

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
JALOSTUSASEMA
01590 MAISALA

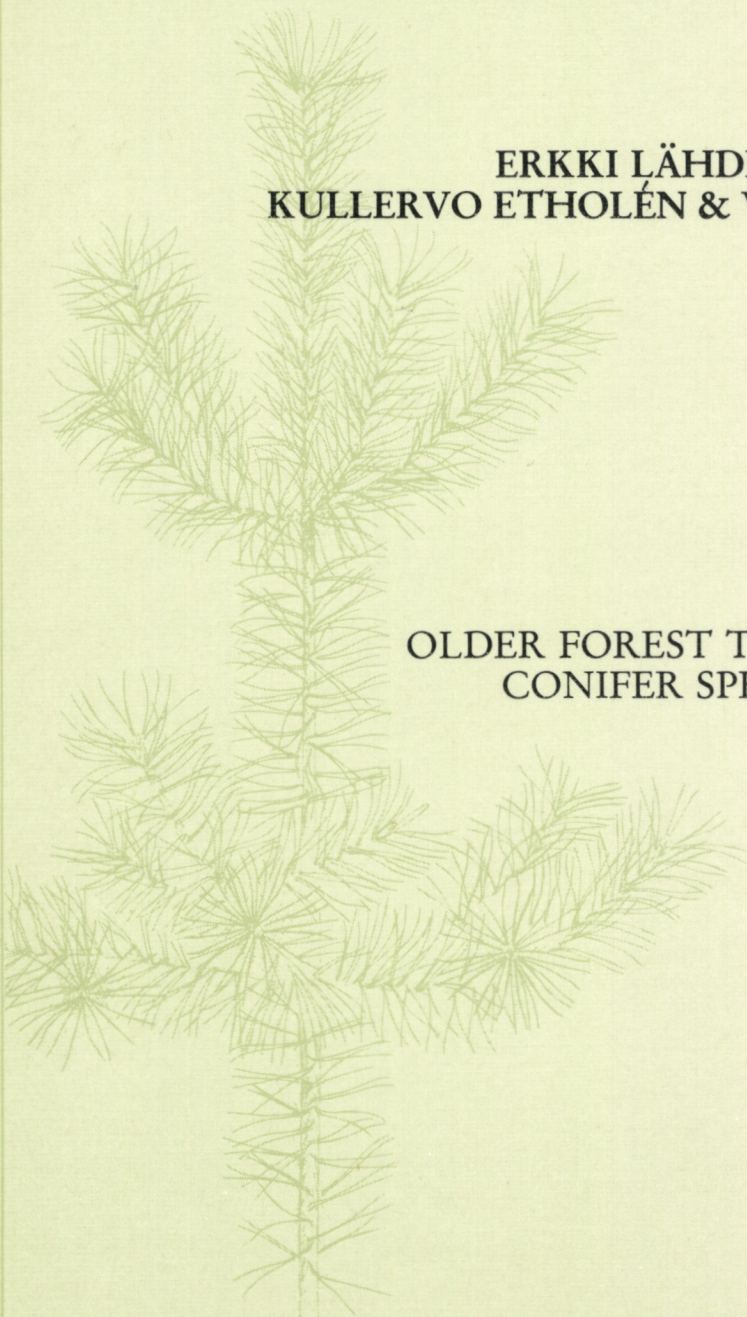
ULKOMAISTEN HAVUPUULAJIEN
VARTTUNEISTA VILJELMISTÄ
SUOMESSA

ERKKI LÄHDE, MARK WERREN,
KULLERVO ETHOLÉN & VEIKKO SILANDER

SUMMARY

OLDER FOREST TRIALS OF EXOTIC
CONIFER SPECIES IN FINLAND

HELSINKI 1984



COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE



THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE (METSÄNTUTKIMUSLAITOS)

Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND

Director:
Professor Aarne Nyssönen

Head of Information Office:
Olli Kiiskinen

telex: 125181 hyfor sf
attn. metla/

phone: 90-661 401

Distribution and exchange of publications:

The Finnish Forest Research Institute
Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND

Publications of the Finnish Forest Research Institute:

- Communicationes Instituti Forestalis Fenniae (Commun. Inst. For. Fenn.)
- Folia Forestalia (Folia For.)
- Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja

Cover (front & back): Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) is the most important tree species in Finland. Pine dominated forest covers about 60 per cent of forest land and its total volume is nearly 700 mill. cu.m. The front cover shows a young Scots pine and the back cover a 30-metre-high, 140-year-old tree.

ERKKI LÄHDE, MARK WERREN, KULLERVO
ETHOLÉN & VEIKKO SILANDER

ULKOMAISTEN HAVUPUULAJIEN
VARTTUNEISTA VILJELMISTÄ SUOMESSA

Approved on 31.1.1984

SUMMARY

OLDER FOREST TRIALS OF EXOTIC CONIFER SPECIES
IN FINLAND

HELSINKI 1984

LÄHDE, E., WERREN, M., ETHOLÉN, K. & SILANDER, V. 1984. Ulkomaisten havupuulajien varttuneista viljelmistä Suomessa. Summary: Older forest trials of exotic conifer species in Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 125:1—87.

Tutkimuksessa tarkastellaan professori Olli Heikinheimon perustamien ulkomaisten havupuulajien varttuneiden viljelmien tuotosta, laatua ja kuntoa noin 50—55 vuoden iässä. Aineisto edustaa 10 havupuusukua ja 75 lajia eri puolilta maailmaa. Mittaukset kaikista viljelmistä esitetään liitteinä. Kirjallisuuden pohjalta tarkastellaan aikaisempia tutkimuksia ja kokemuksia Suomesta ja muualta Euroopasta.

Tähänastisten tutkimustulosten perusteella ei voida suositella mitään ulkomaista puulajia laajasti käytettäväksi käytännön metsätaloudessa. Siperianlehtikuusta (*Larix sibirica*) voidaan pitää Suomen lupaavimpana ulkomaisena lajina, ja joissakin olosuhteissa lajilla näyttää olevan tiettyjä etuja kotimaisiin havupuulajeihin verrattuna. Monet lajit sopivat koristepuiksi.

The study examines the growth and yield, stem quality and condition of older trials of exotic conifer species in Finland. 10 genera and 75 species are represented and most of the trials were of biological age 50—55 years at the last inventory. Measurements of all stands are given. Earlier trials and experiences in Finland and neighbouring countries are reviewed from literature.

On the basis of this study no exotic conifer species can be recommended for widescale use in economic forestry in Finland. *Larix sibirica* is the most promising, seemingly with advantages in certain circumstances. Several species are suitable as amenity trees.

ODC 232.1+56
ISBN 951-40-0672-0
ISSN 0358-9609

Helsinki 1984, Valtion painatuskeskus

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	5
2. AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET JA KOKEMUKSET SUOMESTA	6
3. AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET JA KOKEMUKSET MUUALTA EUROOPASTA	8
31. Ruotsi	8
32. Norja	9
33. Keski-Eurooppa ja Tanska	10
34. Neuvostoliitto	11
35. Iso-Britannia	12
4. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT	15
41. Aineisto	15
42. Mittausmenetelmät	15
43. Aineiston käsittely	16
5. TUTKIMUSTULOKSET	17
6. TULOSTEN TARKASTELUA	43
KIRJALLISUUS	51
SUMMARY	53
LIITTEET — APPENDICES	62
1. Puulajiluettelo	62
<i>List of species</i>	62
2. Parametrit liitteeseen 3a	63
<i>Parameters in appendix 3a</i>	63
3a. Viljelmien mittaustulokset	65
<i>Standwise inventory results</i>	65
3b. Huomautukset viljelmistä	80
4. Tuhoutuneet viljelmät	84
5. Kotimaisen männyn ja kuusen kasvuvertailu (ikä 44—56 vuotta) eri metsätyypeillä eri aineistojen mukaan	87

ALKUSANAT

Ulkomaisten puulajien viljely ja hoito on perinteisesti kuulunut metsänhoidon tutkimusosaston tehtäviin. Erityisesti prof. Olli Heikinheimon johdolla perustettiin ulkomaisten puulajien viljelmää Metsäntutkimuslaitoksen hallinnassa oleviin kokeilualueisiin. Näiden metsiköiden vartuttua noin 25 vuoden ikään Heikinheimo julkaisi v. 1956 niiden metsänhoidollisesta tilasta tutkimuksen laitoksen julkaisusarjassa.

Viljelmien vartuttua 1970-luvun lopulla noin 50—55 vuoden ikään katsottiin aiheelliseksi selvittää ja raportoida metsiköiden myöhempi kehitys ja täydentää aineistoa joiltakin osin. Metsiköiden kunnostaminen niiden jäätyä joksikin aikaa vähäiselle huolenpidolle aloitettiin prof. Erkki Lähteen toimesta vuonna 1978. Metsiköt leimattiin ja kunnostettiin hakkuilla yhteistyössä laitoksen kokeilualue toimiston ja sen hoitoalueiden kanssa. Lähteen johdolla suunniteltiin aineiston keruu, josta maastotöiden osalta

huolehti ensisijaisesti metsäteknikko Veikko Silander työryhmineen. Mark Werren vastasi pääasiallisesti aineiston käsittelystä ja laati tutkimuksen käsikirjoituksen. Tässä Werreniä avusti metsänhoitaja Kullervo Etholén. Lähde viimeisteli käsikirjoituksen julkaisukuntoon. Lehtipuuaineisto sen heikon edustavuuden ja hajanaisuuden vuoksi jätettiin pois tästä julkaisusta.

Tekijät esittävät lämpimät kiitokset työssä avustaneille laitoksen kokeilualue toimiston, hoitoalueiden ja kokeilualueiden ammattimiehille, laitoksen ulkopuolisten metsiköiden hoidosta vastaaville henkilöille sekä mitaustyöhön ja aineiston käsittelyyn osallistuneille. Heidän merkittäväällä myötävaikutuksellaan työ on saatu päätökseen. Lisäksi esitetään kiitokset professoreille P.M.A. Tigerstedt ja Yrjö Vuokila sekä tri Olavi Luukkaselle ja tri Jyrki Raulolle, jotka ovat tutustuneet käsikirjoitukseen.

Helsingissä 1984

Erkki Lähde

Mark Werren

Kullervo Etholén

Veikko Silander

1. JOHDANTO

Suomessa kasvaa luontaisesti hyvin niukka puulajisto. Tänne on pyritty siirtämään vastaavilta ilmastoalueilta puulajeja, jotka kasvultaan tai laadultaan saattaisivat olla parempia kuin kotimaiset puulajit. Pihoihin ja puistoihin on istutettu vaihtelun ja koristeellisuuden aikaansaamiseksi ulkomaisia puulajeja. Kokeilut ovat johtaneet siihen, että siperianlehtikuusta (*Larix sibirica*) ja kontortamäntyä (*Pinus contorta*) viljellään jonkin verran käytännön metsätaloudessa.

Puulajien siirtäminen ja kotiuttaminen oman luontaisen kasvualueensa ulkopuolelle edellyttää pitkäaikaisia ja monipuolisia kasvatuskokeita. Vaikka ulkomaisia puulajeja on meillä viljelty puistoissa ja joidenkin harrastajien kokoelmissa jo 1700-luvulta lähtien, ovat niistä saatavat tiedot kuitenkin hyvin puutteellisia. Alkuperien ja kasvuolosuhteiden vertailua on tehty niukasti. Perustamista ja hoitotoimenpiteitä koskevat muistiinpanot ovat monesti epätarkkoja. Parhaiten kasvaneista puulajeista saatuja kokemuksia on kuitenkin käytetty tehokkaasti hyödyksi myöhempiä viljelyjä perustettaessa.

Professori Olli Heikinheimo perusti 1920- ja 1930-luvuilla paljon viljelykokeita ulkomaisilla puulajeilla. Näiden kokeiden perustamis- ja seurantatiedot ovat olleet pohjana monille muille aihepiirin tutkimuksille.

Heikinheimo julkaisi vuonna 1956 yksityiskohtaisen selvityksen perustamistaan ulkomaisten puulajien viljelmistä täydennettynä eräiden muiden viljelmien tiedoilla. Julkaisussa esitettiin runsaasti viljelmien perustamiseen liittyviä tietoja, mittaustuloksia

puuston kehityksestä, havaintoja ilmenneistä tuhoista, arvioita puulajien menestymisedellytyksistä Suomessa jne. Viljelmät olivat kuitenkin silloin vielä verrattain nuoria ja taimikkovaiheen vaikeuksista kärsiviä. Seuraavien vuosikymmenien kehitys on ollut monien puulajien osalta hyvin merkityksellinen joko myönteiseen tai kielteiseen suuntaan, joten uusi, nykyhetken tilaa selvittävä tutkimus on tullut tarpeelliseksi.

Tässä tutkimuksessa ryhmiteltiin aineisto vertailun helpottamiseksi mahdollisimman tarkoin Heikinheimon käyttämän laji- ja alkuperäjärjestyksen mukaiseksi. Viljelmien siemenhankintaa, taimikasvatusta ja muita viljelytietoja ei katsottu tarpeelliseksi toistaa, koska ne ovat löydettyissä Heikinheimon em. julkaisusta.

Puusukujen ja -lajien tieteelliset, englanninkieliset sekä kotimaiset nimet (liite 1) ovat pääasiallisesti samat kuin Palménin ja Alangon (1983) julkaisussa Viljelykasvien nimistö — Kulturväxternas namn käytetyt. Mikäli tässä julkaisussa nimeä ei ole mainittu, on tieteelliset ja englanninkieliset nimet otettu seuraavista julkaisuista: Mitchell, A. (1978). A field guide to the trees of Britain and Northern Europe sekä Den Ouden, P. ja Boom, B.K. (1965). Manual of cultivated conifers hardy in the cold- and warm-temperature zone.

Tutkimuksessa esitetään päätulokset uudesta inventoinnista ja arvioidaan sen sekä eräistä muista viljelmistä saatujen tietojen ja kokemusten perusteella eri puulajien menestymismahdollisuuksia Suomessa.

2. AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET JA KOKEMUKSET SUOMESTA

Vanhin tieto ulkomaisen puulajin viljelystä Suomessa lienee Tillandzin kasviluettelosta vuodelta 1683 (Cajander 1914). Puulaji, jota tuolloin Turun seudulla oli yritetty viljellä, oli kuitenkin kastanja (*Castanea*), jolla ei maassamme ole kasvuedellytyksiä. Realistisempi kokeilu toteutui 1700-luvulla, kun Peter Kalm perusti hyötykasvien etsintään tarkoitettun Amerikan matkansa jälkeen Hirvensaloon ja muuallekin Turun ympäristöön mukanaan tuomistaan siemenistä istutuksia. Viljelmissä oli sekä Suomessa kestäviä että myös ilmastoomme sopimattomia puulajeja. Kokeissa oli mukana lisäksi eräitä siperialaisia havupuita (Cajander 1916). Kalmin istutuksista on osa säilynyt (Kukkonen 1979).

Toinenkin Turun yliopiston professori, Pehr Gadd, harrasti 1700-luvulla ulkomaisen puulajien viljelystä ja tutkimusta, mutta hänen viljelmänsä ovat tuhoutuneet.

Jopa puuntuotokseen tähtäävä merkittävä viljely tehtiin 1700-luvun keskivaiheilla. Tunnettu venäläinen metsämies Fockel teki vuonna 1738 ensimmäiset kylvöt Raivolan (Lintulan) siperianlehtikuusikon perustamiseksi Uudellakirkolla nykyisen Suomen valtakunnanrajan takana. Metsästä oli tarkoitus hankkia puutavaraa laivanrakennusta varten. Raivolan lehtikuusikko tunnetaan poikkeuksellisen hyväkasvuisena ja siitä saadusta siemenestä ovat lähtöisin monet nykyiset tuottoisimmat metsiköt (vrt. esim. Ilvessalo 1916).

Vuosisadan vaihduttua lehtikuusi pysyi edelleen tärkeimpänä ulkomaisena puulajina. Merkittävin 1800-luvun lehtikuusikoista on tehtailija Nils Ludvig Arppen vuosina 1842—43 perustama edelleen hyvin kasvava Kiteen metsikkö (Rokio 1908, Ilvessalo 1916, Palosuo 1938). Metsikön pinta-ala on 13 ha, josta neljä viidesosaa on euroopanlehtikuusta (*Larix decidua*) ja vain viidennes siperianlehtikuusta. Samanaikaisesti Kiteen lehtikuusikon kanssa eli vuonna 1844 perustettiin Karjalohjalle Fiskarsin tehtaan maille niin kutsuttu Lönnhammarin lehtikuusikko (Ilvessalo 1916).

Merkittävä askel ulkomaisten puulajien viljelyssä Suomessa oli Kruunun metsänhoitolaitoksen ohjesääntöön vuonna 1859 sisällytetty määräys ”ulkomaisten puulajien kodistuttamisesta maahamme” (Cajander 1917). Tämän määräyksen perusteella Evon metsäopiston alueella alettiin tunnetun metsämiehen A.G. Blomqvistin johdolla vuodesta 1861 lähtien viljellä lehtikuusta ja pian myös muita ulkomaisia puulajeja. Eri lehtikuusilajien lisäksi istutettiin siperiansembraa (*Pinus cembra* var. *sibirica*), vuorimäntyä (*Pinus mugo*), strobsumäntyä (*Pinus strobus*), jalokuusilajeja, kuten siperianpihtaa (*Abies sibirica*), palsamipihtaa (*Abies balsamea*), saksanpihtaa (*Abies alba*), douglas-kuusta (*Pseudotsuga menziesii*) ym. (Nordberg ja Havo 1908, Ilvessalo 1916).

Evolla aloitetut kokeet ulottuivat samaan valtionmaahan kuuluneeseen Vesijaon kruununpuistoon, joka nykyisin on Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualue. Vanhimmat viljelyt Vesijaolla tehtiin vuonna 1875 ja vuoteen 1890 saakka istutettiin yksinomaan siperianlehtikuusta (*Larix sibirica*). Muut Evolla kokeillut puulajit olivat mukana myös Vesijaon viljelmissä (Ilvessalo 1913, 1916).

Metsähallinnon edelläkäyksestä ulkomaisia puulajeja viljeltiin edelleen 1800-luvun lopulla monissa hoitoalueissa. Pohjoisimmat viljelykokeet sijaitsivat Lapissa (Tammelander 1914, Reuter 1918).

Huomattavin Blomqvistin johdolla perustetuista viljelmistä on Punkaharjun arboretum, josta sen siirryttyä Metsäntutkimuslaitoksen hallintaan on prof. Olli Heikinheimon täydentämänä muodostunut Suomen rikkain ja suurin havupuukokoelma. Ensimmäiset lehtikuusiviljelmät Punkaharjulla tehtiin silloisen apulaismetsänhoitaja Robert Montellin johdolla vuoden 1877 syksyllä.

Viime vuosisadan lopulla ja tämän vuosisadan alussa useat maatalouden ja metsäalan oppilaitokset viljelivät ulkomaisia puulajeja koemielessä monipuolisella lajivalikoimalla. Mustialan maanviljelysopiston metsäosasto kylvi taimitarhaansa vuonna 1890 useita

amerikkalaisia ja siperialaisia puulajeja (Cannelin 1891). Nikkarilan (Lassila 1916) ja Tuomarniemen (Lehtisalo 1915) metsäkoulut perustivat samanaikaisesti viljelmiä. Osa niistä on säilynyt nykypäiviin saakka.

Tämän vuosisadan alkupuolella ulkomaisien puulajien harrastus vilkastui edelleen. Aiheesta ilmestyi lukuisia julkaisuja (esim. Hackstedt 1908, Cajander 1914, 1917, 1923, Ilvessalo 1913, 1916, 1920, Tigerstedt 1922), joissa selvitettiin vieraiden puulajien viljelyn edellytyksiä Suomessa tai annettiin tietoja aikaisemmista viljelyistä.

Vuosisadan alun viljelykokeista on merkittävin A.F. Tigerstedtin Mustilan kartanon alueelle Elimäelle perustama puulajipuisto. Siellä kokeiltiin järjestelmällisesti suuri määrä Suomea vastaavien ilmastoalueiden puulajeja. Joukossa oli kuitenkin myös sellaisia, joiden menestyminen Suomessa oli epätoivottavaa. Mustilassa on nykyisin elossa noin 60 havupuulajia, 150 lehtipuulajia ja samamäärin erilaisia pensaita (Arboretum Mustila Kotikunnas 1982).

Vuosisadan alun yksityisistä viljelmistä voidaan Mustilan jälkeen arvokkaimpana pitää Nuutajärven lasitehtaan ympäristöön

vuosina 1908—1934 perustettua puulajipuistoa (Brander 1961), joissa metsätaloudellisesti mielenkiintoisimmat havupuulajit ovat laajoina metsikköinä.

Pienehköjä, mutta silti lajistoltaan ja kehitykseltään mielenkiintoisia viljelmiä perustettiin vuosisadan alkupuolella runsaasti kaupunkien, rautatierakennusten, kartanoiden ym. puistoihin. Tällaisia ovat mm. Kairamon Pekolan kartanon istutukset Hattulassa, Kompan viljelyt Asikkalan Vääkssä ja Karjalohjan Tammistossa, Träskändan puisto Espoossa ja Niskalan arboretum Vantaalla. Erityisen huomattava on Standertsköldin perustama, nykyisin Metsäntutkimuslaitoksen hallinnassa oleva Aulangon puisto. Poikkeuksellisin muistomerkki yksityisen maanviljelijän harrastuksesta on Hörttsänän arboretum Orivedellä, joka myös on ollut Helsingin yliopiston hoidossa (Pälä ja Takala 1956).

Kun Heikinheimo 1920- ja 1930-luvuilla toteutti Metsäntutkimuslaitoksen mailla laajaa, tämän julkaisun perusaineistona olevaa viljelyohjelmaa, oli edellä kuvatuista vanhemmista viljelmistä hänelle huomattavaa apua.

3. AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET JA KOKEMUKSET MUUALTA EUROOPASTA

31. Ruotsi

Ulkomaiden puulajien viljely metsikkömittakaavassa alkoi Ruotsissa 1700-luvun lopulla, jolloin Lounais-Ruotsiin perustettiin useita euroopanlehtikuusen (*Larix decidua*) viljelmiä. Taimet olivat ensimmäisissä istutuksissa hyvälaatuisena ja nopeakasvuinen tunnetuksi tullutta skotlantilaista provenienssia, joka on varsinaisesti peräisin Keski-Euroopasta. Viime vuosisadalla euroopanlehtikuusta (*Larix decidua*) viljeltiin runsaasti eri puolilla Ruotsia ja pohjoisimpia istutuksia voi löytää Haaparannasta asti (Schotte 1917).

Siperianlehtikuusta (*Larix sibirica*) ryhdyttiin kokeilemaan viime vuosisadan lopulta lähtien. Domänstyrelsen, eli Ruotsin valtionmetsien hallinto hankki 1890-luvulla suurehkoja eriä siperianlehtikuusen (*Larix sibirica*) siementä ja perusti koeviljelmiä eri osiin. Seuraava huomattava siperianlehtikuusen (*Larix sibirica*) viljelyvaihe oli 1930-luvun alussa, jolloin siementä ostettiin mm. Suomesta. Pohjois-Ruotsiin perustettiin 1950-luvulla runsaasti siperianlehtikuusen (*Larix sibirica*) istutuksia päämääränä lajin alueellisten kasvuedellytysten selvittäminen. Muista lehtikuusilajeista on Ruotsissa eniten kokemuksia japaninlehtikuusen (*Larix kaempferi*) viljelystä. Tulokset ovat yleensä olleet kielteisiä.

Lehtikuusta onkin Ruotsissa tutkittu tehokkaasti. Jo vuonna 1917 Schotte julkaisi laajan tutkimuksen yleensä lehtikuusista ja myöhemmin Wiksten (1962) sekä Edlund (1966) siperianlehtikuusesta. Monet muut tutkijat ovat käsitelleet lehtikuusia muiden ulkomaiden puulajien ohella (esim. Kiellander 1951, 1963 a ja b, Stefansson 1957). Selvitykset osoittavat, että hyvätuottoista euroopanlehtikuusta (*Larix decidua*) voidaan Ruotsissa menestyksellä viljellä lähinnä hyvillä kasvupaikoilla, mutta on vältettävä sellaisten, mm. Tirolista saatujen alkuperien käyttöä, joilla runkomuoto on huono. Siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*) sopii mantere-

suudestaan huolimatta hyvin Pohjois-Ruotsissa viljeltäväksi, mutta Etelä-Ruotsissa sienitaudit tuottavat vaikeuksia.

Muiden ulkomaiden puulajien järjestelmällinen kokeilu alkoi Ruotsissa aikaisempien puisto- ja koristepuuviljelyksien jälkeen 1800-luvun lopulla ja tämän vuosisadan alussa. Huomattavin ja edelleenkin Ruotsin lajirikkaimmaksi mainittu puulajipuisto on Grensholm, Tukholman eteläpuolella (58°02'N; 15°43'E). Puiston perustaja oli vapaaherra J. Mannerheim, joka tutustui A.F. Tigerstedtin työhön Mustilassa saaden vaikutteita vastaavan puiston perustamiseksi Ruotsiin. Varsinaiset istutukset puistossa aloitettiin vuonna 1904 ja vuoteen 1963 mennessä ulkomaiden puulajien viljelyksiä oli 30 ha (Kiellander 1963 a ja b). Havupuulajien ja niiden eri muotojen määrä on 42. Kiellanderin (1963 a ja b) mukaan euroopanlehtikuusi (*Larix decidua*) on em. puistossa tervettä ja hyvämuotoista ja kontortamänty (*Pinus contorta*) on kasvanut erittäin selvästi kotimaisia havupuita paremmin. Douglaskuusen eri muodot ovat sensijaan kärsineet sekä ilmastosta että eläintuhoista. Saksanpihta (*Abies alba*) on kasvanut erittäin hyvin. Muista jalokuusilajeista jättipihta (*Abies grandis*) ja kaukasianpihta (*Abies nordmanniana*) ovat Etelä-Ruotsissa menestyneet hyvin kookkaiksi puiksi saakka, kun taas Suomessa kumpikin laji kasvaa pahasti ki-tuen.

J. Mannerheimin aloitteesta perustettiin toinenkin huomattava dendrologinen koe-kenttä. Hänen johtamansa Kramfors AB:n maille perustettiin 1920-luvulta lähtien korkealla sijaitsevalle tunturialueelle Frostvikealla laajoja ja monilajisia havupuiden kokeita. Niistä ovat Stefansson (1957) ja erikseen kuusilajeista Remröd (1976) julkaisseet tuloksia. Remröd on samalla selvittänyt myös muualla Pohjois-Ruotsissa sijaitsevien viljelyjen tuloksia. Tärkeimmät havainnot voidaan kiteyttää seuraavasti. Lännenpihta (*Abies lasiocarpa*) on menestynyt hämmästyttävän hyvin korkeilla puuraja-alueilla.

Korkeimmalla (720 m) sijaitsevalla koelalla metsikköä voidaan verrata skänelaiseen kuusitaimikkoon (Remröd 1976). Alempana laji on kuitenkin hidaskasvuinen ja hallanarka. Valkokuusen (*Picea glauca*) pohjoiset ja luoteiset alkuperät ovat hänen mukaansa suositeltavia tavallisen kuusen vaihtoehtoja tunturialueella. Mustakuusi (*Picea mariana*) on Norrlannissa tuoreilla kasvupaikoilla kehitynyt paremmin kuin kotimainen kuusi. Siperianpihta (*Abies sibirica*) on osoittautunut tunturialueella kestäväksi, mutta hidaskasvuiseksi. Norrlannin kokeissa huonosti menestyneiksi tai ainakin kotimaisia puulajeja huonommiksi ovat osoittautuneet engelmankuusi (*Picea engelmannii*), serbiankuusi (*Picea omorika*), okakuusi (*Picea pungens*) ja douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii* var. *caesia*).

Mielenkiintoinen on myös Draflen arboretum Hemsön saarella lähes samalla leveysasteella kuin Vaasa. Puiston perusti Seth M. Kempe vuosisadan vaihteessa jatkaen vähitellen viljelyä 1940-luvulle saakka. Havupuulajeja tai niiden erilaisia muotoja löytyi tuolloin noin 120 ja vastaavasti suuri määrä lehtipuu- ja pensaslajeja (Kempe 1940). Suomen näkökulmasta Drafllessa on mielenkiintoista se, että lähes 63 leveysasteella on menestynyt täysimittaiseksi puuksi monia sellaisia lajeja, joita Suomessa ei tavata edes etelärannikolla kuin korkeintaan pahasti kituvina yksilöinä. Tällaisia lajeja ovat esim. purppurapihta (*Abies amabilis*), honshunpihta (*Abies mariesii*), *Abies nobilis*, kaukasianpihta (*Abies nordmanniana*), lawsoninsypressi (*Chamaecyparis lawsoniana*), nutkansypressi (*Chamaecyparis nootkatensis*), irakuusi (*Picea alcockiana*), ponderosamänty (*Pinus ponderosa*) ja hibatuija (*Thujaopsis dolabrata*). Eräiden vuosien poikkeuksellisen ankarat sääolot ovat aiheuttaneet kuitenkin Draflen arboretumissa, kuten muuallakin, pahoja vioituksia.

Oman tarkastelunsa ansaitsee Ruotsissa erityisesti kontortamänty (*Pinus contorta*), koska sitä viljellään nykyisin hyvin laajamittaisesti. Remröd (1977) mainitsee, että ensimmäiset kontortamännyt (4 kpl) istutettiin Ruotsissa Alnarpin puistoon Skånessa jo vuonna 1875, mutta yleensä viljelmät ovat vasta 1920- ja 1930-luvuilla sekä toisen maailmansodan jälkeen perustettuja. Kontortasta on Ruotsissa saatu niin myönteinen kuva, että sitä viljellään nykyään kymmeniä mil-

joonia taimia vuosittain. Lajin tuotoksen arvellaan olevan 25—30 %, joidenkin mielipiteiden mukaan jopa 50—60 % suuremman ja kiertoajan 15—20 vuotta lyhyemmän kuin kotimaisilla havupuulajeilla. Vuoteen 1982 mennessä kontortaa on Ruotsissa viljelty jo yli 200 000 ha.

Muista Keski- ja Länsi-Euroopassa metsätaloudellisessa mittakaavassa viljeltävistä ulkomaisista puulajeista sitkankuusi (*Picea sitchensis*) on osoittautunut Etelä-Ruotsissa niin kestäväksi ja tuottoisaksi, että sitä viljellään käytännön mittakaavassa (Kiellander 1951). Oikean alkuperän käyttö on kuitenkin ensiarvoisen tärkeää. Douglaskuusen (*Pseudotsuga menziesii*) koeviljelyissä ei Ruotsissa ole todennäköisesti löydetty sopivaa alkuperää, jollaiseksi arvioidaan Mustilan erään koelan provenienssia.

32. Norja

Ilmaston lauhkeudesta ja mereisyydestä huolimatta Norjan luontainen puulajisto on pääpiirtein sama kuin Ruotsissa ja Suomessa. Ulkomaisten puulajien kokeiluja on Norjassa tehty jo 1800-luvun alkupuolelta lähtien. Vanhat viljelykokeet ovat kuitenkin pienialaisia ja ne rajoittuvat harvoin havupuulajeihin. Varttuneista viljelmistä löytyy vain niukkoja kirjallisuustietoja (Schiotz 1897, Smitt 1921, Hagem 1931, 1932, Robak 1946, 1948, 1955, Börset 1954, Kiellander ja Stefansson 1953).

Tiedot voidaan lyhyesti tiivistää seuraavasti. Lehtikuusilajeista siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*) näyttää menestyvän Norjan mereisessä ilmastossa yllättävän hyvin. Etelä-Norjassa (Kiellander ja Stefansson 1953) havainnot eri paikkakunnilta ovat hyvin myönteisiä, mutta Pohjois-Norjasta (Robak 1955) kokemukset ovat huonoja. Euroopanlehtikuusta (*Larix decidua*) pidetään siperianlehtikuusta (*Larix sibirica*) kiinnostavampana lajina. Sen viljely Etelä-Norjassa aloitettiin jo vuonna 1800 Sandvikassa Kristiansundin lähellä. Tämä vanhin viljelmä on osoittautunut kasvultaan ja laadultaan erittäin hyväksi ja Sandvikan lehtikuusi on saanut Norjassa euroopanlehtikuusella (*Larix decidua*) samanlaisen maineen kuin Raivolan lehtikuusi Suomessa siperianlehtikuusella (*Larix sibirica*). Siemen on tuotu Skotlannis-

ta, mihin se alunperin on siirretty Keski-Euroopan alpeilta. Pohjois-Norjassa euroopanlehtikuusikin (*Larix decidua*) on menestynyt huonosti.

Metsätaloudellisesti merkittävin ulkomainen puulaji Norjassa on sitkankuusi (*Picea sitchensis*), joka kasvaa kotimaista kuusta paremmin maan keskiosiin asti. Engelmänninkuusi (*Picea engelmannii*) ja valkokuusi (*Picea glauca*) viihtyvät hyvin vielä maan pohjoisosissa lähellä Tromssaa. Norjasta on hyvin vähän saatavissa havaintoja vanhoista kontortamännyn (*Pinus contorta*) viljelmistä. Tulokset ovat yleensä kielteisiä. Sembrämänty (*Pinus cembra*) sensijaan viihtyy hyvin myös mereisissä olosuhteissa koko länsirannikolla. Jalokuusilajeista mantereinen laji siperianpihta (*Abies sibirica*) on kestävä ja suositeltava pitkälle pohjoiseen, mutta lännenpihta (*Abies lasiocarpa*) on lähes kaikkialla Norjassa kasvanut huonosti. Sitä suositellaan kokeiltavaksi vain korkeilla tunturialueilla. Saksanpihta (*Abies alba*) kestää paleltumatta Etelä-Norjassa, mutta jo Trondheimin korkeudella se kärsii pakkasvioletuksista. Muista jalokuusilajeista palsamipihta (*Abies balsamea*) suhteellisen kestäväinä lajina kasvaa kohtalaisesti Trondheimin seudulla ja Suomessa arat lajit jättipihta (*Abies grandis*), kaukasianpihta (*Abies nordmanniana*) ja virginianpihta (*Abies fraseri*) Etelä-Norjan rannikkoalueella. Douglaskuusesta (*Pseudotsuga menziesii*) kokemukset Norjassa ovat yleensä kielteisiä. Taudit ja paleltumiset ovat olleet lajille tyyppillisiä. Väärää alkuperää pidetään mahdollisena syynä ongelmiin. Norjan ja Suomen välisiä ilmastollisia eroja kuvaa joidenkin lajien kestävyyserojen lisäksi myös se, että mammuttipetäjä (*Sequoia gigantea*) on kasvanut Norjan länsirannikolla puuksi, mikä tuskin Suomessa on mahdollista.

33. Keski-Eurooppa ja Tanska

Leudommasta ilmastosta johtuen Keski-Euroopassa ulkomaisten puulajien kasvatumahdollisuudet ovat huomattavasti toisenlaiset kuin Skandinaviassa tai Suomessa. Puisto- ja koristepuina voidaan viljellä hyvin monia lajeja. Käytännön metsätaloudessa voidaan käyttää lajeja, joiden kestävyys meillä kylmemmässä ilmastossa on kyseenalaista.

Jalokuusilajeista tärkeimpiä ovat jättipihta (*Abies grandis*), kaukasianpihta (*Abies*

nordmanniana) ja harvinaisempina *Abies nobilis*. Saksanpihtaa (*Abies alba*) pidetään Keski-Euroopassa kotimaisena puulajina. Jättipihta (*Abies grandis*) viihtyy hyvin kosteilla kasvupaikoilla ja mereisessä ilmastossa saavuttaen esim. Tanskassa jopa 25 m³/ha keskimääräisen vuotuisen kasvun (Holmsgaard 1966). Valtapuuna sen pituus voi saavuttaa 90-vuotiaana olla yli 50 m ja rungon kuutiotilavuus 16 m³/ha (Caesar 1979). Sitä viljellään mm. Tanskassa, Hollannissa, Belgiassa ja Saksan liittotasavallassa. Muut edellä mainitut, hyvin kestävät jalokuusilajit jäävät tuotoksessa jonkin verran jälkeen jättipihdasta (*Abies grandis*), mutta ovat kuitenkin nopeakasvuisempia kuin kotimainen saksanpihta (*Abies alba*) (Dengler 1972).

Lehtikuusilajeista Keski-Euroopassa viljellään paikallisen euroopanlehtikuusen (*Larix decidua*) lisäksi jonkin verran japaninlehtikuusta (*Larix kaempferi*). Tanskassa sitä on viljelty vuosisadan alkupuolelta lähtien sekapuuna nummimaiden viljelyssä. Sen nopea alkukehitys on tässä suhteessa eduksi. Kosteutta vaativana lajina se on kuitenkin kuivina vuosina pahasti kärsinyt vaurioita.

Huomattava merkitys Tanskassa ja Keski-Euroopassa on douglaskuusen (*Pseudotsuga menziesii*) viljelyllä. Nopeakasvuisena ja puulaadultaan arvokkaana lajina se on vallannut johtavan ulkomaisen puulajin aseman. Saksan liittotasavallassa oli jo vuonna 1966 (Knell 1966) viljelty lajia yhteensä 25 000 ha ja vuosittaisen viljelypinta-alan arvioitiin silloin olevan 1 250 ha. Tanskassa (Henriksen 1956, Holmsgaard 1966) ja Puolassa (Bialobok 1959) douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*) on myös yleisin ulkomainen puulaji. Alalaji var. *viridis* on todettu paremmaksi kuin var. *caesia*. Douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*) on taimivaiheessa Keski-Euroopassakin hallanarka ja sopivien, kestävien alkuperien etsintä jatkuu edelleen. Suomessa tunnettu douglaskaristesieni (*Rhabdocline pseudotsugae* Syd.) on aikaisemmin vaivannut douglaskuusikkoja myös Keski-Euroopassa, mutta sen ei nykyisin enää arvioida olevan suuren ongelman (Mayer 1977).

Mereisellä ilmastoalueella viljellään Länsi-Euroopassa huomattavia aloja sitkankuusta (*Picea sitchensis*), joka viljavilla kasvupaikoilla on nopeakasvuisempi kuin kotimainen kuusi. Tanskassa (Henriksen 1956) hyvissä oloissa on sen kasvu noussut jopa 35—40

m³:iin/ha (Dengler 1972). Ulkomaisista mäntylajeista strobsumänty (*Pinus strobus*) on Keski-Euroopassa eniten käytetty. Karuilla ja kuivilla tai ilmastollisesti vaikeilla kasvupaikoilla lajia käytetään pioneeripuulajina. Kontortamäntyä (*Pinus contorta*) ei missään Keski-Euroopassa suositella metsätaloudelliseen käyttöön. Tanskassa kontortaa on jonkin verran käytetty karuimmilla nummimaila. Muita jossakin määrin myös metsikköinä Keski-Euroopassa kasvatettavia ulkomaisia puulajeja ovat lawsoninsypressi (*Chamaecyparis lawsoniana*), serbiankuusi (*Picea omorika*), euroopanmustamänty (*Pinus nigra*), jättituija (*Thuja plicata*) ja lännenhemlockki (*Tsuga heterophylla*) (Holmsgaard 1966, Dengler 1972). Varsinkin Hollannissa (van Soest 1956) euroopanmustamäntyä (*Pinus nigra*) on paljon kokeiltu laji.

34. Neuvostoliitto

Eestin neuvostotasavallan ilmasto on Etelä-Suomea vain jonkin verran leudompi, joten vertailu puulajien kestävyuden kannalta on mielenkiintoista. Ulkomaisia puulajeja Eestissä on viljelty jo parin vuosisadan ajan. Pääosa vanhimmista viljelyksistä on lehtikuusta. Douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*) on tuotu Eestiin myös jo viime vuosisadan puolella. Laji ja erityisesti sen muoto var. *glauca* on ollut siitä lähtien yleinen koristepuu. Ensimmäiset douglaskuusen provenienssikokeet perustettiin vuosina 1909—1914 27 alkuperällä. Tulosten perusteella suositellaan Eestiin Vancouverin seudun alkuperiä. Douglaskuusen kasvun arvioidaan hyvällä kasvupaikalla olevan paremman kuin männyllä ja kuusella. Taudinkestävyys nimenomaan juurikäpää (*Fomes annosus* (Fr.) Cke.) vastaan mainitaan douglaskuusella paremmaksi kuin kotimaisella havupuulajeilla. Lajille ominainen tuhoniheuttaja *Rhabdocline pseudotsugae* on sensijaan haitallinen. Douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*) kärsii keväthalloista, mutta vain poikkeustapauksissa talvipakkasista (Pirags 1979).

Kontortamäntyä (*Pinus contorta*) on Eestissä istutettu jo viime vuosisadan lopulla, mutta vanhimmista viljelyistä puuttuvat kaikki alkuperä-ym. perustamistiedot. Kontorta on Eestissä hyvin pakkasta ja tauteja kestävä. Mielenkiinto lajin viljelyyn onkin viime aikoina huomattavasti lisääntynyt.

Sitkankuusi (*Picea sitchensis*) on Eestissä kehittänyt täysikokoiseksi puuksi ja varsinkin lajin alaskalaisia alkuperiä suositellaan kokeiltavaksi laajemmin. Jalokuusilajeista palsamipihta (*Abies balsamea*) on Eestissä ilmastollisesti kestävä, mutta kasvupaikkaan nähden vaatelias. Sienitaudit aiheuttavat sille usein tuhoja. Virginianpihta (*Abies fraseri*) ja korkkipihta (*Abies lasiocarpa* var. *arizonica*) ovat pakkasenkestäviä, mutta harmaapihta (*Abies concolor*) ja lännenpihta (*Abies lasiocarpa*) ovat kärsineet pakkasvaurioita.

Neuvostoliiton luoteisosissa kasvuedellytykset muistuttavat suuresti Suomen oloja. Ilmasto on kuitenkin selvästi mantereisempi. Leningradin lähialuetta lukuunottamatta vanhoja ulkomaisien puulajien viljelmiä löytyy sieltä kuitenkin hyvin niukasti. Andrejev (1967, 1970) on esittänyt yksityiskohtaisia inventointituloksia Neuvosto-Karjalassa viljeltyistä ulkomaisista puulajeista ja tehnyt samalla joidenkin puulajien kohdalla viitauksia Leningradin ja Muurmanskin alueiden kokemuksiin.

Hänen mukaansa pääosa Karjalan varttuneista ulkomaisien puulajien istutuksista sijaitsee Laatokan ympäristössä, Sortavalan seudulla, Valamon saarilla, Kurkijoella, Impilahdella, Pitkäkoscella, Hiiitolassa, Värtsilässä ja Aunuksen kaupungin lähistöllä. Muualla Karjalassa, kuten Petroskoissa ja Kivatsun suojelalueella on runsaslajisia nuoria viljelmiä, mutta vanhoja istutuksia on niukasti.

Ilmaston muuttuminen Suomeen verrattuna mantereisemmäksi näkyy jossain määrin eräiden puulajien kasvussa. Esimerkiksi useat jalokuusilajit, kuten saksanpihta (*Abies alba*), ohotanpihta (*Abies nephrolepis*), virginianpihta (*Abies fraseri*) ja kaukasianpihta (*Abies nordmanniana*) kasvavat Karjalassa ja Leningradin seuduilla kituvammin kuin Etelä-Suomessa. Siperianpihta (*Abies sibirica*), jonka luontainen kasvialue ulottuu lähelle Karjalaa, menestyy hyvin Laatokan alueen istutuksissa. Harmaadouglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*) on Andrejevin mukaan pakkasenkestävä Laatokan seudulla ja Leningradissa, mistä syystä sitä suositellaan laajempiin kokeiluihin. Kuusilajeista valkokuusi (*Picea glauca*) ja engelmanniinkuusi (*Picea engelmannii*) kasvavat yksittäispuina hyvin Sortavalassa ja Impilahdella ja niitä suositellaan kasvatettavaksi muuallakin Karjalassa. Okakuusi (*Picea pungens*) on

yleinen puistopuu erällä paikkakunnilla.

Lehtikuusilajeista siperianlehtikuusta (*Larix sibirica*) löytyy viljeltyinä kaikkialla Karjalassa ja luontaisen kasvualueen läheisyyden vuoksi se menestyy hyvin. Raivolan kuuluisa lehtikuusikko Leningradin alueella on jatkuvan huolenpidon ja tutkimuksen kohteena. Muista lehtikuusilajeista on syytä panna merkille, että Valamossa hyvin kasvavaa euroopanlehtikuusta (*Larix decidua*) suositellaan nopeakasvuisuutensa vuoksi puistopuuksi, mutta varauksin metsäpuuksi. Japaninlehtikuusi (*Larix kaempferi*) on harvinainen, mutta kestävä ja sitä suositellaan muita lajeja myöhäisemmän neulasten varisemisen vuoksi käytettäväksi puistopuuna. Mäntyjä koskevista havainnoista on yllättävää todeta, että banksimänty (*Pinus banksiana*) ja strobusmänty (*Pinus strobus*) arvioidaan nopeakasvuisiksi ja pakkasenkestäviksi Leningradissa ja Karjalassa, mistä syystä niitä suositellaan puistopuiksi viljavilla kasvupaikoilla.

Vuorimänty (*Pinus mugo*) on harvinainen laji. Huomattavimmat kokeilut ovat Laatokan seudulla ja varsinkin Uusku Salmassa. Andrejev (1970) suosittelee vuorimännyn (*Pinus mugo*) viljelyn pohjoisrajaksi Petroskoin leveysastetta, vaikka hänen mainitsemansa kirjallisuustiedot suosittelevat rajaksi vain Leningradin seutua. Suomessahan pohjoisimmat hyväkasvuiset vuorimäntypensaat löytyvät Inarin Kaamasesta. Sembramänty (*Pinus cembra*) on luonnollisista syistä hyvin kestävä ja yleinen itärajamme takana. Kuollan niemimaalla, Vienanmeren vaikutuspiirissä, Aunuksessa, Laatokan pohjoispuolella ja Leningradin alueella laji kasvaa hyvin ja siementää. Suurin, vuonna 1930 istutettu metsikkö kasvaa Elisenvaarassa, mutta on kauan kitunut ilmeisesti hoidon puutteesta.

Sembramännyn (*Pinus cembra*), kuten monen muunkin lajin, ansioksi luetaan kestävyys ilman saasteita vastaan. Koristeellisuus, hyvä pihkan tuotto ja pähkinämäiset, syötävät siemenet ovat lajin viljelyä puoltavia tekijöitä. Erityisesti on pyritty selvittämään sembran sopivuutta ojitetuille soille (Petrov 1970).

Kontortamäntyä (*Pinus contorta*) on kehitetty erittäin vähän. Sortavalan Pitkäkoskella on noin 55-vuotias, 1,5 ha:n metsikkö sekä Leningradissa joitakin puuyksilöitä. Kontortaa suositellaan kuitenkin kokeiltavaksi nopeakasvuisena ja taudinkestävänä puulajina. Makedonianmäntyä (*Pinus peuce*)

löytyy Andrejevin mukaan yksi hyväkuntoinen yksilö Karjalasta Kurkijoelta Suomen rajalla. Leningradissa se on todettu kestäväksi. Koristeellisuutta sekä pakkasen- ja taudinkestävyyden vuoksi sitä suositellaan puistopuuksi. Makedonianmänty (*Pinus peuce*) on myös kestävä ilmansaasteita vastaan. Thujalajeista Kanadantuija (*Thuja occidentalis*) kestänee hyvin Laatokan seuduilla ja sitä suositellaan käytettäväksi yleisesti koristepuuna Karjalassa. Jättituija (*Thuja plicata*) kasvaa Leningradissa vain pensastavana.

35. Iso-Britannia

Iso-Britanniassa ulkomaiset puulajit ovat tärkeitä metsätaloudessa. Myös puistoissa ja puutarhoissa on runsaasti eri puolilta maailmaa kotoisin olevia lajeja. Ulkomaisia puulajeja tuotiin Britanniaan useita satoja vuosia sitten ja niiden käyttö yleistyi 1500-luvulta lähtien (Forestry Commission 1957). Suurin osa tuotiin koristepuiksi. Britannian metsätaloudessa ulkomaisten puulajien käyttö on yleistynyt kahdesta syystä. Ensinnäkin toisen maailmansodan jälkeen jäljellä olleet luontaiset metsävarat olivat enää vähäiset. Toiseksi kotimainen puulajisto oli niukka. Kotimaisia havupuulajeja oli vain kolme, mänty (*Pinus sylvestris*), euroopanmarjakuusi (*Taxus baccata*) ja kataja (*Juniperus communis*). Vaikeasti metsitettävillä alueilla, kuten korkeilla, tuulialttiilla ja soistuneilla mailla, jotka muodostavat suurimman osan metsitettävistä kohteista, mänty (*Pinus sylvestris*) kasvaa huonosti. Se on pakottanut etsimään parempia lajeja.

Käytännön metsätaloudessa ensimmäiset ulkomaiset puulajit olivat todennäköisesti kuusi (*Picea abies*) ja saksanpihta (*Abies alba*) 1700-luvulla. Ensimmäinen laji, joka otettiin käyttöön laajassa mittakaavassa, oli euroopanlehtikuusi (*Larix decidua*) vuodesta 1750 lähtien (Forestry Commission 1957). 1800-luvulla euroopanlehtikuusi (*Larix decidua*) ja kuusi (*Picea abies*) olivat edelleen metsätaloudessa käytetyimmät lajit ja douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*) tuli myös yleiseen käyttöön. Vuosisadan loppupuolella kokeiltiin sitkankuusta (*Picea sitchensis*), japaninlehtikuusta (*Larix kaempferi*), euroopanmustamäntyä (*Pinus nigra*), jättipihtaa

(*Abies grandis*), *Abies nobilista*, jättituijaa (*Thuja plicata*) ja lännenhemlockkia (*Tsuga heterophylla*). Nykyisin viljellyin laji on sitkankuusi (*Picea sitchensis*) ja sen jälkeen kontortamänty (*Pinus contorta*). Muita tärkeitä lajeja ovat douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*), japaninlehtikuusi (*Larix kaempferi*), hybridilehtikuusi (*Larix X eurolepis*) ja kuusi (*Picea abies*).

