

TAIMITARHA-AINEISTON GENEETTISET OMINAISUUDET

Tutkimuspäivän 1981 esitelmät

SUONENJOKI 1981

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 34

SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA

ISSN 0358-4283

TAIMITARHA-AINEISTON GENEETTISET
OMINAISUUDET

Tutkimuspäivän 1981 esitelmät

SUONENJOKI 1981

TAIMITARHAN-AINEISTON GENEETTISET OMINAISUUDET

Tutkimuspäivän 1981 esitelmät. 1982

Julkaisu sisältää Suonenjoen tutkimusaseman vuoden 1981 tutkimuspäivän esitelmät. Tutkimuspäivän teemana oli metsänjalostus ja siemenkysymykset, ja esitelmien aiheina olivat alkuperävalinta metsänviljelyssä, siemenviljelysten käyttöönotto sekä taimitarhakasvatuksen ja -lajittelun vaikutukset metsien geneettisiin ominaisuuksiin.

SISÄLLYSLUETTELO

1. LUKIJALLE
EMT Pertti Harstela, Tutkimusaseman johtaja
2. OIKEA ALKUPERÄVALINTA PERUSTEKIJÄ VILJELYSSÄ
Prof. Erkki Lähde
3. SIEMENVILJELYSTEN KÄYTTÖÖNOTTO
FT Veikko Koski
4. TAIMITARHAKASVATUKSEN JA -LAJITTELUN VAIKUTUKSET
NETSIEN GENEETTISIIN OMINAISUUKSIIN
Ph.D., MML Kim von Weissenberg
 41. Johdanto
 42. Teoreettinen tausta
 43. Viljelymateriaaliin kohdistuvan valinnan mahdolliset positiiviset vaikutukset
 - 43.1. Siemeniin kohdistuva valinta
 - 43.2. Taimiin kohdistuva valinta
 - Silmujen puhkeamis- ja muodostumisajan-kohta
 - Juurenniskan läpimitta
 - Taimen pituus (ja koko)
 44. Kuolleisuus ja poistuma luonnossa ja taimitarhoilla
 45. Negatiivinen ja tuntemattomiin ominaisuuksiin kohdistuva valinta
 - 45.1. Siemenen painolajittelu ja taimien aikaisuus- ja kokolajittelu
 - 45.2. Tuntemattomiin ominaisuuksiin mahdollisesti kohdistuva valinta
 46. Tiivistelmä
 47. Kirjallisuus

LUKIJALLE

Suonenjoen tutkimusaseman tutkimuspäivän teemaksi oli tänä vuonna valittu metsänjalostus ja siemenkysymykset. Tämän metsänviljelyn kannalta perustavaa laatua olevan teeman tärkeyttä kuvastanee alustusten pohjalta syntynyt vilkas keskustelu, josta haluan lausua osanottajille parhaat kiitokset. Useampi osanottaja toivoikin joko oman organisaationsa piirissä tai yleisemmin siemenhuollon järjestelyn kokonaisvaltaista tarkastelua. Me järjestävät toivomme, että tutkimuspäivä olisi ollut hyvä virike rakentavalle tarkastelulle.

Esitelmien käsikirjoitukset ovat tarkastaneet aseman hoitokunnan puheenjohtaja prof. Erkki L ä h d e ja metsänjalostuksen tutkimusosaston päällikkö prof. Max. H a g m a n, joka myös toimi tilaisuuden puheenjohtajana. Lisäksi käsikirjoituksia ovat lukeneet ja korjaus-ehdotuksia tehneet erikoistutkija Veikko K o s k i, MMK Jouni M i k o l a ja ylitarkastaja Pentti K . R ä s ä n e n . Parhaat kiitokset kaikille tutkimuspäivän ja tämän julkaisun valmisteluun osallistuneille.

Tutkimusaseman johtaja

Pertti Harstela

Prof. Erkki Lähde
Metsänhoidon tutkimusosasto
Helsinki

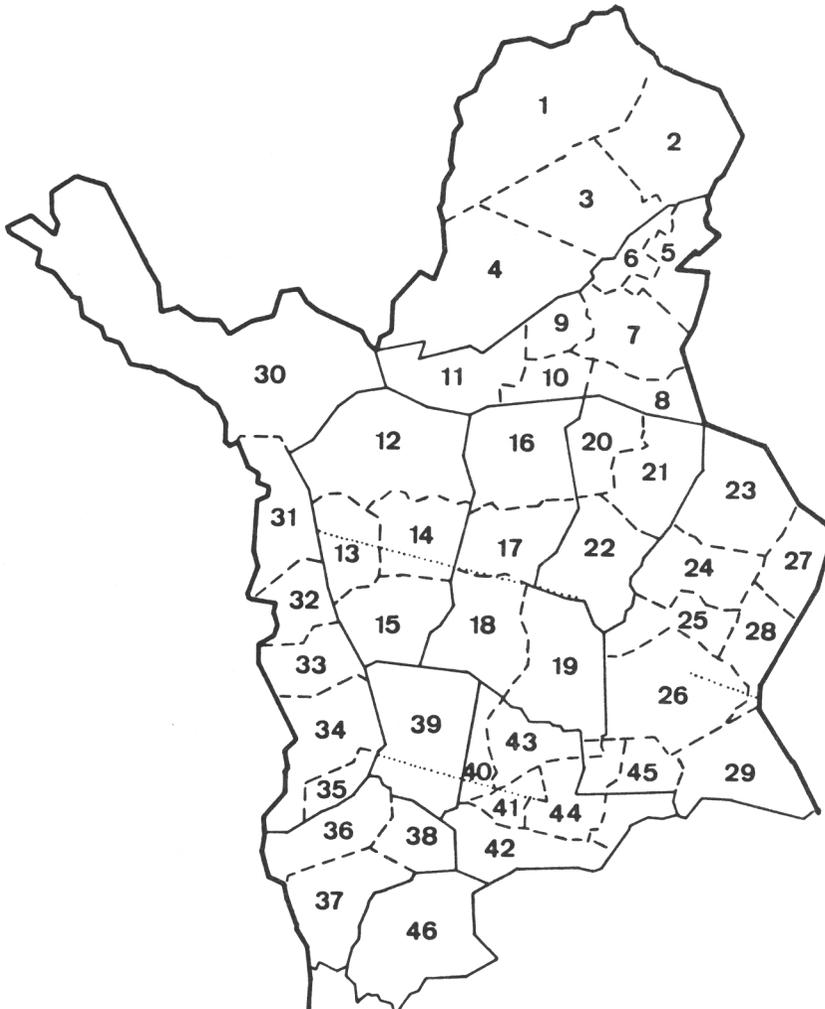
OIKEA ALKUPERÄVALINTA PERUSTEKIJÄ VILJELYSSÄ

Eräs tärkeimmistä männynviljelyn perustekijöistä on käytettävän siemenen alkuperän oikea valinta. Tämän perustekijän merkitys korostuu mitä enemmän siirrymme maassamme lounaasta koilliseen ja toisaalta mitä korkeammalla merenpinnasta viljelyalue sijaitsee. Huolettomilla siemenen siirroilla helpommista ilmasto-oloista vaikeampiin on aiheutettu huomattavia männynviljelyn epäonnistumisia erityisesti Pohjois-Suomessa. Valitettavasti samanlaista huolettomuutta esiintyy myös Etelä-Suomessa. Valitettavan usein käy ilmi, että tuhoutuneissa taimikoissa siemenen alkuperä ei ole joko tiedossa tai siemen on suurella todennäköisyydellä peräisin alempaa tai etelämpää. Leveyspiiriin nähden sivusuuntaiset siirrotkin saattavat ulottua esim. Sulkavalta Porin seudulle.

Osasyynä tällaiseen piittaamattomuuteen biologisista perusteista saattaa olla sellainen harhakäsitys, että hyvän ulkonäön puista tai metsiköistä (pluspuut ja -metsiköt) tai peräti siemenviljelyksistä kerätty siemen olisi jalostusarvoltaan niin korkea, että oikean paikallisen tai sitä kestävämmän siemenen alkuperävaatimuksella ei olisi merkitystä. Tästä on muodostumassa todella vakava vaara metsänhoidolle metsänjalostuksen seurausilmiönä. Toinen tätä vaaraa voimistava tekijä piilee suurissa keskustaimitarhoissa, joilta viedään taimia kymmenien, jopa satojen kilometrien päähän. On helposti ymmärrettävissä, että taimitarhoilla ei mielellään kasvateta kovin monia eri alkuperiä varsinkaan, kun esim. yksityismetsätalouden puolella ei tarkkaan etukäteen tiedetä, missä ja kuinka paljon taimia tarvitaan. Odottamattomat tuhot taimitarhalla saattavat sekoittaa hyvätkin suunnitelmat. Tällöin kiusaus esim. äskettäin synnytetyn Taimi-Tapion puitteissa on tasata taimituotantoa eikä pelkästään tuloja ja kustannuksia.

Lapissa metsähallituksella on olemassa keruualueittaiset männyn siemenen siirtosuositukset (kuva 1). Suosituksena on, että viljelypaikalla käytetään 1 - 2

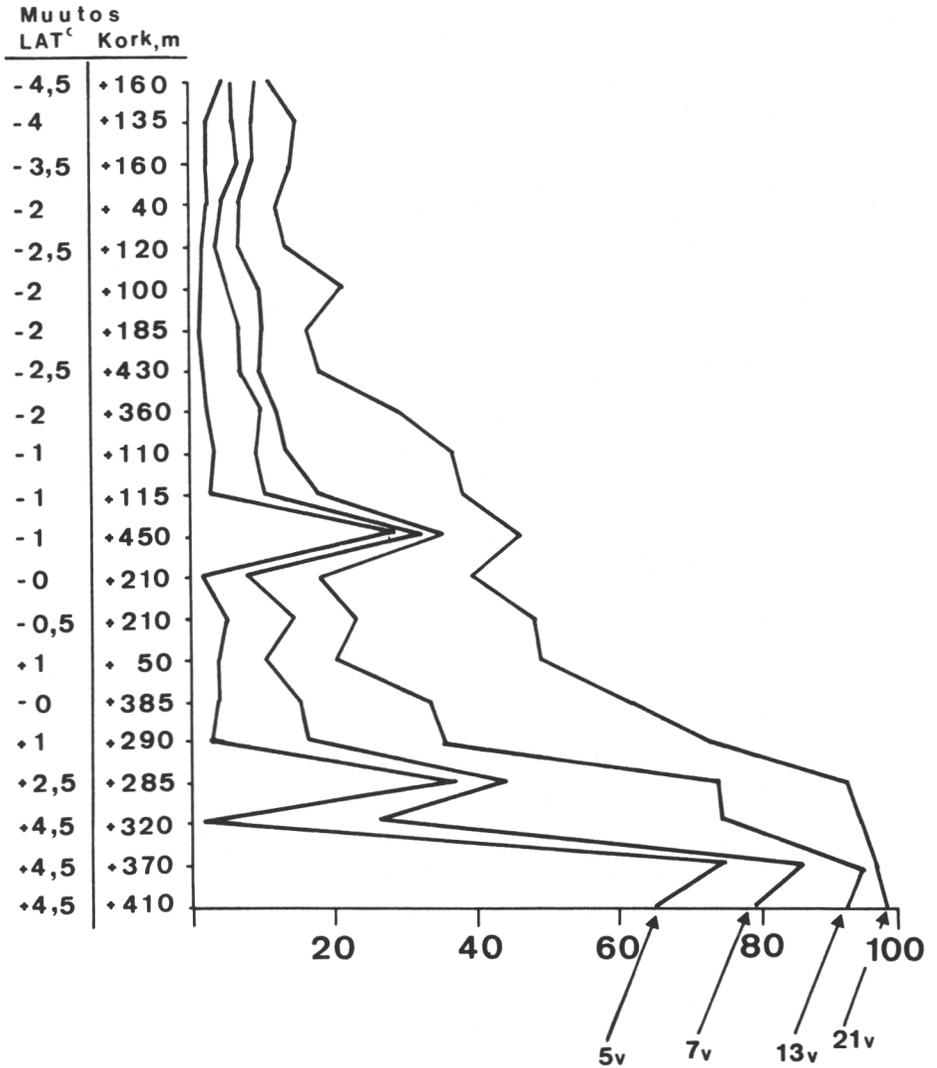
keruualuetta pohjoisempaa siementä. Tällä järjestelyllä varmistetaan kuitenkin ilmeisesti vain vähintään paikallisuuden taso, sillä siemenet kerättäneen yleensä viljelypaikkaa alavimmilta paikoilta eli asutuksen läheltä jokien ja järvien rantamailta. Siirto-ohjeet laadittiin metsänhoidon tutkijoiden suositusten pohjalta, sen jälkeen kun hyvän siemenvuoden 1972 sato kerättiin ennätysmäärin talteen (ks. Lähde ja Norokorpi, 1978). Muualla Suomessa ei juurikaan olla tarkkoja ja tiukkoja alkuperäkysymyksessä. Maastamme myös puuttuvat riittävän pitkäaikaiset kenttäkokeet alkuperäkysymyksen kokeelliseksi selvittämiseksi. Nuoria kokeita on tosin perustettu runsain mitoin. Virheellisestä alkuperästä aiheutuvia männyn viljelysten tuhoja tapahtuu vielä yli 20 vuotisissa metsiköissäkin (kuva 2) (ks. Remröd, 1976).



Kuva 1. Metsähallituksen Perä-Pohjolan piirikunnan männyn siemenen keruualueet vuosien 1972 - 73 kävyn keräyksessä.

