	39	36	33	30	27
	$m^3/ha/v$, kuorineen				
Siperianlehtikuusi	11,9	9,3	7,3	5,8	4,4
Kuusi	10,5	8,7	7,0	5,6	4,3
Mänty		8,4	6,7	5,2	3,9

Jos tämä puulajien kasvupaikkojen välinen rinnastus on oikea, siperianlehtikuusi kykenee lehtomaisilla kankailla ja sitä paremmilla kasvupaikoilla ($H_{100} = 36+$) suurempaan kasvuun kuin kotimainen viljelykuusikko ja -männikkö. Mustikkatyyppejä vastaavilla ja sitä heikoimmilla kasvupaikoilla ei vertailun mukaan merkitsevää eroa puulajien välillä kuitenkaan ole. Siperianlehtikuusikon tuotoskyky on paremmilla kasvupaikoilla ($H_{100} = 36 - 33$) noin 10 % suurempi kuin männyn. Pohjois-Ruotsin tutkimuksessa sen sijaan ero oli huomattavasti eli 64 - 38 % suurempi kuin männyn. Kuoretta kasvua tarkastettaessa puulajien välillä oli ero vielä 38 - 15 % siperianlehtikuusen eduksi.

Muihin puulajeihin verrattuna lehtikuusikon kuorisadannes on poikkeuksellisen korkea. Vuokilan (1960a) tutkimuksessa ei ole mainittu kuoriosuutta kasvusta, mutta kuorisadannes tilavuudesta on metsikön vanhalla iällä arvioitu olevan noin 22 %. Martinssonin tuotoslukuja perusteella laskettuna kuoriprosentti on noin 25 % pohjoisruotsalaisissa lehtikuusikoissa.

Siperialaisen lehtikuusen suuri etu kotimaisiin puulajeihin verrattuna on sen nopea järeytyminen. Mikään puulaji ei kykene tuottamaan Suomen oloissa niin järeitä puuyksilöitä kiertoajan kuluessa kuin lehtikuusi. Puulajin nopea järeytyminen johtuu mm. siitä, että se kykenee hyödyntämään kasvupaikan tehokkaasti poikkeuksellisen harvassa kasvatuseränsä.



Kuva 5. Siperianlehtikuusikoiden puuston harvennusmallit ja pohjapinta-alan kehitys malleissa Vuokilan ym. (1983) mukaan.

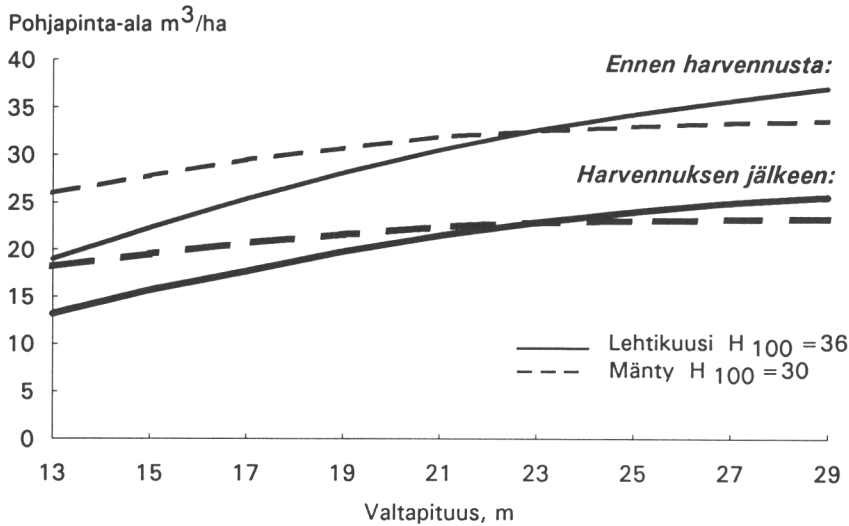
5. Puuston pohjapinta-alan ja tilavuuden kasvun ennusteyhtälöt ja harvennusmallit

Valtapiusboniteettisysteemin, metsikön kasvuyhtälöiden ja kestokokeiden mittaustulosten avulla on Vuokila ym. (1983) laatinut siperianlehtikuusikoille harvennusmalleja, joissa ennusteyhtälön mukainen pohjapinta-alan kehitys on esitetty. Metsiköiden harvennustarpeen määrittäminen voidaan tehdä pohjapinta-alan tai tilavuuden ja lisäksi valtapiisuuden kehityksestä.

Samalla puustoboniteetilla (siperianlehtikuusi: $H_{100} = 36$ - mänty: $H_{100} = 30$) lehtikuusikon ja männikön mallien taso on likimain sama metsiköiden valtapiisuuden ollessa yli 21 metriä (kuva 6). Harva istutustiheys vaikuttaa siihen, että lehtikuusen pohjapinta-ala ennen harvennusta on alkuvaiheessa (alle 21 metriä kuvassa 6) selvästi alhaisempi kuin männyn. Sen voimakas järeytyminen vanhalla iällä tasoittaa kuitenkin puulajien harvennusmallien välisen eron.

Vuokilan ym. tutkimuksessa laadittuja pohjapinta-alan ja tilavuuden kasvuyhtälöitä voidaan soveltaa Pohjois-Suomen lehtikuusikoille käyttämällä alentavaa korjauskerrointa yli 50-vuotiaissa metsiköissä (vrt. kuva 4). Etelä-Suomen kasvuyhtälöiden tulos kerrotaan seuraavilla kertoimilla:

Pituusboniteetti $H_{100} =$	36	33	30	27
Korjauskerroin	0,90	0,89	0,85	0,80



Kuva 6. Männyn (Vuokila & Väliaho 1980) ja siperianlehtikuusen (Vuokila ym. 1983) harvennusmallit samalla puustoboniteetilla.

6. Yhteenveto

Lehtikuusen kasvattamisen yleistyminen riippuu luonnollisesti menekkiolosuhteista. Hyvin mielenkiintoista on todeta lehtikuusen viljelyn lisääntyminen nimenomaan Pohjois-Suomessa ja erityisesti puulajin kokeilu korkealla sijaitsevilla kasvupaikoilla. Äskettäiset kasvutulokset pohjoisruotsalaisista siperianlehtikuusikoista vahvistavat käsityksen puulajin mahdollisesta hyvästä kasvusta Pohjois-Suomessakin.

Meillä on melko paljon "apuvälineitä" kuten metsikkö- ja puumalleja, joiden avulla voidaan esimerkiksi tehdä metsätaloussuunnitelmien inventointitulosten päivitykset. Selvä puute on kuitenkin Pohjois-Suomen olosuhteisiin soveltuvista kasvatusmalleista. Osa Etelä-Suomen tuloksista sopii myös Pohjois-Suomen metsiköille ilman korjauksia. Kuitenkin Etelä-Suomen tilavuuskasvun ennusteyhtälöihin on paras tehdä jonkin verran tasokorjauksia. Pohjois-Ruotsin metsiköille laadittua valtapituuskäyrästä voidaan soveltaa myös Pohjois-Suomen lehtikuusikoille, mutta boniteettiluokkien tuotosluvuissa on epävarmuutta.

Paras kasvun korjaus saadaan käytännössä suorittamalla kasvukairauksia ja puustomittauksia vanhoissa metsiköissä. Kairaustulosten ja Etelä-Suomen yhtälöistä saatujen tulosten suhteet antavat käytännöllisen korjauskertoimen Pohjois-Suomen metsiköiden kasvuarviointia varten. Tulevaisuudessa on tutkimustarve nimenomaan Pohjois-Suomessa, koska Metsähallitus on istuttanut siperianlehtikuusikoita n. 8 000 - 9 000 ha:n verran. Nopein ja halvin tapa on suorittaa mittaukset ja kairaukset tilapäiskoaloilla eri ikäisissä metsiköissä. Erittäin käyttökelpoista aineistoa saadaan myös kaatokoepuiden runkoanalyysimittauksista vanhoissa pohjoissuomalaisissa siperianlehtikuusikoissa.

7. Kirjallisuus

- Blomqvist, A. G. 1887. Iakttagelser angående sibiriska lärkrädet, pichtagranen och cembratallen i deras hemland samt om forstliga förhållanden derstädes. Finska Forstföreningens Medd. V:149-181.
- Carbonnier, Ch. 1954. Funktioner för kubering av europeisk, sibirisk och japansk lärk. Moniste.
- Ilvessalo, L. 1916. Lehtikuusenviljelys Suomessa. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen julkaisu. Erikoistutkimuksia 5.
- Ilvessalo, Y. 1948. Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukot. Keskusmetsäseura Tapio, Helsinki. 148 s.
- Laasasenaho, J. 1982. Taper curve and volume funktions for pine, spruce and birch. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 108. 74 s.
- 1984. Lehtikuusen runkokäyrä- ja tilavuusyhtälöt. Monisteessa: Snellman, C-G. 1984. Runkokäyrät ja tilavuusfunktiot VAX:lla. Metsäntutkimuslaitos, matemaattinen osasto 11.5. 1984. 9 s.
- Lappi-Seppälä, M. 1927. Tutkimuksia siperianlehtikuusen kasvusta Suomessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 12(3). 72 s.
- Martinsson, O. 1990. Den ryska lärkens höjdtveckling och volymproduktion i norra Sverige. Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för skogsskötsel. Rapporter nr 29. 61 s.
- Mäkelä, H. & Salminen, H. 1991. Metsän tilaa ja muutoksia kuvaavia puu- ja puustotunnusmalleja. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 398. 265 s.
- Päivinen, R. 1991. Metsän mittausta. Julkaisuissa: Tapion taskukirja. 21. painos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, Helsinki. s. 293-332.
- Vuokila, Y. 1960a. Siperialaisten lehtikuusikoiden kehityksestä ja merkityksestä maamme metsätaloudessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 52(5). 111 s.
- 1960b. Lehtikuusen kuutioimis- ja -taulukot. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 51(10). 89 s.
- & Väliaho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 99(2). 271 s.
- , Gustavsen, H. G. & Luoma, P. 1983. Siperianlehtikuusikoiden kasvupaikkojen luokittelu ja harvennusmallit. Folia Forestalia 554. 12 s.
- Werren, M. 1983. Some single tree models for larch. Metsänarvioimistieteen pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. 33 s.

LEHTIKUUSEN HYÖNTEISTUHOLAISET SUOMESSA

Juha Siitonen

1. Johdanto

Lehtikuusella elää Suomessa useita kymmeniä hyönteislajeja, joista muutamalla on merkitystä tuholaisina. Yli kaksikymmentä lajia elää pelkästään lehtikuusella. Nämä lajit ovat pystyneet leviämään maahamme melko äskettäin, sillä mikään *Larix*-laji ei esiinny luontaisesti Suomessa. Lehtikuusihyönteiset ovat siten paitsi metsätaloudellisesti, myös ekologisesti ja eliömaantieteellisesti kiinnostava ryhmä.

Kirjallisuus lehtikuusen hyönteistuholaisista Suomessa on niukkaa ja suuri osa tiedoista on julkaisemattomia. Selvästi paras lähde on edelleen Saalas (1949), joskin kirja on tiedoiltaan osin vanhentunut. Metsänterveysopas (1988) esittelee neljä lehtikuusen tuholaista ja sisältää samat virheet kuin Saalas. Tämän katsauksen tarkoituksena on esittää kokoavasti tietämys lehtikuusella elävistä hyönteislajeista ja niiden vahingollisuudesta Suomessa. Erityisesti painotetaan tuhoja Pohjois-Suomessa sekä lajien aiheuttaman vioituksen tunnistamista maastossa.

Kiitokset: Seuraavat henkilöt, joille haluan esittää parhaat kiitokseni, ovat antaneet tietoja lehtikuusen tuholaisista: Erkki Annila (tuhot yleensä), Osmo Heikinheimo (kirvat), Jarmo Holopainen (kirvat), Risto Jalkanen (tuhot Pohjois-Suomessa), Lauri Kaila (perhoset), Martti Koponen (siemenkiilukaiset), Ari Nikula (tuhot Pohjois-Suomessa), Mauri Pyykkö (tuhot provenienssikokeissa Pohjois-Suomessa), Reijo Rauniomaa (tuhot provenienssikokeissa Pohjois-Suomessa), Seppo Ruotsalainen (tuhot provenienssikokeissa Pohjois-Suomessa), Martti Varama (sahapistiäiset), Matti Viitasaari (sahapistiäiset).

2. Aineisto ja menetelmät

Katsaus perustuu etupäässä kirjallisuustietoihin. Esitystä laatiessani olen haastatellut useita tuhojen ja eri hyönteisryhmien asiantuntijoita (ks. kiitokset).

Kävin lisäksi läpi Pohjois-Suomessa (Oulujoen pohjoispuolella) sijaitsevien lehtikuusen provenienssikokeiden mittausten ja tarkastusten yhteydessä tehdyt maastopöytäkirjat. Niihin on pyritty merkitsemään kaikki havainnot tuhoista. Provenienssikokeet on perustettu METLAn metsänjalostuksen tutkimuksia varten ja ne sijaitsevat suurimmaksi osaksi metsähallituksen mailla. Tarkastellulla alueella oli yhteensä 25 lehtikuusta sisältävää koetta, yhteispinta-alal-

taan 55 hehtaaria, joista oli riittävät maastopöytäkirjamerkinnot usealta vuodelta. Eteläisimmät sijaitsivat Kuivaniemellä ja pohjoisimmat Kittilässä. Kokeet on perustettu etupäässä 1970-luvulla ja niiden keski-ikä on 18 vuotta.

3. Lehtikuusella elävät hyönteiset

Lehtikuusella voi esiintyä joukko maamme alkuperäiseen hyönteisfaunaan kuuluvia lajeja, jotka elävät tavallisesti kuusella tai lehtipuilla. Monet perhostoukat ovat polyfageja ja pysyvät tilaisuuden tullen syömään myös lehtikuusta. Kuusella elävien *Zeiraphera griseana* Hübner-kääriäisen ja *Eupithecia tantillaria* Boisduval -pikkumittarin toukkia tavataan varsin usein lehtikuuselta. Seppänen (1954) ilmoittaa yhteensä yhdeksän suurperhoslajia, joiden toukat voivat satunnaisesti syödä lehtikuusta.

Kovakuoriaisista tukkimiehentäi (*Hylobius abietis* (L.)) voi sopivalla uudistusosalalla nakertaa yhtäläillä lehtikuusen kuin männyn tai kuusen taimia. Lehtikuusesta tehdyssä puutavarassa on yleensä vähän kaarnakuoriaisia. Useimmin tavataan havutikaskuoriaista (*Trypodendron lineatum* (Olivier)), vaippaniluria (*Hylurgops palliatus* (Gyllenhal)) ja kerokaarnakuoriaista (*Orthotomicus laricis* (F.)). Viimeksi mainittu ei lajinimestään *laricis* huolimatta ole sitoutunut lehtikuuseen, vaan esiintyy yleisenä kuusella ja männyllä.

Maamme alkuperäiseen faunaan kuuluvista hyönteislajeista ilmeisesti tukkimiehentäi ja tikaskuoriainen ovat ainoat, jotka voivat esiintyä lehtikuusella suorastaan tuholaisina. Lähes kaikki lehtikuusella todella runsaana ja vahingollisena esiintyvät hyönteiset ovat *Larix*-sukuun erikoistuneita monofageja. Nämä lajit ovat pystyneet seuraamaan lehtikuusia niiden uusille viljelyalueille, usein hyvinkin kauas luontaisesta levinneisyysalueestaan. Suomesta on toistaiseksi tavattu kaksikymmentäyksi lehtikuusen monofagia (taulukko 1). Näistä kolme kuuluu kirvoihin, viisi perhosiin, kolme kärpäsiin, kahdeksan sahapistiäisiin ja kaksi hoikkatyvisiin pistiäisiin (siemenkiilukaisiin).

4. Vahingollisina esiintyneet lajit

Tärkeimpien lehtikuusella elävien hyönteislajien ja niiden aiheuttaman vioituksen tunnistaminen esitetään Määrittämissä. Seuraavassa käsitellään tarkemmin tärkeimpien lajien elintapoja ja merkitystä tuholaisina.

4.1 Havukirvat (*Adelgidae*)

Lehtikuusen havukirvoista on Suomesta varmuudella todettu vain laji *Adelges laricis* eli pieni havukirva. Toisin kuin Metsänterveysoppaassa esitetään, iso havukirva (*Sacchiphantes abietis* (L.)) esiintyy vain kuusella. Kuusenversojen tyveltä tavattavissa isoissa, käpymäisissä äkämissä kesän mittaan kehittyneet siivelliset kirvat eivät siirry myöhemmin kesällä lehtikuuselle, vaan toisille kuusille (esim. Schwenke 1972). Sen sijaan pieni havukirva on isäntäpuuta vaihtava laji. Sen elinkierto on monimutkainen ja käsittää useita sukupolvia kesässä.

Taulukko 1. Systemaattinen luettelo lehtikuusella elävistä monofageista hyönteislajeista Suomessa. Hakasuluissa olevia lajeja ei ole varmuudella todettu Suomesta, mutta ne esiintyvät hyvin todennäköisesti maassamme.

Laji	Heimo
Kirvat (Homoptera)	
[<i>Sacchiphantes viridis</i> (Ratzeburg)]	Adelgidae
<i>Adelges laricis</i> Vallot	Adelgidae
[<i>Cholodkovskya viridiana</i> (Cholodkovsky)]	Adelgidae
[<i>C. viridis</i> (Cholodkovsky)]	Adelgidae
<i>Cinara laricis</i> Hartig	Lachnidae
<i>C. cuneomaculata</i> del Guercio	Lachnidae
[<i>C. kochiana</i> (Börner)]	Lachnidae
Perhoset (Lepidoptera)	
<i>Coleophora laricella</i> Hübner	Coleophoridae
<i>C. sibiricella</i> Falkovitsch	Coleophoridae
<i>Argyresthia laevigatella</i> Herrich-Schäffer	Yponomeutidae
<i>Spilonota laricana</i> Heinemann	Tortricidae
<i>Eupithecia laricata</i> Freyer	Geometridae
Kaksisiipiset (Diptera)	
<i>Strobilomyia laricicola</i> (Karl)	Anthomyidae
<i>S. sibirica</i> Michelsen	Anthomyidae
<i>S. infrequens</i> (Ackland)	Anthomyidae
Pistiäiset (Hymenoptera)	
<i>Anoplonyx duplex</i> (Lepelletier)	Tenthredinidae
<i>A. destructor</i> Benson	Tenthredinidae
<i>A. versicolor</i> Vikberg	Tenthredinidae
<i>Pristiphora bufo</i> (Brischke)	Tenthredinidae
<i>P. laricis</i> (Hartig)	Tenthredinidae
<i>P. erichsonii</i> (Hartig)	Tenthredinidae
<i>Lygaeonematus wesmaelii</i> (Tischbein)	Tenthredinidae
<i>Pikonema imperfectum</i> (Zaddach)	Tenthredinidae
<i>Eurytoma laricis</i> Yano	Eurytomidae
<i>Megastigmus seitneri</i> Hoffmayer	Torymidae

Käpymäisissä, pienehköissä, verson kärjessä sijaitsevilla äkämissä kuusella kesän kuluessa kehittyneet siivelliset muuttokirvat lentävät loppukesällä lehtikuuselle ja munivat sen neulasien. Seuraavana kesänä useampi (siivetön) sukupolvi elää lehtikuusella imien neulasia villamaisen vahapeitteen suojaamina. Syksyllä kehittyy siivellisiä paluukirvoja, jotka muuttavat takaisin kuuseen. Laji elää siis vuorovuosin kuusella ja lehtikuusella.

Havukirvat ovat epäilemättä kaikkein vahingollisimpia lehtikuusen tuholaisia Suomessa. Mainintoja vakavista tuhoista esiintyy kirjallisuudessa (mm. Ilvessalo 1920, s. 95, Saalas 1949, Saarenmaa 1989); ensimmäiset havainnot tuhoista on tehty jo sata vuotta sitten (Tammela 1914). Kirvoja esiintyy jonkin verran lähes kaikilla lehtikuusiviljelyksillä. Kirvat olivat tarkastettujen maastopöytäkirjojen mukaan haitanneet selvästi taimikon kehitystä ainakin yhdessätoista provenienssikokeessa eli 44 % kokeista. Pahimmilla alueilla puiden kuolleisuus oli yli 50 %. Tuhoja alkaa yleensä esiintyä vasta taimikon saavutettua noin kymmenen vuoden iän ja yli puolentoista metrin pituuden. Taimikossa näkyvät kuivat latvat ja versokärjet tuovat mieleen pakkasvaurion. Imennän seurauksena puut ovat huonokuntoisen näköisiä, harsuja, neulasat lyhyitä ja väriltään poikkeavia. Kirvojen erittämän mesikasteen seurauksena oksiin ja rungoille tulee vaillinaissieniä (*Deuteromycotina*), jotka värjäävät rungot mustahkoiksi. Kirvojen vaivaaman taimikon tunnistaa tästä talvellakin: terveessä taimikossa rungot ovat punaruskeita.

4.2 Lehtikuusipistiäiset (*Pristiphora erichsonii* ym.)

Lehtikuusella Suomessa elävästä kahdeksasta sahapistiäislajista kolme on jokseenkin yleistä: iso lehtikuusipistiäinen (*Pristiphora erichsonii*), pieni lehtikuusipistiäinen (*P. laricis*) ja sievä lehtikuusipistiäinen (*Lygaeonematus wesmaeli*). Lajien tunnistaminen esitetään Määrittysavaimessa. Muista viidestä lajista on vain yksittäisiä havaintoja (Vikberg 1975, 1978). Lehtikuusipistiäisten elintavoista Keski-Euroopassa antavat yksityiskohtaisia tietoja Pschorn-Walcher ja Zinnert (1971). Ison lehtikuusipistiäisen toukat syövät neulasia heinä-elokuussa. Toukat laskeutuvat loppukesällä maahan talvehtimaan kotelokoppaan ja koteloituvat seuraavana keväänä. Aikuiset pistiäiset kuoriutuvat ja parveilevat kesäkuussa. Sievän lehtikuusipistiäisen toukat syövät aikaisemmin kesällä, etupäässä kesäkuussa. Muuten elinkierto on samankaltainen kuin edellisellä lajilla (ks. myös Saalas 1949, Schwenke 1982). Pienen lehtikuusipistiäisen erikokoisia toukkia esiintyy pitkin kesää, ja sukupolvia voinee olla kaksi kesässä.

Lajeista yleisin ja vahingollisin on iso lehtikuusipistiäinen. Sen aiheuttamia vahinkoja esiintyy jaksoittain isoissa piha- ja koristepuissa, joista toukat syövät usein latvan paljaaksi. Syöntiä tavataan myös taimikoissa. Pohjoissuomalaisissa provenienssikokeissa tuhoja oli havaittu seitsemässä kokeessa (28 %). Viisi kokeista sijaitsee Sallassa, yksi Rovaniemen mlk:ssa ja yksi Kittilässä; nämä ovat samalla pohjoisimmat raportoidut lehtikuusipistiäishavainnot Suomesta. Kaikissa tapauksissa koko taimikko oli syöty paljaaksi, ainakin kolmessa tapauksessa kahtena peräkkäisenä vuotena. Neulasten menetyksen seurauksena taimikon kasvu heikkenee ja toistuvan paljaaksisyönnin seurauksena puita kuolee. Sievän lehtikuusipistiäisen levinneisyyden pohjoisrajaa Suomessa ei tunneta, mutta Ruotsissa laji esiintyy noin 65°:lle asti (Eidmann 1965). Toukat syövät puista vain oksan kärjet paljaiksi, mutta runsaana esiintyessään laji voinee aiheuttaa vahinkoa (Saalas 1949, Eidmann 1965).

Määritysavain. Tärkeimpien lehtikuusella elävien hyönteislajien ja niiden aiheuttaman voinnoksen tunnistaminen. Esitetyt suomalaiset nimet eivät välttämättä ole vakiintuneita ja ne on tarkoitettu lähinnä helpottamaan avaimen käyttöä.

I. Vioitusta taimikossa

1. Taimen kuoreen syöty paljaita, rosoreunaisia laikkuja.
Tukkimiehentäi (*Hyllobius abietis*).
2. Kuivia latvoja ja verson kärkiä taimikossa. Neulasissa violetti sävy tai ne kellastuvat. Villamaisen vahan peittämiä kirvoja neulasissa. Oksat ja runko mustuvat mesikasteen takia (näkyvää talvellakin!).
Pieni havukirva (*Adelges laricis*).

II. Vioitusta (taimikossa tai) varttuneissa puissa

3. Neulasia syöty
 31. Harmaanvihreitä, mustapäisiä, täysikasvaisina isoja toukkia ryhminä oksissa (muistuttavat mäntypistiäisten toukkia). Syövät etupäässä lyhytversojen neulasia, usein puun latvaosassa. Voivat syödä oksan, latvan tai koko puunkin paljaaksi.
Iso lehtikuusipistiäinen (*Pristiphora erichsonii*).
 32. Vihreitä, kellanruskea- tai vihreäpäisiä toukkia tiiviinä ryhminä oksissa. Syövät oksan kärjet paljaaksi.
Sievä lehtikuusipistiäinen (*Lygaeonematus wesmaeli*).
 33. Vihreitä, vihreäpäisiä, pitkittäin valkojuovaisia (vaikeasti havaittavia) toukkia yksitellen oksissa. Syövät neulasia vain sieltä täältä.
Pieni lehtikuusipistiäinen (*Pristiphora laricis*).
 34. Neulasen syöty ontoiksi, niin että ne saavat harmahtavan sävyn ja kellastuvat myöhemmin. Neulasissa riippuu pieniä pusseja, joiden sisällä on toukka.
Lehtikuusikoit (*Coleophora sibiricella* ja *C. laricella*).
 35. Pieni toukka nivoo nakertamiaan neulasia kimpuksi hienolla seitillä.
Lehtikuusikäriäinen (*Spilonota laricana*).
4. Yksittäisiä kuivia versoja oksissa. Verson tyvellä on pieni kuoriutumisreikä, ja verson sisällä on toukkakäytävä.
Lehtikuusen versokoi (*Argyresthia laevigatella*).
5. Oksat ja runko tahmeat mesikasteesta. Nuorissa versoissa runsaasti isohkoja, päärynämuotoisia kirvoja, joilla ei ole vahapeitettä.
Lehtikuusen oksakirva (*Cinara laricis*).

III. Vioitusta kävyissä tai puutavarassa

6. Vioitusta kävyissä.
 61. Kävyn sisällä valkeahkoja, jalattomia, noin puolen sentin mittaisia toukkia.
Lehtikuusen käpykärpäset (*Strobilomyia*-lajit).
 62. Hyvin pieni toukka elää siemenen sisällä kaivertuen sen ontoksi.
Siemenkiilukaiset (*Eurytoma laricis* ja *Megastigmus seitneri*).
7. Valkoisia, pieniä purukasoja kuoren pinnalla. Puun sisään meneviä, kuin haulikolla ammuttuja reikiä. Puutavarassa reikiä ja sinistymää.
Havutikaskuoriainen (*Trypodendron lineatum*).