Forestry Commission perustettiin vuonna 1919 ja sen tehtävänä oli löytää sopivia lajeja nummialueiden metsittämiseksi. Jo vuonna 1947 ulkomaiset havupuut muodostivat 61 % havupuumetsien pinta-alasta (Forestry Commission 1957). Puulajikokeita perustettiin melkein kaikenlaisille metsitettävälle alueille. Esimerkiksi eri puulajien menestymistä karuimmilla soilla on tutkittu paljon. Myös vuorihemlockkia (*Tsuga mertensiana*), nutkansypressiä (*Chamaecyparis nootkatensis*) ja muita lajeja on kokeiltu karuilla soilla, mutta yleensä tulokset ovat vain vahvistaneet sitkankuusen (*Picea sitchensis*) ja kontortamännyn (*Pinus contorta*) asemaa.

Metsittämissuunnitelmassa käytetyt puulajit ovat pioneirilajeja. Varjoa vaativia lajeja on tähän saakka käytetty vähän. Kiinnostusta on herättänyt luoteisen Amerikan tuottoisat, varjoa vaativat puulajit kuten jättipihta (*Abies grandis*) (nopeakasvuisimpia lajeja yltäen 40 metrin pituuteen 50 vuoden iällä (Mitchell 1978)), lännenhemlockki (*Tsuga heterophylla*) ja jättituija (*Thuja plicata*).

Forestry Commission on tehnyt erittäin runsaasti ulkomaisten puulajien alkuperä- ja provenienssitutkimusta. Suomessakin menestyvistä lajeista todettakoon seuraavaa. Euroopanlehtikuusen (*Larix decidua*) viljely Britanniaassa on hyönteis- ja sienituhojen vuoksi kärsinyt vakavia takaiskuja. Lehtikuusensyöpä on tuhonnut suuria taimikkoalueita (Forestry Commission 1957). Arvioidaan, että lehtikuusensyöpä johtuu hallan aiheuttamien vaurioiden ja *Lachnellula willkommii* (Hart.) Dennis yhteisvaikutuksesta sekä väärän alkuperän käytöstä. Ensimmäiset laajat alkuperä- ja provenienssikokeet Britanniaassa koskivat euroopanlehtikuusta (*Larix decidua*). Ne perustettiin toisen maailmansodan jälkeen. Tulokset vahvistivat Sudeettien alkuperän paremmuuden vanhaan skotlantilaiseen provenienssiin verrattuna. Jälkimmäinen on ilmeisesti kotoisin Alpeilta ja on alttiimpi lehtikuusensyöväälle. Nykyisin vain Sudeettien alkuperä ja proveniensseja

suositellaan käyttöön (Lines 1970).

Japaninlehtikuusi (*Larix kaempferi*) tuotiin Britanniaan vuonna 1861. Nopeamman kasvun sekä tuhoja ja tuulta vastaan paremman vastustuskyvyn vuoksi japaninlehtikuusi (*Larix kaempferi*) on suuressa määrin korvannut euroopanlehtikuusen (*Larix decidua*) (Forestry Commission 1957). Hybridilehtikuusi (*Larix X eurolepis*) on myös suosittu laji Britanniaassa. Se on kestävä, kasvaa nopeasti eikä kärsi lehtikuusensyövästä. Runko on myös suora. Siementen niukkuus on estänyt tämän kysytyyn hybridin laajemman käytön. Siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*) ja dahurianlehtikuusi (*Larix gmelinii*) ja sen alalajit eivät menesty Britanniaassa. Niiden verson kasvu alkaa liian aikaisin keväällä, joten ne kärsivät pahasti kevähallousta (Forestry Commission 1957).

Kontortamännyn (*Pinus contorta*) alkuperätutkimus on keskittynyt rannikko- ja vuoristorotuihin. Britanniaassa metsitettävät alueet ovat hyvin vaihtelevia. Niinpä tulokset ovat osoittaneet, että koko maata varten ei ole käytettävissä yhtä ”parasta” alkuperää. Sama alkuperä tai provenienssi ei menesty Keski-Skotlannin korkeilla seuduilla ja merenpinnan korkeudella tuulialttiilla mailla Skotlannin länsirannikolla. Samoin puun käyttötarkoitus on ratkaisevaa valintaa tehtäessä. Kontortamännyn (*Pinus contorta*) on hyvät sahausominaisuudet (esim. Lines 1966) ja siitä voidaan kasvattaa tukkipuuta. Rungon laatua voidaan parantaa karsimalla. Washingtonin rannikkoalueen alkuperien sopeutuminen on todettu erittäin hyväksi. Karuimmilla, tuulialttiilla mailla paras kasvu on saatu Washingtonin ja Oregonin rannikon alkuperillä, mutta niiden rungon lenkaisuus on yleistä (Lines 1970). Alkuperät Queen Charlotten saarien pohjoisrannikoilta tai Alaskasta kasvavat hitaammin, mutta niiden rungot ovat suoria. Rehevimmillä, vähemmän tuulialttiilla kasvupaikoilla Washingtonin rannikon alkuperät ja sisämaan Skeena River ja British Columbian keski- tai etelä-sisämaan osista kotoisin olevat alkuperät ovat parhaat (Lines 1970).

Douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*) on tärkeä laji Britannian metsätaloudessa. Sen käyttö on rajoitettu reheville maille. Vuonna 1970 pisimmät yksilöt olivat 55 metrin pituisia (Mitchell 1974). Yleisesti katsoen douglaskuusen (*Pseudotsuga menziesii*) kunto on hyvä Britanniaassa. Rannikkoalkupe-

rien viljelmissä douglaskaristesienen (*Rhabdocline pseudotsugae*) tuhot ovat vähäisiä (Forestry Commission 1957). Douglaskuusta (*Pseudotsuga menziesii*) pidetään keskimääräistä vastustuskykyisempänä mesisientä (*Armillaria mellea* (Vahl ex Fr.) Quel.) ja mannnousemaa (*Fomes annosus*) vastaan. Lajin herkkyyden kevähallolle on todettu riippuvan paljon alkuperästä. Washingtonin matalilta rannikkoalueilta lähtöisin olevat alkuperät ovat parhaat ja todennäköisesti myös Vancouverin saaren alkuperät antavat hyviä tuloksia (Lines 1970).

Britannian suosituin ulkomainen havupuulaji, sitkankuusi (*Picea sitchensis*), kasvaa hyvin monilla eri kasvupaikoilla ja tuottaa keskilaatuista sahapuuta. Vanhat metsiköt tuottavat paljon hyvälaatuista siementä. Lä-

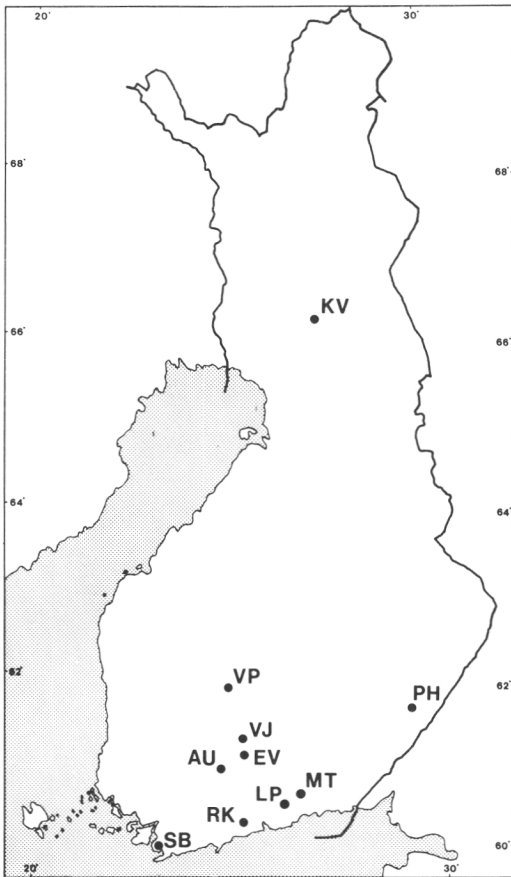
hitulevaisuudessa siementuotanto saattaa riittää viljelytarpeisiin (Wood 1974). Alkuperät "Queen Charlotten saari" ja "Vancouver saari" menestyvät parhaiten Britannian olosuhteissa, joissa ne ovat kohtalaisen kestäviä ja kasvavat melko nopeasti (Lines 1970). Etelä-Alaskan alkuperät ovat kestävimmit ja niitä käytetään erittäin tuulialttiilla kasvupaikoilla.

Eräiden tärkeimpien ulkomaisten havupuulajien keskimääräiset vuotuiset kasvut ovat suuria ja vaihtelevat seuraavasti: douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*) 8—24 (keskimäärin 14) m³/ha, sitkankuusi (*Picea sitchensis*) 6—24 (12) m³/ha, kuusi (*Picea abies*) 6—22 (12) m³/ha ja kontortamänty (*Pinus contorta*) 4—14 (7) m³/ha (Forestry Commission 1978).

4. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

41. Aineisto

Tutkimusaineisto edustaa 10 havupuusukua ja niistä 75 lajia mm. Pohjois-Amerikasta, Euroopasta, Neuvostoliitosta, Koreasta, Kiinasta ja Japanista. Se sisältää kaikki Heikinheimon 1950-luvulla inventoimat havupuumetsiköt 10 paikkakunnalla eri puolilla Suomea (kuva 1). Muutamaa poikkeusta lukuunottamatta metsiköt ovat Metsäntutkimuslaitoksen perustamia. Suurin osa niistä oli mitattaessa biologiselta iältään 50–55 vuotta. Vanhin metsikkö oli 113-vuotias euroopanlehtikuusikko Evolla ja nuorin 29-vuotias kurilienlehtikuusikko Punkaharjulla. Erityisen kiinnostuksen vuoksi otettiin



Lyhenteiden selitykset — Explanations of abbreviations: SB — Solböle, RK — Ruotsinkylä, LP — Lapinjärvi, MT — Mustila, AU — Aulanko, EV — Evo, VJ — Vesijako, PH — Punkaharju, VP — Vilppula, KV — Kivalo

Kuva 1. Kartta koealueista.
Figure 1. Map of the trial locations.

täydennyksenä mukaan muutama ylimääräinen metsikkö, jotka eivät sisällyneet Heikinheimon aineistoon.

Mittaukset aloitettiin varsinaisesti kesällä 1979 Punkaharjun kokeilualueesta, jossa laajimmat ulkomaisten puulajien kokeet ovat. Muut metsiköt inventoitiin vuonna 1980. Suurin osa kontortamäntymetsiköistä inventoitiin kuitenkin jo vuonna 1977 hieman erilaisella mittausmenetelmällä. Niitä ei katsottu tarpeelliseksi mitata uudelleen. Lajien vertailussa käytettiin hyväksi myös muita aineistoja.

42. Mittausmenetelmät

Inventoinnissa selvitettiin metsiköiden metsänhoidollinen tila tutkimalla niiden kasvua ja tuotosta, rungon laatua ja kuntoa.

Koska metsiköt olivat kooltaan ja rakenteeltaan hyvin erilaisia, jaettiin aineisto seuraaviin koealatyyppeihin:

koealatyyppi	mittaukset
1. pysyvä koeala, pinta-ala yli 5 aaria, poistuma mitattiin harvennuksista	metsikön kuutiomäärä (nykyinen ja poistuma) ja muita yleisiä tuotomittauksia, metsikön laatu ja kunto
2. tilapäinen koeala metsikköä keskimääräisesti edustavasta kohdasta, koelan pinta-ala 5 aaria, poistuma mitattiin kannoista	metsikön kuutiomäärä (nykyinen ja poistuma) ja muita yleisiä tuotomittauksia, metsikön laatu ja kunto
3. pienet puuryhmät (metsikön pinta-ala alle 5 aaria) ja epäsuunnollisen muotoiset metsiköt; mitattiin vain valtapuut	metsikön tuotos (lukuunottamatta kuutiomäärää); metsikön laatu ja kunto
4. suurin osa metsiköistä tuhoutunut, runkoluku <250 kpl/ha; mitattiin valtapuut	metsikön tuotos (lukuunottamatta kuutiomäärää); metsikön laatu ja kunto
5. metsikkö tuhoutunut	tuhoutumisen syyn arviointi

Kaikkiaan inventoitiin 656 metsikköä, joista 80 oli tuhoutunut. Jäljelle jääneissä (576) metsiköissä koealatyypin mukainen jakauma oli seuraava:

koealatyyppi	lukumäärä	%
1	112	19
2	131	23
3	195	34
4	138	24

Koealatyypeissä 1 ja 2 pyrittiin mahdollisuuksien mukaan jättämään ”reunapuut” koealan ulkopuolelle. Koealatyypin 3 ja 4 pienen koon vuoksi otettiin mukaan usein myös reunapuut.

Koepuut otettiin seuraavasti:

Koelatyyppit 1 ja 2

Koelalta mitattiin kaikki puut, joiden rinnankorkeusläpimitta oli >8 cm (1 cm luokkaväli). Jokaisen läpimitaluokan toisen ja sen jälkeen joka viidennen puun sekä kolmen paksuimman ja ohuimman puun pituus mitattiin. Samoista puista otettiin laatu- ja kuntokoeputki ne puut, joissa rinnankorkeusläpimitta oli suurempi tai yhtä suuri kuin rinnankorkeusläpimitaltaan metsikön mediaanipuu.

Koelatyyppit 3 ja 4

Edustava määrä valtapuita (lukumäärä suhteessa metsikön pinta-alaan ja rinnankorkeusläpimitan vaihteluun) valittiin ja niistä mitattiin samat tiedot kuin koelatyyppien 1 ja 2 koealoilta.

Pysyvien koalojen poistumatiedot saatiin metsänhoidon ja metsänarvioimisen tutkimusosastojen koelakorteilta. Koelatyyppissä 2 poistuma arvioitiin mittamalla kannot, joiden halkaisija oli suurempi tai yhtä suuri kuin 10 cm. Apuna poistuman arvioinnissa käytettiin tietoja pystykoepuiden rinnankorkeus- ja kanto- läpimitoista.

Tuotos-, laatu- ja kuntomittaukset on määritelty liitteessä 2. Metsikön iällä tarkoitetaan sen biologista ikää. Kasvu- ja tuotustulosten vertailussa luotettavimpia ovat koelatyyppin 1 tulokset, koska niissä poistumamittaukset ovat tarkimpia. Koelatyyppin 2 koealoilla poistuman arviointi kannoista sisältää tiettyjä epätarkkuuksia mm. kantojen lahoamisen vuoksi. Poistuma on luultavasti aliarvioitu. Aliarviointi on suurin niissä metsiköissä, joissa kantojen lahoaminen on ollut nopeata ja kannot ovat vanhoja. Lajien tuotoksen vertailussa pyrittiin ottamaan huomioon poistuman mittauksen heikkoudet. Valtapituuden ja -rinnankorkeusläpimitan vertailu on suhteellisen luotettavaa koelatyyppistä riippumatta.

43. Aineiston käsittely

Aineiston käsittely jaettiin kolmeen osaan:

1. kasvupaikan yleiskuvaus ja metsikön historia
2. metsikön kasvu ja tuotos
3. rungon laatu ja kunto

Laskenta ja tuloksien taulukointi tehtiin tietokoneella. Kasvupaikan kuvaukset tehtiin maastossa. Tiedot metsikön historiasta saatiin metsiköiden perustamiskorteista sekä tehdyistä inventoinneista.

Kasvu- ja tuotostulokset saatiin käyttämällä tutkimuslaitoksen KPL koelalaskentajärjestelmiä ja Fortran ohjelmia. Metsiköiden kuutiomäärän arvioinnissa käytettiin Laasasenahon (1976) esittämiä kotimaisten puulajien kuutiomisyhtälöitä seuraavasti:

ulkomainen puusuku	käytetty kuutiomisyhtälö
<i>Larix</i>	mänty
<i>Pinus</i>	
<i>Pseudotsuga</i>	
<i>Tsuga</i>	
<i>Abies</i>	kuusi
<i>Picea</i>	
<i>Taxus</i>	
<i>Thuja</i>	
<i>Thuja</i>	

Näin meneteltiin, koska ulkomaisten puulajien sukutai lajikohtaiset kuutiomisyhtälöt puuttuivat. Suvulle sopivan yhtälön valinnassa kiinnitettiin huomiota nimenomaan rungon muodon samankaltaisuuteen. Tulosten epätarkkuus ei todennäköisesti ole kovin suuri. Monille jalokuusilajeille on ominaista kuusta voimakkaampi kapeneminen, mikä saattaa aiheuttaa kuutiomäärän yliarviointia. Erilliset kuutiomisyhtälöt on jälkeempään kehitetty tärkeimmille ulkomaisille puulajeille, nimittäin siperianlehtikuuselle (*Larix sibirica*) ja kontortamännylle (*Pinus contorta*) (Leppänen 1979). Kontortalle laskettu kuutiomäärä on kuitenkin vain 0,5 % pienempi kuin käytettäessä männyn yhtälöä (Lähde ym. 1982).

Rungon laatu ja kunto laskettiin käyttäen BMDP tietokonepaketteja ja Fortran ohjelmia. Koska laatu- ja kuntoarviointi tehtiin vain niistä puista, joiden rinnankorkeusläpimitta oli suurempi tai yhtä suuri kuin metsikön rinnankorkeusläpimittojen mediaanipuu, tulokset kuvaavat vain metsikön suurimpia puita, jotka tulevat muodostamaan pääosan päätehakkuun sahapuista. Inventoinnissa tunnistetut tuhot ja niiden syyt esitetään liitteessä 3a. Aikaisemmat vahingot selvitettiin koelakorteista ja ne esitetään muiden huomautuksien kanssa liitteessä 3b. Liitteessä 4 luetellaan tuhoutuneiden metsiköiden tuhojen syyt. Tulosten esittelyssä tarkoitetaan, ellei erikseen ole toisin ilmoitettu, puuston tilavuusmittoja kuorineen.

5. TUTKIMUSTULOKSET

Tulokset esitetään liitteissä 3a, 3b ja 4, joissa puulajit on lueteltu aakkosjärjestyksessä alkuperän tai provenienssin mukaan. Samaa järjestystä käytetään seuraavassa tulosten esittelyssä. Provenienssilla tarkoitetaan siemenkeräysmetsikön maantieteellistä sijaintia, kun metsikkö on perustettu siemenestä, joka on saatu alkuperäisestä poikkeavalta paikkakunnalta tai siemenen siirto on tapahtunut jo edellisissä sukupolvissa.

Jalokuuset

Abies alba Mill. (saksanpihta)

Aineiston niukkuudesta huolimatta tulokset antavat selvän kuvan lajin menestymisestä Suomessa. Taimikkovaiheen juromisen ja toistuneiden paleltumisvaurioiden jälkeen jäljellä oleva puusto on saavuttanut tukkipuun koon. Etelä-Suomeen onkin myöhemmin perustettu uusia viljelmiä. Myös muualla Euroopassa lajin kehitys on aluksi hidasta, mutta se nopeutuu myöhemmin (Mitchell 1978).

Laji menestyy vain Etelä-Suomen rannikkoalueilla. Solbölén kokeilualueessa harvassa kasvan Ruotsista tuodun provenienssin (alkuperä epävarma) puut olivat suhteellisen kookkaita, valtapituus 18,5 m. Ruotsinkylässä samaa provenienssia olevien puiden valtapituus oli 16,5 m, mutta Punkaharjulla vain 6 m. 54 vuoden iällä suurimman viljelmän (Ruotsinkylä n:o 270) tuotos oli noin 174 m³/ha.

Laadultaan parhaimmissakin metsiköissä oli vain välttävä tukkipuusto. Viiden metrin tukkeja oli 1,0—1,5 runkoa kohti. Mutkarunkoisuus oli yleistä. Taimia löytyi vain Solbölessä, missä niiden tunnistamista vaikeuttivat muiden jalokuusilajien runsaslukuiset taimet. Kaikilla paikkakunnilla on ollut pakkastuhoja ja siten metsiköt olivat epätasaisia. Solbölessä ja Ruotsinkylässä kaksi viljelmää oli paleltunut kokonaan nuoruusvaiheessa. Pakkasvauriot olivat yleisiä. Solbölessä oli kuorta irronnut puista. Myös Orivedellä ja Mustilassa laji oli pahasti kärsinyt paleltumisista. Niinpä Tigerstedt ja Uosukainen (1981—82) eivät suosittele lajia koristepuiksi Suomessa.

Abies amabilis (Dougl. ex Loud.) Dougl. ex Forb. (purppurapihta)

Aineistossa on vain 2 puuryhmää. Ne osoittavat tuntemattoman alkuperän heikon kestävyysden. Solbölessä se oli 47-vuotiaana saavuttanut 11,5 metrin pituuden. Pakkanen, kuivuus ja tunnistamaton neulasten sienituho ovat olleet pääsyyinä heikkoon kehitykseen. Jäljellä olevat yksilöt Solbölessä ovat silti kauniita. Mustilassa on viljelyssä käytetty kestävämpää, luultavasti mantereisempää alkuperää. Siellä pisimmät puut olivat jo 30 metrin pituisia. Muualla Euroopassa kasvu on erittäin vaihtelevaa, mikä ainakin osittain johtuu siemenen alkuperän vaihtelusta (Mitchell 1978). Ruotsissa purppurapihta on Draflén arboretumissa Pohjanlahden rannikolla (62°41' N) kasvanut yli 20 m:n pituiseksi ja siellä se luokitellaan kestäväksi lajiksi (Arnborg 1960).

Abies balsamea (L.) Mill. (palsamipihta)

Tämä pakkasta kestävä laji viihtyy yhtä hyvin kaikilla paikkakunnilla. Kasvu on edellisen, 1950-luvulla tehdyn mittauksen jälkeen ollut hyvä. Kokonaistuotos on mitattu vain yhdellä koealalla Ruotsinkylässä, missä 54 vuoden iällä puusto on tuottanut 395 m³/ha. Solbölessä ja Punkaharjulla valtaläpimitta oli monissa noin 52 vuotta vanhoissa metsiköissä 30—35 cm. Puuston laatu oli yleensä huono. Mutkaisuus vähensi runkojen arvoa tukkipuuna. Kahdella koealalla Punkaharjulla kaikki laatu- ja kuntokoeput olivat kallellaan. Luontainen uudistuminen oli melko runsasta. Sienituhoja oli kuitenkin eräissä viljelmissä runsaasti (Solböle, viljelmät n:ot 215 ja 216, Ruotsinkylä n:o 275). Lajia on kokeiltu menestyksellisesti myös Pohjois-Suomessa. Ruotsissa laji on kestänyt hyvin ainakin Bodenissa (Sylvén 1945).

Abies cephalonica Loud. (kreikanpihta)

Lajia on viljelty vain Solbölessä, missä sen kehitys on ollut hidasta. Valtapituus lähes 50-vuotiaana oli vain 8,5 m.

Abies concolor (Gord. & Glend.) Lindl. ex Hildebr. (harmaapihta)

Koristeellisuutensa vuoksi lajista on tullut maassamme suosittu puistopuu. Tästä syystä Metsäntutkimuslaitoksen vuosina 1923 ja 1929 perustettujen viljelmien kehitys on erityisen kiin-

nostavaa. Puiden kasvu on viimeisen 25 vuoden aikana ollut nopeaa. Niiden valtapituus on lisääntynyt noin 10 m ja läpimitta 20 cm. Ainoassa tuotoksen laskentaan riittävässä viljelmässä, Solbölessä (n:o 247), kokonaistuotos oli lähes 370 m³/ha ja nykypuuston kuutiomäärä 170 m³/ha. Punkaharjun viljelmää lukuunottamatta puustot olivat tasaisia ja terveitä. Tukkipuurungoissa oli 1,0—2,0 tukkia puuta kohti. Mutkaisuutta ja haaralatvaisuutta esiintyi kuitenkin verrattain yleisesti, samoin lajille ominaista kallistumista. Luontaista uudistumista oli tapahtunut vain Solbölen viljelmissä. Pakkastuhoja todettiin odotettua vähemmän eli vain nuoruusvaiheessa ja erityisesti ankarana talvena 1939—40. Solbölessä puiden kuori on monesti irronnut mahdollisesti pakkasvaurion ja sienituhojen seurauksena. Punkaharjulla on haittatekijäksi mainittu kuivuus. Neulasvioletusten osuus oli suhteellisen vähäinen. Aineiston ulkopuolelta on syytä todeta, että esim. Tammisaaren Ramsholmenilla ja Mustilassa löytyy huomattavan kookkaita yksilöitä. Merkkilepantavaa on myös lajin luontainen uudistuminen em. puistoissa.

Abies faxoniana Rehd. & Wils.

Pakkanen on tuhonnut lajin kaikki viljelmät (ks. Heikinheimo 1956).

Abies fraseri (Pursh) Poir. (virginianpihta)

Laji on edustettuna vain yhdessä Ruotsinkylän viljelmässä. Kasvu on ollut kituvaa. Metsiköstä on tuhoutunut 3/4. Paksuimman puun läpimitta oli 54 vuoden iällä 26 cm ja pituus 19,5 m. Nuutarjävellä suurempana metsikkönä laji on menestynyt hyvin.

Abies grandis (D. Don) Lindl. (jättipihta)

Viljelmät ovat epäonnistuneet. Pääsyyinä ovat todennäköisesti olleet halla ja pakkanen. Solbölessä on elossa vain yksi 51-vuotias 3 m:n pituinen puu ja Ruotsinkylässä 54-vuotias 7,5 m:n pituuteen yltänyt puu. Ruotsissa laji viihtyy Ekolsundin arboretumissa (59°37' N) hyvin saavuttaen 40 vuoden iällä 25 metrin pituuden (Nitzelius 1958, 1962).

Abies holophylla Maxim. (ussurinpihta)

Lajista on olemassa metsikköluokkaa olevia havaintoja kuutiointitietoineen vain Solbölen viljelmästä n:o 243. Tulokset tästä viljelmästä osoittavat puuston tiheyden ja tasaisuuden olevan tyydyttäviä. Kokonaistuotos oli 52 vuoden iällä lähes 470 m³/ha, valtaläpimitta 30 cm ja valtapituus 17,5 m. Hyvä tukkipuun osuus (1,7 tukkia runkoa kohti) ja suorarunkoisuus (67 %) osoittavat lajin tuottavan teknisesti hyvälaatuista puuta.

Viljelmä ei ollut uudistunut luontaisesti, mutta on otettava huomioon, että metsikön ala on vain 14 aaria. Puiissa oli jonkin verran pakkasesta aiheutuneita koroja. Pienialaisilla viljelmillä Solbölessä ja Aulangolla puusto on jäänyt edellä kuvattua pienemmäksi ja pakkaneen on tuhonnut Ruotsinkylään perustetun viljelmän jo taimikkovaiheessa.

Abies homolepis Sieb. & Zucc. (nikonpihta)

Ainoa viljelmä, n:o 246 Solbölessä, on kokonaan tuhoutunut jo taimikkovaiheessa (Heikinheimo 1956).

Abies koreana Wils. (koreanpihta)

Kaunis, mutta hidaskasvuinen laji on Solbölen toimipaikan pihalla saavuttanut 47-vuotiaana 11,5 m:n pituuden ja 27 cm:n läpimitan. Tuhoja tai vikoja ei ole ollut todettavissa. Laji on menestynyt hyvin myös Mustilassa, mutta Aulangolla on ollut pakkastuhoja (Heikinheimo 1956).

Abies lasiocarpa (Hook.) Nutt. (lännepihta)

Havainnot lajista ovat mielenkiintoisia mm. siitä syystä, että se pakkaskestävyytensä vuoksi näyttää kestävän hyvin Pohjois-Suomessa ja Pohjois-Ruotsissa (Remröd ym. 1977), mutta myös siksi, että se on harmaaaihahteisena ja pitkäneulaisena hyvin koristeellinen nuorella iällä. Myöskin sen kuori on mielenkiintoisen korkkimainen. Laji on hidaskasvuinen ja varhain rappeutuva. Viljelmät, joiden ikä oli 46—47 vuotta, olivat alkaneet tuhoutua ja parhaillakin kokonaistuotos jäi melko pieneksi (Punkaharju n:o 353: 245 m³/ha, ikä 47 vuotta) (kuva 2). Puuston laatu oli huono. Mutkaisuus oli yleistä, samoin haaralatvaisuus, mikä johtunee toistuneista kevähallan vaurioista. Punkaharjun viljelmissä runkojen kaltevuus oli aika yleistä. Yleisenä esiintyvistä kävyistä huolimatta taimia todettiin vain yhdellä Punkaharjun alalla (viljelmä n:o 353). Yhdellä viljelmällä (Ruotsinkylä n:o 56) tuhon aiheuttajaksi todettiin *Heterobasidion annosum* ja yhdellä (Punkaharju n:o 354) kuivuus. Pakkastuhoja on esiintynyt kovina pakkastalvina. Aikaisemmin eräät viljelmät on nimetty alalajiksi *Abies lasiocarpa* var. *arizonica*, mutta määrittelyksen epävarmuuden vuoksi erittelystä on luovuttu.

Abies mariesii Mast. (honshunpihta)

Siemenen alkuperä on tuntematon kaikissa kolmessa viljelmässä. Solbölessä kookkaimman puun pituus oli 52 vuoden iällä 15,5 m ja läpimitta 35 cm. Punkaharjulla vuotta nuoremman viljelyn suurin puu oli 7 m pitkä ja läpimitaltaan 12 cm. Pakkastuhot ovat olleet yleisiä (Heikin-



Kuva 2. Lännempihta (*Abies lasiocarpa*), Punkaharju, viljelmä 353, ikä 47 v. Valok. M. Werren.
 Figure 2. Alpine fir (*Abies lasiocarpa*), Punkaharju, stand 353, age 47 years. Photo M. Werren.

heimo 1956). Ruotsinkylässä sijainnut pienialainen viljelmä on tuhoutunut. Myös Solbölessä ja Punkaharjulla kaikissa metsiköissä 3/4 pinta-alasta on tuhoutunut. Näyttää siltä, että laji voi vain Lounais-Suomen mereisissä oloissa kasvaa puuksi.

Abies nephrolepis Maxim. (ohotanpihta)

Ulkonäöltään hyväkuntoinen laji on verrattain hidaskasvuinen. Ruotsinkylässä (viljelmä n:o 271) kokonaistuotos oli noin 250 m³/ha. Tämän 54 vuoden ikäisen metsikön valtaläpimitta oli 27 cm ja -pituus 16,5 m. Solbölessä kasvu on ollut edellistä hitaampaa. Nuoruusvaiheessa on ollut jonkin verran pakkastuhoja (Heikinheimo 1956). Lajin ominaisuudet puoltavat sen käyttöä koriste- puuna niissä oloissa, missä hidaskasvuisuudesta ei ole haittaa.

Abies nordmanniana (Stev.) Spach (kaukasianpihta)

Aineiston viljelmät ovat kaikki pienialaisia ja laji on menestynyt kohtalaisesti vain Solbölessä, missä 52-vuotiaan paksuimman puun läpimitta oli 39 cm ja pituus 15,5 m. Siellä tuhoutumisaste oli 3/4 kuten myös Ruotsinkylässä ja Punkaharjulla, missä pisimmät puut olivat 12 ja 4,5 m pitkiä.

Parhaimmillaankin puut olivat mutkaisia, haaratvaisia ja pakkasvioletusten vaivaamia. Tunnistamaton sienitauti on tuhonnut sekä Ruotsinkylässä että Punkaharjulla yli 50 % koeputien neulasista. Myös Mustilassa laji on menestynyt huonosti. Tämän Keski-Euroopassa metsätaloudellisesti viljellyn puulajin kasvattamista maassamme pidetään mahdollisena, mikäli onnistutaan löytämään kestäviä alkuperiä. Kaukasianpihdan kokeilua puoltaa puun koristeellisuus. Niinpä se on suosittu puistopuuna mm. Ruotsissa, jossa on löydetty verrattain kestäviä "rotuja" (Sylvén 1945).

Abies recurvata Mast.

Ainoa viljelmä Solbölessä tuhoutui pakkasen vuoksi jo taimikkovaiheessa. Sylvén (1945) esittää kuitenkin lajin kestäväksi Tukholmassa ja Draflessa.

Abies sachalinensis (Fr.Schmidt) Mast. (sahalinipihta)

Monista jalokuusilajeista sahalininpihta näyttää olevan eräs parhaiten meille sopeutuneista. Kasvu on verrattavissa kotimaisten havupuulajien kasvuun (kuva 3). Parhaat metsiköt Solbölessä ja Ruotsinkylässä ovat lupaavia. Kokonaistuotos



Kuva 3. Sahalinipihta (*Abies sachalinensis*), Ruotsinkylä, viljelmä 174, ikä 58 v. Valok. M. Werren.
Figure 3. Sakhalin fir (*Abies sachalinensis*), Ruotsinkylä, stand 174, age 58 years. Photo M. Werren.

Solbölen 54 vuotta vanhalla viljelmällä n:o 167 oli noin $585 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja keskikasvu $10,8 \text{ m}^3/\text{ha}$. Eräillä pienillä viljelmillä, joiden tuotosta ei mitattu, puiden valtaläpimitta oli huomattavasti suurempi kuin em. viljelmällä. Tukkipuuosuus oli korkea (monissa viljelmissä 100 % laatukoepuista), mutta mutkikkuus ja paksuoksaisuus heikensivät tukin laatua jonkin verran. Tukkipuissa oli tukkeja 1,0—2,0 runkoa kohti. Monissa metsiköissä esiintyi luonnontaimia, jopa pienialaisillakin viljelmillä. Punkaharjulla 2 viljelmää on tuhoutunut. Kovien pakkastalvien seurauksena esiintyi mm. kuorivaurioita. Kuitenkin nykytilanne oikeuttaa huomattavasti optimistisempään käsitykseen lajin menestymisestä Suomessa kuin Heikinheimo (1956) tai Sarvas (1964) ovat arvioineet. Myös Mustilassa laji on menestynyt hyvin. Lajia suositellaan koristepuiksi siperianpihtan (*Abies sibirica*) tilalle Etelä-Suomessa. Japanissa sahalinipihtaa käytetään rakennuspuuna, paperipuuna ja laivanrakennuksessa (Sarvas 1964).

Abies sachalinensis var. *mayriana* Miyabe & Kudo

Alalajin metsiköiden kasvu on ollut hyvin samankaltaista kuin päämuodolla. Aulangolla kasvava kookkaita yksilöitä ja paksuimman puun läpimitta oli 50 cm. Puusto oli yleensä hyvälaatusta ja tervettä.

Abies sibirica Ledeb. (siperianpihta)

Lajia kohtaan tunnettavan suuren mielenkiinnon vuoksi inventointiin otettiin myös sellaisia vanhoja viljelmiä, joita ei ollut Heikinheimon (1956) julkaisussa. Tulokset osoittavat tuotoksen jäävän alhaiseksi verrattuna kotimaisiin tai parhaisiin ulkomaisiin lajeihin. Poikkeuksellisen hyvä viljelmä on n:o 18 Solbölessä, missä 56-vuotiaana tuotos oli $500 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja keskikasvu $9,0 \text{ m}^3/\text{ha}$. Evolla olevan 104-vuotiaan metsikön valtapituus oli 28,5 m ja -läpimitta 35 cm. Rungon suoruuden ja pienen kapenemisen ansiosta tukkipuun osuus kuutiomäärästä oli suuri. Tyvitukin oksien läpimitat olivat pieniä, noin 4 cm. Haaratlatvaisuutta esiintyi melko runsaasti.

Punkaharjulla laji on uudistunut hyvin luontaisesti. Sarvaksen (1964) mukaan pihtakuusi alkaa metsikkönä tehdä käpyjä noin 40—50-vuotiaana. Tuhot olivat vähäisiä ja metsiköt olivat siten tyydyttävän tiheitä. Runko- ja kuorivaurioita oli vähän. Yleensä laji oli terve ja kestävä. Neuvostoliitossa pihtakuusta käytetään mm. rakennuspuuksi, sahapuuksi ja kuusen kanssa sekoitettuna tehdään siitä puuhioketta ja selluloosaa. Laji menestyy koko Suomen alueella ja kasvaa elinvoimaisena mm. Inarissa.

Abies sutchuenensis (Franch.) Rehd. & Wils.

Solbölen ainoa viljelmä tuhoutui talvina 1939—40 ja 1940—41.

Abies veitchii Lindl. (japaninpihta)

Erittäin kauniina pidetty laji on osoittautunut kestäväksi, mutta melko hidaskasvuiseksi Etelä-Suomessa. Lapinjärven 28 aarin viljelmällä (n:o 3) kokonaistuotos oli 46 vuoden iällä noin $310 \text{ m}^3/\text{ha}$ eli keskikasvu $6,7 \text{ m}^3/\text{ha}$. Solbölessä kasvu on ollut lähes samansuuruista kuin Lapinjärvellä. Ruotsinkylässä kokonaistuotos oli alhaisempi, todennäköisesti harvan istutusvälin vuoksi ($3 \times 3 \text{ m}$). Kaikki edellä mainitut metsiköt olivat tiheitä. Punkaharjun dendrologisessa puistossa metsikön tuhoutumisaste oli 1/2 ja valtapituus oli vain 8,5 m. Rungon suoruus oli yleensä hyvä ja tukkipuuprosentti koepuista oli korkea. Metsiköt olivat hyvin tasaisia, mutta kallellaan olevia puita oli jonkin verran. Pakkasan aiheuttamia latva- ja kuorivaurioita on todettu. Viljelmillä on synty-

nyt runsaasti luonnontaimia metsiköiden tiheydestä huolimatta. Suurimmassa metsikössä (Solböle n:o 218) on ilmennyt runsaasti tunnistamatonta sienitautia pahalaatuissa koroissa. Taimikkovaiheessa pakkas-, sieni- ja hyönteistuhot olivat melko yleisiä (Heikinheimo 1956). Koristepuiksi hyvin sopivaa lajia olisi syytä kokeilla myös pohjoisempänä, sillä se on Ruotsissa menestynyt hyvin ainakin vielä maan keskiosissa asti.

Valesypressit

Chamaecyparis lawsoniana (A.Murr.) Parl. (lawsoninsypressi)

Lajia on istutettu Solbölessä ja Ruotsinkylässä, mutta kaikki viljelmät on tuhoutuneet kovina pakkastalvina.

Chamaecyparis obtusa Sieb. (japaninsypressi)

Kolmea japanilaista alkuperää on kokeiltu Solbölessä ja yhtä myös Ruotsinkylässä. Kaikki kuusi viljelmää ovat tuhoutuneet kokonaan kovina pakkastalvina.

Chamaecyparis pisifera (Sieb. & Zucc.) Sieb. & Zucc. ex Endl. (hernesypressi)

Aineisto sisältää neljä elossa olevaa viljelmää Solbölessä, jotka edustavat kolmea japanilaista alkuperää. Näyttää siltä, että kaikista valespressilajeista tämä olisi Suomen ilmastossa kestävin, vaikka Ruotsinkylässä onkin tuhoutunut kaksi viljelmää kovana pakkastalvena 1939—40. Kolmessa vielä elossa olevassa metsikössä pakkaneen on tuhonnut 3/4 viljelmistä. Puut olivat yleensä kituvia ja valtapituus oli parhaimmillaan vain 9,5 m (Solböle, n:o 112).

Lehtikuuset

Larix decidua Mill. (euroopanlehtikuusi)

Lajia on viljelty laajalti Suomessa. Tutkimusaineistoon sisältyy 35 metsikköä, jotka ovat peräisin 7:stä eri Euroopan maasta kerätystä siemenieristä. Kasvu on ollut hyvä kaikilla koealueilla. Parhaat tulokset on saatu Punkaharjulla ja ”Saksa Jägerndorf, 600 + m” -siemen ja ”Skotlanti” -siemen ovat parhaita euroopanlehtikuusen siemeneriä Heikinheimon aineistossa. Harvennuskertojen määrä vaihteli 0:sta 7:ään. Etelä-Suomessa harvennuksia on tehty keskimäärin 3—4.

Viiden tuottoisimman metsikön (Solböle viljelmä n:o 71; Punkaharju n:ot 129, 130, 134 ja 135) kokonaistuotos oli 545 m³/ha ja valtapituus

26,2 m 50—55 vuoden iässä. Aineiston suurimman puun rinnankorkeuden läpimitta oli 64 cm ja pituus 37 m (Evo, viljelmä n:o 1, ikä 113 v.). Euroopanlehtikuusi ei ole laadultaan paras lehtikuusilaji, mutta sen puuaines on hyvin käyttökelpoista. Kuten muillakin lehtikuusilajeilla rungossa on tyypillisesti paljon pieniä mutkia, mutta siitä huolimatta keskimääräinen tukkimäärä oli korkea eli 1,8 viidessä tuottoisimmassa metsikössä verrattuna moniin muihin ulkomaisiin puulajeihin. Oksat olivat usein paksuja ja pitkiä vanhoissa latvoissa, mutta koska nämä ovat pääasiassa rungon kuitupuun osassa, niillä on vähän vaikutusta puun taloudelliseen arvoon. Rungossa tyvitukin paksuimman oksan tavallisin läpimitta oli 4 cm.

Haaroittuneita latvuksia oli vain muutamassa metsikössä. Kallistuneita runkoja oli runsaasti. Monissa metsiköissä niitä oli yli 50 % laatu- ja kuntokoepuista. Monessa metsikössä oli käpyjä ja Punkaharjulla luontainen uudistuminen oli kohutuullista, mutta yleensä muilla kokeilualueilla uudistuminen oli hyvin vähäistä. Aineiston varttuneet metsiköt olivat terveitä. Isolehtikuusipistiäinen (*Pristophora erichsonii*) on aiheuttanut tuhoja Solbölen viljelmässä (n:ot 68, 71, 72) nuoruusvaiheessa (1936—39), mutta on vaikea sanoa, miten paljon tämä on vaikuttanut viljelmien heikkoihin tuotoksiin. Myös *Lachnellula willkommiin*, lumen, kevähallan, kuivuuden ja myyrän tuhoja on ollut havaittavissa. Viljelmistä vain kaksi on tuhoutunut kokonaan, lähinnä kuivuuden ja kevähallan takia.

Larix gmelinii (Rupr.) Kuzen. (dahurianlehtikuusi)

Aineistossa tätä päälajia edustaa yksi ainoa laaja alkuperä, ”NL, Sahalin”, jota on kokeiltu Solbölessä, Ruotsinkylässä ja Punkaharjulla. Yleensä tuotos on selvästi pienempi kuin euroopan- tai siperianlehtikuusen tuotos. Myöskään huonon laadun vuoksi dahurianlehtikuusta ei voida suositella laajaan käyttöön.

Viiden tuottoisimman metsikön (Solböle, viljelmä n:o 64; Ruotsinkylä n:ot 39 ja 105; Punkaharju, n:ot 104 ja 132) keskimääräinen kokonaistuotos oli 390 m³/ha ja valtapituus 23,7 m 50—55 vuoden iässä. Aineiston suurimman puun rinnankorkeuden läpimitta oli 53:n vuoden iässä 41 cm ja pituus 27,5 m (Punkaharju, viljelmä n:o 104).

Vaikka oksien paksuus ja rungon mutkaisuus alensivat dahurianlehtikuusen laatua, tukkipuuprosentti ja tukkimäärä tukkipuuta kohden olivat silti korkeita (noin 90 % ja 1,7 kpl viidessä tuottoisimmassa metsikössä) verrattuna moneen muihin ulkomaiseen lajiin. Haaroittuneita puita ei esiintynyt. Melkein kaikki metsiköt olivat rakenteeltaan tasaisia. Joissakin metsiköissä oli kallellaan olevia puita.

Pienistä metsiköistä vain muutamassa oli taimia. Suuremmissa viljelmissä luontainen uudistuminen vaihteli yksittäisistä taimista yli 1 000 taimeen hehtaarilla. Luontainen uudistuminen ei näyttänyt olevan riippuvainen metsikön maantieteellisestä sijainnista.

Varttuneet metsiköt olivat terveitä. Nuoruusvaiheessa huomattavia isolehtikuusipistiäisen (*Pristophora erichsonii*) aiheuttamia tuhoja oli ollut vain Solbölessä. *Lachnellula willkommii* on tällä lajilla havaittu Ruotsinkylässä (viljelmä n:o 165). Keväthalla (1936) on tuhonnut kokonaan viljelmät n:ot 76 ja 79 Solbölessä. Muutamassa metsikössä on ollut myös myrskytuhoja.

Larix gmelinii var. *japonica* (Maxim. ex Regel) Pilg. (kurilienlehtikuusi)

Lajia edustavat yksi Korean alkuperää oleva metsikkö (Solböle, viljelmä n:o 66) sekä useat viljelmät, joissa on käytetty Sahalinin ja Kuriilien saarilta kerättyä siementä. Alalajin tuotos, laatu ja kunto ovat samankaltaisia kuin päälajin.

Viiden tuottoisimman metsikön (Solböle, viljelmä n:o 7; Ruotsinkylä, n:o 49; Punkaharju, n:ot 103, 133, 267) keskimääräinen kokonaistuotos oli 405 m³/ha ja valtapituus 24,2 m 50—55 vuoden iässä. Näyttää siltä, että päälajin ja kurilienlehtikuusen tuotoksissa on hyvin vähän eroa. Lajin tuottoisimmassa 50—55 vuoden ikäisessä metsikössä kokonaistuotos oli noin 450 m³/ha (Punkaharju, viljelmä n:o 103, OMaT), kun vastaavasti paras kokonaistuotos dahurianlehtikuusella (*Larix gmelinii*) oli 460 m³/ha (Punkaharju, viljelmä n:o 104, OMT). Molemmat viljelmät olivat 53 vuoden ikäisiä ja ne kasvoivat vierekkäin. Aineistossa lajin suurimman puun läpimitta oli 44 cm ja pituus 29,5 m (Mustila, viljelmä n:o 7a, 66 v). Tyvitukin paksuimman oksan läpimitta oli hyvin samansuuruinen kuin päälajilla, suurimmat 8 cm ja yleisin läpimitta oli 2—4 cm. Haaroittuneita koepuita ei ollut. Pääasiassa metsiköt olivat tasaisia. Joissakin metsiköissä esiintyi rungon kaltevuutta. Pahimmissa tapauksissa sitä esiintyi jopa 87 prosentissa laatukoepuista.

Luontainen uudistuminen oli yleensä verraten vähäistä. Parhaiten se oli onnistunut Punkaharjulla. Jokin sienilaji oli tuhonnut neulasia Punkaharjulla (viljelmät n:ot 103 ja 133). Aikaisempia tuhoja ovat aiheuttaneet *Pristophora erichsonii* (Solbölessä), myrsky, keväthalla ja kuivuus. Näyttää siltä, että Korean alkuperä ei sovi Suomen ilmastoon. Solbölessä viljelmä n:o 66 oli tuottanut vain noin 210 m³/ha 54:ssä vuodessa ja keväthalla oli tuhonnut viljelmän 73 kokonaan. Todennäköisesti tämän alkuperän silmut puhkeavat liian aikaisin keväällä. Muut alkuperät ovat kestävämpiä, sillä niitä ei ole tuhoutunut.

Larix gmelinii var. *olgensis* (Henry) Ostenf & Syrach-Larsen (olganlehtikuusi)

Alalajia edustaa kolme alkuperää, jotka on kerätty Koreasta eri korkeuksilta. Muut viljelmät ovat Punkaharjulla paitsi yksi, joka on Solbölessä. ”Korea” on paras alkuperä, sillä yksikään kolmesta viljelmästä ei ollut kärsinyt tuhoista. Myös tuotos ja tukkipuuosuus olivat parhaimmillaan erittäin hyviä (Punkaharju, viljelmä n:o 102, ikä 53 v, tuotos 570 m³/ha ja 2,4 tukkia/runko).

Viljelmiä on vain 7, joista 4:stä on tuotostiedot. Kahden tuottoisimman metsikön (Punkaharju, viljelmät n:ot 102 ja 131, ikä 53 v) tuotos- ja laatutulokset olivat seuraavat: valtapituus 27 m, valtaläpimitta 33,5 cm, kokonaistuotos 530 m³/ha, keskimääräinen vuotuinen kasvu 10,0 m³/ha, tukkipuuprosentti 90 ja tukkimäärä/runko 2,1. Aineistossa lajin suurimman puun läpimitta oli 41 cm ja pituus 27,5 m (Punkaharju, viljelmä n:o 102). Viljelmien pienessä määrän vuoksi tuloksia on vaikea yleistää. Näyttää kuitenkin siltä, että alalajin tuotos oli parempi kuin muiden dahurianlehtikuusen (*Larix gmelinii*) alalajien.

Rungon suoruus oli hyvä. Esimerkiksi kahdessa tuottoisimmassa metsikössä 74 % laatukoepuista oli suoria. Haaroittuneita koepuita oli vain yhdessä metsikössä ja lähes kaikki metsiköt olivat tasaisia. Monessa metsikössä oli kallistuneita runkoja.

Luontainen uudistuminen oli kohtalaista kaikissa metsiköissä, joissa oli runsaasti käpyjä. Tuhoja ja vaurioita oli vähän. Aikaisemmin tuhojen aiheuttajia olivat *Pristophora erichsonii* Solbölessä (viljelmä n:o 65), myrsky ja kuivuus. Vain yksi viljelmä on tuhoutunut kokonaan. Tuhoutumisen syyksi on arvioitu keväthalla.

Larix kaempferi (Lamb.) Carr. (japaninlehtikuusi)

Aineisto sisältää vain kolme viljelmää, kaksi ”Japani, Hondo”-siemenalkuperää ja yhden ”Mustilan” provenienssin. Heikinheimo (1956) totesi, että pakkaneen ja kuivuus olivat tuhonneet paljon taimia. Eloonjääneiden taimien kasvu ja laatu olivat hyviä Solbölessä. Laji ei todennäköisesti ole tarpeeksi kestävä yleiseen käyttöön Suomen oloissa. Muualla Euroopassa lajin hybridimuoto on osoittautunut tuottoisaksi ja kestäväksi lehtikuusenyöpää vastaan. Tämä hybridimuoto voisi olla käyttökelpoinen Suomessakin.