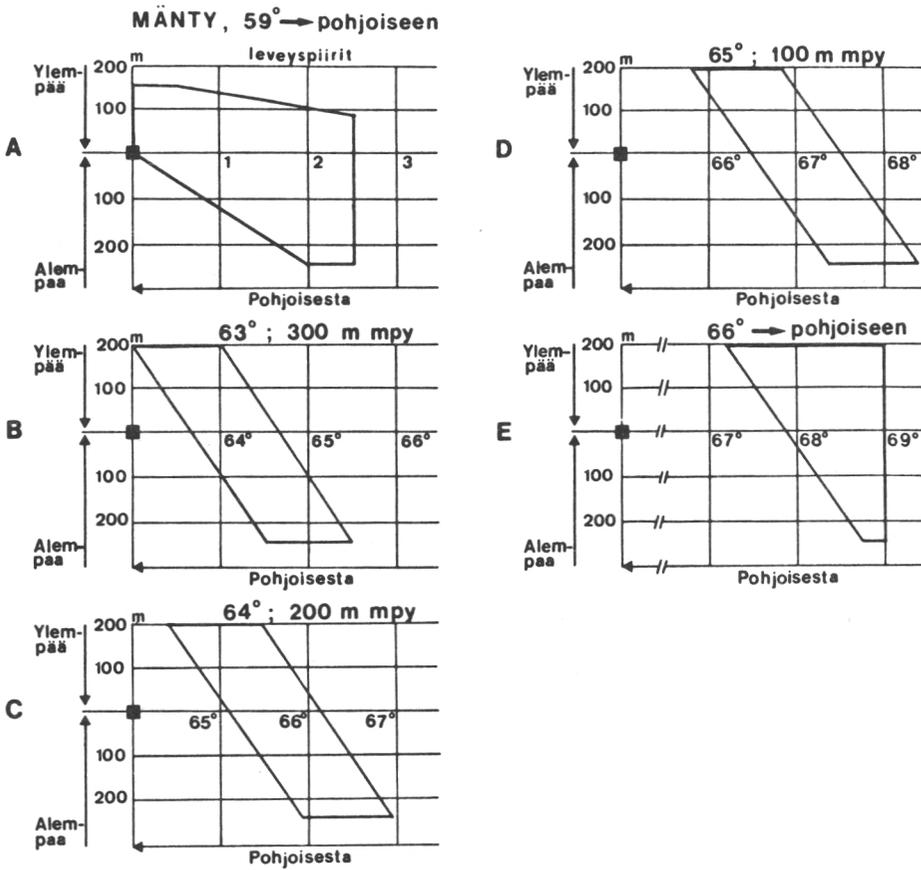
BJÖRKVATTNET

63° 26', 16° 02', 460 m mpy



TAIMIEN KUOLLEISUUS, %

Kuva 2. Vuonna 1951 istutettujen männyn erilaisten alkuperien kuolleisuus Björkvattnetin koekentällä REMRÖDin (1976) mukaan. Miinusmerkki muutossarakkeessa merkitsee siemenen siirtoa etelään tai alaspäin ja plusmerkki päinvastaista siirtoa.



Kuva 3. Esimerkki Ruotsissa käytetystä männyn siemenen siirtosuosituksista. Musta neliö tarkoittaa viljelypaikkaa ja rajattu alue suositeltavaa siemenen keruualuetta.

Ruotsissa on sen sijaan laadittu varsin tarkat männyn siemenen siirto-ohjeet koko maata varten. Ne perustuvat suhteellisen laajoihin ja ennenkaikkea riittävän pitkäaikaisiin kenttäkokeisiin. Esitän oheisella kuvalla (kuva 3) nämä siirtosuositukset niiden leveyspiirien osalta, jotka vastaavat Suomen oloja.

Lähivuosien metsänviljelyyn liittyy myös muita alkuperäasiaan sisältyviä ongelmia. Osa siemenviljelyksistä on perustettu siten, että syntyvän siemenen geneettistä alkuperää ei voida varmistaa. Näin on tapah-

tunut, kun vartteet on siirretty huomattavasti syntypaikkaansa etelämmäksi kasvamaan ja saavat ainakin osan pölytyksestä paikallisista puista, mutta myös silloin, kun vartteet ovat peräisin huomattavan laajalta alueelta. Näissä tapauksissa syntyvän siemenen käyttö on ilmeisesti syytä rajata siemenviljelyksen ja vartteiden keruualueen etelärajan eteläpuolelle.

Metsänhoidon tutkijana esittäisin lopuksi toivomuksen metsänjalostuksen tutkimukselle. Mielestäni sen tulisi lähivuosina panostaa voimakkaasti kestävyysjalostukseen sekä yleensä erilaisten siemenpopulaatioiden geneettisen jakauman selvittämiseen eri tekijöiden osalta. Yhtenä esimerkkinä mainitsisin seuraavan tapauksen. Jos taimitarhalla onnistutaan kasvattamaan tietyn siemenerän lähes kaikista siemenistä taimia, kuinka paljon parempaa eri ominaisuuksien osalta jalostetun siemenen tulisi olla, jotta se kompensoisi kylvössä tai luontaisessa uudistumisessa syntyvän runsaan taimiaineksen tehokkaan luonnonvalinnan?

K I R J A L L I S U U T T A

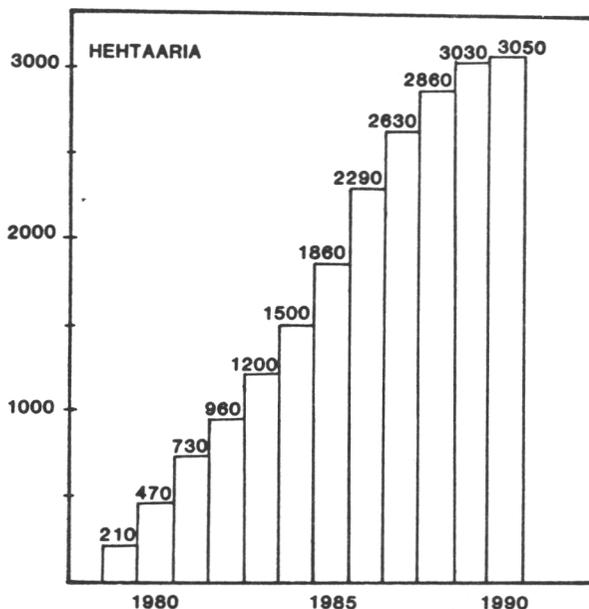
Lähde, E. ja Norokorpi, Y. 1978. Oikea alkuperävalinta ja männyn viljelyn onnistuminen. Metsä ja Puu 2/1978.

Remröd, J. 1976. Val av tallprovenienser i Norra Sverige - analys av överlevnad, tillväxt och kvalitet i 1951 års tallproveniensförsök. Inst. för skogsgenetik Skogshögskolan. Parr. och upps. n:o 19.

FT Veikko Koski
Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Helsinki

SIEMENVILJELYSTEN KÄYTTÖÖNOTTO

Metsäpuiden siemenviljelysten perustamiseen tähtäävät käytännölliset toimenpiteet' aloitettiin Suomessa jo vuonna 1947. Tuolloin nimittäin valittiin ensimmäiset pluspuut. Ensimmäinen männyn siemenviljelys perustettiin maastoon vuonna 1952. Jo yli 30 vuotta on puhuttu siemenviljelyksistä ja lupailtu parannusta kylvösiemenen rodulliseen tasoon ja helpotusta siementen keräämiseen. Viime vuosina on kentältä alkanut kuulua joskus kärkeviäkin kysymyksiä siitä, miksi siemenviljelyssiementä ei ole saatavana, vai eikö sitä koskaan saadakaan. Toiminnan alkuvaiheissa ennustettiin, että siemenviljelys tarvitsee n. 15 vuotta vartteiden maastoonistutuksen jälkeen kehittyäkseen siementä tuottavaan vaiheeseen. Valtaosa Suomen siemenviljelyksistä perustettiin 1960-luvun lopulla ja 1970-luvun alussa, joten kaikkien viljelysten ei tässä vaiheessa voida odottaakaan olevan vielä käytössä.



Kuva 1. 15 vuotta saavuttaneiden männyn siemenviljelysten pinta-alan kehitys lähivuosina.

Huolenaiheena ovatkin nimenomaan ne lukuisat tapaukset, jotka perustettiin n. 20 vuotta sitten, mutta jotka eivät vielääkään ole käytössä. Perimmäinen syy viivytykseen on vääjäämättömästi se, etteivät useimmat siemenviljelykset ole varttuneet ennako-odotusten mukaisesti. Tähän vuorostaan on useita syitä.

1. Siemenviljelyksiä perustettiin huonoille kasvupaikoille ja alkuvuosien hoito laiminlyötiin. Pienikokoiset vartteet kituivat pintakasvillisuuden alla ja jäivät usein kilpailussa toiseksi.
2. Myyrrien tuhot tappoivat ja vioittivat 1960-luvulla kymmeniätuhansia vartteita. Monta viljelystä on jouduttu täydentämään uusilla vartteilla vuosia perustamisen jälkeen. Vasta sitten kun jokainen varte suojattiin metalliverkolla, myyrätuhot saatiin kuriin.
3. Hirvet tulivat siemenviljelyksille 1970-luvulla. Pahimmissa tapauksissa seurauksena oli täystuho. Lievemmätkin tuhot merkitsevät taaksepäinmenoa siemenviljelyksen kehityksessä.

Osoituksena siitä, ettei edistymisen tarvitse olla näin hidasta, ovat jokseenkin samanlaisessa ilmastossa kasvavat Ruotsin siemenviljelykset sekä myös eräät Suomen siemenviljelykset. Intensiivisillä toimenpiteillä hyvään tulokseen päästään 15 vuodessa. Mennyt on mennyttä eikä tehtyjä virheitä sinänsä kannata enempää märehtiä. Niistä on jo otettu opiksi. Nyt ollaan joka tapauksessa siinä tilanteessa, että siemenviljelysten käyttöönotto on alkanut ja se laajenee merkittävästi jo ensi vuonna. Käyttöönottoon liittyy kaksi asiaa:

1. Rekisteröinti

2. Käyttöalueen
määrittely

Näistä aiheista seuraavassa muutama sana.

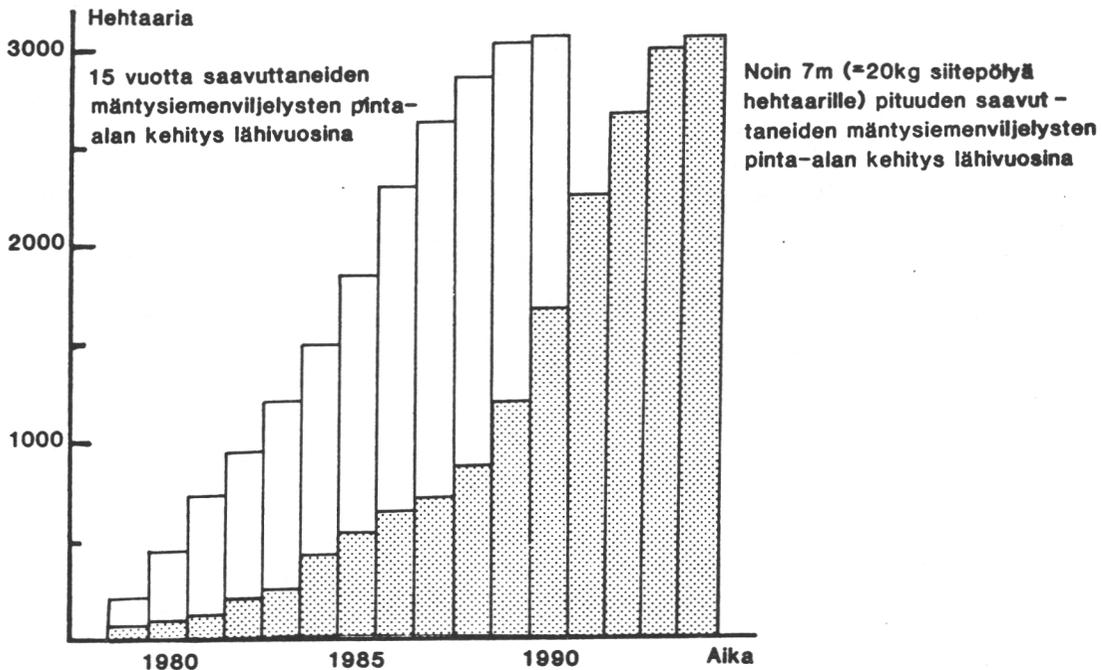
Siemenviljelysten rekisteröinti perustuu metsänviljelyaineiston kaupasta annettuun lakiin ja lakiin liittyvään maa- ja metsätalousministeriön päätökseen. Metsänviljelyaineisto jaetaan alkuperäluokkiin seuraavasti:

1. Aluekeräysaineisto (luokka B4),
2. metsikkökeräysaineisto (luokka B3),
3. valikoitu aineisto (luokka B2),
4. erityisesti valikoitu aineisto (luokka B1),
5. nuorista siemenviljelyksistä saatu aineisto (luokka A3),

6. testaamattomista siemenviljelyksistä saatu aineisto (luokka A2) ja
7. testattu aineisto (luokka A1).