4.3 Lehtikuusikoit (*Coleophora sibiricella* ja *C. laricella*)

Meillä esiintyy kaksi lehtikuusikoi-lajia (Jalava 1986), joista *C. laricella* elää ainakin etupäässä euroopanlehtikuusella ja *C. sibiricella* siperianlehtikuusella. *C. sibiricella* on ilmeisesti selvästi yleisempi ja laajemmalle levinnyt, *C. laricella* näyttää esiintyvän lähinnä Ahvenanmaalla ja Lounais-Suomessa. Lajit ovat hyvin läheiset ja elintavoiltaan samanlaiset. Lehtikuusikoit parveilevat kesä-heinäkuussa. Pieni toukka miinaa aluksi neulasen ontoksi. Isompana se valmistaa itselleen ontosta neulasesta suojapussin, jota kuljettaa mukanaan. Toukka talvehtii ja jatkaa syömistään seuraavana keväänä.

Lehtikuusikoit esiintyvät usein joukoittain, jolloin toukat voivat kovertaa lähes kaikki neulasten kärjet ontoiksi. Ensimmäiset havainnot joukkoesiintymisestä ovat Helsingistä sadan vuoden takaa (ks. Saalas 1949). Runsasta esiintymistä jatkuu tavallisesti pari-kolme vuotta peräkkäin. Lehtikuusikoin levinneisyys Ruotsissa ulottuu noin 64°:lle asti (Eidmann 1965). Pohjois-Suomesta ei liioin näytä olevan havaintoja. Etelä-Suomessa *Coleophoran* helposti tunnistettavia toukkapusseja löytää yksitellen melkein kaikista varttuneista lehtikuusista.

4.4 Lehtikuusen versokääriäinen (*Argyresthia laevigatella*)

Lajin elintapoja Suomessa on selvittänyt Långström (1981). Perhonen parveilee etupäässä kesäkuussa ja munii versoihin. Toukka elää versossa kaaran alla seuraavaan kevääseen asti ja kotoituu toukokuussa. Verson kärki kuivuu; samanlaista vahinkoa voi aiheuttaa myös pakkanen tai lehtikuusensyöpä. Versokääriäisen läsnäolon paljastaa kuitenkin kuoriutumisleikkä verson tyvellä.

Versokääriäinen on meillä eteläinen: levinneisyys ulottuu noin 62°:lle asti. Viidestä eri paikasta Etelä-Suomessa kerättyssä oksanäytteessä noin 6 % versoista oli versokääriäisen kuivattamia. Laji kuivatti enemmän versoja kuin pakkanen tai lehtikuusensyöpä. Merkitys tuholaisena on kuitenkin vähäinen.

4.5 Lehtikuusen käpykärpäset (*Strobilomyia*-lajit)

Lajien esiintymistä ja elintapoja Suomessa on tutkinut Pulkkinen (1989). Meiltä tavataan kolme lajia: *Strobilomyia sibirica*, *S. infrequens* ja *S. laricicola*. Näistä ensin mainittu on laajimmalle levinnyt ja yleisin (noin puolet kasvatetuista yksilöistä). Lajien elintavat ovat samankaltaiset. Käpykärpäset parveilevat alkukesällä ja munivat käpyihin. Toukat syövät siemeniä ja kehittyvät nopeasti. Heinäkuussa ne pudottautuvat maahan kotoitumaan. Vain muutama prosentti kärpäsisistä kuoriutuu ensimmäisen talvehtimisen jälkeen seuraavana keväänä, suurin osa talvehtii kotelona vähintään kahdesti. Tällainen diapaussi eli jättäytyminen on yleistä muillakin käpyhyönteisillä ja varmistaa kantojen säilymisen huonojen siemenvuosien ylitse.

Käpykärpäset ovat hyvin yleisiä Etelä- ja varsinkin Kaakkois-Suomessa, jossa noin kolmasosassa kävyistä oli kärpästoukkia. Käpykärpäset voivat pilata siemenviljelyksillä suuren osan siemensadosta. Pohjois-Suomesta (noin 64° pohjoispuolelta) lajit puuttuvat; pohjoisin löytö on Kajaanista.

5. Mahdollisia uusia tuholaisia

On varsin todennäköistä, että lehtikuusi tulee edelleen rikastuttamaan hyönteisfaunaamme maalle uusilla lajeilla. Tuholaisena merkittävistä lajeista on kattavaa kirjallisuutta sekä euroopanlehtikuusen (mm. Jahn 1956, Schwenke 1972, 1974, 1978, 1982) että siperianlehtikuusen levinneisyysalueelta (mm. Rozhkov 1966).

Useita uusia, toistaiseksi varmistamattomia kirvalajeja saattaa jo esiintyä maassamme (ks. taulukko 1). Lajilla *Sacchiphantes viridis*, jota on tavattu mm. Ruotsista (Eidmann 1965), on samankaltaiset elintavat kuin pienellä havukirvalla. Se elää siis vuorovuosin kuusella käypymäisissä äkämissä ja lehtikuusen neulasilla. Lajit *Cholodkovskya viridiana* ja *C. viridula* eivät vaihda isäntäpuuta vaan elävät koko ajan lehtikuusella. Molemmat lajit ovat vahaviljalaisia; edellinen elää *Larix decidualla* nuorissa versoissa, jälkimmäinen *L. sibiricalla* kuoren raoissa. Metsätaloudellisesti ilmeisesti merkityksetön oksakirvalaji *Cinara kochiana* on todennäköinen uudistulokas.

Neulasia syövästä lajeista vahingolliseksi saattaa osoittautua *Cephalcia lariciphila* Wachtl -kudospistiäinen. Lajia on tavattu Ruotsista ja se aiheuttaa tuhoja lehtikuusiviljelyksillä mm. Tanskassa ja Brittein saarilla (euroopanlehtikuusen luontaisen levinneisyysalueen ulkopuolella). Toukat tekevät pieniä, harsuja kudospusseja ja jättävät jälkeensä seittiä. Laajoja tuhoja ovat aiheuttaneet lehtinunna (*Lymantria dispar* (L.)) Euroopassa ja *Dendrolimus sibiricus* Tschtv.-karvakehrääjä Siperiassa. Molemmat ovat yleislevinneisyydeltään niin eteläisiä, että tuhot Suomessa näyttäisivät epätodennäköisiltä.

Lehtikuuselle erikoistuneita kaarnakuoriaisia voi odottaa maahamme sitten, kun riittävän suuret lehtikuusiviljelykset ovat ikääntyneet, niin että heikentyneitä puita on jatkuvasti saatavilla. Esim. *Ips cembrae* Heer -kaarnakuoriainen on levinnyt Keski-Euroopassa euroopanlehtikuusen uusille viljelyalueille ja 1940-luvun lopulla se kulkeutui Skotlantiin (Crooke ja Bevan 1957). Laji on uusilla viljelyalueilla esiintynyt paljon vahingollisempaan kuin lehtikuusen luontaisella levinneisyysalueella. Aivan siperianlehtikuusen levinneisyyden länsirajoilta asti tavataan potentiaaliset tuholaiset *Dryocoetes baicalicus* Reitter ja *Ips subelongatus* Motschulsky. Jälkimmäinen laji on tavattu Siperiasta Suomeen tuoduissa lehtikuusituokeissa (Siitonen 1990). Puussa elävät lajit kulkeutuvat yleensäkin helposti uusille alueille puutavarakuljetusten mukana.

6. Kirjallisuus

- Eidmann, H. 1965. Lärchenschädlinge in Schweden und ihre Verbreitung. Zeitschrift für angewandte Entomologie 55: 377-388.
- Ilvessalo, L. 1920. Ulkomaisten puulajien viljelemismahdollisuudet Suomen oloja silmälläpitäen. Acta Forestalia Fennica 17: 1-112.
- Jahn, I. 1956. Lärchenschädlinge im natürlichen und künstlichen Verbreitungsgebiet der Lärche. Österreich Vierteljahrsschrift Forstwesen 97: 27-36.

- Jalava, J. 1986. Ks. Kerppola, S., Kontuniemi, I. & Löfgren, L. 1986. Mikrotiedonannot 1985. *Baptria* 11: 25-38.
- Långström, B. 1981. Ecology of the larch shoot moth, *Blastodere laevigatella* (Lepidoptera, Yponomeutidae), in Finland. *Notulae Entomologicae* 61: 1-7.
- Metsänterveysopas. 1988. Metsätuhot ja niiden torjunta. 168 s. Samerka Oy, Helsinki.
- Pschorn-Walcher, H. & Zinnert, K. 1971. Zur Larvalsystematik, Verbreitung und Ökologie der europäischen Lärchen-Blattwespen. *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 64: 180-127.
- Pulkkinen, M. 1989. The distribution and ecology of the *Strobilomyia* flies (Diptera, Anthomyiidae) infesting larch seed and cones in Finland. *Annales Entomologici Fennici* 55: 41-47.
- Rozhkov, A. (toim.) 1966. Vrediteli listvennitsy sibirskoi. *Akademia nauk SSSR*. 393 s. Moskva.
- Saalas, U. 1949. Suomen metsähyönteiset. 719 s. WSOY, Helsinki.
- Saarenmaa, H. 1988. Ks. Saastamoinen, O. & Varmola, M. (toim.) *Lapin metsäkirja. Acta Lapponica Fenniae* 15: 125-134.
- Schwenke, W. 1972, 1974, 1978, 1982. Die Forstschädlinge Europas. Osat 1-4. 464 s., 500 s., 467 s., 392 s. Paul Parey, Hampuri.
- Seppänen, E. 1954. Suomen suurperhostoukkien ravintokasvit. *Suomen Eläimet* 8: 1-416.
- Siitonen, J. 1990. Potential forest pest beetles conveyed to Finland on timber imported from the Soviet Union. *Silva Fennica* 24: 315-321.
- Tammelander, K. 1914. Ulkomaalaisia, meillä viihtyviä havupuita. *Metsätaloudellinen Aikakauskirja* 31: 12-20.
- Vikberg, V. 1975. Notes on some Nematinae sawflies feeding on *Larix* (Hym., Tenthredinidae). *Annales Entomologici Fennici* 41: 1-10.
- 1978. Tiedonantoja. (*Pachynematus imperfectus* (Zaddach)). *Notulae Entomologicae* 58: 177.

LEHTIKUUSIPUUN OMINAISUUDET JA KÄYTTÖ

Aili Tuimala

1. Johdanto

Lehtikuusi (*Larix* sp.) ei kuulu luontaiseen kasvilajistoomme, vaan on viljelytulokas. Puuaineen ominaisuuksia ei käytännössä yleensä tunneta eikä puun käsittelytaitoa muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta hallita. Lehtikuusi on mäntyyn, ehkä myös koivuun verrattava puu, jonka käytössä on omat niksinsä. Lehtikuusen lahonkestävyyteen suhtaudutaan liioitellunkin positiivisesti, vaikka tutkittua tietoa on melko vähän.

Lehtikuusta on käytetty ja käytetään vesi-, maa- ja kaivosrakentamisessa: laitureissa, vesijohdoissa, kaivoissa, säiliöissä, junttapaaluina, ratapölkkyinä, pylväinä, kaivospölkkyinä jne., koska sen kestävyys märissä olosuhteissa on hyvä. Lehtikuusta käytetään mastoiksi. Maatilarakentamisessa on paljon lehtikuuselle sopivia kohteita siellä, missä puunkyllästysaineita ei haluta tai voida käyttää. Talonrakennuksessa lehtikuusta voidaan käyttää sisällä panelina, parkettina ja lattialautana ja ulkona verhouslautana. Lehtikuusen sydän- ja pintapuun väriero on hyvä koristepohja huonekaluissa. Muotoilulla vältetään painosta johtuvat ongelmat. Lehtikuusta on meillä syytä käyttää pitkälle jalostettuihin erikoistuotteisiin, koska raaka-ainetta on vähän.

Luontaisilla levinneisyysalueillaan, erityisesti Venäjällä, lehtikuusta käytetään paitsi rakennuspuuna, myös lastulevyteollisuudessa ja kuiduttavassa teollisuudessa.

2. Puuaineen ominaisuudet

21. Kuiva-tuoretiheys

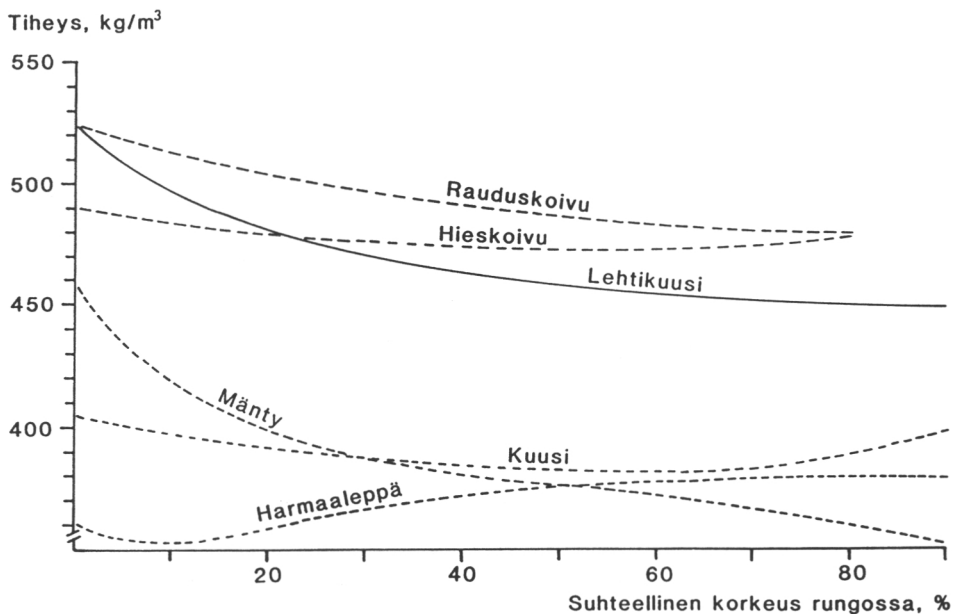
Lehtikuusitukkien kuiva-tuoretiheys on suurempi kuin kuusi- tai mäntytuokeissa, mutta yleensä pienempi kuin koivutuokeissa. Painava puu on lujempaa kuin kevyt, mutta suurikokoisten kappaleiden käsittely voi olla painon vuoksi hankalampaa. Puutavaran kuivaus on raskailla puulajeilla ongelmallisempaa kuin kevyemmällä lajeilla.

Kuiva-tuoretiheyden vaihtelu järeissä lehtikuusitukeissa.

Tiheyden- mittauskohta	Mitattujen puiden lukumäärä	Kuiva-tuore- tiheys kg/m ³	Keski- hajonta kg/m ³
Tyvitukin tyvi	391	519,6	65,7
Tyvitukin latva	76	509,2	54,5
2. tukin latva	72	471,5	44,5
3. tukin latva	39	451,0	32,6
4. tukin latva	23	440,5	26,6

Eteläsuomalaisen mäntytukin keskimääräinen kuiva-tuoretiheys on 427 kg/m³, kuusitukin 373 kg/m³ ja koivutukin 501 kg/m³ (Hakkila 1966). Pohjois-Suomessa mänty on kevyempää, kuusi painavampaa kuin Etelä-Suomessa. Viljavalla kivennäismaalla männyn ja kuusen kuiva-tuoretiheys on pienempi kuin karulla maalla.

Lehtikuusen puuaineen kuiva-tuoretiheys on suurimmillaan puun tyvellä ja laskee tasaisesti latvaa kohden (kuva 1).



Kuva 1. Lehtikuusen ja tärkeimpien kotimaisten puulajien kuiva-tuoretiheyden vaihtelu rungon suhteellisilla korkeuksilla tyvestä latvaan (Hakkila 1966).

Muiden puulajien tapaan lehtikuusen ytimen ympärille muodostuu vaihtelevan levyinen, normaalia puuainetta kevyempi ja hauraampi nuorpuuvyöhyke. Lehtikuusitukkien sahaustukimuksessa tukin nuorpuuosan kuiva-tuoretiheys oli 50 - 60 kg/m³ pienempi kuin ulompana tukissa (Sipi 1988). Kannonkorkeudelta määritettynä n. satavuotiaiden lehtikuusten (siperianlehtikuusi ja euroopanlehtikuusi) kuiva-tuoretiheys oli korkeimmillaan 40 - 60 vuoden ikäisissä lustoissa (Kärkkäinen 1978).

22. Lehtikuusilajien väliset tiheyserot

Suomessa kasvaneen siperianlehtikuusen kuiva-tuoretiheys on yleensä suurempi kuin täällä kasvaneen euroopanlehtikuusen kuiva-tuoretiheys.

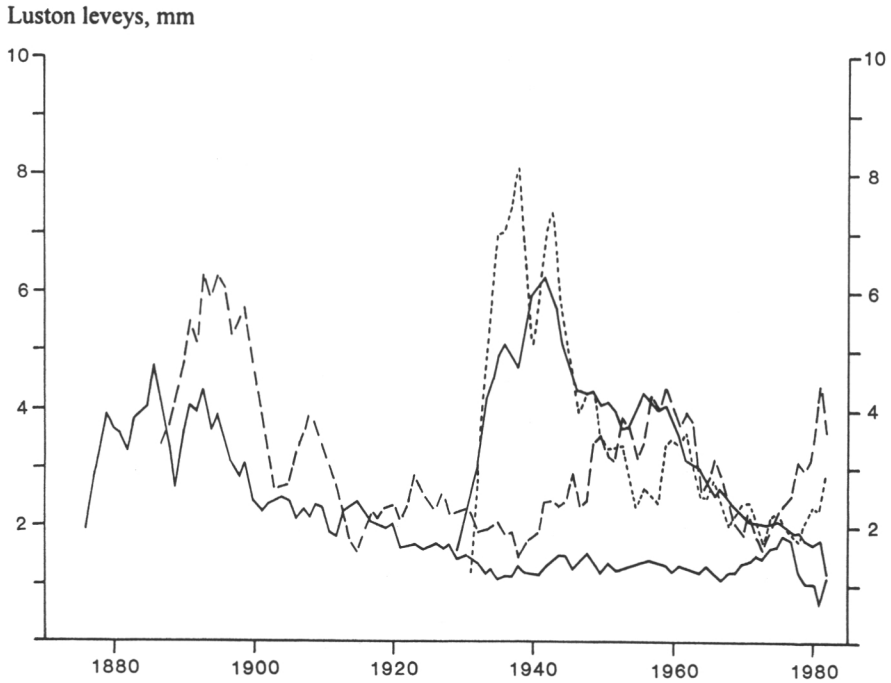
Suomessa kasvaneiden lehtikuusilajien kuiva-tuoretiheyksiä.

Lähde	Puulaji	Sijainti	Ikä	Havaintokohta	Kuiva-tuoretiheys kg/m ³	Keskijointa kg/m ³
Tämä tutkimus	Siperianl.	Punkaharju	100	Tyvi	539	40,3
"	Euroopanl.	"	100	"	459	44,8
"	Siperianl.	"	60	"	476	32,3
"	Euroopanl.	"	60	"	461	36,2
Kärkkäinen (1978)	Siperianl.	"	100	"	543	45,9
"	Euroopanl.	"	100	"	480	36,9
Hakkila & Winter (1973)		Maan eri osat		Runko keskim.		
"	Siperianl.	"	50	"	491	-
"	Euroopanl.	"	50	"	486	-
"	Dahurianl.	"	50	"	522	-
"	Japaninl.	"	50	"	440	-

Myös Ruotsissa todettiin siperianlehtikuusi painavammaksi kuin euroopan- ja japaninlehtikuusi tai lännenlehtikuusi (Edlund 1966).

23. Lustonleveys

Lehtikuusi kasvaa nuorena nopeasti ja siksi lustot ytimen ympärillä ovat leveitä. Puun ikään-tyessä ja rungon ympäröimän kasvaessa lustonleveys alkaa pienentyä. Valotilan lisääntymisen esim. harvennuksen jälkeen näkyy leveämpinä lustoina, samoin kasvun kannalta edulliset sääolot (kuva 2).



Kuva 2. Lustonleveyden vaihtelu ytimestä pintaan neljässä lehtikuusikossa Punkaharjulla. Yhtenäisellä viivalla esitetyt ovat siperianlehtikuusikoita, katkoviivalla esitetyt ovat euroopanlehtikuusikoita.

Keskimääräiset lustonleveydet lehtikuusen tyvilleikossa ytimestä pintaan Kärkkäisen (1978) mukaan. Aineistossa sekä siperian- että euroopanlehtikuusia.

Etäisyys ytimestä v	Vuosiluston leveys mm
0 - 20	4,9
21 - 40	2,5
41 - 60	2,0
61 - 80	2,3
81 - 100	1,5

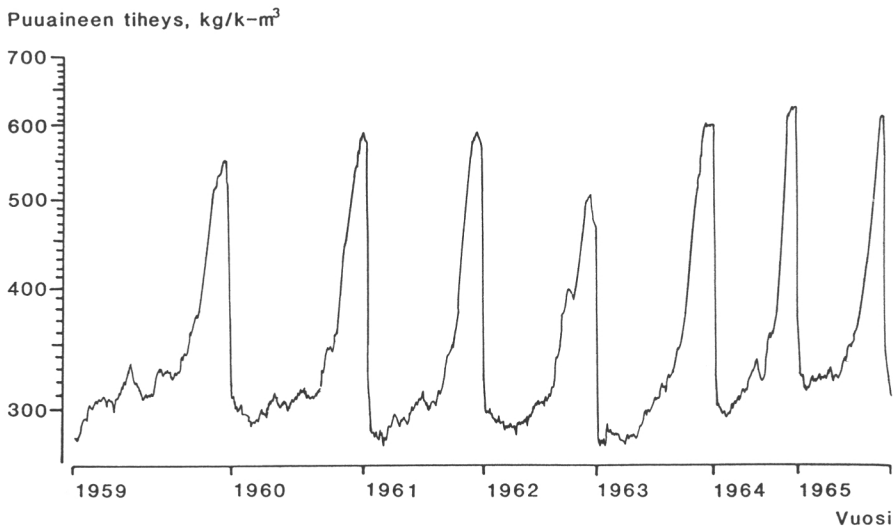
Lehtikuusitukkien mittaustutkimuksessa löydettiin parhaimmin kasvaneiden puiden tyvitu-keista nuorpuun alueelta yli 1 cm leveitä lustoja. Sipin (1988) aineistossa lehtikuusitukkien latvaleikosta mitattu vuosiluston leveys oli nuorpuun alueella keskimäärin 7,1 mm, muussa sydänpuussa 3,2 mm ja pintapuussa 1,8 mm. Puut olivat n. 60-vuotiaita. Männyn ja kuusen keskimääräinen lustonleveys on 1,5 - 2,0 mm. Nuorissa männnyissä ytimen lähellä voi olla yli 4 mm:n lustoja, samoin hyvin kasvaneissa kuusissa.

24. Vuosilustojen kesäpuuosuus

Monet lehtikuusipuun käsittelyssä, erityisesti kuivauksessa, esiintyvät ongelmat johtuvat sekä lustojen välisestä että lustojen sisäisestä, mäntyä ja kuusta suuremmasta epähomogeenisuudesta: kevät- ja kesäpuun jyrkästä rajasta, niiden kuiva-tuoretiheyden suuresta erosta ja kesäpuosuuden selvästä lisääntymisestä puun vanhetessa.

Lehtikuusen vuosilustojen kesäpuuosuus on ytimen ympäristössä pieni verrattuna myöhemmin syntyneisiin lustoihin. Lappi-Seppälän (1927) mukaan kesäpuun osuus rinnankorkeudella oli 12 %, mutta 60 vuoden iässä jo 40 %. Kesäpuun osuus on vanhojen puiden tyvellä, nuorpuualueen ulkopuolella jopa yli 50 % luston pinta-alasta. Sipin (1988) mukaan siperianlehtikuusitukkien nuorpuussa kesäpuuosuus oli 12,9 %, muussa sydänpuussa 28,3 % ja pintaapuussa 35,1 %. Vaihtelualue oli erittäin suuri, nuorpuun 9,9 prosentista pintaapuun 55 prosenttiin. Toisessa aineistossa (Juvonen ym. 1987), jossa oli mukana myös euroopanlehtikuusta, vaihtelualue oli vielä suurempi eli 6,3 - 54 %. Männyllä kesäpuuosuus on hieman alhaisempi kuin lehtikuusella, mutta vaihtelualue on männylläkin laaja.

Lehtikuusen lustossa tummana näkyvän kesäpuun kuiva-tuoretiheys on selvästi suurempi kuin vaaleana näkyvän kevätpuun tiheys (kuva 3). Sairasen (1982) ja Juvosen ym. (1986) tekemien kirjallisuusselvitysten mukaan lehtikuusen kesäpuu saattaa painaa 2,1 - 2,9 kertaa enemmän kuin kevätpuu. Lähes yhtä suuria kevät- ja kesäpuun tiheyden välisiä eroja on annettu kuitenkin myös männylle.



Kuva 3. Kevät- ja kesäpuun kuiva-tuoretiheyden vaihtelu lehtikuusen vuosilustoissa (Hakkila & Winter 1973).

25. Sydänpuun osuus

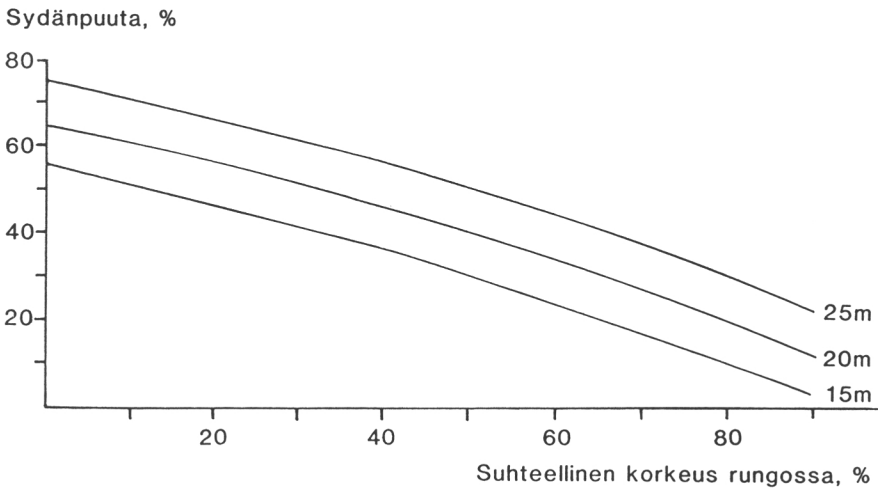
Lehtikuudessa on sydänpuuta enemmän kuin männyssä. Lehtikuusitukista saadaan haluttaessa enemmän puhdasta sydänpuulautaa ja soiroa kuin männystä. Etu on mainittava, koska sydänpuu kestää pintapuuta paremmin puutavaralahottajia.

Lehtikuudessa sydänpuuta alkaa muodostua jo kymmenen - viidentoista vuoden iässä. Sydänpuun osuus on suurimmillaan lehtikuusen tyvellä ja laskee tasaisesti latvaa kohti (kuva 4). Männyn sydänpuumuodostus alkaa yleensä vasta 25 - 30 vuoden iässä Etelä-Suomessa ja Lapissa myöhäisimmillään vasta 70-vuotiaana.