Ainoa pysyvä koela (Solböle, viljelmä n:o 205) on tuottanut 585 m³/ha kuorellista puuta 51 vuodessa, mikä vastaa 11,5 m³/ha vuotuista kasvua. Kaikissa metsiköissä tukkipuuprosentti oli 100 ja keskimääräinen tukkimäärä tukkipuuta kohden oli 1,7—2,3. Kahdessa metsikössä tyvitukin paksuimman oksan läpimitta oli keskimäärin 2 cm. Yleensä lajin oksat olivat ohuempia kuin

muiden lehtikuusilajien. Haaroittuneita runkoja ei ollut yhdessäkään metsikössä, mutta Punkaharjun viljelmässä (n:o 56D) suurin osa rungoista oli kallistumassa. Luontaista uudistumista löytyi vain Punkaharjulla, vaikka myös Solbölessä oli käpyjä ja viljelmät ovat suhteellisen suuria.

Larix occidentalis Nutt. (lännenlehtikuusi)

Lajia edustaa vain yksi pieni viljelmä Punkaharjulla (n:o 46D). Viljelmän tuhoutumisaste oli 3/4, mistä johtuen metsikkö oli harva. Valtapituus oli 18,5 m, valtaläpimitta 20 cm, tukkipuuprosentti 67 ja tukkirungoissa oli keskimäärin 1,0 tukkia.

Kuivuus on aiheuttanut suurimman osan tuhoista. Heikinheimon (1956) mukaan "taimien arkuus kuljetettaessa ja istutettaessa" on ollut syynä vaurioiden syntymiseen. Muuallakin Suomessa laji on menestynyt huonosti. Laji ei sopeudu Suomen valoilmastoon ja kuivaa pystyyn suhteellisen nuorella iällä (Tigerstedt ja Uosukainen 1981—82).

Larix sibirica Ledeb. (siperianlehtikuusi)

Siperianlehtikuusta voidaan pitää Suomen lupaa-
vimpana ulkomaisena puulajina. Tämä laji pystyy hyvin kilpailemaan kotimaisen männyn ja kuusen kanssa. Nyt mitatut siperianlehtikuusen tuotos-
tulokset tukevat Vuokilan (1960) tutkimuksen tuloksia. Erityisesti Heikinheimon aineiston pysyvät koealat antavat tarkkaa ja arvokasta tietoa siperianlehtikuusen kokonaiskasvun kehityksestä. Aineistossa on neljä neuvostoliittolaista alkuperää ja kaksi suomalaista provenienssia, nimittäin "Punkaharju" ja "Punkaharju/Raivola". "Neuvostoliitto, Raivola" on paras provenienssi ja sen vuoksi suositelluin ja kysytyin provenienssi käytännön metsätaloudessa, jossa tämä laji on saavuttanut jonkinlaisen aseman metsänviljelyssä.

Metsiköt ovat kaikki rehevillä mailla. Istutusväli vaihtelee 1,6—3,0 metrin välillä. Yleisin käytetty istutusväli on ollut 2,2 × 2,2 m. Harvennuskertoja on ollut 0—7, yleisin määrä Etelä-Suomessa on ollut 3 tai 4.

Lajin suurimmat puut olivat Vesijaolla. Paksumman puun läpimitta oli 63 cm (viljelmä n:o 77, ikä 72 v) ja pisimmän puun pituus 33 m. Muualla maassa on suurempiakin puita, mutta ne eivät kuulu aineistoon, esim. Punkaharjulla, "Montellin" lehtikuusikossa, oli 42-metrinen puu (mitattu v. 1981, ikä 108 v). Aineiston viiden tuottoisimman metsikön (Solböle, viljelmä n:o 157; Ruotsinkylä, n:o 20; Punkaharju, n:ot 98, 101 ja 182) keskimääräinen kokonaistuotos oli 555 m³/ha ja valtapituus 26,6 m 50—55 vuoden iässä. Esitetty kuutiomäärä on kuorellinen. Muihin puulajeihin verrattuna lehtikuusen kuorisadannes kuutiomäärästä on korkea. Vuokilan (1960) mukaan siperianlehtikuusen kuorisadannes OMT:llä on 10—50 vuoden välillä keskimäärin 24 % (las-

kettu eri-ikäisten puiden kuorisadanneksista painotettuna kuorellisella kokonaistuotoksella iän mukaan). OMT:llä viiden tuottoisimman 50—55-vuotiaan metsikön keskimääräinen kuoreton kokonaistuotos oli noin 425 m³/ha. Vuokilan (1960) tutkimusaineiston mukaan siperianlehtikuusen kuoreton kokonaiskasvu on OMT:llä 53 vuoden iässä 414 m³/ha.

Jos lasketaan keskimääräinen kokonaistuotos ja vuotuinen kasvu koko aineiston kaikista MT:llä kasvavista viljelmistä, luvut ovat huomattavasti alhaisempia kuin Vuokilan vastaavat luvut. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että kolmen metsikön tuhoutumisaste oli noin 1/2, mikä takia metsiköt olivat harvoja. Kahden parhaiten MT:llä kasvaneen viljelmän keski-ikä oli 51 vuotta ja keskimääräinen vuotuinen kasvu 5 m³/ha (kuoretta). Se on vähän pienempi kuin Vuokilan (1960) esittämä tulos.

Kuten muillakin lehtikuusilajeilla tukkipuuprosentti oli siperianlehtikuusella useimmissa metsiköissä 100. Tukkimäärä tukkipuuta kohden oli korkea (usein yli 2,0). Tukkiisuus "Raivolan" provenienssin metsiköissä oli selvästi suurempi kuin muiden alkuperien metsiköissä, mikä johtuu siitä, että ensinmainitun rungon suoruus oli erittäin hyvä. Näyttää siltä, että viljelmissä, joissa on käytetty Arkangelin siementä, mutkaisuus oli pahempi muihin alkuperiin verrattuna. Haaroittuneita puita oli hyvin vähän ja metsiköt olivat tasaaisia. Käpyjä oli melkein kaikissa metsiköissä, mutta luontaista uudistumista esiintyi silti heikosti.

Inventoinnissa todettiin, että tuhoja oli hyvin vähän. Pääasiassa ne olivat runko- ja kuorivaurioita, joiden aiheuttajat ovat tuntemattomia. Selviä ranganvaihtovaurioita havaittiin kolmessa metsikössä, mutta niiden aiheuttajista ei ole tietoa. Aikaisempia tuhoja olivat kuivuus, isolehtikuusipistäinen (*Pristophora erichsonii*) Solbölessä ja kastanjaturilas (*Melolontha hippocastani* F.) Punkaharjulla (viljelmä n:o 98). Kolme viljelmää on tuhoutunut. Solbölen viljelmässä n:o 165 tuhoutumisen syynä oli kuivuuden ja isolehtikuusipistäisen (*Pristophora erichsonii*) yhteisvaikutus. Kivalossa noin 50 hehtaarin viljelmä n:o 152 on tuhoutunut melkein kokonaan taimien huonon laadun vuoksi. Taimet oli kasvatettu metsätaimintarhassa viljelyalan vieressä ja siirretty koulumatomina maastoon. Taimien juuristo ei vielä ollut kehittynyt riittävästi ennen istutusta. Elossa pysyneet yksilöt kasvoivat edelleen hyvin.

On huomattava, että viidestä tuottoisimmasta metsiköstä neljä on Raivolan provenienssia ja viides Arkangelin alkuperää. Se korostaa Raivolan provenienssin ylivoimaista tuotosta. On kuitenkin muistettava, että Heikinheimon istutuksissa Raivolan siemenellä on perustettu enemmän viljelmiä kuin muilla alkuperillä. 1920- ja 30-luvuilla perustettiin melkein kaikki Raivolan alkuperää olevat viljelmät OMT:lle, kun taas muiden alku-

perien viljelmät perustettiin pääasiassa MT:lle. Lisäksi Raivolan alkuperää olevissa metsiköissä on runsaasti pysyviä koealoja. Vain yksi pysyvä koeala sijaitsee niissä metsiköissä, jotka perustettiin muilla alkuperillä.

Näin ollen perusteellinen ja tarkka vertailu Raivolan provenienssin ja muiden alkuperien tuotoksen välillä ei ollut mahdollista. Esimerkiksi Raivolan provenienssin viidestä tuottoisimmasta metsiköstä neljässä oli pysyviä koealoja OMT:llä, kun vastaavasti muiden alkuperien viidessä tuottoisimmassa metsikössä oli vain tilapäisiä koealoja, 3 OMT:llä ja 2 MT:llä. Raivolan provenienssin viiden tuottoisimman metsikön keskimääräinen vuotuinen kasvu oli 7,6 m³/ha kuoretta (ikä keskimäärin 54 v). Muiden alkuperien vastaava luku oli 5,5 m³/ha (ikä 51 v). Kun verrataan tuloksia Vuokilan tuloksiin, jotka koskevat Raivolan provenienssia ja muita alkuperiä yhdessä, nähdään, että Vuokilan (1960) mukaan siperianlehtikuusen keskimääräinen vuotuinen kasvu OMT:llä (53 vuoden iässä) oli 7,8 m³/ha kuoretta. Tähän Vuokilan tulokseen verrattuna keskimääräinen kasvu Heikinheimon muiden alkuperien viidessä tuottoisimmassa metsikössä on selvästi alhaisempi, mihin osasyynä on varmasti se, että Raivolan provenienssi on kaikista tuottoisin. Toinen syy on todennäköisesti se, että kaksi niistä viidestä viljelmästä kasvaa MT:llä. On mielenkiintoista todeta, että tämä muiden alkuperien viiden tuottoisimman metsikön keskimääräinen vuotuinen kasvu on hyvin lähellä Vuokilan MT:llä kasvavalle siperianlehtikuuselle saamaa lukua, joka oli 51 vuoden iässä 5,3 m³/ha.

Todennäköisesti ensimmäinen perustamisvaihe Raivolan lehtikuusikoissa tehtiin siemenellä, joka oli jotakin Arkangelin alkuperää. Myös Heikinheimon aineistossa on käytetty Arkangelin siementä, mutta koska isoja viljelmiä oli vähän ja pysyviä koealoja vain 2 (Solböle, viljelmä n:o 155 ja Kivalo, viljelmä n:o 26, joista edellinen on hylätty) on hyvin vaikea todeta, onko Arkangelin siemen yhtä tuottava kuin Raivolan siemen. Kuitenkin tulokset viittaavat siihen, että Pohjois-Suomessakin Raivolan provenienssi on tuottavampi kuin Arkangelin. 1920- ja 30-luvun siperianlehtikuusen viljelmistä (Raivolan provenienssia lukuunottamatta) tuottoisin viljelmä oli Arkangelin alkuperää (Punkaharju, viljelmä n:o 182, OMT, ikä 51 v). Sen kuorellinen kokonaistuotos oli noin 500 m³/ha ja keskimääräinen vuotuinen kasvu noin 10,0 m³/ha. Kuitenkin tämä tuotos jää selvästi alle Raivolan provenienssia olevien viljelmien parhaiden tuotosten (esim. Punkaharjun viljelmä n:o 101, metsätyyppi OMT, ikä 54 v, kuorellinen kokonaistuotos 670 m³/ha, keskimääräinen vuotuinen kasvu 12,0 m³/ha).

Mielenkiintoisia ovat rinnakkaisviljelmät Kivalon kokeilualueessa. Toisen (viljelmä n:o 26) siemen on Arkangelista ja toisen (viljelmä n:o 27) Raivolasta. Kasvupaikka on perustamisvaiheessa

arvioitu paksusammaltyyppiksi. Istutusvuosi oli molemmilla viljelmillä 1930, mutta Arkangelin viljelmällä käytettiin 2-vuotiaita taimia ja Raivolan viljelmällä 5-vuotiaita taimia.

Sarvas (1964) kirjoitti näistä kahdesta viljelmästä seuraavasti: ”Kumpikin on kasvanut hyvin. Valtapuut ovat kummassakin saavuttaneet 6 metrin korkeuden 20-vuotiaina ja ovat 27-vuotiaina olleet 9 metrin pituisia”. Tilanne vuonna 1980 oli seuraava: kuorellinen kokonaistuotos Raivolan provenienssilla oli 235 m³/ha eli 45 % suurempi kuin Arkangelin alkuperällä (162 m³/ha). Poistuma on ollut erittäin vähäinen, vain 5 m³/ha viljelmällä 26 ja 14 m³/ha viljelmällä 27. Vuotuinen kasvu Raivolan provenienssilla oli 4,3 m³/ha (Arkangelin alkuperällä 3,1 m³/ha), valtapituus 20,5 m (17,5 m), valtaläpimitta 30 cm (25 cm), tukkipuuprosentti 100 (85) ja keskimääräinen 5 metrin tukkimäärä runkoa kohti 2,0 (1,4).

Tulokset viittaavat siihen, että kyseinen Raivolan provenienssi on otettu muualta Raivolan lehtikuusikoista kuin varmuudella Arkangelin alkuperää olevasta osasta. Heikinheimo (1956) totesi, että alkuvaiheessa Arkangelin alkuperää olevat viljelmät näyttivät yleensä jäävän jälkeen raivolalaisista. Sarvas (1964) viittaa siihen, että muut metsiköt Raivolassa on perustettu siemenestä, joka on peräisin siperianlehtikuusen luontaisen levinneisyysalueen lounaisosasta. Jos Raivolassa ei ole tapahtunut risteytymiä eri alkuperien välillä, on vaikea selittää miksi Raivolan siemen on menestynyt paremmin kuin Arkangelin siemen Kivalon leveysasteella.

Aineiston nuorten 1940-luvun siperianlehtikuusen viljelmien siemen on Punkaharjulta kerättyä. Suurin osa on Raivolan metsikköä toisessa sukupolvessa. Tätä ”Punkaharju/Raivola” -siementä on käytetty Ruotsinkylän, Lapinjärven, Punkaharjun, Vilppulan ja Kivalon viljelmissä. Näissä nuorissa viljelmissä on hyvin vähän pysyviä koealoja, mutta tilapäisistä 5 aarin koealoista saadut tulokset osoittavat, että Punkaharjun siemenen tuotos on hyvin samanlainen kuin Vuokila on esittänyt. Jos valitaan 38 vuoden ikäisistä 5 tuottoisinta koealaa (Ruotsinkylä, viljelmät n:ot 414, 415, 417; Lapinjärvi, viljelmät n:ot 19, 20), oli niiden keskimääräinen kuorellinen kokonaistuotos noin 300 m³/ha ja kuoretta noin 225 m³/ha. Vastaavasti vuotuinen kasvu oli noin 6 m³/ha kuoretta.

”Raivolan” provenienssin historia

Valitettavasti tiedot ”Raivolan” provenienssista ovat hyvin puutteellisia. Raivolan metsikkö on saanut alkunsa Venäjän keisarin Pietari I:n käskystä, kun hän halusi turvata Kronstadtin laivanveistämön rakennuspuun tarpeen (Heikinheimo 1927, Sarvas 1964). Saksalainen metsänhoitaja Fockel kutsuttiin Venäjälle ja hän sai perustamis-

tehtävän. Ilvessalo (1916) ja Heikinheimo (1927) kuvaavat perustamistyön yksityiskohtia, jotka he ovat saaneet tietoonsa Fockelin kirjoituksista. Siemenet oli kerätty Arkangelin kaupungin seuduilta. Vanhin osa perustettiin keväällä 1738 käyttämällä haja- ja vakokylvöä. Tätä 1,8 hehtaarin viljelyalaa täydennettiin ainakin kolme kertaa, vuosina 1739, 1774 ja 1812 (Sarvas 1964). Metsikköä laajennettiin istuttaen etelään päin muutama vuosi myöhemmin (Heikinheimo 1927). Kun Heikinheimo kirjoitti oppaansa Raivolasta vuonna 1927, oli koko alue 4,8 hehtaarin suuruinen ja biologiselta iältään noin 190 vuotta.

Suurin osa koko Raivolan lehtikuusimetsästä perustettiin vuoden 1770 tienoilla. Silloin lisättiin aiempaa metsikköä 12 hehtaarilla edelleen etelään päin. Viljely tehtiin istuttamalla. Valitettavasti tästä viljelyksestä ei ole muistutuksia ja näin ollen siemenen alkuperä on tuntematon.

Lehtikuusimetsän kolmas ja viimeinen laajenus tapahtui vuosina 1805—1821, pääosa ilmeisesti vuoden 1812 tienoilla (Heikinheimo 1927). Tästäkään ei ole tiedossa perustamistietoja. Vuonna 1927, silloin 116-vuotiasta varsinaista lehtikuusimetsää oli jäljellä ainoastaan 1,6 hehtaaria. Raivolan lehtikuusikon koko pinta-ala oli 18,4 hehtaaria. Raivolan metsiköissä istutusvälit olivat suuria. Ne vaihtelivat $3,1 \times 3,1$ metristä $4,3 \times 4,3$ metriin (Heikinheimo 1927, Sarvas 1964). Heikinheimo kirjoittaa, että ”Raivolan lehtikuusimetsät ovat saaneet kaikesta päättäen kehittyä ilman varsinaista hoitoa. Niinpä ei niissä tiettävästi ole koskaan toimitettu kasvatushakkauksia”.

Raivolan lehtikuusikon pääosan alkuperästä ei siten ole varmaa tietoa. Sarvaksen (1964) mukaan taimet olivat todennäköisesti eteläisempää alkuperää kuin ensimmäisessä kylvössä käytetty Arkangelin siemen. Sarvas kirjoittaa, että Metzger oli ”esittänyt käsityksensä, että siemen olisi saatu Uralin eteläosasta, Ufan alueelta n. 50°N ”. Sarvas totesi, että Evon metsäopinjohtaja Blomqvist kiinnitti huomiota Raivolan siemenestä kasvatettujen taimien nopeampaan kasvuun verrattuna Arkangelin siemenestä kasvatettujen taimien kehitykseen. Samanlaisen tulokseen kuin Blomqvist tuli myös Heikinheimo 1920- ja 1930-luvuilla istutettujen metsiköiden myöhemmän kasvun perusteella.

Myös Kivalon istutusten viimeiset tulokset (s. 24) tukevat Raivolan alkuperän nopeaa kehitystä. Raivolan lehtikuusikosta kerätyn siemenen korkeasta painosta ja huonosta itävyvyydestä (Ilvessalon (1923) mukaan 1 000 jyvän paino vaihteli 11,1:stä 12,1 grammaan ja itävyys oli 15—38 %) Sarvas päättää, että kyseinen alkuperä voisi olla siperianlehtikuusikon luonnollisen levinneisyysalueen lounaisosasta. Tämän lisäksi hän tuli siihen tulokseen, että Suomessa käytetty Raivolan proveniensi on kerätty viljelmistä, joista on hyvin vähän tietoa, mutta joiden on oletettu olevan

Arkangelia eteläisempää alkuperää. Sarvas kirjoittaa: ”Tähän päätelemään joutuu, kun otetaan huomioon, että varmuudella Arkangelin alkuperää oleva osa on vain 10 % koko lehtikuusikon alasta, että se lehtikuusikon tiheimpänä osana nähtävästikin on tuottanut heikoimmin siementä ja että Lauri Ilvessalo on suoraan kehottanut välttämään siemenen keruuta lehtikuusikon vanhimmasta osasta, koska siitä kerätyn siemenen itävyys oli huonompi kuin muualta kerätyn”. Heikinheimon aikaisiin metsänhoidon tutkimusosastolla tehtyihin viljelmäkortteihin oli merkitty ”Arkangeli” Raivolassa käytettyjen siementen alkuperäksi, mikä korostaa Raivolan metsiköiden alkuperän epävarmuutta.

Raivolan istutuksissa käytettyjen siemenalkuperien lukumäärästä ei myöskään ole tietoa. ”Raivolan” provenienssin hyvä kasvu ja huono siemenen itävyys voivat hyvin viitata siihen, että kyseessä on paikallinen hybridi tai hybridejä eri alkuperien välillä. Edellä mainitut ilmiöt ovat tyypillisiä eri lehtikuusihybrideille. Vaikka siperianlehtikuusikon eri puolilta Suomea kerättyjen siementen huono itävyys on laajalti tunnettu, sitä on hyvin vähän tutkittu.

Lehtikuusihybridit

Aineisto sisältää seuraavat lehtikuusihybridit, joista jokaisesta on yksi ainoa viljelmä: *Larix decidua* X *Larix sibirica*, hybridilehtikuusi (*Larix X eurolepis* Henry), *Larix kaempferi* X *Larix decidua*, *Larix kaempferi* X *Larix sibirica* ja viljelmä n:o 391 Punkaharjulla, jossa on eri lehtikuusilajeja. Edellä mainituista vain ensimmäisen ja viimeisen kuutiotuotos mitattiin, sillä muut viljelmät ovat pieniä. Näiden kahden viljelmän tuotokset olivat parhaat kaikista aineiston lehtikuusikon sekä myös muista viljelmistä.

Näyttää siltä, että *Larix decidua* X *sibirica* -hybridin kasvu on huomattavasti parempi kuin molempien peruslajien kasvu. Punkaharjun viljelmä n:o 349 edustaa tätä hybridiä. Sen kasvu paikka luokiteltiin OMT:ksi ja 45 vuodessa metsikkö oli tuottanut $640 \text{ m}^3/\text{ha}$ kuorellista puuta, joten keskimääräinen vuotuinen kasvu oli $14,2 \text{ m}^3/\text{ha}$. Muut tämän viljelmän tunnuksot olivat yhtä mahtavia; esim. valtapituus oli 27,5 m ja valtaläpimitta 40 cm. Toinen metsikkö, josta tuotos mitattiin, on myös Punkaharjulla, viljelmä n:o 391. Suurin osa viljelmästä arvioitiin japaninlehtikuuseksi (*Larix kaempferi*), mutta perustamisaikana siemen on kerätty Punkaharjun Dendrologian puistosta, viljelmästä n:o 21, jossa emopuiden joukossa on erilaisia hybridejä, esim. *Larix kaempferi* X *decidua*. Heikinheimo (1956) määrittä tämän viljelmän (n:o 391) puhtaaksi japaninlehtikuuseksi (*Larix kaempferi*), mutta sen hyvä tuotos ja käpyjen muoto todistavat, että viljelmässä on enemmän hybridipuuta kuin aikaisemmin on

luultu. Viljelmän kasvupaikka määriteltiin OMT:ksi. 37 vuoden iässä kuorellinen kokonaistuotos oli 465 m³/ha ja keskimääräinen vuotuinen kasvu 12,6 m³/ha. Molemmilta viljelmiltä mitattiin tilapäiskoealat, joista poistuma mitattiin kannoista. Tulokset saattavat siten olla aliarvioituja. Seuraavassa esitetään muiden hybridiviljelmien tärkeimmät tuotostulokset:

hybridi	viljelmä, paikkakunta ja numero	metsätyyppi	ikä, v	valta- pituus, m	valta- läpimitta, cm
<i>Larix</i> × <i>eurolepis</i>	Ruotsinkylä 364	OMT	47	25,5	50
"-	394	MT	43	27,0	47
<i>Larix</i> <i>kaempferi</i> × <i>Larix sibirica</i>	Punkaharju 21D	OMT	51	26,5	39
<i>Larix</i> <i>sibirica</i> × <i>Larix</i> <i>decidua</i>	Ruotsinkylä 363	OMT	45	27,0	56

Myös näiden hybridien kasvu on ollut hyvä, mutta on kuitenkin muistettava, että metsiköt ovat vain pieniä puuryhmiä ja varsinkin läpimitan kasvussa reunavaikutus on huomattava.

Kaikkien hybridien puun laatu oli hyvä. Jokaisessa viljelmässä tukkipuuprosentti oli 100 ja monessa hybridissä tukkiosan pituus rungossa oli huomattavasti korkeampi kuin päälajeilla. Paras tulos saatiin Ruotsinkylän viljelmästä n:o 363, jossa *Larix sibirica* X *Larix decidua* -hybridin valtapuiden rungossa oli 45 vuoden iässä keskimäärin 20 metriä tukkiosaa. Myös rungon suoruus oli yleensä hyvä. Kahta viljelmää lukuunottamatta tyvitukin paksuimman oksan läpimitta ei ollut suurempi kuin päälajeilla. Laatu- ja kuntokoeissa ei ollut haaroittuneita latvoja muualla kuin Punkaharjun viljelmässä n:o 349 (*Larix decidua* X *Larix sibirica*). Kallellaan olevia puita löytyi melko paljon niiden hybridien viljelmistä, joissa japanilehtikuusi (*Larix kaempferi*) esiintyi mukana. Luontaista uudistumista löytyi vain hybridin *Larix decidua* X *Larix sibirica* viljelmässä. Kokonaisia tuhoutuneita hybridiviljelmiä ei ole tiedossa. Kuten muissakin lehtikuusiviljelmissä tuhot ovat olleet vähäisiä. Punkaharjulla taimia on kuollut kuivuuden takia viljelmässä n:o 21D, sekä viljelmässä n:o 391 myyrä ja *Pristophora erichsonii* ovat aiheuttaneet pieniä vaurioita.

Monessa lehtikuusen viljelmässä, esimerkiksi Punkaharjulla ja Mustilassa, eri lehtikuusilajit kasvavat toistensa läheisyydessä ja risteytymismahdollisuudet ovat suuret. Kun näistä viljelmistä on kerätty siementä, on todennäköistä, että seuraavissa sukupolvissa löytyy hybridejä. Tämä voidaan varmistaa vasta myöhemmin, kun puut ovat kasvaneet tarpeeksi suuriksi.

Tärkeimpien lehtikuusilajien tuotos- ja laatuvertailua

Parhaimmillaan siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*) ja euroopanlehtikuusi (*Larix decidua*) ovat keskenään yhtä tuottoisia ja selvästi tuottavampia kuin dahurianlehtikuusi (*Larix gmelinii*) (taulukko 1). Dahurianlehtikuusen (*Larix gmelinii*) alhainen tuotos todettiin myös tarkastelemalla muita tuloksia ja paikallisten lajien vertailevia kokeita. Esimerkiksi eräässä vertailukokeessa Punkaharjulla dahurianlehtikuusi (*Larix gmelinii*) (viljelmä n:o 132) ja euroopanlehtikuusi (*Larix decidua*) (viljelmä n:o 134) kasvavat toistensa läheisyydessä OMT-metsätyyppillä. Istutusihyeyden ja harvennuskertojen lukumäärän ollessa samat (4) oli kuorellinen kokonaistuotos 52 vuoden iässä dahurianlehtikuusella (*Larix gmelinii*) 435 m³/ha ja euroopanlehtikuusella (*Larix decidua*) 620 m³/ha.

Siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*) on laadultaan paras laji. Dahurianlehtikuusen (*Larix gmelinii*) laatu on korkeintaan yhtä hyvä kuin euroopanlehtikuusen (*Larix decidua*) laatu ja molemmissa lajeissa pahimmat laatuviat olivat oksan paksuus ja rungon mutkaisuus. Kallellaan olevia puita oli selvästi enemmän euroopanlehtikuusen (*Larix decidua*) metsiköissä kuin dahurianlehtikuusen (*Larix gmelinii*) metsiköissä.

Kuuset

Picea asperata Mast. (kiinankuusi)

Tätä lajia edustaa yksi ainoa viljelmä (Solböle n:o 250), jonka alkuperä on Kiinasta. Heikinheimon mainitsee kaksi muuta pientä viljelmää Ruotsinkylässä ja Punkaharjulla, mutta niitä ei löytenyt viimeisessä inventoinnissa.

Solbölen viljelmä saavutti 52-vuotiaana vain 11,5 metrin valtapituuden ja 22 cm:n läpimitan. 3/4 osaa viljelmästä on tuhoutunut ja nykypuusto oli hyvin harvaa. Harvennuksia ei ole tehty. Valtapuiden tukkipuuprosentti oli 50 ja keskimääräinen tukkimäärä tukkipuuta kohden oli 1,0. Rungon suoruus näytti olevan hyvä. Luontaista uudistumista ei löytynyt. Viljelmän tuhojen aiheuttajasta ei ole tietoa, mutta luultavasti talven kylmyys on ollut päätekiijänä. Lajin ulkonäkö muistuttaa kotimaista kuusta, minkä vuoksi se ei ole tärkeä koristepuulaji.

Picea engelmannii Engelm. (engelmänninkuusi)

Aineisto sisältää neljä kanadalaista alkuperäistä lajin luontaisen levinneisyysalueen pohjoisosasta (British Columbia ja Alberta). Kasvu ei ole ollut kovin hyvä ja laatu oli vain kohtuullinen.

Taulukko 1. Euroopanlehtikuusen (*Larix decidua*) (1), dahurianlehtikuusen (*Larix gmelinii*) (2), kurilienlehtikuusen (*Larix gmelinii* var. *japonica*) (3) ja siperianlehtikuusen (*Larix sibirica*) (4) viiden parhaimman metsikön (ikä 50–55 v; OMT ja MT) tuotoksen ja laadun vertailu.

Table 1. Comparison of total yield and stem quality in the 5 best stands (age 50–55 years; forest site types *Oxalis-Myrtillus* and *Myrtillus*) of *Larix decidua* (1), *Larix gmelinii* (2), *Larix gmelinii* var. *japonica* (3), and *Larix sibirica* (4).

	Puulaji — Species			
	1	2	3	4
valtapituus (m) dominant height (m)	26,2	23,7	24,2	26,6
valtaläpimitta (cm) dominant diameter (cm)	40,0	30,8	30,4	37,4
kuorellinen kokonaistuotos (m ³ /ha) total yield, overbark (m ³ /ha)	546	391	404	556
suurin kuorellinen tuotos (m ³ /ha) largest total yield (m ³ /ha)	622	460	452	672
kuorellinen vuotuinen kasvu (m ³ /ha) annual increment (m ³ /ha)	10,5	7,3	7,7	10,5
tukkipuuosuus (%) sawlog percentage (%)	91	89	83	100
tukkimäärä (kpl/runko) n:o of sawlogs/sawlog stem	1,7	1,7	1,6	2,3
paksuin puu (d _{1,3}) (cm) fattest tree (d _{1,3}) (cm)	50	41	37	47
paksuimman puun pituus (m) height of fattest tree (m)	30,0	27,5	25,0	30,0

Monen viljelmän viljelmäkohtaiset tuhot ovat olleet melko runsaita, mistä johtuen puusto oli harvaa. Viidestä tuotoskoealasta parhaat tuotos-tulokset saatiin Punkaharjulla. Poikkeuksellisen hyvä viljelmä oli numero 385 Punkaharjulla, joka 42 vuoden iässä tuotti 279 m³/ha. Muista viljelmissä paras oli numero 137 Punkaharjulla, joka 52 vuoden iässä saavutti 270 m³/ha:n kokonaistuotoksen, mikä vastaa 5,2 m³/ha:n keskimääräistä vuotuista kasvua. Saman viljelmän valtapituus oli 25 m ja valtaläpimitta 25 cm. Luvut ovat keskin-kertaisia verrattuna muiden viljelmien mittaustuloksiin. Tukkipuuprosentti oli melko korkea, mutta sitävästoin tukkiosan pituus tukkirunkoa kohden oli aika pieni. Tyvitukin ja muun rungon oksien läpimitat olivat kohtuullisia ja rungot olivat suurimmaksi osaksi suorina. Haaroittuneita puita ei löytynyt, mutta kallellaan olevia puita oli jonkin verran, ja monet metsiköt olivat epätasaisia.

Luontaisella levinneisyysalueellaan engelman-ninkuusi tekee käpyjä vasta keski-ikästä lähtien (Sarvas 1964). Aineiston viljelmissä oli jo jonkin verran käpyjä, mutta luontaista uudistumista löytyi vain Solbölestä (viljelmä 124). Viime aikoina on havaittu merkkejä siitä, että noin 50 vuoden iässä lajin kunto alkaa heikentyä. Pihkavutoja,

neulastuhoja ja maannousemaa havaittiin inventoinnissa. Punkaharjun viljelmän 137 puut olivat tuhoutumassa. Tuhon aiheuttajasta ei ole varmaa tietoa. Kuivuus on aiheuttanut vaurioita monessa Solbölen viljelmässä. Kaksi viljelmää (Solböle 269 ja Ruotsinkylä 247) on tuhoutunut kokonaan, mutta tuhoutumisen syystä ei ole tietoa.

Picea glauca (Moench) Voss (valkokuusi)

Heikinheimo (1956) totesi lajilla monia alkuvaikeuksia. Puuston kasvu on myöhemminkin ollut vain kohtalaista. Puun laatukaan ei ollut hyvää. Läntiset alkuperät ovat menestyneet selvästi paremmin kuin New Brunswickin alkuperä.

Kuten Heikinheimon inventoinnin aikana paras viljelmä oli vieläkin numero 121 Solbölessä, joka 52 vuoden iässä on saavuttanut lähes 500 m³/ha:n kuorellisen kokonaistuotoksen (vuotuinen kasvu 9,3 m³/ha), 23,5 m:n valtapituuden ja 30 cm:n valtaläpimitan. Tämä viljelmä on ”Alberta Olds”-in alkuperää ja se on perustettu entiselle pellolle pohjoisrinteen alaosaan. Muiden viljelmien kokonaistuotokset jäivät alle 270 m³/ha:n. Tuhot ovat tehneet muutaman viljelmän harvaksi. Tukkipuuprosentti oli melko korkea, mutta

kuten edellisessäkin lajissa tukkiosan pituus tukkipuuta kohden jäi pieneksi. Rungon suoruus oli vaihteleva — suorien ja mutkaisten puiden osuudet olivat melkein yhtä suuret. Haaroittuneita latvoja ei ollut mainittavasti. Kallellaan olevia puita oli jonkin verran. Metsät olivat yleensä tasaisia.

Käpyjä oli vähän ja laji on uudistunut luontaisesti vain kahdella viljelmällä. Viime aikoina ilmestyneitä huomattavimpia tuhoja ja vaurioita ovat silmutauti *Cucurbitaria piceae* Bothwick, neulastuhot ja pihkavuodot. Myrsky on kaatanut puita aineiston parhaalla viljelmällä. Itäinen New Brunswickin alkuperä on menestynyt huonosti ja tuntemattomien alkuperien viljelmien huono kasvu viittaa siihen, että nekin olisivat idästä.

Picea glauca var. *albertiana* (S. Brown) Sarg (albertanvalkokuusi)

Viimeiset tulokset osoittavat, että Suomessa alalaji ei ole parempi kuin päälajin läntiset rodut. Kasvussa ne ovat menestyneet melkein yhtä hyvin.

Yhtä lukuunottamatta kaikki albertanvalkokuusen viljelmät ovat ”Alberta Olds”-in alkuperää. Tuotostietoa on vähän, sillä aineistossa on vain kaksi tuotoskoealaa. Saatujen tulosten mukaan alalajin tuotos ei poikennut paljonkaan päälajista. Vastaavasti alalajin laatu näytti olevan vähän parempi kuin päälajin. Puuston tukkipuuprosentti oli usein 100 ja rungot olivat yleensä suorempia kuin päälajin rungot. Haaroittuneita puita löydettiin vain yhdestä viljelmästä. Noin puolessa viljelmistä oli kallellaan olevia puita. Puusto oli tasaista. Viime aikoina ilmestyneet tuhot ovat samanlaisia kuin päälajissa; neulastuhoja kolmessa viljelmässä ja pihkavuotoja kahdessa. Myös alkuvaiheessa alalaji on kestänyt Suomen talven hyvin. Aikaisempia tuhoja ovat olleet tunnistamaton sienitauti (Heikinheimo 1956), tuulenkaadot ja lumenmurrot.

Picea glehnii (Fr. Schmidt) Mast. (glehnikuusi)

Viljelmiä on neljä. Japanista kotoisin oleva laji on menestynyt parhaiten Solbölän mereisessä ilmastossa. Näyttää siltä, että muualla Suomessa kasvu ja laatu eivät ole kovinkaan hyviä. Paras viljelmä oli Solbölän numero 204, jossa 52 vuoden iässä tilapäisestä koealasta saadut tuotosluvut olivat seuraavia: kokonaistuotos noin 520 m³/ha, keskimääräinen vuotuinen kasvu 10,0 m³/ha, valtapituus 17,5 m ja valtaläpimitta 31 cm. Kokonaistuotos oli yllättävän korkea, mutta on huomattava, että viljelmä on pieni (17 aaria), minkä vuoksi sivuvaikutus puustoon on luultavasti ollut suuri. Sekä Ruotsinkylässä että Punkaharjulla on vain yksi pieni viljelmä, joissa kasvu on ollut selvästi alhaisempi kuin Solbölessä (Ruotsinkylä, vil-

jelmä n:o 180, ikä 56 v; valtapituus 11,0 m; Punkaharju, viljelmä n:o 63D, ikä 52 v; valtapituus 13,5 m). Solbölän viljelmissä tukkipuuprosentti oli korkea, mutta, kuten monessa kuusilajissa, tukkiosan pituus jäi melko pieneksi.

Kaikkissa viljelmissä tyvitukin paksuimman okosan yleisin läpimitta oli 4 cm. Parhaassa viljelmässä rungon suoruus oli erittäin hyvä, mutta muissa viljelmissä oli paljon mutkaisia runkoja. Laji ei karsiudu luontaisesti. Haaroittuneita puita ei ollut ja kaikki puustot olivat tasaisia. Luontaista uudistumista löytyi vain yhdestä viljelmästä (Solböle n:o 172). Selviä tuhoja ei havaittu, paitsi jonkin verran Ruotsinkylässä. Viljelmien tuhoutumisasteet olivat pieniä. Solbölessä puustot olivat tiheitä, erityisesti viljelmässä n:o 204.

Picea jezoensis (Sieb. & Zucc.) Carr. (ajaninkuusi)

Lajin luontainen levinneisyysalue on laaja ja sisältää mm. Itä-Siperian (Ajanin alue), Japanin saaret ja Korean (Sarvas 1964). Aineiston alkuperät ovat pääasiassa eri puolilta Japanin Hokkaidon saarta ja vain yksi viljelmä on Korean siemenestä. Viljelmien laatu ja kunto oli yleensä hyvä, mutta kasvu on ollut hidlas. Viljelmien huono kasvu on ymmärrettävää, sillä käytetty siemen on Etelä-Suomen ilmastosta selvästi poikkeavilta alueilta. Kotimaassaan se on tärkeä kuusilaji. Suomessa olisikin syytä kokeilla nykyistä pohjoisempia alkuperiä.

Aineiston ainoan tuotoskoealan mittaukset osoittavat, että Solbölessä viljelmässä n:o 110 55 vuoden iässä kokonaistuotos oli 285 m³/ha, keskimääräinen vuotuinen kasvu 5,2 m³/ha, valtapituus 14,5 m ja valtaläpimitta 23 cm. Runkojen suoruuden vuoksi tukkipuuprosentti oli korkea, mutta rungot olivat pieniä ja 5 metrin tukkimäärä tukkipuuta kohden jäi alhaiseksi. Haaroittuneita puita ei löytynyt ja kallellaan olevia puita oli vain kolmessa viljelmässä. Kaikki metsiköt olivat tasaisia. Heikinheimo (1956) totesi, että jo noin 25 vuoden iässä oli käpyjä monessa viljelmässä. Nyt tehdyssä inventoinnissa löydettiin runsaasti käpyjä kaikista viljelmistä. Kuitenkin luontaista uudistumista oli ehkä viljelmien pienen koon vuoksi vähän. Melkein kaikissa viljelmissä tuhoutumisaste oli pieni, ja nykypuustot olivat ainakin välttävän tiheitä. Viimeaikaisista vähäisistä tuhoista mainittavin oli neulastuho, jota löydettiin kolmesta viljelmästä ja jonka aiheuttaja oli jokin sienitauti. Keväthalla on aiheuttanut vahinkoja mm. Solbölessä viljelmässä n:o 199. Heikinheimo (1956) mainitsi pakkasvahinkoja tapahtuneen jo taimitarhassa.

Picea koyamai Shiras. (koreankuusi)

Tätä Koreasta kotoisin olevaa lajia edustaa yksi alkuperä, ”Keizanchin, 1360 m”. Heikinheimo

(1956) ja Sarvas (1964) totesivat lajin yllättävän hyvän alkukehityksen, mutta nyt varttuneessa vaiheessa nähdään, että kasvu on ollut vain kohalainen ja että laatu on yleensä huono.

Kaikki viljelmät ovat Punkaharjulla ja suurin (n:o 352; 0,63 ha), johon on perustettu pysyvä koeala, on kasvussa menestynyt heikoimmin, 47 vuoden iässä kuorellinen kokonaistuotos oli 185 m³/ha ja keskimääräinen vuotuinen kasvu 3,9 m³/ha. Viljelmän valtapituus oli vain 13,0 m, kun vastaavasti kahdessa muussa samanikäisessä puuryhmässä valtapituudet olivat 15,5 m (n:o 80D) ja 17,0 m (n:o 379) ja valtaläpimitat 27 ja 26 cm. Heikinheimon (1956) mukaan kaikissa viljelmissä on nuoruusvaiheessa ollut suurta haittaa verho- puustosta. Mitchellin (1978) mukaan koreankuusen kasvu on tyyppillisesti monta vuotta hidas, minkä jälkeen läpimitan kasvu kehittyi nopeasti. Läpimitta oli suhteellisen suuri verrattuna pituuteen. Käyriä runkoja oli paljon, minkä vuoksi tukkipuun osuus jäi pieneksi. Tyvitukin paksuimmat oksat olivat mitoiltaan hyvin samanlaisia kuin monen muun kuusilajin eli noin 4 cm luokkaa. Metsiköt olivat tasaisia, mutta kallellaan olevia runkoja oli paljon. Käpyjä oli melko paljon, mutta luontaista uudistumista ei esiintynyt. Tuhot ovat olleet vähäisiä ja viljelmät olivat yleensä melko tiheitä. Viimeksi havaitut tuhot olivat pihkavuotoja ja kahdessa viljelmässä neulastuhoja. Alkuvaiheessaakaan ei ollut mainittavia pakkastuhoja (Heikinheimo 1956). Kaikki perustetut viljelmät ovat edelleen elossa.

Picea mariana (Mill.) B.S.P. (mustakuusi)

Tämän pakkasen kestävä ja kosteassa maassa viihtyvän lajin kasvu on Etelä-Suomessa ollut hidas ja rungon laatu erittäin huono. Aineistossa on 3 alkuperää, lajin luontaisen levinneisyysalueen itä- ja länsiosista Pohjois-Amerikasta. Selviä eroja eri alkuperien kasvussa ja laadussa ei ollut.

Suurin osa viljelmistä on perustettu Punkaharjulle. Lajia on kokeiltu myös Solbölessä, Ruotsinkylässä ja Vesijaolla. Kasvu on ollut paras Solbölen pienessä viljelmässä, n:o 120, jossa mittaukset osoittivat kokonaistuotoksen olevan noin 310 m³/ha 53 vuoden iässä, keskimääräisen vuotuisen kasvun 5,9 m³/ha ja valtapituuden 15,5 m. Alkuperä on "Alberta, Olds". Kasvupaikka on entisen pellon pohjoisrinteen yläosa. Muissa viljelmissä kokonaistuotos oli selvästi alhaisempi, parhaimmillaan 170 m³/ha 53 vuoden iässä (Ruotsinkylä, viljelmä n:o 250).

Vaikka läpimitat olivat kohtuullisia, tukkipuun osuus puustossa oli hyvin pieni. Tukkipuuprosentti vaihteli 0—33 ja keskimääräinen tukkimäärä tukkipuuta kohden ei ylittänyt 1,0. Nämä alhaiset luvut johtuivat rungon mutkaisuudesta. Käyrät rungot ja varsinkin rungot, joissa oli useita mutkia, olivat hyvin yleisiä. Oksat olivat paksuja. Haaroittuneita puita oli suurimmassa osassa



Kuva 4. Serbiankuusi (*Picea omorika*), Punkaharju, viljelmä 358, ikä 50 v. Valok. M. Werren.
Figure 4. Serbian spruce (*Picea omorika*), Punkaharju, stand 358, age 50 years. Photo M. Werren.

viljelmistä ja kallellaan olevia puita oli hyvin runsaasti. Vaikka puustot olivat melko tiheässä asennossa, oli elävä latva tyyppillisesti pitkä, usein yli 80 % puun pituudesta. Noin puolet puustoista oli epätasaisia. Käpyjä oli runsaasti kaikissa viljelmissä ja luontainen uudistuminen oli vaihtelevaa, mutta yleensä vähäistä. Viimeiset havaitut tuhot olivat neulastuhoja, pihkavuotoja ja koloumia. Aikaisemmat tuhot ovat olleet mm. kuivuus ja Heikinheimon (1956) mukaan sienitaudit (pääasiallisesti *Sclerophoma pityophila*) kasvaimissa. Tuho on aiheuttanut monilatvaisuutta. Kaksi viljelmää on tuhoutunut kovana pakkastalvena 1939—40.

Picea omorika (Panč.) Purk. (serbiankuusi)

Serbiankuusi on huomattava sen hyvän kunnon, hallankestävyyden, ylöspäin kaartuvien oksien hienouden ja pylvään muotoisen latvuksen vuoksi. Useimmat aineiston metsiköt ovat korkean paikan alkuperää, "Balkan, 1600—1800 m". Metsätaloudellisesti se voi tuskin kilpaila kotimaisen kuusen kanssa rungon laadun ollessa mel-

ko huono ja kokonaistuotoksen ollessa 51 vuoden iässä parhaimmillaankin noin 330 m³/ha (Solböle, viljelmä n:o 220).

Serbiankuusi soveltuu parhaiten maisemanhoidolliseen tarkoitukseen.

Valtapiuus oli parhaimmillaan 18,0 m 51 vuoden iässä (Solböle, viljelmä n:o 241) ja valtaläpimitta 25 cm. Kuutiotuotos oli lähes yhtä suuri Solbölessä, Ruotsinkylässä ja Punkaharjulla (kuva 4). Suurin osa metsiköistä oli tiheitä. Tukkipuuprosentti vaihteli; toisten metsiköiden rungot olivat hyvin suoria kun taas toisten metsiköiden rungot olivat suurelta osin lenkoja. Tukkien lukumäärä tukkipuuta kohden vaihteli 1,0 ja 1,7 välillä. Tyvitukin paksuimman oksan läpimitta oli keskimertainen, se oli yleensä 4 cm. Haaralatuusua esiintyi muutamassa metsikössä, mutta rungon kaltevuus oli paljon yleisempi vika. Rungon laatu oli huomattavasti huonompi Punkaharjulla kuin Ruotsinkylässä ja Solbölessä.

Laji tuotti runsaasti käpyjä kaikilla kokeilualueilla, mutta luontainen uudistuminen oli metsiköiden tiheyden vuoksi vähäistä. Solbölessä on havaittu hallan aiheuttamaa neulaskatoa ja muita vähäisiä vaurioita, kuten koroja, koloumia ja pihkavuotoja. Se, että yksikään viljelmä ei ole tuhoutunut, osoittaa lajin hyvää yleiskuntoa. Mitchell (1974) kirjoittaa, että serbiankuusi on saastuneeseen ilmaan parhaiten sopeutuva laji.

Picea pungens Engelm. (okakuusi)

Lajin kasvu on ollut hidasta ja laatu on huono, mutta varsinkin var. *glauca* on paljon käytetty koristepuuna sen sinivihreän neulaston kauneuden vuoksi.

Lajia on kokeiltu pieninä metsikköinä Solbölessä, Ruotsinkylässä ja Punkaharjulla. Kaikki 7 viljelmää ovat samaa alkuperää, "USA, Colorado". Paras viljelmä on Solbölessä, n:o 269, jossa 50 vuoden iässä kuorellinen kokonaistuotos oli 160 m³/ha, keskimääräinen vuotuinen kasvu 3,2 m³/ha, valtapiuus 13,5 m ja valtaläpimitta 23 cm. Tukkeja oli vain Solbölen viljelmissä. Käyriä ja mutkaisia runkoja oli paljon. Kallellaan olevia puita oli runsaasti ja kaikki metsiköt olivat epätasaisia. Käpyjä oli hyvin vähän ja luontaista uudistumista ei esiintynyt. Kuten jo viljelmien alkuaikoina suurin osa niistä oli vieläkin karistetautien vaivaamia. *Cucurbitaria piceae* näyttää olevan lisääntymässä. Heikinheimon (1956) mukaan laji on yleensä pakkaselle arka ja sen lisäksi suurta haittaa on aiheuttanut taimien ja puiden jääminen kotimaisten puiden alle. Yhtään viljelmää ei ole tuhoutunut.

Picea rubens Sarg. (amerikanpunakuusi)

Lajin ainoa viljelmä on perustettu Punkaharjun Dendrologian puistoon (n:o 77D), mutta sekin on yhtä puuta lukuunottamatta tuhoutunut.

Tämän yksilön pituus oli vain 13,5 m, mutta sen rinnankorkeuden läpimitta oli 33 cm. Runko oli suora ja elävä latva jatkui melkein maan tasolle saakka. Tyviosan paksuimman oksan läpimitta oli yli 8 cm. Latvuksesta löytyi runsaasti käpyjä. Rungossa oli pihkavuotoja. Puiden kuoleamisen syystä ei ole tietoa.

Picea schrenkiana Fisch. & Mey. (turkestanikuusi)

Jo Heikinheimon selvityksen aikana pakkaneen oli aiheuttanut suuria tuhoja lajin ainoassa viljelmässä (Punkaharju, n:o 75D), joka on nyt kokonaan tuhoutunut.

Picea sitchensis (Bong.) Carr. (sitkankuusi)

Heikinheimon istutuksista tämä mereiseltä ilmastoalueelta kotoisin oleva laji ei ole menestynyt muualla kuin Solbölessä, missä kasvu on ollut yllättävän hyvä varttuneessa vaiheessa ja myös rungon laatu oli hyvä.