Päätöksessä, jota äskettäin (4.11.1981) on täydennetty, on kaksi alkuperäluokkaa, jotka liittyvät siemenviljelysten käyttöön. Testaamattomista siemenviljelyksistä saatu aineisto (A2) ja nuorista siemenviljelyksistä saatu aineisto (A3). Kumpaankin luokkaan kuuluvan materiaalin (siemenet ja taimet) myynnin edellytyksenä on, että asianomainen viljelys on merkitty siemenviljelysrekisteriin. Moni on kysynyt, miksi tällainen laki ja rekisteri eli kirottu byrokratia on tehty ihmisten kiusaksi. Vastauksessa joudutaan perimmäisten kysymysten eteen, miksi lainsäädäntöä yleensä tarvitaan. Lainsäädäntöä tarvitaan, jotta sekä myyjän että ostajan oikeudet turvattaisiin ja kaikille saataisiin tasavertainen kohtelu. Siemenviljelysasiaan liittyy kyllä muitakin näkökohtia. Siemenviljelyksen tarkoitus on tuottaa jalostettua siementä. Jos tästä vaatimuksesta tingitään, koko siemenviljelystoiminnan mielekkyys joutuu kyseenalaiseksi. Siemenviljelyksiin sijoitetuilla raha- ja työpanoksilla olisi valikoimatonta siementä saatu tarvittavat määrät. Kun siemenviljelyssiemenelle asetetaan rodullisia vaatimuksia, on myös itse viljelyksille asetettava vaatimukset. Kuluneiden vuosikymmenten aikana siemenviljelyksen idea on tullut yleisesti tunnetuksi, mutta samalla se on myös hämärtynyt. Pahimmillaan asia on käsitetty siten, että siemen on jalorotuista, kunhan se on kerätty mistä tahansa vartteesta. Nyt ei kuitenkaan kasvateta omenoita, vaan metsäpuiden kylvösiementä. Metsäpuiden vartteilla on perustettu monenlaisia istutusaloja varsinaisten siemenviljelysten lisäksi, kuten kokoelmia, kloonikokeita tai havaintokohteita. Eräät siemenviljelysalueet ovat tuhojen vaikutuksesta muuttuneet oleellisesti alkuperäisestä kokoonpanostaan jne. Jotta siemenviljelys olisi tarkoitukseensa sopiva edellytetään, että 1. siihen sisältyy riittävä määrä pluspuita klooneina, jotka kuitenkin ovat peräisin rajatulta alueelta, 2. siemenviljelys toimii pölytysyksikkönä siten, että syntävä siemen on peräisin valittujen puiden risteytymisestä, 3. itse siemenviljelys ja sitä koskevat asiakirjat ovat kunnossa. Asetetut vaatimukset eivät ole kohtuuttomat, joten niistä pidetään kiinni. Jos alussa ollaan liian suvaitsevaisia, on kovin epämuokavaa kiristää ohjaksia myöhemmin esim. peruuttamalla jo annettu käyttöluupa. Tarpeellisten mittausten teko ja tulosten käsittely on varsin iso työ, joka vie oman aikansa. Rekisteröinti luokassa "testaamaton siemen-

viljelys" edellyttää, että vartteiden hedekukinta on riittävän runsas varmistamaan siemenviljelyksen sisäisen pölytyksen. Perustamisvaiheessa ei osattu ajatella, että puiden pitää saavuttaa seitsemän-kahdeksan metrin pituus, ennenkuin pölytys todella toimii. Tätä asiaa ei voi millään paperityöllä tai asian ripeällä käsittelyllä jouduttaa. Hidastuneen kehityksen syitä olen edellä maininnut. Niihin on aika vaikeata lisätä Metsäntutkimuslaitosta. Rekisteröityjä siemenviljelyksiä luokassa A2 on tällä hetkellä kuusi kappaletta ja niiden pinta-ala on yhteensä n. 32 ha. Sekä lisäksi yksi muovinalainen rauduskoivun siemenviljelys.



Kuva 2. Männyn siemenviljelysten ikäjakauma ja ja ennuste riittäväksi katsottavan hedekukinnan saavuttamiselle.

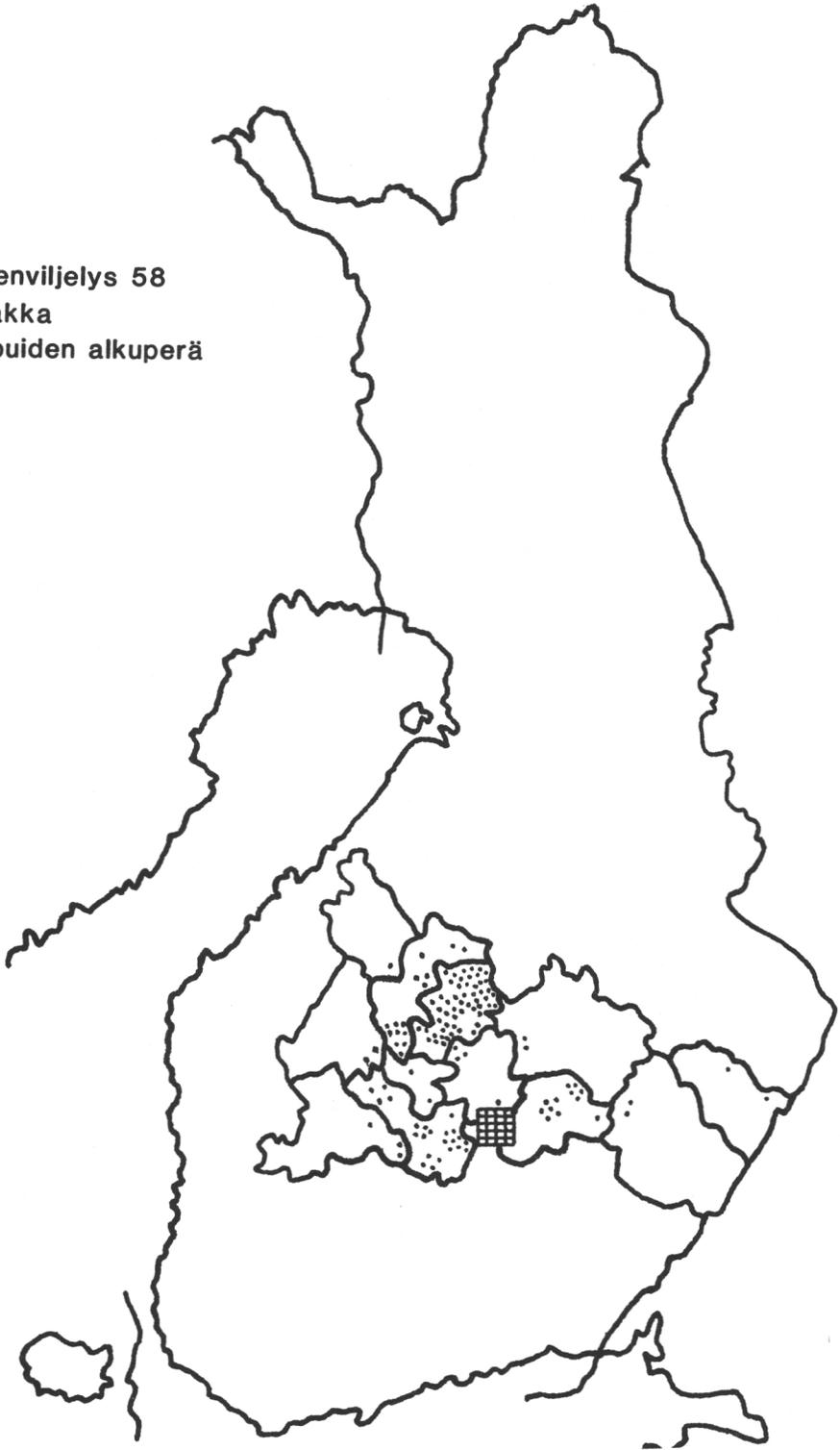
Uusi alkuperäluokka A3 tuli voimaan ensimmäinen joulukuuta 1981. Vaatimuksiltaan A3 eroaa A2-luokasta vain siinä, että hedekukinta on niin vähäistä, että pölytys tulee kokonaan tai valtaosin ulkopuolisista metsistä. Tämä ero on geneettisesti tärkeä. A3 ei ole siemenviljelyssiementä. Luokkaan A3 on 1.12.1981 mennessä rekisteröity 17 männyn siemenviljelystä, joiden yhteispinta-ala on 253 ha. Koska vartteiden hedekukinta lisääntyy aikaa myöten nuorissa siemenviljelyksissä, luokka A3 on kunkin viljelyksen kohdalla väliaikainen. Kehitysvaiheesta ja nopeudesta riippuen voimassaolo

joudutaan viljelyksen kohdalla määrittämään yksilöllisesti. Siemenviljelysten rekisteröinnin periaatteet ja vaatimukset on julkaistu ja jaettu kaikille siemenviljelysten omistajille. Tuntuu kaikin puolin luontevalle, että siemenviljelyksen omistajalla on aloite käsissään, kun hän katsoo asioiden olevan kunnossa. Rekisterin pitäjän velvollisuus on suorittaa rekisteröinnin edellyttämät mittaukset ja tarkistukset asiakirjojen ja paikan päällä tehtävän katselmuksen avulla. Ilman omia tarkastuksia rekisterin pitäjä joutuisi entisen lääkärintodistuksen linjoille, jossa todetaan "pyynnöstä todistan, että tämä mies sanoo olevansa täysin terve".

Käyttöalueen määrittelyn ei pitäisi olla ongelma silloin, kun on kysymys testaamattoman siemenviljelyksen luokkaan rekisteröidystä tapauksesta. Yhtenä rekisteröinnin edellytyksenä nimittäin on, että siemenviljelykseen sisältyvät pluspuut ovat peräisin rajoitetulta alueelta. Alueen suuruus on määritelty sellaiseksi, että sen sisällä kasvukauden keskimääräinen lämpösumman vaihtelu ei ole suurempi kuin yhdessä metsikössä esiintyvä yksilövaihtelu ja toisaalta tietyllä paikkakunnalla esiintyvä vuosien välinen vaihtelu. Siemenviljelyksen käyttöalue on tällöin sama alue, jolta siihen kuuluvat pluspuut ovat peräisin. Tässä siis pysytään samojen vaihtelurajojen sisällä, jotka tavataan luonnossakin. Kun luonnonvaraiset metsäpuulajimme ovat jääkauden jälkeisenä aikana vuosituhansia sopeutuneet niin ilmaston vuosivaihteluun kuin pitempiaikaisiinkin muutoksiin, on mahdoton ajatella, että juuri niiden sopeutumiskyvyssä olisi tapahtunut jokin perinpohjainen muutos.

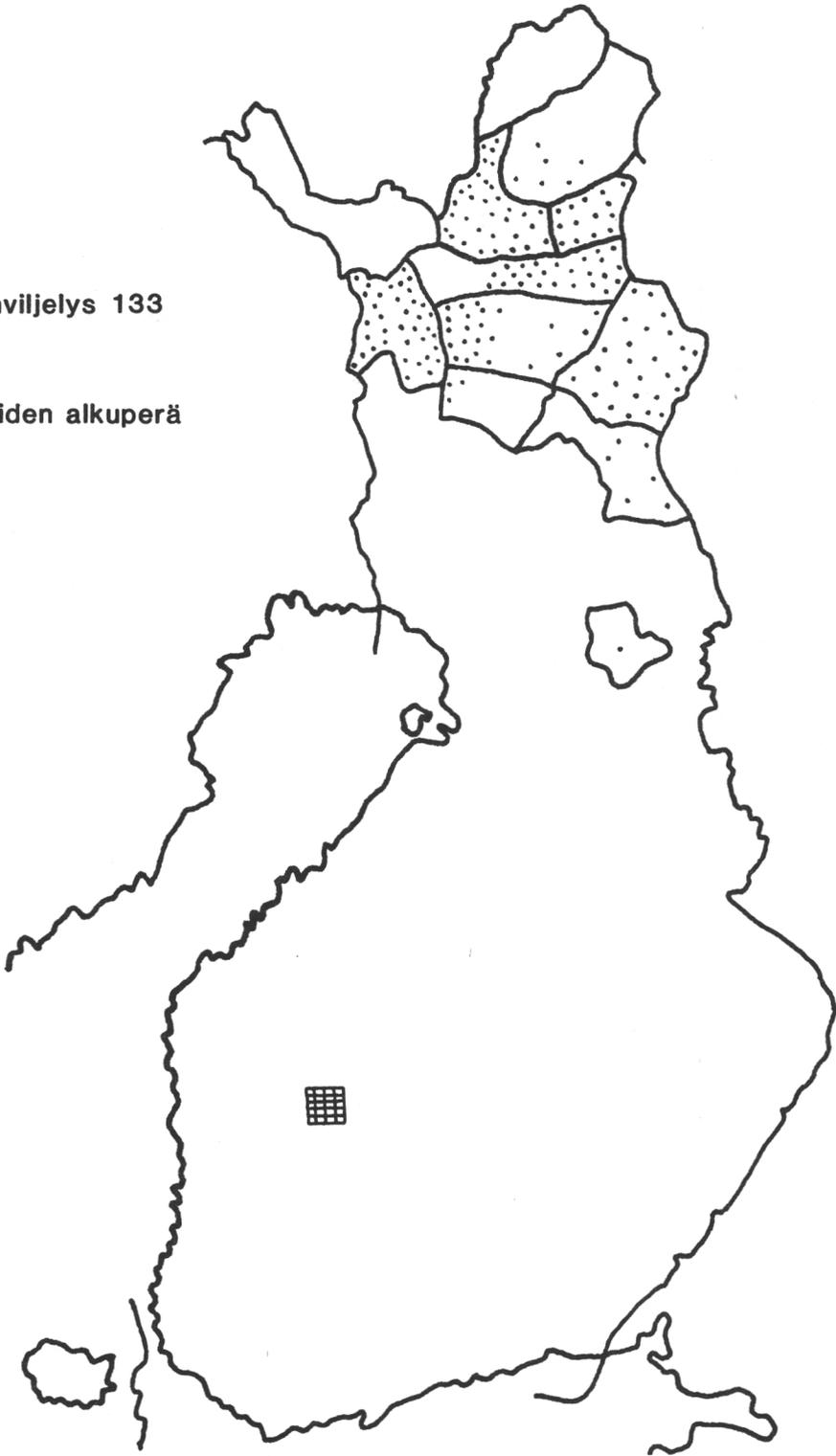
Nuorten siemenviljelyksien kohdalla käyttöalueen määrittely ei ole yhtä itsestään selvä. Useimmat siemenviljelykset on tarkoituksellisesti perustettu käyttöaluettaan etelämmäs. Nuoruusvaiheessa, jolloin siemen syntyy ulkopuolisen siitepölyn vaikutuksesta, ne tuottavat eräänlaista proveniensiiristeytymäsiementä. Teoreettiselta pohjalta on voitu otaksua, että proveniensiiristeytymän sopeutumiskyky asettuu vanhempien puolivälin paikkeille. Ilman kokeellisia tuloksia tällaisen teorian pohjalta ei kuitenkaan ole voitu käytännölle antaa käyttöaluesuosituksia. Tätä ongelmaa selvittäviä kokeita on Suomessa pantu liikkeelle 1960-luvulta lähtien. Näistä kokeista saatuja tuloksia on viime aikoina analysoitu ja parhaillaan on valmistumisvaiheessa kolme eri tutkimusraporttia. Tulokset vahvistavat sen käsityksen, että risteytymän sopeutumiskyky on lähellä vanhempien sopeutumiskykyjen

**Siemenviljelys 58
Toivakka
Pluspuiden alkuperä**



Kuva 3. Esimerkki siemenviljelyksestä, joka sijaitsee käyttöalueellaan. Pluspuiden sijainti merkitty pisteillä. Karttaan piirretyt rajat tarkoittavat siemenkeräysalueita.