Sydänpuun osuus vanhoissa lehtikuusissa on jopa 80 % rungon tilavuudesta. Lappi-Seppälän (1927) mukaan lehtikuusirungon sydänpuun tilavuusosuus kasvoi 15 prosentista 80 prosenttiin, kun puun ikä nousi 16 vuodesta n. 200 vuoteen. Kärkkäisen (1978) mukaan pintapuulustoja oli satavuotiaissa puissa 5 - 24 kpl. Sipin (1988) aineiston n. kuusikymmenvuotiaissa tukeissa latvaleikosta mitattu sydänpuuosuus oli keskimäärin 67 % (vaihtelualue 39 - 89 %). Osuus on puiden ikään nähden korkea, mikä voi johtua laskentatavasta. Eteläsuomalaisella männnyllä sydänpuun osuus tyvitukin latvaläpimitan alasta oli Kellomäen (1981) mukaan korkeimmillaan 40 - 45 %.

26. Lehtikuusen lujuus

Lehtikuusipuun lujuusarvot ovat puuaineen tiheydestä johtuen yleensä suuremmat kuin männnyllä ja kuusella, mutta samat tai alemmat kuin koivulla. Erittäin suuri ero mäntyyn ja kuuseen nähden on puun kovuudessa. Lehtikuusen puuaineen kovuus voi aiheuttaa hankaluuksia puun työstössä ja käytössäkin.



Kuva 4. Sydänpuun osuuden vaihtelu rungon suhteellisilla korkeuksilla eri mittaisissa lehtikuusissa (Hakkila & Winter 1973).

Siperianlehtikuusen ja männyn, kuusen sekä koivun tiheys- ja lujuusarvoja kirjallisuustutkimuksen mukaan (Sairanen 1982).

Puulaji	Tiheys kg/m ³	Kimmo- moduli MPa	Taivutus- lujuus MPa	Puristus- lujuus MPa	Kovuus MPa
Siperian- lehtikuusi	490- 560	12 000- 14 800	96- 101	47- 61	3 730- 4 710
Mänty	427	12 500	84	47	2 700
Kuusi	390	13 400	84	44	2 700
Koivu	495	14 800	105	53	4 310

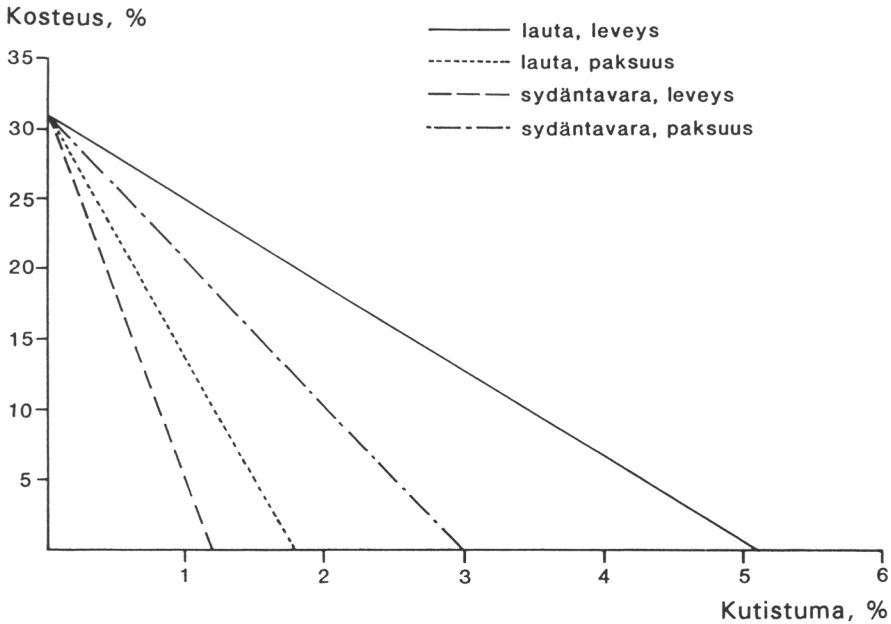
Sipin (1988) mukaan lehtikuusisahatavaran visuaalisesti eli silmävaraisesti määritettyä lujuutta (T-luokitus) alentavat sahatavaran muodonmuutokset, syysuunnan vaihtelu ja runsaslukuiset kuivat oksat, jossain määrin myös isot terveet oksat. Tutkimuksessa käytettiin männyn ja kuusen luokitusohjeistoa, eikä lehtikuusen suurta kuiva-tuoretiheyttä otettu erikseen huomioon.

Lehtikuusen halkaisulujuus on suhteellisen heikko, siksi lehtikuusilautoja ei pidä naulata. Ruuvikiinnityksiä tulee myös välttää, mutta jos niitä tarvitaan, on ruuveille porattava reikä. Liimasaumat kestävät hyvin, jos ne on tehty loppukäyttöä silmällä pitäen oikeassa kosteus-suhteessa. Märkiin olosuhteisiin joutuva liimasauma pitää tehdä puun ollessa kosteampaa kuin kuiviin olosuhteisiin tuleva liimasauma (Sairanen 1982).

Käytännön kokemusten mukaan höylätessä tulee paljon tikkuja ja sälöjä. Säölöily aiheutunee sekä puuaineen kovuudesta että alhaisesta halkaisulujuudesta johtuvasta lohkeilusta. Käytössä tikkuuntumista esiintyy, jos lehtikuusi joutuu teräväreunaisten kappaleiden iskuille alttiiksi, kuten käy kuormattaessa kiviä tai kivistä maata lehtikuusiselle lavalle.

27. Lehtikuusen kutistuminen ja paisuminen

Muutokset saheen mitoissa ja muodossa ovat lehtikuusta kuivattaessa suurempia ja yleisempiä kuin männyllä ja kuusella. Lehtikuusi on melko arka kosteuselämiselle. Sairasen (1982) kirjallisuustutkimuksen mukaan siperianlehtikuusi kutistuu säteen suunnassa 5,4 % ja tangentin suunnassa 12,0 %. Tilavuuskutistuma on 19,8 %. Säteensuuntainen paisuma on 6,0 %, tangentinsuuntainen 11,7 % ja tilavuuspaisuma 18,3 %. Lehtikuusi kutistuu ja paisuu enemmän kuin mänty, kuusi tai koivu lukuunottamatta säteensuuntaisia muutoksia koivussa. Sipin (1988) mukaan absoluuttisen kuivan sydäntavaran kutistuma tangentin suunnassa vaihteli välillä 0,7 - 7,7 % ja säteen suunnassa välillä 0,2 - 2,8 % (kuva 5). Keskimääräisten arvojen mukaan tangentinsuuntainen kutistuminen oli n. 2,5 kertaa suurempi kuin säteen suuntainen. Kirjallisuudessa esiintyvien tietojen mukaan männyn vastaava arvo on 1,6 ja kuusen 1,7 (Juvonen ym. 1986).



Kuva 5. Lehtikuusilautojen ja sydäntavaran kutistuminen paksuus- ja leveysuunnassa (Sipi 1988).

3. Lehtikuusen sahaus ja kuivaus

31. Lehtikuusen sahaus

Lehtikuusessa on runsaasti pihkakehkeämiä, joiden arvellaan syntyvän mikroskooppisen piiniin, puun liikkeiden tai kasvujännitysten aiheuttamiin säröihin. Pihkataskujen juokseva pihka aiheuttaa lehtikuusen sahausessa enemmän ongelmia kuin männyn puuaineen runsaampi, mutta puusolukkoon tasaisemmin jakautunut pihkaisuus. Pihkaongelmia on torjuttu perinteisissä käyttäjämaissa mm. sahaamalla joka viidennen - kahdeksannen lehtikuusitukin jälkeen mänty- tai kuusitukki. Puolassa lehtikuusta ei sahata lainkaan kesäaikana juuri pihkavaikeuksien vuoksi. Osasyynä voivat olla myös suomalaisia heikkommat sahalaitteet. Sahattaessa voidaan teriä viilentää kylmällä vedellä, käyttää erikoispinnoitettua terämateriaalia tai harittaa hampaat leveämmin kuin mäntyä tai kuusta sahattaessa. Suomessa terien puhdistamiseen on käytetty paloöljyä.

Tukeista on syytä valmistaa lyhyempiä kuin mänty- tai kuusitukeista. Joissain tapauksissa voi olla edullista ottaa tyvitukki erityisen lyhyenä, koska tyvilaajentuman alueella sisäiset jännitykset voivat olla hyvin suuret. Osa lehtikuusisaheista vääntyy jo sahattaessa näiden kasvujännitteiden purkautuessa. Lyhyitä tukkeja tekemällä voidaan myös vähentää lehtikuusessa lähes aina esiintyvän lenkouden ja yleisesti esiintyvien mutkien aiheuttamia haittoja.

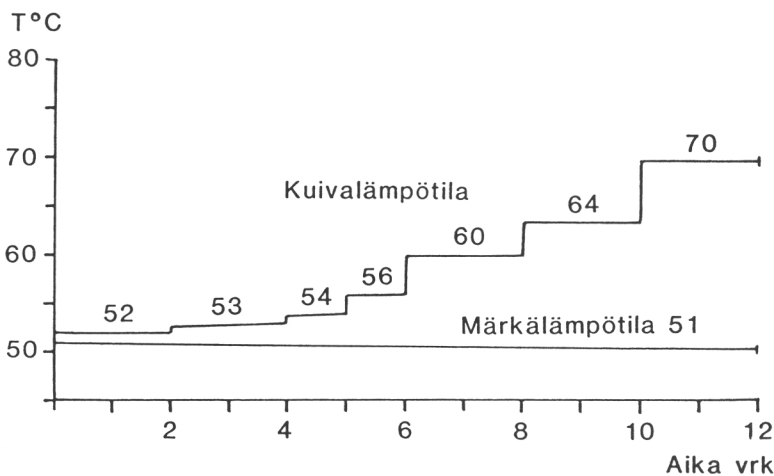
Lehtikuusitukki sahataan aina latva edellä. Lehtikuusta voidaan sahata normaalista nelisahauksesta poiketen läpisaauksena tai segmenttisaauksena tai näiden yhdistelmänä, kuten tehdään Venäjällä. Käyttösuhte tosin huononee. Myös pinnan myötäinen sahaustapa on mahdollinen, erityisesti silloin, kun halutaan oksatonta pintapuuta mahdollisimman paljon ja halutaan käyttää hyväksi syyrakenteen koristeellisuus.

32. Lehtikuusisahatavaran kuivaaminen

Lehtikuusen kuivaus näyttää olevan ongelmallisempaa kuin männyn tai kuusen kuivaus. Lehtikuusisaheisiin syntyy kuivauksen yhteydessä melko paljon muodonmuutosvikoja, vääntymiä ja kieroutumia. Ongelmana ovat myös saheista irtoavat kuivat oksat. Halkeamia ei kuitenkaan esiinny mainittavasti. Sen sijaan kuivattaessa kuorittua pyöreää puuta, kuten lehtikuusimastoja, pitkittäissuuntaisia halkeamia syntyy runsaasti.

Lehtikuusen sahaus-kuivauskokeissa (Juvonen ym. 1987, Sipi 1988) lehtikuusilautojen kuivauksessa jouduttiin käyttämään korkeampia lämpötiloja kuin männyllä tai kuusella. Märkälämpötila oli lehtikuusen kuivauserissä 48 ja 55 astetta, kun männyllä käytetään keskimäärin 39 asteen lämpöä. Kuivalämpötilat olivat 50 - 74 astetta ja 56 - 65 astetta, kun ne männyllä ovat 50 - 62 astetta. Lehtikuusen kuivausaika on pidempi kuin männyllä tai kuusella.

Laudoille ei kokeissa löydetty täysin suosituskelpoista kuivauskaavaa. Soiroille (63 x 200, 75 x 150 ja 75 x 200) sen sijaan löytyi sopiva kaava (kuva 6).



Kuva 6. Lehtikuusisoiroille sopiva kuivauskaava (Sipi 1988).

Sipin (1988) mukaan kuivauksessa syntyi eniten muodonmuutoksia silloin, kun tukista oli sahattu kolme sydänkappaletta siten, että ydin oli yhden sydänkappaleen sisällä. Muodon-

muutokset olivat yleisimpiä ytimen lähistöstä saatuissa kappaleissa ja ne vähenivät siirryttäessä ytimestä pois päin (Juvonen ym. 1987, Sipi 1988). Ilmiö on tuttu myös männyllä ja kuusella. Oksaisuuden ja siitä aiheutuvan syysuunnan häiriintymisen todettiin lisäävän muodonmuutoksia. Tässä hyvä syy pystykarsia luonnostaan erittäin huonosti karsiutuva lehtikuusi! Pystykarsinta näyttää viilutuskokeiden mukaan olevan erittäin järkevää nimenomaan lehtikuusella (Tuimala 1984).

4. Lehtikuusen lahonkestävyys

Lehtikuusta, erityisesti sen sydänpuuta, on pidetty ja pidetään edelleen hyvin kestäväenä puu-tavaralahottajia vastaan. Vanhoissa käsikirjoissa lehtikuusen sydänpuu on luokiteltu erittäin kestäväksi puuksi, jopa tammen sydänpuuta kestävämmäksi. Keskieurooppalaisista julkaisuista lähtöisin olevat tiedot on toistettu pohjoismaisissa käsikirjoissa (mm. Helander 1918). On oletettu, että mitä tummempaa ja raskaampaa sydänpuu on, sitä enemmän siinä on laho-tartuntoja estäviä uuteaineita. Lahottajista ainakin verinahka tarttuu lehtikuuseen. Uuteaineiden on arveltu estävän myös hyönteisten vioituksia. Hyönteisistä termitit iskeytyvät lehtikuuseen erittäin helposti.

Lehtikuuseen liitetty lahonkestävyys ei tietenkään ole vailla vahvaa kokemuspohjaa. Lehtikuusta on käytetty erityisesti Siperiassa olosuhteissa, jotka vaativat puulta todellista kestävyyttä, mm. suoraan maahan ilman kivijalkaa tehdyissä rakennuksissa. Kestävyyttä lienee edesauttanut maan riittävä kosteus. Myös Suomesta löytyy käytännön kokemuksiin perustuvaa tietoa siitä, että lehtikuusen sydänpuu kestää pitkään hyvänä kosteudenvaihteluille ja roiskevedelle alttiissa hirsikerroissa. Pitkäaikaista käyttöä ovat kestäneet myös niin eläinten juottoaltaat laitumilla, navettojen kynnykset ja karsinapuu kuin ulkoilmakalusteetkin.

41. Lahotuskokeet

Maalahotuskokeiden perusteella lehtikuusen sydänpuu luokitellaan samaan kestävyysryhmään kuin männyn sydänpuu. Kestävimpiä ovat eräät trooppiset puulajit, kuten teak, niiden jälkeen tulee tammen sydänpuu ja sitten lehtikuusen ja männyn sydänpuu (mm. Alriksson 1992, ks. myös Löyttyniemi 1986). Luontaisen lahonkestävyyden oletetaan havupuilla olevan yhteydessä puuaineen painoon, joka puolestaan riippuu kesäpuun osuudesta, jossain määrin vuosiluston leveydestä ja uuteaineiden runsaudesta. Iäkäs puu on sen mukaan kestävämpää kuin nuori.

Lahovaurioita alkoi syntyä lehtikuusissa aidantolpissa ja pylväissä, samoin puulatoilla tehdyissä kokeissa lyhimmillään kahden vuoden kuluessa. Pisimmillään pyöreän puun kesto aika saattoi olla 30 vuotta. Lehtikuusen sydänpuun arvioidaan kestävän terveenä keskimäärin 15 vuotta (mm. Alriksson 1992, Björkman 1944, Home grown 1967). Ueckermann & Lülfi ng (1974) totesivat käsittelemättömän mäntyisen aidantolpan keskimääräisen kestoajan olevan 12 vuotta ja lehtikuusitolpan 15 vuotta. Suomalaiset käytännön havainnot tukevat käsitystä lehtikuusen lahonkestävyyden suuresta vaihtelevuudesta.

Lehtikuusen pintapuu ei ole erityisen lahonkestävää vaan on verrattavissa männyn pintapuuhun. Lehtikuusen ja männyn pintapuu on altis saamaan sinistäjäisien tartunnan, mutta sydänpuuhun sinistymävaurioita ei yleensä tule.

42. Luontaisesti lahonkestävä ja kyllästetty puu ovat eri asia

Lehtikuusta verrataan mielellään kyllästettyyn puuhun ja sitä jopa pidetään vaihtoehtona kyllästetyille puulle. Oikein asennettuna kyllästetty pyöreä puutavara pysyy maakosketuksessaikin hyvänä jopa viisikymmentä vuotta. Kyllästetty sahatavara säilyy parhaimmillaan ehkä kolmekymmentä vuotta. Maalahotuskokeiden mukaan parhaiten kestäneet lehtikuuset ovat säilyneet lähes vaurioitta kolmekymmentä vuotta, mutta osa koekappaleista on maatunut aikoja ennen sitä. Tässä on olennainen ero kyllästetyn ja luonnostaan kestävä puun välillä. Kyllästetyn pylvään toimittaja voi luvata, että oikein kyllästetty ja käytetty pylväserä säilyy edellämainitun viisikymmentä vuotta tai ainakin suurin osa siitä säilyy. Lehtikuusen toimittaja ei voi tällaista takuuta antaa, koska erot puuyksilöiden välillä ovat suuret eikä kestävimpien yksilöiden tuntomerkkejä tiedetä niin, että valinta voitaisiin luotettavasti tehdä. Lehtikuusen toimittaja voi sen sijaan taata, että puussa ei ole arseenia, kromia tai kuparia myrkyllisissä määrin.

Kun puuta käytetään kohteissa, joissa kyllästysaineita ei saa olla tai ei toivota olevan, kyllästetty puu ei enää ole vaihtoehto. Tällä hetkellä ovat voimalla tulossa ekologiset, myrkkyyhin kielteisesti suhtautuvat tuotteiden valintaperusteet, joille tuottaja ei todennäköisesti voi mitään. Lehtikuusen ja männyn sydänpuu ovat silloin todellinen vaihtoehto monessa paikassa, missä kyllästettyä puuta on tähän asti käytetty huolettomasti, mutta missä selvittää vähäisemmälläkin lahonkestävyydellä.

5. Kirjallisuus

- Alriksson, B.-Å. 1992. Nya nischer för trä. Kunden som hittade rätt./Träskyddsinstitutet "Lärk inget alternativ". Skogen 1992(5): 36-38.
- Björkman, E. 1944. Om röthärdigheten hos lärkvirke. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift 1944(1): 18-45.
- Edlund, E. 1966. Den sibiriska lärken i Norrland och Dalarna som skogsträd och industriråvara. Sveriges Skogsförbunds Tidskrift 64(6): 521-560.
- Hakkila, P. 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. Lyhennelmä: Tutkimuksia männyn, kuusen ja koivun puuaineen tiheydestä. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 61(5). 98 s.
- & Winter, A. 1973. On the properties of larch wood in Finland. Lyhennelmä: Suomessa kasvatetun lehtikuusipuun ominaisuuksista. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 79(7). 45 s.
- Helander, A. B. 1918. Metsänkäyttö-oppi. Porvoo. 553 s.
- Home grown timbers. Larch. 1967. Ministry of technology. Forest products research laboratory. Her Majesty's stationery office. London.
- Juvonen, R., Sipi, M. & Hannukainen, J. 1987. Lehtikuusen tuotanto- ja käyttöominaisuudet mekaanisessa metsäteollisuudessa. Siperianlehtikuusen kierteisyys ja sen vaikutus sahatavaran muodonmuutoksiin. Teknillinen korkeakoulu, puunjalostustekniikan laitos, puun mekaanisen teknologian laboratorio. Tiedonanto 44. 29 s.

- Juvonen, R., Sipi, M. & Kotilahti, T. 1986. Lehtikuusen tuotanto- ja käyttöominaisuudet mekaanisessa metsäteollisuudessa. Kirjallisuustutkimus. Teknillinen korkeakoulu, puunjalostusosasto, puun mekaanisen teknologian laboratorio. Tiedonanto 35. 32 s.
- Kellomäki, S. 1981. Mäntysahapuun laadun ja sydänpuuosuuden yhteys tukin ulkoisiin tunnuksiin. Abstract: Quality of pine logs and proportion of heartwood as related to properties of the logs. *Folia Forestalia* 489. 13 s.
- Kärkkäinen, M. 1978. Havaintoja iän vaikutuksesta lehtikuusen puuaineen tiheyteen. Summary: Observations on the effect of age on the basic density of larch wood. *Silva Fennica* 12(1): 56-64.
- Lappi-Seppälä, M. 1927. Tutkimuksia siperialaisen lehtikuusen kasvusta Suomessa. Referat: Untersuchungen über den Zuwachs der sibirischen Lärche in Finnland. Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisuja 12.
- Löyttyniemi, K. 1986. Männyn sydänpuu - luonnon kestopuuta. Männyn sydänpuun luontaisen lahon- ja hyönteistuhonkestävyyden hyväksikäytöstä. Summary: On natural durability of pine heartwood. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 231. 50 s.
- Sairanen, P. 1982. Lehtikuusen ominaisuudet ja käyttö Neuvostoliiton mekaanisessa metsäteollisuudessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 72. 25 s.
- Sipi, M. 1988. Lehtikuusen tuotanto- ja käyttöominaisuudet mekaanisessa metsäteollisuudessa. Lehtikuusisahatavaran kuivaus- ja laatuominaisuuksia. Teknillinen korkeakoulu, puunjalostustekniikan laitos, puun mekaanisen teknologian laboratorio. Tiedonanto 45. 41 s.
- Tuimala, A. 1984. Lehtikuusi, tuttu, tuottoisa vieras. *Metsäliiton Viesti* 1984(3): 12-13.
- Ueckermann, E. & Lülfiing, D. 1974. Durability of fence posts of pine (*Pinus sylvestris*), larch (*Larix decidua*) and Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) for fencing of game enclosures and plantations. Julkaisussa *Forestry abstracts*. 1975. 36(8) viite nro 5232.

LEHTIKUUSEN MITTAUS JA KAUPPA

Erkki Verkasalo

1. Johdanto

Lehtikuusi on Suomessa viljelymetsätalouden erikois- ja maisemapuu. Arviot lehtikuusiviljelmien laajuudesta vaihtelevat 10 000 hehtaaria (Ge den sibiriska ...1990) alle 25 000 hehtaariin (Tuimala 1992). Kun valtaosa lehtikuusikoista on lisäksi nuoria, merkitys puumarkkinoilla on vähäinen. Metsiköiden ikäluokkarakenteen vuoksi lehtikuusipuutavaran tarjonta kuitenkin kasvaa tulevaisuudessa.

Tässä esitelmässä käsitellään lehtikuusipuutavaran nykyistä kysyntää ja tarjontaa, hinnoittelua ja markkinoiden erityispiirteitä Suomessa sekä lehtikuusenkin kauppaan olennaisesti kuuluvaa mittausta ja siinä käytettäviä menetelmiä. Lisäksi esitellään ennakkotuloksia Metsäntutkimuslaitoksessa käynnissä olevasta lehtikuusitukkien mittaustutkimuksesta.

2. Lehtikuusi Suomen puukaupassa

2.1 Hakkuut ja kaupan piirissä olevat puumäärät

Lehtikuusen hakkuut ovat Suomessa vaatimattomia pääpuulajeihin verrattuna. Kun mäntyä ja kuusta hakattiin 1980-luvulla kumpaakin 15-20 milj. m³/a, lehtikuusta hakattiin vain 1 000 - 2 000 m³/a (taulukko 1).

Taulukko 1. Arvio lehtikuusen hakkuista metsänomistajaryhmittäin 1980-90.

Omistajaryhmä	Puutavaralaji			Yhteensä
	Sahapuu, pylväät	Kuitu- puu m ³ /ha	Muu	
Metsäntutkimuslaitos	359	73	158	590
Metsähallitus	...	...	...	300 - 400
Yksityismetsät, metsäyhtiöt	...	...	...	200 - 1000
Yhteensä	...	...	...	1000 - 2000

Lähteet: Metsäntutkimuslaitos 1992, Vainio suull.

Suuri osa lehtikuusipuutavarasta, keskimäärin 600 m³/a, on tullut Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusalueista. Siellä valtaosa hakkuista on ollut järeää puuta, jonka suuri kysyntä onkin johtanut hakkuumahdollisuuksien pientymiseen (Salakari suull.). Metsäntutkimuslaitos myy valtaosan hakkaamastaan lehtikuusesta, yleensä hankintakaupalla. Myydystä lehtikuusesta on 1980-luvulla mennyt 43 % metsäyhtiöille edelleen jalostettavaksi, 41 % muille valtion laitoksille ja 16 % yksityisille rakentajille (Metsäntutkimuslaitos 1992). Erityisesti yksityisten rakentajien kanssa tehdyt kaupat ovat olleet pieniä, keskimäärin 11 m³. Kaupat muille valtion laitoksille ja metsäyhtiöille ovat olleet suurempia, keskimäärin 220 ja 53 m³, mikä kylläkin on johtunut muutamasta suuresta kuitupuusekä maa- ja vesirakennuspuukaupasta.

Toinen lehtikuusikoiden pääomistaja Metsähallitus on hakannut vuosittain 300 - 400 m³ etupäässä harvennuspuuta kansallispuistojensa rakennustarkoituksiin (Vainio suull.). Paikalliskäyttöön on myyty pieniä määriä käteiskaupoilla. Kun Metsähallituksen lehtikuusitaimikot alkavat varttua ensiharvennusvaiheeseen 2000-luvulla, hakkuumahdollisuuksien odotetaan kasvavan ehkä 10 000 - 15 000 kuutiometriin vuodessa.

Yksityismetsien lehtikuusen hakkuista ei ole olemassa tilastotietoja. Ne lienevät muutamia satoja kuutiometrejä vuodessa valtaosan puusta mennessä kotitarverakentamiseen.

2.2 Tavaralajit ja loppukäyttö

Lehtikuusen markkinat ovat Suomessa kaksijakoiset. Järeä lehtikuusi on moniin erikoiskäyttötarkoituksiin sopivaa ja haluttua kotimaista jalopuuta, kun taas kuitupuulle ei ole lainkaan kysyntää.

Järeää lehtikuusta ostetaan sekä tukkeina että pylväinä. Enin kysyntä on nykyisin maa- ja vesirakennuspuuksi (laituri- ja patorakenteet, pitkospuut, junttapaalut) ja laivanrakennuspuuksi (mastot, tuki- ja kansirakenteet) (Juvonen ym. 1986, Salakari suull., Vainio suull.). Näissä käyttökohteissa lehtikuusen sydänpuun luontainen lahonkestävyys on eittämätön etu (Sairanen 1982). Ilmeikkään värinsä vuoksi lehtikuusta käytetään jonkin verran myös sisustuspuuksi (seinä- ja kattopaneelit, lattialaudat), ulkoverhoiluun ja ulkokalusteisiin (Tuimala 1992). Lisäksi huonekaluteollisuus on käyttänyt vähäisiä määriä sekä massiivipuuna että leikkattuna viiluna (Tuimala 1992).