Kaikki viljelmät ovat Alaskan alkuperää paitsi yksi, jonka siemen on kerätty British Columbian Queen Charlotten saarilta, mutta joka on tuhoutunut. Kuten Heikinheimon tutkimuksessakin parhaat viljelmät olivat numerot 286 ja 287 Solbölessä. Pienen koon vuoksi ainoastaan edelliseen viljelmään voitiin perustaa tilapäinen tuotoskoe-ala. 48 vuoden iässä puuston kuorellinen kokonaistuotos oli noin 485 m³/ha, vuotuinen kasvu 10,2 m³/ha, valtapiuus 22 m ja valtaläpimitta 33 cm. Muut viljelmät Solbölessä ovat pieniä puuryhmiä ja vaikka niiden alkuperä on sama kuin viljelmien 286 ja 287, on kasvu ollut selvästi alhaisempi.

Lajia on kokeiltu myös Lapinjärvellä ja Punkaharjulla, missä kasvu on ollut kituvaa. Solbölessä oli muissa paitsi yhdessä viljelmässä runsaasti tukkipuita. Parhaassa puustossa oli keskimäärin 2,0 viiden metrin tukkia tukkipuuta kohden. Rungot olivat Solbölessä erittäin suoria, mutta muualla pakkasvauriot ovat tehneet ne mutkaisiksi. Näyttää siltä, että lajin oksat ovat vähän paksumpia kuin monen muun kuusilajin oksat. Haaroittuneita puita ei ollut kuin Punkaharjulla, mutta monet metsiköt olivat epätasaisia. Aikaisemmissa vaiheissa pakkaneen on aiheuttanut neulastuhoja. Muita mainittavia tuhoja ei tuolloin ole ollut. Solbölessä British Columbian alkuperää olevan viljelmän (n:o 163) lisäksi yksi Alaskan alkuperää oleva viljelmä (n:o 285) on tuhoutunut pakkasvaurioiden vuoksi. Siinä viljelmässä viimeinen harvennus oli vuonna 1970.

Picea wilsonii Mast.

Tämä Kiinasta kotoisin oleva laji on harvinaisen Suomessa ja aineiston ainoa viljelmä sijaitsee Solbölessä (n:o 249). Kasvu on ollu hidasta, sillä

52 vuoden iässä valtapituus oli vain 11 m ja valtaläpimitta 22 cm, mutta rungot olivat suoria ja tukkipuitakin oli viljelmällä. Puusto oli epätasainen ja sisälsi kallellaan olevia runkoja. Kolmenlajisosa viljelmästä on tuhoutunut pakkasen takia. Taimet ovat kärsineet keväthalloista jo taimitarhalla (Heikinheimo 1956).

Männyt

Pinus banksiana Lamb. (banksinmänty)

Lajia edustaa kuusi viljelmää, joissa on käytetty kolme alkuperää. Vanhimpien viljelmien alkuperistä Saskatchewanin alkuperä oli paras ja parhaat tulokset siitä on saatu Punkaharjulla. Yleensä lajin kasvu on ollut hidasta ja rungot olivat hyvin mutkaisia ja huonosti karsiutuneita.

Viljelmien pinta-alan pienen koon vuoksi tietoa kokonaistuotoksesta ei ole saatu. Suurimmat puut olivat Punkaharjun Dendrologian puistossa (viljelmä n:o 51D), jossa 51-vuotiaana lajin valtapituus oli 19,5 m ja valtaläpimitta 28 cm. Tämä viljelmä on Saskatchewanin alkuperää. Punkaharjulla myös nuoret viljelmät (viljelmät n:o 408 ja 409), jotka ovat itäisempää Ontarion alkuperää, kasvoivat suhteellisen hyvin. Solbölessä ja Ruotsinkylässä puut ovat jääneet pieniksi, sillä paras valtapituus oli vain 14,5 m (Solböle, viljelmä n:o 106). Tukkipuita oli jonkin verran, mutta rungoista saatiin korkeintaan yksi tukki. Rungoissa oli useita mutkia ja tyvitukin oksat olivat usein paksuja. Puolet metsiköistä oli epätasaisia. Käpyjä oli runsaasti kaikilla paikkakunnilla, mutta luontaista uudistumista ei löytynyt yhdestäkään viljelmästä. Neulastuhoja esiintyi kahdessa Punkaharjun viljelmässä ja lumi on aiheuttanut vahinkoja mm. Solbölessä (talvella 1952/53). Heikinheimon (1956) mukaan raivauksen puuttuminen on ollut syynä Ruotsinkylän viljelmän n:o 359 heikkoon alkukehitykseen, eikä vapautuksen jälkeen puusto ole enää elpynyt kovinkaan hyvin. Yksikään viljelmä ei ole tuhoutunut.

Pinus cembra L. (sembramänty)

Suomessa sembramäntyä käytetään laajalti koristeapuuna. Nuorena ja keski-ikäisenä sen elinvoimaisuus ja rehevä neulasto tekevät siitä viehättävän, mutta vanhana sen oksat ovat paksuja ja kuolleita. Metsätaloudellisesti sen kasvu ja laatu ovat huonompia kuin kotimaisten havupuiden. Esim. seinäpanelia on joskus tehty sembramännystä ja lajin runsas oksaisuus antaa puutavaralle oman koristeavonsa.

Tutkimusaineiston vanhin metsikkö (Punkaharju viljelmä n:o 57, ikä 78 vuotta) on saavuttanut 21 m:n valtapituuden ja 39 cm:n valtaläpimitan. Kokonaistuotos 55 vuoden iässä oli par-

haimmillaan (Punkaharju, viljelmä n:o 100) noin 380 m³/ha, mutta tuotos jäi monessa metsikössä alle 280 m³/ha. Kivalossa kokonaistuotos oli 55 vuoden iässä 100 m³/ha.

Tukkipuuprosentti vaihteli ja oli usein alle 50 % laatukoepeista. Samoin tukin kappalemäärä tukkipuuta kohden oli pieni, useimmiten 1,0. Rungas kuollut oksasto alensi rungon laatua, samoin keväthallan aiheuttamat rungon lenkoisuus, lukuisat mutkat ja haaroittuneet latvat. Rungon kaltevuus oli myös yleinen vika. Käpyjä oli runsaasti useissa metsiköissä, mutta luontaista uudistumista on tapahtunut yleisesti hyvin vähän.

Suurin osa metsiköistä oli tyydyttävän tiheitä. Yleisesti sembramänty on vastustuskykyinen hallaa ja kylmyyttä vastaan. Viimeinen inventointi ei ole paljastanut vakavia uusia tuhoja. Heikinheimo (1956) kirjoittaa, että ”suurimpana esteenä puiden normaalille kehitykselle on ollut niiden joutuminen kotimaisten puulajien puristukseen ja alle”. Yksikään metsikkö ei ole tuhoutunut.

Pinus contorta Dougl. ex Loud. var. *latifolia* S.Wats. (kontortamänty)

Lajia on kokeiltu kuudella paikkakunnalla ja mittauksia on suoritettu 55 viljelmässä. Aineisto sisältää 13 alkuperää, 7 British Columbiasta ja 6 Albertasta. Verrattuna kotimaiseen mäntyyn kontortamännyn kasvu on ainakin 55 vuoden ikään saakka parempaa, mutta laatu huonompaa (kuva 5). Lajissa on esiintynyt paljon tuhoja.

Paras tuotos on saatu Punkaharjulla viljelmä n:o 88:sta (alkuperä ”Long Lake, Trout Lake”), jossa 54 vuoden iässä kokonaistuotos oli noin 575 m³/ha ja vuotuinen kasvu 10,7 m³/ha. Viiden tuottoisimman metsikön (ikä 50—55 vuotta) tuotoskeskiarvot eri metsätyypeillä esitetään taulukossa 2.

Kontortamännyn tilavuus mitattiin kuorineen ja kuoreton tilavuus saatiin kuorellisesta tilavuudesta kertomalla Lähteen ym. (1982) korjaustekijällä 91,8.

Lähteen ym. kontorta-aineiston, joka sisälsi 66 metsikköä, mukaan kontortan kuorellinen kasvu Etelä-Suomessa oli OMT:llä 8,6 m³/ha, MT:llä 8,1 m³/ha ja VT:llä 6,0 m³/ha noin 50 vuoden iässä. Tulos on saatu 5 aarin tilapäisistä koaloista, joissa poistuma mitattiin kannoista. Vertaamalla em. lukuja taulukko 2:n lukuihin nähdään, että Heikinheimon aineiston tuottoisimmat puustot antavat suurempia tuotoslukuja seuraavissa suhteissa: OMT 9 %, MT 10 % ja VT 22 %. Absoluuttiset erot kokonaistuotoksessa ovat huomattavia 50 vuoden iässä, OMT:llä 37 m³/ha, MT:llä 39 m³/ha ja VT:llä 66 m³/ha. Syynä eroon lienee se, että Heikinheimon metsiköitä on hoidettu intensiivisesti (4—5 harvennusta) ja koalat ovat aineiston parhaat viljelmät. Lisäksi pysyviltä koaloilta poistumatiedot ovat tarkasti selvillä.

Aineiston OMT:llä, MT:llä ja VT:llä kasvavien 5:n tuottoisimman metsikön (ks. taulukko 2) koepuiden tärkeimpien laatuominaisuuksien keskiarvot olivat:

a. tukkipuu-% = 85

b. rungon suoruden luokan frekvenssit

luokka:	suora	väärä	käyrä	kierteinen	mutkainen
	1	2	3	4	5
%	16	42	34	1	7

(luokat on esitetty liitteessä 1)

Seuraavia keskiarvoja on laskettu vain vuoden 1979 mittauksista Punkaharjun viljelmistä 88, 97, 99, 189, 192, 193, 195 ja 196:

c. latvussuhteet

	% puun pituudesta
elävä latvus	56
kuollut latvus	44
karsiutumiskorkeus	4

d. haaroittuneet puut, % = 22

e. kallellaan olevat puut ($>2^\circ$), % = 68

Näistä tuloksista huomattavimmat ovat tukkipuiksi kelpaavien puiden suuri osuus, vaikkakin aivan suoria runkoja oli vähän, matala karsiutumiskorkeus ja haaroittuneiden ja varsinkin kallellaan olevien puiden suuri määrä.



Kuva 5. Kontortamänty (*Pinus contorta* var. *latifolia*), Ruotsinkylä, viljelmä 65, ikä 55 v. Valok. I. Taponen.

Figure 5. Lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*), Ruotsinkylä, stand 65, age 55 years. Photo I. Taponen.

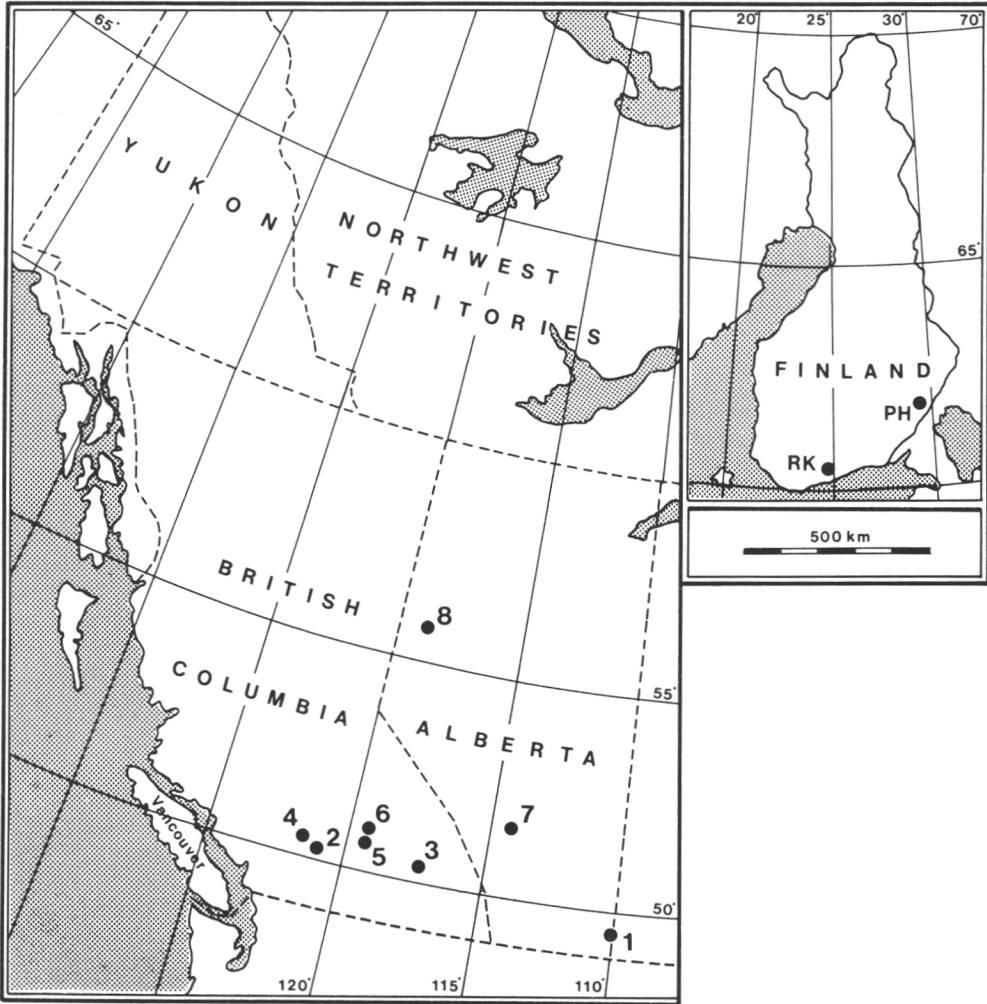
Taulukko 2. Kontortamännyn (*Pinus contorta* var. *latifolia*) viiden tuottoisimman metsikön (pysyvät koalat; ikä 50–55 v) tuotoksen keskiarvot eri metsätyypeillä.

Table 2. Mean total yield of the 5 most productive stands (permanent sample plots; age 50–55 years) of *Pinus contorta* var. *latifolia* on different forest site types (OMaT = *Oxalis-Maianthemum*, OMT = *Oxalis-Myrtillus*, MT = *Myrtillus*, VT = *Vaccinium*).

metsä- tyyppi	viljelmä paikkakunta, n:o	kokonaistuotos		vuotuinen kasvu	
		total yield		mean annual increment	
		1	2	1	2
OMT/	Ruotsinkylä: 7,8	495	454	9,3	8,6
OMaT	Punkaharju: 88,97,99				
MT	Punkaharju: 189,192,193, 195,196	444	408	8,9	8,2
VT	Ruotsinkylä: 115,116,117, 120 Vesijako: 153	386	354	7,3	6,7

1 = kuorellinen
overbark

2 = kuoreton
underbark



Kuva 6. Kontortamänty (*Pinus contorta* var. *latifolia*)-metsiköiden kanadalaisten alkuperien sekä Ruotsinkylän (RK) ja Punkaharjun (PH) sijainti.

Figure 6. Map of the Canadian origins of lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*) named in table 3, and the locations of Ruotsinkylä (RK) and Punkaharju (PH).

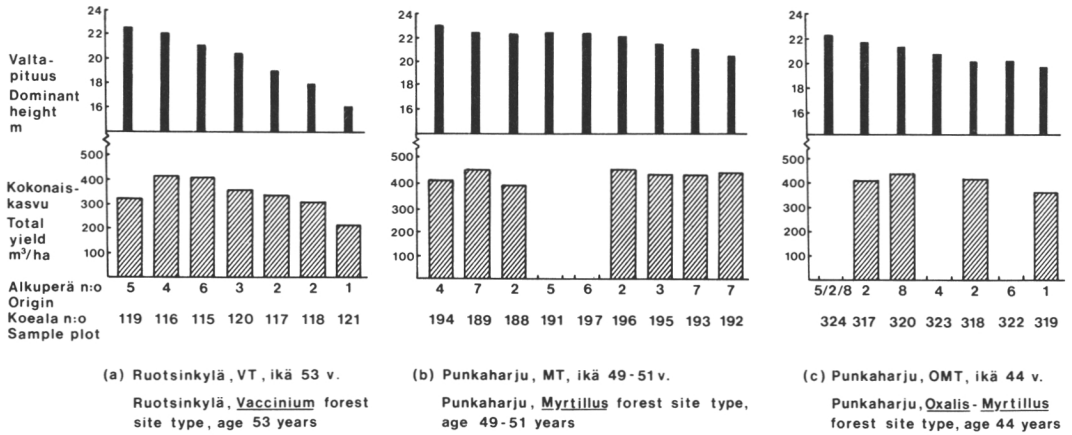
Tyvitukin paksuimman oksan yleisin läpimittaluokka oli 4 cm lähes kaikissa viljelmissä. Mustilassa, jossa istutustiheys oli noin 4 000 kpl/ha, tyvitukin paksuimman oksan yleisin läpimittaluokka oli 1 cm (viljelmä n:o 6) ja (viljelmä n:o 12) 2 cm.

Inventoinnissa todettiin pääasiassa runko- ja kuorivaurioita, esim. poikaoksia, ranganvaihtoja, koroja ja pihkavuotoja (*Validostriis* Gyll.). Aikaisemmista tuhoista merkittävimmät ovat olleet käypikarsäkkään (*Pissodes*), lumen, pakkasen ja ruskean mäntypistiäisen (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) aiheuttamia. Karsäkkäs on vaivannut taimia Ruotsinkylän alkuperäkoesarjan kaikissa vil-

jelmissä ja muut tuhot ovat esiintyneet runsaimmin Punkaharjun viljelmissä. Ainoat kokonaan tuhoutuneet viljelmät ovat Kivalossa (n:ot 101–108). Syynä oli todennäköisesti hoidon puute viime sodan aikana.

Heikinheimo on perustanut kaksi pysyvää kontortamännyn eri alkuperien koesarjaa; Ruotsinkylään ja Punkaharjulle. Ne antavat mahdollisuuden vertailla eri alkuperiä, vaikka samalla paikkakunnalla ei ole tehtykään toistoruutuja. Koesarjat sisältävät kaikki Heikinheimon kokeilemat kontortamännyn kanadalaiset alkuperät, joiden sijainti esitetään taulukossa 3 ja kuvassa 6.

Weissenberg (1978) on selvittänyt näiden alku-



Kuva 7. Kontortamännyn (*Pinus contorta* var. *latifolia*) valtapituus ja kokonaistuotos alkuperäkoesarjoissa Ruotsinkylässä ja Punkaharjulla.

Figure 7. Lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*) – dominant height and total yield in the origin trials at Ruotsinkylä and Punkaharju.

peräkoesarjojen tuotostiedot ensimmäisen kolmen vuosikymmenen aikana. Tässä aineistossa täydennetään tiedot vain viimeisen mittauksen osalta eli noin 50–55 ja 44 vuoden iässä.

Ruotsinkylän kontortamännyn alkuperäkoekoe (viljelmät n:ot 115–121) on perustettu puolukatyypille. Kokeessa käytettiin 7 eri alkuperää ja viimeisen mittauksen aikana (1981) puusto oli biologiselta iältään 53-vuotiaista.

Punkaharjulla kaikki 8 alkuperää istutettiin toistensa läheisyyteen kuten Ruotsinkylässäkin. Viljelmä on yhteensä 16 ja ne muodostavat 2 sarjaa. Tulos mitattiin viimeksi vuonna 1977. Silloin vanhemman sarjan viljelmät (n:ot 188–197) olivat biologiselta iältään 49–51-vuotiaita. Ikä pyörästettiin 50 vuoteen. Nuoremmassa sarjassa (viljelmät n:ot 312–320 ja 322–324) puut olivat 44 vuoden ikäisiä. Vanhempi sarja istutettu mustikkatyypille ja nuorempi sarja käenkaalimustikkatyypille.

Ruotsinkylän ja Punkaharjun alkuperäkoesarjojen koelakohtaiset valtapituudet ja kokonaistuotokset esitetään kuvissa 7a, b ja c suuruusjärjestyksessä viljelmän valtapituuden mukaan. Arvioitiin, että valtapituus kuvaa parhaiten puuston kehitystä.

Ruotsinkylässä oli melko suuria eroja valtapituudessa ja kokonaistuotoksessa eri alkuperien välillä (kuva 7 a). Pohjoisimpien alkuperien (n:ot 5, 4, 6) kehitys on ollut parempaa kuin eteläisten (n:ot 3, 2, 1). Myös kokonaistuotoksen kehitys eri alkuperien välillä on ollut samanlainen paitsi viljelmässä n:o 119, joka on pinta-alaltaan muita pienempi. Vaikka kaikkien viljelmien metsätyyppi on luokiteltu VT:ksi, maastossa näyttää siltä, että kaltevuuden ja kivisyyden johdosta viljelmissä, joissa kasvu on ollut huonoa, viljavuus on alhai-

sempi. Kasvupaikan viljavuuden vaihtelun vuoksi ei eri alkuperien valtapituudesta tai kokonaistuotoksesta toistojen puuttuessa voi tehdä varmoja johtopäätöksiä.

Punkaharjun viljelmissä sekä MT:llä että OMT:llä ei alkuperillä ei voitu havaita selviä eroja tarkasteltaessa etelä-pohjoissijaintia, lämpösomua tai alkuperän korkeutta merenpinnasta. Muutamasta viljelmästä puuttuvat kokonaistuotostiedot. Valtapituutta tarkasteltaessa parhaan viljelmän alkuperä MT:llä oli ”Upper Hat Creek (4)”, jossa lämpösomua on vain 690 d.d. (Punkaharjulla 1200 d.d.). Tämä alkuperä on läntisin ja korkein (1 500 m) kaikista kokeilluista alkuperistä. Viljelmän 189 hyvää tulosta lukuunottamatta pisimmät puut olivat läntistä alkuperää ja lyhyimmät itäistä alkuperää. Tosin pituuserot olivat pieniä ja kokonaistuotosluvut eivät seuranneet tätä länsi-itä-suuntaa.

OMT:llä on kokeiltu myös ”Spirit River” alkuperää (50°47’N; 118°49’E), joka on ainoa Albertan keskiosasta eli siltä alueelta, jonka alkuperä on antanut parhaimmat tulokset Metsänjalostussäätiön nuorissa kokeissa (Hahl 1978). Viljelmässä 320 on käytetty puhdasta Spirit Riverin alkuperää, mutta sitä on käytetty myös sekoituksena alkuperien 2 ja 5 kanssa viljelmässä 324. Näiden viljelmien valtapituus oli suurempi kuin sarjan monen muun viljelmän. Viljelmän 320 kuorellinen kokonaistuotos (noin 440 m³/ha) oli sarjan suurin. Viljelmän vuotuinen kasvu (10 m³/ha) oli koko kontortamäntäaineiston toiseksi paras. Muita hyvin onnistuneita alkuperiä OMT-sarjassa olivat ”Upper Hat Creek” (viljelmä n:o 323) ja ”Nicola Forest Reserve” (viljelmä n:o 317), jotka ovat molemmat kotoisin Etelä-British Columbian länsiosasta, korkeilta seuduilta.

Taulukko 3. Kanadalaisten alkuperien kontortamänty (*Pinus contorta* var. *latifolia*)-metsiköiden sekä Ruotsinkylän ja Punkaharjun koekenttien sijaintitiedot.
Table 3. Details of the Canadian origins of *Pinus contorta* var. *latifolia* and similar information for Ruotsinkylä and Punkaharju.

Järjestys n:o etelästä pohjoiseen	osavaltio	paikkakunta	maatieteellinen sijainti °P × °I		kor- keus m, mpy	lämpö- summa d.d. °C (kynnys +5 °C)
n:o N->S	state	locality	coordinates °N × °S		height asl, m	temp. sum (threshold +5 °C)
1	Alberta	Cypress Hills	49°40'	110°00'		
2	British Columbia	Nicola Forest Reserve	50°13'	121°00'	1260	890
3	''-	Long Lake, Trout Lake	50°35'	117°25'	1260	1070
4	''-	Upper Hat Creek	50°35'	121°35'	1500	690
5	''-	Salmon Arm + Shuswap Lake	50°42'	119°	400	1770
6	''-	Mount Ida Forest Reserve	50°50'	119°00'	900	1460
7	Alberta	Olds + Calgary	51°52'	114°00'	1050	1030
8	''-	Spirit River	55°47'	118°49'	500	1285
		Ruotsinkylä	60°22'	25°0'	60	1300
		Punkaharju	61° 47'	29°19'	80	1200

Maantieteellisen sijainnin, lämpösumman ja muiden ilmastotekijäin erot Ruotsinkylän ja Punkaharjun välillä ovat suhteellisen pieniä verrattuna kokeiltujen alkuperien välisiin eroihin. Kaikissa kolmessa kontortamännyn alkuperäkoesarjassa alkuperä ”Upper Hat Creek” kuului aina neljän parhaan viljelmän ryhmään. ”Cypress Hills” on ollut huonoin alkuperä Ruotsinkylässä VT:llä ja Punkaharjulla OMT:llä (tätä alkuperää ei ole kokeiltu MT:llä). Nicola Forest Reserven alkuperää olevat viljelmät ovat antaneet sekä hyviä että huonoja tuloksia.

Käsittelyn monipuolistamiseksi laskettiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä valtapuiden läpimitan, pituuden ja tilavuuden keskimääräiset vuotuiset kasvuerot pitäen saman viljelmän valta-puita ”toistoina” ja eri alkuperiä ”käsittelyinä”. Valtapuiden vertailu on todennäköisesti hyvin perusteltua, sillä tuhojen ja muiden häiriötekijöiden vaikutus kasvuun on ollut niissä pienempi kuin muissa puissa. Pituusbonitointiteoria perustuu samaan olettamukseen. Valtapuiden vertailu katsottiin perustelluksi myös, koska samassa kontortamännyn alkuperän vertailusarjassa kaikki viljelmät olivat samalla metsätyypillä ja tiheys sekä metsän käsittely olivat olleet suurinpiirtein samanlaisia. Tuloksissa VT:llä ja OMT:llä oli erittäin merkitseviä (riskitasolla 0,001) eroja kaikissa muuttujissa, paitsi läpimittakasvussa OMT:llä olevassa sarjassa Punkaharjulla, jossa

riskitaso oli kuitenkin merkitsevä (0,003). Kun pituuskasvun keskiarvot asetettiin suuruusjärjestykseen, havaittiin kuten oli odotettu, että viljelmien ja alkuperien järjestys oli suurinpiirtein samanlainen kuin kuvissa 7 a, b ja c. Valtapuiden tilavuuskasvun keskiarvojen suuruusjärjestys poikesi melko paljon vastaavasta viljelmäkohtaisesta kokonaistuotoksen suuruusjärjestyksestä. Se seurasi tarkemmin, mutta ei täsmällisesti, viljelmien valtapituuden ja valtapuiden pituuskasvun suuruusjärjestystä. Näin ollen näyttää siltä, että em. kokeissa valtapituus on luotettavampi muuttuja kuin kokonaistuotos eri alkuperien kasvueröjen tarkasteluun.

Vertailutuloksiin on kuitenkin syytä suhtautua hyvin varauksellisesti. Pahimmat puutteet ovat toistojen puuttuminen samassa sarjassa ja se, että kaikissa kolmen kontortamännyn alkuperän vertailusarjojen viljelmissä on ollut merkitseviä tuhoja.

Tarkkaa tietoa tuhojen vaikutuksista eri viljelmiin ei ole.

Viljelmien tukkipuuprosentin ja rungon tukkimäärän suhteen ei löytynyt selvästi muita parempaa alkuperää. Useissa alkuperissä oli viljelmiä, joissa tukkipuuprosentti oli 100. Ne ovat pääasiassa Punkaharjulla. ”Long Lake, Trout Lake” ja ”Upper Hat Creek” alkuperien viljelmissä tukkipuuprosentti ja tukkimäärä tukkipuuta kohti (korkeimmat arvot 1,8 ja 1,6) olivat vähän kor-



Kuva 8. Vuorimänty (*Pinus mugo*), Punkaharju, viljelmä 235, ikä 53 v. Valok. M. Werren.
 Figure 8. Mountain pine (*Pinus mugo*), Punkaharju, stand 235, age 53 years. Photo M. Werren.

keampia kuin muilla alkuperillä. Johtopäätökset Heikinheimon kontortamännyn alkuperätutkimuksista ovat seuraavat:

1. Toistojen puuttumisen, kasvupaikan vaihtelun ja tuhojen vuoksi tulokset ovat vain suuntaa-antavia.
2. Kasvu on ollut hyvä monessa alkuperässä, eikä myöskään laadun suhteen muita selvästi parempia alkuperiä ole löytynyt.
3. Punkaharjun viljelmän 320 (alkuperä "Spirit River") hyvä kokonaistuotos tuki aikaisemmin saatuja tuloksia, joiden mukaan Etelä-Suomessa parhaiten menestyneet Kanadasta kerätyt siemenet ovat kotoisin 55:n leveysasteen molemmilta puolilta (n. 53,5°—56,5°) sekä British Columbian sisämaan osista ja Albertasta.
4. Rinnakkaisalkuperäkoesarjat osoittivat, että British Columbian eteläosan alkuperistä "Upper Hat Creek" on nopeakasvuinen. Se on kotoisin korkeilta seuduilta ja on Heikinheimon aineiston läntisin alkuperä.

Pinus flexilis James (kalliovuoristonmänty)

Kaksi pientä viljelmää perustettiin vuonna 1928, mutta molemmat tuhoutuivat jo nuoruusvaiheessa. Solbölessä tervasrosoruoste (*Cronartium pini* (Willd.) Jorst.) on tuhonnut viljelmän n:o 221 ja Punkaharjulla viljelmän n:o 54D taimista 50 % tuhoutui talvella 1934/35 lumen ja ruohon painaessa niitä alleen (Heikinheimo 1956).

Pinus heldreichii var. *leucodermis* (Ant.) Markgraf ex Fitsch. (harmaarunkomänty)

Heikinheimo perusti kaksi pientä viljelmää Punkaharjulle. Ne ovat jo tuhoutuneet. Niiden alkuperä oli todennäköisesti Etelä-Jugoslaviasta. Dendrologian puistossa (viljelmä n:o 55D) 65 % taimista tuhoutui lumen ja ruohon alla talvella 1934/35. Heikinheimon (1956) mukaan vuoteen 1940 mennessä jo noin 80 % taimista oli kuollut molemmissa viljelmissä. Loput ovat tuhoutuneet sen jälkeen vähitellen.

Pinus koraiensis Sieb. et Zucc. (koreansembra)

Kahdesta viljelmästä toinen (Ruotsinkylä, n:o 238) on tuhoutunut talvella 1938 ja toisessa (Solböle, n:o 251) kasvu on ollut kituvaa. Solbölessä oli vain 7 puuta elossa, ja 52 vuoden iässä niiden valtapituus oli 9,5 m ja valtaläpimitta 15 cm. Vaikka rungot olivat pääasiassa suorina, osa rungoista oli haaroittunut tai kallellaan.

Pinus monticola Dougl. ex D. Don in Lamb. (lännenvalkomänty)

Laji on ollut useiden tuhojen vaivaama. Kaikkien kuuden viljelmän puut ovat yhtä puuta lukuunottamatta (Punkaharju, viljelmä n:o 238) tu-



Kuva 9. Makedonianmänty (*Pinus peuce*), Ruotsinkylä, viljelmä 366, ikä 51 v. Valok. M. Werren.
Figure 9. Macedonian pine (*Pinus peuce*), Ruotsinkylä, stand 366, age 51 years. Photo M. Werren.

houtuneet. Jäljellä olevan puun pituus oli 6 m. Sen kunto oli heikko, sillä kuorta on irronnut runsaasti rungosta. Merkittävimmät tuhot Solbölen ja Ruotsinkylän tuhoutuneissa viljelmissä ovat olleet tervasrosoruosteen (*Cronartium pini*) ja muutaman kuivan kesän aiheuttamia (Heikinheimo 1956).

Pinus mugo Turra (vuorimänty)

Tätä Keski- ja Etelä-Euroopan vuoristoalueilta kotoisin olevaa lajia edustaa neljä sveitsiläistä ja yksi tanskalainen proveniensi. Kasvu on ollut hidasta. Selviä eroja kasvussa sveitsiläisten eri alkuperien välillä ei ole ollut. Näyttää kuitenkin siltä, että tanskalaisen provenienssin kasvu olisi vähän muita huonompaa. Kunto oli hyvä eikä mainittavia tuhoja ole esiintynyt.

Lajia on kokeiltu Solbölessä, Ruotsinkylässä ja Punkaharjulla sekä karuilla että rehevillä mailla. Parhaimmissa viljelmissä (esim. Punkaharju, n:o 235, kuva 8) on puumaisia runkoja, mutta useimmissa pensasmaiset muodot ovat vallitsevia. Suurin osa viljelmistä on noin 55 vuotta vanhoja.

Niissä valtapituus vaihteli 10 (Ruotsinkylä, viljelmä n:o 35) ja 11,5 m:n (Solböle, viljelmä n:o 14, Ruotsinkylä n:o 34, Punkaharju n:o 235) välillä. Suurin ja paras viljelmä oli n:o 235 Punkaharjulla (alkuperä: ”Sveitsi, Engadin”), jossa valtaläpimita oli 24 cm. Siihen on perustettu lajin ainoa pysyvä koeala ja 50 vuoden iässä kuorellinen kokonaistuotos oli 155 m³/ha ja keskimääräinen vuotuinen kasvu 3,1 m³/ha. Rungoissa oli paljon mutkia. Oksat olivat suhteellisen paksuja verrattuna rungon läpimitaan, erityisesti Engadinin alkuperän viljelmissä. Kallellaan olevia puita oli jonkin verran, ja haarottuneita latvoja löytyi melko runsaasti Sveitsin alkuperistä, mutta ei tanskalaisen provenienssin viljelmästä. Käpyjä oli vain vähän parhaimmissa viljelmissä. Laji ei ole uudistunut luontaisesti. Viimeisessä inventoinnissa todettiin hyvin vähän tuhoja. Niistä tärkeimmät olivat pienet runko- ja kuorivauriot kahdessa viljelmässä. Aikaisemmin ei ole mainittavia tuhoja esiintynyt (Heikinheimo 1956). Laji esiintyy koristeapuuna pohjoisinta Lappia myöten.

Pinus nigra Arnold (euroopanmustamänty)

Solbölessä perustetun viljelmän (n:o 288) taimet olivat jo istutettaessa kituvia. Viljelmä tuhoutuikin jo samana kesänä.

Pinus peuce Griseb. (makedonianmänty)

Makedonianmäntymetsiköiden viimeaikainen kehitys on ollut paljon parempi kuin huono alkukehitys (Heikinheimo 1956, Sarvas 1964) on antanut aihetta odottaa. Nykyinen kunto sekä tuotos olivat hyviä ja laatu oli samanlainen kontortamännyn (*Pinus contorta*) kanssa. Pidemmän neulaston sekä vanhana kauniimman latvuksen vuoksi makedonianmänty on koristeapuuna kauliampi kuin sembramänty.

Suurin osa metsiköistä oli tyydyttävän tiheitä huolimatta sienten nuorille puille aiheuttamista tuhoista. Useassa metsikössä (ikä noin 55 v) valtapituus oli yli 18 metriä ja parhaimmillaan 20 metriä (Ruotsinkylä, viljelmä n:o 366, kuva 9) ja valtaläpimita 33 cm. Sarvas (1964) kirjoitti, että luontaisella levinneisyysalueellaan makedonianmänty saavuttaa 27—34 m pituuden ja 40—60 cm läpimitan. Heikinheimon metsiköissä oli lukuisia suuria yksilöitä. Suurimmat olivat 20,5 m ja paksuimmat jo 49 cm 56 vuoden iässä. Tuotos on selvästi parantunut alkuvuosien hitaan kasvun jälkeen. Useassa metsikössä tuotos oli yli 350 m³/ha. Paras tulos oli 645 m³/ha 51 vuoden iässä (Ruotsinkylä, viljelmä n:o 366, alkuperä ”Jugoslavia, Makedonia, 800 m”). Se vastaa 12,7 m³/ha keskimääräistä vuotuista kasvua.

Suurimmassa osassa metsiköistä tukkipuuprosentti oli korkea, mutta tukkien määrä tukkipuuta kohden oli suhteellisen pieni (1,0—1,9). Joissakin metsiköissä rungot olivat erittäin suoria, kun

taas toisissa paksut oksat, lenkoisuus ja lukuisat mutkat alensivat rungon laatua. Haaroittuneet puut olivat yleisiä. Punkaharjulla esiintyi myös rungon kaltevuutta. Käpyjä oli runsaasti. Niinpä luontainen uudistuminen oli vähintään kohtalaisen runsasta (kuva 10). Parasta se oli Solbölessä (viljelmä n:o 40).

Vähäiset tuhot ovat olleet viime aikoina pääasiallisesti runkovaurioita. Huomattavia aikaisempia tuhoja olivat mm. kuivuuden, hirvien ja sienien aiheuttamia. Hyvän tuotoksen ja koriste-puuarvon vuoksi pitäisi kiinnittää enemmän huomiota lajin alkuperän valintaan.

Pinus ponderosa Dougl. ex Laws. (ponderosamänty)

Kaikki neljä viljelmää ovat tuhoutuneet jo taimivaiheessa. Syynä on ollut kuivuus tai talven pakkanen.

Pinus strobus L. (strobusemänty)

Yksi pieni viljelmä on perustettu Punkaharjun Dendrologian puistoon, mutta *Cronartium pini* on tuhonnut sen äskettäin.

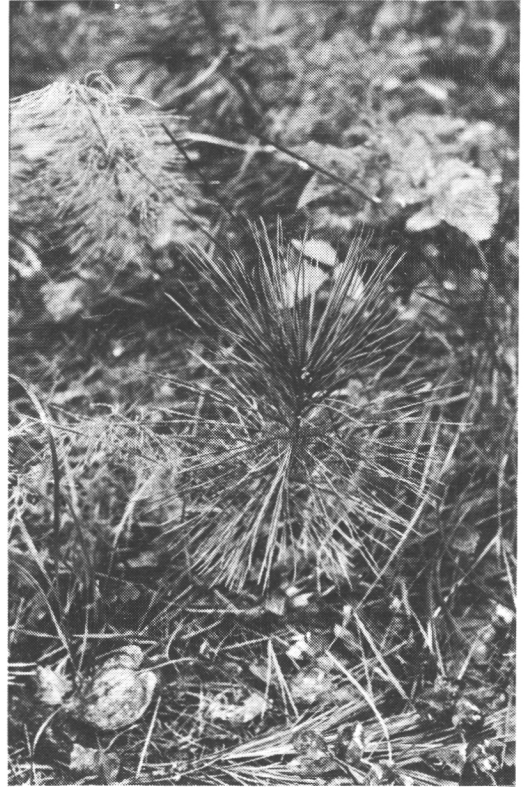
Muut lajit

Pseudotsuga menziesii (Mirbel) Franco (douglaskuusi)

Lajiin on kohdistunut paljon mielenkiintoa ja suuria odotuksia, mutta viimeaikaisten kokemusten ja tietojen mukaan sitä ei voida huoletta suositella laajaan käyttöön. Tulokset ovat vaihtelevia. Yleisesti ottaen sen kasvu 55 vuoteen asti on ollut korkeintaan yhtä hyvä kuin kotimaisten havupuiden ja laatu suhteellisen huono. Laji on vaateliäs kasvupaikan suhteen menestyen parhaiten hyvin vettäläpäisevässä ja kohtuullisen ravinpitoisessa maassa (Forestry Commission 1978). Suomessakin douglaskuusi on kärsinyt hallan ja douglaskaristesien (*Rhabdocline pseudotsugae*) aiheuttamista vaurioista.

Useiden metsiköiden tuotos on ollut 50—55 vuodessa 350—400 m³/ha. Viiden tuottoisimman metsikön (metsätyypit: OMT ja OMaT) tuotoksen keskiarvo oli 400 m³/ha ja keskimääräinen vuotuinen kasvu 7,6 m³/ha (viljelmät Solböle n:ot 118, 158, Ruotsinkylä n:o 238, Punkaharju n:ot 123, 124). Näiden viljelmien valtipituuden keskiarvo oli 20 m ja valtaläpimitan keskiarvo 35 cm. Aineiston paksuimman puun läpimitta oli 51 cm ja pituus 23 m (Ruotsinkylä n:o 186).

Kujalan mukaan (Kujala 1932, Sarvas 1964) parasta siementä eteläsuomalaisia viljelyksiä varten saadaan Brittiläisen Kolumbian mannerilmastoinen sisämaaseudun pohjoisosasta. Vanhin ja paras metsikkö oli Mustilassa (koevala n:o 5) (Tigerstedt



Kuva 10. Makedonianmänty (*Pinus peuce*), Ruotsinkylä, viljelmä 366. Valok. M. Werren.

Figure 10. Macedonian pine (*Pinus peuce*), Ruotsinkylä, stand 366. Photo M. Werren.

1978). Sen alkuperä on aineiston toiseksi pohjoisin; "B.C., Upper Fraser River, Quesnel". Puiden valtipituus oli 75 vuoden iässä 28 m, valtaläpimitta 38 cm ja kokonaiskasvu noin 780 m³/ha (keskimääräinen vuotuinen kasvu 10,4 m³/ha). Jo 56 vuoden iässä metsikön keskimääräinen vuotuinen kasvu oli 10,0 m³/ha, Heikinheimon istutuksista parhaan metsikön (Punkaharju, viljelmä n:o 43) keskimääräinen vuotuinen kasvu 52 vuoden iässä oli 8,8 m³/ha.

Vaikka tukkipuuprosentti oli korkea, oli tukkien kappalemäärä tukkipuuta kohden vain kohtalainen (keskimäärin 1,0—2,0). Tyvitukin suurin oksaläpimitta oli usein 4 cm, mutta 6 cm:n ja 8 cm:n oksat eivät olleet harvinaisia. Vaikka kuoren paksuutta ei mitattu, on syytä muistaa, että douglaskuusen kuori on paksu. Lukuisat mutkat ja rungon lenkoisuus olivat yleisiä kaikissa alkupe- rissä. Myös rungon kaltevuus oli yleistä. Monet metsiköt olivat myös epätasaisia.

Luontainen uudistuminen vaihteli metsiköit- täin, mutta yleisesti ottaen 50-vuotiaissa metsiköissä uudistuminen oli kohtalaisen runsasta. Mustilan vanhassa metsikössä oli uudistuminen erittäin runsasta huolimatta metsikön tiheydestä.

Taulukko 4. Douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*)-metsikön alkuperien ja Solbölen kokeilualueen sijaintitiedot.

Table 4. Details of 5 origins of *Pseudotsuga menziesii* and similar information for Solbôle.

Järjestys n:o etelästä pohjoiseen	osavaltio	paikkakunta	maatiiteellinen sijainti °P × °I	kor- keus m, mpy	lämpö- summa d.d.°C (kynnys +5°C)
n:o N->S	state	locality	coordinates °N × °S	height asl, m	temp. sum (threshold +5°C)
1	Br. Col.	Salmon River	50°15' × 126°	660	1040
2	Br. Col.	Larch Hills	50°50' × 119°	900	1400
3	Br. Col.	Craigellachie	50°58' × 118°43'	420	1760
4	Br. Col.	Luis Creek	51° 7' × 120° 7'	780	1530
5	Br. Col.	Shuswap Lake	51° 8' × 119° 7'	1800	660
		Solbôle	60° 2' × 23° 2'	35	1300

Kuten Heikinheimo (1956) totesi, douglaskuusi on nuoruusvaiheessa ollut erittäin arka pakkastuhoille. Ne ovat aiheuttaneet paljon laatuviikoja. Lisäksi monet metsiköt kärsivät neulastuhoista. *Rhabdocline pseudotsugae* on aiheuttanut paljon vaurioita alkuvuosina varsinkin Solbölessä. Nuoruusvaiheessa myyrätuhot ovat olleet myös yleisiä. Yksikään viljelmä ei ole kuitenkaan kokonaan tuhoutunut.

Lajin laajempi käyttö Suomessa riippuu ratkaisevasti siitä, pystytäänkö löytämään ilmaston kylmyyttä ja siementuhoja vastaan kestäviä alkuperiä.

Aineiston viljelmien määrä on suuri (55) ja yhteensä 14 alkuperää on kokeiltu. Pysyviä koealoja on silti vain 5. Useat viljelmät ovat pieniä, eikä niistä ole saatavissa kasvutietoja. Sen lisäksi monessa alkuperässä on hyvin vähän toistoja ja nekin ovat usein eri paikkakunnilla, eri-ikäisiä ja eri metsätyyppillä. Tämän vuoksi tarkka alkuperien välinen vertailu on vaikeaa. Heikinheimolla (1956) oli suuria toiveita Br. Columbian, Prince Georgen (53°51' × 122°40') siemenen suhteen, mutta tämän alkuperän ainoan viljelmän (Solbôle, viljelmä n:o 214) kehitys on ollut vain kohtuullista (keskimääräinen vuotuinen kasvu 6,2 m³/ha).

Solbölessä oleva douglaskuusen vertailukoesarja antaa parhaat mahdollisuudet vertailla eri alkuperiä keskenään. Tietoja esitetään viljelmistä n:ot 6, 7, 9, 10, 118 ja 119, jotka kasvavat toistensa läheisyydessä OMT:llä ja edustavat 5 eri alkuperää. Alkuperien sijainti esitetään taulukossa 4 ja kuvassa 11.

Valitettavasti kuudesta tutkitusta Solbölessä sijaitsevasta viljelmästä vain viljelmiin n:ot 6 ja 7 on perustettu pysyvä koeala. Muista viljelmistä poistuma mitattiin kannoista. Tulokset esitetään viljelmän valtapituuden mukaisessa suuruusjärjestyksessä (kuva 12). Tässäkin, kuten kontortamännyn (*Pinus contorta*) alkuperäsarjoissa, arvioitiin, että valtapituus antaa parhaan kuvan kasvu-

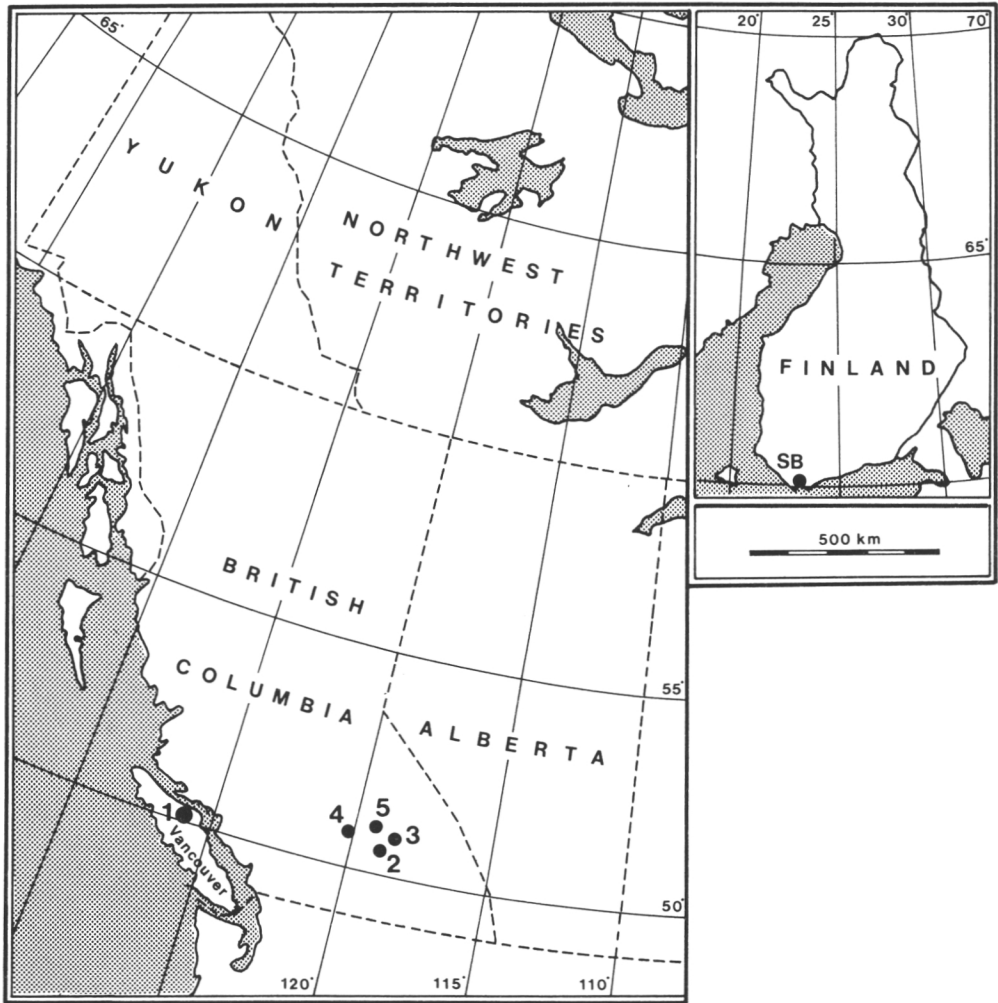
eroista eri viljelmien ja alkuperien välillä.

Vain viljelmän 6 valtapituus poikkesi huomattavasti muista viljelmistä. Viljelmät n:ot 118 ja 119, joissa valtapituus oli pienin, olivat 3 vuotta muita viljelmiä nuorempia. Ne sijaitsivat rinteen alaosassa, jossa kasvupaikka on hieman muuta koekenttää kosteampi. Tuotoksen osalta tulokset eivät ole yhtä loogisia pohjoisten ja eteläisten alkuperien suhteen.

Yksisuuntainen varianssianalyysi, jossa saman viljelmän valtapuut olivat "toistoina" ja eri alkuperät "käsittelyinä", osoitti, että alkuperien välillä ei ollut merkitseviä eroja (riskitasolla 10 %) valtapuiden pituus-, läpimitta- tai tilavuuskasvussa. Tulos on yllättävä, kun alkuperät ovat sekä British Columbian rannikolta että sisämaasta eri korkeuksista ja kun niiden lämpösummat vaihtelevat 660—1760 d.d.°C. Paras vuotuinen kasvu oli viljelmissä n:ot 6 ja 118, joiden alkuperät ovat "Luis Creek" ja "Larch Hills". Näiden alkuperien lämpösummat, noin 1530 d.d.°C ja 1400 d.d.°C, ovat hyvin samansuuruisia kuin Solbölen lämpösumma, 1300 d.d.°C.