Siemenviljelys 133
Virrat
Mänty
Pluspuiden alkuperä



Kuva 4. Esimerkki siemenviljelyksestä, joka sijaitsee selvästi varsinaisen käyttöalueensa eteläpuolella.

keskiarvoa. Näin esimerkiksi pohjoisuomalaisten vartteiden pölyttyminen Etelä-Suomen siitepölyllä tuottaa jälkeläisiä, joiden sopeutumiskyky sopii Pohjanmaan olosuhteisiin. Näiden tutkimustulosten pohjalta on voitu yleensä lähteä hyväksymään nuorten siemenviljelysten käyttöönottoa. Niissä tapauksissa, missä nuori siemenviljelys sijaitsee käyttöalueellaan, ratkaisu on tietenkin yksinkertaisempi eikä väliaikaista käyttöaluetta tarvitse määritellä.

Metsäpuiden kylvösiemenen tuottaminen erityisillä siemenviljelyksillä on edelleen sikäli uusi asia, että kellään ei ole aikaisempia kokemuksia. Tiedetään miten kauaskantoisia metsänviljelymateriaalin valintaan liittyvät ratkaisut ovat. Toisaalta syy huonoon tulokseen metsänviljelyksessä ei aina ole siementen alkuperässä, vaan todellinen syy voikin olla taimien fysiologisessa kunnossa, huonossa jälkihoidossa tai poikkeuksellisen epäedullisissa sääolosuhteissa. Perin harvoin on edes tiedossa mistä suunnasta viljelymateriaali on siirretty, puhumattakaan paikallista alkuperää olevasta vertailukelpoisesta rinnakkaisviljelyksestä. Siemenviljelysten rekisteröinnillä ja siemenen käytön valvonnalla halutaan varmistaa, ettei alkuperän epävarmuus muodosta riskiä metsänviljelyssä. Hitaasti kiiruhtaminen siemenviljelyssiemenen käyttöönotossa voi kovastikin kiusata niitä taimitarhamiehiä, jotka haluaisivat myydä jalostettua materiaalia. Metsän ja puun tuottamisen kannalta vuoden parin viivytys alkuunlähdössä on jokseenkin merkityksetön, jos vastapainona ovat varmuus käytetyn materiaalin alkuperästä ja parempi onnistuminen metsänviljelyssä.

Ph.D. Kim von Weissenberg
Suonenjoen Tutkimusasema

TAIMITARHAKASVATUKSEN JA -LAJITTELUN VAIKUTUKSET MET-
SIEN GENEETTISIIN OMINAISUUKSIIN

1. JOHDANTO

Viime aikoina on maassamme jälleen kerran ryhdytty keskustelemaan taimitarhakasvatuksen ja taimilajittelun vaikutuksista viljelymateriaalin metsittämiskelpoisuuteen ja syntyvän metsikön geneettisiin ominaisuuksiin (esim. Kallio 1980, Salpakivi 1980). Aikaisemmin aiheesta keskusteltiin kun muovihuoneiden käyttö taimitarhoilla yleistyi (Sarvas 1964a, Rummukainen 1968).

Tämän esitelmän tarkoituksena on tarkastella miten paikallisprovenienssia olevan metsänviljelymateriaalin nykyinen tuotanto ja käsittely vaikuttaa viljelymetsiemme geneettisiin ominaisuuksiin. Tarkastelu rajoittuu pääasiallisesti siemenen käsittelyyn ja taimien ensimmäisiin ikävuosiin ja Suomessa käytettyihin lajittelumenetelmiin eikä puutu esim. varhaistes-teihin tai provenienssien tunnistamismenetelmiin.

Keskustelut MML Jouni Mikolan, MH Risto Rikalan ja MMK Heikki Smolanderin kanssa ovat antaneet runsaasti vi-rikkeitä. Professorit Max. Hagman ja Erkki Lähde sekä tohtorit Veikko Koski ja Pentti K. Räsänen ovat lukeneet käsikirjoituksen ja Rikala on tarkastanut kieliäsun. Jouni Mikola ja MH Tapani Pöykkö ovat antaneet toistaiseksi julkaisemattomia tutkimustuloksi-aan käyttööni. Mervi Ahonpää ja Terttu Räsänen piir-sivät kuvat ja Juha Ekman punnitsi siemenet. Kiitän myös taimitarhanhoitajia, jotka antoivat tietoja tai-mituotantonsa saantoluvuista.

2. TEOREETTINEN TAUSTA

Teorian kaikkiin yksityiskohtiin (Falconer 1960) ei nyt voida paneutua. On kuitenkin erotettava kahta olennaista peruskäsitettä: genotyyppi ja fenotyyppi. Genotyyppi on geenien perusteella määräytyvä ominaisuuksien kokonaisuus ja se on havaittavissa ominaisuuksien periytymisenä jälkeläisiin. Metsikön geenifrekvenssi on vakio polvesta toiseen ellei tapahdu populaatioiden välistä geenivaihtoa ja sisäistä valintaa tai mutaatioita (Hardyn ja Weinbergin laki). Fenotyyppi on yksilön (ja karkeasti ottaen metsikön) ilmaisu eli ympäristön ja genotyypin yhteisvaikutuksesta syntyvä, havaittavissa ja mitattavissa oleva ominaisuuksien kokonaisuus. Näin ollen fenotyypissä on aina kaksi osaa: periytyvä osa ja ympäristön aiheuttama "lisäys" tai "vähennys".

Metsässä geenifrekvenssien muutokset tapahtuvat etupäässä geenivaihdon ja valinnan aiheuttamina. Metsänviljely aiheuttaa (jos viljelymetsä aikanaan uudistetaan luontaisesti) geenivaihtoa jos siemeniä tai taimia siirretään kokonaan toisen populaation alueelle. Valintaa tapahtuu siemenen käsittelyssä ja taimien kasvatuksessa ja myyntilajittelussa, mutta myös istutuksen jälkeen luontaisena poistumana. Jos valinnan kohteena olevan ominaisuuden (esim. pituus) periytyvyysadannes (heritabiliteetti) on hyvin pieni, muutokset jäävät pieniksi ellei valinta ole erittäin voimakasta. Jos periytyvyysadannes on olematon, geneettisiä muutoksia ei tapahdu lainkaan, vaan metsikössä havaittu muutos edellisiin sukupolviin verrattuna, riippuu kokonaan sattumasta ja ympäristön vaikutuksesta metsikön kehitykseen.

Viljelymateriaaliin kohdistuvat valinnat tapahtuvat siemen- ja taimiasteella, mutta metsikkö arvioidaan kuitenkin useimmiten myöhempien ominaisuuksiensa perusteella. Muutosten suuruus riippuu silloin ratkaisevasti taimiaikuiskorrelaatiosta eli siitä, miten selvästi nuoruusiällä ilmenevä ominaisuus, esim. purremmuus pituudessa, ilmenee vielä päätehakuuikässä. Mikäli eri tekijöiden arvot tunnetaan, massavalinnan aiheuttamien muutoksien suuruus sekä varttuvassa metsikössä että seuraavassa sukupolvessa voidaan laskea seuraavien yhtälöiden perusteella (Nanson 1969, 1976).

ja

$$dM_1 = i \times s \times r_f$$

$$dM_2 = i \times s \times r_g \times h^2$$

jossa:

dM_1 = Geneettisen muutoksen suuruus viljelymateriaalista varttuvan metsikön myöhäisiällä

dM_2 = Geneettisen muutoksen suuruus viljelymateriaalista syntyvän uuden sukupolven myöhäisiällä

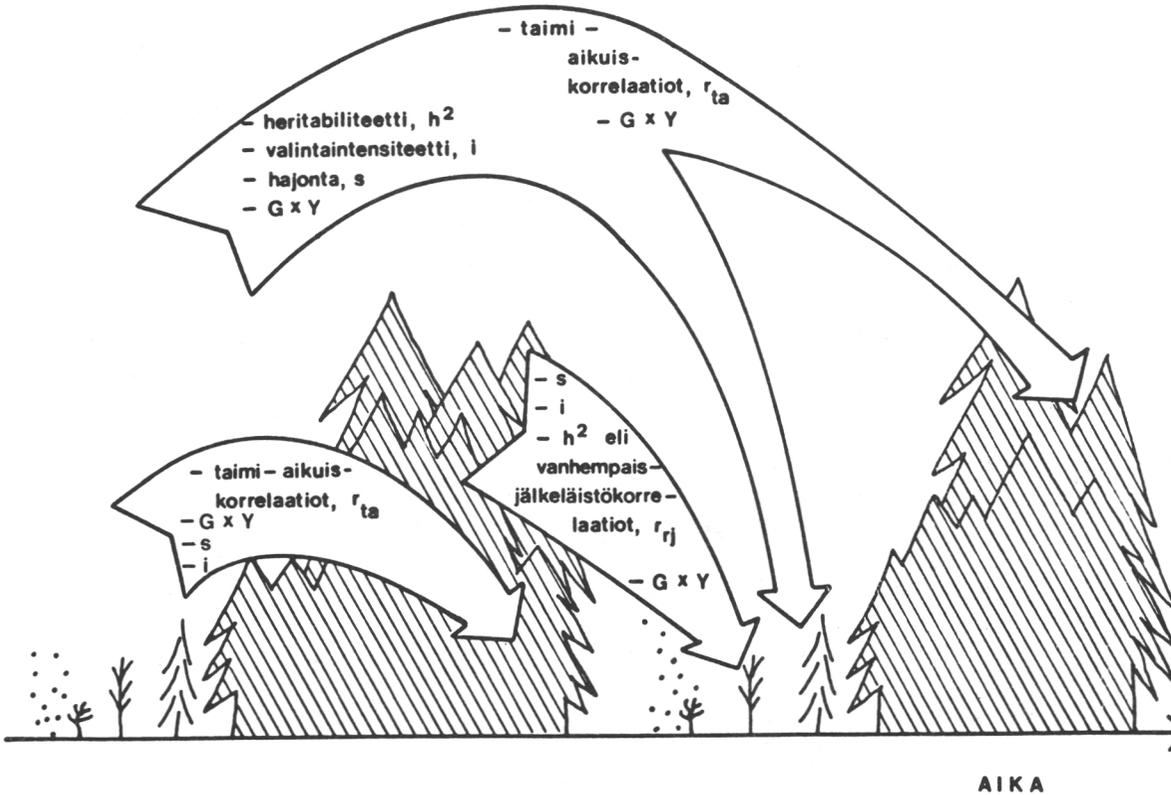
i = Valintaintensiteetti eli se standardisoitu suhteellinen osa kokonaispopulaatiosta, joka ominaisuuden perusteella valitaan viljelymateriaaliksi ja/tai sukua jatkamaan (esim. metsään istutettuna ja myöhemmin uudistusalaan siementä-mässä).

s = Aikuisiän ominaisuuden fenotyyppinen hajonta

r = Taimiaikuiskorrelaatiot: r_f = fenotyyppinen, r_g = genotyyppinen korrelaatio

h^2 = Periytyvyysadannes eli heritabiliteetti, joka ilmaistaan periytyvän vaihtelun osuutena kokonaisvaihtelusta. Se voidaan myös mitata vanhempaisjälkeläistökorrelaationa.

On kuitenkin useita ominaisuuksia, joita ei siemenestä tai taimesta voida havaita eikä mitata. Tällöin meillä ei ole mahdollisuuksia suorittaa mitään määrätietoista valintaa. Tuntemattomien tai näkymättömien ominaisuuksien suhteen valinta voi olla täysin satunnaista eikä se siis muuta ominaisuuksien jakaumia eikä keskiarvoja, ellei se vaikuta systemaattisesti jonkun toisen näkyvän ja korrelaatiossa olevan ominaisuuden kautta. Jos valittu osa on hyvin pieni, sattumalla voi olla suurikin merkitys. Genotyyppien ja ympäristön interaktiot vaikeuttavat myös muutoksien tarkkaa arviointia. Eri tekijöiden merkitys geneettisten vaikutusten muotoutumisessa on havainnollistettu kuvassa 1.



Kuva 1. Eri vaiheissa suoritetun valinnan vaikutusmekanismit kehittyvään metsään ja seuraavaan sukupolveen. $G \times Y$ = genotyypin ja ympäristön interaktio.

3. VILJELYMATERIAALIIN KOHDISTUVAN VALINNAN MAHDOLLISET POSITIIVISET VAIKUTUKSET

Valintaa tapahtuu tietoisesti kolmessa eri vaiheessa: siemenen käsittelyssä, taimien koulunnassa ja taimien myyntilajittelussa. Jossain määrin sitä tapahtuu myös kennotaimien harvennuksessa. Toisaalta, valintaa vähennetään torjumalla tauteja, vähentämällä taimien välistä kilpailua ja yleensä luomalla sellaiset olosuhteet, että taimisaanto siemenkilosta olisi mahdollisimman suuri. Tiedostamaton valintaa ("luontaista" valintaa tuotantoprosessin keinotekoisessa ympäristössä) tapahtuu luontaisena kuolemisenä itämisvaiheessa ja sirkkataimiasteella sekä kasvatuksen ja varastoinnin eri vaiheissa.