Järeän lehtikuusen monista käyttötarkoituksista johtuu, että mitta- ja laatuvaatimukset vaihtelevat paljon sekä ostajittain että leimikoittain. Pylväiden toivepituus vaihtelee 7 - 20 m ja minimiläpimitta 13 - 20 cm. Lenkous- ja mutkaisuusrajoitukset ovat yleensä samat kuin mäntypylväillä. Suurimmat pylväät menevät laivanmastoiksi ja pienimmät erilaisiksi paa-luiksi. Tukkien pituus vaihtelee 2 - 7 m ja minimiläpimitta 12 - 17 cm. Pieniä tukkeja hakataan lähinnä leimikon tukkipuukertymän maksimoimiseksi. Toisaalta kun lehtikuudessa ollaan yleensä kiinnostuneita sydänpuusta, tukin pituudella ja paksuudella ei ole niin suurta merkitystä kuin männynllä ja kuusella.

Samat viat, jotka mänty- ja kuusitukeilla johtavat raakkaukseen (kuivat ja lahot oksat, lenkous, mutkat), eivät lehtikuusitukeilla ole välttämättä ratkaisevia loppukäytön kannalta, joten tukkien laatuvaatimukset ovat käytännössä varsin lieviä. Ainoastaan viulunleikkaukseen on vaadittu oksatonta tukkia (Vainio suull.). Toinen syy suhteellisen vikaistenkin tukkien hyväksymiseen on ollut tarjonnan vähyys.

Pienet hakkuumahdollisuudet ovat ensisijainen syy siihen, että lehtikuusta ei haluta Suomessa selluloosan raaka-aineeksi. Lehtikuusipuun erityispiirteet, erityisesti sydänpuun vesiliukoiset uuteaineet, vaatisivat sen kuiduttamista erillään muista havupuulajeista (Hakkila ym. 1972, Hakkila ja Winter 1973). Omien kuitulinjojen rakentaminen, tai edes lehtikuusen kuiduttaminen omina erinään ei ole mahdollista näillä puumäärillä. Pieniä määriä lehtikuusta keitettiin 1970- ja 1980-luvulla sulfaattiselluloosaksi männyn joukossa. Teknisesti 10 - 20 % lehtikuusisekoitus on edelleen mahdollinen, mutta tällainen massa ei aina täytä kiristyneitä laatuvaatimuksia. - Mäntyyn verrattuna lehtikuusella on sulfaattisellun raaka-aineena sekä hyviä että huonoja puolia (Nevalainen ja Hosia 1969, Hakkila ym. 1972). Etuja ovat massan parempi repäisylujuus, paremmat optiset ominaisuudet ja mahdollisuus lisätä hiokkeen osuutta useiden paperilaatujen valmistuksessa. Haittapuolia ovat suurempi alkalisten keittokemikaalien kulutus, pienempi massan saanto ja huonompi veto- ja puhkaisulujuus.

2.3 Ostajat

Lehtikuusikaupalle ovat tyypillisiä pienet ostajat: piensahat, maa- ja vesirakentajat, talonrakentajat, laivanrakentajat ja erikoisviilutehtaat. Taulukossa 2 on lueteltu Metsäntutkimuslaitoksen asiakkaina olleita lehtikuusen ostajia. Järeää lehtikuusta on ostanut säännöllisesti vain Lehtikuusela Ky ja kuitupuuta Enso-Gutzeit Oy, sekin vain 1980-luvulla.

Taulukko 2. Lehtikuusen ostajia 1980-luvulla (Metsäntutkimuslaitos 1992).

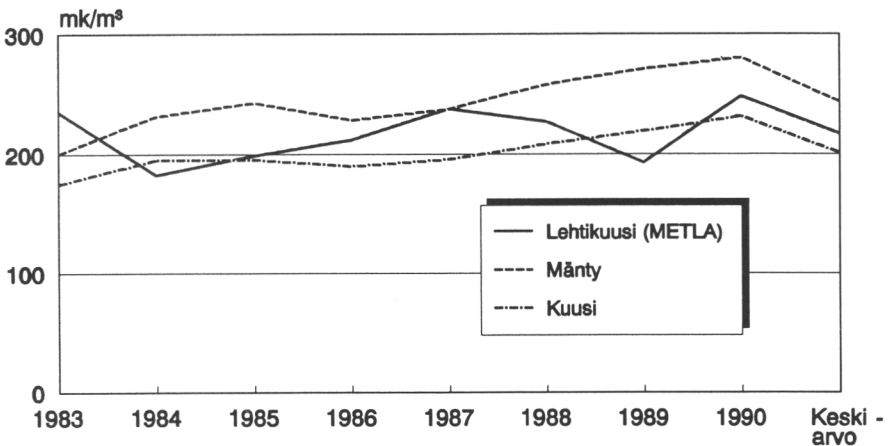
Järeä puu	Kuitupu
Lehtikuusela Ky, Lehmo (Joensuu)	Enso-Gutzeit Oy
Mahogany Oy, Lohjan viilutehdas	Yhtyneet Paperitehtaat Oy
Oy Wilh. Schauman Ab, vaneritehtaat	Oy Wilh.Schauman Ab
Oy Fiskars Ab, Porvoon listatehdas	Veitsiluoto Oy
Rakennushallitus	
Museovirasto	
Kaupungit	
Pursiseurur, laivanrakentajat	
Yksityiset talon- ja mökinrakentajat	

Ostajien vähälukuisuus ja pienuus on ollut ongelmallista lehtikuusimarkkinoiden kehittymiselle. Puunmyyjien on ollut vaikeaa saada tietoa markkinointimahdollisuuksista. Toisaalta harvojenkin lehtikuusen ostajien on ollut vaikeaa löytää sopivia lehtikuusieriä.

2.4 Hinnat

Kun tieto lehtikuusipuutavaran myynti- ja ostomahdollisuuksista on kulkenut varsin huonosti, hintataso on ollut raaka-aineen ominaisuuksista ja käyttökohteista johdettuun arvoon nähden alhainen. Järeän lehtikuusen keskihinta on Metsäntutkimuslaitoksen kaupoissa ollut yleensä kuusitukin luokkaa tai jonkin verran sen yläpuolella (kuva 1), vaikka käyttökohteet edellyttäisivät ainakin mäntytukin hintaa. Eräissä tapauksissa näin on tapahtunutkin (Tuimala 1979, Vainio suull.).

Keskihinta on vaihdellut epäsäännöllisesti eri vuosien välillä. Tämä on johtunut paitsi markkinoinnin vaihtelevasta onnistumisesta myös myyntierien koon ja laadun vaihtelusta eri vuosien välillä. Laatuhinnoittelu onkin lehtikuusella toteutunut huomattavasti paremmin kuin männyllä ja kuusella. Korkeimmat hinnat ovat Metsäntutkimuslaitoksen 1980-luvun kaupoissa olleet laivanmastopuilla, hankintahintana 450 mk/m³, ja alhaisimmat pienillä sahatukeilla ja laituripölkyillä 140 mk/m³. Yksityismetsien puukaupoissa lehtikuusitukin kantohinta on tiettävästi vaihdellut välillä 200 - 500 mk/m³.



Kuva 1. Lehtikuusi-, mänty- ja kuusitukkien hankintahinnat Etelä-Suomessa 1983-90 (Aarne 1992, Metsäntutkimuslaitos 1992).

3. Lehtikuusen mittaus

3.1 Menetelmät

Lehtikuusipuutavaran mittaus on vain harvoin mahdollista nykyaikaisilla, automatisoiduilla menetelmillä. Konehakkuu on lehtikuusileimikoissa niiden pienuuden, erikoispuuna apteerauksen ja miestyöhakkuuta ainakin vielä suosivien Metsäntutkimuslaitoksen ja Metsähallituksen leimikoiden hallitsevan aseman vuoksi harvinaista. Näin ollen nykymenetelmistä siinänsä tarkinta, halvinta, ergonomisinta ja organisatorisesti yksinkertaisinta hakkuukonemittausta ei yleensä voida käyttää. Mahdollisesti hakkuukonemittaus ei myöskään ole yhtä tarkkaa lehtikuusella kuin männyllä ja kuusella, koska lehtikuuselle tyypilliset pienet mutkat, kaarnan epätasaisuus ja sitkeistä oksista karsinnassa jäävät tyngät häiritsevät automaattista pituuden ja läpimitan mittausta. Myöskään tehdasmittaus ei tule yleensä kysymykseen varsinkaan järeällä lehtikuusitavaralla, koska sitä jalostavat sahat, veistämöt yms. ovat liian pieniä mittauslaiteinvestointeja ajatellen.

Vuokila (1960) on tehnyt lehtikuusirungoille kuutioimisytälöt, joita käytettäessä keskivirhe rungon kuorellista tilavuutta määritettäessä on ollut vain $\pm 1,7\%$ (vaihteluväli $-6,8 - +3,2\%$). Yhtälöt on sisällytetty PMP-systeemiin, joten lehtikuusileimikoiden pystymittaus on periaatteessa mahdollista. Tämä on kuitenkin yleensä tehotonta ja kallista, koska rungot on lähes aina mitattava erikoisrunkoina leimikkokohtaisten mitta- ja laatuvaatimusten vuoksi ja pystymittaus on työvoimavaltaisena menetelmänä muutenkin kallista. Tulokset eivät myöskään ole välittömästi käytettävissä.

Ainoaksi käytännön vaihtoehdoksi jää siis jälkimittaus välivarastolla, ts. järeän puutavaran kappaleittainen mittaus ja kuitupuun pinomittaus. Pylväiksi katsottavat järeät lehtikuuset (pituus yli 6,1 m) mitataan mäntypylväiden menetelmällä: mitataan kunkin pylvään pituus ja kuorellinen keskusläpimitta, kerrotaan keskusläpimittaluokittain pylväiden yhteispituus ao. luokan tilavuusluvulla (m^3/m) ja lasketaan näin saadut keskusläpimittaluokittaiset tilavuudet yhteen koko mittauserän tilavuuden määrittämiseksi (Tiihonen 1974, Maa- ja metsätalousministeriö 1991b). Menetelmä lienee kohtalaisen tarkka.

Lehtikuusitukkien mittauskäytäntö on ollut kirjava. Ohjeiden puuttuessa on mitattu joko kuorellista tai kuoretonta latvaläpimittaa ja käytetty joko männyn tai kuusen latvaläpimittaluokittaisia tilavuuslukuja ja tukkierän keskipituuden mukaisia korjauskertoimia. Mittauksen tarkkuudesta ei ole ollut tietoa. Carbonnierin (1959) ja Vuokilan (1960) lehtikuusirunkojen muotoa koskeneista tuloksista on kuitenkin pääteltävissä, että mittausvirheet ovat pienempiä sovellettaessa lehtikuuselle männyn tilavuuslukuja kuusen tilavuuslukujen sijasta.

Lehtikuusikuitupuu mitataan pinossa kuten mänty- ja kuusikuitupuu (Maa- ja metsätalousministeriö 1991a). Menetelmä sinänsä on varsin epätarkka, työläs ja kallis - lehtikuusella tuskin kuitenkaan sen huonompi kuin muilla puulajeilla.

3.2 Lehtikuusitukkien mittaustutkimus

Metsäntutkimuslaitoksen silloisella metsäteknologian tutkimusosastolla aloitettiin Pohjois-Karjalan metsänhoitoyhdistysten liiton aloitteesta tutkimus lehtikuusitukkien kappaleittaisesta mittauksesta v. 1989. Tavoitteena on kehittää lehtikuuselle pääpuulajiemme mallin mukainen, kuorelliseen latvaläpimitaan perustuva jälkimittausmenetelmä. Tällä menetelmällä saatavien tulosten tarkkuutta myös vertaillaan kuorellisen keskusläpimitan perusteella ja pystymittauksella saataviin. Lisäksi tutkitaan eräitä lehtikuusen laatuominaisuuksia (runkojen ulkoinen oksikkuus ja muoto, oksien koko ja laatu tukeissa, sydänpuun osuus, luston paksuus, puuaineen tiheys) ja niihin vaikuttavia tekijöitä.

Tutkimusaineisto käsittää 1817 tukkia 24 Etelä-Suomen leimikosta. Leimikoista oli 21 siperianlehtikuusta ja 3 euroopanlehtikuusta. Kasvupaikka oli 17 leimikolla OMT, kuudella MT ja yhdellä VT. Leimikoista oli 12 tavallisia harvennuksia, viisi poimintaharvennuksia, viisi avohakkuita ja kaksi tuulenkaatojen korjuita. Tukkipuiden keski-ikä vaihteli leimikoiden välillä 32 - 101 v. Kaikki leimikot hakattiin myyntipuiksi. Tukkien koossa oli suuria eroja leimikoiden välillä: keskipituus vaihteli 4,0 - 5,5 m ja keskilarvaläpimita 18 - 50 cm. Tämä johtui paitsi puuston kokoeroista myös tukkien mitta- ja laatuvaatimusten kirjavuudesta. Niinpä yksittäisten tukkien leimikoittaiset minimiarvot olivat pituudessa 2,7 - 4,2 m ja latvaläpimitassa 11,4 - 34,4 cm. Kuudella leimikolla hakattiin mäntytukkien silloista minimipituutta lyhyempiä ja yhdeksällä leimikolla minimiläpimittaa ohuempia tukkeja.

Taulukossa 3 on esitetty eräitä lehtikuusitukkiaineiston keskimääräisiä ominaisuuksia Rikkosen (1985) Etelä-Suomen vastaavalta alueelta keräämään mänty- ja kuusitukkiaineistoon verrattuna. Koska otanta sekä tässä että Rikkosen tutkimuksessa oli erittäin kattava, tulokset kuvaavat hyvin käytännön puukaupassa liikkuvaa tukkisumaa.

Yhdestä lehtikuusirungosta saatiin keskimäärin enemmän ja järeämpiä tukkeja kuin mänty- ja kuusirungoista, mikä johtui sekä lehtikuusien suuresta koosta että tukkien lievähköistä mitta- ja laatuvaatimuksista. Lehtikuusitukkien keskipituus oli kuusitukkien luokkaa. Huomionarvoista on kuoren suuri osuus lehtikuusitukeissa. Näin ollen lehtikuusitukeissa on selvästi vähemmän jalostuskelpoista puuraaka-ainetta kuin samanpaksuisissa mänty- ja kuusitukeissa.

Taulukko 3. Lehtikuusitukkien keskimääräisiä ominaisuuksia Etelä-Suomen mänty- ja kuusitukkeihin (Rikkonen 1985) verrattuna.

Ominaisuus	Lehtikuusi	Mänty	Kuusi
Tyvitukkeja, %	39	41	47
Pituus, m	4,82	4,71	4,81
Kuorellinen latvaläpimita, cm	23,5	20,7	21,3
Tukin tilavuus, dm ³	391	203	214
Kuoren osuus, %	21	12	10

Taulukko 4. Lehtikuusitukkien tilavuudella painotetut latva- ja keskusmuotoluvut Etelä-Suomen mänty- ja kuusitukkeihin (Rikkonen 1985) verrattuna.

	Lehtikuusi	Mänty	Kuusi
Latvamuotoluku	1,286	1,287	1,250
Keskusmuotoluku	1,052	1,041	1,028

Pölkkyjen mittausteknisiä ominaisuuksia kuvataan usein muotoluvuilla. Latvamuotoluku, mikä ilmaisee pölkyn todellisen tilavuuden ja latvalierion mukaisen sylinterin tilavuuden suhteen, on keskeinen termi latvaläpimitaan perustuvassa tilavuuden määrittämisessä. Se riippuu erityisesti pölkyn läpimitasta, pituudesta ja asemasta rungossa (Rikkonen 1985). Keskusmuotolukua, mikä ilmaisee todellisen tilavuuden ja keskusläpimitan mukaisen sylinterin tilavuuden suhteen, tarvitaan keskusläpimitaan perustuvassa tilavuuden määrittämisessä. Keskusmuotoluku riippuu paljon vähemmän pölkyn pituudesta mutta kuitenkin enemmän pölkyn asemasta kuin latvamuotoluku (Rikkonen 1985).

Taulukossa 4 on esitetty lehtikuusitukkiaineiston tilavuudella painotetut muotoluvut Rikkonen (1985) mänty- ja kuusitukkiaineistoon verrattuna. Latvamuotolukujen valossa lehtikuusen latvaläpimitaan perustuva mittaus voisi onnistua tyydyttävästi männyn tilavuusluvuilla. Tukkien keskipituuseron vuoksi tämä menettely johtaisi kuitenkin tilavuuden yliarviointiin. Kun lehtikuusen ja kuusen latvamuotoluvut eroavat selvästi toisistaan samalla tasolla olevasta keskipituudesta huolimatta, johtaisi kuusen tilavuuslukujen käyttö vastaavasti tilavuuden aliarviointiin. Täten lehtikuuselle tarvitaan omat tilavuusluvut ja tukkierän keskipituuden mukaiset tilavuuden korjauskertoimet. Keskusmuotolukutulosten perusteella sama pätee mahdolliseen keskusläpimitan mukaiseen tilavuuden määrittämiseen. Tulokset myös osoittavat, että lehtikuusitukit ovat tyvekkäämpiä kuin mänty- ja varsinkin kuusitukit.

Lehtikuusitukkien tilavuusluvut ja keskipituuskorjauskertoimet valmistuvat talvella 1993, minkä jälkeen mittausmenetelmää koskevat ohjeet julkistetaan.

4. Lopuksi

Lehtikuusimarkkinat ovat Suomessa pienet ja kehittymättömät. Kysyntä ja tarjonta eivät aina kohtaa osapuolia tyydyttävällä tavalla. Kun tieto lehtikuusen monipuolisista käyttömahdollisuuksista nimenomaan mekaanisessa puunjalostuksessa lisääntyy, voidaan tilanteen odottaa paranevan. On myös todennäköistä, että lehtikuusen kysyntä nimenomaan painekyllästetyn männyn korvikkeeksi kasvaa. Paikalliset metsänhoitoyhdistykset ovat tällöin avainasemassa lehtikuusipuutavaran, kuten muunkin erikoispuun markkinoinnissa ja välityksessä.

Tulevaisuudessakaan lehtikuusen hakkumahdollisuudet eivät ole suuret. Järeän lehtikuusen saatavuuden edistämiseksi olisikin pystyttävä huolehtimaan ensiharvennuksista. Kun kuitupuulle ei jatkossakaan liene merkittävää kysyntää, tulisi harvennuksissakin pyrkiä tukin ja muun mekaaniseen puunjalostukseen sopivan puun tarkkaan talteenottoon.

5. Kirjallisuus

- Aarne, M. 1992 (toim.). Metsätilastollinen vuosikirja 1990 - 91. Yearbook of Forest Statistics 1990 - 91. SVT Maa- ja metsätalous 19: 2-3. Folia Forestalia 790. 281 s.
- Carbonnier, C. 1959. Funktioner för kubering av europeisk, sibirisk och japansk lärk. Skogshögskolan, Institutionen för virkeslära. Moniste. Uppsala.
- Ge den sibiriska lärken en chans. 1990. Skogsbruket 6: 8-10.
- Hakkila, P., Nikki, M. & Palenius, I. 1972. Suitability of larch as pulpwood for Finland. Lyhennelmä: Lehtikuusen soveltuvuus massateollisuuden raaka-aineeksi Suomessa. Paperi ja Puu 54(2): 41-58.
- & Winter, A. 1973. On the properties of larch wood in Finland. Lyhennelmä: Suomessa kasvatetun lehtikuusipuun ominaisuuksista. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 79(7): 1-43.
- Juvonen, R., Sipi, M. & Kotilahti, J. 1986. Lehtikuusen tuotanto- ja käyttöominaisuudet mekaanisessa metsäteollisuudessa. Kirjallisuustutkimus. Teknillinen korkeakoulu, Puun mekaanisen teknologian laboratorio, Tiedonanto 35. 32 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 1991a. Pinomittausohje. 7 s.
- 1991b. Puutavarapölkkyjen mittausohje. 5 s. + liitt.
- Metsäntutkimuslaitos. 1992. Tutkimusalueiden hakkuu- ja puukauppatilastot 1980-90. Julkaisematon.
- Nevalainen, K. & Hosia, M. 1969. The suitability of larch as fibre raw material. Part II. Lyhennelmä: Lehtikuusen soveltuvuudesta kuituraaka-aineeksi. Osa II. Paperi ja Puu 51(6): 503-510.
- Rikkonen, P. Havutukien kuorelliseen läpimittaan perustuva tilavuuden määrittäminen. Summary: Volume of coniferous saw logs based on top diameter over bark. Folia Forestalia 684. 47 s.
- Sairanen, P. 1982. Lehtikuusen ominaisuudet ja käyttö Neuvostoliiton mekaanisessa metsäteollisuudessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 72. 25 s.
- Tiihonen, P. 1974. Mäntypylväiden kuutioimis menetelmä. Zusammenfassung: Eine Kubierungsmethode für Kiefernastholz. Folia Forestalia 211. 16 s.
- Tuimala, A. 1979. Lehtikuusta tilan tarpeisiin. Metsäliiton Viesti 4: 23.
- 1992. Lehtikuusen kasvatus Suomessa. Harvennushakkuuseminaari Kauniaisessa 9.-11.1. Esitelmämoniste. 5 s.
- Vuokila, Y. 1960. Lehtikuusen kuutioimisytälöt ja taulukot. Summary: Tree volume functions and tables for larch. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 51(10): 1-89.

Suulliset tiedonannot:

Salakari, Martti. Metsäntutkimuslaitos. 27.8.1992.

Vainio, Markku. Metsähallitus, Etelä-Suomen piirikuntakonttori. 11.11.1992.

LEHTIKUUSIAJATUKSIA

Max. Hagman

1. Viljeltävä puulaji on tunnettava

Ryhdyttäessä kokeilemaan uutta puulajia metsätaloudessamme on ensiarvoisen tärkeätä että mahdollisimman hyvin perehdytään puulajin metsänhoidollisiin ominaisuuksiin, sen kasvu- paikkavaatimuksiin, kasvutapaan, uudistumisominaisuuksiin ja mahdollisiin tuholaisiin. Tämä koskee myös lehtikuusen lajeja siitäkkin huolimatta että niitä on viljelty maassamme jo yli sata vuotta. Varsin hyödyllistä on tutustua kuvauksiin puulajin alkuperäisiltä kasvupaikoilta, mikäli sellaisia on saatavissa.

Pohjois-Suomessa eniten viljellyn lehtikuusilajin, siperialaisen lehtikuusen osalta on tällaista tietoa kyllä saatavissa varsinkin jos mennään ajassa taaakse päin. Venäjän kieltä taitaville on asia helpoin, sillä lehtikuusesta on ilmestynyt paljon kirjallisuutta josta saa viitteitä, esimerkiksi Timofejevin (1961) kokoavasta teoksesta ja Dylksen (1947) siperialaisen lehtikuusen monografiasta.

Muilla kielillä julkaistusta tiedoista mainittakoon tässä vain Edlundin (1966) ja Simakin (1979) kirjoitukset sekä Blöndalin ja Benedikzin äskeinen matkakertomus (1990). Hyödyllistä luettavaa ovat vielä tänä päivänä ne suomalaisten ja ruotsalaisten tekemät kertomukset jotka koskevat keisarillisen Venäjän aikana tehtyjä matkoja lehtikuusen kasvupaikoille, Blomqvist (1887), Hemberg (1877, 1899).

Muista kuin siperialaisesta lehtikuusesta on niinikään olemassa runsaasti tietoa, mainittakoon tässä vain Ostenfelt ja Syrach Larsenin (1930), Schoberin (1953) ja Bialobokin (1986) julkaisut, joista löytyy runsaasti kirjallisuusviittauksia. Meillä harvemmin viljellyistä amerikkalaisista lehtikuusilajeista löytyy viitteitä esimerkiksi Fowellsin (1965) kirjasta ja Simakin (1971) selostuksesta. Vanhempia kokemuksia useasta lehtikuusilajista Ruotsin oloja silmälläpitäen kokosi Schotte (1917).

Jos näitä tietolähteitä tutkii, selviää mm. että siperialainen lehtikuusi vaatii kasvupaikakseen läpäisevän, hyvätyyppisen maan vapaana seisovasta vedestä. Lehtikuusi ei ole kylmien tiiviiden hiesumaiden puulaji. Pikemmin sen kasvupaikkoja ovat rehevät, vettä läpäisevät rinne- maat. Mielenkiintoinen ja osviittoja antava on Melehovin, Certobskojn ja Moiseevin (1966) havainto, että Archangelsin alueella lehtikuusen esiintymisalueet sattuvat hyvin yhteen ns. karbonaattimaiden esiintymisen kanssa. Tämä ei ilmeisesti niinkään osoita sitä, että lehtikuusi olisi kalkin suosija, kuin sen, että lehtikuusi pitää läpäisevästä, ilmastavasta maasta. Jo Ilvessalo (1916) korostaa kasvupaikkatekijäin merkitystä lehtikuusen viljelyksessä, mutta tuntuu siltä, että vielä tänä päivänä tämä seikka on jäänyt monesti riittävää huomiota vaille.

Kaikki lehtikuuset ovat valoa vaativia puulajeja joidenka latvukset herkästi reagoivat sivustavarjostukseen. Lehtikuusia pitää sen takia alusta saakka viljellä riittävän harvassa, 3 x 3 metrin istutusväli on siperialaiselle lehtikuuselle varsin sopiva. Harva istutus ja lehtikuusen neulattomuus talvella tuovat mukanaan sen, että lehtikuusimetsään kerääntyy enemmän lunta joka suojaa routimiselta samalla kun maa keväällä nopeammin lämpenee. Lämmöstä puheentulokseen vielä mainituksi, että paksukaarnainen lehtikuusi kestää metsäpaloja suhteellisen hyvin. On mahdollista että vanhoja lehtikuusimetsiä voisi yrittää uudistaa yhdistämällä siemenpuuhakkuun varovaiseen kulottamiseen.

2. Alkuperä on tärkeä

Kun puulajista on hankittu riittävästi yleistietoa on seuraavaksi selvitettävä sen maantieteellinen vaihtelu. Tämä on varsinkin tarpeen sellaisten lajien kohdalla, joilla on laaja levinneisyysalue, kuten esim. siperialainen lehtikuusi.

Valitettavasti siperialaisesta lehtikuusesta on suhteellisen vähän provenienssikoetietoja. Neuvostoliiton aikana perustettujen laajojen kokeiden tuloksia on hyvin vähän julkaistu. Meidän kokemusten mukaan näyttää kuitenkin siltä, että Suomessa olisi viljeltävä siperialaisen lehtikuusen läntisiä rotuja, joista Dylis on käyttänyt nimeä *Larix sukaczewii* erottaakseen ne Objoen itäpuolelle jäävistä varsinaisen siperian lehtikuusen, *Larix sibirica* Ledeb., roduista.

Kuuluisaksi alkuperäksi on meillä tullut ns. Raivolan lehtikuusi, joka on kerätty Raivolan vanhoista lehtikuusi-istutuksista (Ilvessalo 1923) tai niiden toisen tai kolmannen polven jälkeläisistä. Osa Raivolan lehtikuusi-istutuksista tiedetään perustetun Archangelskin alueelta saaduilla siemenillä, mutta ilmeisesti Raivolassa on käytetty myös eteläisempiä alkuperiä (Metzger 1935). Näin ollen on Raivolassa voinut syntyä hyväkasvuisia provenienssiristeyksiä joilla on ollut laaja kasvupaikkatoleranssi.