Taxus cuspidata Sieb. & Zucc. (japanimarjakuusi)

Tämä Japanista kotoisin oleva laji kasvaa Suomessa jonkin verran paremmin kuin kotimainen euroopanmarjakuusi (*Taxus baccata*) ja on sen vuoksi käytetty melko laajalti koristepuuna. Tarkkaa alkuperätietoa aineistossa käytetystä siemenestä ei ole. Pituuskasvu on ollut vaihtelevaa, mutta se näyttää olleen yhtä hyvää sekä Aulangolla että Solbölessä. Pisin puu (Solbôle, viljelmä n:o 143) on saavuttanut 6 m pituuden. Tuhoutumisaste vaihteli 1/4:stä 3/4:een viljelmän pinta-alasta. Yleisimmät tuhoniheuttajat ovat olleet pakkanen ja kevähalla. Yksi viljelmä (Ruotsinkylä n:o 185) on tuhoutunut kokonaan talvelta 1939/40.



Kuva 11. Kartta taulukossa 4 esitetystä douglaskuusen (*Pseudotsuga menziesii*) alkuperäkoalojen, sekä Solbölen (SB) sijainnista.

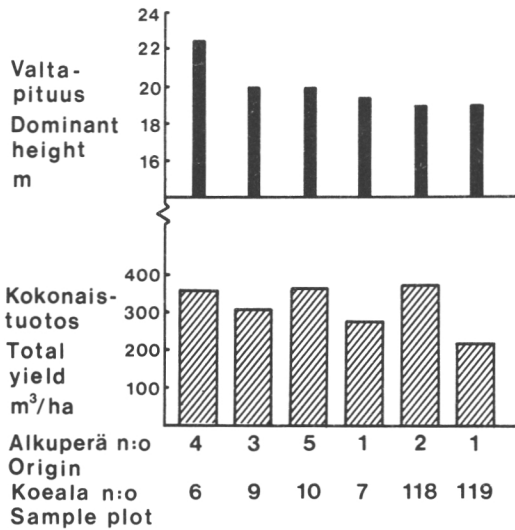
Figure 11. Map of the origins of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) named in table 4, and the location of Solbölen (SB).

Thuja koraiensis Nakai (koreantuija)

Kokemukset tästä kauniista lajista ovat hyvin vähäiset, mutta kahdesta viljelmästä Solbölessä ja Aulangolla saadut tulokset osoittavat, että kasvu oli yhtä hyvää kuin muidenkin tuijalajien Heikinheimon aineistossa. 46 vuoden iässä paksuimman puun rinnankorkeuden läpimitta oli 17 cm ja pituus 8,5 m (Solböle, viljelmä n:o 298). Runkojen laatu oli vaihteleva. Niitä oli sekä suoria että mutkaisia. Solbölen viljelmä on toistuvasti kärsinyt paleltumisvaurioista. Yleensä tämä laji on erittäin kestävä Suomessa (Tigerstedt ja Uosukainen 1981–82).

Thuja occidentalis L. (kanadantuija)

Kymmenestä viljelmästä yhdeksän on Ontarion alkuperää. Kasvu on ollut hidasta. Monet viljelmät ovat kärsineet pakkasesta. Ainoa pysyvä koala on Solbölessä (viljelmä n:o 56), missä 55 vuoden iässä kokonaistuotos oli noin 175 m³/ha ja vuotuinen kasvu 3,2 m³/ha. Metsiköiden valtapituus oli yleensä alle 10 metriä, mutta kahdessa viljelmässä, Ruotsinkylässä (n:o 192) ja Punkaharjulla (n:o 19D), valtapituus oli 11 metriä. Suurin rinnankorkeuden läpimitta oli 28 cm (Punkaharju, viljelmä n:o 19D), mutta kapeneminen oli erittäin voimakasta. Tukkeja ei ollut. Suurimmassa



Kuva 12. Douglaskuusen (*Pseudotsuga menziesii*) valtapituus ja kokonaistuotos alkuperäkoikeessa OMT:llä Solbölessä (ikä 53–56 v).

Figure 12. Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) – dominant height and total yield in the origin trials at Solböle (age 53–56 years).

viljelmässä (Solböle n:o 56) rungot olivat suoria, mutta muissa pienissä viljelmissä oli runsaasti käyriä ja mutkaisia runkoja. Kaikilla paikkakunnilla oli paljon haaroittuneita puita ja erityisesti Punkaharjulla monet rungot olivat kallistuneet. Vain Solbölän metsiköt olivat tasaisia. Viimeisessä inventoinnissa todettiin melko paljon runko- ja kuorivaurioita. Ruotsinkylän viljelmässä (n:o 76) halla tai pakkanen oli aiheuttanut neulastuhoja kaikissa puissa. Heikinheimo (1956) on korostanutkin lajin pakkasarkuutta nuoruusvaiheessa.

Thuja plicata Donn ex D.Don (jättituija)

Kaikki viisi käytettyä alkuperää ovat British Columbian eteläpuoliskon sisäosista eri korkeuksista. Vaikka monet viljelmät on perustettu verhopuuston alle, jättituija on ollut arempi kuin muut tuijalajit ja melkein kaikki viljelmät ovat kärsineet kevähallasta tai pakkasesta. Suurin osa jäljellä olevista puista oli kituvia ja yleensä pensasmaisia.

Noin 50 vuoden ikäisten metsiköiden valtapituus vaihteli 3:sta 10,5:een metriin. Kuten Heikinheimon (1956) tutkimuksessakin paras puuryhmä oli viljelmä n:o 233 Punkaharjulla. Sen valtaläpimitta oli 20 cm. Kaikki rungot olivat mutkaisia tai käyriä. Vaikka haaroittuneita runkoja

oli vain vähän, oli kallellaan olevia puita runsaasti melkein jokaisessa viljelmässä. Monet metsiköt olivat harvoja ja pakkanen oli tuhonnut paljon puita jo taimivaiheessa. Useina vuosina on ollut paletumisvaurioita. Viimeisessä inventoinnissa löydettiin paljon puita, joissa oli ilmeisesti sienituhon seurauksena ruskettuneita neulasia. Laji ei ole uudistunut luontaisesti.

Kujala (Sarvas 1964) suositteli siemenen keräämistä British Columbian Upper Fraserin jokilaaksosta ja Hazeltonin seudulta, jotka sijaitsevat sen alueen pohjoispuolella, josta Heikinheimon siemenet on kerätty. Tätä lajia suosittelaaan koristepuiksi vain Etelä-Suomessa. Jättituijan kauneuden vuoksi olisi syytä etsiä nykyistä kestävämpiä alkuperiä.

Thujaops dolabrata (L.f.) Sieb. & Zucc. (hibatuija)

Ainoassa viljelmässä (Solböle n:o 149) oli neljä pensasmaista puuta jäljellä, joista pisin oli 2,5 m:n pituinen (ikä 53 vuotta). Kevähalla ja pakkanen ovat aiheuttaneet vaurioita ja hidastaneet kasvua.

Tsuga canadensis (L.) Carr. (kanadanhemlocki)

Lajin kaikki kolme viljelmää ovat Solbölessä ja niiden alkuperä on tuntematon. Pituuskasvu on ollut hidasta, mutta parhaassa viljelmässä (Solböle n:o 20) kuorellinen kokonaistuotos on ollut yllättävän hyvää, noin 430 m³/ha 56 vuoden iässä. Tulos on mitattu 4 aarin pysyvistä koealasta, joka käsittää koko viljelmän. Valtapituus oli 13,5 m, valtaläpimitta 37 cm ja laatu- ja kuntokoepuiden keskimääräinen kapeneminen oli 8 cm. Viljelmässä n:o 311 keskimääräinen kapeneminen oli 18 cm. Kahdessa viljelmässä oli pieniä tukkipuita. Tyviosan paksuimmat oksat olivat läpimitaltaan 6–8 cm. Rungot olivat mutkaisia ja jokaisessa viljelmässä oli paljon haaroittuneita sekä kallellaan olevia runkoja. Ainakin viljelmässä n:o 20 (Solböle) taimien latvaversot ovat paletuneet vuosina 1931–33, mutta muita mainittavia tuhoja ei ole havaittu.

Tsuga caroliniana Engelm. (karolinanhemlocki)

Solbölessä on kaksi pientä viljelmää (n:ot 226 ja 309). Jälkimmäisen kasvu on ollut paras. 48 vuoden iässä valtapituus oli 9,5 m ja valtaläpimitta 22 cm. Rungot olivat yleensä mutkaisia sekä jonkin verran haaroittuneita. Rungon kaltevuus oli yleistä. Paletumisvaurioita on ollut jonkin verran (Heikinheimo 1956).

Tsuga diversifolia (Maxim.) Mast. (japanin-hemlockki)

Ainoa viljelmä sijaitsee Solbölessä (n:o 312). Puut ovat paleltuneet toistuvasti. Valtapituus oli 49 vuoden iässä vain 5,5 m ja valtaläpimitta 12 cm.

Tsuga heterophylla (Raf.) Sarg. (lännehemlockki)

Lajia on kokeiltu Solbölessä, Aulangolla ja Punkaharjulla. Vaikka kasvu on ollut hidasta, kaikki neljä viljelmää ovat vielä elossa. Solbölessä (n:o 265) oli 48 vuoden iässä valtapituus 6,5 m.

Paras pituustulos Punkaharjulla (viljelmä n:o 59D) oli 52 vuoden iässä 8,5 m. Rungot olivat usein mutkaisia, haaroittuneita ja kallellaan. Pakkasvauriot ovat olleet yleisiä (Heikinheimo 1956). Kaikissa viljelmissä oli jo puolet taimista tuhoutunut.

Tsuga mertensiana (Bong.) Carr. (vuorihemlockki)

Solbölen ja Ruotsinkylän kahden viljelmän valtapituuden kehitys on ollut hyvin samanlainen, noin 9,5 m 48 vuoden iässä. Rungot olivat mutkaisia ja useat haaroittuneita. Pakkastuhoja on ollut enemmän Solbölessä kuin Ruotsinkylässä.

6. TULOSTEN TARKASTELUA

Tämän tutkimuksen koeala-aineisto on pääosaltaan sama kuin Heikinheimon (1956) tutkimuksessa, jossa selvitettiin perusteellisesti eri ulkomaisten puulajien ja niiden metsiköiden kasvuun ja kuntoon maassamme vaikuttavia tekijöitä (mm. maantieteellinen sijainti, kasvupaikka, siemenen alkuperä tai proveniensi, perustamistapa, hoito ja terveydentila). Viljelmät olivat nyt inventoituksessa iältään keskimäärin 50—55-vuotiaita.

Ilmasto Suomessa on talvella liian ankara monille ulkomaisille havupuulajeille. Kevät-halla ja talvipakkanen ovat tuhonneet tai vaurioittaneet monia lajeja. Esimerkiksi seuraavat lajit eivät ole menestyneet niin hyvin Suomessa kuin Ruotsissa tai Keski- ja Länsi-Euroopassa: saksanpihta (*Abies alba*), purpurapihta (*Abies amabilis*), jättipihta (*Abies grandis*), honshunpihta (*Abies mariesii*), *Abies nobilis* ja kaukasianpihta (*Abies nordmanniana*), valesypressit (*Chamaecyparis* spp.), japaninlehtikuusi (*Larix kaempferi*), irakuusi (*Picea alcockiana*), mustakuusi (*Picea mariana*) ja sitkankuusi (*Picea sitchensis*), euroopanmustamänty (*Pinus nigra*), ponderosamänty (*Pinus ponderosa*) ja strobustumänty (*Pinus strobus*), douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*), tuijat (*Thuja* spp.), hibatuijat (*Thujaopsis dolabrata*), hemlokkit (*Tsuga* spp.) ja mammuttipetäjä (*Sequoia gigantea*). Siperianpihta (*Abies sibirica*), dahurianlehtikuusi (*Larix gmelinii*) ja siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*) ovat lajeja, jotka kasvavat hyvin Suomessa ja Ruotsissa, mutta eivät menesty Keski- ja Länsi-Euroopassa.

Maantieteellisen sijainnin osalta aineisto voidaan jakaa kolmeen alueeseen: 1. Suomen etelärannikko (Solbölen, Ruotsinkylän ja jossain määrin myös Lapinjärven ja Mustilan viljelmät), 2. Etelä-Suomen sisämaa (Aulangon, Evon, Vesijaon, Vilppulan ja itäosissa Punkaharjun viljelmät) ja 3. Pohjois-Suomi (Kivalon viljelmät).

Seuraavat lajit ovat menestyneet selvästi paremmin etelärannikon mereisissä oloissa kuin muualla Suomessa: saksanpihta (*Abies alba*), ussurinpihta (*Abies holophylla*), kaukasianpihta (*Abies nordmanniana*), japaninleh-

tikuusi (*Larix kaempferi*), glehninkuusi (*Picea glehnii*) ja sitkankuusi (*Picea sitchensis*). Monet lajit ovat menestyneet hyvin Punkaharjun edullisissa kasvuolosuhteissa. Kun Vilppulassa on kokeiltu kuitenkin vain muutamia lajeja ja seuraava tutkimusalue pohjoiseen on Kivalo (Rovaniemen mlk.), ei kaikkien lajien osalta voida tuloksista määrittää, millä leveysasteella tietyn lajin kestävyysraja sijaitsee. Mustakuusi (*Picea mariana*) näyttää menestyvän paremmin Pohjois-Suomessa kuin Etelä-Suomessa.

Seuraavat lajit ovat osoittautuneet suhteellisen kestäviksi koko maassa: lännenpihta (*Abies lasiocarpa*), siperianpihta (*Abies sibirica*), euroopanlehtikuusi (*Larix decidua*), dahurianlehtikuusi (*Larix gmelinii*), siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*), sembramänty (*Pinus cembra*), kontortamänty (*Pinus contorta*) ja vuorimänty (*Pinus mugo*).

Monet aineiston viljelmät ovat vain pieniä puuryhmiä, joten tulokset niiden osalta ovat vain suuntaa-antavia. Koealat jaettiin kahteen pääryhmään, joista koealatyypit 1 ja 2 eivät sisältäneet reunapuita, mutta koealatyypeiltä 3 ja 4 mitattuihin valtapuihin sisältyi myös metsikön reunapuita. Pienissä puuryhmissä reunavaikutus on selvästi lisännyt esim. puiden läpimittakasvua ja oksien paksuutta. Vaikka puulajien menestymisen arvioinnissa annettiin painoa enemmän mittauksille, jotka saatiin isoimmilta viljelmiltä, on tuloksiin syytä suhtautua kokonaisuudessaan varauksellisesti, sillä varmojen tulosten saaminen edellyttää pitkäaikaisen, usein yli normaalin kiertoajan ulottuvien kokeiden seuranta.

Useimmista lajeista on perustettu vain muutama viljelmä ja kokeiltujen alkuperien tai proveniensiensien määrä on ollut hyvin pieni. Kuten Heikinheimo (1956) jo totesi sopivimpien alkuperien tai proveniensiensien etsinnässä ei todennäköisesti ole monenkaan puulajin kohdalla vielä onnistuttu. Tämän vuoksi puulajien menestymisen arvioinnissa pyrittiin muiden kokemusten ja kirjallisuuden perusteella selvittämään, mistä mahdollisesti voisi löytyä sopivimpia alkuperiä.

Taulukko 5. Tärkeimpien ulkomaisten puulajien Etelä-Suomen metsiköiden kuorellisen kokonaiskasvun vertailu (50—55 vuoden iässä).
Table 5. Comparison of the overbark total yield (age 50—55 years) of the most important conifer species in southern Finland.

> 500 m ³ /ha	
<i>Larix decidua</i> <i>Larix sibirica</i>	<i>Larix</i> hybridit — <i>Larix</i> hybrids <i>Pinus contorta</i> var. <i>latifolia</i>
500—350 m ³ /ha	
<i>Abies balsamea</i> <i>Abies concolor</i> <i>Abies holophylla</i> <i>Abies sachalinensis</i> <i>Abies sibirica</i> <i>Larix gmelinii</i> var. <i>gmelinii</i> <i>Larix gmelinii</i> var. <i>japonica</i>	<i>Larix gmelinii</i> var. <i>olgensis</i> <i>Larix kaempferi</i> <i>Picea glehnii</i> <i>Pinus peuce</i> <i>Pseudotsuga menziesii</i> <i>Tsuga canadensis</i>
350—200 m ³ /ha	
<i>Abies lasiocarpa</i> <i>Abies nephrolepis</i> <i>Abies veitchii</i> <i>Picea engelmannii</i> <i>Picea glauca</i> <i>Picea glauca</i> var. <i>albertiana</i>	<i>Picea jezoensis</i> <i>Picea koyamai</i> <i>Picea mariana</i> <i>Picea omorika</i> <i>Pinus cembra</i>
< 200 m ³ /ha	
<i>Abies alba</i> <i>Picea pungens</i>	<i>Pinus mugo</i> <i>Thuja occidentalis</i>

Ulkomaisten havupuulajien ja kotimaisen männyn ja kuusen väliset vertailut ovat tärkeitä ja mielenkiintoisia. Yksinään Heikinheimon (1956) aineisto on liian suppea antaa tarkkaa tietoa eri puulajien kasvun kehityksestä iän funktiona. Ulkomaisten puulajien tuotosta 50—55 vuoden iässä voidaan kuitenkin jossain määrin verrata myös kotimaisen männyn ja kuusen vastaaviin tuotostuloksiin (liite 5).

Tulosten perusteella näyttää siltä, että vain euroopanlehtikuusi (*Larix decidua*), siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*), lehtikuusi-hybridit ja kontortamänty (*Pinus contorta*) pystyvät saavuttamaan ja joissakin tapauksissa ylittämään kotimaisten havupuulajien tuotoksen. Douglaskuusen (*Pseudotsuga menziesii*) kasvu jatkuu yleensä voimakkaana pitkään ja se voi näin ollen ylittää kotimaisten havupuiden kasvun vanhalla iällä.

Kotimaisten havupuulajien tuotosvertailun kohteeksi otettiin Vuokilan ja Väliahon (1980) tutkimus viljeltyjen havupuumetsiköiden kasvatusmalleista. Sen katsottiin sopivan tähän tarkoitukseen, sillä samoin kuin tässäkin julkaisussa siinä puiden iällä tarkoi-

Taulukko 6. Tärkeimpien ulkomaisten puulajien Etelä-Suomen metsiköiden rungon laadun vertailu (50—55 vuoden iässä).
Table 6. Comparison of the stem quality (age 50—55 years) of the most important exotic conifer species in southern Finland.

hyvä laatu — good quality	
<i>Abies sibirica</i> <i>Larix sibirica</i>	<i>Larix</i> hybridit — <i>Larix</i> hybrids
verrattoman hyvä laatu — fair quality	
<i>Abies sachalinensis</i> <i>Abies sachalinensis</i> var. <i>mayriana</i> <i>Abies veitchii</i> <i>Larix decidua</i> <i>Larix gmelinii</i> var. <i>gmelinii</i> <i>Larix gmelinii</i> var. <i>japonica</i>	<i>Larix gmelinii</i> var. <i>olgensis</i> <i>Picea engelmannii</i> <i>Picea glauca</i> <i>Picea glauca</i> var. <i>albertiana</i> <i>Picea jezoensis</i> <i>Pseudotsuga menziesii</i>
verrattoman huono laatu — moderately poor quality	
<i>Abies alba</i> <i>Abies amabilis</i> <i>Abies concolor</i> <i>Abies holophylla</i> <i>Abies nephrolepis</i>	<i>Picea glehnii</i> <i>Picea omorika</i> <i>Pinus cembra</i> <i>Pinus contorta</i> var. <i>latifolia</i> <i>Pinus peuce</i>
huono laatu — poor quality	
<i>Abies balsamea</i> <i>Abies lasiocarpa</i> <i>Picea koyamai</i> <i>Picea mariana</i>	<i>Picea pungens</i> <i>Pinus mugo</i> <i>Thuja occidentalis</i> <i>Tsuga canadensis</i>

tetaan biologista ikää siementen kylvöstä lähtien. On kuitenkin muistettava, että Vuokilan ja Väliahon em. tulokset perustuvat suuriin aineistoihin, kun vastaavasti Heikinheimon aineiston eri puulajien tulokset on saatu vain muutamista metsiköistä, jotka kasvavat vain muutamalla paikkakunnalla. Lisäksi Heikinheimon pysyviä koealoja on koko ajan intensiivisesti hoidettu. Nämä tekijät heikentävät vertailua. Niinpä vertailua täydennettiin kahdella muulla menetelmällä.

Tärkeimpien ulkomaisten puulajien Etelä-Suomen metsiköiden kuorellisen kokonaiskasvun vertailu ilmenee taulukosta 5. Liitteessä 5 esitetään Lähteen ym. (1982) ns. A-ryhmän eli Etelä-Suomessa sijaitsevien n. 50-vuotiaiden viljeltyjen männiköiden vertailuaineiston viiden tuottoisimman metsikön ja Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon tutkimusosaston ja metsänarvioimisen tutkimusosaston männyn ja kuusen viiden tuottoisimman pysyvän koealan kasvu eri metsätyypeillä.

Liitteestä 5 nähdään, että yleensä Lähteen ym. ja Metsäntutkimuslaitoksen em. tutki-

Taulukko 7. Tärkeimpien ulkomaisten puulajien Etelä-Suomen metsiköiden luontaisen uudistumisen vertailu (50—55 vuoden iässä).

Table 7. Comparison of the natural regeneration (age 50–55 years) of the most important exotic conifer species in southern Finland.

lajit, jotka ovat uudistuneet erittäin hyvin
natural regeneration excellent

<i>Abies sachalinensis</i>	<i>Pinus peuce</i>
<i>Abies veitchii</i>	

lajit, jotka ovat uudistuneet verraten hyvin
natural regeneration fair

<i>Abies balsamea</i>	<i>Larix gmelinii</i> var. <i>japonica</i>
<i>Abies nephrolepis</i>	<i>Larix gmelinii</i> var. <i>olgensis</i>
<i>Abies sibirica</i>	<i>Larix sibirica</i>
<i>Larix decidua</i>	<i>Picea mariana</i>
<i>Larix gmelinii</i> var. <i>gmelinii</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>

lajit, jotka ovat uudistuneet hyvin niukasti tai ei ollenkaan
natural regeneration poor or not at all

<i>Abies alba</i>	<i>Picea koyamai</i>
<i>Abies concolor</i>	<i>Picea omorica</i>
<i>Abies holophylla</i>	<i>Picea pungens</i>
<i>Abies lasiocarpa</i>	<i>Pinus cembra</i>
<i>Larix kaempferi</i>	<i>Pinus contorta</i> var. <i>latifolia</i>
<i>Picea engelmannii</i>	<i>Pinus mugo</i>
<i>Picea glauca</i>	<i>Thuja occidentalis</i>
<i>Picea glehnii</i>	<i>Tsuga canadensis</i>
<i>Picea jezoensis</i>	

musosastojen pysyvät koelat antavat Vuokilan ja Väliahon lukuihin verrattuna samalla metsätyypillä suurempia kokonaiskasvun ja keskimääräisen vuotuisen kasvun arvoja. Tulokset eivät silti ole ristiriitaisia, sillä erot todennäköisesti johtuvat pääasiassa siitä, että Vuokilan ja Väliahon tulokset ovat yleisempiä keskiarvoja, kun vastaavasti viime-mainitut tulokset edustavat tuottoisimpia metsiköitä. Usein em. osastojen pysyvien koealojen kasvuluvut ovat suurempia kuin Lähteen ym. luvut. Tämä johtunee siitä, että viimeainitut tulokset on saatu tilapäisistä koealoista, joissa poistuma mitattiin kannoista. On myös muistettava, että molemmat em. tulokset saatiin samoilta paikkakunnilta, missä tämän tutkimuksen ulkomaiset puulajit on kasvatettu. Kun kasvuolosuhteet vaihtelevat alueellisesti ja esim. Punkaharjulla kasvu on keskimääräistä parempaa, paikallinen vertailu eri puulajien välillä on teoriassa paras mahdollinen. Vertailua vaikeuttaa kuitenkin se, että useimmissa liitteessä 5 esitetyissä Metsäntutkimuslaitoksen pysyvissä koealoissa perustamistiheys oli huomattavasti suurempi kuin monissa

ulkomaisten puulajien viljelyksissä.

Esimerkki vertailun vaikeuksista esiintyy kuusen kohdalla (liite 5). Vuokilan ja Väliahon (1980) mukaan 52,5 vuoden iässä OMT:llä kuusi on tuottanut keskimäärin 293 m³/ha ja keskimääräinen vuotuinen kasvu on 5,6 m³/ha. Metsäntutkimuslaitoksen Punkaharjun OMT:llä kasvavien kolmen, sillä viittä tarpeeksi vanhaa pysyvää koealaa ei löytynyt, parhaan kuusimetsikön vastaava kasvu oli keskimäärin 411 m³/ha ja keskimääräinen vuotuinen kasvu 8,1 m³/ha. Erot ovat suuria. Vuokilan ja Väliahon mukaan Punkaharjun kolmen metsikön kasvu vastaa kuusen kasvua lehdolla ($H_{100} = 30$; 52,5 vuoden iässä, kokonaiskasvu 427 m³/ha ja keskimääräinen vuotuinen kasvu 8,1 m³/ha). Saattaa olla, että metsätyypin määrittäminen ei ollut vertauskelpoinen näillä Punkaharjun koealoilla tai muut paikalliset kasvutekijät ovat vaikuttaneet hyvään kasvuun. Nähdään, että muutaman koealan tuloksien vertailu yleistettyihin kasvu- ja tuotostaulukoihin on kyseenalaista. Tärkeimpien puulajien kohdalla tehtiin kuitenkin jonkin verran kasvuvertailua kotimaisiin puulajeihin, jolloin vertailun pohjana käytettiin ensisijaisesti Lähteen ym. (1982) sekä em. osastojen pysyvien koealojen tuloksia.

Rungon laadun vertailu perustuu pääasiassa tukkipuuprosenttiin, runkoa kohti olevaan tukkimäärään, rungon suoruuteen ja tyvitukin oksien paksuuteen. Vain siperianpihdan (*Abies sibirica*), siperianlehtikuusen (*Larix sibirica*) ja lehtikuusihybridien laatu luokiteltiin ”hyväksi”. Vertailuaineiston puutteesta johtuen vertailua istutettujen kotimaisten havupuulajien laatuun ei voitu tehdä.

Luontaisen uudistumisen vertailua heikentää metsiköiden nuori ikä (taulukko 7). Monessa metsikössä tiheys oli suuri ja edellytykset luontaiselle uudistumiselle olivat heikot. Vuoden 1980 harvennuksen jälkeen luontainen uudistuminen on selvästi lisääntynyt monissa metsiköissä ja voidaan olettaa, että tulevien vuosien kuluessa se voi lisääntyä monien puulajien kohdalla. Hyvä esimerkki on siperianpihta (*Abies sibirica*), joka jo noin 50 vuoden iässä uudistuu verraten hyvin. Vanhemmalla iällä syntyy erittäin runsaasti luonnontaimia. Kaikkien lehtikuusilajien luontainen uudistuminen on ollut verrattain hyvä.

Heikinheimon Etelä-Suomeen perusta-

mien havupuulajien kestävyys ja tuhoalttiuden vertailu tehtiin sekä taimikkovaiheen että metsikön varttuneen vaiheen tietojen perusteella (taulukko 8). Lajien kestävyys hallaa ja pakkasta vastaan on ollut ensisijainen kriteeri. Arimmat lajit kuuluvat jalokuusi-, valesypressi-, tuija- ja hemlokkisuihuihin. Kestävimät suvut ovat lehtikuusi-, kuusi- ja mäntysuvut. Nuoruusvaiheessa douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*) on ollut arka monille tuhoille, mutta varttuneessa vaiheessa lajin kestävyys on osoittautunut kohtalaisen hyväksi.

Viimeisen 25 vuoden kuluessa tiettyjen puulajien kestävyys on muuttunut jonkin verran, mutta pääasiassa tilanne on edelleen samanlainen kuin Heikinheimon (1956) luokituksessa. Muutokset ovat kaikki huonompaan suuntaan: honshunpihta (*Abies mariesii*) ja sitkankuusi (*Picea sitchensis*) arvioitiin nyt aroksi lajeiksi, koska ne eivät ole menestyneet muualla kuin Solbölen mereisissä olosuhteissa. Engelmanninkuusi (*Picea engelmannii*), valkokuusi (*Picea glauca*) ja albertanvalkokuusi (*Picea glauca* var. *albertiana*) arvioitiin verraten aroksi lajeiksi sienitautien lisääntymisen johdosta. Voidaan arvioida, että varsinkin nuoruusvaiheessa monien varjossa viihtyvien lajien, kuten jalokuusilajien, hallan ja pakkasen kestävyys olisi ollut suurempi, jos useampia metsiköitä olisi perustettu verhopuuston alle. Näyttää siltä, että rungoissa esiintyvät sienitaudit ovat lisääntymässä monissa jalokuusi- ja kuusilajien varttuneissa metsiköissä.

Jo 1950-luvun mittauksien perusteella Heikinheimo teki tärkeimpien ulkomaisten puulajien rotujen vertailua. Samoista puulaeista tehtiin nyt uusi alkuperien ja provenienssin vertailu viimeisten mittauksien perusteella (taulukko 9). Vertailu perustuu ainoastaan niihin kokemuksiin, jotka saatiin Heikinheimon Etelä-Suomessa olevista viljelmistä. Pääkriteerit vertailussa olivat kasvu ja laatu. Melkein kaikkien jalokuusilajien ja myös eräiden muiden lajien kohdalla aikaisemmat pienet erot eri alkuperien tai provenienssin välillä ovat hävinneet viimeisen 25 vuoden aikana. Monien lajien eri rotujen erot ovat vakiintuneet. Viimeiset mitaustulokset ovat paljastaneet myös uutta tietoa eri alkuperien ja provenienssin paremmuudesta seuraavissa lajeissa: lännenpihta (*Abies lasiocarpa*), kurilienlehtikuusi (*Larix gmelinii* var. *japonica*), olganlehtikuusi (*Larix gmelini*

nii var. *olgensis*), valkokuusi (*Picea glauca*), ajaninkuusi (*Picea jezoensis*), mustakuusi (*Picea mariana*), kontortamänty (*Pinus contorta* var. *latifolia*), vuorimänty (*Pinus mugo*) ja douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*).

Neljä tärkeintä havupuusukua Heikinheimon aineistossa ovat jalokuusi, lehtikuusi, kuusi ja mänty. Niiden pääominaisuudet Suomessa kasvatettuina esitetään sivulta 48 alkaen.

Taulukko 8. Ulkomaisten havupuulajien kestävyys ja tuhoalttiuden vertailu Etelä-Suomessa (50–55 vuoden iässä).

Table 8. Comparison of the frost-hardiness and resistance against pests of exotic conifer species (age 50–55 years) in southern Finland.

täysin tuhoutuneet lajit — failed completely

<i>Abies faxoniana</i>	<i>Pinus flexilis</i>
<i>Abies homolepis</i>	<i>Pinus heldreichii</i> var.
<i>Abies recurvata</i>	<i>leucodermis</i>
<i>Abies sutchuenensis</i>	<i>Pinus nigra</i>
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	<i>Pinus ponderosa</i>
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	<i>Pinus strobus</i>
<i>Picea schrenkiana</i>	

arat lajit — sensitive

<i>Abies alba</i>	<i>Chamaecyparis pisifera</i>
<i>Abies amabilis</i>	<i>Picea sitchensis</i>
<i>Abies cephalonica</i>	<i>Picea wilsonii</i>
<i>Abies grandis</i>	<i>Pinus monticola</i>
<i>Abies mariesii</i>	<i>Thujaopsis dolabrata</i>

verraten arat lajit — moderately hardy/resistant

<i>Abies concolor</i>	<i>Picea glauca</i> var. <i>albertiana</i>
<i>Abies fraseri</i>	<i>Pinus koraiensis</i>
<i>Abies holophylla</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
<i>Abies koreana</i>	<i>Taxus cuspidata</i>
<i>Abies lasiocarpa</i>	<i>Thuja koraiensis</i>
<i>Abies nordmanniana</i>	<i>Thuja occidentalis</i>
<i>Larix kaempferi</i>	<i>Thuja plicata</i>
<i>Larix occidentalis</i>	<i>Tsuga caroliniana</i>
<i>Picea asperata</i>	<i>Tsuga diversifolia</i>
<i>Picea engelmannii</i>	<i>Tsuga heterophylla</i>
<i>Picea glauca</i>	

kestävät lajit — hardy/resistant

<i>Abies balsamea</i>	<i>Picea glehnii</i>
<i>Abies nephrolepis</i>	<i>Picea jezoensis</i>
<i>Abies sachalinensis</i>	<i>Picea koyamai</i>
<i>Abies sachalinensis</i> var.	<i>Picea mariana</i>
<i>mayriana</i>	
<i>Abies sibirica</i>	<i>Picea omorika</i>
<i>Abies veitchii</i>	<i>Picea pungens</i>
<i>Larix decidua</i>	<i>Pinus banksiana</i>
<i>Larix gmelinii</i> var. <i>gmelinii</i>	<i>Pinus cembra</i>
<i>Larix gmelinii</i> var. <i>japonica</i>	<i>Pinus contorta</i> var. <i>latifolia</i>
<i>Larix gmelinii</i> var. <i>olgensis</i>	<i>Pinus mugo</i>
<i>Larix sibirica</i>	<i>Pinus peuce</i>
<i>Larix hybridit</i>	<i>Tsuga canadensis</i>

Taulukko 9. Ulkomaisten havupuulajien kasvun ja laadun suhteen parhaat alkuperät ja provenienssit Etelä-Suomessa.

Table 9. The most suitable origins and provenances, with respect to yield and quality, of exotic conifers in southern Finland.

Abies alba

ei selviä eroja.
no clear differences.

Abies balsamea

ei selviä eroja.
no clear differences.

Abies holophylla

ei selviä eroja.
no clear differences.

Abies lasiocarpa

kasvu on ollut parempi Br. Columbian alkuperässä kuin USA:n alkuperässä.
growth better in Br. Columbian origins than in USA origins.

Abies nephrolepis

ei selviä eroja.
no clear differences.

Abies sachalinensis

ei selviä eroja.
no clear differences.

Abies sibirica

ei selviä eroja.
no clear differences.

Larix decidua

kasvu ja laatu on ollut paras sudetilaisessa alkuperässä "Saksa, Jägerndorf, 600 + m" ja alkuperässä "Skotlanti".
growth and quality best in the Sudetan origin "Germany, Jägerndorf, 600 + m" and the provenance "Scotland".

Larix gmelinii var. *gmelinii*

kuten 50-luvulla parhaimpia viljelmiä ovat Punkaharjulla n:ot 104 ja 132, joiden siemenet ovat Etelä-Sahalinilta.
as in the 1950's best stands are n:o's 104 and 132 at Punkaharju, the seed of which is from South Sakhalin.

Larix gmelinii var. *japonica*

parhaimpia tuloksia on saatu Sahalinin ja Kurilien siemenistä. Myös Punkaharjun paikallisesta siemenestä kasvatetut nuoret viljelmät ovat kasvanet nopeasti. Näyttää siltä, että Korean alkuperä ei sovi Suomen ilmastoon.
best results from Sakhalin and Kuril seed. Also young stands of locally gathered seed have grown well. Appears that Korean seed is unsuitable for Finnish conditions.

Larix gmelinii var. *olgensis*

epätarkka alkuperä "Korea" (Punkaharjun viljelmät 102 ja 103) näyttää olevan paras.
the unspecific origin "Korea" (stands 102 and 103 at Punkaharju) appears best.

Larix sibirica

kaikissa suhteissa selvästi paras provenienssi on "Raivola".
"Raivola" is the best provenance in all respects.

Picea engelmannii

ei selviä eroja.
no clear differences.

Picea glauca

läntiset alkuperät ovat menestyneet paremmin kuin New Brunswickin alkuperät.
western origins have succeeded better than the New Brunswick origins.

Picea glauca var. *albertiana*

kaikki viljelmät ovat alkuperää "Alberta, Olds" ja niiden kasvu on ollut yhtä hyvää kuin päälajin Albertan alkuperässä.
all stands are of the origin "Alberta, Olds" and growth has been equal to that of Albertan origins in the main species.

Picea glehnii

ainoa epätarkka alkuperä ei ole menestynyt muualla kuin Solbölessä.
the single unspecific origin has only succeeded in Solböl.

Picea jezoensis

kuudesta eri siemenestä kasvu saattaa olla vähän parempi alkuperässä "Hokkaido, Kotoni, 43°4' × 141°15'".
of 6 seed sources growth perhaps slightly better in the origin "Hokkaido, Kotoni, 43°4' × 141°15'".

Picea mariana

selviä eroja itä- ja länsialkuperien välillä ei ole.
no clear differences between east and west origins.

Picea omorika

ne Punkaharjun viljelmät, jotka on kasvatettu "Mustilan" siemenestä, ovat kasvanet paremmin kuin viljelmät, joissa käytetty siemen on tuotu suoraan Balkanilta.
stands at Punkaharju grown from Finnish "Mustila" seed have grown better than stands grown from seed of direct Balkan origin.

Pinus banksiana

metsiköiden pieni määrä vaikeuttaa johtopäätöksen tekoa, mutta näyttää siltä, että sisämaan Saskatchewan alkuperä on parempi kuin Br. Columbian alkuperä. Kasvu on hyvä Ontarion siemenestä kasvatetuissa nuoremmissa viljelmissä.
only small number of stands but appears that interior Saskatchewan origin is better than Br. Columbian origin. Also good growth in young stands of Ontario seed.

Pinus cembra

päätöksen tekoa vaikeuttaa se, että monien viljelmien alkuperästä ei ole varmaa tietoa. Parhaisiin viljelmiin kuuluvat Punkaharjun viljelmät 100, 248, 290 ja 316.
many stands of unknown origin. Best stands are at Punkaharju, n:o's 100, 248, 290 and 316.

Pinus contorta var. *latifolia*

monet alkuperät ovat menestyneet hyvin, mutta muita poikkeuksellisesti parempaa alkuperää ei löydy. "Alberta, Spirit Riverin" alkuperän ainoa viljelmä on kasvanut erittäin hyvin. Rinnakkaisalkuperäkoeksarjoissa Br. Columbian eteläosan alkuperistä "Upper Hat Creek" on ollut nopeakasvuinen ja Albertan alkuperä "Cypress Hills" on kasvanut muita hitaammin.
many origins have grown well, but no clearly superior origin. The single stand of origin "Alberta, Spirit River" has grown very well and probably best Canadian seed for use in southern Finland comes from either side of latitude 55°N. In the adjacent origin trials, of the origins from southern Br. Columbia "Upper Hat Creek" has grown well and the Albertan origin "Cypress Hills" has grown slower than others.

Pinus mugo

selviä eroja sveitsiläisten eri alkuperien välillä ei ole, mutta näyttää siltä, että tanskalaisen provenienssin (tuntematon alkuperä) kasvu olisi hitaampaa.
no clear differences between Swiss origins but it appears that the Danish provenance (unknown origin) is slower growing.

Pinus peuce

kaikki kolme jäljellä olevaa alkuperää ovat olleet nopeakasvuisia ja paras viljelmä (Ruotsinkylä n:o 366) on alkuperää "Jugoslavia, Makedonia, 800 m".
all 3 remaining origins have been fast growing and the best stand (Ruotsinkylä n:o 366) is of the origin "Jugoslavia, Macedonia, 800 m".

Pseudotsuga menziesii

14 alkuperää on kokeiltu, mutta tuhojen ja metsiköiden pienen koon vuoksi alkuperien välinen vertailu on vaikea. Paras metsikkö (Mustila, koala 5) on alkuperää "Br. Columbia, Upper Fraser River, Quesnel". Rinnakkaisalkuperäkoeksarjassa Solbölessä ei valtapuiden kasvussa ollut merkittäviä eroja viiden tutkitun Br. Columbian alkuperän välillä.
14 origins tried but, because of damages and small area of many stands, comparison of origins difficult. Best stand (Mustila, sample plot 5) of origin "Br. Columbia, Upper Fraser River, Quesnel". In the adjacent origin trials at Solböl no significant differences in the growth of 5 Br. Columbia origins.

14 origins tried but, because of damages and small area of many stands, comparison of origins difficult. Best stand (Mustila, sample plot 5) of origin "Br. Columbia, Upper Fraser River, Quesnel". In the adjacent origin trials at Solböl no significant differences in the growth of 5 Br. Columbia origins.

Thuja plicata

kuten Heikinheimon aikana paras viljelmä on Punkaharju n:o 233, jossa on käytetty siementä eri paikkakunnilta, "Br. Columbia, Celiste + Lemprier + Larch Hills".
as in the 1950's best stand is n:o 233 at Punkaharju, established from seed of mixed origin "Br. Columbia, Celiste + Lemprier + Larch Hills".



Kuva 13. Siperianpihta (*Abies sibirica*), Ruotsinkylä, viljelmä 326, ikä 53 v. Valok. I. Taponen.
 Figure 13. Siberian fir (*Abies sibirica*), Ruotsinkylä, stand 326, age 53 years. Photo I. Taponen.

Abies (jalokuusi)

Metsätaloudellisesti ainoa tärkeä laji jalokuusisuvussa on siperianpihta (*Abies sibirica*) (kuva 13). Yleisesti ottaen sen laatu on hyvä, mutta tuotos jää alhaiseksi verrattuna euroopanlehtikuuseen (*Larix decidua*), siperianlehtikuuseen (*Larix sibirica*) ja kontortamäntyyn (*Pinus contorta*). Palsamipihta (*Abies balsamea*), harmaapihta (*Abies concolor*), ussurinpihta (*Abies holophylla*) ja sahalininpihta (*Abies sachalinensis*) saavuttavat kohtuullisen tuotoksen, mutta vain viimeksimainitun laatu on verrattain hyvä. Muiden lajien laatu on huono (taulukko 6). Vaikka kokemukset ovat vähäisiä, saksanpihdan (*Abies alba*) ja sahalininpihdan (*Abies sachalinensis*) viime vuosien kehitys Etelä-Suomessa on ollut odotettua parempi. 50–55 vuoden iässä monen lajin puuston tukkipuusoisuus on melko pieni ja tyvitukin oksat ovat paksuja verrattuna lehtikuusi- ja kuusisuvun lajeihin. Muita yleisiä laatuviikoja ovat mutkaisuus ja haaralattvaisuus, jotka johtunevat toistuneista hallavaurioista. Useissa lajeissa rungon elävän latvan osuus on suuri ja oksien luontainen karsiutuminen on huonoa.

Suku on varjoa kestävä ja 50–55 vuoden iässä sahalininpihta (*Abies sachalinensis*) ja japaninpihta (*Abies veitchii*) ovat usein uudistuneet erittäin hyvin ja palsamipihta (*Abies balsamea*), ohotanpihta (*Abies nephrolepis*) ja siperianpihta (*Abies sibirica*) verrattain hyvin. Suvussa on sekä kestäviä että arkoja lajeja. Kestävimät lajit ovat palsamipihta (*Abies balsamea*), lännenpihta (*Abies lasiocarpa*), ohotanpihta (*Abies nephrolepis*), sahalininpihta (*Abies sachalinensis*), siperianpihta (*Abies sibirica*) ja japaninpihta (*Abies veitchii*). Kokeillut kiinalaiset jalokuusilajit *Abies faxoniana*, nikonpihta (*Abies homole-*

pis), *Abies recurvata* ja *Abies sutchuenensis* ovat täysin tuhoutuneet kovina pakkastalvina. Myös muissa jalokuusilajeissa tuhojen pääaiheuttajat ovat olleet pakkanen ja halla sekä lisäksi kuivuus ja sienituhot. Seuraavat jalokuusilajit on syytä mainita koristepuulajeina: purppurapihta (*Abies amabilis*), harmaapihta (*Abies concolor*), koreanpihta (*Abies koreana*), lännenpihta (*Abies lasiocarpa*), ohotanpihta (*Abies nephrolepis*), sahalininpihta (*Abies sachalinensis*), siperianpihta (*Abies sibirica*) ja japaninpihta (*Abies veitchii*).

Larix (lehtikuusi)

Lehtikuusilajeista euroopanlehtikuusi (*Larix decidua*) ja siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*) näyttävät olevan yhtä tuottoisia. Siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*) on laadultaan parempi kuin euroopanlehtikuusi (*Larix decidua*) tarkasteltaessa rungon suorutta, tukkipuuprosenttia tukkiosan pituutta runkoa kohden, oksan paksuutta ja rungon kaltevuutta. Siperianlehtikuusen (*Larix sibirica*) kuntokin on hyvä ja sitä voidaan pitää Suomen lupaavimpana ulkomaisena puulajina. Heikinheimon aineiston siperianlehtikuusen (*Larix sibirica*) tuotostulokset tukevat Vuokilan (1960) lajille saamia tuotosarvoja mutta Vuokilan tuotosvertailut kotimaisiin havupuulajeihin eivät tue aiempaa (mm. Ilvessalo 1916) ja vielä varsin yleisesti hyväksyttyä olettamusta, että siperianlehtikuusen (*Larix sibirica*) tuotos olisi kotimaisia puulajeja parempi. Tarvitaankin uusia kokeita, joissa kasvatetaan rinnakkain siperianlehtikuusta, kotimaista kuusta ja mäntyä.

Edellämainittuihin lajeihin verrattuna dahurianlehti-

kuusi (*Larix gmelinii*) on vähemmän tuottoisa ja laadultaan euroopanlehtikuusen (*Larix decidua*) kaltainen. Olganlehtikuusen (*Larix gmelinii* var. *olgensis*) rungot ovat suurempia kuin dahurianlehtikuusen (var. *gmelinii*) ja kurilienlehtikuusen (var. *japonica*). Lehtikuusen yläosissa on usein runsaasti pieniä mutkia. Mahdollisista mutkaisuuden aiheuttajista ollaan epävarmoja, mutta luonnollisen kasvutavan lisäksi epäillään kevähallan tuhonnetun päätesilmun, minkä jälkeen sivusilmusta kehittyvät latva. Mutkia kehittyi koko kiertoajan, mutta rungon alaosan mutkat peittyivät paksuuskasvuun. Vaikka luontainen karsiutuminen on hyvä, on muistettava, että kaikkien kolmen lajin laatua voidaan karsimalla mahdollisesti parantaa.

Lehtikuusen luontainen uudistuminen ei ole kovinakaan runsasta, mutta sitä esiintyy kaikilla lajeilla eri koikeilualueissa. Luontainen uudistuminen on onnistunut parhaiten suurimmissa metsiköissä ja erityisesti Punkaharjulla. Pienissä metsiköissä saattaa pölytys muodostua ongelmalliseksi ja runsaassa valossa rehevöityvä pintakasvillisuus vaikeuttaa taimien kehitystä. Kun pintakasvillisuus on poistettu, lehtikuusen taimia on yleensä löydettävissä. Punkaharjulla (viljelmä n:o 9) siemenpuuhakkuu yhdessä kevyen maanmuokkauksen kanssa on antanut hyviä tuloksia luontaisesta uudistumisesta.

Suomessa lehtikuusen kunto ja taudinkestävyys on havaittu hyväksi. Solbölessä lukuisat nuoret metsiköt ovat olleet muutaman kesän ajan isolehtikuusenpistiäisen (*Pristiphora erichsonii*) vaivamia, mutta seuraukset eivät ole olleet tuhoisia. Lehtikuusi näyttää olevan vastustuskykyisempi maannousemasientä (*Fomes annosus*) vastaan kuin kuusi tai mänty. Muualla lehtikuusensyöpä (*Lachnellula willkommii*) on tehokkaasti estänyt euroopanlehtikuusen viljelyn puun luontaisen levinneisyysalueen ulkopuolella. Kurkela (1981) toteaa, että myös Suomessa tauti on merkittävä este euroopanlehtikuusen (*Larix decidua*) kasvatukselle. Siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*) on selvästi eurooppalaista kestävämpi ja kestävimpiä ovat itäaasialaiset lehtikuuset. Heikinheimo (1956) korosti, että metsätyyppi on merkittävä tekijä lehtikuusen kasvun ja kunnan kannalta, ja että veden vaivamia maita olisi syytä välttää. Rinnemaan OMT- ja MT-kasvupaikat ja entiset pellot soveltuivat hyvin lehtikuuselle.

Lehtikuusen puuaines on verrattain lujaa ja kestävä (Sairanen 1982). Se soveltuu hyvin ulkokäyttöön. Muualla Euroopassa lehtikuusen laudat ja paalat ovat arvokkaita ja paljon käytettyjä puutarhojen, puistojen ja peltojen aidoissa. Lehtikuusisulfaatti soveltuu hyvin korkeata repäisyjuutusta vaativien paperien raaka-aineksi (Hakkila ja Winter 1973). Lehtikuusen sydänpuun väri on usein miellyttävän punainen ja siitä saa hyvää panelia. Suomessa on valmistettu arvokkaita viiluja karsiutuista lehtikuusen tukeista.

Euroopanlehtikuusi (*Larix decidua*), dahurianlehtikuusi (*Larix gmelinii*) ja siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*) ovat Suomessa laajasti koristepeupina käytettyjä lajeja. Siihen ne näyttävät soveltuvan hyvin.

Picea (kuusi)

Kokeilluista lajeista yksikään ei pysty kilpailemaan tuotoksessa ja laadussa kotimaisen kuusen kanssa, mutta eräät lajit ovat koristeellisuutensa vuoksi arvokkaita. Yleisesti ottaen 50—55 vuoden ikään mennessä kuusilajit ovat vähemmän tuottoisia kuin suurin osa jalokuusi-, lehtikuusi- tai mäntylajeista. Sen lisäksi siihen mennessä

kuusilajit ovat tuottaneet vähemmän tukkeja kuin monet jalokuusi- ja lehtikuusilajit. Koreankuusen (*Picea koyamai*) viimevuosien kehitys on ollut huonompi kuin sen hyvä alkukehitys antoi aihetta odottaa.