Taimitarhoillamme nykyään suoritettavan viljelymateriaalin lajittelun tarkoituksena ei ole metsän varsinainen jalostaminen. Se katsotaan tarpeelliseksi, koska taimitarhakasvatuksessa ei saada riittävän tasalaatuista materiaalia ja sitä perustellaan (P.K. Räsänen, suull. tieto joulukuussa 1981) kolmella näkökohdalla: 1) Pienimmät taimet kasvavat viljelyn jälkeen hitaammin ja pintakasvillisuus haittaa niitä enemmän kuin suuria taimia, 2) Pienten taimien fysiologinen tila on suurempiin verrattuna heikompi ja näin ollen ne kestävät siirto- ja viljelyvaiheiden rasitukset huonommin ja 3) Pienistä taimista suurempi osa kuin suurista taimista on geneettisesti vähäarvoisia. Lajittelu ei noudata ohjeellisestikaan kiinteitä prosenttirajoja (kuten esim. Norjassa) ja se tuskin tapahtuu samalla tarkkuudella ja korkealla valintaintensiteetillä kuin varsinainen valinta jalostustyössä.

Sarvas (1964a.) suositteli geneettisin perustein havupuillemme noin 16 - 17 % raakkausta koon perusteella jos tyhjän siemenen osuus ennen niiden poistamista siemenerästä olisi noin 30 %, mikä ei ole harvinaista. Silloin poistuisi melkein kaikki ne heikkokuntoiset ja pienet taimet, jotka ovat syntyneet ns. subletaali-faktoreiden suhteen homotsygoottista alkioista.

Nieminen (1976) on arvioinut, että taimitarhoillamme raakattaisiin koon perusteella myyntilajittelussa noin 5 - 10 % taimista ja Rikala (1978) totesi taimitarhatiedustelun perusteella sen olevan yleensä noin 11 - 17 %. Näin ollen, nykyinen lajittelu koon perusteella näyttäisi kutakuinkin noudattelevan Sarvaksen silloista suositusta.

3.1. Siemeniin kohdistuva valinta

Lukuunottamatta tyhjien siementen poistoa, jossa jonkun verran kevyttä, elävää siementä voi poistua, maamme taimitarhoilla ei suoriteta ainakaan toistaiseksi siemenen luokittelua tai muuta tietoista valintaa. Jotkut kuitenkin kokolajittelevat siemenet paakkutaimikasvatuksia varten.

Siemenen paino vaikuttaa taimien alkukehitykseen ensimmäisenä kasvukautena vaikka vaikutus sen aikana koko ajan heikkenee ja on lähes olematon muutaman kasvukauden jälkeen (Righter 1945, Schmidt-Vogt 1966,

Sluder 1979, Mikola 1980a). Niinpä Douglas-kuusen siemenen koolla ja painolla ei ollut mitään vaikutusta kokonaispituuteen 10 vuoden kuluttua (Silen ja Osterhaus 1979). Myöhemmin vaikutus voi olla jopa negatiivinen: Pinus taedan isoista siemenistä kasvatetut taimet olivat 15 vuoden iässä 74 cm lyhyemmät ($P < 0,05$) kuin keskikokoisesta siemenestä kasvatetut taimet (Sluder 1979). Puolassa männyn korrelaatiot siemenpainon- ja pituuden sekä rinnankorkeusläpimitan välillä iällä 50 v. olivat negatiiviset: $-0,7$ ja $-0,98$ (Giertych 1974).

Voidaan siis todeta, että siemenen koko- ja painolajittelulla voidaan saavuttaa eräitä lyhytaikaisia morfologisia ja fysiologisia etuja, mutta vähitellen metsikössä yksilöt eriytyvät toisistaan kasvunopeudessa ja muissakin ominaisuuksissa, koska alussa ilmenevät erot eivät ole perinnöllisiä eikä ominaisuudet korreloidu aikuisiän ominaisuuksien kanssa. On myös muistettava, että eräät siemenen ulkoiset ominaisuudet (mm. koko) riippuvat etupäässä emopuusta, koska munasolun hedelmöittyminen ja siitä johtuva alkion kehitys tapahtuu vasta, kun siemen on saavuttanut kutakuinkin lopullisen kokonsa. (Righter 1945, Sarvas 1964b).

3.2 Taimiin kohdistuva valinta

3.2.1. Silmujen puhkeamis- ja muodostumisajankohta

Varsinkin kuusella keväthallojen aiheuttamia tuhoja on esitetty torjuttaviksi siten, että valittaisiin ne taimet, joiden silmut puhkeavat myöhään (ks. esim. Nienstedt ja King 1969). Tämäntapaisen kokeen tuloksia on analysoinut Suomessa Pöykkö (1981) käyttämällä Heikinheimon vuonna 1938 perustettua Punkaharjulla sijaitsevaa viljelykoetta. Tässä kokeessa taimet oli luokiteltu taimitarhalla kahteen karkeaan luokkaan: Aikaisiin, jos päätesilmu oli puhjennut, ja myöhäisiin, jos päätesilmu oli puhkeamatta nostopäivänä. Runsaan 40 vuoden kuluttua ei ollut suuriakaan eroja metsiköiden välillä useissa aikaisuutta ja kasvurytmiä kuvaavissa tunnuksissa. Kasvujakson pituus oli aikaisessa metsikössä 27,7 vuorokautta ja myöhäisessä 25,7 vuorokautta ja silmunpuhkeamisessa ero oli keskimäärin 2 vuorokautta, mutta se ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Mm. Mikola (1980b) on todennut, että 1-kesäisen männyntaimen silmun muodostumisajankohta syksyllä on voimakkaasti periytyvä ominaisuus, mutta koska se ei selvästi ilmene tavallisessa kasvatuksessa, sen käyttö käytännön taimilajittelussa ei ole vielä mahdollista.

On kuitenkin monissa tutkimuksissa korostettu, että kuusen ja männyn päätesilmun puhkeamisajankohta keväällä ja muodostumisajankohta syksyllä ovat erinomaaisia, korkean periytyvyyssadanneksen omaavia tunnuksia proveniensiensien erottamisessa ja valinnassa (ks. esim. Eriksson ym. 1974, Mikola 1980b). Tunnuksien käyttö paikallisproveniensiensin kehittämisessä ympäristöoloihin sopeutuneemmaksi ja kasvukauden keskimääräistä pituutta paremmin hyväksikäyttäväksi lienee vaikeampaa, koska tämä vaatisi koko taimierän työlästä ja jatkuvaa tarkkailua ja yksilöiden merkitsemistä keväisin ja syksyisin ajankohtina, jolloin tavanomaista lajittelua ei tehdä. Tässä saattaisi olla menetelmäkehittelylle kiintoisa työsarja.

3.2.2. Juurenniskan läpimitta

Monen puulajin kohdalla tiedetään juurenniskan läpimitan taimitarhavaiheessa olevan positiivisessa korrelaatioissa ensimmäisten maastovuosien pituuskasvun ja elossapysymisen kanssa (Curtis 1955, Blair ja Cech 1974, Fry 1979, Belanger ja McAlpine 1975, Murmanskaya 1978, Schmidt-Vogt ja Gurth 1977, Mrazek 1979). Koe-tuloksia on saatu myös Suomessa männyntaimien läpimittalajittelusta (Yli-Mattila 1978, Yli-Mattila ja Rikala 1979). Tällä lajittelulla ei liene suurempaa vaikutusta tulevan metsikön läpimittaan (vrt. Pöykkö 1981), koska läpimitan taimiaikuiskorrelaatio ei yleensä ole kovin suuri (Toda 1972, Sziklai 1974, Hadders 1976). Muiden ominaisuuksien geneettisistä korrelaatioista taimen läpimitan kanssa ei tällä hetkellä ole tietoa.

3.2.3. Taimen pituus

Pöykkö (1981) käytti Heikinheimon vuonna 1933 perustamaa viljelykoetta, jossa mm. kuusen taimet jaettiin kolmeen pituusluokkaan seuraavasti:

Viljelyruutu (pituusluok- ka)	Kuusi	
	Keski- pituus	Viim. kasvaimen pituus
	cm	
1	25	13
2	19	9
3	9	4

Lähes 45 vuotta myöhemmin Pöykkö totesi, että pituusvalinta taimitarhassa ei ollut vaikuttanut puiden keskikiläpimitaan eikä rungon kuutiomäärään, mutta keskipituus oli edelleen suurin suurten taimien ruudussa ja pienin pienten taimien ruudussa (tilastollisesti merkitsevästi). Kokonaiskuutiomäärä oli myös suurin suurten taimien ruudussa, mutta koska Heikinheimon perustamassa kokeessa ei ollut toistoja, kuutiomääräerojen luotettavuutta ei voitu testata. Ero johtui lähinnä runkoluvuista.

Raulo (1974, 1981) on esittänyt ennakkotuloksia rauduskoivun 1M + 1A taimien lajittelukokeesta puiden ollessa 15 vuotta vanhoja. Tuotos hehtaaria kohti oli suurin kun taimien oksat olivat olleet paksuja ja pitkiä:

Taimi- luokat	Alkupituus, cm	Tuotos, m ³ /ha
Normaalit taimet	84	118
Pitkät taimet	118	113
Keskipitkät taimet	81	110
Lyhyet taimet	45	108
Paksu- ja pitkä- oksalet taimet	65-85	136
Ohut- ja lyhyt- oksalet taimet	65-85	110

Pituus- ja kokoluokituksella saavutetaan siis useimmissa tapauksissa etuja elossapysymisessä, pituuskasvussa ja kuutiotuotoksessa (ks. myös mm. Heikinheimo 1940, 1949, Haugberg 1967, Schmidt-Vogt 1966, Leikola ja Huuri 1974, Minko 1974, Hermann ja Lavender 1976, Schmidt-Vogt ja Gurth 1977, Yli-Mattila 1978, Krusche ja Melchior 1979, Mrazek 1979). Ensimmäisenä kasvukautena isojen taimien kuolleisuus saattaa kuitenkin olla suurempi verrattuna pienten taimien kuolleisuuteen (Lavender ja Hermann 1976) ja muitakin ristiriitaisia tuloksia on saatu (Hermann ja Lavender 1976).

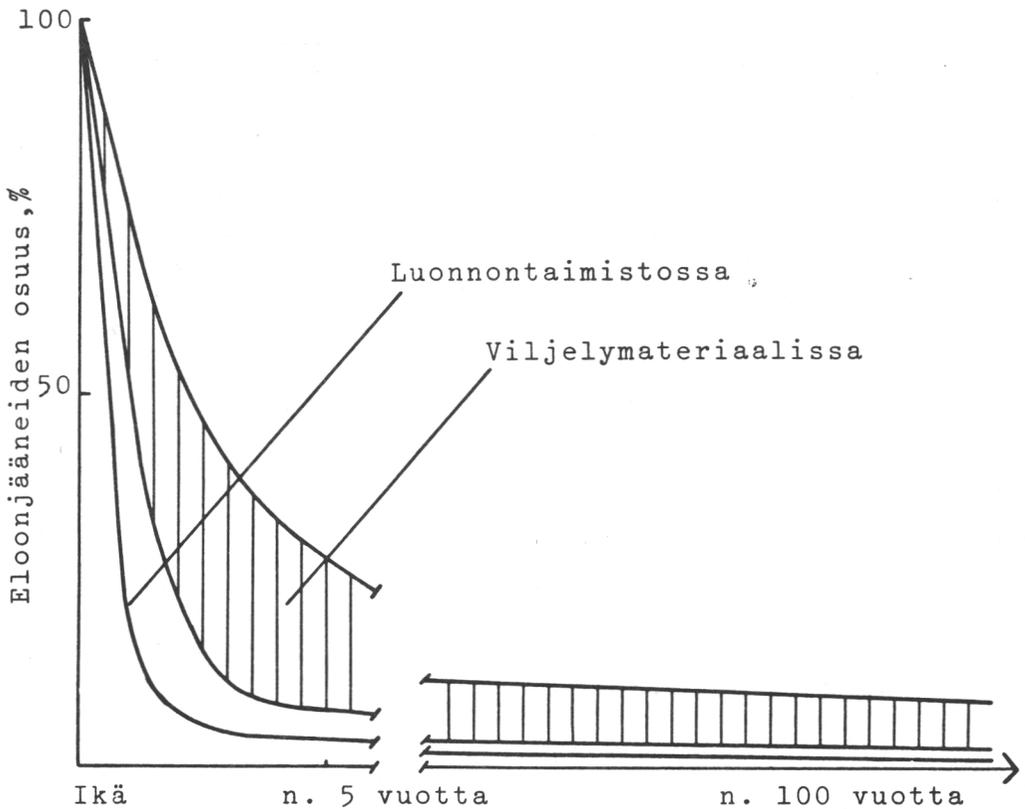
Tigerstedtin (1969) mukaan nuoren männyntaimen pituuden periytyvyysadannes on keskimäärin 0,18 ja taimiaikuiskorrelaatiotkaan (Hadders 1976) eivät ole kovin voimakkaita (keskimäärin noin 0,30), joten kokoluokituksen geneettinen vaikutus jää pieneksi. Pöykkö (1981) toteaaakin, että taimitarhoilla pitäisi yksinomaan pituuden perusteella raakata n. 90 % taimista, jotta siitä aiheutuva pituuden lisäys varttuvassa metsikössä vastaisi maamme siemenviljelyksistä saatavaa arvioitua jalostushyötyä.

Useita taimitunnuksia voidaan käyttää provenienssien erottamiseksi (syysväri, puutumisen, kuiva-ainepitoisuus), mutta niiden käyttökelpoisuus paikallisprovienssien sisäisessä taimien valinnassa lienee rajoitettu menetelmien työläisyyden ja mittausajankohtien ajoittumisen takia.

4. KUOLLEISUUS JA POISTUMA LUONNOSSA JA TAIMITARHOILLA

Viljelytaimisto vakiintuu yleensä melko pian istutuksen jälkeen kun taas luonnontaimistossa kuolleisuus jatkuu vielä kymmeniä vuosia. On kuitenkin selvää, että kuolleisuus ja poistuma sekä luonnossa että viljelymateriaalissa (esim. paakkujen harventaminen ja taimien raakkaus) ovat suurimpia aivan ensimmäisinä vuosina (vrt. taulukko 1. ja esim Lönnroth 1926) (kuva 2).