1950- ja 1960-luvulla tuotiin Suomeen ja Ruotsiin melkoisia määriä siperialaisen lehtikuusen siemeniä, jotka olivat kotoisin eteläisestä Keski-Siperiasta, Krasnojarskin läänin eteläosista. Osa alkuperistä olivat lisäksi kotoisin melko korkealta vuoristossa.

Nämä alkuperät eivät ole osoittautuneet sopiviksi Suomessa, varsinkaan ei sen pohjoisosissa. Vertailevissa kokeissa nämä alkuperät ovat sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa olleet vähemmän kestäviä kun eurooppalaisen Venäjän rotu (Hagman, painossa). Sen sijaan muutama Uralin vuorten itäpuolelta saadut alkuperät ovat selvinneet suhteellisen hyvin, seikka, joka oli jo vuosisadan vaihteessa todettu (Granit 1936).

Jo aikaisin olivat keisarikunnan tutkijat todenneet (katso esim. Cajander 1901, Köppen 1889), että eurooppalaisen Venäjän eteläisemmät lehtikuusimetsät olivat ihmisen toimintojen johdosta vähentyneet ja niistä oli jäljellä vain rippeitä, hajanaisia yksittäispuu- ja pienmetsikköesiintymisiä, joiden lisäksi muutama laivaston reservaatti oli säilynyt.

Nämä esiintymät ovat kuitenkin tulevan tutkimuksen kannalta hyvin tärkeitä ja niistä olisi saatava viljelymateriaalia uusiin kokeisiin, sillä juuri nämä eteläiset alkuperät voivat sisältää meidän kannaltamme hyödyllisiä perintötekijöitä risteytysjalostusta varten.

Kokeilematta ovat meillä jääneet myös Keski-Siperian pohjoiset alkuperät esimerkiksi Krasnojarskin läänin pohjoisosista lähinnä sen takia, että tuleentuneen siemenen saanti on ollut vaikeata. Näillä seuduilla voisi kuitenkin löytää paremmin sopeutuneita alkuperiä kuin läänin eteläisimmistä osista (Simak 1979, Arnborg ja Edlund 1962).

Aikaisemmin saaduista huonoista kokemuksista huolimatta olisi kokeet Keski-Siperian alkuperillä uusittava ja pyrittävä parempaan edustavuuteen etenkin korkeusvyöhykkeiden osalta.

Eurooppalaisen lehtikuusen kohdalla on provenienssitietoa jo runsaasti mm. IUFRO:n kansainvälisten kokeiden ansiosta (Schober 1985, Weisgerber 1992). On ilmeistä, että meille parhaiten sopivat alkuperät ovat kotoisin Sudeten-vuoristosta, nykyisen Tseckian ja Puolan väliseltä rajaseudulta. Tältä alueelta löytyy tietoja esimerkiksi Kocieckin (1968) selostuksesta. Myöskin eräät puolalaiset alkuperät ovat hyviä, mutta Puolasta löytyy myös alkuperiä, joiden laatu on hyvin huono (Heikinheimo 1956). Itävaltalaiset alkuperät Wienerwaldista ovat Keski-Euroopan kokeissa hyvälaatuisia. Meillä niitä ei ole riittävästi kokeiltu. Sama koskee myös eurooppalaisen lehtikuusen itäisimpiä alkuperiä Slovakiasta ja Romaniasta. Meillä on ilmeisesti vältettävä eurooppalaisen lehtikuusen läntisiä ja alppiinisia alkuperiä.

Japanilaisen lehtikuusen luontainen levinneisyysalue on suhteellisen suppea. Kansainväliset provenienssikokeet (katso esim. Schober & Rau 1992) osoittavat lähinnä laatueroja. Suomessa tämän lajin alkuperiä on vanhastaan hyvin vähän ja on erittäin valitettavaa, että laaja kansainvälinen koe tuhoutui myyräsyönnin johdosta niin, että Punkaharjulla on jäljellä vain muutamia satunnaisia alkuperiä ja nekin vain muutamina yksilöinä.

Vanhimmat japanilaisen lehtikuusen istutukset ovat kuitenkin Suomessa kestäneet varsin hyvin eikä esimerkiksi aikuisissa yksilöissä ole voitu havaita pakkastuhoja ankarimpienkaan talvien jälkeen. Näitä puita on syytä käyttää risteytyksiin ja hybridisiemenviljelyksissä.

Muista Kauko-Idän lehtikuusilajeista on meillä eniten viljelty kuriilien lehtikuusta (*Larix gmelini* v. *japonica*). Suurin osa meillä viljellyistä on kotoisin Kuriilien saaristosta. Kokeisiin on myöhemmin saatu pieniä eriä Sahalinin saaren alkuperiä. Suurempia eroja alkuperien välillä ei ole vielä huomattu.

Koillis-Siperian lehtikuusen (*Larix gmelini*) alkuperien viljelyksestä on, silloin kun ne ovat kotoisin lajin levinneisyysalueen keskeltä, yleensä huonoja kokemuksia. Alkuperät ovat myös Etelä-Suomessa viihtyneet huonosti ja ennemmin tai myöhemmin menehtyneet. Ilmeisesti niiden kotipaikan ilmasto on niin mantereellinen etteivät ne sopeudu Suomen ilmastoon. On kuitenkin syytä todeta, että Utsjoen metsärajapuutarhassa kasvaa yksi alkuperä Magadanin alueelta, joka on toistaiseksi ollut elävyydeltään melkein yhtä hyvä kuin pohjoinen tavallinen kuusi. Kun tällä lehtikuusilajilla, tai olisiko mieluummin sanottava lajikompleksilla, on hyvin laaja levinneisyys ja sen mukana tuleva vaihtelu (katso esimerkiksi Dylis 1961 ja Posdnjakov 1975), tarvitsemme varmasti koko alueelta lisätutkimuksia.

Toinen mielenkiintoinen Kauko-Idän lehtikuusilaji on Olgan lehtikuusi (*Larix olgensis*), joka muistuttaa kuriilien lehtikuusen ja siperialaisen lehtikuusen välimuotoa. Se (tai ne ?) alkuperä(t), jotka on meillä kokeiltu, vaikuttavat hyviltä ja olisi ilmeisesti syytä hankkia alkuperiä lisää. Eräiden tietojen mukaan (Yu & Yang 1988) Olgan lehtikuusi on tuotokseltaan - ainakin nuorella iällä - parempi kuin kuriilien lehtikuusi.

Amerikkalaisista lehtikuusista meillä on kokeiltu muutama alkuperä Lännen lehtikuusesta (*Larix occidentalis*), yleensä huonolla menestyksellä. Ainoastaan yksi alkuperä on menestynyt jotenkuten Lounais-Suomessa, mutta valitettavasti sen alkuperätiedot ovat kadonneet. Tamarackia (*Larix laricina*) on kokeiltu jonkun verran pohjoisina alkuperinä Länsi-Lapin soilla Teuravuomalla. Etelässä tämä laji pienen kokonsa ja huonon laatunsa johdosta ei ole viljelyn arvoinen.

Mitä meidän pitäisi nyt alkuperillä tehdä?

Kuten edellä on esitetty, ovat tietomme lehtikuusialkuperien menestymisestä Suomessa edelleen vaillinaiset. Näin ollen olisi ensimmäiseksi syytä laajentaa kokeet siperialaisen lehtikuusen alkuperillä sen koko levinneisyysalueelta. Tietävästi pohjoismainen hanke siemenkeräyksen järjestämiseksi tällaisia kokeita varten on vireillä.

Jos mahdollisuuksia ilmaantuu, pitäisi meidän yrittää kokeilla myös kuriilien ja dahuurian lehtikuusen sekä Olgan lehtikuusen useilla alkuperillä ja verrata niitä täällä jo aikaisemmin viljeltyjen alkuperien jälkeläistöihin. Näillä lehtikuusilajeilla täytyisi suorittaa viljelykokeita myös turveperäisillä kasvupaikoilla sillä kuriilien lehtikuusi kasvaa kotimaassaan myös soilla (Luukkanen 1977, Takahashi 1937). Kotimaisen siemenlähteiden vertailua tulee jatkaa, koska kokeet osoittavat, että niiden välillä voi esiintyä huomattavia eroja (Hagman, painossa). Jos jotkut siemenlähteet toistamiseen antavat huonoja tuloksia, on ne hylättävä.

Tässä yhteydessä tulkoon jälleen muistutetuksi, että alkuperätietojen huolellisella kirjaamisella ja säilyttämisellä sekä viljelysten tarkalla dokumentoinnilla on tulevaisuuden kannalta hyvin tärkeä merkitys. Tässä suhteessa meillä on vielä paljon toivomisen varaa.

3. Lehtikuusihybridit ovat nopeakasvaisia

Lehtikuuset risteytyvät varsin helposti keskenään ja jo vuosisadan vaihteessa todettiin, että eräs hybridi, eurooppalainen x japanilainen lehtikuusi oli hyväkasvuinen (Henry & Flood 1919) ja tämä hybridi tuli pian Skotlannissa ja muuallakin laajalti viljelykseen.

Siperialaisen lehtikuusen risteytyminen eurooppalaisen kanssa tuotti Suomessa luonnonhybridejä (Saarnijoki 1942), mutta tätä hybridiä ei ole keinollisesti laajemmin viljelty. Saarnijoki suoritti 1930-1950-luvulla myös keinollisia risteytyksiä eri lehtikuusilajien välillä. Näistä erityisesti siperialaisen ja japanilaisen lehtikuusen välinen risteytys tuotti hyviä tuloksia. Tämä risteytys toistettiin myöhemmin samoin lupaavin tuloksin (Hagman 1989).

Toistaiseksi on kokeita lehtikuusihybrideillä järjestetty vain Etelä- ja Keski-Suomessa. Ehkä on pelätty, että eteläinen tai itäinen risteytyskomponentti vähentäisi hybridiin kestävyyttä pohjoisessa. Näin ei kuitenkaan tarvitse olla asian laita, kuten tämän luentopäivän aikana on osoitettu.

On siis syytä suorittaa lisää kokeiluja niin etelässä kuin pohjoisessa käyttäen hyväksi täällä jo kestäviksi osoittautuneita vanhempia. Kun nyt ainakin yksi siemenviljelys tuottaa siperialaisen ja japanilaisen lehtikuusen välistä hybridiisientä, ovat edellytykset laajemmille kokeille pohjoisempanakin olemassa.

Eräs ekologinen seikka puoltaa myös hybridiiden kokeilua. Haaseman & Tzschacksch (1988) osoittivat, että eurooppalaisen ja japanilaisen lehtikuusen hybridi maan vesitalouden osalta asettui vanhempien kasvupaikkavaatimusten väliin. Kuten edellä mainittiin, kasvaa kuriilien lehtikuusi suoperäisellä maalla. Jos tämä ominaisuus periiintyy hybridissä, voisi siperialaisen ja kuriilien lehtikuusen välinen lajiristeytys olla kokeilemisen arvoinen pohjoisemmilla hyvillä soilla. Otaksuisin, että sen laatu olisi myös parempi kuin mahdollisesti tamarackilla tehdyn hybridiin. Pohjoisissa kokeissa on käytettävä pohjoisia alkuperiä vanhempina joko kotimaasta tai Koillis-Siperiasta hankittuina.

Kokemukset osoittavat (esim. Weiser 1992), että lajhybridiin ominaisuudet riippuvat paljon käytetyistä vanhemmista. Tähänastisissa kokeissa meillä on vanhempien yksiömäärä ollut hyvin suppea. Tulevissa risteytyksissä on siten syytä systemaattisesti laajentaa kombinaatioiden määrää. Hybridisaatiota voidaan ilmeisesti edelleen kehittää käyttämällä vanhempina ensimmäisen polven hybridejä (Pâques 1992). Kaukoristeytysten suorittaminen lajin sisällä laajemmalla aineistolla kuin tähän asti on niinkään tarpeellista.

4. Kasvullinen monistaminen

Pieni siemensato ja risteytysseemenen tekovaikkeudet ovat toistaiseksi rajoittaneet hyvälaatuisien ja hyväkasvuisten hybridiilajikkeiden tuotantoa käytännön mittakaavassa. Viime aikoina on kuitenkin lehtikuusen kasvullisessa monistuksessa edetty varsin nopeasti (Gebhardt 1992) ja pistokkaiden käyttö hybridiiden joukkomonistuksessa on mahdollista (Verger & Pâques 1992).

Myös lehtikuusen alkio- ja solukkoviljelytutkimus etenee nopeasti (Lelu & Pâques 1992, Kretzschmar 1992, Zoglauer, Dembny & Behrendt 1992). On mahdollista, että uuden tekniikan soveltaminen tekisi lähiaikoina myös hyvin vanhojen puuyksilöiden kasvullisen monistamisen mahdolliseksi. (Ewald 1992). Silloin voitaisiin esimerkiksi erinomaisesti todetut ja vuosikausien säänvaihtelut kestäneet pluspuutkin monistaa laajempaan viljelyyn.

Olisi todella tärkeätä, että meilläkin aloitettu, mutta nyt, toivottavasti vain tilapäisesti pysäytetty lehtikuusen solukkoviljelytutkimus saataisiin jatkumaan.

5. Lajikkeiden tunnistaminen kehitettävä

Kun hyväksi todettuja hybridejä alkaa tulla markkinoille, on tärkeätä että on olemassa menetelmät millä ostajan varmistukseksi voidaan todeta, että myytävä tuote todella on se mikä on luvattu. Hybridiisiemenviljelyksessä syntyy esimerkiksi aina jonkun verran puhtaita lajisiemeniä esimerkiksi itsepölytyksen kautta.

Isoentsyymitekniikalla voitaneen jälkeläistön hybridiisuus todeta kun vanhempien isoentsyymikoostumus on todettu. (Hacker & Bergmann 1991). Kaasukromatografisesti ainakin japanin lehtikuusi erottuu selvästi (Lang 1992), joten sen mukanaolo jossakin risteytyssemenessä voitaneen niinkään jälkeläisistä todeta.

Kuluttajasuojelun takia on tärkeätä, että tunnistamismenetelmät kehitetään ja kokeillaan riittävän ajoissa.

6. Kirjallisuus

- Amborg, T., & Edlund, E. 1962. Lärskogar i Sibirien, rapport från en resa 1960. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift 1960 (1): 1-111.
- Bergmann, F. & Ruetz, W. 1987. Short Note: Identifizierung von Hybridlärchen mit Hilfe eines Isoenzym-Markers. *Silvae Genetica* 36: 102-105.
- Bialobok, S., editor, 1986. Moddrzewie, *Larix Mill.* Nasze Drzewa Lesne 6. Warszawa-Poznan, Polska Akademia Nauk, Instytut Dendrologii. 606 pp.
- Blomqvist, A.G. 1887. Iakttagelser angående sibiriska lärkrädet, pichtagranen och cembratallen i deras hemland samt om forstliga förhållanden derstädes. *Finska Forstföreningens Meddelanden* 5: 149-181.
- 1893. Hvilken erfarenhet finnes angående lämpligaste sättet för lärkrädets odling i Finland och hur kunde denna erfarenhet tillgodogöras vid de lärkrädskulturer som äro afsedda att utföras i landets kronoskogar? *Finska Forstföreningens Meddelanden* 11: 52-66.
- Blöndal, S. & Benedikz, T. 1990. Öflun lerkifraes frá Arkangelshérad (Procurement of seeds from Archangel district). *Arsrit Skograektarfélags Íslands* 1990: 117-125.
- Cajander, A.K. 1901. Siperialaisen lehtikuusen (*Larix sibirica* Led.) länsirajasta. *Meddelanden af Societas pro Fauna et Flora Fennica* 27: 24-34.
- Dylis, N.V. 1947. Sibirskaja listvennitsa. (Summary: Sibirian larch.). Materiali k posnaniju fauni i flori SSSR N.S. *Botanitjeskii* 2 (X), Moskva, Isdatelstvo MOIP: 1-137.
- 1961. Listvennitsa vostotsnoi sibiri i dalnego vostoka. Moskva, Isdatelstvo Akademii Nauk SSSR. 209 pp.
- Edlund, E. 1966. Den sibiriska lärken i Norrland och Dalarna som skogsträd och industriråvara. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1966: 461-560.
- Ewald, D. 1992. Micrografting in Larch and Norway Spruce. In Weisgerber, H., editor, 1992. Results and future trends in larch breeding on the basis of provenance research. Proceedings IUFRO Centennial meeting of the IUFRO Working party S2.02-07, Berlin, September 5-12, 1992:194.
- Fowells, H.A. 1965. *Silvics of Forest Trees of the United States*. Agriculture Handbook 271, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 762 pp.

- Gebhardt K. 1992. The impact of biotechnology on larch breeding. In Weisgerber, H., editor, Results and future trends in larch breeding on the basis of provenance research. Proceedings IUFRO Centennial meeting of the IUFRO Working party S2.02-07, Berlin, September 5-12, 1992: 180-191.
- Granit, A.W. 1936. Den sibiriska lärken i Finland. Forstlig Tidsskrift 53(3): 58-60.
- Haasemann, W. & Tzschacksch, O. 1986. Untersuchungen zur Ökologie der Europäerlärche, Japanerlärche und ihre Hybriden im Nass-Trockenfeld. Beiträge für die Forstwirtschaft 20: 184-188.
- Hacker, M. & Bergmann, F. 1991. The proportion of hybrids in seed from a seed orchard composed of two larch species (*L. europaea* and *L. leptolepis*). Ann. Sci. For. 48: 631-640.
- Hagman, M. 1989. Eräiden lehtikuusijälkeläistöjen alkukehityksestä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 328: 67-73.
- (painossa). Experiences with *Larix* species in Northern Finland. In Proceedings, Northern Forest Silviculture and Management, IUFRO S1.05-12 Symposium in Lapland, Finland, August 16-22, 1987. 13 pp.
- Heikinheimo, O. 1956. Tutkimuksia ulkomaisten puulajien viljelystä Suomessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 46(3): 1-129.
- Henry, A. & Flood, M.G. 1919. History of the Dunkeld Hybrid Larch. Proceedings Royal Irish Academy 35, sect. B.(4):58.
- Hemberg, E. 1877. Rysslands skogstyper: En skogsbotanisk skiss. IV. De sibiriska barrträdens gebit. Tidskrift för Skogshushållning 1877: 193-203.
- 1899. Sibiriska lärkträdet. Tidskrift för Skogshushållning 1899: 83-106.
- Ilvessalo, L. 1916. Lehtikuusen viljely Suomessa. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen Julkaisuja, Erikoistutkimuksia 5: 1-108.
- 1923. Raivolan lehtikuusimetsä. Referat: Der Lärchenwald bei Raivola. Communicationes ex Instituto Questionum Forestalium Finlandie Editae 5: 1-101.
- Kociecki, S. 1968. Modrzew alpejski w Sudetach. Summary: Alpine Larch in Sudety Mts. Sylwan CXII (9): 45-55.
- Kretzschmar, U. 1992. Induction of long shoot development from short shoots of in vitro culture larch hybrids. In Weisgerber, H., editor, 1992. Results and future trends in larch breeding on the basis of provenance research. Proceedings IUFRO Centennial meeting of the IUFRO Working party S2.02-07, Berlin, September 5-12, 1992:193.
- Köppen, Fr. Th. 1889. Geographische Verbreitung der Holzgewächse des europäischen Russlands und des Kaukasus. Zweiter Teil. Beiträge zur Kenntnis des Russischen Reiches und der angrenzenden Länder Asiens, 3. Folge 6: 489-509.
- Lang, K. J. 1992. Monoterpene patterns in provenances of different larch species (*Larix decidua*, *Larix kaempferi*, *Larix sibirica*, *Larix gmelini*). In Weisgerber, H., editor, 1992. Results and future trends in larch breeding on the basis of provenance research. Proceedings IUFRO Centennial meeting of the IUFRO Working party S2.02-07, Berlin, September 5-12, 1992: 99-107.
- Lelu, M.-A. & Paques, L. 1992. Plantelets regeneration in hybrid larch (*Larix x leptoeuropaea*) via somatic embryogenesis. In Weisgerber, H., editor, 1992. Results and future trends in larch breeding on the basis of provenance research. Proceedings IUFRO Centennial meeting of the IUFRO Working party S 2.02-07, Berlin, September 5-12, 1992:192.
- Luukkanen, O. 1977. Tutkimusmatkailijana Amurinmaalla III. Bogorodskoje-Sofijsk. Dendrologian Seuran Tiedotuksia 8:23-34.
- Melehov, I. S., Certobskoj, V. G. & Moiseev, N. A. 1966. Ljesa Arhangel'skoj i Vologodskoj oblastej. Ljesa SSSR 1. Moskva, Isdatel'stvo Nauka: 78-156.
- Mezger, C. 1935. Zur Kenntnis der sibirischen Lärche. Forstliche Wochenzeitschrift Silva 23: 209-216, 217-224.

- Ostenfeld, C.H. & Syrach Larsen C. 1930. The species of the genus *Larix* and their geographical distribution. Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Meddelelser 9(2): 1-106.
- Pâques, L.E. 1992. Current status of inter-and intraspecific hybridization. In Weisgerber, H., editor, 1992. Results and future trends in larch breeding on the basis of provenance research. Proceedings IUFRO Centennial meeting of the IUFRO Working party S2.02-07, Berlin, September 5-12, 1992: 108-122.
- Posdnjakov, L.K. 1975. Daurskaja listvennitsa. Moskva, Isdatelstvo Nauka. 309 pp.
- Rusack, H.-J. 1972. Ertragsleistung und waldbauliches Verhalten der Japan. Lärche auf geringen Standorten. Dissertation, Göttingen. Göttingen, Andreas Funke. 182 pp.
- Saamijoki, S. 1942. *Larix decidua* x *sibirica*, ein neuer Lärchenbastard. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 31(1): 1-30.
- Schober, R. 1953. Die japanische Lärche. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen 7/8. 212 pp.
- 1985. Neue Ergebnisse des II. Internationalen Lärchenprovenienzversuches von 1958/59 nach Aufnahmen von Teilerversuchen in 11 europäischen Ländern und den U.S.A.. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen 83: 1-164.
- Schotte, G. 1917. Lärken och dess betydelse för svensk skogshushållning. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt 13-14: 539-840.
- Simak, M. 1971. De amerikanska lärkarterna: *Larix occidentalis*, *Larix lyalii*, *Larix laricina*. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 1971: 59-80.
- 1979. *Larix sukaczewii*: naturlig utbredning, biologi, ekologi och fröanskaffningsproblem. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogsskötsel, Rapporter 1-1979: 1-76.
- Takahashi, T. 1937. Vorläufige Mitteilungen über die Vegetation Karafutos (Südsachalins). Botanische Jahrbücher 68: 269-344.
- Timofejev, V.P. 1961. Rol listvennitsi v podnjatii produktivnosti ljesov. Moskva, Isdatelstvo Akad. Nauk SSSR. 159 pp.
- Verger, M. & Paques, L.E. 1992. Bulk propagation of hybrid larch (*Larix* x *eurolepis* Henry). In Weisgerber, H., editor, 1992. Results and future trends in larch breeding on the basis of provenance research. Proceedings IUFRO Centennial Meeting of the IUFRO Working party S2.02-07, Berlin. September 5-12, 1992:178.
- Weiser, F. 1992. Selektion von Einzelbäumen mit überlegener Wuchsleistung und Schaftform aus Nachkommenschaftsprüfungen der Hybridlärche (*Larix decidua* Mill. x *Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.). In Weisgerber, H., editor, 1992. Results and future trends in larch breeding on the basis of provenance research. Proceedings IUFRO Centennial Meeting of the IUFRO Working party S 2.02-07, Berlin, September 5-12, 1992: 160-168.
- Weisgerber, H. 1992. Recent investigations into geographical-genetic variation among provenances of European larch (*Larix decidua* Mill.). In Weisgerber, H., editor, 1992. Results and future trends in larch breeding on the basis of provenance research. Proceedings IUFRO Centennial Meeting of the Working party S2.02-07, Berlin, September 5-12, 1992: 73-86.
- Weissmann, G. & Reck, S. 1987. Identifizierung von Hybridlärchen mit Hilfe chemischer merkmale. *Silvae Genetica* 36: 60-64.
- Yu, B.J. & Yang, C.P. 1988. Study on provenance test of 5 year old *Larix olgensis*. (Chinese with English summary). *Journal of Northeast Forestry University* 16(3):27-33.
- Zoglauer, K., Dembny, H. & Behrendt, H. 1992. Protoplastenkultur bei *Larix*. In Weisgerber, H., editor, 1992. Results and future trends in larch breeding on the basis of provenance research, Proceedings IUFRO Centennial Meeting of the IUFRO Working party S2.02-07, Berlin, September 5-12, 1992:195.

SIPERIANLEHTIKUUSEN JA ERÄIDEN MUIDEN PUULAJIEN ALKUKEHITYKSESTÄ POHJOIS-POHJANMAALLA JA KAINUUSSA

Eero Kubin ja Jukka Valtanen

1. Johdanto

Toukokuussa vuonna 1738 kylvettiin Karjalan Kannakselle Raivolaan 1,76 ha Arkangelin kaupungista hankittua lehtikuusen siementä tarkoituksena tuottaa laivanrakennuspuuta Venäjän sotalaivaston tarpeita varten. Tästä alun saanut ja myöhemmin laajennettu Raivolan lehtikuusimetsä kasvoi ja kehittyi nopeasti. Tätä osoittaa esimerkiksi Evon metsäopiston silloisen lehtorin A.G. Blomqvistin yhdestä enintään 110 v. ikäisestä metsiköstä v. 1896 mittama puumäärä 682 m³/ha (Ilvessalo 1923). Ilvessalon ohella Raivolan lehtikuusimetsän vaiheita on kuvannut mm. Kivennavalla 10.9.1897 syntynyt metsänhoitaja Vihtori Huuhtanen (Kiuru 1961). Blomqvist, joka Evon metsäopiston oppilaiden kanssa tutki Raivolan lehtikuusimetsää, tuli vakuuttuneeksi lehtikuusen soveltuvuudesta Suomeen ja ryhtyi kasvattamaan ja levittämään lehtikuusen taimia (Ilvessalo 1923).

Blomqvistin toiminta loi siten alun ulkomaisten puulajien laajemmalle kokeilulle Suomessa jo 1800-luvun loppupuolella. Kuluvan vuosisadan alussa aloitettiin sitten, ajankohta huomiottaen, jo varsin laajat istutukset Elimäen Mustilaan (Tigersted 1922), joten Cajander (1917) saattoikin jo puhua runsaista kokemuksista, joita meillä oli saatu eräistä ulkomaisista puulajeista. Mustilan Arboretumia voidaan nykyisinkin pitää arvokkaana ei ainoastaan pohjoisen sijainnin, vaan sen monipuolisuuden ja myös metsätaloudellisten näkökohtien perusteella (Hagman 1989).