Suvulle on ominaista elävän latvan suuri osuus, usein yli 60 % puun pituudesta, minkä vuoksi puustot on kasvatettu tiheinä. Tietyt lajit ovat laadultaan verraten hyviä, esim. engelmänninkuusi (*Picea engelmannii*) ja valkokuusi (*Picea glauca*), mutta monen lajin laatu on huono, esim. mustakuusen (*Picea mariana*) ja okakuusen (*Picea pungens*). Suvun oksat ovat kohtuullisen ohuita ja niitä on paljon. Luontainen karsiutuminen on huonoa ja monen lajin koolleet oksat säilyvät maan tasalle saakka. Rungon kaltevuus on yleinen vika, mutta mutkikkaita tai haaroittuneita runkoja on vähän. 50—55 ikävuoteen mennessä kuusisuvun luontainen uudistuminen on yleensä huono.

Ulkomaisten kuusilajien kunto Suomessa ei ole kovinkaan hyvä. Suku on arka pakkaselle ja neulastuhoja on melko runsaasti. *Cucurbitaria piceae* on lisääntymässä varsinkin valkokuusen (*Picea glauca*) ja okakuusen (*Picea pungens*) ja jossain määrin engelmänninkuusen (*Picea engelmannii*) ja mustakuusen (*Picea mariana*) viljelmissä. Monen viljelmän puita on kuollut tai niitä on harvennussissa poistettu niiden huonon kunnan vuoksi. Mainittavimmat kuusikoristepuulajit ovat: valkokuusi (*Picea glauca*), glehninkuusi (*Picea glehnii*), ajaninkuusi (*Picea jezoensis*), serbiankuusi (*Picea omorika*), mustakuusi (*Picea mariana*) ja *Picea pungens* var. *glauca*.

Pinus (mänty)

Kontortamänty (*Pinus contorta*) ja makedonianmänty (*Pinus peuce*) ovat ainoat nopeakasvuiset ulkomaiset mäntylajit Suomessa. Makedonianmänty (*Pinus peuce*) on kehittynyt selvästi paremmin varttuneessa vaiheessa kuin tuhojen vaivamassa nuoruusvaiheessa. Yksikään mäntylaji ei ole niin hyvälaatuista kuin kotimainen mänty. Kaikissa kokeilluissa mäntylajeissa puuston tukkisuus jää pieneksi. Monet rungot ovat mutkikkaita, haaroittuneita tai kallistuneita ja niiden paksujen oksien luonnollinen karsiutuminen on hidasta. Makedonianmänty (*Pinus peuce*) on uudistunut luontaisesti erittäin hyvin monessa viljelmässä, mutta muut lajit, myös sembrämänty (*Pinus cembra*) ja kontortamänty (*Pinus contorta*) ovat uudistuneet hyvin niukasti tai ei ollenkaan. Useat ulkomaiset mäntylajit ovat alttiita monille tuhoille. Tärkeimmät tuho aiheuttajat ovat olleet pakkahan, halla, lumi, kuivuus, tervasrosoruoste (*Cronartium pini*) sekä erityisesti kontortamännnyllä (*Pinus contorta*) lisäksi kärsäkkäät (esim. *Pissodes validostris*) ja mäntypistiäinen (*Neodiprion sertifer*). Seuraavien lajien viljelmät ovat täysin tuhoutuneet Heikinheimon kokeissa: kalliovuoristonmänty (*Pinus flexilis*), harmaarunkomänty (*Pinus heldreichii* var. *leucodermis*), euroopanmustamänty (*Pinus nigra*), ponderosamänty (*Pinus ponderosa*) ja strobusermänty (*Pinus strobus*). Ainoat kohtuullisen kestävät mäntylajit ovat banksinmänty (*Pinus banksiana*), sembrämänty (*Pinus cembra*), kontortamänty (*Pinus contorta*), vuorimänty (*Pinus mugo*) ja makedonianmänty (*Pinus peuce*). Mainittavimmat mäntykoristepuulajit ovat sembrämänty (*Pinus cembra*), vuorimänty (*Pinus mugo*) ja makedonianmänty (*Pinus peuce*).

Tärkeimmät lajit

Yksittäisistä puulajeista Suomen metsätaloudessa on kauan tunnettu mielenkiintoa erityisesti siperianpihdan (*Abies sibirica*), siperianlehtikuusen (*Larix sibirica*), kontortamännyn (*Pinus contorta*) ja douglaskuusen (*Pseudotsuga menziesii*) lisäkäyttöä kohtaan. Siperianpihta (*Abies sibirica*) on kasvupaikan suhteen vaatimaton, melko tuottava ja hyvälaatuinen, kaunis puu, joka näyttää olevan kestävä koko Suomessa. Se uudistuu myös luontaisesti hyvin. Lajia voitaisi käyttää enemmän maisemallisesti esimerkiksi ulkoilualueilla ja puistoissa.

Siperianlehtikuusen (*Larix sibirica*) kasvu, laatu ja kunto Suomessa on havaittu varsin hyväksi. Lajin istutusala kasvaa hitaasti vuosittain. Vuonna 1983 istutettiin sitä maassamme yhteensä lähes 1 000 hehtaarin alalle etupäässä Pohjois-Suomeen. Raivolan provenienssiä on käytetty lähes yksinomaan koko maassa. Metsähallituksen kiinnostuksen kohteena on siperianlehtikuusen (*Larix sibirica*) kasvattaminen korkeilla ja runsaslumisilla mailla, mutta perustettujen metsien nuoruuden johdosta on vielä niukasti tietoa lajin menestymisestä myöhemmässä vaiheessa tällaisilla paikoilla. OMT- ja MT-kasvupaikoilla, entisillä pelloilla ja maannousema-alueilla siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*) saattaa olla hyvä vaihtoehto kuuselle tai männylle. Todennäköisesti lehtikuusen kysyntä Suomessa kasvaisi, jos sen käyttömahdollisuudet tunnettaisiin nykyistä paremmin ja saatavan puutavaran erät olisivat suurempia. Tällä hetkellä siperianlehtikuusen siementen niukkuus estää lajin laajemman käytön. Suurin osa käytetystä siemenestä tulee

Keskusmetsälautakunta Tapion siemenviljelystä, Oitista.

Mm. Lähde ym. (1982) ovat kirjoittaneet yksityiskohtaisesti kontortamännyn (*Pinus contorta*) käytöstä Suomessa. Nyt saadut tulokset vahvistavat em. tutkimuksen tuloksia.

Vaikka douglaskuusta (*Pseudotsuga menziesii*) ei voida suositella nykyistä laajempaan taloudelliseen käyttöön, sitä voitaisiin ehkä käyttää enemmän samanlaisessa maisemahoidollisessa merkityksessä kuin siperianpihtaa (*Abies sibirica*). On muistettava, että nuoruusvaiheessa laji on sienituhojen lisäksi arka myös pakkaselle ja hallalle ja istutuspaikan tulisikin olla hallalta suojattu. Esimerkiksi koivun verhopuusto antaisi suojan taimien alkukehitykselle. Douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*) sopii parhaiten reheville metsämaalle. Maassamme on esimerkkejä lajin hyvästä kasvusta ja laadusta paikoissa, joissa alkuperä on ollut sopiva ja kasvupaikan olosuhteet ovat olleet suotuisat.

Lisäksi on syytä mainita jalokuusi-, lehtikuusi-, kuusi-, mänty- ja douglaskuusikoriste-puulajit sekä japaninmarjakuusi (*Taxus cuspidata*), koreantuija (*Thuja koraiensis*) ja kanadantuija (*Thuja occidentalis*).

Ulkomaisen puulajin viljelmää perustettaessa puulajin, alkuperän, metsätyyppin, maaperän ja mikrotopografian valinta ovat tärkeitä. Usein maaperän sopivuutta on liian vähän tutkittu. Tähänastisten tutkimustulosten perusteella ei voida mitään ulkomaista puulajia suositella laajasti käytettäväksi käytännön metsätaloudessa. Lupaavin ulkomainen laji on siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*), ja joissakin olosuhteissa sillä näyttää olevan tiettyjä etuja kotimaisiin havupuulajeihin verrattuna.

KIRJALLISUUS

- Arboretum Mustila Kotikunnas. 1982. 33 s.
- Andrejev, K.A. 1967. Hvoinyje ekzoty juznoi Karelii. Summary: Coniferous exotic plants in southern Karelia. Some problems on selection, seed production physiology of wood species of the North. Karelian Book Publishing House. Petrozavodsk. s. 72—103.
- 1970. Nekotoryje itogi introduksii drevesnyh rastenii v Karelii. Summary: Some results of woody plant introductions in Karelia. Lesn. genetika, selektsija i semenovodstvo. Petrozavodsk. s. 378—372.
- Arnborg, T. 1960. Genom östnorrländska bygder. Sommarexkursionen 1959. Lustgården 41.
- Bialobok, S. 1959. Ausländer-Holzarten auf Versuchsfeldern in Polen. Arch. Forstw. 8(10):865—884.
- Brander, T. 1961. Urjalan Nuutajärven arboretum. Lounais-Hämeen Luonto 2:102—108.
- Börset, O. 1954. Skogreising ved Röros. Tidsskr. Skogbr. 62(12):413—420.
- Caesar, C.J. 1979. Erfahrungen beim Anbau von *Abies grandis* in Ostwestfalen/Lippe. AFZ. 25:688—689.
- Cajander, A.K. 1914. Ulkomaisten puulajien viljelemismahdollisuksista Suomessa. Metsätaloudellinen aikakauskirja 31(12):551—558.
- 1916. Metsänhoidon perusteet I, kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. Porvoo. 735 s.
- 1917. Metsänhoidon perusteet II. Suomen dendrologian pääpiirteet. Porvoo. 652 s.
- 1922. Der Anbau ausländischer Holzarten als forstliches und pflanzengeographisches Problem. Acta For. Fenn. 24(1):1—15.
- Cannellin, Th. 1891. Metsänhoidollinen koetus-asema Mustialassa. Suomen metsänhoitolehti 4:54—55.
- Dengler, A. 1972. Waldbau auf ökologischer Grundlage. s. 45—70.
- Edlund, E. 1966. Den sibiriska lärken i Norrland och Dalarna som skogssträd och industriråvara. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 1966:461—520.
- Forestry Commission. 1957. Exotic forest trees in Great Britain. Bulletin 30. London.
- 1978. Forestry practice. Bulletin 14. London.
- Hackstedt, J. 1908. Muistiinpanoja Punkaharjulla tehdyistä metsänviljelyksistä. Tapio s. 29—33.
- Hagem, O. 1931. Försök med vestamerikanske traeslag. Medd. Vestland. Forstl. Försökssta. 4(2):9—217.
- 1932. Om skogplantning og fremmede treslag. Naturen 6—8: 11—29.
- Hahl, J. 1978. Tuloksia kontortamännyn alkuperäkoekasta Lopella. Metsänjalostussäätiö. Tiedote 4. 6 s.
- Hakkila, P. & Winter, A. 1973. On the properties of larch wood in Finland. Seloste: Suomessa kasvatetun lehtikuusipuun ominaisuuksista. Commun. Inst. For. Fenn. 79(7):1—45.
- Heikinheimo, O. 1927. Raivolan lehtikuusimetsän alue. Helsinki. Valtioneuvoston Kirjapaino.
- 1956. Tuloksia ulkomaisten puulajien viljelystä Suomessa. Referat: Ergebnisse von einigen Anbauversuchen mit fremdländischen Holzarten in Finnland. Commun. Inst. For. Fenn. 45(3):1—129.
- Henriksen, H.A. 1956. Sitkafichte und Douglasie in der dänischen Forstwirtschaft. Allg. Forst Zeitschrift 11:581—583.
- Holmsgaard, E. 1966. Nadelholzanbau in Dänemark. Forstwissens. Cbl. 1(2):38—59.
- Ilvessalo, L. 1913. Versuche mit ausländischen Holzarten im Staatsforst Vesijako. Acta For. Fenn. 2(2):1—18.
- 1916. Lehtikuusen viljely Suomessa. Suomen metsänhoitoyhdistyksen erikoistutkimuksia 5:1—108.
- 1920. Ulkomaisten puulajien viljelymahdollisuudet Suomen oloja silmälläpitäen. Referat: Ueber die Anbaumöglichkeit ausländischer Holzarten mit spezieller Hinsicht auf die finnischen Verhältnisse. Acta For. Fenn. 17.
- 1923. Raivolan lehtikuusimetsä. Referat: Der Lärchenwald bei Raivola. Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisu 5(3):1—87.
- Kempe, S.M. 1940. Arboretum Drafle 1890—1939. Summary in English 54 s.
- Kiellander, C.L. 1951. Främmande barrträd. Svensk växtförädling. Stockholm. s. 711—758.
- 1963a. Försök med olika barrträd på Grensholm i Östergötland jämte något om murraytallens skogliga egenskaper. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 1963: 53—92.
- 1963b. Experiences and present situation of foreign tree species and provenances in Sweden. World Consult on Forest Genetics and Tree Improvement. Stockholm.
- Kiellander, C.L. & Stefansson, E. 1953. Resa till Norge och Finland för studium av främmande barrträd. En reseberättelse. Norl. SkogsvFörb. Tidskr. 1953: 85—129.
- Knell, G. 1966. Vorkommen und Verbreitung der Douglasie in der Bundesrepublik. Allg. Forst Zeitschr. 21:579—581.
- Kujala, V. 1932. Havaintoja Kanadan tärkeimmistä puulajeista. Suomen metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja 2:19—41.
- Kukkonen, I. 1979. Pehr Kalm ja Sipsalon koetila — kappale Suomen kulttuurihistoriaa. Dendrologian Seuran tiedotuksia 10(3):99—106.
- Kurkela, T. 1981. Metsän taudit. Helsingin Yliopisto, kasvipatologian laitos. Moniste. s. 112.
- Laasasena, J. 1976. Männyn, kuusen ja koivun kuutioimisytälöt. Metsänarvioimistieteen lisensiaattityö. Helsingin Yliopisto.
- Lassila, I. 1916. Kokeilut ulkomaalaisilla puulajeilla Nikkarilan metsänvartijakoulun harjoitusalueella. Metsätaloudellinen Aikakauskirja 33(8—9):315—332.
- Lehtisalo, U. 1915. Kokeista ulkomaalaisilla havupuulajeilla Tuomarniemen taimitarhoissa. Metsätaloudellinen Aikauskirja 32(8—9):341—355.
- Leppänen, T. 1979. Kuutioimislaadintekniikka, erityissovellutuksena kontortamänty. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laudaturtyö.
- Lines, R. 1966. Choosing the right provenance of lodgepole pine. Scott. For. 20(2):100.

- 1970. Notes on provenance of coniferous forest tree seed for use in Scotland. *Scott. For.* 24(1):10—13.
- Lähde, E., Nieminen, J., Etholén, K. & Suolahti, P. 1982. Varttuneet kontortametsiköt Suomen eteläpuoliskossa. Older lodgepole pine stands in southern Finland. *Folia For.* 553.
- Mayer, U. 1977. Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. s. 113—124.
- Mitchell, A. 1974. A field guide to the trees of Britain and Northern Europe. London 1974. 415 s.
- 1978. A field guide to the trees of Britain and Northern Europe. 2nd edition. 416 s.
- Nitzelius, T. 1958. Boken om träd. Stockholm. 469 s.
- 1962. Ekolsunds arboretum och barrträdkollektion. *Lustgården* 43:5—51.
- Nordberg, S. & Havo, T. 1908. Ulkomaalaisten neulaspuiden menestymisestä Evon kruununpuustossa. Suomen metsänhoitoyhdistyksen julkaisuja 25:135—158.
- Palosuo, V.J. 1938. Tutkimus lehtikuusen luontaisesta uudistumisesta eräissä suomalaisissa lehtikuusikoissa. *Metsätiet. tutkimusl. julk.* 27.
- Petrov, M.F. 1970. Kultury kedra v Karelii. *Lesn. Hozjaistvo* 9:80—82.
- Pirags, D.M. 1979. Duglasija v Latviskoi SSR. Riga. 155 s.
- Pälä, E. & Takala, P. 1956. Hörtsänän dendrologisen puutarhan ulkolaiset havupuulajit. Helsingin yliopisto. Metsänhoitotieteen laudaturtyö.
- Remröd, J. 1976. En produktionsprognos för nordfölyttade granproviensner. Institutet för skogsförbättring, Skogsträdsförädling, *Information* 1976/77(5). 4 s.
- 1977. Contortatalen. *Skogs- och Landbr. akad. Tidskr.* 116:119—149.
- Remröd, J., Strömberg, S., Andersson, D.G. & Alfjorden, G. 1977. Främmande granarter i norra Sverige, Summary: Results from experiments with introduced spruces and firs in Northern Sweden. Institutet för Skogsförbättring 1976:117—169.
- Reuter, E. 1918. Lehtikuusikokeilut Tornionjokivarrella. *Metsätaloudellinen aikakauskirja* 35(10):294—297.
- Robak, H. 1946. Litt om den skotske lerkerasen og den historie. *Tidsskr. for skogsbruk* 54. 159 s.
- 1948. Lerkekreft of frost. *Skogen og klimete.* Bergen 1948:79—86.
- 1955. Fremmande nåletreslag i Nord-Norge. *Tidsskr. for skogsbruk* 63:4—16.
- Rokio, I. 1908. Kiteen lehtikuusipuisto. *Tapio* 2(1909):46—50.
- Sairanen, P. 1982. Lehtikuusen ominaisuudet ja käyttö Neuvostoliiton mekaanisessa metsäteollisuudessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 72.
- Sarvas, R. 1964. Havupuut. WSOY, Porvoo. 518 s.
- Schiotz, J. 1897. 25-aarsberetning om skogbeplantningen af Trondhjems bymark 1872—96. Trondhjems kommuneforhandlingen.
- Schotte, G. 1917. Lärken och dess betydelse för svensk skogshushållning. *Medd. Skogsförs. Anst.* (13—14):529—842.
- Smitt, A. 1921. Beretning om en forstlig studiereise til Nord-Amerikas stillehauksyst. *Medd. Vestland. Forstl. Forsökssta.*
- Soest van, J. 1956. Niederländische Erfahrungen mit ausländischen Nadelholzarten. *Allg. Forst Zeitschr.* 11:593—596.
- Stefansson, E. 1957. Försök med olika barrträd vid Avardo och Muråsen i Frostviken. Summary in English. *Norrl. SkogsvFörb. Tidskr.* 1957(2):129—270.
- Sylvén, N. 1945. Hårdigheten hos barrträden i våra parker och planteringar. *Lustgården* 25—26:113—252.
- Tammelaender, K. 1914. Ulkomaalaisia, meillä viihtyviä havupuita. *Metsätaloudellinen Aikakauskirja* 31(1):13—20.
- Tigerstedt, A.F. 1922. Arboretum Mustila. Summary: Report on experiments with trees and shrubs of foreign origin in Mustila 1901—1921. *Acta For. Fenn.* 24(2):1—231.
- Tigerstedt, P.M.A. 1978. Douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) 70 vuotta Suomessa. *Dendrologian Seuran Tiedotuksia* 4:107—121.
- Tigerstedt, P.M.A. & Uosukainen, M. 1981—82. Mustilan arboretum — parhaiten menestyneet puut. *Puutarha* 84.1—12.1981, *Puutarha* 85.1—5.1982.
- Weissenberg von, K. 1978. Seventy years' experience of lodgepole pine in England. *IUFRO Working Parties* S2.02. Vancouver, Kanada 20.—24.1978.
- Wiksten, Å. 1962. Några exempel på den sibiriska lärkens (*Larix sibirica*, Ledeb.) produktionsförmåga i Sverige. Summary: Some examples of the yield for Siberian larch in Sweden. *Medd. från statens skogsforskningsinstitut.* Band 51(6). 43 s.
- Vuokila, Y. 1960. Siperialaisten lehtikuusikoiden kehityksestä ja merkityksestä maamme metsätaloudessa. On development of Siberian larch stands and their importance to forestry in Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 52(5):1—111.
- Vuokila, Y., & Väliaho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 99(2):1—271.
- Wood, R.F. 1974. Fifty years of forestry research. *Forestry Commission Bulletin* 50. London 134 s.

Total of 82 references.

SUMMARY

Older forest trials of exotic conifer species in Finland

Introduction

The study of exotic tree species in Finland has long been a responsibility of the Department of Silviculture of the Forest Research Institute. Prof. Olli Heikinheimo established the largest single series of conifer and broadleaf trials during the 1920's and 1930's and described their silvicultural condition at approximately age 25 years (Heikinheimo 1956).

In the late 1970's, when the trials were approximately 50—55 years old, it was decided to re-inventory and thin all of Heikinheimo's trials. The objective of the inventory was to assess the development of exotic tree species, in different localities, with respect to their growth and yield, stem quality and condition. Under Lähde's supervision Silander planned and executed the fieldwork. Werren calculated and analysed the results and wrote the manuscript with the help of Etholén. Lähde edited the final draft.

Heikinheimo's trials of exotic broadleaf species were omitted from this study due to their limited representation.

The list of species is shown in appendix 1.

Study material

The study material included all conifer stands inventoried by Heikinheimo (1956), most being owned by the Forest Research Institute. The majority of these stands were of biological age (from germination) 50—55 years. It was for special interest that a few additional stands, not measured by Heikinheimo, were also measured.

Figure 1 (p. 15) shows the location of the experimental areas. Fieldwork began in summer 1979 at Punkaharju and the remaining areas were inventoried in 1980.

Measurements

The stands were of various sizes and the following sample plot types were used:

sample plot type	measurements
1. permanent sample plots, area $\geq 0,05$ ha, removals measured from thinnings	stand volume (present and removed) and other yield dimensions, stand quality and condition
2. temporary sample plots, area = 0,05 ha, removals measured from stumps	—'—
3. small tree groups (<0,05 ha) and irregular shaped stands, only dominant trees measured	yield dimensions (excluding volume), stand quality and condition
4. major part of stand destroyed, stem number <250/ha, only dominant trees measured	—'—
5. stand destroyed	assessment of cause of failure

In total, 656 stands were inventoried of which 80 had failed completely. In the remaining 576 stands the distribution of sample plot types was as follows:

sample plot type	number	%
1	112	19
2	131	23
3	195	34
4	138	24

As far as possible, sample plot types 1 and 2 were located so that "edge trees" were omitted. However, plot types 3 and 4 often contained edge trees.

In plot types 1 and 2 a representative number of sample trees were measured for volume assessments. Quality and condition sample trees were a sub-sample of the volume sample trees and included all those of dbh equal to or greater than the median dbh of the stand. In plot types 3 and 4 dominant trees only were measured for volume, quality and condition.

For permanent sample plots (type 1) measurements of removals were obtained from records. In type 2 temporary sample plots the only available method of assessing removals was from stumps and all stumps with a diameter equal to or greater than 10 cm at the felling neck were measured.

The types of yield, quality and condition measurements made are defined in appendix 2. Identification of past damages and their causes was often difficult.

Analysis

The analysis was divided into three sections:

1. general site description and stand history
2. growth and yield
3. stem quality and condition

All calculations of results were done by computer. Appendix 2 defines the calculation methods for the results given in appendix 3a.

For each genus, volumes were calculated using one of two standard Finnish volume functions (Laasasenaho 1977) as follows:

genus	volume function
<i>Larix</i>	<i>Pinus sylvestris</i>
<i>Pinus</i>	
<i>Pseudotsuga</i>	
<i>Tsuga</i>	
<i>Abies</i>	<i>Picea abies</i>
<i>Picea</i>	
<i>Taxus</i>	
<i>Thuja</i>	
<i>Thujopsis</i>	

This standardization of volume functions was necessary due to the lack of other genus-specific functions. The choice of appropriate volume function for each genus was based mainly on similarity of stem form. In some genera, suitability of the selected function may be questionable but the resulting inaccuracies are unlikely to be large. Separate volume functions have since been developed for the most important exotic species, namely *Larix sibirica* and *Pinus contorta* (Leppänen 1979), and in the latter the volumes obtained are only 0,1 % larger than when calculated with the *Pinus sylvestris* function (Lähde et al 1982). When comparing volume growth and yield results greatest trust was placed in permanent sample plots. However, often the estimate of removals (from stumps) in temporary sample plots were similar to those in permanent plots, for similar stands, and in such instances removals from type 2 plots have been treated as trustworthy.

In accordance with the sampling design, quality and condition analyses were performed only on sample trees of dbh equal to or greater than the stand median dbh. In this way the quality and condition results refer to "larger" trees in the stand, which will form the major part of the sawlog crop in a clear cutting. By making this division smaller understorey trees, which will most likely be suitable only for pulpwood, were omitted from the quality and condition analysis.

Results

Appendix 3a contains the results, presented in alphabetical order of species and origin or provenance. As most stands were of similar age, 50–55 years, inspection of sample tree mean sawlog number gives a "summary" of stand quality and condition. Only recent damages and their causes are identified in appendix 3a. Details of earlier damages were obtained from records (tables 3b and 4). Differences between the origins and provenances of the major species (*Larix sibirica*, *Pinus contorta* var. *latifolia* and *Pseudotsuga menziesii*) are described in the text and summarised with those of minor species in table 9.

Abies spp. (firs)

Abies alba (common silver fir)

Slow growth and frosting typical in the establishment phase but the remaining stands have attained sawlog dimensions, although quality is poor. Appears to be successful only in the coastal area of southern Finland.

Abies amabilis (beautiful or red fir)

The Institute's stands are of uncertain origin and their development has been poor due to damage by frost, drought and needle fungi. Dominant height at Solböle 11,5 m. At Mustila trees of a hardier origin have attained 30 metres in height.

Abies balsamea (balsam fir)

A hardy species throughout all Finland. Recent growth has been good. Total volume production in the best stand 395 m³/ha (Ruotsinkylä n:o 276), age 54 years. Poor quality due to crooked stems. Natural regeneration fair.

Abies cephalonica (Grecian fir)

Planted in Solböle only, where growth has been slow. Dominant height 8,5 m at age 48 years.

Abies concolor (Colorado white fir)

Due to its beauty this species is widely used as an amenity tree in Finland. During the last 25 years height and diameter growth have been good. In the only larger stand (Solböle n:o 247) total volume production 370 m³ age 51 years. Several stands contained sawlogs but crooked, forked and leaning trees common. Natural regeneration fair to poor. Frost damage reduced in older growth.

Abies fraseri (southern balsam fir)

In the single stand at Ruotsinkylä growth has been poor and 3/4 of the planting has been destroyed. The largest tree was 19,5 m high with dbh 26 cm, age 54 years. Elsewhere, at Nuutajarvi, growth has been better.

Abies grandis (giant or grand fir)

Of the two plantings all that remains are two solitary, stunted trees. Frost and winter cold have most likely been the cause of failure.

Abies holophylla (Manchurian fir)

Stand n:o 243 at Solböle had total yield 470 m³/ha, dominant dbh 30 cm and dominant height 17,5 m, age 52 years. Stem straightness and quality good, giving moderate sawlog lengths. Poorer development in the smaller plantings.

Abies koreana (Korean fir)

In Solböle, this beautiful but slow growing species had attained height 11,5 m and dbh 27 cm, age 47 years, showing no signs of damage. Plantings at Mustila have also succeeded well.

Abies lasiocarpa (alpine fir)

A hardy species throughout all Finland. When young makes a good amenity tree due to its long, grey needles and pyramidal form. Slow growing and shows signs of poor health already at age 45 years. Best total volume production 245 m³/ha, age 47 years (Solböle, stand n:o 353) (fig. 2, p. 19). Stem quality poor, with forked and crooked stems common, resulting from frost damage. Coning good but natural regeneration poor.

Abies mariesii (Maries's fir)

Seed of unknown origin. Best results at Solböle where the largest tree was 15,5 m high with dbh 35 cm, age 52 years. Frost has done much damage and it appears that this species can attain tree form only in south-west Finland.

Abies nephrolepis (East Siberian fir)

A healthy and relatively slow growing species. The best stand (Ruotsinkylä, n:o 271) had a total volume production of 250 m³/ha, age 54 years. A good amenity tree if slow growth is desired.

Abies nordmanniana (Caucasian fir)

All plantings are small and this species has succeeded reasonably well only in Solböle, where the largest tree was 15,5 m high with dbh 39 cm, age 52 years. Also elsewhere frost damage has destroyed many trees and those remaining are crooked and forked.

Abies sachalinensis (Sakhalin fir)

Development has been very good during the past 25 years, justifying a far more optimistic view of this species than Heikinheimo (1956) and Sarvas (1964) presented. Growth comparable to that of native *Pinus sylvestris* and *Picea abies* (fig. 3, p. 20). Total volume production in the best stand (Solböle, n:o 167) 585 m³/ha (MAI 10,8 m³/ha), age 54 years. Sawlog volume high, but crooked stems and thick branches reduce log quality. In general, natural regeneration excellent. Frost cracks have appeared during hard winters. Growth of the variety *Picea mariana* similar to that of the main species.

Abies sibirica (Siberian fir)

A very promising species which has received wide interest. The results indicate that volume production is inferior to that of native pine and spruce as well as that of the fastest growing exotics (table 5, p. 44). An exceptionally good stand is n:o 18 at Solböle, where total volume production was 500 m³/ha (MAI 9,0 m³/ha), age 56 years. Stems very straight with little taper, resulting in sawlogs of high volume. Branches narrow. Apart from moderately common stem forking, damages few and this species is frost hardy in all Finland.

Abies veitchii (Veitch's silver fir)

This attractive species has proved hardy but quite slow growing in southern Finland. One of the most successful stands is at Lapinjärvi (n:o 3), total volume production 310 m³/ha (MAI 6,7 m³/ha), age 46 years. Many stems straight containing sawlogs. Natural regeneration prolific even in the densest stands. Crown and bark damage caused by frost and at Solböle (stand n:o 218) wounds infected by fungi. In the establishment phase frost, fungal and insect damages quite common (Heikinheimo 1956).

All trials of the Chinese species *Abies faxoniana*, *Abies homolepis*, *Abies recurvata* and *Abies sutchuenensis* have failed, the majority in the establishment phase due to frost damage.

Chamaecyparis spp. ("false" cypresses)

All trials of *Chamaecyparis lawsoniana* and *Chamaecyparis obtusa* failed during hard winters.

Chamaecyparis pisifera (Sawara cypress)

It appears that this is the most hardy cypress species tried. However, growth very slow with severe losses due to frost.

Larix spp. (larches)

Larix decidua (European larch)

Widely planted, mainly as an amenity tree. Growth very good in all Finland. Mean total volume production of the 5 best stands 545 m³/ha and dominant height 26,2 m, age 50–55 years. Largest tree (Evo, stand n:o 1, age 113 years) 37 m high with dbh 64 cm. Stem quality fair, crooked upper stems and leaning stems typical. Natural regeneration fair to poor. Healthy, but in young stands slight damage inflicted by *Pristiphora erichsonii* Hart., *Lachnellula willkommii* (Hart.) Dennis, snow, spring frost, drought and voles.

Larix gmelinii (Dahurian larch)

All stands of single broad origin "USSR, Sahalin". Mean total volume production of the 5 best stands 390 m³/ha and dominant height 23,7 m, age 50–55 years. Log quality reduced by thick branches and stem crookedness, but sawlog volume still high in comparison to many other exotics. Natural regeneration fair to poor. Healthy but when young damages due to *Pristiphora erichsonii*, *Lachnellula willkommii*, spring frost and voles.

Larix gmelinii var. *japonica* (Kurile larch)

Volume production, quality, natural regeneration and condition similar to those of *Larix gmelinii*. Mean total volume production in the 5 best stands 405 m³/ha and dominant height 24,4 m, age 50—55 years.

Larix gmelinii var. *olgensis* (Olga bay larch)

Volume production and stem quality perhaps better than those of *Larix gmelinii*. Stem straightness good but leaning trees quite common. Natural regeneration fair and damages few.

Larix kaempferi (Japanese larch)

It appears that this species is not hardy enough for widespread use in Finland. Frost and drought destroyed many transplants in the 3 plantings but growth and quality of those trees remaining very good. On the south coast at Solböle (stand n:o 205) total volume production 585 m³/ha (MAI 11,5 m³/ha), age 51 years. Branches finer than those of other *Larix* species. Natural regeneration poor.

Larix occidentalis (western larch)

Represented by a single stand at Punkaharju. Suffered heavy losses after planting due to drought. At age 47 years dominant height 18,5 m, dominant dbh 20 cm and several stems contained sawlogs. Elsewhere poor growth. Unsuitable to the Finnish climate.

Larix sibirica (Siberian larch)

The most promising exotic forest tree species in Finland. Competes well, in terms of growth and quality, with native *Pinus sylvestris* and *Picea abies*. The extensive trials contain 4 Russian seed sources and 2 Finnish provenances. "USSR/Raivola" is the best provenance and the most widely used in economic forestry, where this species has attained a modest foothold.

Mean total volume production of the 5 best stands 555 m³/ha and dominant height 26,6 m, age 50—55 years. In many stands all sample trees contained sawlogs and sawlog lengths were often over 10 metres. Stem straightness and sawlog volume best in stands of "Raivola" provenance. Cones present in most stands but natural regeneration poor. Damages very few and principally confined to the establishment phase (e.g. drought, *Pristiphora erichsonii* and *Melolontha hippocastani*).

History of the provenance "Raivola"

Raivola is situated north-west of Leningrad. The plantations of *Larix sibirica* were begun by order of the Russian czar Peter I, for the purpose of providing timber for ship-building (Heikinheimo 1927, Sarvas 1964). The oldest stands totalled 1,8 ha and were established in 1738 from seed collected from Arkangel city. The forest area of Siberian larch was enlarged in 3 phases up until about 1812. Unfortunately there are no known records of the seed origins used in these latter plantings. In 1927 the total area of *Larix sibirica* plantations was 18,4 ha (Heikinheimo 1927).

As such, the origin of the greater part of the Raivola plantations is unknown. Sarvas (1964) suggested that the latter plantations were probably established using seed of a more southerly origin than that of Arkangel.

He cited the better growth of seedlings of Raivola provenance compared to those of Arkangel origin in Finland.

The results of the latest inventory confirm this superiority also in later growth, even at Kivalo on the Arctic Circle. Exceptional growth together with the characteristic poor fertility of seed suggest that Raivola "provenance" may be a local hybrid, or hybrids, between 2 or more origins of *Larix sibirica*.

Larix hybrids

Heikinheimo's trials include 5 larch hybrids, each represented by a single planting: 1. *Larix decidua* × *sibirica*, 2. *Larix* × *eurolepis*, 3. *Larix kaempferi* × *decidua*, 4. *Larix kaempferi* × *sibirica* and 5. *Larix sibirica* × *decidua*. Of these, volume production was measured in hybrid 1 only (Punkaharju, stand n:o 349), the other stands being too small. Total volume production in hybrid 1 was faster than in any stand of all species in Heikinheimo's trials; 640 m³/ha (MAI 14,2 m³/ha), age 45 years. Growth of the other hybrids has also been good. Stem quality good in all hybrids and best in hybrid 5 (Ruotsinkylä, stand n:o 363), where dominant trees contained 20-metre-long sawlog lengths at age 45 years. Leaning trees common in the hybrids of *Larix kaempferi*. Damages only slight.

Picea spp. (spruces)

Picea asperata (dragon spruce)

A single remaining stand (Solböle, n:o 250), origin "China, Kausu, 2000 m", of dominant height 11,5 m and dominant dbh 22 cm, age 52 years. 3/4 of planting failed, probably due to frost. Remaining stems straight. Similar to Norway spruce in appearance and therefore of little importance as an amenity tree.

Picea engelmannii (Engelmann spruce)

4 northern origins tried (British Columbia and Alberta). Growth poor and stem quality fair. Many stands partially failed. Stand n:o 385 at Punkaharju exceptionally good with total volume production 279 m³/ha, age 42 years. Short sawlog stems numerous. Natural regeneration poor. Moderately hardy with general health appearing to decline after age 50 years. Resin flows, needle cast and butt-rot observed in the last inventory.

Picea glauca (white spruce)

After early damages, primarily due to frost and fungi, later growth only moderate and timber quality fair. Total volume production of best stand (Solböle, n:o 121) 500 m³/ha (MAI 9,3 m³/ha), age 52 years. Many stems contained short sawlog lengths. Stem straightness variable and some stems leaning. Natural regeneration poor and recent signs of ill-health included the bud disease *Cucurbitaria piceae*, needle-cast and resin flows. Growth of western origins better than that of eastern origins.

Picea glauca var. *albertiana* (Alberta white spruce)

Growth of *Picea glauca* var. *albertiana* similar to that of western seed sources of the main species. Stem quality, natural regeneration and damages also similar.

Picea glehnii (Sakhalin spruce)

This species, native to Japan, has succeeded best in the maritime climate of the south coast. In the best stand (Solböle, n:o 204) total volume production 520 m³/ha and dominant height 17,5 m, age 52 years. Elsewhere, growth markedly less. Only at Solböle were many stems straight containing short sawlog lengths. Natural regeneration poor. No notable damages.

Picea jezoensis (Hondo spruce)

In general, stem quality and condition good and the slow growth was to be expected because the seed origins are from areas (Japan, Korea) of a markedly different climate to that of Finland. More northerly origins should be tried. Total volume production in the only larger stand (Solböle, n:o 10) 285 m³/ha and dominant height 14,5 m, age 55 years. Stems straight but sawlog lengths short. Cones abundant but natural regeneration poor. Recent damages slight, including needle fungi and spring frost. Heikinheimo (1956) reported frost damage in the nursery.

Picea koyamai (Koyama's spruce)

Represented by a single origin, "Korea, Keizanchin, 1360 m". Early development unexpectedly good (Heikinheimo 1956, Sarvas 1964), but later growth poor and stem quality is low. All plantings are at Punkaharju and in the largest stand total volume production was 185 m³/ha and dominant height 13,0 m, age 47 years. Dimensions of smaller tree groups notably larger. Stem form poor, reducing sawlog volumes. Cones abundant but no natural regeneration. Damages slight and stands well-stocked.

Picea mariana (black spruce)

Frost hardy species which likes moist sites but, in southern Finland, growth slow and stem quality very poor. Growth exceptionally good in stand n:o 120 at Solböle, total volume production 310 m³/ha and dominant height 15,5 m, age 53 years. In the other stands best volume production 170 m³/ha, age 53 years (Ruotsinkylä, stand n:o 250). Due to stem crookedness sawlog volumes very small. Forked and leaning trees numerous. Thick branches. Natural regeneration variable but in general fair. Recent damages included needle damages and resin flows. Previous damages caused by drought and fungal diseases of shoots (principally *Sclerophoma pityophila*) (Heikinheimo 1956).

Picea omorika (Serbian spruce)

An outstanding amenity tree with upsweeping branches and narrow, tapering crown. Very hardy against frost and disease (fig. 4, p. 29). Many of the stems are of the high altitude origin "Balkan, 1600—1800 m". Growth and stem quality do not compete with that of *Picea abies*. Best total volume production 330 m³/ha (Solböle, stand n:o 220), age 51 years. Stand sawlog volume varied with degree of stem bowing. Leaning stems common. Abundant cones but natural regeneration slight due to high stocking densities. No major damages.

Picea pungens (Colorado spruce)

Slow growth and stem quality poor but in particular *Picea pungens* var. *glauca* much used as an amenity tree.

Total volume production of best stand (Solböle, n:o 269) 160 m³/ha and dominant height 13,5 m, age 50 years. Sawlogs only at Solböle, bowed and crooked stems common. No natural regeneration. As in the establishment phase most stands still suffered from needle cast. *Cucurbitaria piceae* appears to be increasing. Frost damage when young (Heikinheimo 1956).

Picea rubens (red spruce)

Single planting (n:o 77D) in the Arboretum at Punkaharju, one tree remaining, height 13,5 m.

Picea sitchensis (sitka spruce)

Poor growth except on the south coast at Solböle, where recent growth surprisingly fast and stem quality good. All plantings of Alaskan origin, except one of Queen Charlotte Island seed which failed due to frost. Total volume production of best stand (Solböle, n:o 286) 485 m³/ha and dominant height 22 m, age 68 years. Inland, trees of same age all under 10 m in height. Abundant straight sawlog stems at Solböle; elsewhere frost damage has resulted in crooked stems. Frosting of needles and shoots during the establishment phase.

Picea wilsonii (Wilson spruce)

This Chinese species is rare in Finland and Heikinheimo's only planting is at Solböle (n:o 249). Slow growth, dominant height 11 m and dominant dbh 22 cm, age 52 years. Many stems straight and some contained sawlogs. 3/4 of the planting destroyed by frost.

Pinus spp. (pines)

Pinus banksiana (Jack pine)

In general, slow growth and stems very crooked with poor natural pruning of thick branches. All plantings small and in the best (Punkaharju, n:o 51D) dominant height 19,5 m and dominant diameter 28 cm, age 51 years. Some stems contained short sawlogs. No natural regeneration. Hardy with some needle loss and snow-break.

Pinus cembra (Swiss stone pine)

Widely used as an amenity tree in Finland. Attractive when young, with lush foliage and vigorous growth. When old, numerous thick, dead branches reduce its beauty. Wood with characteristic knotty grain, sometimes used for panels. Growth and stem quality poorer than those of native conifers. In oldest planting (Punkaharju, n:o 57) dominant height 21 m and dominant dbh 39 cm, age 78 years. At age 55 years best (Punkaharju, stand n:o 100) total volume production 380 m³/ha, but in many other stands less than 280 m³/ha. Quality reduced by crooked, forked with leaning stems and thick branches. Abundant cones but very little natural regeneration. In general, hardy against frost and cold.

Pinus contorta var. *latifolia* (lodgepole pine)

Volume growth better than that of *Pinus sylvestris* but stem quality poorer and damages more numerous

(fig. 5, p. 32). Best (Punkaharju, stand n:o 88) total volume production 575 m³/ha and dominant height 25.5 m, age 54 years. Values of mean total volume productions of the 5 most productive stands on forest site types *Oxalis-Myrtillus*, *Myrtillus* and *Vaccinium* given in table 2 (page 32). Frequencies of mean stem quality measurements of these 15 best stands were: a. sawlog stems 85 %; b. straight stems 16 %, crooked stems (2 bends) 42 %, bowed stems 34 %, corkscrew stems 1 % and stems with many bends 7 %; c. forked stems 22 %; d. leaning stems 68 %. Although frequency of sawlog stems high, only a small proportion of high quality. In most stands fattest branch on the butt log 4 cm in diameter. Recent damages consisted mainly of stem and bark defects e.g. vertical branches, changed leaders, cavities and resin flows. Earlier damages caused by weevils, snow, frost and *Neodiprion sertifer* Geoffr.

Heikinheimo established 2 permanent series of unreplicated origin trials of *Pinus contorta* var. *latifolia* at Ruotsinkylä and Punkaharju. These trials contain all Canadian origins of lodgepole pine used by Heikinheimo, identified in table 3 (p. 35) and figure 6 (p. 33). Figures 7 (a), (b) and (c) (p. 34) show the dominant heights and total volume productions of these stands. Differences in dominant trees were investigated by one-way-analyses of variance of mean annual growth of height, diameter and volume, treating trees as "replications" and origins as "treatments". It was shown that, due to damages, differences in stand development were depicted better by dominant height than by stand volume production.

The conclusions from these series trials and all other trials of *Pinus contorta* var. *latifolia*, were:

1. The results were inconclusive and should be treated as only "direction finding", due to the lack of replications, notable damages and some variation in site fertility.
2. Growth has been good in many origins and, also with respect to stem quality, no clearly superior origin was identified.
3. Growth of the single stand (Punkaharju, stand n:o 320) of the origin "Alberta, Spirit River" supported former results (Hahl 1978) that the best Canadian seed for use in Finland comes from either side of latitude 55°N (53,5°—56,5°), from both interior British Columbia and Alberta.
4. Of the origins from southern British Columbia, "Upper Hat Creek" performed best in the adjacent origin trials.

Pinus koraiensis (Korean pine)

Of two plantings only one (Solböle, n:o 251) has survived and growth has been stunted. 7 trees remained, of height 9,5 m and age 52 years. Most stems straight.

Pinus mugo (mountain pine)

Growth of all 4 Swiss origins equally slow. Tree and bush forms present. Total volume production of largest and best stand (Punkaharju, n:o 235) 155 m³/ha, dominant height 11,5 m and dominant dbh 24 cm, age 53 years (fig. 8, p. 36). Crooked stems with thick branches. Few cones in best stands but no natural regeneration. Hardy and healthy species.

Pinus peuce (Macedonian pine)

Recent growth and condition much improved compared to poor early development. Stem quality similar to that of *Pinus contorta*. More luxuriant foliage and tidier crown when old make *Pinus peuce* a more beautiful substitute for *Pinus cembra*. Despite early damages most stands of satisfactory stocking. Total volume production over 350 m³/ha in several stands. Best yield (Ruotsinkylä, stand n:o 366, origin "Jugoslavia, Macedonia, 800 m") 645 m³/ha (MAI 12,7 m³/ha), age 51 years (fig. 9, p. 37). Numerous short sawlogs. Stem straightness variable, sometimes very good. Forked trees common. Abundant cones and excellent natural regeneration, best in Solböle (stand n:o 40) (fig. 10, p. 38). Notable early damages due to drought, elk, and fungi. Deserves more attention in selection of original provenances.

All trials of *Pinus flexilis*, *Pinus heldreichii* var. *leucodermis*, *Pinus monticola*, *Pinus nigra*, *Pinus ponderosa* and *Pinus strobus* have failed, the majority in the establishment phase. Frost and snow caused much damage and *Cronartium pini* was rampant in *Pinus flexilis*, *Pinus monticola* and *Pinus strobus*.

Pseudotsuga spp.

Pseudotsuga menziesii (Douglas fir)

A species which has received much interest, but recent measurements indicate that Douglas fir cannot be recommended for widescale commercial use in Finland. Results variable but, in general, growth up to age 55 years at most as good as that of native *Pinus sylvestris* and *Picea abies* and quality poorer. Demands fertile site. Suffers from frost and *Rhabdocline pseudotsugae*.

Yield of several stands 350—400 m³/ha, age 50—55 years. Mean volume production of 5 most productive stands 400 m³/ha (MAI 7,6 m³/ha). Oldest and best stand at Mustila (sample plot n:o 5), of the second most northern origin "British Columbia, Upper Fraser River, Quesnel". At age 75 years total volume production 780 m³/ha (MAI 10,4 m³/ha), dominant height 28 m and dominant dbh 38 cm. Many sawlog stems but sawlog lengths short with crooked, bowed and leaning stems common in all origins. Thick bark and sometimes thick branches. Natural regeneration fair. When young very sensitive to frost, resulting in stem damage. *Rhabdocline pseudotsugae* inflicted much damage in early years, especially in Solböle. Vole damage also common.

The series of unreplicated trials at Solböle provided the best means of comparing different origins, identified in table 4 (p. 39) and figure 11 (p. 40). Figure 12 (p. 41) shows the dominant heights and total volume productions of these 6 stands at age 50—55 years. Dominant height best in stand n:o 6, of the northern origin "British Columbia, Luis Creek". However, volume production of this origin not outstanding and, in general, differences in site quality complicated interpretation of the results. Differences in dominant trees investigated by one-way-analyses of variance, treating trees as replications and origins as treatments. No significant differences (at the 10 % risk level) in mean annual growth of height, diameter and volume. Best growth of dominant trees in stands 6 and

118, origins "Luis Creek" and "Larch Hills". Also in other trials, damages and the small size of plantings made the comparison of origins difficult.

Taxus spp. (yews)

Taxus cuspidata (Japanese yew)

Somewhat lusher growth than that of native *Taxus baccata*. Used widely as an amenity species. Tallest tree 6 m. Variable damage due to winter cold and spring frost.

Thuja spp. (thujas)

Thuja koraiensis (Korean thuja)

Growth of the 2 plantings slow. Largest tree 8,5 m high with dbh 17 cm, age 46 years. Repeated frost damage in Solböle but, in general, this beautiful species is very hardy in Finland (Tigerstedt and Uosukainen 1981–82).

Thuja occidentalis (white cedar)

Slow growth and many stands have suffered from frost damage.

At Solböle (stand n:o 56) total volume production 175 m³/ha, age 55 years. This stand contained straight stems, but deformed stems common in all stands. Sensitive to frost when young. Recent stem and bark damages.

Thuja plicata (western red cedar)

Although many stands established under nurse crops, *Thuja plicata* has been less hardy than other *Thuja* species. Nearly all stands have suffered repeatedly from winter cold or spring frost. Majority of remaining trees stunted. Stand dominant height varied from 3 to 10,5 m, age 50 years. All stems crooked or bowed. No natural regeneration. Elsewhere, examples of larger well-formed specimens. With caution suitable as an amenity tree in southern Finland.

The trials of *Thujopsis dolabrata* and *Tsuga* species are limited in number, and growth and stem quality have been poor with much damage due to repeated frosting. The best stand (Solböle n:o 20) of *Tsuga canadensis* had a total volume production of 430 m³/ha, age 46 years. Best dominant heights in the other species were: *Thujopsis dolabrata* 2,5 m, *Tsuga caroliniana* 9,5 m, *Tsuga heterophylla* 8,5 m and *Tsuga mertensiana* 9,5 m.

Discussion

The winter climate in Finland is too harsh for many exotic conifer species. Spring frost and winter cold have destroyed or damaged many species. Examples of species which have not succeeded as well in Finland as in Sweden or Central and Western Europe are: *Abies alba*, *Abies amabilis*, *Abies grandis*, *Abies mariesii*, *Abies nobilis* and *Abies nordmanniana*, *Chamaecyparis* spp., *Larix kaempferi*, *Picea alcockiana*, *Picea mariana* and *Picea sitchensis*, *Pinus nigra*, *Pinus*

ponderosa and *Pinus strobus*, *Pseudotsuga menziesii*, *Thuja* spp., *Thujopsis dolabrata*, *Tsuga* spp. and *Sequoia gigantea*. Species which grow well in Finland and Sweden but do not thrive in Central and Western Europe are *Abies sibirica*, *Larix gmelinii* and *Larix sibirica*.