Luonnossa perimmäiset geneettiset syyt kuolemislle ovat enimmäkseen tuntemattomia, mutta Yli-Vakkuri



Kuva 2. Luonnontaimistossa ja viljelymateriaalissa eloon jääneiden taimien osuuden likimääräinen kehitys.

(1961) antaa valaisevia tietoja ensimmäisen kasvukauden aikana tapahtuvista häviämistä. On kuitenkin varmaa, että sääolosuhteilla, ennenkaikkea kosteudella ja lämpötilalla (Lähde ja Pakkala 1974), ja sattumalla on suuri merkitys siementen itämisvaiheessa ja alkuvaiheen kuolleisuuden selittäjinä eikä siis siemenen perintötekijät voi olla kovin merkittäviä (vrt. esim. Harper 1977, Cook 1979, Hickman 1979).

Maassamme nykyään harjoitettu taimien myyntilajittelu (vrt. s. 19) on luonnonpoistumaan verrattuna melko lievä. Geneettisen tarkastelun kannalta on kuitenkin selvitettävä siemen- ja taimierän koko käyttö- ja kasvatusaikana tapahtunut poisto siemenen varastoinnista maastoistutukseen saakka. Tutkimustuloksia tästä ei meillä liene, mutta eräiden taimitarhojen taimikirjanpidon tarkastus osoitti, että myydyt taimet muodos-

tivat melko pienen osan teoreettisesta saannosta, s.o. elävien siementen kokonaismäärästä (taulukko 1).

Taulukko 1. Keskimääräiset eloonjäämissadannekset lasketuina kylvettyjen itävien siementen lukumäärästä metsäkylvöissä (Yli-Vakkuri 1961) ja neljällä taimitarhalla. Taimitarhat ilmoittivat perustiedot yhteensä 65 kylvöerästä, jotka edustivat 7 männyn ja 6 kuusen taimilajia. Vaihteluvälit perustuvat taimilajikohtaisiin (2-7 kylvöerää) keskiarvoihin.

Olosuhteet	Kuusi				Mänty		
	Kasvukausien lukumäärä						
	1	2	3	4	1	2	3
	% *)						
Metsäkylvöt 1952-1958							
Koskematon kasvi- peite	3	0,6	0,6	-	5	1	2
Sammalpeite poistettu	8	2,6	2,0	-	15	7	2
Kivennäismaa pal- jastettu	3	3,1	3,2	-	21	8	2
Taimitarhakylvöt 1972-1981	-	12-40	18-20	10-11	10-46	14-46	11-38

*) % = $\frac{\text{Myytyjen taimien kappalemäärä}}{1000 \times \text{kylv. siemen, gr}} \times 100$
 $\frac{\text{1000 jyvápaino, gr.}}{\text{1000 jyvápaino, gr.}} \times \text{Itämisprosentti (**)}$

***) Itämisprosentiksi otettiin vanhin, joka siemenerästä oli tiedossa

Korkein saanto 65:stä tutkitusta kylvöerästä oli vain n. 47 % ja oli saatu 12,4 kg kylvöstä kasvattaen 1 Mk-tyypin männyn taimia. Kolmen tämän taimilajin kylvöerien keskiarvo oli 43,9 %. Suurin poistuman syy lienee ollut kennojen harventaminen, jossa yleensä pienemmät ja heikommät taimet poistetaan. Kuolemista esiintyy myös siemenen varastointiaikana, kasvu- ja lepokausina sekä talvivarastoinnissa, raakkauksissa ja lopuksi myyntilajittelun yhteydessä (tunkiolle heitetty taimi on metsän uudistamisen ja geneettiseltä kannalta yhtä kuin kuollut taimi). Tämän suppean selvityksen tulos näyttää siis viittaavan siihen, että taimitarhoillammekin vallitsee melko ankara (tosin pääosin ihmisen ohjaama) kilpailu, joka on sitä voimakkaampi mitä kauemmin taimia on taimitarhalla kasvatettu.

Kun siis ainakin yli puolet itävästä siemenestä näyttää taimitarhoillamme tuottavan "kilpailussa häviäviä" taimia, olisi mielenkiintoista tietää mikä osuus on todellisella valinnalla hyvien, voimakkaiden taimien hyväksi sekä mikä osuus on sattumalla ja tuntemattomilla tekijöillä. Joka tapauksessa näyttää siis toistaiseksi siltä, ettei, päinvastaisista pyrkimyksistä huolimatta, jokainen itävä siemen muovihuoneisakaan tuota maastoon vietävää tainta, vaan osa "heikoista sortuu" tässäkin uudistamismenettelmissä. Kuolleiden joukossa lienee suuri osa esim. itsepölytyksestä syntyneistä, lehtivihreättömistä ja letaaligenejä kantavista taimista. Olisi kuitenkin erillisillä tarkoilla tutkimuksilla selvitettävä mitkä ja millä osuuksilla periytyvät ominaisuudet ovat edustettuina poistuvassa 50 %:ssa. Mitä ilmeisintä kuitenkin on, että Sarvaksen vuonna 1964 ehdottamat 16-17 %:n (vrt. s. 19) raakkaus selvästi ylitetään.

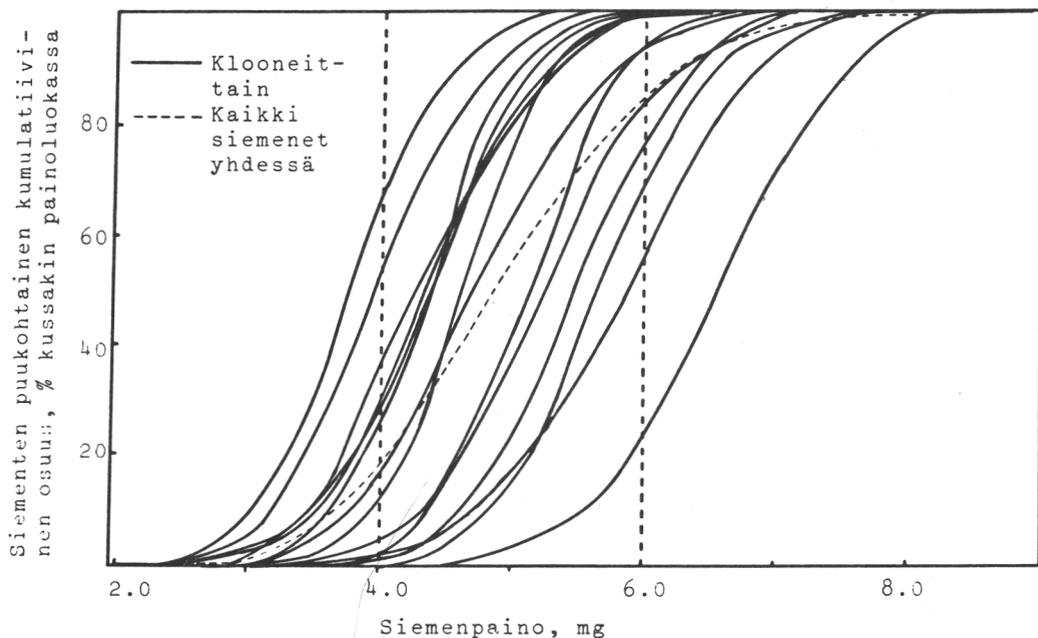
5. NEGATIIVINEN JA TUNTEMATTOMIIN OMINAISUUKSIIN KOHDISTUVA VALINTA

5.1. Siemenen painolajittelu ja taimien aikaisuus- ja kokolajittelu

Siemenen painolajittelussa kokonaiset jälkeläistöt, karsiutuvat pois viljelymateriaalista (kuva 3). Douglasskuusella ja valkokuusella on saatu samanlaisia tuloksia (Hellum 1976, Silen ja Osterhaus 1979).

Myös Lindgren (1982) Ruotsissa totesi, että jakamalla 34 mäntykloonin siemenet kolmeen osaan 5 mg ja 7 mg raja-arvoilla, painavimmassa osassa ei ollut juuri lainkaan samojen kloonien siemeniä kuin keveimmässä osassa.

Eri vuosina karsiutuu pois eri emopuiden jälkeläistöt, koska yhden emopuun tuottamien siementen paino ja koko vaihtelee vuodesta toiseen ainakin Douglas- ja valkokuusella (Hellum 1976, Silen ja Osterhaus 1979). Mäntysiemenviljelyksessä 92 (Toivakka) tutkittiin viiden kloonin siemeniä tuleentumisvuosilta 1975 ja 1977. Jos eri vuosien siemenet painolajiteltaisiin,

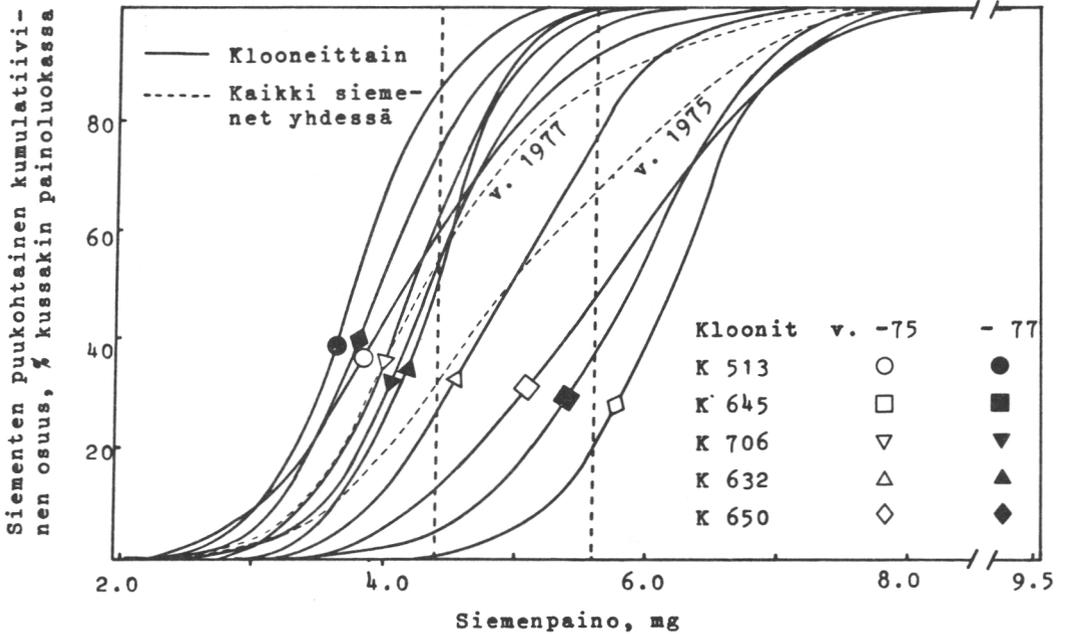


Kuva 3. Mäntysiemenviljelmän no. 92 (Toivakka) eräiden kloonien 1977 tuleentumisvuoden vapaapölytyssiementen painojen kumulatiiviset frekvenssijakaumat. Kustakin kloonista punnittiin 200 siementä 0.1 mg tarkkuudella. Tyhjät siemenet oli poistettu puhaltamalla ja alkoholikäsitellyllä. Mikäli painolajittelun rajoiksi otettaisiin esim 4 ja 6 mg, kloonien edustus kylvöerissä vaihtelisi suuresti. Alle 4 mg:n osaan 7:stä kloonista tulisi alle 10 % niiden siemenestä ja yli 6 mg:n osassa vastaava kloonimäärä olisi 9. Punnitustuloksia on esitetty liitteessä 1.

kloonien edustus eri osissa eri vuosina vaihtelisi jonkun verran kaikkien kloonien osalta ja varsin huomattavasti yhden kloonin osalta (kuva 4).

Männyllämme esiintyy myös painovaihtelua jopa yhden kloonin eri vartteiden siementen välillä (Shen ja Lindgren 1981). Näin ollen syntyvän metsikön geneettinen rakenne ja vaihtelu muuttuu ja pienenee siemenen lajittelun johdosta siten, että eräät emopuut ja varteet eivät lainkaan saa jälkeläisiään mukaan uuteen metsäsukupolveen*) kun taas toiset emopuut tulevat

*) Ilmiötä kutsutaan geneettisen pohjan kapenemiseksi. Jos se kapenee liian paljon, geneettistä vaihtelua ei riitä jalostukseen eikä adaptaatioon ympäristöolosuhteiden muuttuessa.



Kuva 4. Mäntysiemenviljelmän 92 (Toivakka) viiden kloonin tuleentumisvuosien 1975 ja 1977 vapaapölytyssiementen kumulatiiviset painofrekvenssijakaumat. Painolajittelun rajoiksi on oletettu 4,4 ja 5,7 mg, jolloin v. 1975 33,3 % siemenistä olisi kussakin osassa. Punnitustuloksia on esitetty liitteessä 1.

edustetuiksi suhteettoman runsaasti. Jos siis siemenen koko- ja painoluokitusta halutaan suorittaa lyhytaikaisten etujen saavuttamiseksi, olisi varmistauduttava siitä, että geneettinen tausta ei kapene, vaan että kaikki muuten hyviä jälkeläisiä tuottavat emopuut saavat jokseenkin samassa suhteessa geenejään mukaan uuteen sukupolveen, vaikka siemen olisikin pientä ja/tai kevyttä.

Silmunpuhkeamisajankohtaan perustuvassa lajittelussa lienee sama ongelma: Voimakas valinta poistaisi tulevasta metsiköistä tiettyjen emopuiden jälkeläisiä.

Taimien kokolajittelussa voi myös käydä vastaavalla tavalla eli geneettinen pohja kapenee, kuten Pöykkö on simulointitutkimuksessaan (1981) osoittanut. Mitä ankarampi valinta oli, eli mitä pienempi osa taimierästä valittiin istutettavaksi, sitä useampi jälkeläistö jäi aliedustetuksi uudessa metsikössä (taulukko 2). Tilanne on siis periaatteessa sama kuin jo edellä kuvatussa siemenen perusteella suoritettussa lajittelussa.