Metsäntutkimuslaitoksen perustamisen (1917) jälkeen ulkomaisia puulajeja istutettiin laitoksen maille runsaasti ja erityisesti Ilvessalo (1920) syvensi meille vieraiden puulajien viljelyyn kasvimaantieteellistä lähestymistapaa. Näiden uusien laajojen kokeiden ensimmäiset tulokset julkaistiin 20 vuoden iässä (Heikinheimo 1956), ja samoista viljelyistä 50 - 55 vuoden iässä tehdyssä tutkimuksessa (Lähde ym. 1984) on pidetty lähinnä juuri siperianlehtikuusta varteenotettavimpana ulkolaisena puulajina. Näihin tutkimuksiin ja Mustilassa hankittuun kokemukseen perustuen meillä on varsin hyvä kuva Suomessa menestyvistä ulkomaisista puulajeista ja toisaalta tuntuma siitä, millä niistä saattaisi olla myös metsätaloudellista käyttöä.

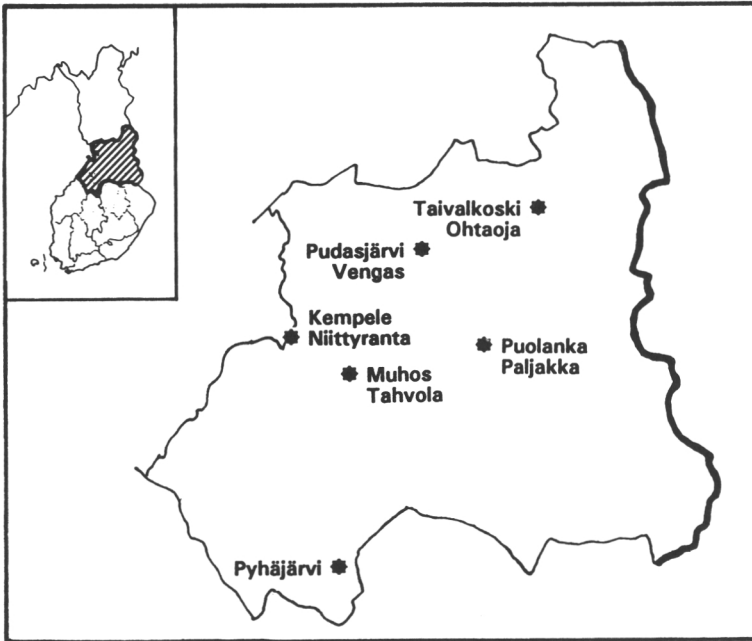
Vanhoissa puulajikokeissa on usein puutteena se, että niissä ei ole samanaikaisesti tasa-arvoisina koejäsenenä kotimaisia puulajeja. Tässä suhteessa Muhoksen tutkimusaseman nyt esillä olevat puulajien vertailukokeet edustavat aikaisempaan nähden uutta ja perusteellisempaa tutkimusotetta, jota muualla on käynnistetty vasta 1980-luvun lopulla (Rikala 1989). Näiden kokeiden tavoitteena on selvittää eri puulajien menestymistä Oulun läänin alueella sekä samalla tutkia topografisen korkeuden ja maanmuokkaustavan vaikutusta niiden alkukehitykseen. Tässä yhteydessä esitellään kuuden vanhimman kokeen tuloksia.

Puulajien vertailukokeen Pohjois-Pohjanmaalle ja Kainuuseen perusti Muhoksen tutkimusaseman johtaja Jukka Valtanen vuosina 1973-76. Kaksi koekenttää on Metsäntutkimuslaitoksen Muhoksen tutkimusalueessa (Kempeleen Niittyrinta ja Muhoksen Tahvola), yksi Paljakan tutkimusalueessa (Rasilehto) ja kaksi metsähallituksen maalla (Taivalkosken Ohtaoja ja Pudasjärven Vengas) sekä nuorin vuonna 1976 perustettu Kärämäjärven yhteismetsässä Pyhäjärvellä. Kokeiden pinta-ala on yhteensä 46 ha. Vanhimpien kokeiden perustamisen kenttätöistä vastasi mti Markku Turtiainen. Mti Pentti Savilampi on vastaavasti perustanut Pyhäjärven kokeen sekä vastannut kaikkien kokeiden hoidosta ja mittauksesta vuodesta 1976 lähtien. Tässä raportissa esitettävät tulokset on koonnut mti Pentti Savilampi yhdessä tietojenkäsittelyopin yo. Veikko Pekkalan kanssa. Irene Murtovaara ja Merja Moilanen ovat viimeistelleet työn julkaisukuntoon. Parhaat kiitokset kaikille tutkimuksessa avustaneille.

2. Aineisto ja menetelmät

Vertailtavina puulajeina ovat mänty, kuusi, kontortamänty, siperianlehtikuusi, rauduskoivu ja hieskoivu sekä joillakin koekentillä myös muita puulajeja. Viisi vanhinta koekenttää (kuva 1) on perustettu vuosina 1973-74 eri topografisille korkeuksille kasvavan korkeuden mukaisessa järjestyksessä seuraavasti: Kempeleen Niittyrinta (2 m m.p.y.), Muhoksen Tahvola (70 m), Pudasjärven Vengas (100 m), Taivalkosken Ohtaoja (200 m) ja Puolangan Paljakka (300 m). Näitä täydentämään on vuonna 1976 perustettu Pyhäjärven koekenttä (150 m).

Koekentät on perustettu 3 - 4 lohkona, joiden maankäsittely vaihtelee koekentästä riippuen. Silloin kun on käytetty useampaa kuin yhtä maankäsittelytapaa, niiden sijainti lohkon sisällä on arvottu käsittelykaistoittain. Koeruudut ovat 0,25 ha kokoisia neliöitä poikkeuksena Muhoksen Tahvolassa ja Pyhäjärvellä olevat kokeet. Kullekin ruudulle viljeltävä puulaji valittiin arpomalla sen paikka lohkoittain. Viljelyssä käytetyt taimilajit sekä taimien alkuperä, sillä tarkkuudella kun se on kirjattu muistiin, on esitetty koekentittäin taulukossa 1. Viljelytiheys oli puulajista ja koekentästä riippuen 1 900 - 2 500 kpl/ha. Täydennysviljelyn tarve on ollut suurta esim. Kempeleen Niittyrintassa.



Kuva 1. Koekenttien sijainti.

Taimien menestymistä on seurattu elossaolo- ja pituuskasvumittauksin. Kempeleen, Muhoksen, Pudasjärven, Taivalkosken ja Puolangan kokeet mitattiin 1973, 1975, 1978, 1982, 1987 ja 1991. Pyhäjärven koe mitattiin 1982, 1987 ja 1990 sekä suppeasti Kajaanissa pidettyä esitelmää varten 1992. Elossaolo laskettiin kaikista kullekin ruudulle viljellyistä taimista täydennystaimet mukaanlukien. Taimien pituus mitattiin 60 - 70 taimesta kultakin ruudulta ja pituuskasvun erot vuonna 1992 testattiin Tukeyn keskiarvotestillä. Pituushavaintojen avulla testattiin myös lohkojen välisiä eroja kullakin puulajilla. Vuoden 1992 inventoinnin yhteydessä mitattiin myös puiden runkotilavuus tätä varten perustetuilta pysyviltä ympyräkoelaita.

Koska tutkimuksen koekentät eroavat monien tekijöiden suhteen toisistaan, koko aineiston yhdistämistä koekenttien välisien erojen vertaamiseksi ei ole katsottu tarpeelliseksi. Esimerkiksi Kempeleen Niittyrinta ei ole metsämaata, vaan metsätöntä vesijättöä (entistä merenpohjaa) ja Muhoksen Tahvola on metsitettyä peltoa. Tulokset esitetään koekentittäin lähtien merenpinnan tasosta ja päätyen 300 m korkeuteen Puolangan Paljakalle. Lopuksi tarkastellaan erikseen Pyhäjärven kokeen tuloksia, sillä tänne perustetut viljelyt ovat muita muutamaa vuotta nuorempia.

Taulukko 1. Viljeltyjen puulajien alkuperä, taimilaji, viljelyvuosi ja viljelytiheys eri koekentillä. Kontortamännyn alkuperä Brittiläinen Kolumbia, korkeus 885 - 945 m. Täydennysprosentti on perustamisen jälkeen viljeltyt taimet prosentteina perustamiseen käytetystä taimimäärästä.

Koekenttä ja puulaji	Alkuperä	Taimilaji	Viljelyvuosi	Tiheys kpl/ha	Täydennysprosentti
<u>Kempele, Niittyrinta</u>					
Mänty	Vaala	1M+1A	1974	2500	185
Kuusi	Pyhäntä	1M+2A	1974	2500	158
Siperianlehtikuusi	Kuhmo, Jauhovaara	1M+1A	1974	2500	153
Kontortamänty	Kanada 53°N, 122°E	1M+1A	1974	2500	108
Rauduskoivu	Muhos	1M+1A	1974	2500	74
Hieskoivu	Muhos	1M+1A	1974	2500	87
Hybridihaapa	Muhos x Kanada	1LK+1A	1974	2500	15
Tervaleppä	Kiiminki	1M+1A	1974	2500	11
Ruhtinaanpoppeli	Oulu	Pistokas 1A	1974	2500	72
<u>Muhos, Tahvola</u>					
Mänty	Vaala	1M+1A	1974	2500	3
Kuusi	Pyhäntä	1M+2A	1974	2500	-
Siperianlehtikuusi	Kuhmo, Jauhovaara	1M+1A	1974	1800	81
Kontortamänty	Kanada 53°N, 122°E	1M+1A	1974	2500	24
Rauduskoivu	Muhos	1M+1A	1974	2100	1
Hieskoivu	Muhos	1M+1A	1974	2100	0
<u>Pudasjärvi, Vengas</u>					
Mänty	Vaala	1M+1A	1973	2500	-
Kuusi	Pyhäntä	1M+2A	1973	2500	-
Siperianlehtikuusi	Kuhmo, Jauhovaara	1M+1A, 1M	1973	1900	-
Kontortamänty	Kanada 53°N, 122°E	1M+1A, 1Mp	1973	2500	-
Rauduskoivu	Muhos	1M	1973	2200	-
Hieskoivu	Muhos	1M	1973	2200	-
<u>Taivalkoski, Ohtaoja</u>					
Mänty	Kuusamo	1M+1A	1973	2500	27
Kuusi	Pyhäntä	1M+2A	1973	2500	19
Siperianlehtikuusi	Kuhmo, Jauhovaara	1M+1A, 1M	1973	1900	102
Kontortamänty	Kanada 53°N, 122°E	1M+1A, 1Mp	1973	2500	109
Rauduskoivu	Paljakka	1M	1973	2200	18
Hieskoivu	Paljakka	1M	1973	2200	8
Pihtakuusi	Punkaharju	2M+1A	1973	2500	22
<u>Puolanka, Paljakka</u>					
Mänty	Pudasjärvi	1M+1A	1973	2500	16
Kuusi	Pyhäntä	1M+2A	1973	2500	21
Siperianlehtikuusi	Kuhmo, Jauhovaara	1M	1973	1900	77
Kontortamänty	Kanada 53°N, 122°E	1Mp	1973	2500	8
Rauduskoivu	Paljakka	1M	1973	2200	16
Hieskoivu	Paljakka	1M	1973	2200	16
<u>Pyhäjärvi</u>					
Mänty	Haapajärvi, Pyhäjärvi	2A+1A	1976	2500	-
Kuusi	Pohjois-Karjala	1M+2A	1976	2500	8
Siperianlehtikuusi	Hausjärvi	1M+1A	1976	2500	-
Kontortamänty	Kanada 53°N, 122°E	1M+1A	1976	2500	-
Rauduskoivu	Rautalampi	1M+1A	1976	2500	-
Pihtakuusi	Punkaharju	2M+3A	1976	2500	-
Sembramänty	Punkaharju	2M+1A	1977	2500	-

3. Tulokset

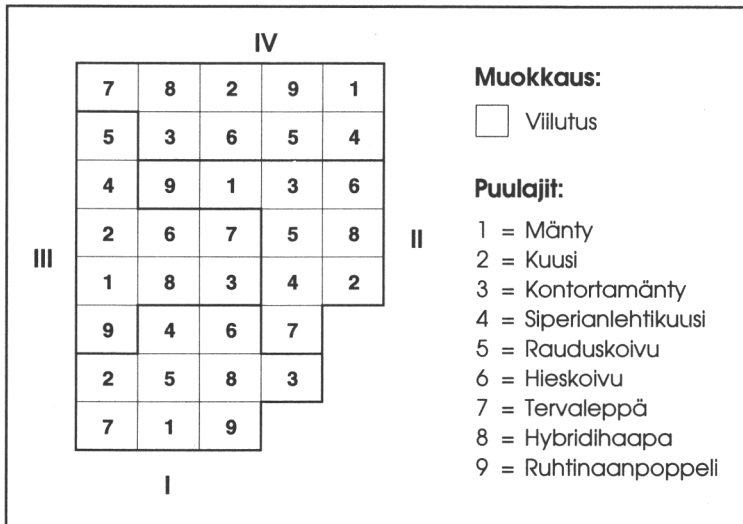
3.1 Kempeleen Niittyrinta

3.1.1 Koekenttä

Kempeleen Niittyrintassa viljeltiin keväällä 1974. Koealalla kasvava järviruoko myrkytettiin kaislatuholla heinäkuussa 1973 ja viilutettiin kahden metrin välein lokakuussa saman vuoden syksyllä. Muita maankäsittelytapoja ei ole (kuva 2). Verrattavat puulajit ovat mänty, kuusi, siperianlehtikuusi, kontortamänty, rauduskoivu ja hieskoivu. Lisäksi on viljelty hybridihaapa ja ruhtinaanpoppelia.

3.1.2 Elossaolo

Taimien elossaolo putosi viidessä vuodessa täydentämisestä huolimatta noin 30 %:iin tai sen alle ja on pysynyt kaikilla puulajeilla samalla tasolla tämän jälkeen (taulukko 2). 17 vuoden kuluttua viljelystä parhaiten on menestynyt hieskoivu ja toiseksi parhaiten rauduskoivu. Kaikki ruhtinaanpoppelit ovat kuolleet, hybridihaapa lähes samoin ja tervaleppäkin on jäljellä vähän. Havupuiden elossaolo on kaikilla alle 16 %.



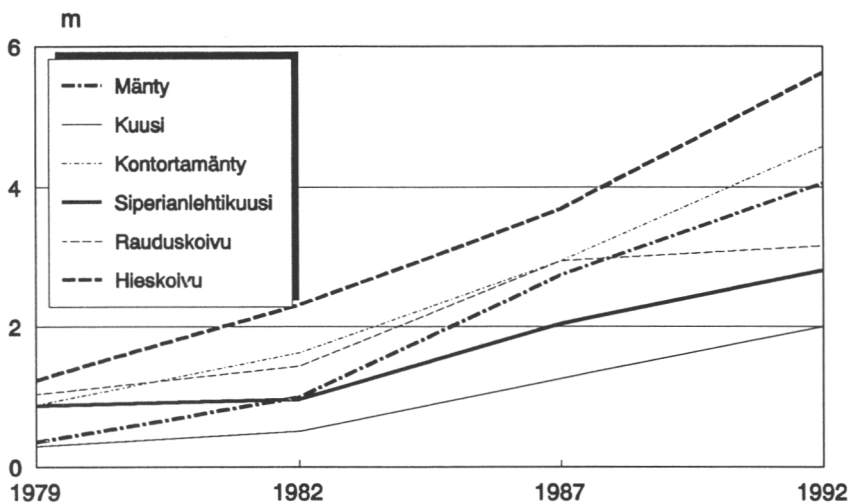
Kuva 2. Kempeleen niittyrintan puulajikokeen koealakaavio.

Taulukko 2. Kempeleen Niittyranan puulajikokeen taimien elossaolo prosentteina perustamiseen ja täydennysviljelyyn käytettyjen taimien kokonaismäärästä. Maankäsittelytapa viilutus. Vuoden 1982 inventointi syksyllä, muut keväällä.

Inventointivuosi	Mänty	Kuusi	Siperianlehtikuusi	Kontortamänty	Rauduskoivu	Hieskoivu	Hybridihaapa	Terva-leppä	Ruhtinaanpoppeli
1979	18	11	8	7	30	30	28	25	8
1982	16	10	13	8	32	39	15	17	4
1987	16	11	12	6	34	39	8	16	0
1992	16	10	11	5	26	38	1	12	0

3.1.3 Pituus

Pituuskasvu oli heikointa kuusella, parasta hieskoivulla (kuva 3). Pituuskasvu on ollut heikkoa, joskin hieskoivun keskipituus on kuitenkin jo lähes 6 m. Siperianlehtikuusen kasvu on ollut vain vähän parempaa kuin kuusen.

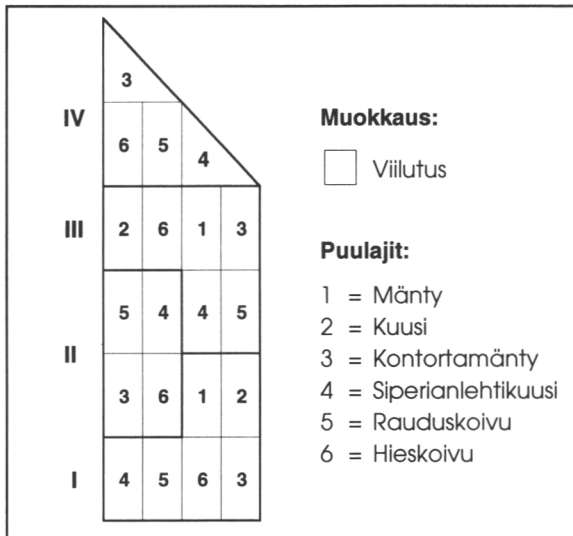


Kuva 3. Kempeleen Niittyranan puulajikokeen taimien pituuskasvu. Maankäsittelytapa viilutus. Vuoden 1982 inventointi syksyllä, muut keväällä.

3.2 Muhoksen Tahvola

3.2.1 Koekenttä

Muhoksen tutkimusalueen Tahvolan tilan koe viljeltiin syksyllä 1973 samana vuonna viilutetulle pellolle (kuva 4). Verrattavat puulajit ovat mänty, kuusi, siperianlehtikuusi, kontortamänty, rauduskoivu ja hieskoivu.



Kuva 4. Muhoksen Tahvolan puulajikokeen koealakaavio.

Kokeen lohkojen samankaltaisuutta testattiin Tukeyn keskiarvotestillä kunkin puulajin pituushavaintojen perusteella. Männyn, siperianlehtikuusen ja kontortamännyn pituudet eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi millään kokeen neljästä lohokosta. Muilla puulajeilla oli yksittäisiä eroja siten, että kuusella lohkojen 1 ja 2 välillä oli melkein merkitsevä ero ja hieskoivulla vastaavasti lohkojen 1 ja 2 välillä erittäin merkitsevä ero. Rauduskoivun 1 ja 2 lohko erosivat merkitsevästi lohokosta 4. Tilastollisesti merkitsevien erojen vähäisyydestä johtuen lohkoja voidaan pitää lähes samanarvoisina ja tuloksia yleistettävänä. Lohkojen erot voivat johtua maan ominaisuuksien vaihtelusta, mutta myös eri tuhoilla voi olla lohokosta riippumatonta vaikutusta.

3.2.2 Elossaolo

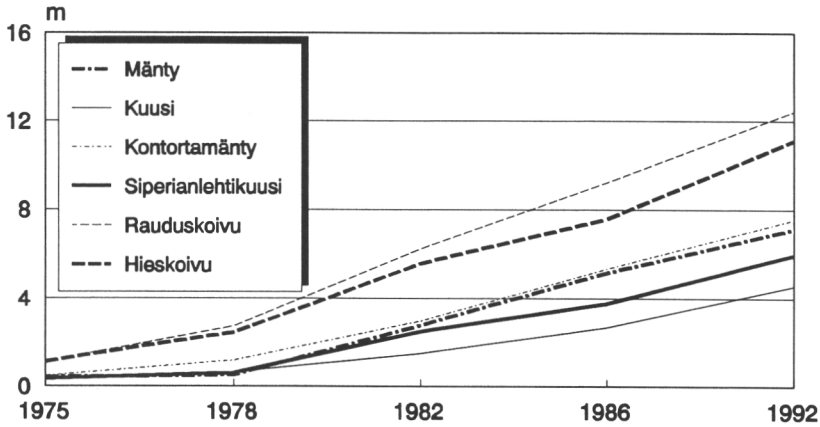
Toisin kuin Kempeleen Niittyranassa, ellossaolat pellolle tehdyssä viilutuksessa olivat korkeita: kuusella sekä raudus- ja hieskoivulla melkein kaikki taimet olivat elossa 19 vuoden jälkeen istutuksesta. Siperianlehtikuusen ellossaolo oli alhaisin.

Taulukko 3. Muhoksen Tahvolan puulajikokeen taimien ellossaolo prosentteina perustamiseen ja täydennysviljelyyn käytettyjen taimien kokonaismäärästä. Maankäsittelytapa viilutus. Vuoden 1992 inventointi keväällä, muut syksyllä.

Inventoin-	Siperian-	Kontorta-	Raudus-	Hies-		
tivuosi	Mänty	kuusi	lehtikuusi	mänty	koivu	koivu
1975	97	100	89	87	99	100
1978	90	99	42	81	99	99
1982	92	97	35	79	98	98
1986	88	98	33	78	98	97
1992	87	98	31	65	97	95

3.2.3 Pituus

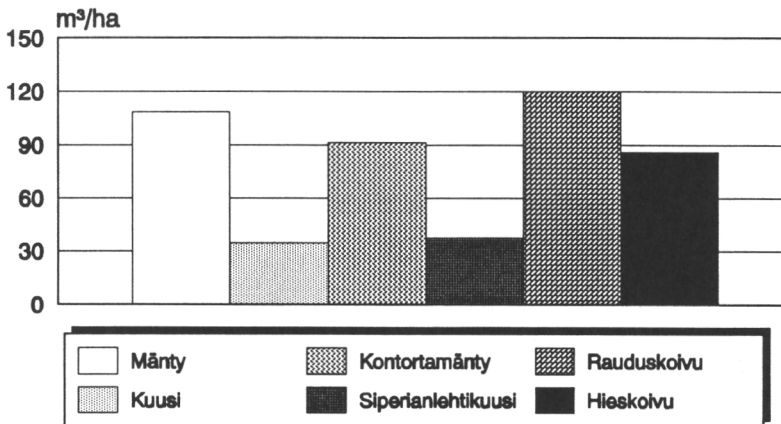
Pituuskasvu oli parasta rauduskoivulla, seuraavina hieskoivu, kontortamänty, mänty, siperianlehtikuusi ja kuusi (kuva 5). Kuusen alkukehitys on tunnetusti hidasta, mutta siperianlehtikuusen kasvun pitäisi olla lähes rauduskoivun luokkaa. Tässä tapauksessa se on jäänyt kuitenkin alle puoleen rauduskoivun pituudesta.



Kuva 5. Muhoksen Tahvolan puulajikokeen taimien pituuskasvu. Maankäsittelytapa viilutus. Vuoden 1992 inventointi keväällä, muut syksyllä.

3.2.4 Tuotos

Pituuden lisäksi myös keskitilavuuden suhteen rauduskoivu oli ylivoimainen: 18 vuodessa 120 kuutiota (kuva 6). Hieskoivu jäi tuntuvasti jälkeen sekä männystä että kontortamännystä. Heikoin tuotos oli kuusella ja vain vähän parempi siperianlehtikuusella. Kuusen tuotos selittyy iällä eli hitaalla alkukehityksellä, mutta siperianlehtikuusen kasvussa on huomiota kiinnitettävä muihin tekijöihin.



Kuva 6. Muhoksen Tahvolan puulajikokeen keskitilavuudet 18 v. iässä. Maankäsittelytapa viilutus.

3.3 Pudasjärven Vengas

3.3.1 Koekenttä

Pudasjärven Venkaan puulaji- ja maanmuokkauskoekenttä perustettiin 1973 Iin hoitoalueeseen Mertajoen varteen. Verrattavat puulajit ovat samat kuin Muhoksen Tahvolassa: mänty, kuusi, siperianlehtikuusi, kontortamänty, rauduskoivu ja hieskoivu. Lisäksi on käytetty kahta maanmuokkaustapaa, piennaraurausta (1971) ja laikutusta (1973). Viljely tehtiin keväällä 1973, auratulla alalla erikseen pientareeseen ja palteeseen (kuva 7). Venkaalla ei ole tehty täydennysviljelyä (taulukko 1). Koekentän topografinen korkeus on 100 m.

Kokeen lohkojen samankaltaisuutta testattiin myös täällä Tukeyn keskiarvotestillä kunkin puulajin pituushavaintojen perusteella. Laikutetulla alueella oli eniten eroja männyllä: lohko 1 erosi lohkoista 2 ja 3 sekä 2 ja 3 puolestaan lohkoista 4 erittäin merkittävästi. Myös kuusen osalta lohkot 2 ja 3 erosivat lohkoista 4. Piennarviljelyllä alueella oli myös lohkojen välisiä eroja siten, että männyllä erot olivat vastaavat kuin laikutuksessa, mutta kuusella oli vain yksi merkittävä ero lohkojen 1 ja 4 välillä. Kontortamännyllä lohko 4 erosi kaikista muista lohkoista. Palleviljelyssä lohkojen väliset erot olivat piennarviljelyä pienemmät. Männyllä ei lainkaan, kuusella lohkojen 2 ja 4 välillä erittäin merkittävä ja samoin hieskoivulla lohkojen 1 ja 2 välillä. Kokeen lohkotus aiheuttaa siten jonkin verran eroja ja on otettava huomioon pitemmälle menevässä johtopäätösten teossa.

3.3.2 Elossaolo

Männyn elossaolo oli suhteellisen hyvä ja siihen ei maanmuokkaustavalla ollut suurta vaikutusta (taulukko 4). Kuusella paras elossaolo oli mittausjakson lopussa pientareeseen istutuksessa ja paljon parempi kuin millään muulla puulajilla. Auraupalteeseen istutetut kuusen taimet olivat elossa vastaavasti kuin männyllä, mutta laikutuksessa elossaolo oli mäntyä alhaisempi. Siperianlehtikuusi menestyi muokkaustavasta riippumatta huonosti, samoin rauduskoivu. Myöskään hieskoivun ja kontortamännyn elossaolot eivät olleet korkeita.

I			II			III			IV		
5	2	3	6	1	4	1	3	2	5	4	6
2	5	4	1	6	3	2	5	3	1	6	4
4	6	2	3	5	1	5	1	4	6	3	2
3	1	6	5	4	2	6	2	5	4	1	3
1	3	5	4	2	6	3	4	6	2	5	1
6	4	1	2	3	5	4	6	1	3	2	5

Muokkaus:	Puulajit:
<input type="checkbox"/> Konelalkutus	1 = Mänty
<input type="checkbox"/> Auraus, piennarviljely	2 = Kuusi
<input type="checkbox"/> Auraus, palleviljely	3 = Kontortamänty
	4 = Siperianlehtikuusi
	5 = Rauduskoivu
	6 = Hieskoivu

Kuva 7. Pudasjärven Venkaan puulaji- ja maanmuokkauskokeen koealakaavio.