With regard to geographical location, and associated climate, the trial locations can be grouped into 3 regions: 1. coastal southern Finland (trials at Solböle, Ruotsinkylä and to a lesser extent Lapinjärvi and Mustila), 2. inland southern Finland (trials at Aulanko, Evo, Vesijako, Vilppula and Punkaharju in the East), 3. northern Finland (trials at Kivalo). The following species have clearly grown better in the maritime climate of coastal southern Finland: *Abies alba*, *Abies holophylla*, *Abies nordmanniana*, *Larix kaempferi*, *Picea glehnii* and *Picea sitchensis*. *Picea mariana* appears to grow better in the North than in the South. The following species are relatively hardy throughout all Finland; *Abies lasiocarpa*, *Abies sibirica*, *Larix decidua*, *Larix gmelinii*, *Larix sibirica*, *Pinus cembra*, *Pinus contorta* and *Pinus mugo*.

In the smaller plantings, where sample plot types 3 and 4 were used, the "edge effect" had often affected e.g. diameter growth and branch thickness. However, in the analysis of results more weight was given to measurements from the larger stands where sample plot types 1 and 2 did not contain edge trees.

For several species the number of origins and provenances used in these older trials was limited and, as Heikinheimo (1956) noted, it is probable that superior origins or provenances may still be found for Finnish conditions.

Comparisons between exotic conifers and native *Pinus sylvestris* and *Picea abies* are interesting and important. Heikinheimo's trials alone are too limited to provide exact data on the growth development of different species. However, it was possible to compare volume yields and other dimensions at age 50–55 years. The tentative yield comparisons with *Pinus sylvestris* and *Picea abies* are based on the pine plots of Lähde et al (1982), permanent spruce and pine sample plots of the Forest Research Institute and the growth and yield tables of Vuokila and Väliäho (1980) (appendix 5). It appears that *Larix decidua*, *Larix sibirica*, *Larix* hybrids and *Pinus contorta* are capable of outgrowing Finland's native conifers in optimum conditions. Typically *Pseudotsuga menziesii* long sustains good growth and it is possible that it too can surpass native conifers in old age. Table 5 (p. 44) compares the total volume production of the most important exotic conifer species in southern Finland.

Due to the lack of control data an exact comparison of the quality and condition of planted native conifers with exotics was not

possible. However, it appears that only *Abies sibirica*, *Larix sibirica* and perhaps *Larix* hybrids approach *Pinus sylvestris* and *Picea abies* in terms of stem quality. Table 6 (p. 44) compares the stem quality (based on sawlog percentage, sawlog number per stem, stem straightness and branch thickness) of the most important exotic conifer species in southern Finland.

Natural regeneration of the most important species in southern Finland is compared in table 7 (p. 45). Assessments are based on the measurements made in the 50–55-year-old stands, which were often heavily stocked with poor light conditions for natural regeneration. Following thinning in 1980, natural regeneration has notably increased in several stands and it can be assumed that in coming years the natural regeneration of many species will continue to improve.

The comparison of the hardiness of all conifer species in Heikinheimo's trials (table 8, p. 46) was based on damages during both earlier and later stages of crop life. Resistance against frost and winter cold has been the main criteria. The most sensitive species belong to the genera *Chamaecyparis*, *Thuja* and *Tsuga*. The hardest genera are *Larix*, *Picea* and *Pinus*. In early life *Pseudotsuga menziesii* was sensitive to many damaging agents but in later life it has proved to be relatively hardy. It is speculated that, especially in the nursery stage, many shade tolerant species such as *Abies* would have shown greater frost hardiness if more stands had been established under nurse crops. The occurrence of fungal diseases in stems appears to be increasing in mature stands of several *Abies* and *Picea* species.

Heikinheimo (1956) made an early comparison of origins and provenances of the most important exotic conifers. Table 9 (p. 47) is an updated comparison of the same species, based on the latest inventory, with volume production and quality as the main criteria. Previous small differences between the origins and provenances of most *Abies* species and certain other species have disappeared during the past 25 years. For several species early differences have been confirmed. Results of the latest inventory have revealed new information about superior seed sources in the following species: *Abies lasiocarpa*, *Larix gmelinii* var. *japonica*, *Larix gmelinii* var. *olgensis*, *Picea glauca*, *Picea jezoensis*, *Picea mariana*, *Pinus contorta* var. *latifolia*, *Pinus mugo* and *Pseudotsuga menziesii*.

The four most important conifer genera in Heikinheimo's trials are *Abies*, *Larix*, *Picea* and *Pinus*. According to this study their major qualities and characteristics in Finland are the following.

Abies

Abies sibirica is the only species in the genera of interest to economic forestry (fig. 13, p. 48). In general its quality is good but its volume production is less than that of the native conifers, *Larix decidua*, *Larix sibirica* and *Pinus contorta*. *Abies balsamea*, *Abies concolor*, *Abies holophylla* and *Abies sachalinensis* are fair volume yielders but only the last mentioned species produces stems of fair quality. Although experience is limited, the recent development of *Abies alba* and *Abies sachalinensis* has been better than was expected. At age 50–55 years the sawlog volumes of many *Abies* species were small and the butt-log branches thick compared to those of *Larix* and *Picea* species. Other common quality defects are stem crookedness and forking, which often result from frosting. In many species the living crown is long and natural pruning is poor. The genera is shade tolerant and at age 50–55 years the natural regeneration of *Abies sachalinensis* and *Abies veitchii* is excellent and that of *Abies balsamea*, *Abies nephrolepis* and *Abies sibirica* is fair. The genus contains both hardy and sensitive species. The hardest are *Abies balsamea*, *Abies nephrolepis*, *Abies sachalinensis* and *Abies veitchii*. *Abies alba* shows poor resistance to frost. The Chinese species tried have failed completely during hard winters. In other *Abies* species the main causal agents of damage have been winter cold, frost, drought and fungal diseases. The following species are recommended as amenity trees: *Abies amabilis*, *Abies concolor*, *Abies koreana*, *Abies lasiocarpa*, *Abies nephrolepis*, *Abies sachalinensis*, *Abies sibirica* and *Abies veitchii*.

Larix

At their best *Larix sibirica* and *Larix decidua* are equally productive and markedly more productive than *Larix gmelinii* (table 1, p. 27). The stem quality and health of *Larix sibirica* are superior and it can be considered as Finland's most potential exotic conifer species. Quality of *Larix gmelinii* is at best as good as that of *Larix decidua* and in both species the major defects are thick branches and crooked stems. Stands of *Larix decidua* contained more leaning stems than did stands of *Larix gmelinii*.

The upper stem of larch contains numerous small bends, the cause of which is uncertain. Diameter growth hides inner crooks and reaction wood. Although natural pruning is good, stem quality can be improved by pruning.

Natural regeneration of larch is not particularly plentiful but it was found for all species in all trial locations. It was best in the larger stands at Punkaharju. In small stands pollination may be difficult and where much light reaches the forest floor lush vegetation hinders the development of seedlings.

Wherever surface vegetation is removed, larch seedlings are to be found. At Punkaharju a seed tree cutting together with light soil cultivation has given good regeneration results.

In Finland, larch appears healthy and resistant to disease. Outbreaks of *Pristiphora erichsonii* have been short-lived and not damaging. Larch appears more resistant than *Pinus sylvestris* or *Picea abies* to *Fomes annosus*. As in other parts of Europe, larch cancer and dieback are a notable threat to the growth of *Larix decidua* (Kurkela 1981). In comparison *Larix sibirica* is clearly more resistant and the Asian larches are the most resistant species of all.

Heikinheimo (1956) emphasised that choice of forest site type is important to the growth and health of larch, and that poorly drained sites should be avoided. Fertile slopes of the *Oxalis-Myrtillus* and *Myrtillus* forest types as well as former fields make good planting sites.

Larix decidua, *Larix sibirica* and *Larix gmelinii* are widely used as amenity trees in Finland, a role for which they are well suited.

Picea

None of the exotic *Picea* species tried are capable of competing with *Pinus sylvestris* or *Picea abies* in terms of volume production or stem quality. Certain species are valuable as amenity trees. In keeping with the demands of the genus, Heikinheimo's plantings were established on fertile sites. In general, by age 50–55 years the volume production and sawlog production of *Picea* species is less than that of *Abies*, *Larix* or *Pinus* species.

Typically, the living crown is long and stands are grown at high stocking densities. The stem quality of certain species is fair e.g. *Picea engelmannii* and *Picea glauca*, but many species are of poor quality e.g. *Picea mariana* and *Picea pungens*. Branches of this genus are reasonably thin and numerous. Natural pruning is poor and in many species dead branches continue down to the base of the stem. Leaning stems are common, but crooked and forked stems are few. By age 50–55 years natural regeneration is poor.

The health of exotic *Picea* species in Finland is not particularly good. The genera is sensitive to frost and needle damage is quite common. Presence of *Cucurbitaria piceae* is increasing in mature stands of *Picea glauca*, *Picea pungens* and to a lesser extent *Picea engelmannii* and *Picea mariana*. In many stands trees have died or been removed in thinnings due to their poor health. Notable amenity species are: *Picea glauca*, *Picea glehnii*, *Picea jezoensis*, *Picea mariana*, *Picea omorika*, and *Picea pungens* var. *glauca*.

Pinus

In Finland, *Pinus contorta* and *Pinus peuce* are the only fast growing exotic pines. *Pinus peuce* has developed better in middle-age than in its youth. No exotic pine produces stems of similar quality to those of *Pinus sylvestris*. In all exotic pines the sawlog volume is small, many stems being crooked, forked or leaning with poor natural pruning of thick branches. *Pinus peuce* has produced excellent natural regeneration in several stands but other species, including *Pinus cembra* and *Pinus contorta*, have regenerated very poorly or not at all. Several exotic pines are susceptible to many damaging agents, the most important being frost, snow, drought, *Cronartium pini* and, especially in *Pinus contorta*, weevils and *Neodiprion sertifer*. 5 North American, Canadian and European *Pinus* species in Heikinheimo's trials have failed completely. Notable amenity species are *Pinus cembra*, *Pinus mugo* and *Pinus peuce*.

Conclusions and recommendations

In Finland there has long been interest in *Abies sibirica*, *Larix sibirica*, *Pinus contorta* and *Pseudotsuga menziesii* with an eye to economic

forestry. *Abies sibirica* is a reasonably productive species of good stem quality. It is attractive, grows well on less fertile sites, regenerates well and appears to be hardy in all Finland. Siberian fir could be used more in amenity forestry, for example in parks and country recreation areas.

Larix sibirica displays good growth, stem quality and health. The planting of this species is slowly increasing. In 1983 a total area of approximately 1 000 hectares was established, mainly in northern Finland. Seed of the provenance "Raivola" is used almost exclusively. The National Board of Forestry is interested in the growth of *Larix sibirica* on high land in the North where heavy snow is a problem. Early growth appears good but there is still little knowledge of how well *Larix sibirica* succeeds on northern sites in later years. In southern Finland, on *Oxalis-Myrtillus* and *Myrtillus* forest site types, former fields and sites infected by *Fomes annosus*, *Larix sibirica* may be a good alternative to *Picea abies* or *Pinus sylvestris*. It is probable that the demand for larch timber would increase if its many end uses were more widely known and woodlots were larger. The present scarcity of seed is the greatest barrier to the wider use of *Larix sibirica*, but young seed orchards should soon begin to produce.

Lähde et al (1982) have written in detail about the role of *Pinus contorta* in Finland. The results of this study support their conclusions.

Although *Pseudotsuga menziesii* cannot be recommended for widescale use in economic forestry, its beauty makes it a candidate for greater use in the same amenity roles as *Abies sibirica*. When young it is sensitive to fungal diseases and frost. Nurse crops help to protect developing transplants. *Pseudotsuga menziesii* is best suited to fertile soils. In Finland, there are examples of good growth and quality of *Pseudotsuga menziesii* where origin and site conditions have been suitable.

In addition to the noteworthy amenity species of the genera *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus* and *Pseudotsuga* named above, *Taxus cuspidata*, *Thuja koraiensis* and *Thuja occidentalis* should also be mentioned.

In the establishment of exotics the selection of species, forest site type, soil type and microtopography are important. Often the soil horizon is not examined thoroughly enough. On the basis of this study alone no exotic conifer species can be recommended for widescale use in economic forestry in Finland in place of native *Pinus sylvestris* and *Picea abies*. *Larix sibirica* is the most promising, seemingly with some advantages in certain circumstances.

Liite 1. Puulajiluettelo.
Appendix 1. List of species.

Abies alba Mill./saksanpihta/common silver fir/silvergran
Abies amabilis (Dougl. ex Loud.) Dougl. ex Forb./purppurapihta/
 beautiful or red fir/purpurgran
Abies balsamea (L.) Mill./palsamipihta/balsam fir/balsamgran
Abies cephalonica Loud./kreikanpihta/Grecian fir/grekgran
Abies concolor (Gord. & Glend.) Lindl. ex Hildebr./harmaapihta/
 Colorado white fir/coloradogran
 **Abies faxoniana* Rehd. & Wils. /-/-/
Abies fraseri (Pursh) Poir./virginianpihta/southern balsam fir/
 virginiangran
Abies grandis (D.Don) Lindl./jättipihta/giant or grand fir/kust-
 gran
Abies holophylla Maxim./ussurinpihta/Manchurian fir/
 ussurigran
Abies homolepis Sieb. & Zucc./nikonpihta/Nikko fir/nikkogran
Abies koreana Wils./koreanpihta/Korean fir/koreagran
Abies lasiocarpa (Hook.) Nutt./lännenpihta/alpine fir/berggran
Abies lasiocarpa var. *arizonica* (Merriam) Lemm./korkkiapihta/
 Arizona cork fir/korkgran
Abies mariesii Mast./honshunpihta/Maries's fir/aomorigran
Abies nephrolepis Maxim./ohotanpihta/East Siberian fir/amur-
 gran
Abies nobilis /-/-/
Abies nordmanniana (Stev.) Spach/kaukasianpihta/Caucasian
 fir/nordmannsgran
 **Abies recurvata* Mast./-/Min fir/-
Abies sachalinensis (Fr.Schmidt) Mast./sahalininpihta/Sakhalin
 fir/sachalingran
 **Abies sachalinensis* var. *mayriana* Miyabe & Kudo/-/-/
Abies sibirica Ledeb./siperianpihta/Siberian fir/pichtagran
 **Abies sutchuenensis* (Franch.) Rehd. & Wils./-/Sutchuen fir/-
Abies veitchii Lindl./japaninpihta/Veitch's silver fir/fujigran
Castanea spp.
Chamaecyparis lawsoniana (A.Murr.) Parl./lawsoninsypressi/
 Lawson cypress/ädelcypress
Chamaecyparis nootkatensis (D.Don) Spach/nutkansypressi/
 nootka false cypress/nutkacypress
Chamaecyparis obtusa Sieb./japaninsypressi/Hinoki cypress/
 japanisk cypress
Chamaecyparis pisifera (Sieb. & Zucc.) Sieb. & Zucc. ex Endl./
 hernesypressi/Sawara cypress/ärtcypress
Juniperus communis L./kataja/common juniper/vanlig en
Larix decidua Mill./euroopanlehtikuusi/European larch/euro-
 peisk lärk
Larix gmelinii (Rupr.) Kuzen./dahurianlehtikuusi/Dahurian
 larch/mongolisk lärk
Larix gmelinii var. *japonica* (Maxim. ex Regel) Pilg./kurilien-
 lehtikuusi/Kurile larch/kurilerlärk
 **Larix gmelinii* var. *olgensis* (Henry) Ostenf. & Syrach-Larsen/
 olganlehtikuusi/Olga bay larch/-
Larix kaempferi (Lamb.) Carr./japaninlehtikuusi/Japanese
 larch/japanisk lärk
Larix occidentalis Nutt./lännenlehtikuusi/western larch/väst-
 amerikansk lärk
Larix sibirica Ledeb./siperianlehtikuusi/Siberian larch/sibirisk
 lärk
Larix X eurolepis Henry/hybridlehtikuusi/hybrid larch/
 hybridlärk
Larix decidua X sibirica /-/-/
Larix kaempferi X decidua /-/-/
Larix kaempferi X sibirica /-/-/
Larix sibirica X decidua /-/-/
Larix spp.
Larix X lehtikuusihybridit/larch hybrids/lärk hybrider
Picea abies (L.) Karst./kuusi/Norway spruce/vanlig gran
Picea alcocockiana/irakuusi/-/
 **Picea asperata* Mast./kiinankuusi/dragon spruce/-
Picea engelmannii Engelm./engelmanninkuusi/Engelmann spru-
 ce/engelmannsgran
Picea glauca (Moench) Voss/valkokuusi/white spruce/vitgran
Picea glauca var. *albertiana* (S.Brown) Sarg./albertanvalkokuusi/
 Alberta white spruce/-
Picea glehnii (Fr.Schmidt) Mast./glehninkuusi/Sakhalin spruce/-
Picea jezoensis (Sieb. & Zucc.) Carr./ajaninkuusi/Hondo spru-
 ce/ajangran

**Picea koyamai* Shiras./koreankuusi/Koyama's spruce/-
Picea mariana (Mill.) B.S.P./mustakuusi/black spruce/svartgran
Picea omorika (Panč.) Purk./serbiankuusi/Serbian spruce/
 serbisk gran
Picea pungens Engelm./okakuusi/Colorado spruce/blågran
 **Picea pungens* var. *glauca* Beissn./-/-blue Colorado spruce/-
 **Picea rubens* Sarg./amerikanpunakuusi/red spruce/-
 **Picea schrenkiana* Fisch. & Mey./turkestaninkuusi/Schrenk's
 spruce/-
 **Picea sitchensis* (Bong.) Carr./sitkankuusi/Sitka spruce/sitkagran
 **Picea wilsonii* Mast./-/-Wilson spruce/-
Pinus banksiana Lamb./banksimänty/Jack pine/banksianatall
Pinus cembra L./sembramänty/Swiss stone pine/cembratall
Pinus cembra var. *sibirica* (Du Tour) Krylov/siperiansembra/-/
 sibirisk tall
Pinus contorta Dougl. ex Loud. var. *latifolia* S.Wats./kontorta-
 mänty/lodgepole pine/contortatall
 **Pinus flexilis* James/kalliovuoristonmänty/limber pine/-
 **Pinus heldreichii* var. *leucodermis* (Ant.) Markgraf ex Fitch./
 harmaarunkomänty/Bosnian redone pine/-
 **Pinus koraiensis* Sieb. & Zucc./koreansembra/Korean pine/-
 **Pinus monticola* Dougl. ex D.Don in Lamb./lännenvalkomänt-
 y/western white pine/-
Pinus mugo Turra/vuorimänty/mountain pine/bergtall
Pinus nigra Arnold/euroopanmustamänty/Austrian pine/svart-
 tall
Pinus peuce Griseb./makedonianmänty/Macedonian pine/make-
 donisk tall
 **Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws./ponderosamänty/western
 yellow pine/-
Pinus strobus L./strobusmänty/Weymouth pine/weymouthtall
Pinus sylvestris L./mänty/Scots pine/vanlig tall
Pseudotsuga menziesii (Mirbel) Franco/douglaskuusi/Douglas
 fir/douglasgran
 **Pseudotsuga menziesii* var. *caesia* (Schwer.) Fitch./-/grey
 Douglas fir/-
Pseudotsuga menziesii var. *glauca* (Beissn.) Franco/harmaadoug-
 laskuusi/-/blådouglasgran
Pseudotsuga menziesii var. *viridis* /-/-/
Taxus baccata L./euroopanmarjakuusi/common yew/vanlig ide-
 gran
Taxus cuspidata Sieb. & Zucc./japaninmarjakuusi/Japanese
 yew/idegran
Thuja koraiensis Nakai/koreantuija/Korean thuja/koreansk tuja
Thuja occidentalis L./kanadantuija/white cedar/vanlig tuja
Thuja plicata Donn ex D.Don/jättituija/western red cedar/
 jättetuija
Thujopsis dolabrata (L.f.) Sieb. & Zucc./hibituija/Hiba/hiba
Tsuga canadensis (L.) Carr./kanadanhemlokki/Canadian hem-
 lock/vanlig hemlock
 **Tsuga caroliniana* Engelm./karolinanhemlokki/Carolina hem-
 lock/-
Tsuga diversifolia (Maxim.) Mast./japaninhemlokki/Northern
 Japanese hemlock/nordjapanisk hemlock
Tsuga heterophylla (Raf.) Sarg./lännenhemlokki/western hem-
 lock/västamerikansk hemlock
Tsuga mertensiana (Bong.) Carr./vuorihemlokki/mountain
 hemlock/berghemlock

Nimistö perustuu seuraaviin julkaisuihin. *The nomenclature is from the following publications.*

LATIN

Palmén, A. & Alanko, P. 1983. Viljelykasvien nimistö. Puutarhaliiton opaskirjoja no 31. (*Den Ouden, P. & Boom, B.K. 1965. Manual of cultivated conifers hardy in the cold- and warm-temperature zone).

FINNISH

Palmén, A. & Alanko, P. 1983. Viljelykasvien nimistö. Puutarhaliiton opaskirjoja no 31.

ENGLISH

Mitchell, A. 1978. A field guide to the trees of Britain and Northern Europe. 2nd edition. (*Den Ouden, P. & Boom, B.K. 1965. Manual of cultivated conifers hardy in the cold- and warm-temperature zone).

SWEDISH

Palmén, A. & Alanko, P. 1983. Kulturväxternas namn. Puutarhaliiton opaskirjoja no 31.

Liite 2. Parametrit liitteeseen 3a.
Appendix 2. Parameters in appendix 3a.

n:o parametri
n:o parameter

Kasvupaikan yleistiedot
Site description and stand history

- 1 viljelypaikkakunta (vrt. kuva 1, etelästä pohjoiseen)
stand location (fig. 1, South to North)
SB Solböle
RK Ruotsinkylä
LP Lapinjärvi
MT Mustila
AU Aulanko
EV Evo
VJ Vesijako
PH Punkaharju
VP Vilppula
KV Kivalo
- 2 koealatyypit, 1–5, kts. "Mittausmenetelmät" s. 15.
sample plot type, 1–5, see "measurements" p. 15.
- 3 viljelmänumero paikkakunnittain
stand number according to stand location
- 4 viljelmän pinta-ala (koealatyypit 1 ja 2), aaria
stand area (sample plot types 1 and 2), X 0,010 ha
- 5 metsätyyppi (ep = entinen pelto, esp = entinen suopelto)
forest site type
CT *Calluna* type
VT *Vaccinium* type
MT *Myrtillus* type
OMT *Oxalis-Myrtillus* type
OMaT *Oxalis-Maianthemum* type
ep former field
esp former peatland field
- 6 taimien syntymävuosi
year of seedling germination
- 7 biologinen ikä, v
biological age, years
- 8 istutus tiheys
planting density
1 1,6 × 1,6 m
2 1,8 × 1,8
3 2,0 × 2,0
4 2,2 × 2,2
5 2,4 × 2,4
6 2,8 × 2,8
7 3,0 × 3,0
8 3,2 × 3,2
9 3,4 × 3,4
- 9 harvennettu kertaa
number of thinnings
- 10 makrotopografia
macrotopography
10 tasainen (maasto ei ole selvästi (<5%) viettävä mihinkään suuntaan)
level (terrain not clearly sloping (<5%) in any direction)
20 kumpuileva (kuten edellä, mutta yli 2 m:n korkeuden kumpareita yksi tai useampi)
slightly undulating (as above, but one or more bumps over 2 metres high)
30 pohjoisrinne, alaosa
North slope, lower half
31 pohjoisrinne, yläosa
North slope, upper half
40 itärinne, alaosa
East slope, lower half
41 itärinne, yläosa
East slope, upper half
50 etelärinne, alaosa
South slope, lower half
51 etelärinne, yläosa
South slope, upper half
- 60 länsirinne, alaosa
West slope, lower half
61 länsirinne, yläosa
West slope, upper half
70 painanne, josta kylmä ilma pääsee valumaan pois
depression from which air drains
71 "hallakuoppa"
"frost pocket"
80 kumpu
knoll
- 11 viljelmän korkeus mpy, m
height asl, m
- 12 suhteellinen tiheys
relative stocking density
10 varsinaisesti täystiheä
fully stocked
9 likimäärin täystiheä
almost fully stocked
8 suurin piirtein täystiheä
satisfactory stocking
7 likimäärin tyydyttävän tiheä
almost satisfactory stocking
6 välttävän tiheä
moderate stocking
5 harva (pieniä aukkoja)
sparse stocking (small openings)
4 harva
sparse stocking
3 hyvin harva (isoja aukkoja)
very sparse stocking (large openings)
2 hyvin harva
very sparse stocking
1 miltei aukko
nearly open
- 13 käpyrunsaus
cone number
0 ei käpyjä
no cones
1 vähän käpyjä
few cones
2 runsaasti käpyjä
abundant coning
- 14 viljelmäkohtaiset tuhot (myrsky, lumi ym.)
stand destruction (due to e.g. storm, snow)
0 ei tuhoja
no destruction
1 1/4 tuhoutunut
1/4 of planting destroyed
2 1/2 tuhoutunut
1/2 of planting destroyed
3 3/4 tuhoutunut
3/4 of planting destroyed
- 15 luontainen uudistuminen
natural regeneration, seedling number
0 ei taimia
no seedlings
1 yksittäisiä taimia
few seedlings
2 jonkin verran taimia (< 1000/ha)
moderate stocking (< 1000 seedlings/ha)
3 yli 1000 tainta/ha
> 1000 seedlings/ha

Kasvu- ja tuotostiedot
Growth and yield

- 16 valtapituus, m
dominant height, m
- 17 valtaläpimitta, cm
dominant diameter, cm
- 18 runkoluku, kpl/ha
stocking, stems/ha
- 19 kuorellinen nykypuusto, m³/ha
growing stock, overbark, m³/ha
- 20 kuorellinen poistuma, m³/ha
removals, overbark, m³/ha

- 21 kuorellinen kokonaistuotos, m³/ha
total yield, overbark, m³/ha
- 22 keskimääräinen kuorellinen vuotuinen kasvu, m³/ha
mean annual increment, overbark, m³/ha
- 23 paksuin puu ($d_{1,3}$) koelalla, cm
fattest stem ($d_{1,3}$) in sample plot, cm
- 24 paksuimman puun pituus, m
height of fattest tree, m
- 25 paksuimman puun tilavuus, dm³
volume of fattest tree, dm³
- 26 rungon keskikuutio, dm³
mean stem volume, dm³
- 27 laatukoepuiden keskim. solakkuusaste ($h/d_{1,3}$)
mean form factor ($h/d_{1,3}$) of quality sample trees
- 28 laatukoepuiden keskim. kapeneminen ($d_{1,3}-d_{6,0}$)
mean taper ($d_{1,3}-d_{6,0}$) of quality sample trees
- Laatu- ja kuntotiedot
Quality and condition
- 29 laatu- ja kuntokoepuumäärä, kpl
number of quality and condition sample trees
- 30 tukkipuut, % koepuista
sawlog stems, % of sample stems
- 31 5:n metrin tukkeja, keskim. määrä/tukkipuu
5-metre sawlogs, mean number/sawlog stem
- 32,33 tyvitukin (5 m) paksuin oksa:
fattest branch on butt log:
- 32 yleisin luokka
mode class
- 0 oksia ei esiinny
no branches
- 2 0,1 — 2,0 cm
- 4 2,1 — 4,0
- 6 4,1 — 6,0
- 8 6,1 — 8,0
- 9 >8,0
- 33 yleisimmän oksaluokan esiintyminen, % koepuista
frequency of fattest branch mode class, % of sample trees
- 34— rungon suoruus:
37 *stem straightness:*
- 34,36 kaksi yleisintä luokkaa
two most common classes
- 1 suora runko
straight stem
- 2 vääriä runko (kaksisuuntaisesti käyrä)
crooked (2 bends) stem
- 3 käyrä runko (lenko)
bowed stem
- 4 kierteinen runko ("korkkiruuvimaisuutta")
corkscrew stem
- 5 mutkainen runko (usea mutka)
many bends in stem
- 35,37 kahden yleisimmän luokan esiintymiset, % koepuista
frequencies of the 2 most common straightness classes, % of sample trees
- 38 keskim. elävä latvus, % puun pituudesta
mean living crown, % of tree height
- 39 keskim. kuollut latvus, % puun pituudesta
mean dead crown, % of tree height
- 40 keskim. karsiutumiskorkeus, % puun pituudesta
mean natural pruning height, % of tree height
- 41— haaroittuneet puut:
43 *forked trees:*
- 41 % koepuista
% of sample trees
- 42 keskim. haaroittumiskorkeus, % puun pituudesta
mean forking height, % of tree height
- 43 keskim. latvojen lukumäärä, kpl/haaroittunut puu
mean number of stems/forked tree
- 44 metsikön tasaisuus
evenness of stand canopy
- 1 tasainen
even
- 2 epätasainen (lähes 2 tasoa, 3—4 m eroa)
uneven (approaching 2 stories, 3—4 m difference)
- 45 kallellaan olevat puut (>3°), % koepuista
leaning trees (>3°), % of sample trees
- 46— yleisin tunnistettu tuho tai vaurio koepuissa:
48 *most common pest or damage in sample trees:*
- 46 tuhon ilmeneminen
symptom
- 1 kasvaimet ja silmut
shoots and buds
- 11 poikaoksa
vertical branch
- 12 ranganvaihdos
change of leader
- 2 neulaset
needles
- 21 1—25 % tuhoutuneet
dead
- 22 26—50 % tuhoutuneet
dead
- 23 51—75 % tuhoutuneet
dead
- 24 76—100 % tuhoutuneet
dead
- 3 runko ja kuori
stem and bark
- 31 koloumat
stem cavities
- 32 kuori irronnut
bark removed
- 33 kuristuma/pullistuma
stem constriction/swelling
- 34 lataumat/korot
partially healed surface wounds
- 35 piikavuodot
resin flows
- 36 runko poikki
stem broken
- 37 tyvilaho
butt rot
- 98 yleinen heikentyminen
general ill-health
- 99 kuollut puu
dead tree
- 47 tuhon aiheuttaja
cause of damage
- 1 ilmasto
climate
- 11 halla tai pakkanen
frost or cold
- 12 lumi
snow
- 13 myrsky
storm
- 2 mekaaniset
mechanical
- 21 hakkuu ja ajo
harvesting
- 22 tuntematon mekaaninen syy
unknown mechanical cause
- 3 sienet
fungi
- 31 *Heterobasidion annosum*
- 32 *Lophodermium pinastri*
- 33 tuntematon sieni
unidentified fungi
- 48 vioittuneet puut, % koepuista
infected or damaged trees, % of sample trees
- 49 'H'-merkki osoittaa, että huomautusliitteessä 3b on lisää tietoa
'H' indicates that additional remarks given in appendix 3b (Finnish only)

Liite 3a, jatkoa.
Appendix 3a, continued.

Kasvu- ja tuotostiedot Growth and yield	Kasvu- ja tuotostiedot Growth and yield				Laatu- ja kuntotiedot Quality and condition												
	18-17	18-19	20-21	22-23	24-25	26-27	28-29	30-31	32-33	34-35	36-37	38-39	40-41	42-43	44-45	46-47	48-49
Kasvu- ja tuotostiedot Growth and yield	18-17	18-19	20-21	22-23	24-25	26-27	28-29	30-31	32-33	34-35	36-37	38-39	40-41	42-43	44-45	46-47	48-49
Laatu- ja kuntotiedot Quality and condition	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Abies grandis																	
Canada (Canada), Br. Columbia SB 4 202 OMat 1929	31	3	0	1	22	1	0	3	0	7	3	0	7	1	1	0	0
USA, Washington, Colombia National Forest RK 4 313 OMT 1926	54	7	0	40	58	1	0	2	0	1	1	0	4	100	5	100	0
Abies holophylla																	
Korea, Hosen, 37°55' x 127°10', 180 m SB 4 306 OMT 1931	49	1	1	30	13	3	0	3	0	13	0	30	33	14	5	70	2
Epävarma (origin uncertain) SB 2 243 OMat 1928	52	3	4	31	25	7	1	0	0	17	5	30	6	40	238	228	466
AU 4 2 OMT 1928	52	50	131	2	2	3	0	14	0	20	17	5	30	6	40	238	228
Abies koreana																	
Korea, Chiltzan, 35°20' x 127°50', 1700 m SB 3 289 OMat 1933	47	9	0	31	28	5	2	0	0	11	0	25	27	11	5	349	43
Abies lasiocarpa																	
Canada (Canada), Br. Columbia SB 2 41 OMat 1924	2	10	25	6	0	1	0	14	5	29	660	154	80	234	4	18	21
RK 3 43 OMT 1924	56	3	2	10	28	4	0	3	0	13	24	56	3	2	10	28	4
RK 2 57 OMT 1924	56	3	2	10	28	4	0	3	0	13	24	56	3	2	10	28	4
RK 3 56 OMT 1924	56	3	2	10	28	4	0	3	0	13	24	56	3	2	10	28	4
RK 4 372 OMT 1924	56	3	2	10	28	4	0	3	0	13	24	56	3	2	10	28	4
PH 3 150 OMat 1924	55	3	0	50	82	3	2	0	11	0	23	228	63	5	3	13	42
PH 4 107 OMat 1924	55	3	0	10	82	3	2	0	10	5	27	288	41	1	10	1	0
Canada (Canada), Br. Columbia, Shuswap lake, 51°8' x 119°7', 1800 m PH 2 353 OMat 1932	47	3	4	10	90	7	2	1	1	16	0	26	880	165	78	243	5
USA, Arizona, Flagstaff SB 2 267 OMat 1931	49	3	1	15	8	0	1	0	12	0	23	780	90	35	125	2	55
USA, Washington, Stabler Colombia National Forest, 46° x 122°, 1200 m SB 4 304 OMT 1932	48	3	0	31	25	3	0	0	8	0	24	1200	60	3	0	0	0
PH 3 354 OMT 1932	47	3	0	10	90	6	2	0	10	23	25	8	0	177	35	12	4
PH 4 810 OMat 1932	47	3	0	10	85	9	0	1	0	8	5	19	22	9	5	188	49
Abies mariesii																	
Epävarma (origin uncertain) PH 4 720 OMat 1928	31	3	0	10	82	2	0	3	0	14	5	34	35	15	5	703	43
Abies nephrolepis																	
Korea, Chiltzan, 35°20' x 126°50', 1200 m SB 3 308 OMT 1931	49	1	1	30	10	7	1	0	12	5	26	26	12	0	292	48	8
Korea, Kizanchin, 1360 m SB 3 246 OMT 1926	54	7	2	41	60	6	1	0	1	15	5	27	28	16	0	484	61
RK 2 271 OMT 1926	54	7	2	41	60	6	1	0	3	16	5	27	4	61	329	63	5
Abies nordmanniana																	
NL (USSR), Kaukasia, 800-2000 m SB 4 242 OMat 1928	52	3	3	31	25	3	0	0	15	0	17	39	15	0	6	86	5
RK 4 368 OMT 1928	52	3	3	31	25	3	0	0	11	0	17	19	12	0	155	62	7
PH 4 355 OMT 1928	50	3	1	10	90	2	0	3	3	5	4	8	4	5	14	5	8

Liite 3a, jatkoa.

Appendix 3a, continued.

Kasvupaikan yleistiedot		Kasvu- ja tuotostiedot						Laatu- ja kuntotiedot																																													
Site description and stand history		Growth and yield						Quality and condition																																													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49					
VJ 3	77	OMT	1908	72	3	3	10	110	2	1	3	0			28.0	55					63	28.5	4156			54	9.3							6	100	2.50	0	83	1	50	2	17	76	7	18	0	1	0					
VJ 4	51	OMT	1907	73	3	0	10	115	1	1	3	0			9.5	14					14	9.5	1877			68	6.0							1	0	3.25	2	100	1	100	1	100	0	100	89	2.0	1	0					
VJ 4	51	OMT	1907	73	3	0	10	115	1	1	3	0			21.5	44					14	9.5	1877			68	6.0							1	0	3.25	2	100	1	100	1	100	0	100	89	2.0	1	0					
VJ 4	100	OMT	1881	99	3	0	10	139	4	1	2	1			31.0	48					53	30.0	2895			73	6.1							0.5	100	3.73	2	87	1	93	5	7	49	31	10	0	1	0					
PH 3	440	OMT	1929	50	5	2	10	132	4	1	2	1			27.0	40					45	27.5	1833			70	6.1							8	100	2.25	4	63	3	38	5	38	46	40	14	0	10	1	88				
PH 3	57	OMT	1901	78	5	7	10	84	5	1	0	1			26.0	47					67					67								7	100	3.00	0	100	1	86	5	14	44	25	31	0	1	29					
VP 1	38	MT	1888	82	5	7	10	140	5	2	1	1			24.0	34					332	228	101	329	4.01	39	25.5	1288	687	72	5.8				8	100	2.37	2	63	1	88	5	12	50	40	10	0	1	0				
VP 1	39	OMT	1899	81	6	10	105	6	2	1	0				27.0	43					228	323	201	524	6.47	51	27.5	2440	1417	63	7.6				8	100	3.12	4	38	1	88	5	12	50	34	16	0	1	0				
<u>Larix x eurolepis</u>																																																					
Suomi (Finland), Mustilla																																																					
RK 3	364	OMT	1933	47	9	0	10	50	5	1	0	0			25.5	50					53	25.5	2061			52	13.0							3	100	3.33	4	100	1	100			75	22	3	0	2	0					
<u>Larix decidua x sibirica</u>																																																					
Suomi (Finland)																																																					
PH 2	349	22 OMT	1934	45	5	5	10	95	6	2	1	1			27.5	40					360	419	222	641	14.24	44	28.0	2017	1164	70	6.5			4	100	2.50	2	50	1	100			25	38	2.0	1	0	1	0				
<u>Larix kaempferi x decidua</u>																																																					
Suomi (Finland), Mustilla																																																					
RK 3	394	MT	1937	43	9	0	10	50	5	1	0	0			27.0	47					48	25.5	1987			57	9.2							4	100	3.50	6	50	1	100			64	26	11	0	2	25					
<u>Larix kaempferi x sibirica</u>																																																					
Suomi (Finland), Mustilla																																																					
PH 3	210	OMT	1928	51	7	4	10	92	5	2	1	0			26.5	39					40	24.0	1488			69	4.6							5	100	1.80	0	60	3	80	1	20	75	6	19	0	1	60	32	21	20	H	
<u>Larix sibirica x decidua</u>																																																					
Suomi (Finland), Kitee																																																					
RK 3	363	OMT	1935	45	9	0	10	50	5	1	0	0			27.0	56					59	27.5	2751			49	12.6							3	100	4.00	6	100	1	100			77	16	7	0	1	0					
<u>Larix spp.</u>																																																					
Suomi (Finland), Punkaharju / Mustilla																																																					
PH 2	391	32 OMT	1942	37	3	2	30	82	6	2	0	0			25.5	36					486	12.59	38	26.0	1429	802	75	5.0					5	100	1.60	4	100	1	40	5	40	38	60	2	0	1	0	H					
<u>Picea asperata</u>																																																					
Kiina (China), Kasuu, 2000 m																																																					
SB 4	250	OMAT	1928	52	5	0	30	20	3	1	3	0			11.5	22					26	13.5	338			53	8.0							4	50	1.00	4	100	1	75	2	25	64	34	2	0	2	0					
<u>Picea engelmannii</u>																																																					
Kanada (Canada), Alberta, Crow's Nest Pass, 49°39' x 114°00'																																																					
SB 2	124	17 OMAT	1927	53	1	5	31	25	5	1	1	1			18.0	30					4.20	26	19.0	485	204	82	3.6							8	88	1.28	2	75	1	100			42	58	0	0	2	0	H				
SB 3	203	ep	1927	53	3	5	30	25	5	1	2	0			20.0	34					38	21.0	965			59	5.5							4	100	2.00	4	75	1	50	3	50	50	47	2	0	1	25					
SB 4	197	ep	1928	52	3	4	40	2	4	1	2	0			19.0	28					30	19.0	624			69	4.2							2	100	1.25	2	75	1	100			54	45	1	0	35						
VJ 3	771	OMT	1927	53	1	3	30	140	7	1	0	0			20.5	30					35	20.5	672			69	4.7							6	88	1.20	4	100	5	60	1	25	50	4	0	0	21	38					
VJ 3	772	OMT	1927	53	1	3	30	140	7	1	0	0			20.5	30					35	20.5	672			69	4.7							6	88	1.20	4	100	5	60	1	25	50	4	0	0	21	38					
VP 1	137	95 MT	1927	52	1	6	10	82	8	2	0	0			19.5	31					35	20.0	816			68	5.1							8	88	1.28	4	88	5	63	1	37	57	43	0	0	21	88					
Kanada (Canada), Br. Columbia, Luis Creek, 51°07' x 120°07', 780 m																																																					
SB 4	12	OMT	1924	36	3	2	10	35	3	1	3	0			20.5	30					32	21.0	813	07		69	4.6							3	100	2.00	4	67	1	100			60	40	0	0	1	0	H				
Kanada (Canada), Br. Columbia, Trout Lake, 50°41' x 117°30'																																																					
SB 4	13	OMT	1924	56	3	2	10	35	3	1	3	0			19.5	27					30	21.5	722			73	4.0							3	100	1.33	4	100	1	100			72	23	5	0	1	0	H				
RK 2	30	28 MT	1924	56	3	5	60	60	6	1	2	0			17.0	22					134	2.39	28	19.0	474	146	83	4.5							6	17	1.00	4	67	5	100			58	42	0	0	2	0	98	31	17	H
Kanada (Canada), Br. Columbia, Valemount, 52°55' x 119°20'																																																					

Liite 3a, jatkoa.
Appendix 3a, continued.

Kasvu- ja tuotetiedot Growth and Yield	Kasvu- ja tuotetiedot Quality and condition																																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
SB 2 314	78	OMT	1937	43	1	2	30	10	8	1	0	0	17.0	21	1080	134	51	185	4.30	23	17.0	300	124	89	4.1	9	33	1.00	2	56	1	78	5.22	60	37	3	0	2	0	35	22							
PH 2 385	40	OMT	1937	42	2	2	10	85	7	1	0	0	17.0	26	860	206	73	279	6.64	28	16.0	424	240	75	5.3	9	67	1.00	2	67	1	67	5.22	52	47	1	0	1	22	22	33	22						
Picea glauca																																																
Kanada (Canada), Alberta, Crow's Nest Pass, 49°39' x 114°40'																																																
PH 2 220	18	OMT	1927	52	3	31	80	6	1	1	0	1	20.5	29	600	207	56	263	5.06	31	21.0	761	345	77	4.5	7	71	1.00	4	71	3	86	1.14	47	51	1	0	1	57									
Kanada (Canada), Alberta, Lesser Slave Lake																																																
VJ 3 773	OMT	1927	53	1	3	60	140	8	1	0	0	21.0	31	33	20.0	754	69	5.0	8	88	1.57	4	75	1	50	5.38	49	50	0	0	2	0	21	100														
VJ 3 774	OMT	1927	53	1	3	61	140	9	1	0	0	19.0	28	30	19.5	600	71	4.6	8	63	1.20	4	75	5	75	1.25	46	54	0	0	1	0	21	100														
PH 2 138	70	MT	1927	52	1	6	10	82	7	2	1	0	18.5	25	660	158	35	193	3.71	30	18.5	560	239	83	4.7	9	78	1.00	4	89	1	78	3.11	47	50	3	0	0	21	33	11							
PH 3 139	OMT	1927	52	3	4	10	85	5	2	1	2	22.0	35	39	21.5	1041	69	5.1	10	9	1.22	4	80	3	60	1.20	64	34	2	0	0	1	60	11	10													
PH 3 219	MT	1927	52	3	5	31	80	7	2	1	0	20.5	32	34	22.0	1007	69	4.7	8	88	1.28	4	86	1	75	3.13	57	43	0	13	39	2.0	1	13														
Kanada (Canada), Alberta, Olds																																																
SB 1 121	35	ep	1927	53	1	7	30	15	4	2	0	23.5	30	392	217	278	495	9.34	35	23.0	1003	554	84	3.5	5	78	1.42	2	56	1	56	5.44	61	39	0	0	2	33	99	13	22	H						
PH 2 218	25	OMT	1927	52	3	6	31	80	6	2	1	0	19.5	29	540	229	36	265	5.10	31	19.0	635	424	67	4.8	9	80	1.00	4	100	3	60	1.40	46	49	4	0	1	20	35	20							
PH 3 139	OMT	1927	52	1	6	30	82	7	2	1	1	19.5	28	30	20.0	647	75	4.6	12	100	1.25	4	83	1	75	3.25	58	39	4	0	1	8																
Kanada (Canada), Br. Columbia																																																
PH 3 40	OMT	1924	55	3	4	10	85	4	2	1	0	24.0	30	34	23.5	910	84	3.8	8	100	1.62	4	63	3	75	1.25	62	31	6	0	1	63																
Kanada (Canada), New Brunswick, John River Valley																																																
SB 3 200	ep	1928	52	3	3	40	5	7	2	1	0	14.5	19	21	15.5	288	75	3.8	5	60	1.00	4	80	1	100	70	29	1	0	1	0																	
Eiävarma (origin uncertain)																																																
RR 3 178	OMT	1924	56	5	0	40	52	4	1	3	0	14.5	17	17	13.5	170	87	3.5	2	0	4	100	5	100	72	24	4	0	1	0																		
RR 4 381	MT	1933	47	3	0	10	50	3	0	3	0	12.5	15	17	13.5	143	81	4.3	3	0	4	100	1	67	5	33	58	41	1	0	2	0																
Picea glauca var. albertiana																																																
Kanada (Canada), Alberta, Olds																																																
SB 3 123	ep	1928	52	1	6	30	5	7	2	0	0	22.0	26	29	22.0	605	88	3.8	7	100	1.85	4	86	1	71	3	29	48	46	5	0	1	14	21	18													
SB 3 123	ep	1928	52	1	6	30	20	5	1	1	0	20.5	30	33	21.0	842	71	3.5	10	100	1.70	4	70	1	50	3	30	52	48	0	0	1	0															
SB 4 196	ep	1928	52	3	4	40	2	3	1	3	0	19.0	26	26	18.5	447	75	4.7	4	100	1.00	4	75	1	100	60	38	3	0	1	0	35	25															
VJ 3 775	OMT	1927	53	1	3	61	140	9	1	0	0	21.0	33	37	22.0	989	68	4.7	8	100	1.50	4	88	1	50	5	38	52	48	0	0	1	0	21	75													
PH 1 221	348	MT	1928	51	3	6	31	80	7	1	0	21.5	30	435	204	105	309	6.06	34	22.0	864	469	77	4.4	13	180	1.00	4	98	3	38	59	44	0	1	80	21	25	H									
PH 2 376	18	OMT	1934	45	2	2	10	85	6	2	1	0	15.5	28	700	111	5	116	2.58	30	16.5	572	159	63	5.4	5	40	1.00	4	100	1	40	5	40	65	35	0	20	47	2.0	1	100	31	20				
Eiävarma (origin uncertain)																																																
SB 4 145	ep	1928	52	3	3	40	2	4	1	2	0	19.0	26	27	20.0	512	76	4.0	6	100	1.16	4	50	1	100	54	45	2	0	1	0	35	16	H														
Picea glehnii																																																
Japani (Japan)																																																
RR 3 180	OMT	1924	56	5	0	40	60	1	1	3	0	1	19	11.0	162	58	6.0	1	1	0	4	100	5	100	82	18	0	0	1	0																		
Japani (Japan), Hokkaido																																																
SB 2 204	17	ep	1928	52	3	4	30	20	9	2	1	0	17.5	31	660	278	241	519	9.98	36	14.5	635	421	63	5.2	7	100	1.42	4	86	1	100	65	35	0	0	1	0	H									
SB 3 172	OMT	1924	56	3	2	30	15	6	2	0	1	13.5	20	21	16.5	299	77	3.6	3	100	1.00	4	100	5	67	1	33	65	35	0	0	1	0															
Eiävarma (origin uncertain)																																																
PH 4 630	OMT	1927	52	3	3	10	87	4	2	1	0	13.5	23	31	14.0	441	61	6.5	4	25	1.00	4	75	3	75	5	25	86	14	0	0	1	50															
Picea jezoensis																																																
Japani (Japan), (Tokio)																																																
SB 3 171	OMT	1924	56	3	2	31	15	7	1	0	1	15.0	23	23	13.5	288	64	4.0	2	100	1.00	4	100	1	50	5	50	63	37	0	0	1	0															
RR 3 179	OMT	1924	56	5	1	30	52	4	1	2	0	13.0	21	21	16.5	220	72	6.5	2	50	1.00	4	100	1	50	5	50	85	15	0	0	1	0															
Japani (Japan), Hokkaido																																																
RR 4 177	OMT	1924	56	4	1	30	52	3	1	3	0	12.0	17	17	10.5	93	71	8.0	2	0	4	100	5	100	76	24	0	0	1	0	31	21	50															
Japani (Japan), Hokkaido, Kotochi, 43°4' x 141°0'15"																																																
SB 3 270	OMT	1926	54	3	4	31	25	6	2	1	0	16.0	26	29	16.5	531	63	4.8	9	100	1.33	4	100	1	100	51	46	3	0	1	30	21	33	10														
PH 3 76D	OMT	1926	53	4	1	10	90	8	2	0	0	14.0	26	29	14.5	423	59	5.4	10	90	1.00	4	100	1	80	3	10	72	28	0	0	1	30	21	33	10												
Japani (Japan), Hokkaido, Shikari																																																
SB 2 110	17	OMT	1925	55	3	3	31	15	7	2	0	1	14.5	23	700	155	129	284	5.16	23	15.0	302	221	68	4.1	7	86	1.16	4	85	1	71	5	29	51	49	0	0	1	0	11	29						

Liite 3a, jatkoa.
Appendix 3a, continued.