Taulukko 2. Pituusvalinnan voimakkuuden vaikutus mu-
kaantulevien risteytysjälkeläistojen lukumäärään
ja taimimäärään. Jälkeläistöjä oli 65 kpl.
(Pöykön, 1981, mukaan).

Valinta- sadannes	%	1	13	32	51
Valintaintensiteet- ti, i		2,52	1,45	0,95	0,67
Jälkeläistöstä mukaan tulevia taimia, kpl		Jälkeläistöjen lukumäärä			
alle 31		22	6	2	-
31 - 50		10	3	4	1
51 - 100		7	18	12	8
101 - 200		9	21	30	45
201 - 500		12	16	17	11
501 - 1000		4	1	-	-
yli 1000		1	-	-	-
Yht. jälkeläistöjä, kpl		65	65	65	65

Geneettisen pohjan mahdollisen laajana säilyttäminen on tärkeätä varsinkin, jos perustettava metsikkö aiotaan myöhemmin uudistaa luontaisesti. Jos siemen on peräisin siemenviljelyksestä, näkökohta tulee vielä tärkeämmäksi koska geneettinen pohja on jo ennestään monesta eri syystä kaventunut (Lindgren, 1982). Mikäli metsä uudistetaan tulevaisuudessa viljellen, sen oma mahdollisesti muuttunut geneettinen rakenne ei tietenkään vaikuta tulevaan sukupolveen.

On siis syytä korostaa, varsinkin siemenviljelyssiemenen käytön yleistyessä, että oikein valitun alkuperän taimien kokoluokka on määriteltävä koko erästä eikä sitä saa jakaa esim. suuriin ja pieniin taimiin (Nieminen 1977, Metsähallituksen kirje Yt.821 liitteineen). Sama periaate tulisi olla voimassa siemenen kokolajittelussakin (vrt. Kuvat 3 ja 4). Jos taimierä syystä tai toisesta sisältää useita alkuperiä (esim. P- ja K-kantapuiden jälkeläisiä) oikein suoritettu lajittelu ja jako saattaisi erottaa provenienssit toisistaan kuten mm. Etverk (1980) on korostanut tutkiessaan 32 provenienssin muovihuoneessa kasvatettuja taimia.

5.2. Tuntemattomiin ominaisuuksiin mahdollisesti kohdistuva valinta

Lienee niin, että huolestumisemme viljelymateriaalin laadusta johtuu etupäässä tuntemattomiin tai näkymättömiin ominaisuuksiin mahdollisesti kohdistuvasta valinnasta. Tällaisia ovat esimerkiksi kuivuudenkestävyys hyvin kastellussa muovihuoneessa ja taudinkestävyys kasvinsuojeluaaineella suojatussa taimikasvatuksessa, jolloin koko erässä on mukana kaikki yksilöt, olivatpa ne sitten kestäviä tai kestävättömiä ko. valintapainetta aiheuttavaa ympäristötekijää vastaan (vrt. esim. Eriksson ja Lindgren 1975).

Tällaisella keinotekoisella valinnan poistamisella on vaikutusta seuraavan polven metsikön geneettisiin ominaisuuksiin vain, jos ominaisuuden periytyvyysadannes on suuri ja taas varttuvan metsikön ominaisuuksiin vain, jos ominaisuus korreloituu aikuisiän saman tai muun ominaisuuden kanssa. Onko siis esimerkiksi sirkkataimen kuivuudenkestävyydellä tai taudinkestävyydellä korkea taimiaikuiskorrelaatio? On kuitenkin mitä todennäköisintä, että sattumanvaraiset ympäristötekijät vaikuttavat (esim. kosteus, lämpötila, alustan laatu ja muoto) eniten varhaiskehitykseen antaen yksilölle edullisen tai epäedullisen lähtöaseman (vrt. esim. Harper 1977) eikä korkean periytyvyysadanneksen omaavat ominaisuudet liene kovin ratkaisevia. Eri ominaisuuksien periytyvyysadanneksista ja taimiaikuiskorrelaatioista meillä on kuitenkin niin vähän tietoa, ettei asian yksityiskohtaisempi selvittely ole mahdollista.

Eräs keskeinen ja tunnettu perinnöllisyystieteen teoria on kuitenkin ehkä sovellettavissa: Sellaisilla ominaisuuksilla, jotka ovat tärkeitä yksilön suvunjakamiskyvyn (esim. eloonjääminen) kannalta, on alhainen periytyvyysadannes (heritabiliteetti) (esim. Falconer 1960) joten niihin kohdistuvalla valinnalla ei ole geneettistä merkitystä. Toisin sanoen, suuri osa alkuvaiheessa huonosti menestyneistä tai kuolleista taimista ovat etupäässä ympäristön satunnaistekijöiden "uhreja". Eriksson ja Lindgren (1975) ovatkin osoittaneet, ettei ankara keinollinen valinta muovihuonetaimissa teoriassakaan aiheuttaisi jäljellä olevan osan metsänviljelykelpoisuuden sanottavaa (ennintään n. 8 %) paranemista. Eikä Jonsson (1978) voinut havaita selviä eroja männyn muovihuone- (1Mk, 1 siemen kennossa FM 408) ja lajiteltujen avomaatimien

(2A+1A ja 2A) eloonjäämisessä maastossa 4 vuoden kulluttua. Todettakoon myös, että mainitut ruotsalaiset tutkimukset ja Lindgren (1980) ovat oletaneet, että lähes jokaisesta kylvetystä elävästä siemenestä kasvaisi muovihuoneessa maastoon vietävä taimi. Näinhän ei Suomessa näytä olevan (vrt. taul. 1, s. 25).

Olettakaamme kuitenkin, ilmiön havainnollistamiseksi, että kaikilla ominaisuuksilla, jotka aiheuttavat kuolleisuutta ja/tai ovat muutoin valinnan kohteena siemenessä, sirkkataimessa ja 4-vuotisessa kuusessakin, olisi sama heritabiliteetti kuin nuoren männyntaimen pituuskasvulla ($h^2 = 0,18$). Olettakaamme edelleen että koko valinta (tai sen puute) kohdistuisi yksinomaan ja erehtymättömästi (siis sattumalla ei olisi mitään osuutta) juuri yhteen tiettyyn ominaisuuteen. Ominaisuuden hajonnaksi olen valinnut sen osuuden keskiarvosta (Nanson 1969), eli vaihtelukertoimet 10 % ja 50 %. Vaihtelukerroin 10 % vastaa verrattain pientä hajontaa, kun taas 50 % vastaa harvinaisempaa, suurta hajontaa. Valintasadanekseksi olen ottanut 2 %, joka suuruusluokaltaan edustanee luonnon kylvöissä esiintyvää "valintaa", olettaen, että koko kuolleisuus johtuisi yhdestä ainoasta ominaisuudesta. Taimitarhoilla olen olettanut sen 50 prosentiksi (vrt. taul. 1, s. 25).

Laskemalla voidaan silloin osoittaa, että geneettinen muutos luonnontaimiston tulevassa vapaapölytysjälkeläistössä on enintään +2,2 - +10,9 %, kun se taas viljelymateriaalin tulevassa jälkeläistössä on +0,63 - +3,15 %, eli "häviämme" erotuksen verran viljelytoiminnalla (s.o. 1,84 - 7,75%). Toisin sanoen, luonnossa seuraavan polven nuoret taimet olisivat esim. kuivuudenkestävyydeltään tai taudinkestävyydeltään enintään keskimäärin 8 % paremmat kuin taimitarhamateriaalin tuottamat jälkeläistöt.

Nyt on kuitenkin korostettava, etteivät edellä esitetyt olettamukset pidä läheskään paikkaansa, joten laskelma osoittaa vain teoreettisen "pahimman tapauksen" eli mitä enintään voisimme menettää tulevassa polvessa käyttämällä taimitarhamateriaalia. Todellisuudessa koko valinta ei kohdistu yhteen ominaisuuteen, vaan moneen, joten kunkin ominaisuuden kohdalla valintaintensiteetti on pienempi. Luonnonvalinnan hyöty jää siis edellä esitetyistä luvuista pienemmäksi, eikä sen menettäminen liene oleellista tulevaisuuden metsänviljelyn onnistumisen kannalta. Lindgren (1980) onkin päättänyt, tarkempia perusteluita kuiten-

kaan esittämättä, saman suuruusluokan arvioihin todeten, että siemenviljelyssiemenen käyttö metsänviljelyyn on geneettisesti edullisempaa kuin luontaisen uudistamisen käyttö.

Entä vaikutus viljelymateriaalista varttuvan metsikön fenotyyppiin? (vrt. kuva 1). Se riippuu siitä, onko esim. pakkasenkestävyys sirkkataimiasteella korreloitunut nuoren taimen tai puun kylmänkestävyyden kanssa (vrt. Rummukainen 1968). Tai korreloituuko sirkkataimen kuivuudenkestävyys taimen tai puun kuivuudenkestävyyden kanssa? Koska kuitenkin taimiaikuiskorrelaatiot, sikäli kun niitä tunnetaan, yleensä ovat pienet (vrt. mm. s. 21 ja 23), edellä arvioitu "häviäminen" jää vieläkin pienemmäksi. Jos korrelaatiot kuitenkin olisivat suuret (ja tässä tapauksessa positiiviset), silloin kehittyvässä taimistossa ja metsikössä olisi runsaasti yksilöitä, jotka eivät ole kestäviä ko. ilmiöitä vastaan ja voivat siis kärsiä maasto-olojen muuttuessa ääreviksi taimitarhaolosuhteisiin verrattuna näiden ominaisuuksien suhteen.

Monien ominaisuuksien periytyvyysadanneksia ja korrelaatioita olisikin tutkittava systemaattisesti, jos halutaan vastauksia näihin kysymyksiin kokeellisten tietojen pohjalta. Tämäntapaisia kysymyksiä selvittäviä kenttäkokeita on perustettu Uumajan lähelle v. 1978 (Lindgren 1980).

6. TIIVISTELMÄ

Taimitarhakasvatuksessa tapahtuva materiaalin valikointuminen ja valinta, luontainen tai keinollinen, kohdistuu fenotyyppiin ja sen kautta mahdollisesti genotyyppiin. Tulevan metsikön geneettisiin ominaisuuksiin vaikutetaan ainoastaan, jos valinta kohdistuu ominaisuuksiin, joiden periytyvyysadannes on melko suuri ja silloinkin vaikutus jää vähäiseksi, ellei valinta ole erittäin voimakasta ja voimakkaampaa kuin useimpien taimilajien kohdalla käytännössä näyttää olevan.

Taimitarhalajittelu kohdistuu useimmiten taimen kokoon, jonka periytyvyysadannes ja taimiaikuiskorrelaatio eivät ole kovinkaan suuret. Valinta on lisäksi niin lievä, että valintaintensiteetti jää alhaiseksi

(esim. 50 % vastaa $i = 0,8$). Näin ollen kokoluokituksen geneettinen vaikutus rajoittuukin pääasiassa siihen, että sillä poistetaan noin 15 - 20 % taimista, jotka ovat heikkokuntoisia ns. subletaaliominaisuuksien johdosta (vrt. s. 19). Siemenen koko- ja painoluokituksen positiivinen geneettinen vaikutus on myös vähäinen. Mikäli taimien ja siementen lajittelun nyt kohteena olevien ominaisuuksien ja muiden tärkeiden ominaisuuksien välillä esiintyisi muita, tois- taiseksi vähän tunnettuja taimiaikuiskorrelaatioita, tilanne voi kuitenkin olla toinen.

Jos kuitenkin erityisesti siemenviljelyksistä peräisin olevan siemenen paino- ja taimien kokolajittelua suoritetaan hyvin ankaralla valinnalla kapenee tulevan metsikön geneettinen pohja. Tällä on kauaskantoisem- pikin merkitys, jos metsikkö uudistetaan myöhemmin luontaisesti, tai jos siitä valitaan aikanaan useita pluspuita.

Tuntemattomiin ominaisuuksiin kohdistuvan valinnan merkitystä olen arvioinut vain kokonaisuusnäkökulmana, joka tietenkin on useiden eri kehitysvaiheissa esiin- tyvien osatekijöiden lopputulos. Luonnossa tapahtuva valinta (noin 2 % itävästä männynsiemenestä on tuot- tanut taimia, jotka ovat elossa kolmannen kasvukauden lopussa) suosii mitä todennäköisimmin sellaisia omi- naisuuksia, joilla on suuri adaptiivinen merkitys ja jotka varmistavat lajin säilymisen. Tällaisten fit- ness-ominaisuuksien periytyvyys sadannes (heritabi- leetti) on yleensä kaikkein pienin, joten erittäin voimakaskin valintaintensiteetti (2 % vastaa kuitenkin vain $i = 2,42$) ei voi aikaansaada ominaisuuksien suu- rempia pysyviä geneettisiä muutoksia. Tämä on ilmei- sesti luonnon "tarkoituskin": Suuresta luontaisesta (valtaosaltaan siis sattumanvaraisesta) nuoruuskuol- leisuudesta huolimatta metsiköt muuttuvat polvesta toiseen geneettisesti luultavasti varsin vähän eivätkä edes kovin helposti kehity geneettisesti eriytyneisiin paikallisiin osapopulaatioihin, koska heterotsygotia puulajeissamme on niin suuri (vrt. esim. Stern 1964, Koski 1974, Lindgren 1980). (Tämä koskee vain kehitystä yhtäjaksoisessa populaatiossa eikä erillisissä populaatioissa, kuten proveniensseissä, joiden välillä ei esiinny geenivaihtoa).