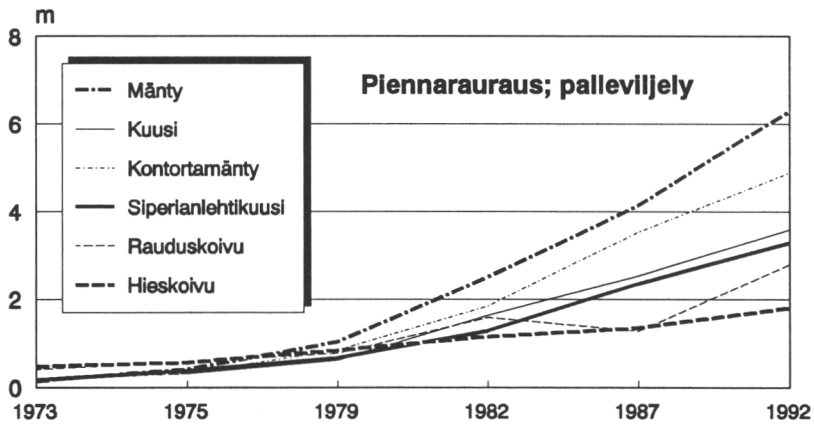
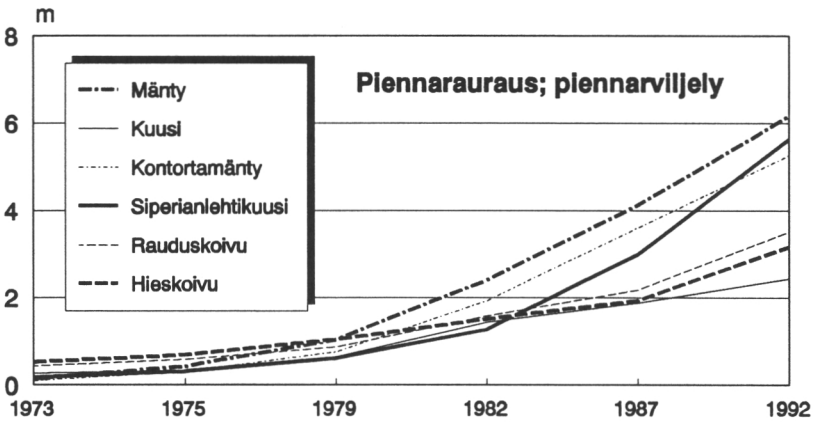
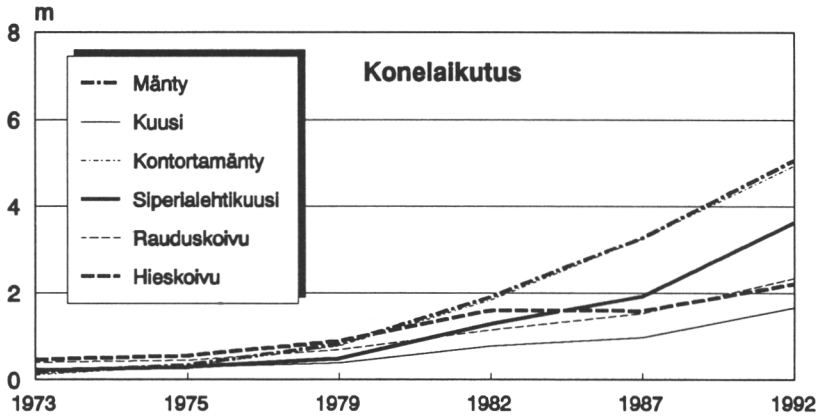
Taulukko 4. Pudasjärven Venkaan puulajikokeen taimien elossaolo prosentteina perustamiseen ja täydennysviljelyyn käytettyjen taimien kokonaismäärsä. Inventoinnit 1973 ja 1975 syksyllä, muut keväällä.

Inventoin- tivuosi	Mänty	Kuusi	Siperian- lehtikuusi	Kontortta- mänty	Raudus- koivu	Hies- koivu
Laikutus						
1973	99	95	68	61	88	90
1975	86	89	18	41	59	76
1979	72	65	11	31	8	68
1982	79	70	10	37	2	60
1987	79	65	6	34	1	65
1992	76	62	4	31	0	47
Piennarauraus, istutus pientareeseen						
1973	98	94	79	54	94	98
1975	90	93	52	59	89	96
1979	85	93	14	54	38	82
1982	79	93	13	44	8	69
1987	77	92	4	41	3	64
1992	73	92	3	38	1	53
Piennarauraus, istutus palteeseen						
1973	97	84	44	90	91	94
1975	84	77	45	63	77	79
1979	85	76	27	60	41	78
1982	82	78	24	50	7	56
1987	80	77	7	48	4	62
1992	79	77	5	46	1	56

3.3.3 Pituus

Paras pituuskasvu oli männyllä siten että aurauspientareeseen ja palteeseen istutetuilla taimilla kasvu oli lähes sama, mutta laikutuksessa näitä alhaisempi (kuva 8). Kontortamännyn pituuskasvu oli jokseenkin sama kaikissa maankäsittelyissä, mutta siperianlehtikuusi, kuin myös raudus- ja hieskoivu, kasvoivat parhaiten piennarviljelyssä. Näiden, kuin myös kuusen kasvu, oli varsin heikkoa. Maanmuokkaus paransi kaikkein selvimmin kuusen pituuskasvua, joka oli parasta palteeseen istutetuilla taimilla.

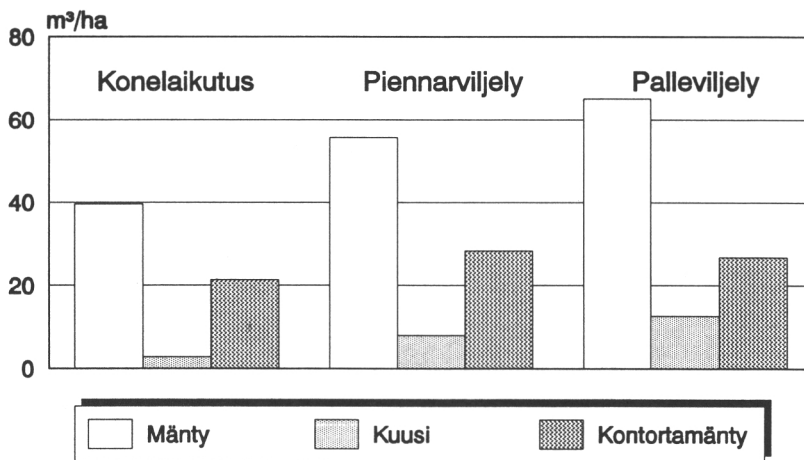
Verrattaessa keskenään kuusen ja männyn pituuskasvua eri muokkauksissa, mänty kasvoi 19 vuodessa laikutetulla alalla kolme kertaa pitemmäksi kuin kuusi. Vastaava ero oli aurauspientareessa sama, mutta aurauspalteessa ero oli enää kaksinkertainen. Piennar ja laikku ovat siten kuusen kannalta jokseenkin samanarvoisia, mutta palle on ylivoimaisesti näitä parempi kuusen kasvualusta.



Kuva 8. Pudasjärven Venkaan puulajikokeen taimien pituuskasvu. Inventoinnit 1973 ja 1975 syksyllä, muut keväällä.

3.3.4 Tuotos

Tilavuuskasvua verrataan Venkaan kokeessa vain männyn, kuusen ja kontortamännyn kesken (kuva 9). Näistä ylivoimaisesti suurin tuotos oli palteeseen istutetulla männyllä, 19 vuodessa 65 m³/ha, josta ainespuuta 56 m³. Kasvu pientareessa oli 10 m³ pienempi ja laikutuksessa vain noin 60 % palteessa mitatusta kasvusta. Mäntyyn verrattuna kontortamännyn kasvu oli heikkoa ja kuusen vielä heikompaa ja erityisen heikkoa laikutuksessa. Männyn tuotos laikutuksessa oli 19-kertainen kuuseen verrattuna vastaavan eron ollessa auraspuientareessa seitsemänkertainen ja auraspalteessa viisinkertainen. Vertailu osoittaa kuusen hyötyvän nimenomaan auraspalteen kasvuolosuhteista.

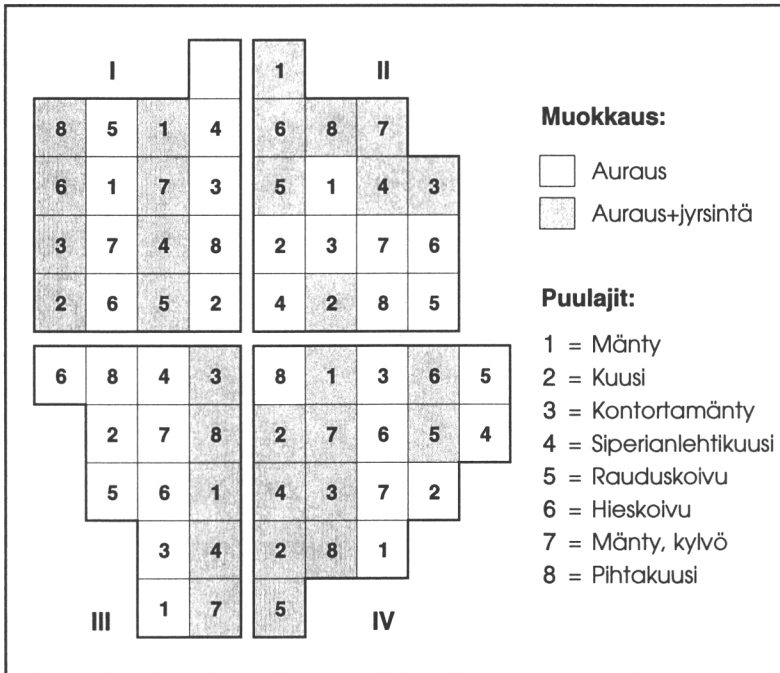


Kuva 9. Pudasjärven Venkaan puulajikokeen keskitilavuudet 18 v. iässä.

3.4 Taivalkosken Ohtaaja

3.4.1 Koekenttä

Ohtaajalla topografinen korkeus on 200 m. Koealueen metsänuudistamisen historia ennen kokeen perustamista on mielenkiintoinen. Vuonna 1920 tehdyssä metsätalouden tarkastuksessa puulajisuhteet olivat 95 % kuusta ja 5 % koivua puumäärän ollessa 130 m³/ha. Kuusikuviolla oli kapea koivukaistale ilmeisesti vuonna 1912 tehdyn uudistushakkuun seurauksena. Vuosien 1931-32 tarkastuksen mukaan alue oli kaistaleittain hakattua metsää, jossa kaistaleiden välit olivat eri-ikäistä kuusimetsää ja kaistaleissa oli hakkuussa jääneitä siemenpuita. Puumäärä kaistaleissa oli 30 ja kulisseissa 160 m³/ha. Vuoden 1954 tarkastuksessa alue oli joko avohakattua tai männyn siemenpuuasentoa, jossa jätekoivua.



Kuva 10. Taivalkosken Ohtaajan puulaji- ja maanmuokkauskokeen koelakaavio.

Ennen kokeen perustamista vuonna 1973 uudistamiseen tähtäviä toimia oli tehty seuraavasti: 1944-45 männyn siemenpuuhakkuu, 1950-51 paljaaksihakkuu puolella alueesta toisen puolen jäädessä siemenpuuasentoon, 1954-55 siemenpuiden poisto, 1956 hakkuualueen rai- vaus ja kulotus, 1957 männyn istutus, 1959 männyn kylvö ja 1970 mp-auraus.

Puulajikoetta varten osa piennarauralla auratusta alueesta ketjujyrsittiin 1972 ja kokeeseen liittyvät viljelyt tehtiin keväällä 1973 poikkeuksena kontortamänty, jota viljeltiin vielä 1974. Verrattavat puulajit ovat samat kuin Pudasjärven Venkaalla: mänty, kuusi, siperianlehtikuusi, kontortamänty, rauduskoivu ja hieskoivu sekä lisäksi pihtakuusi (kuva 10). Kokeen lohko- tuksella ei ole kovin suurta vaikutusta. Eniten muista lohkoista eroaa lohko neljä, erityisesti männyn osalta.

3.4.2 Elossaolo

Taimien elossaolo oli kauttaaltaan surkea (taulukko 5). Yli 60 % elossaoloon ylsi vain hies- koivu. Lehtikuusen ja kontortamännyn elossaolo oli 10 % kahtapuolta, männyllä noin 20 ja kuusella noin 40 %. Männyn kylvössä taimettuneiden laikkujen sadannes oli vielä heikompi kuin istutuksessa. Rauduskoivun elossaolo oli hivenen kuusta parempaa. Aurauksen jälkeen tehdyllä ketjujyrsinnällä ei ollut sanottavaa vaikutusta elossaoloon.

*Taulukko 5. Taivalkosken Ohtaojan puulajikokeen taimien elossaolo prosentteina perustami-
seen ja täydennysviljelyyn käytettyjen taimien kokonaismäärästä. Vuoden 1992 inventointi
kevällä, muut syksyllä.*

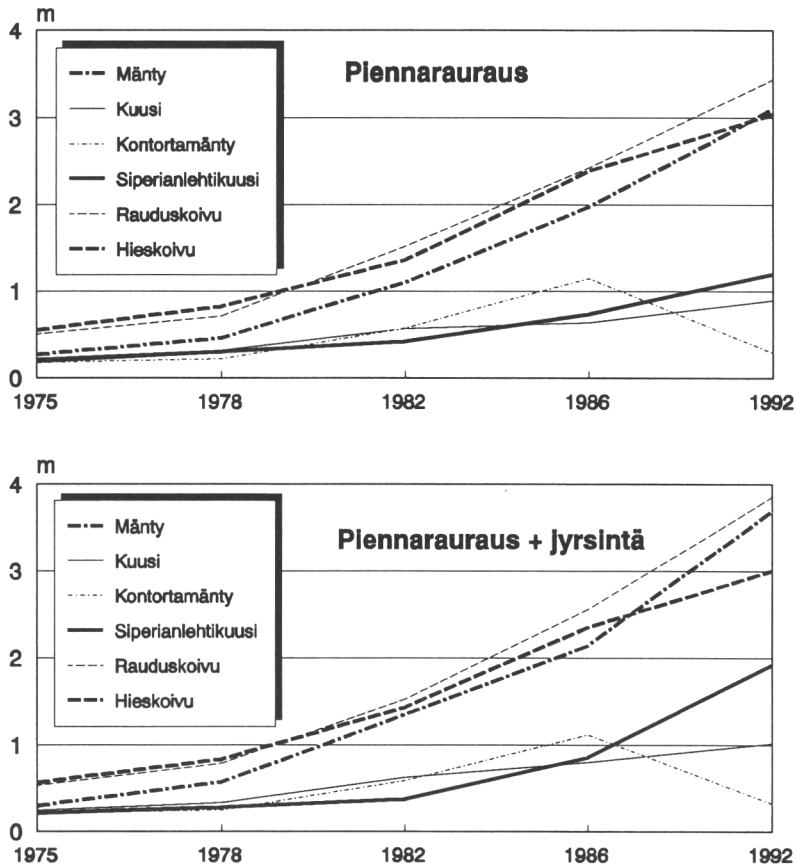
Inventoin- tivuosi	Mänty Mänty	Mänty, kylvö	Siperian- Kuusi	Kontorta- lehtikuusi	Raudus- mänty	Hies- koivu	Pihta- kuusi	
Piennarauraus								
1975	83	47	81	16	34	78	89	68
1978	70	49	79	43	40	75	91	76
1982	29	20	48	34	12	58	77	67
1986	35	18	52	29	8	58	83	75
1992	23	8	38	13	11	44	69	62
Piennarauraus + jyrshintä								
1975	86	54	80	24	28	91	95	76
1978	69	54	80	46	35	81	89	82
1982	31	14	52	27	16	67	82	68
1986	25	13	50	23	13	69	90	80
1992	20	7	41	8	14	54	71	66

3.4.3 Pituus

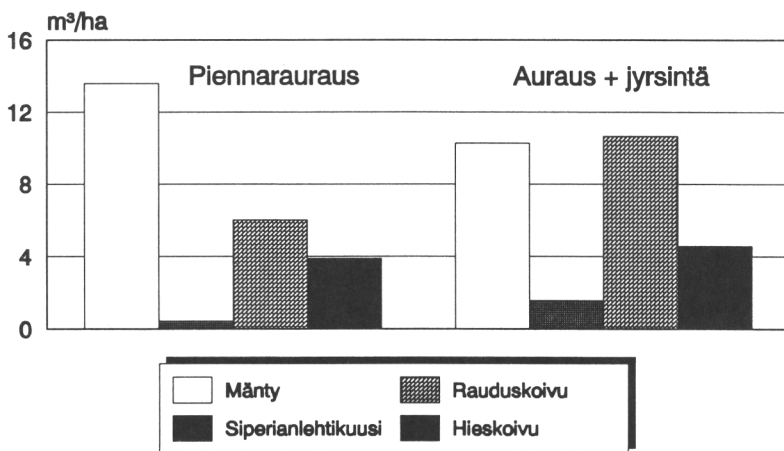
Paras keskipituus mitattiin rauduskoivulla sekä aurauksessa että aurauksen jälkeen ketjujyr-
sityllä alalla (kuva 11). Männyin pituuskasvu oli hivenen parempi kuin hieskoivun. Muilla
puulajeilla pituuskasvu oli peräti heikkoa, esimerkiksi kuusella noin metri vajaassa 20 vuo-
dessa. Tätä heikompaa oli vielä pihtakuusen pituuskasvu: keskipituus viimeisessä inventoin-
nissa oli 0,6 m. Myös täydennysviljelyt vaikuttavat keskipituuteen, kuten esimerkiksi kontor-
tamännyin kohdalla on havaittavissa.

3.4.4 Tuotos

Elosaolo ja pituuskasvukin huomioonottaen runkotilavuuden tarkastelulla on vähäinen mer-
kitys (kuva 12). Vajaassa parissakymmenessä vuodessa männyin tuotos on 14 m³/ha aurauk-
sessa ja aurauus + jyrshintässä tätä vähemmän. Rauduskoivun tuotos on aurauksessa 6 ja auru-
us + jyrshintässä 10 m³/ha.



Kuva 11. Taivalkosken Ohtaajan puulajikokeen taimien pituuskasvu. Vuoden 1992 inventointi keväällä, muut syksyllä.



Kuva 12. Taivalkosken Ohtaajan puulajikokeen keskitilavuudet 18 v. iässä.

3.5 Puolangan Paljakka

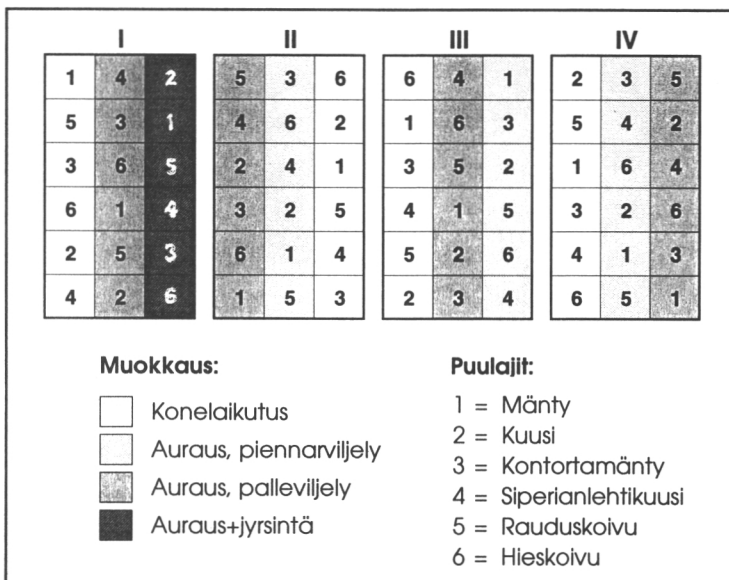
3.5.1 Koekenttä

Paljakan tutkimusalueeseen keväällä 1973 viljellyn kokeen maankäsittelytavat ovat piennarauraus, auraus + ketjujyrsintä sekä laikutus Sinkkilän laikkurilla. Koe edustaa 300 m korkeutta ja viljeltyt puulajit ovat mänty, kuusi, siperianlehtikuusi, kontortamänty, rauduskoivu ja hieskoivu (kuva 13). Auraus tehtiin 1971, jyrsintä ja laikutus 1972.

Koelohkojen samanarvoisuuden testaus osoitti laikutuksessa eri lohkojen välille joitakin eroja. Erittäin merkitsevä ero oli vain lohkojen 1 ja 2 välillä rauduskoivulla ja kuusella lohkojen 2 ja 3 sekä 2 ja 4 välillä. Auruksen piennarviljelyssä lohkojen erot olivat vielä vähäisempiä eikä tilastollisesti erittäin merkitsevää eroa havaittu lainkaan. Palleviljelyssä niitä oli puolestaan kontortamännillä, lehtikuusella, rauduskoivulla ja kuusella, viimeksi mainitulla samansuuntaisesti kuin laikutuksessa.

3.5.2 Elossaolo

Vuodesta 1973 vuoteen 1992 seuratun elossaolon perusteella alhaisin elossaolo oli kaikissa maankäsittelyissä kontortamännillä, toiseksi alhaisin siperianlehtikuusella (taulukko 6). Kummastakaan ei kehity metsikköä. Myöskään männyn elossaolo ei ole hyvä, muokkaustavasta riippuen 27-34 %. Ylivoimaisesti paras elossaolo oli auratulle ketjujyrsitylle alalle istutetulla rauduskoivulla, yli 90 %.



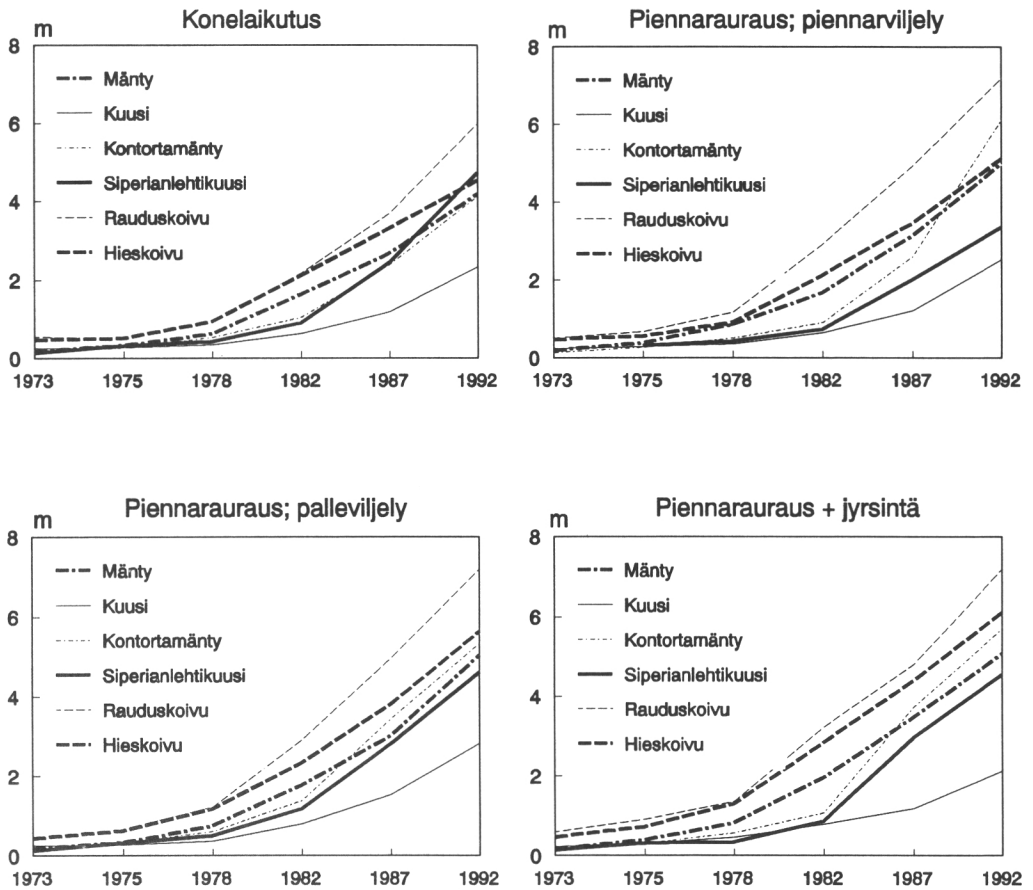
Kuva 13. Paljakan tutkimusalueen puulaji- ja maanmuokkauskokeen koelakaavio.

Taulukko 6. Puolangan Paljakan puulajikokeen taimien elossaolo prosentteina perustami-
seen ja täydennysviljelyyn käytettyjen taimien kokonaismäärästä. Vuosien 1987 ja 1992
inventoinnit keväällä, muut syksyllä.

Inventoin- tivuosi	Mänty	Kuusi	Siperian- lehtikuusi	Kontorta- mänty	Raudus- koivu	Hies- koivu
Laikutus						
1973	100	99	46	88	-	-
1975	85	61	49	65	80	82
1978	86	72	47	64	83	93
1982	54	59	28	13	68	89
1987	30	53	14	2	56	87
1992	31	59	18	2	60	85
Piennarauraus, piennarviljely						
1973	98	98	-	84	-	-
1975	90	66	60	79	93	88
1978	86	67	54	63	90	86
1982	55	61	41	9	90	86
1987	33	59	24	0	86	82
1992	32	60	27	0	86	82
Piennarauraus, palleviljely						
1973	81	80	32	63	-	-
1975	82	67	53	67	77	76
1978	76	65	43	65	74	79
1982	57	63	37	16	70	78
1987	37	58	24	5	67	73
1992	34	62	27	5	67	75
Piennarauraus + jyrshintä						
1973	98	94	42	87	-	-
1975	76	85	63	81	93	74
1978	65	90	57	72	92	79
1982	43	83	41	8	91	78
1987	28	84	24	1	90	72
1992	27	84	24	1	90	74

3.5.3 Pituus

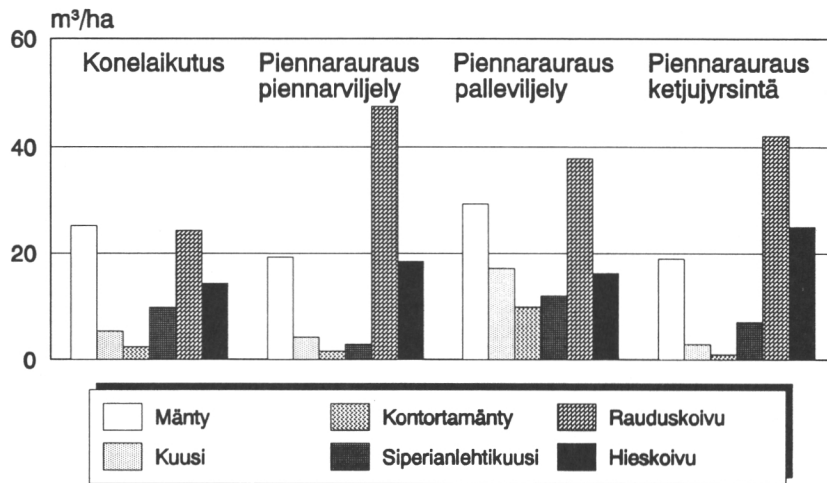
Ylivoimaisesti paras pituuskasvu oli kaikissa maankäsittelyissä rauduskoivulla (kuva 14). Auratulle ja jyrshitylle alalle istutetut kasvoivat selvästi paremmin kuin laikutetulle alalle istutetut. Huonoin pituuskasvu oli kuusella ja ero kaikista muista puulajeista tilastollisesti erittäin merkitsevä. Siperianlehtikuusen keskipituus vaihteli muokkaustavasta ja istutuspaikasta riippuen ja oli laikutuksessa toiseksi pisin, mutta muutoin toiseksi lyhyin.