Kasvu- ja tuotostiedot Growth and yield		Kasvu- ja tuotostiedot Growth and yield		Kasvu- ja tuotostiedot Growth and yield		Kasvu- ja tuotostiedot Growth and yield		Kasvu- ja tuotostiedot Growth and yield		Kasvu- ja tuotostiedot Growth and yield		Kasvu- ja tuotostiedot Growth and yield		Kasvu- ja tuotostiedot Growth and yield		Kasvu- ja tuotostiedot Growth and yield																																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Canada (Canada), Br. Columbia, Shuswap Lake, 51°8' x 119°7', 360-510 m																																																
PH 3	23D	OMT	1926	53	3	5	10	87	3	2	2	1	0	0	42	2.2	1352	55	9.5	1	4	75	1.00	4	75	3	50	1	25	85	14	1	0	1	100	21	33	25										
Canada (Canada), Br. Columbia, Shuswap Lake, 51°8' x 119°7', 1800 m																																																
SB 2	10	12	OMT	1924	56	3	6	31	37	7	1	0	1	0	20.0	26	360	201	168	369	6.59	29	21.0	696	359	77	3.8	1	6	100	1.66	4	67	1	83	3	17	50	46	4	0	1	17	21	33	17	H	
Canada (Canada), Br. Columbia, Tate Jaune																																																
SB 1	313	68	OMT	1937	43	1	5	31	37	8	1	0	1	0	20.4	24	644	177	143	320	7.44	29	22.5	827	275	88	2.8	16	50	1.12	4	69	5	56	1	31	61	39	0	0	2	6	33	H				
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2	3	3	33	H			
SB 4	316	10	OMT	1937	43	1	3	31	25	3	1	0	1	0	19.5	27	620	187	388	575	13.37	28	20.0	584	302	79	4.6	6	83	1.00	4	100	5	67	1	33	59	40	0	0	2							

Liite 3b. Huomautukset viljelmistä.

1	3	HUOMAUTUKSET
<u>Abies alba</u>		
Puola, Dobromil, Leszayny, Bratinki, 590 m		
RK 272	1939/40	pakkanen
Ruotsi, Omberg		
SB 42	1939/40+65/66	pakkanen
Tšekkoslovakia, (Slovakia), 700-900 m		
RK 270		pakkanen
<u>Abies amabilis</u>		
Epävarma		
SB 290		pakkanen
PH 67D		1939/40 kuivuus
<u>Abies balsamea</u>		
Kanada, New Brunswick, St. John, 46°		
SB 215		runsaasti sienituhujoja
SB 216		runsaasti sienituhujoja
RK 275		MHO:n koeala 20a
PH 292		1955/56 pakkanen
<u>Abies concolor</u>		
USA, Colorado		
SB 19		1931-36 keväthalla
RK 327		kylvö, 1939/40 pakkanen
RK 347		1939/40 pakkanen, hirvet vahingoittaneet taimia
AU 1		karttalehti n:o 3
PH 61D		1939/40 kuivuus
PH 236		3kpl elossa, 1939/40 kuivuus
PH 252		1939/40 kuivuus, n. 30 pensasmaista yksilöä elossa
<u>Abies grandis</u>		
Kanada, Br. Columbia		
SB 202		pakkanen
USA, Washington, Colombia National Forest		
RK 313		pakkanen, 1 kpl elossa
<u>Abies holophylla</u>		
Epävarma		
AU 2		karttalehti n:o 3, 3 kpl elossa
<u>Abies lasiocarpa</u>		
Kanada, Br. Columbia		
SB 41		1931-36 keväthalla
SB 43		1931-36 keväthalla
RK 56		<u>Fomes annosus</u>
RK 57		pakkanen
PH 107		1939/40+55/56 pakkanen
USA, Arizona, Flagstaff		
SB 267		1955/56 pakkanen
USA, Washington, Stabler Columbia National Forest, 46° x 122°, 1200 m		
PH 354		1939/40 kuivuus
<u>Abies mariesii</u>		
Epävarma		
SB 219		1965/66 pakkanen
PH 72D		1939/40 kuivuus
<u>Abies nordmanniana</u>		
NL, Kaukasia, 800-2000 m		
SB 242		1965/66 pakkanen, täyd. 1967 <u>Abies alba</u>
RK 368		1939/40 pakkanen
PH 355		1955/56 pakkanen
<u>Abies sachalinensis</u>		
Japani, Hokkaido, 43°15' x 142°30'		
SB 168		runsaasti kuoripalao
SB 217		kuoripalao

1	3	HUOMAUTUKSET
PH 62D	1939/40	kuivuus
PH 228	1939/40	pakkagen
Japani, Hokkaido, Kotoni, 43°4' x 141°15'		
SB 167		runsaasti kuoripalao
Epävarma		
SB 141	1933-36	pakkanen
<u>Abies sachalinensis var. mayriana</u>		
Japani, Hokkaido, Teshio		
SB 170		2kpl elossa
<u>Abies sibirica</u>		
NL, Ural, Kolvinsk		
RK 326		MHO:N koeala (12a)
NL, Valamo		
SB 244		MHO:n koeala (11a)
Suomi, Punkaharju		
SB 18		MHO:n koeala (6a), 1960-67 sienitau-teja, toipuneet huomattavasti
Epävarma		
PH 56	1933	kuivuus, 1939/40 pakkanen
<u>Abies veitchii</u>		
Japani		
LP 3	1939/40	pakkanen
Japani, Hokkaido		
SB 218		koeala (25a), 1955/56 pakkanen, 1967 myrsky
RK 367		sekapuusto 39 m ³ /ha, <u>Pseudotsuga menziesii</u>
<u>Chamaecyparis pisifera</u>		
Japani, Kiso		
SB 183		suurin osa paleltunut
Japani, Nogano, Suva		
SB 184		suurin osa paleltunut
<u>Larix decidua</u>		
Ranska, Briancon, 44°54' x 6°38', 1500 m		
SB 72	1933-36	<u>Pristophora erichsonii</u> , 1955+67 myrsky
SB 80	1936	keväthalla, 1 kpl elossa
Saksa, Jägerndorf, 600+ m		
SB 71		MHO:n koeala (12a), 1933-36 <u>Pristophora erichsonii</u> , 1955+67 myrsky
RK 108		<u>Lachnellula willkommii</u>
PH 129		MHO:n koeala (20a), 1936+38 myyrä
PH 135		MHO:n koeala (16a)
Skotlanti		
SB 68		MHO:n koeala (12a), 1933-36 <u>Pristophora erichsonii</u> , 1955 myrsky
PH 130		1936 myyrä
PH 134		MHO:n koeala (16a)
Suomi		
PH 403		1952/53 myyrä
Suomi, Punkaharju		
PH 399		useita siemenalkuperiä
Tšekkoslovakia, Legarder Forst, 100 m		
PH 282		1939/40 kuivuus
Epävarma		
EV 10		koeala (23a)
VJ 44		lumenmurtoja
<u>Larix gmelinii</u>		
NL, Sahalin		
SB 45	1933-36	<u>Pristophora erichsonii</u>
SB 47	1933-36	<u>Pristophora erichsonii</u>
SB 63		MHO:n koeala (12a), 1933-36 <u>Pristophora erichsonii</u> , 1955+67 myrsky
SB 64		MHO:n koeala (12a), 1933-36 <u>Pristophora erichsonii</u> , 1955+67 myrsky
SB 67		1933-36 <u>Pristophora erichsonii</u> , 1955 myrsky
SB 75	1936	keväthalla, 1 kpl elossa
RK 39		MHO:n koeala (15a)

Liite 3b, jatkoa.

1 3 I HUOMAUTUKSET

RK 105 MHO:n koeala (41a)
 RK 165 Lachnellula willkommii
 PH 104 MHO:n koeala (15a)
 PH 132 MHO:n koeala (12a)

Larix gmelinii var. japonica

Korea
 SB 66 1933-36 Pristophora erichsonii, 1955
 myrsky
 NL, Kurilit, Iturup
 MT 7a koeala (23a)
 MT 7b koeala (20a)
 NL, Sahalin
 SB 46 1933-36 Pristophora erichsonii
 SB 70 MHO:n koeala (12a), 1935-36 Pristop-
hora erichsonii, 1955+67 myrsky
 3kpl elossa, 1936 kevähalla
 SB 74 MHO:n koeala (21a)
 PH 103 MHO:n koeala (20a)
 PH 133 MHO:n koeala (20a)
 NL, Sahalin, 47°30', 100 m
 PH 48D 1933 kuivuus
 PH 267 MHO:n koeala (15a)
 Suomi, Punkaharju
 PH 398 muita Larix lajeja samalla alalla

Larix gmelinii var. olgensis

Korea
 PH 102 MHO:n koeala (20a)
 PH 131 MHO:n koeala (12a)
 Korea, Hozan, 40°49' x 126°59', 1600 m
 SB 65 1933-36 Pristophora erichsonii, 1955
 myrsky
 Korea, Keizanchin, 41°28' x 128°10', 1360 m
 PH 281 1939/40 kuivuus

Larix kaempferi

Japani, Hondo
 SB 205 MHO:n koeala (18a), tuulenkaatoja

Larix occidentalis

USA, Washington + Idaho, Priest River, 48°20' x
 116°50', 1260 m
 PH 46D 1933 kuivuus

Larix sibirica

NL, Arkangel, 64° x 40°
 SB 155 koeala (16a), 1933 kuiv. 1935-36 Pris-
tophora erichsonii, täyd. 1938, Larix
gaurica, 1967 hylätty myrskytuhojen
 vuoksi
 RK 48 MHO:n koeala (12a), tilapäinen koeala
 1980
 KV 26 MHO:n koeala (18a), 1930 kuivuus
 NL, Nizne-Jagilskij + Arkangel + Raivola
 PH 246 koeala (10a), 1933 kuivuus
 PH 247 koeala (10a), 1934 kuivuus
 NL, Novosibirisk
 SB 69 1933 kuivuus, 1933-36 Pristophora
erichsonii, 1955 myrsky
 PH 45D 1933 kuivuus
 NL, Raivola
 SB 17 1933-36 Pristophora erichsonii
 SB 157 MHO:n koeala (7a), 1933 kuivuus, 1935-
 36 Pristophora erichsonii
 VJ 142 MHO:n koeala (25a)
 VJ 150 MHO:n koeala (45a)
 PH 98 ARI:n koeala (50a), 1930-40 Melolon-
tha hippocastani, 1930-47 useita
 täydennyksiä
 PH 101 MHO:n koeala (25a)
 PH 251 Picea pungens samalla alalla
 KV 27 MHO:n koeala (25a), 1930 kuivuus
 Suomi, Punkaharju
 PH 400 Larix decidua samalla alalla
 VP 119 MHO:n koeala (25a)
 Suomi, Punkaharju / Raivola
 RK 424 MHO:n koeala (16a)
 PH 407 L.gmelinii var. japonica samalla
 alalla, poistettu 1967
 KV 160 MHO:n koeala (100a), 1950 kuivuus
 taimet heikkolaatuisia
 Epävarma
 VJ 62 MHO:N koeala (20a), kuivuus, karja,
 poistuma puutteellinen
 VJ 101 ARI:n koeala (20a)
 VP 38 MHO:N koeala 16 (25a)

1 3 I HUOMAUTUKSET

VP 39 ARI:n koeala 22 (25a)

Larix kaempferi X sibirica

Suomi, Mustila
 PH 21D 1939/40 kuivuus

Larix spp.

119°18', 900 m
 RK 51 Larix gmelinii ja Larix decidua, ei mitattu
 puulajien tunnistusvalkeuksien
 vuoksi

Larix hybridejä(hybrids)

Suomi, Punkaharju / Mustila
 PH 391 Larix kaempferi ja hybridejä

Picea engelmannii

Kanada, Alberta, Crow's Nest Pass, 49°39' x 114°40'
 SB 203 1936 kuivuus
 PH 137 MHO:n koeala (20a)
 Kanada, Br. Columbia, Luis Creek, 51°7' x 120°7',
 780 m
 SB 12 1929 ojitettu, jatkuva kuivuus
 Kanada, Br. Columbia, Trout Lake, 50°41' x 117°30'
 SB 13 jatkuva kuivuus
 RK 30 Fomes annosus

Picea glauca

Kanada, Alberta, Olds
 SB 121 MHO:n koeala (12a), tuulenkaatoja

Picea glauca var. albertiana

Kanada, Alberta, Olds
 PH 221 MHO:n koeala (25a)

Epävarma
 SB 195 tuulenkaatoja; lumenmurtoja

Picea glehnii

Japani, Hokkaido
 SB 204 1936 kuivuus

Epävarma
 PH 63D muita lajeja samalla alalla

Picea jezoensis

Japani, Hokkaido, Shikari
 SB 199 1934-36 kevähalla

Picea koyamai

Korea, Keizanchin, 1360 m
 PH 352 MHO:N koeala (25a)

Picea mariana

Kanada, Alberta, Olds
 SB 120 MHO:n koeala (14a)
 SB 198 tuulenkaatoja
 RK 265 sekapuusto 39 m³/ha, Picea abies
 Kanada, New Brunswick, John River Valley
 PH 199 1939/40 kuivuus, sienitauti kasvai-
 missa
 Kanada, New Brunswick, St. John
 PH 217 MHO:n koeala (25a), sienitauti kas-
 vaimissa

Picea omorika

Balkan 1600-1800 m
 RK 356 MHO:n koeala (18a)
 AU 4 karttalehti n:o 3
 PH 253 sienitautia kasvaimissa
 Suomi, Mustila
 PH 350 1939/40 kuivuus
 PH 351 MHO:n koeala (15a)
 PH 358 MHO:n koeala (20a)

Picea pungens

USA, Colorado
 RK 345 1939/40 pakkanen
 RK 351 sekapuusto 20 m³/ha, Larix decidua
 PH 251 sienitautia neulasissa, Picea pungens
 samalla alalla

Liite 3b, jatkoa.

1	3	I	HUOMAUTUKSET
PH 330	1939/40		kuivuus,1941 sienituhoja kasvaimissa
<u>Picea rubens</u>			
USA, New Hampshire, 240-260 m			
PH 77D	1939/40		neulasia ja kasvaimia kuivunut talvella,1945 suojajametsä hakattu
<u>Picea sitchensis</u>			
USA, Alaska, Juneau, Sealower			
SB 286	1955/56		pakkanen
SB 287	1965/66		pakkanen
LP 4	1939/40		pakkanen
<u>Pinus banksiana</u>			
Kanada, Saskatchewan, Prince Albert, 53°12' x 105°48'			
SB 106	1952/53		lumi
SB 139	1952/53		lumi
<u>Pinus cembra</u>			
Suomi			
SB 15			jatkuvia sienituhoja
SB 16			jatkuvia sienituhoja
RK 55			Pomes annosus
PH 100			MHO:n koeala (20a)
Suomi, Mustila			
RK 66			sienitautia
Suomi, Punkaharju			
SB 38			5 kpl elossa
PH 248			MHO:n koeala (25a)
PH 357			MHO:n koeala (25a)
Sveitsi, Engadin, 46°30' x 10			
KV 24			MHO:n koeala (20a),1930 kuivuus
<u>Pinus contorta var. latifolia</u>			
Kanada, Alberta, Banff			
MT 1a			ARI:n vanha koeala,viim. mittaus 1969,puusto 267 m ³ /ha,poistuma 425 m ³ /ha,kok.tuotos 692 m ³ /ha
MT 1b			ARI:n vanha koeala,viim. mittaus 1959,puusto 174 m ³ /ha,poistuma 309 m ³ /ha,kok.tuotos 483 m ³ /ha
MT 6			ARI:n vanha koeala (10a),tilapainen koeala 1980
Kanada, Alberta, Crow's Nest Pass, 49°39' x 114°40'			
MT 12			ARI:n vanha koeala (25a),tilapainen koeala 1980
Kanada, Alberta, Cypress Hills, 49°40' x 110°			
RK 121			MHO:n koeala (12a),istutuksen jälkeä karsäkkäät vaivanneet taimia, tuotos mit. 1981,laatu mit. 1977
RK 167			tilapainen koeala (2a)
RK 243			SUD:n koeala (3a)
PH 319			MHO:n siemenyskoeala (16a),1955/56 pakkane,1959 lumi,1961 mäntypistiäinen,tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
Kanada, Alberta, Olds			
SB 104			MHO:n koeala (8a)
PH 189			perinnöllisyyskoeala (14a),1955/56 pakkane,1959 lumi,1961 mäntypistiäinen,tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
PH 192			perinnöllisyyskoeala (10a),1955/56 pakkane,1959 lumi,1961 mäntypistiäinen,tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
PH 193			perinnöllisyyskoeala (9a),1955/56 pakkane,1959 lumi,1961 mäntypistiäinen,tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
PH 273			perinnöllisyyskoeala (5a),1955/56 pakkane,1959 lumi,1961 mäntypistiäinen,tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
Kanada, Alberta, Olds + Calgary, 1050 m			
SB 105			MHO:n koeala (7a)
SB 164			ei mitattu
RK 54			MHO:n koeala (20a)
RK 65			MHO:n koeala (25a),tilapainen koeala 1980
Kanada, Alberta, Spirit River, 55°47' x 118°49'			
PH 320			perinnöllisyyskoeala (16a),1955/56 pakkane,1959 lumi,1961 mäntypisti-

1	3	I	HUOMAUTUKSET
			äinen,tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
Kanada, Br. Columbia			
RK 409			MHO:n koeala (14a)
KV 25			koeala (20a)
Kanada, Br. Columbia, Long Lake, Trout Lake, 1260 m			
RK 6			koeala (3a),hylätty
RK 120			MHO:n koeala (12a),tuotos mit. 1981, laatu mit. 1977
VJ 153			koeala (22a),tuotos mit. 1977,laatu mit. 1977
PH 1D			1959 lumi
PH 88			koeala (12a),1927 karsäkkäät ja heinä,1955/56 pakkane,1959 lumi
PH 97			MHO:n koeala (30a),1955/56 pakkane, 1959 lumi,1961 mäntypistiäinen, tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
PH 99			MHO:n koeala (16a),kukkimis- ja siemensatokoe,1955/56 pakkane,1959 lumi,tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
PH 195			perinnöllisyyskoeala (9a),1955/56 pakkane,1959 lumi,1961 mäntypistiäinen,tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
Kanada, Br. Columbia, Mount Ida, 50°51' x 119°, 900 m			
RK 7			MHO:n koeala (25a)
RK 115			koeala (5a),istutuksen jälkeen karsäkkäät vaivanneet taimia,tuotos mit. 1981,laatu mit. 1977
VJ 157			MHO:n koeala (20a)
PH 2D			1959 lumi
PH 89			koeala (12a),1927 karsäkkäät ja heinä,1955/56 pakkane,1959 lumi, tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
PH 190			perinnöllisyyskoeala,1943 hakattiin sienitaudin tutk. varten lan aukko, tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
PH 274			perinnöllisyyskoeala (7a),1955/56 pakkane,1959 lumi,1961 mäntypistiäinen
PH 322			perinnöllisyyskoeala (14a),1955/56 pakkane,1959 lumi,1961 mäntypistiäinen,tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
Kanada, Br. Columbia, Nicola Forest Reserve, 50°13' x 121°00', 1260 m			
RK 8			MHO:n koeala (20a),runsa ruoho haitannut taimien kasvua
RK 117			MHO:n koeala (20a),istutuksen jälkeen karsäkkäät vaivanneet taimia, tuotos mit. 1981,laatu mit. 1977
RK 118			MHO:n koeala (12a),istutuksen jälkeen karsäkkäät vaivanneet taimia
PH 188			perinnöllisyyskoeala (14a),1955/56 pakkane,1959 lumi,1961 mäntypistiäinen,tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
PH 196			perinnöllisyyskoeala (12a),1955/56 pakkane,1959 lumi,1961 mäntypistiäinen,tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
PH 197			perinnöllisyyskoeala (6a),1955/56 pakkane,1959 lumi,1961 mäntypistiäinen,tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
PH 317			perinnöllisyyskoeala (14a),1955/56 pakkane,1959 lumi,1961 mäntypistiäinen,tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
PH 318			perinnöllisyyskoeala (12a),1955/56 pakkane,1959 sienituhoja,1961 mäntypistiäinen,tuotos mit.1977,laatu mit. 1979
Kanada, Br. Columbia, Salmon Arm + Nicola Forest + Spirit River			
PH 324			koeala (5a),1955/56 pakkane,1959 lumi,1961 mäntypistiäinen,useita siemen alkuperiä,tuotos mit. 1977, laatu mit. 1979
Kanada, Br. Columbia, Salmon Arm + Shuswap Lake, 50°42' x 119°16', 360-450 m			
PH 191			perinnöllisyyskoeala (10a),1955/56 pakkane,1959 lumi,1961 mäntypistiäinen,tuotos mit. 1977,laatu mit. 1979
PH 321			perinnöllisyyskoeala
Kanada, Br. Columbia, Upperhat Creek, 50°35' x 121°35', 1500 m			
RK 116			MHO:n koeala (15a),istutuksen jäl-

Liite 3b, jatkoa.

1	3	HUOMAUTUKSET
RK 244		keen kärsäkkäät vaivanneet taimia, tuotos mit. 1981, laatu mit. 1977
PH 194		tilapainen koeala (4a)
PH 323		perinnöllisyyskoeala (7a), 1955/56 pakkana, 1959 lumi, 1961 mäntypistiäinen, tuotos mit. 1977, laatu mit. 1979
Epävarma		
KV 85		koeala (25a)
<u>Pinus monticola</u>		
Kanada, Br. Columbia, Canoe,		50°46' x 119°13'
PH 238		1939/40+55/56 pakkana, 1 kpl elossa
<u>Pinus mugo</u>		
Sveitsi, Engadin		
PH 235		MHO:n koeala (20a)
<u>Pinus peuce</u>		
Bulgaria, Pirn		
PH 336		1939/40 kuivuus
Bulgaria, Rino Planino		
SB 40		MHO:n koeala (14a)
RK 50		MHO:n koeala (9a)
RK 67		hirvien tuhoja
RK 111		MHO:n koeala (9a), hirvien tuhoja, poistuma epävarma
AU 5		karttalehti n:o 1
PH 13D		1935 myyrä, sienitauti kasvaimissa
Jugoslavia, Makedonia, 800 m		
PH 53D		sienitauti
PH 243		1955/56 latvat kuivuneet
<u>Pseudotsuga menziesii</u>		
Kanada, Alberta, Crow's Nest Pass, 49°39' x 114°41'		
SB 117		1935 myyrä, Rhabdocline pseudotsugae
AU 6		karttalehti n:o 1
PH 127		1937/38 myyrä, 1939/40 pakkana, ver-sosyöpä latvoissa
PH 128		1937/38 myyrä
Kanada, Br. Columbia, Craigellachie, 50°58' x 118°43', 420 m		
SB 9		1957 Rhabdocline pseudotsugae
SB 158		1933-35 myyrä
Kanada, Br. Columbia, "Interior", 480-600 m		
SB 161		1933-35 myyrä
RK 24		1939/40 pakkana
RK 31		Rhabdocline pseudotsugae
RK 63		tuhoutunut suojametsän alle
Kanada, Br. Columbia, Larch Hills, 50°50' x 119°0', 900 m		
PH 125		1948/49 myyrä, 1955/56 pakkana
PH 126		1937/38 myyrä, 1939/40 pakkana
Kanada, Br. Columbia, Luis Creek, 51°07' x 120°07', 780 m		
SB 6		MHO:n koeala (12a), 1957 Rhabdocline pseudotsugae
SB 160		1933-35 myyrä
RK 26		1939/40 pakkana
RK 59		1939/40 pakkana
RK 61		tuhoutunut suojametsän alle
Kanada, Br. Columbia, Prince George, 53°53' x 122°46'		
PH 214		MHO:n koeala (20a)
Kanada, Br. Columbia, Quesnel		
MT 5		koeala (10a)
Kanada, Br. Columbia, Salmon River, 50°15' x 126°0', 660 m		
SB 7		MHO:n koeala (12a)
SB 162		1933-35 myyrä
RK 25		1939/40 pakkana
RK 62		tuhoutunut suojametsän alle
RK 186		1939/40 pakkana
AU 7		karttalehti n:o 9
PH 33D		1939/40 kuivuus, 1955/56 pakkana
PH 123		1937/38 myyrä, 1939/40+55/56 pakkana
PH 124		1935+38 myyrä, 1939/40+55/56 pakkana
PH 216		pakkas- ja sienivaurioita
Kanada, Br. Columbia, Shuswap Lake, 51°8' x 119°7', 1800 m		
SB 10		1957 Rhabdocline pseudotsugae
Kanada, Br. Columbia, Tate Jaune		
SB 313		MHO:n koeala, 1967 myrsky

1	3	HUOMAUTUKSET
Epävarma		
SB 159		1933-35 myyrä
RK 27		1939/40 pakkana
<u>Taxus cuspidata</u>		
Epävarma		
SB 142		paleltuneet jatkuvasti, 3kpl elossa
SB 143		paleltuneet jatkuvasti
SB 206		pakkana
RK 203		1939/40 pakkana
RK 273		1939/40 pakkana
AU 8		karttalehti n:o 14
<u>Thuja koraiensis</u>		
Epävarma		
SB 298		paleltuneet jatkuvasti
AU 9		karttalehti n:o 3
<u>Thuja occidentalis</u>		
Kanada, Ontario, 49°30' x 83°0'		
SB 56		MHO:n koeala (6a)
PH 184		1939/40 kuivuus
Epävarma		
SB 22		1 kpl elossa
<u>Thuja plicata</u>		
Kanada, Br. Columbia, Cambie		
SB 29		pakkana
Kanada, Br. Columbia, Celista, Interior, 50°57' x 119°18', 900 m		
SB 116		pakkana
PH 122		1955/56 pakkana
Kanada, Br. Columbia, Celista + Lemprier + Larch Hills		
PH 233		1939/40 kuivuus
Kanada, Br. Columbia, Larch Hills, 50°51' x 119°0', 810 m		
PH 185		useita paleltumisia
PH 222		1939/40+55/56 pakkana, visakoivua samalla alalla
Kanada, Br. Columbia, Lemprier, 52°30' x 119°04'		
SB 188		pakkana
PH 120		1955/56 pakkana
<u>Thujopsis dolabrata</u>		
Epävarma		
SB 149		4kpl elossa
<u>Tsuga canadensis</u>		
Epävarma		
SB 20		MHO:n koeala (4a), 1931-33 latvat paleltuneet
<u>Tsuga diversifolia</u>		
Epävarma		
SB 312		paleltuneet jatkuvasti
<u>Tsuga heterophylla</u>		
Kanada, Br. Columbia, Larch Hills, 50°50' x 119°0', 900 m		
AU 10		3kpl elossa, karttalehti n:o 15

Liite 4. Tuhoutuneet viljelmät.

1	3	4	5	6	8	9	10	11	TUHOUTUMISVUOSI ja/tai SYY, MUUT TUHOT ja HUOMAUKSET
<u>Abies alba</u>									
Ruotsi, Ömberg									
SB 150	12	OMT	1925	3	0	60	18		pakkanen
RR 69	50	OMT	1927	3	0	61	52		1939/40 pakkane
<u>Abies concolor</u>									
USA, Colorado									
PH 332	48	OMT	1929	7	0	10	87		1939/40 kuivuus, 1956 hakattu
<u>Abies faxoniana</u>									
Kiina, Kausu, 2700-3800 m									
SB 224	1	OMat	1928	9	0	30	10		pakkane
SB 225	3	OMat	1928	9	0	30	10		pakkane
SB 227	2	OMat	1928	5	0	30	10		pakkane
SB 228	3	OMat	1928	5	0	30	10		pakkane
SB 229	4	OMat	1928	5	0	30	10		pakkane
<u>Abies holophylla</u>									
Korea									
RR 311	2	OMT	1926	9	0	10	58		1939/40 pakkane
<u>Abies homolepis</u>									
Epävarma									
SB 246	2	OMat	1928	3	0	31	15		
<u>Abies mariesii</u>									
Epävarma									
RR 175	1	OMT	1925	9	0	30	60		
<u>Abies recurvata</u>									
Kiina, Kausu, 2700-2800 m									
SB 226	6	OMat	1928	9	0	30	10		pakkane
<u>Abies sachalinensis</u>									
Japani, Hokkaido									
PH 275	16	OMT	1928	3	0	00	0		sienitauti, pakkane, 1953 hakattu
PH 254	29	OMat	1929	3	0	41	80		sienitautia kasvaimissa
<u>Abies sutchuenensis</u>									
Kiina, Kausu, 2700-2800 m									
SB 223	2	OMat	1928	9	0	30	10		1939-41 pakkane
<u>Abies veitchii</u>									
Japani, Hokkaido									
PH 294	18	OMT	1928	5	0	10	85		1939/40 pakkane, 1943 hakattu
<u>Chamaecyparis lawsoniana</u>									
USA, Washington, Silverton, Ragner Station									
SB 263	2	ep	1932	5	0	30	7		
SB 21	1	OMat	1923	3	0	30	2		1965/66 pakkane
SB 34	1	OMat	1923	3	0	61	15		pakkane
RR 182	1	OMT	1924	1	0	10	58		1939/40 pakkane
RR 323	1	OMT	1924	1	0	10	55		1939/40 pakkane
<u>Chamaecyparis obtusa</u>									
Japani, Keski-Japani									
SB 262	2	ep	1932	5	0	30	7		
Japani, Kiso	3	OMat	1926	7	0	30	2		
SB 114	5	OMat	1926	7	0	50	8		pakkane
SB 166	5	OMat	1926	7	0	50	8		
Japani, Oehiki	2	OMat	1926	7	0	50	7		pakkane
RR 185	1	OMT	1926	1	0	10	58		1939/40 pakkane
RR 193	1	OMT	1926	1	0	10	58		1939/40 pakkane
RR 322	1	OMT	1926	1	0	10	55		1939/40 pakkane
<u>Chamaecyparis pisifera</u>									
Japani, Kiso									
RR 184	1	OMT	1925	1	0	10	58		1939/40 pakkane
RR 321	1	OMT	1925	1	0	10	55		1939/40 pakkane
<u>Larix decidua</u>									
Itävalta, Tyroli, 800-1200 m									
RR 46	45	MT	1925	7	1	40	57		
Ranska, Briancon	44	54	x	6	38	1500	m		
SB 154	24	ep	1929	3	0	30	15		1933 kuivuus, 1935-36 Pristop-hora erichsonii, 1938 hävitetty
Saksa, Jägerndorf, 600+ m									
SB 78	6	esp	1927	1	0	10	10		1936 kevähalla
VJ 156	220	OMT	1925	1	0	10	110		1928 kuivuus
<u>Larix gmelinii</u>									
NL, Sahalin									
SB 76	4	esp	1926	1	0	10	10		1936 kevähalla
SB 79	6	esp	1926	1	0	10	10		1936 kevähalla

Läite 4, jatkoa.

1	3	4	5	6	8	9	10	11	TUHOUMISVUOSI ja/tai SYV, MUUT TUHOT ja HUOMAUTUKSET
<u>Larix gmelinii</u> var. <u>japonica</u>									
Korea	SB	73	36 esp	1926	1	0	10	10	1973;1936 keväthalla
<u>Larix gmelinii</u> var. <u>olgensis</u>									
Korea, Hozan,			40°49' x 126°59',	1600 m					1936 keväthalla
SB	77	30 esp	1927	1	0	10	10		
<u>Larix kaempferi</u>									
Japani, Hondo									kuusen vallassa
PH	271	6 MT	1929	7	3	51	82		
<u>Larix sibirica</u>									
NL, Arkangel,			64° x 40°						1933 kuuvuus tappoi suurimman osan taimia,1935-36 <u>Pristophora erichsonii</u>
SB	156	14 ep	1928	3	0	30	15		
NL, Arkangel + Raivola									suurin osa kouluttomista taimista kuoli, jäljellä olevat puut kasvavat hyvin
VJ	163	80 MT	1925	3	0	10	125		
<u>Picea engelmannii</u>									
Suomi, Punkaharju / Raivola									1933 kuuvuus tappoi suurimman osan taimia,1935-36 <u>Pristophora erichsonii</u>
KV	152	5000 MT	1943	5	0	80	280		
<u>Picea glauca</u>									
Kanada, Alberta, Crow's Nest Pass,			49°39' x 114°40'						1939/40 osaksi paleltunut
RK	245	11 OMT	1927	3	0	10	50		
Kanada, Br. Columbia, Trout Lake,			50°41' x 117°30'						1939/40 osaksi paleltunut
SB	37	1 OMaT	1924	5	2	40	20		
<u>Picea mariana</u>									
Kanada, Alberta, Olds									1939/40 osaksi paleltunut
RK	247	11 OMT	1927	3	0	10	50		
RK	269	16 OMT	1927	3	0	10	55		lentokenttä laajentunut
<u>Picea jezoensis</u>									
Japani, Hokkaido, Kotoni,			43°4' x 141°15'						1939/40 suurimmaksi osaksi paleltunut
SB	279	9 MT	1926	3	2	10	2		
<u>Picea koraiensis</u>									
Kanada, Alberta, Olds									1939/40 suurimmaksi osaksi paleltunut
RK	248	12 OMT	1927	3	0	10	50		
Kanada, New Brunswick, St. John									1939/40 suurimmaksi osaksi paleltunut
RK	249	10 OMT	1928	3	0	10	50		lentokenttä laajentunut
RK	268	50 OMT	1928	3	0	10	55		
<u>Picea schrenkiana</u>									
NL, Turkestan, Alma-Ata									1939/40 neulasia kuollut talvel- la, 1955 3 heikkoa yksilöä jäljellä
PH	75D	4 OMT	1930	4	0	51	90		
<u>Picea sitchensis</u>									
Kanada, Br. Columbia, Queen Charlotte Islands, Sidegade									1965/66 paleltunut,1970 viim. harv.
SB	163	14 OMT	1928	3	0	30	5		
USA, Alaska, Juneau, Sealewer									
SB	285	10 OMT	1932	1	4	30	5		
<u>Pinus cembra</u>									
Suomi, Punkaharju									lentokenttä laajentunut
RK	266	366 OMT	1927	3	1	20	55		
<u>Pinus contorta</u> var. <u>latifolia</u>									
Kanada, Br. Columbia									kylvö,taimikonhoidon puute sodan aikana
KV	101	3 CT	1935	1	0	61	170		
KV	102	5 CT	1935	1	0	61	172		muutama puu elossa,kylvö,taimi- konhoidon puute sodan aikana
KV	103	25 CT	1935	1	0	61	172		muutama puu elossa,kylvö,taimi- konhoidon puute sodan aikana
KV	104	25 CT	1935	1	0	61	170		muutama puu elossa,kylvö,taimi- konhoidon puute sodan aikana
KV	105	18 CT	1935	1	0	61	172		muutama puu elossa,kylvö,taimi- konhoidon puute sodan aikana
KV	106	15 CT	1935	1	0	61	170		muutama puu elossa,kylvö,taimi- konhoidon puute sodan aikana
KV	107	15 CT	1935	1	0	61	170		muutama puu elossa,kylvö,taimi- konhoidon puute sodan aikana
KV	108	13 CT	1935	1	0	61	172		muutama puu elossa,kylvö,taimi- konhoidon puute sodan aikana
<u>Pinus flexilis</u>									
Kanada, Alberta, Coleman,			49°39' x 114°30'						tervasrosoruoste
SB	221	3 OMT	1928	3	0	31	37		1934/35 puolet taimista kuoli lumen ja ruohon alla
PH	54D	4 OMT	1928	3	0	50	90		
<u>Pinus heldreichii</u> var. <u>leucodermis</u>									
Jugoslavia, Serbia									1934/35 puolet taimista kuoli lumen ja ruohon alla
PH	55D	8 MT	1930	3	0	10	90		
PH	241	10 MT	1930	3	0	51	87		
<u>Pinus koraiensis</u>									
Korea									1938 talvi
RK	328	4 OMT	1925	9	1	40	56		

Liite 4, jatkoa.

1	3	4	5	6	8	9	10	11	TUHOITUMISVUOSI ja/tai SYY, MUUT TUHOT ja HUOMAUTUKSET
<u>Pinus monticola</u>									
Kanada, Br. Columbia, Larch Hills, 600 m									
SB 174	13	MT	1928	3	0	60	20		1934-35 tervasrosoruoste
RK 325	140	MT	1928	3	0	31	55		
RK 333	9	MT	1928	3	0	30	54		1939 kesä
USA, Washington, Colombia National Forest, 46° x 122°, 1050 m									
SB 107	6	OMT	1926	3	0	31	37		tervasrosoruoste;1931 kuivuus
RK 315	7	MT	1926	3	0	30	54		
<u>Pinus nigra</u>									
Tšekkoslovakia									
SB 288	3	OMT	1932	3	0	31	20		1938; monet taimet istutettaessa kituvia ja kuolivat istutus-kesänä
<u>Pinus peuce</u>									
Jugoslavia, Rosnia, 600-900 m									
PH 244	6	MT	1927	3	4	51	87		1938 myyrä, 1939/40 kuivuus
<u>Pinus ponderosa</u>									
Kanada, Br. Columbia, Dear Park, 49°25' x 118°2'									
SB 108	2	OMT	1927	3	0	31	37		1931 kuivuus
Kanada, Br. Columbia, Lytton, 50°12' x 121°33'									
PH 52D	4	OMT	1928	3	0	51	92		
USA, Montana, Bitterrost National Forest, 1200 m									
SB 109	1	OMT	1926	3	0	31	37		1931 kuivuus
USA, Washington, Caskaden, 900 m									
RK 329	8	OMT	1925	9	1	40	56		1938 talvi
<u>Pinus strobus</u>									
USA, Minnesota									
PH 73D	6	OMT	1932	7	0	10	92		tervasrosoruoste
<u>Taxus cuspidata</u>									
Epävarma									
RK 185		OMT	1925	5	0	50	55		1939/40 pakkanen
<u>Thuja plicata</u>									
Kanada, Br. Columbia, Cambie									
RK 114	23	OMaT	1924	3	0	61	52		1939/40 pakkanen
Kanada, Br. Columbia, Larch Hills, 50°51' x 119°, 810 m									
RK 307	64	OMT	1928	3	2	30	55		1939/40 pakkanen
RK 324	10	OMT	1928	3	0	61	52		1939/40 pakkanen
PH 211	120	OMaT	1928	3	0	10	80		
Kanada, Br. Columbia, Lemprier, 52°30' x 119°4'									
RK 274	31	OMT	1927	5	0	61	52		1939/40 pakkanen

Liite 5. Kotimaisen männyn ja kuusen (ikä 44—56 vuotta) kasvuvertailu eri metsätyypeillä eri aineistojen mukaan.

Lähde- aineisto	Paikkakunta	Koeala n:o/ metsikön n:o	Perustamis- tiheys kpl/ha	Biologinen ikä, vuotta	Kokonais- kasvu m ³ /ha	Keskimääräinen vuotuinen kasvu, m ³ /ha
MÄNTY						
OMT						
a. Vuokila ja Väliaho (1980) H ₁₀₀ = 30	Etelä-Suomi	—	n. 2 000	52,5	430	8,19
b. Lähde ym. (1982) A-ryhmä mänty 5 parasta metsikköä	Punkaharju Mustila Nuutajarvi Punkaharju "	30 33 23 31 29	n. 2 000 — 3 500 " " " "	49 49 44 45 53	487 476 413 415 408	9,94 9,71 9,39 9,22 7,70
				48,0	440	9,19
c. Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon ja metsänarvioimisen tutkimusosastojen 5 parasta metsikköä	Punkaharju " " " "	151 1a/b/c 150 141 87	3 900 4 400 5 100 3 900 —	53 53 49 53 52	592 553 487 424 413	11,17 10,43 9,94 8,00 7,94
				52,0	494	9,50
MT						
a. H ₁₀₀ = 27	Etelä-Suomi		n. 2 000	52,5	328	6,28
b.	Pälkäne Snappertuna Eurajoki Ähtäri Ruovesi	11 20 12 6 10	n. 2 000 — 3 500 " " " "	46 48 51 54 54	358 329 348 333 317	7,78 6,85 6,82 6,17 5,87
				50,6	337	6,70
c.	Punkaharju " " " "	37 36 18b 13a 13b	8 100 5 100 6 100 5 000 5 400	53 48 52 55 55	520 464 462 460 438	9,81 9,67 8,88 8,36 7,96
				52,6	469	8,94
VT						
a. H ₁₀₀ = 24	Etelä-Suomi		n. 1 800	52,5	232	4,42
b.	Lammi Kuru Ruotsinkylä Piikkiö Paimio	14 8 26 22 18	n. 2 000 — 3 500 " " " "	51 56 49 48 47	341 330 279 269 257	6,69 5,89 5,69 5,60 5,47
				50,2	295	5,87
c.	Vesijako Ruotsinkylä " Solböle Ruotsinkylä	155b 19a 98 134 226	10 000 — 4 400 4 400 4 400	50 49 49 54 50	306 279 248 237 215	6,12 5,69 5,06 5,39 4,30
				50,4	257	5,11
KUUSI						
OMT						
a. H ₁₀₀ = 27	Etelä-Suomi	—	n. 2 000	52,5	293	5,59
c. 3 Metsäntutkimuslaitoksen Punkaharjulla olevaa koelaa	Punkaharju " "	162/256 163 206	5 100 3 900 2 000	49 53 50	472 408 354	9,63 7,70 7,08
				50,7	411	8,14

ODC 232.1+56
ISBN 951-40-0672-0
ISSN 0358-9609

LÄHDE, E., WERREN, M., ETHOLÉN, K. & SILANDER, V. 1984. Ulkomaisten havupuulajien varttuneista viljelmistä Suomessa. Summary: Older forest trials of exotic conifer species in Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 125:1—87.

The study examines the growth and yield, stem quality and condition of older trials of exotic conifer species in Finland. 10 genera and 75 species are represented and most of the trials were of biological age 50—55 years at the last inventory. Measurements of all stands are given. Earlier trials and experiences in Finland and neighbouring countries are reviewed from literature. On the basis of this study no exotic conifer species can be recommended for widescale use in economic forestry in Finland. *Larix sibirica* is the most promising, seemingly with advantages in certain circumstances. Several species are suitable as amenity trees.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, PL 18, SF-01301 Vantaa 10, Finland.

ODC 232.1+56
ISBN 951-40-0672-0
ISSN 0358-9609

LÄHDE, E., WERREN, M., ETHOLÉN, K. & SILANDER, V. 1984. Ulkomaisten havupuulajien varttuneista viljelmistä Suomessa. Summary: Older forest trials of exotic conifer species in Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 125:1—87.

The study examines the growth and yield, stem quality and condition of older trials of exotic conifer species in Finland. 10 genera and 75 species are represented and most of the trials were of biological age 50—55 years at the last inventory. Measurements of all stands are given. Earlier trials and experiences in Finland and neighbouring countries are reviewed from literature. On the basis of this study no exotic conifer species can be recommended for widescale use in economic forestry in Finland. *Larix sibirica* is the most promising, seemingly with advantages in certain circumstances. Several species are suitable as amenity trees.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, PL 18, SF-01301 Vantaa 10, Finland.

Tilaan kortin kääntäpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

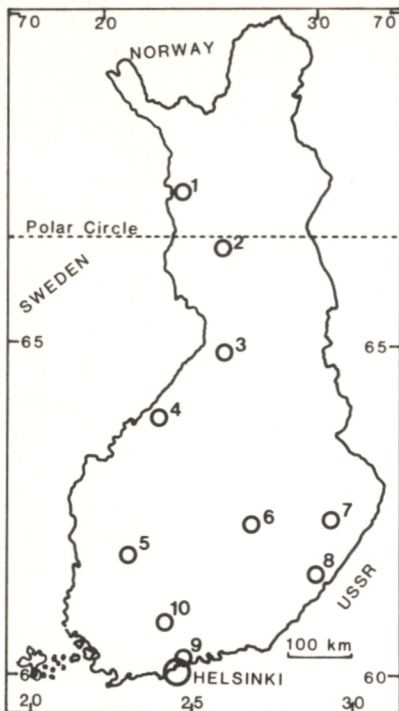
Please send me the following publications (put number of the publication on the back of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND





THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

DEPARTMENTS (Helsinki)

Administration Office
 Information Office
 Experimental Forest Office
 Dept. of Soil Science
 Dept. of Peatland Forestry
 Dept. of Silviculture
 Dept. of Forest Genetics
 Dept. of Forest Protection
 Dept. of Forest Technology
 Dept. of Forest Inventory and Yield
 Dept. of Forest Economics
 Dept. of Mathematics

RESEARCH STATIONS

- 1 Kolari
- 2 Rovaniemi
- 3 Muhos
- 4 Kannus
- 5 Parkano
- 6 Suonenjoki
- 7 Joensuu
- 8 Punkaharju
- 9 Ruotsinkylä
- 10 Ojajoki

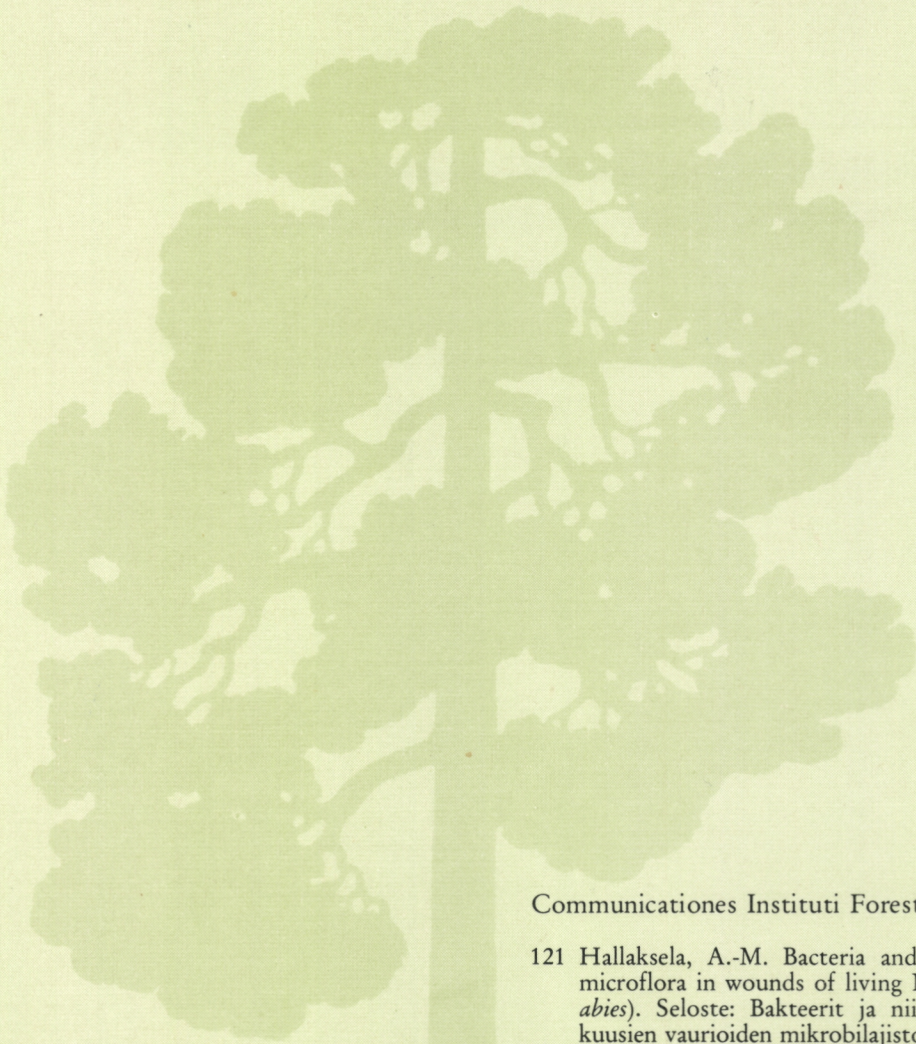
FACTS ABOUT FINLAND

Total land area: 304 642 km² of which 60—70 per cent is forest land.

Mean temperature, °C:	Helsinki	Joensuu	Rovaniemi
January	-6,8	-10,2	-11,0
July	17,1	17,1	15,3
annual	4,4	2,9	0,8

Thermal winter
 (mean temp. < 0°C): 20.11.—4.4. 5.11.—10.4. 18.10.—21.4.

Most common tree species: *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Betula pendula*, *Betula pubescens*



Communicationes Instituti Forestalis Fenniae

- 121 Hallaksela, A.-M. Bacteria and their effect on the microflora in wounds of living Norway spruce (*Picea abies*). Seloste: Bakterit ja niiden vaikutus elävien kuusien vaurioiden mikrobilajiin.
- 122 Arovaara, H., Hari, P. & Kuusela, K. Possible effect of changes in atmospheric composition and acid rain on tree growth. An analysis based on the results of Finnish National Forest Inventories. Seloste: Ilmakehän ominaisuuksien muutosten ja happaman laskeuman mahdollinen vaikutus puuston kasvuun. Valtakunnan metsien inventointien tuloksiin perustuva analyysi.
- 123 Pietiläinen, P. Foliar nutrient content and 6-phosphogluconate dehydrogenase activity in vegetative buds of Scots pine on a growth disturbance area. Seloste: Kasvuhäiriöalueen männyn vegetatiivisten silmujen 6-fosfoglukonaatti dehydrogenaasiaktiivisuus ja neulasten ravinnepitoisuus.
- 124 Ritari, A. & Ojanperä, V. Properties and formation of cemented ortstein horizons in Rovaniemi, northern Finland. Seloste: Ortsteinin ominaisuuksista ja muodostumisesta eräissä Rovaniemen podsolimaannoksissa.
- 125 Lähde, E., Werren, M., Etholén, K. & Silander, V. Ulkomaisten havupuulajien varttuneista viljelmistä Suomessa. Summary: Older forest trials of exotic conifer species in Finland.