Kuva 14. Puolangan Paljakan puulajikokeen taimien pituuskasvu. Vuosien 1987 ja 1992 inventoinnit keväällä, muut syksyllä.

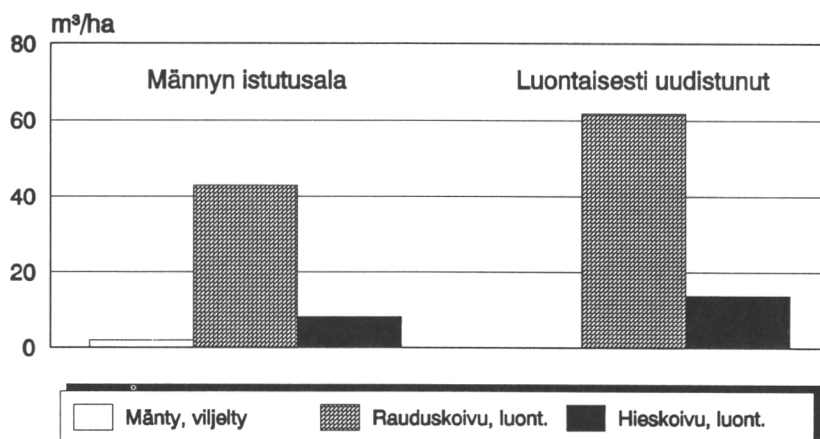
3.5.4 Tuotos

Paras tuotos oli pientareeseen ja toiseksi paras aurattuun + jyräntä maahan viljellyllä rauduskoivulla (kuva 15). Kuusen, kontortamännyn ja lehtikuusen runkotilavuudet olivat mitätömiä, mikä selittyy esim. heikolla elossaololla. Männyn tilavuuskasvu oli parasta palteeeseen istutettaessa, sitten laikutuksessa ja heikointa pientareeseen tai aurattuun ja jyräntä maahan viljeltäessä.



Kuva 15. Puolangan Paljakan puulajikokeen keskitilavuudet 19 v. iässä.

Oma pieni erikoisuutensa on koekentän viljavaan alareunaan kokeen perustamisen yhteydessä viljelty ja tarkoituksella hoitamatta jätetty männyn istutusala sekä myös luontaisen uudistumisen varaan jätetty hoitamattomana pidetty ala. Männyn istutusallalla mänty on hoitamattomuuden takia menetetty, mutta kokonaistuotos on parempi kuin rauduskoivulla koekentällä (kuva 16). Luontaisesti uudistumaan jätetty alue on kokonaistuotokseltaan kuitenkin suurin, $75,6 \text{ m}^3$. Vertailussa on otettava huomioon, että auraus tehtiin 1971 ja koeruutujen viljely keväällä 1973. Näillä kahdella esimerkillä ei ole aineistoon perustuvaa yleistettävyyttä, mutta ne antavat kyllä mahdollisuuden arvioida viljavan paikan luontaista kasvupotentiaalia ja sen kaikinpuolista hyväksikäyttöä.

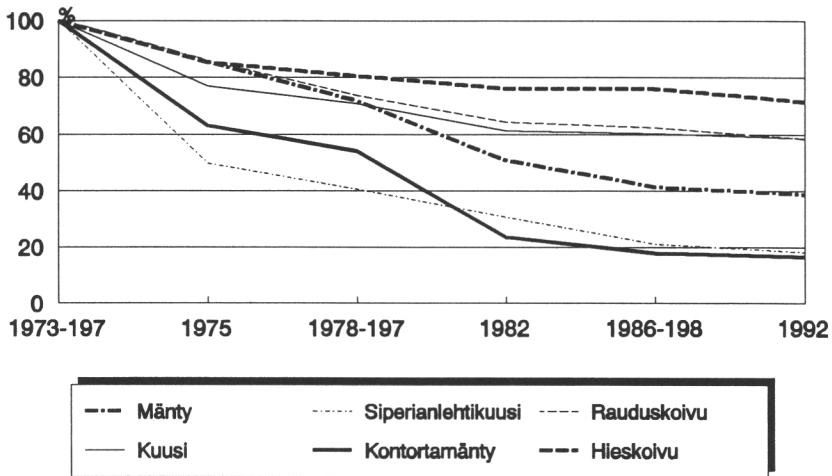


Kuva 16. Puolangan Paljakan puulajikokeen koekentän alareunaan viljellyn hoitamatta jätetyn männyn uudistusalan ja luontaisesti uudistuneen hoitamattoman alan tuotos. Maankäsitellyt auraus vastaavana ajankohtana kuin puulajikokeessa.

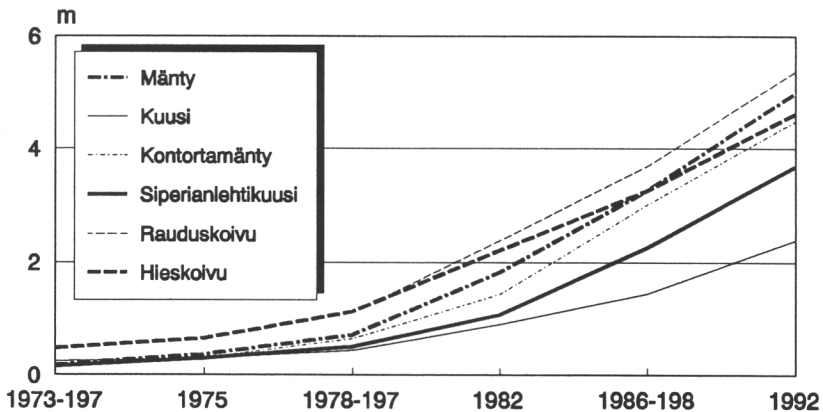
3.6 Yhdistelmä Kempeleen, Muhoksen, Pudasjärven, Taivalkosken ja Puolangan puulajikokeiden elossaolosta ja pituuskasvusta

Luvuissa 3.1 - 3.5 tarkasteltiin lähes samanaikaisesti perustettujen kokeiden koekenttäkohtaisia tuloksia. Kun taimien ikä viimeisessä inventoinnissa oli jo 18-19 vuotta, voidaan koesarjan taimettumisvaiheen onnistumista arvioida myös keskimääräisten tulosten perusteella.

Yhdistelmä taimien elossaolon kehityksestä osoittaa, että heikoiten ovat pysyneet elossa siperianlehtikuusi ja kontortamänty ja parhaiten hieskoivu (kuva 17). Männyn elossaolo oli laskenut 18-19 vuodessa 40 prosenttiin eli noin puoleen hieskoivun elossaolosta. Taimien pituuskasvussa rauduskoivu oli puolestaan paras, toiseksi parhaiten kasvoi mänty ja huonoinnmin kuusi (kuva 18). Kontortamännyn ja hieskoivun pituudet lähentelivät tutkimusjakson lopussa toisiaan, kun sen sijaan siperianlehtikuusi jäi näitä tuntuvasti lyhyemmäksi.



Kuva 17. Elosaolon keskimääräinen kehitys Kempeleen, Tahvolan, Pudasjärven, Taivalkosken ja Puolangan vuosina 1973-74 perustetuissa puulajikokeissa.



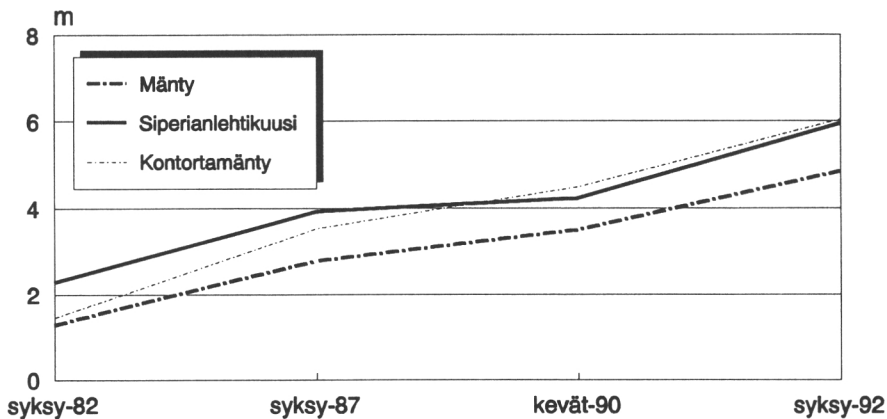
Kuva 18. Keskimääräinen pituuskasvu Kempeleen, Tahvolan, Pudasjärven, Taivalkosken ja Puolangan vuosina 1973-74 perustetuissa puulajikokeissa.

3.7 Pyhäjärven koe

Pyhäjärven koekentät viljeltiin esillä olevien puulajien osalta 1976. Niiden koejärjestely sekä tuloksia on esitelty aikaisemmin (Kubin 1990). Vuonna 1992 mitattiin Pyhäjärven kokeista männyn, kontortamännyn ja siperianlehtikuusen elossaolo, pituus ja runkotilavuus erikseen Kajaanissa pidettävää tutkimuspäivää varten. Toisin kuin edellä tarkastelluissa kokeissa, täällä elossaolot (taulukko 7) olivat suhteellisen korkeita ja pituuskasvu (kuva 19) hyvä. Siperianlehtikuusen ja kontortamännyn pituus oli 16 vuoden ikäisenä lähes sama ja mänty oli näitä yhden metrin lyhyempää. Pyhäjärvellä ei ole mainittuja puulajeja myöskään täydennysviljelyä.

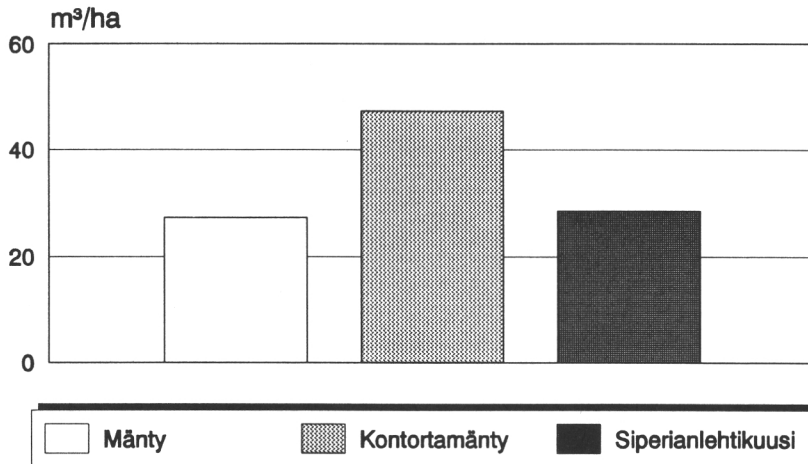
Taulukko 7. Pyhäjärven puulajikokeen taimien elossaolo. Täydennysviljelyä ei ole tehty. Maanmuokkaustapa piennarauraus. Vuoden 1990 inventointi keväällä, muut syksyllä.

Inventointivuosi	Mänty	Kontortamänty	Siperianlehtikuusi
1982	81	87	88
1987	78	84	86
1990	75	83	85
1992	75	82	85



Kuva 19. Pyhäjärven puulajikokeen taimien pituuskasvu. Maanmuokkaustapa piennarauraus. Vuoden 1990 inventointi keväällä, muut syksyllä.

Verrattaessa keskenään tuotosta, kontortamänty oli ylivoimainen mäntyyn ja siperianlehtikuuseen verrattuna (kuva 20). Ero oli lähes 20 m³/ha.



Kuva 20. Pyhäjärven puulajikokeiden keskitilavuudet 16 v. iässä. Maanmuokkaustapa pienarauraus.

4. Tulosten tarkastelu

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää alueellisen sijainnin, topografisen korkeuden ja maanmuokkaustavan vaikutusta eri puulajien elossaoloon, pituuskasvuun ja tuotokseen. Puulajien menestymisessä on kuitenkin ollut siinä määrin ennakoimattomia vaikeuksia, että koesarjalle asettuja tavoitteita ei kaikilta osin saavuteta. Sen sijaan kokeessa on saatu arvokasta koekenttäkohtaista tietoa, mistä johtuen alueellisesti yleistävän tarkastelun asemasta keskitytään koekenttäkohtaisiin tuloksiin.

Kempeleen Niittyrinta. Kempeleen Niittyrintan koe on alavalla vesijättömaalla ja sen menestyminen on ollut kaikin puolin huonoa. Yleispiirteenä voidaan todeta ongelman olevan suolaisessa merivedessä, joka silloin tällöin tulvii ja peittää puiden juuristot. Myös maan suolapitoisuus sen nuoresta iästä johtuen on hyvin korkea, mikä näkyy mm. korkeina johtolukuarvoina (Pirinen 1974). Maankohoamisrannikolle onkin tyypillistä suolapitoiset laikut, joissa on oma erityinen kasvilajisto (Siira 1971). Lisäksi sulfidisaven kääntäminen anaerobisista oloista aerobisiin oloihin johtaa rikkihapon muodostumiseen ja jyrkkään maan happamuuden laskuun. Perusongelmat ovat niin suuria ja ekologisia, että viljelytekniikalla niitä ei voida voittaa. Maankohoaminen johtaa näiden alueiden vähittäiseen kuivumiseen ja luontaisen puulajisukcession alkuun, jossa hieskoivulla on tämänkin tutkimuksen viitteellisen tuloksen mukaan huomattava merkitys.

Muhoksen Tahvola. Muhoksen Tahvolan viilutetulle pellolle perustetussa kokeessa tulos on yleensä hyvä, poikkeuksena siperianlehtikuusi. Siperianlehtikuusen heikko menestyminen on yllättävää, sillä pitkään seuratuissa viljelyissä sitä on pidetty varteenotettavimpana ulkomaisista puulajeista (Lähde et al. 1984). Selitystä täytyy hakea alkuperästä, joka on Kuhmon Jauhovaara.

Jauhovaaran seudulle istutettiin 1920- ja 1930-luvulla useita ulkolaisia puulajeja. Siperianlehtikuusta istutettiin 1926 8 kpl (taimet Nikkarilasta), 1931 150 kpl (taimet Jauhovaaran omasta taimitarhasta), 1933 120 kpl (taimet Jauhovaaran omasta taimitarhasta), 1937 1 122 kpl ja 1937 842 kpl. Siperianlehtikuusen ohella istutettiin myös Euroopan lehtikuusta vuonna 1930 140 kpl (taimet Jauhovaaran omasta taimitarhasta). Kun Jauhovaaran alueelle on istutettu kahta lehtikuusilajia, eikä tarkempaa tietoa siitä, mistä puista siemen kerättiin, ole, lehtikuusen menestyminen saattaa osaksi selittyä tällä. Tahvolan ohella onkin myös muilla koekentillä havaittavissa Euroopan lehtikuuselle luonteenomaista mutkaista runkomuotoa. Kun lisäksi Jauhovaaralla käytetyn siemenen alkuperästä ei ole tarkkaa tietoa, Muhoksen Tahvolan koekentän ohella myös muiden Kuhmon Jauhovaaran siemenen perustuvien lehtikuusiviljelmien merkitys puulajivertailussa jää liian epävarmalle pohjalle.

Pudasjärven Vengas. Venkaan koekenttä on järjestelyiltään erinomainen, mutta alkuperän ohella täällä on otettava Tahvolaa enemmän myös muut tekijät huomioon. Alue kuuluu poronhoitoalueeseen, joten sekä raudus- että hieskoivun tulosten vertaamiselta putoaa pohja pois. Kuusen heikko kasvu selittyy luonnollisesti hitaalla alkukehityksellä, mutta siinäkin paljon etelämpää olevalla siemenellä voi olla merkitystä. Kontortamänty menestyi selvästi Tahvolaa heikommin, jossa myös saattaa alkuperällä olla ratkaiseva merkitys. Venkaan kokeen merkittävämmäksi tiedoksi muodostuu männyn ja kuusen kasvu laikutetulla ja auratulla alalla. Tulos vahvistaa palteen merkitystä erityisesti kuusen kasvualustana.

Taivalkosken Ohtaoja. Ohtaojan alueen uudistaminen on ollut ongelmallista jo 30 vuoden ajan ennen kokeen perustamista, eikä sitä voitu kokeen tuloksiin nojautuen ratkaista vielä 20 vuodessa. Kaikki edellä mainitut tekijät pätevät myös täällä ja lisätekijänä on poikkeuksellisen hienojakoinen maa.

Puolangan Paljakka. Paljakan Rasilehto ei niinkään jää useimpien jo edellä mainittujen ongelmien ulkopuolelle. Esimerkiksi kuusen heikko kasvu voi selittyä Pyhännän alkuperän siirtämisellä 300 m korkeuteen. Samoin on laita Pudasjärveltä peräisin olevan männyn suhteen.

Merkittävin anti Paljakalla onkin paikallista alkuperää olevan rauduskoivun hyvä kasvu. Maan viljavuus näkyy myös siinä, että ylivoimaisesti paras kokonaistuotos oli täysin hoitamatta ja viljelemättä luontaisen uudistumisen varaan jätetyssä kokeen alareunassa olevassa kuviossa. Suurta tuotosta selittää osaksi myös se, että kokeen ulkopuolinen alareuna on lehtomaista kangasta, mutta koekenttä tuoretta kangasta. Koivun kasvattamisella Paljakan tutkimusalueessa on hyvät edellytykset, sillä Paljakka ei ole poronhoitoaluetta.

Pyhäjärvi. Pyhäjärvi on poikkeus edellisiin. Muutamaa vuotta myöhemmin perustettuna esimerkiksi siperianlehtikuusen alkuperä on toinen, samoin kasvu ja tuotos. Siinä missä Jauhovaara ei lupaa mitään, Pyhäjärven kokeiden perusteella siperianlehtikuusta voidaan pitää varteenotettavana vaihtoehtona erikoispuita ja erikoismetsiköitä haluttaessa. Laajamittaisen metsänviljelyn käyttöön siperianlehtikuusi tarvitsee kuitenkin vielä lisätutkimusta, sillä kokeuksen mukaan erinomaisesta alkukehityksestä huolimatta myös muulla kuin Jauhovaaran alkuperällä perustetut taimikot tahtovat ajanmittaan tulla liian harvoiksi ja yksittäisten puiden pituus liian vaihtelevaksi (Kubin 1987).

5. Kirjallisuus

- Cajander, A.K. 1917. Metsänhoidon perusteet II. Suomen dendrologian pääpiirteet. Porvoo. 652 s.
- Hagman, Max. 1989. Vieraat puulajit metsätaloudessamme. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 361: 15-26.
- Heikinheimo, O. 1956. Tuloksia ulkomaisten puulajien viljelystä Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 46(3): 1-129.
- Ilvessalo, L. 1920. Ulkomaalaisten puulajien viljelymahdollisuudet Suomen oloja silmälläpitäen. Acta Forestalia Fennica 17(2): 1-112.
- 1923. Raivolan lehtikuusimetsä. Referat: Der Lärchenwald bei Raivola. Communicationes Instituti Forestalia Fennica 5.3. 101 s.
- Kiuru, P. 1961. Kivennapa. Muistelmia ja kuvia entisestä kotiseudusta. 2. painos. Pieksämäki. 654 s.
- Kubin, E. 1987. Puulajien vertailukokeet Koillismaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 255: 1-17.
- 1990. Tuloksia kotimaisten ja ulkomaisten puulajien vertailukokeesta Pyhäjärvellä. Valta-
nen, J., Murtovaara, I. ja Moilanen, M. (toim.). Metsäntutkimuspäivät Haapajärvellä 21.-
22.11.1990. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 387: 57-66.
- Lähde, E., Werren, M., Etholen, K. & Silander, V. 1984. Ulkomaisten havupuulajien varttu-
neista viljelmistä Suomessa. Communicationes Instituti Forestalia Fennica 125: 1-87.
- Pirinen, P. 1974. Metsäntutkimuslaitoksen Kempeleen koalueen kasvillisuudesta ja ekolo-
giasta. Pro gradu. Oulun yliopiston kasvitieteen laitos. 42 s.
- Rikala, R. 1989. Kontortamännyn kasvatuskoe. Perustaminen ja taimien alkukehitys.
Abstract: Contorta pine experiment. Establishment and initial growth of seedlings. Met-
säntutkimuslaitoksen tiedonantoja 344: 1-46.
- Siira, J. 1971. An area with high electrolyte content in the Liminka meadow region (The
Bothnian bay coast of Finland). I. The distribution, vegetation and soil characteristics of
saline patches. Aquilo Ser. Bot. 10: 29-80.
- Tigerstedt, A.F. 1922. Mustilan Kotikunnas. Kertomus kokeista ulkomaisilla puulajeilla ja
pensailta Mustilassa vuosina 1901 - 1921. Acta Forestalia Fennica 24.

Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot:

- Nro 1. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1971.
- Nro 2. Tutkimuspäivän alustukset 1972.
- Nro 3. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1972.
- Nro 4. Kalevi Karsisto. Esituloksia suometsien fosforilannoitelajikoikeista. 1973.
- Nro 5. Kalevi Karsisto. Lannoitteiden levitystasaisuudesta moottorikelkkaa käytettäessä. 1973.
- Nro 6. Kalevi Karsisto. Kokeita typpilannoitteiden häviämisestä säkeistä. 1973.
- Nro 7. Kalevi Karsisto. Isorakeisen typpilannoitteen uppoamisesta lumeen. 1975.
- Nro 8. Markku Turtiainen ja Jukka Valtanen. Metsänviljelytutkimuksen välituloksia Pohjanmaan ja Kainuun metsäaurausalueilta. 1974.
- Nro 9. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1974.
- Nro 10. Esteri Ohenoja ja Niilo Takkunen. Alustavia tietoja lannoituksen vaikutuksesta kangasmetsien sienisatoon. 1974.
- Nro 11. Kalevi Karsisto ja Jorma Issakainen. Riistan tuottaminen metsänparannusalueilla. 1974.
- Nro 12. Kalevi Karsisto. Peatland forestry experiments in Pyhäkoski experimental area. 1974.
- Nro 13. Kalevi Karsisto. Ojituksen ja metsänlannoituksen vaikutus vesien saastumiseen. 1974.
- Nro 14. Tutkimuspäivän esitykset 1975.
- Nro 15. Metsäntutkimuspäivä Haapavedellä 1976.
- Nro 16. Metsäntutkimuspäivä Sotkamossa ja Ämmänsaarella 1977.
- Nro 17. Metsäntutkimuspäivä Haukiputaalla ja Muhoksella 1978.
- Nro 18. Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 1980.
- Nro 19. Mikko Moilanen ja Matti Oikarinen. Perkausajankohdan vaikutuksesta hieskoivun ja haavan vesomiseen kangasmaalla. 1980.
- Nro 20. Tuhka metsänlannoitteena. Toimittaneet Pekka Pietiläinen ja Markku Tervonen. 1980.
- Nro 21. Metsäntutkimuspäivä Muhoksella 1980.

**Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot
(Muhoksen tutkimusasema):**

- Nro 3. Jussi Saramäki. Hieskoivun kasvu ja kasvatust Pohjanmaalla ja Kainuussa. 1981.
- Nro 17. Jorma Issakainen ja Mikko Moilanen. Lentolannoituksen levitystasaisuudesta ja työpöytävalvontamenetelmän kehittämisestä. 1981.
- Nro 24. Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1981.
- Nro 29. Mikko Moilanen ja Kalevi Karsisto. Lannoituksen levitystasaisuuden vaikutuksesta nuoren suomännikön pituuskasvuun. 1981.
- Nro 70. Metsäntutkimuspäivä Oulaisissa 1982.
- Nro 101. Jarmo Poikolainen ja Eero Kubin. Tuloksia kapealataisen kuusen juurruttamisesta. 1983.
- Nro 119. Metsäntutkimuspäivä Suomussalmella ja Sotkamossa 1983.
- Nro 133. Mikko Moilanen ja Jorma Issakainen. Ojituksen, lannoituksen ja muokkauksen vaikutuksesta luontaiseen uudistumiseen piensararämeellä. 1984.
- Nro 158. Metsäntutkimuspäivä Oulussa 1984.
- Nro 198. Eero Kubin ja Hannu Raitio. Puustovauriot keväällä 1985 Suomessa. Metsämattimiehille osoitetun kyselyn tulokset.
- Nro 199. Mikko Moilanen. Runkokäyrämallien tarkkuus lannoitetussa rämemännikössä. 1985.
- Nro 204. Mikko Moilanen ja Jorma Issakainen. Lannoitusvaikutuksen riippuvuus levitysaikakohdasta nuorissa rämemänniköissä. 1985.
- Nro 206. Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 1985. Kannuksen ja Muhoksen tutkimusosastojen yhteinen julkaisu.
- Nro 222. Matti Oikarinen ja Yrjö Norokorpi. Vuosina 1956-65 viljeltyjen männyntaimikoiden tila valtion mailla Pohjois-Suomessa. 1986.
- Nro 255. Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1986.
- Nro 281. Mikko Moilanen, Ari Ferm ja Jorma Issakainen. Kasvihuonekokeita erilaisten jäteainekoiden vaikutuksesta hieskoivun alkukehitykseen turvealustalla. 1987.
- Nro 290. Pentti Niemistö. KTP-84 tiedonkeruupäätteen metsässä kerättävän tiedon tallennusvälineenä. 1988.
- Nro 295. Metsäntutkimuspäivä Kärsämäellä 1987. 1988.
- Nro 299. Eero Kubin ja Jarmo Poikolainen (toim.). Ekologisten ja ekofysiologisten tutkimusten painopistealueet ja mittausvälineiden tarve metsänhoidon tutkimusosastolla. 1988.
- Nro 327. Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1988. 1989.
- Nro 361. Metsäntutkimuspäivät Oulussa 1989. 1990.
- Nro 381. Jukka Valtanen. Peltojen metsityksen onnistuminen Pohjois-Pohjanmaalla 1970-luvulla. 1991.
- Nro 387. Metsäntutkimuspäivät Haapajärvellä 1990. 1991.
- Nro 388. Jukka Valtanen ja Aarne Lehtosaari. Männyn uudistumiseen vaikuttavat tekijät Siikalatvan alueella. 1991.
- Nro 389. Matti Oikarinen. Suomussalmen männynviljelyinventointi. 1991.
- Nro 419. Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1991. 1992.
- Nro 432. Pentti Niemistö. Runkolukuun perustuvat harvennusmallit. 1992.
- Nro 461. Eero Kubin. Metsäekologisen havaintoverkoston kehittäminen. 1993.
- Nro 464. Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1992. 1993.