Populaation fenotyypin adaptoitumisen merkitys pai- kallisiin luonnon olosuhteisiin taimien ensimmäisinä elinvuosina on luultavasti myös pieni. Onhan muutaman päivän - vuoden vanhan taimen ympärillä sattumalta

vallitsevat olosuhteet jotain aivan muuta kuin ne olosuhteet ja niiden suuret vaihtelut, jotka kiertoaikana kohtaavat yksilöä ja koko populaatiota (vrt. Lindgren 1980). Fenotyypin plastisuuden merkitys suurenee vasta varhaiskehityksen (joka oli esitelmän tarkastelun kohteena) jälkeen, jolloin yksilöiden kilpailu ja vähitellen tapahtuva yksilöiden jälkeenyttäminen voimistuu (ks. esim. Harper 1977, Mikola 1980c).

Koska tulevaisuudessa kaikki metsänviljely tapahtuu siemenellä, joka tuotetaan erillisissä jalostuspopulaation osissa (s.o. siemenviljelyksissä), näyttää siltä, etteivät taimitarhamateriaalin tuotannossa mahdollisesti tapahtuvat pienet geneettiset muutokset ole kovinkaan merkittäviä. Geneettisen pohjan kapenemista voi joissakin erikoistapauksissa syntyä ja sitä olisi pitkällä tähtäyksellä vältettävä.

K I R J A L L I S U U T T A

- Belanger, R.P. ja McAlpine, R.G. 1975. Survival and early growth of planted sweetgum related to root-collar diameter. Tree Planters' Notes 26(4):1 ja 21.
- Blair, R. ja Cech, F. 1974. Morphological seedling grades compared after thirteen growing seasons. Tree Planters' Notes 25(1):5-7.
- Cook, R.E. 1979. Patterns of juvenile mortality and recruitment in plants. s. 207-231 kirjassa: Solbrig, O.T. ym. (Toim.) Topics in Plant Population Biology. Columbia University Press, New York. 589 ss.
- Curtis, R.O. 1955. Use of graded nursery stock for red pine plantations. J.For. 53:171-173.
- Eriksson, G., Kiellander, C.L. ja Krutzsch, P. 1974. Skogsförnyelse ur genetisk synvinkel. Sv. Skogsv.frb. Tidskr. 72(1):143-156.
- Eriksson, G. ja Lindgren, D. 1975. Några genetiska reflexioner kring plantsortering. Sv. Skogsv.frb. Tidskr. 73(3):287-293.
- Etverk, I. 1980. Geographical variability of the Norway spruce in the Estonian SSR. Silva Fennica 14:40-44.
- Falconer, D.S. 1960. Introduction to Quantitative Genetics. The Ronald Press Company, New York, 365 ss.
- Fry, G. 1979. Planting stock quality -- the effect of size of nursery stock. IUFRO Workshop techniques for evaluating stock quality, Rotorua, N.Z. 9 ss.
- Giertych, M. 1974. Inadequacy of early tests for growth characters as evidenced by a 59-year-old experiment. ss. 237-242. Proc. Joint IUFRO Meeting S2-04-1-3, Stockholm. 497 ss.
- Hadders, G. 1976. En undersökning av samband mellan plant- och ungdomsutveckling hos tall (Pinus silvestris L.). Föreningen skogsträdsförädling,

- Inst. f. Skogsförbättring. Årsbok, 1976:170 - 188.
- Harper, J.L. 1977. Population Biology of Plants. Academic Press. London. 892 ss.
- Haugberg, M. 1967. Sorteringsforsok med 2/2 granplanter. Skogsbrukets og Skogsindustriernes Råstoffutvalg. Rapport om SSFF:s Råstoffutvalgets virksomhet 1951-1965, Oslo 1967, 60-86.
- Heikinheimo, O. 1940. Metsäpuiden kasvatustaimitarhassa. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 29.1:97 ss.
- Heikinheimo, O. 1949. Tuloksia kuusen ja männyn maantieteellisillä roduilla suoritetuista kokeista. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 37.2:36 ss.
- Hellum, A.K. 1976. Grading seed by weight in white spruce. Tree Planters' Notes. 27(1):16-17, 23-24.
- Hermann, R.K. ja Lavender, D.P. 1976. Role of forest tree physiology in producing planting stock and establishing plantations. Proc. XVI IUFRO World Congress, Oslo. Div. 2:34-45.
- Hickman, J.C. 1979. The basic biology of plant numbers. s. 231-263 kirjassa: Solbrig, O.T. ym. (Toim.) Topics in Plant Population Biology. Columbia University Press. New York. 589 ss.
- Jonsson, S. 1978. Genetiska effekter av plantuppdragning. Inst. för Skogsförbättring, Skogsträdsförädling. Information 1978/79, 3:3 ss.
- Kallio, T. 1980. Metsänviljely ja sienituhot. Taimitarhan sienitautipäivä Suonenjoella 14.8.1980. Metsänviljelyn koeseaman tiedonantoja 35:3-10.
- Koski, V. 1974. On the effective population size in an areally continuous forest. ss. 253-270. Proc. Joint IUFRO Meeting S2-04-1-3. Stockholm. 497 ss.

- Krusche, D. ja Melchior, G.H. 1979. Beobachtungen an vorwüchsigen Kiefern sämligen. Allg. Forst.- u. J.- Ztg., 150:85-89.
- Lavender, D.P. ja Hermann, R.K. 1976. Role of forest tree physiology in producing planting stock and establishing plantations. Proc. IUFRO XVI World Congress, Oslo, Div. 2:34-45.
- Leikola, M. ja Huuri, O. 1974. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runkotutkimuksesta v. 1970-1973. Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 11, 31 ss.
- Lindgren, D. 1980. Skogsgenetiska aspekter på några skötselproblem. Sv. lantbruksuniv., Inst. f. skoglggen. o. växtfys. Intern rapport, 22:23 ss.
- Lindgren, D. 1982. Fractionation of seed-orchard seeds by weight does have genetic implications. Silva Fennica. 16 (Painossa).
- Lähde, E. ja Pakkala, K. 1974. Havupuiden siemenen kehitys ja itäminen kirjallisuuden valossa. Silva Fennica 8:242-277.
- Lönnroth, E. 1926. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände basiert auf Material aus der Sudhälfte Finnlands. Acta. For. Fenn. 30:269 ss.
- Metsähallituksen kirje Yt. 821, 25.3.1977. Liite: Taimien kokoluokituksen soveltaminen (havupuutaimet) 3 ss.
- Mikola, J. 1980a. The effect of seed size and duration of growth on the height of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) provenances and progenies at the nursery stage. Silva Fennica 14:84-94.
- Mikola, J. 1980b. Männyn (*Pinus sylvestris* L.) taimien ensimmäisen kasvukauden päätesilmun muodostus geneettisen ilmaston sopeutuneisuuden osoittajana. Lisensiaattityö Hels. yliopist., kasvinjalostustiet. lait. Moniste, 136 ss.
- Mikola, J. 1980c. The effect of stand density on the evaluation of heterosis and genetic gain in vegetatively propagated forest trees. Nordiska

- forskarkurser i växtförädling Tvärminne. Tammik. 1980. Moniste, 17 ss.
- Minko, G. 1974. Effect of seedling size on growth of field planted *Pinus radiata*. For. Tech. Pap. (Victoria) 22:58-68.
- Mrazek, F. 1979. Der Einfluss der Pflanzengrösse auf Wachstum und Ökonomie von Kiefernkulturen. Beitr. f.d. Forstwirtschaft 13:51-53.
- Murmanskaya, N.P. 1978. (Effect of grading and storage of seedlings before planting on the survival and growth of pine plantationa) Venäjänkiel., tiivistelmä For. Abstr. 1979 40(6):165, no. 1577. Lesnoe Khozyaistvo 5:50-51.
- Nanson, A. 1969. Aspects de genétique quantitative dans l'amélioration des espèces forestières. s. 929-948. Proc. 2nd World Consult. For. Tree Breed. Wash. 1969. FAO, Rome. Vol. 2:714 ss.
- Nanson, A. 1976. Juvenile-mature relationships mainly in provenance and progeny tests. ss. 99-120. Proc. IUFRO Joint Meet. Adv. Gen. Breed, Bordeaux, June 1976. I.N.R.A., Cestas, France, 208 ss.
- Nienstedt, H. ja King, J.P. 1969. Breeding for delayed budbreak in *Picea glauca* (Monech) Voss -- Potential frost avoidance and growth gains. ss. 66-80. Proc. 2nd. World Consult. For. Tree Breed. Wash. 1969. FAO, Rome. Vol. 1:872 ss.
- Nieminen, M. 1977. Storleksklassificeringen av skogsträdsplantor och den i enlighet därmed avpassade sorteringen av barrotsplantor i Finland. ss. 13-16. Årskrift för Nordiske Skogsplanteskoler 1976.
- Pöykkö, T. 1981. Havaintoja taimivaiheen valintajalostuksen vaikutuksesta. Progradutyö Hels. yliopist. kasvinjalostustiet. lait. Moniste, 96 ss.
- Raulo, J. 1974. Rautalahden koivukoetila. Metsäntutkimuslaitos - Enso Gutzeit Osakeyhtiö. Esite, 12 ss.

- Raulo, J. 1981. Metsänhoidon tutkimusosaston tutkijoiden ja metsäteknikoiden työretkeily Rautalahden koivukoetilalla 18.8. 1981 (Retkeilykohteiden selostukset) Metsäntutkimuslaitos - Enso Gutzeit Osakeyhtiö. Esite, 4 ss.
- Righter, F.I. 1945. Pinus: The relationship of seed size and seedling size to inherent vigor. J.For. 43:131-137.
- Rikala, R. 1978. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimitarhoilla. Metsänvilj. koeas. tiedonant. 24, 31 ss.
- Rummukainen, U. 1968. Muovihuone- ja avomaataimien kylmänkestävyys. Metsätal. Aikak. (4):1-4.
- Salpakivi, P. 1980. Metsän kylvö antaa valinnan mahdollisuuden. Metsä ja puu (4):20.
- Sarvas, R. 1964a. Some aspects in culling nursery stock before outplanting. Esitelmä kokouksessa FAO Joint Working Party: Techniques of Forest Extension and Restoration. Paris, Oct. 1964, 13 ss.
- Sarvas, R. 1964b. Havupuut. WSOY, Porvoo, 518 ss.
- Schmidt-Vogt, H. 1966. Wachstum und Qualität von Forstpflanzen. Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München, 210 ss.
- Schmidt-Vogt, H. ja Gurth, P. 1977. Eigenschaften von Forstpflanzen und Kulturerforlg. Allg. Forst. u. J. - Ztg. 148:145-157.
- Shen, H.-H. ja Lindgren, D. 1981. An exemple of seed weight within a clone. Sv. lantbruksuniv., Inst. skogl. genet. o. växtfysiol. Intern rapport 13:14 ss.
- Silen, R. ja Osterhaus, C. 1979. Reduction of genetic base by sizing of bulked Douglas-fir seed lots. Tree Planters' Notes, 30(1):24-30.
- Sluder, E.R. 1979. The effects of seed and seedling size on survival and growth of loblolly pine. Tree Planters' Notes, 30(4):25-28.

- Stern, K. 1964. Die Intensität der natürlichen Auslese entlang eines Altitudinalklins. ss. 139-165 kirjassa: Schmidt-Vogt (Toim.): Forstsamengewinnung und Pflanzenanzucht für das Hochgebirge. BLV Verlagsgesellschaft, München. 248 ss.
- Sziklai, O. 1974. Juvenile-mature correlation. ss. 217-235. Proc. Joint. IUFRO Meeting S2.04-1-3. Stockholm. 497 ss.
- Tigerstedt, P.M.A. 1969. Progeny tests in a *Pinus silvestris* (L.) seed orchard in Finland. Acta. For. Fenn. 99:17 ss.
- Toda, R. 1972. Heritability problems in forest genetics. ss. A-3 (I):9. Proc. Genetics Joint Symposia. Sabrao. 1972.
- Yli-Mattila, T. 1978. Männyn paljasjuuristen taimien eri kokoluokkien morfologiset ja kemialliset ominaisuudet sekä metsänviljelykelpoisuus. Laudaturtyö, Hels. yliopist., metsänhoitotiet. lait. Moniste. 44 ss.
- Yli-Mattila, T. ja Rikala, R. 1979. Männyn taimien kokoluokitus ja metsänviljelykelpoisuus. Metsä ja Puu, (4):18-20.
- Yli-Vakkuri, P. 1961. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männiköissä. Acta For. Fenn. 75:110 ss.

LIITE 1. Männyn siemenviljelmän no. 92 (Toivakka) eräiden kloonien tuleentumisvuosien 1975 ja 1977 vapaa-pölytyssiementen keskimääräinen siemenpaino, painon vaihteluväli ja vaihtelukerroin.

Klooni	Karistamo- tunnus	Keski- arvo, mg	Vaihtelu- väli, mg	Vaihteluker- roin, %
K 513	M29-77-1845	3,79	2,3 - 5,3	15
K 513	M29-75-1003	4,24	2,1 - 7,1	23
K 645	M29-77- 287	5,80	2,3 - 8,1	14
K 645	M29-75-1019	5,74	3,2 - 9,3	20
K 706	M29-77- 589	4,35	2,3 - 6,3	15
K 706	M29-75-1036	4,21	2,8 - 5,8	14
K 632	M29-77- 583	4,34	2,9 - 5,9	12
K 632	M29-75-1018	5,00	2,9 - 7,2	16
K 650	M29-77- 584	3,98	2,2 - 5,7	16
K 650	M29-75-1024	6,13	4,2 - 8,4	11
E 468C	M29-77-1790	4,77	3,1 - 6,9	16
K 612	M29-77-1851	4,62	2,4 - 6,3	12
E 466D	M29-77-1789	5,47	3,6 - 7,2	12
K 720	M29-77- 299	5,07	3,2 - 6,7	12
K 763	M29-77- 304	5,25	3,8 - 7,1	14
K 734	M29-77- 592	4,35	2,6 - 6,5	15
K 537	M29-77- 579	6,60	4,4 - 8,9	12
K 768	M29-77- 596	4,34	2,9 - 6,3	16
K 773	M29-77-1872	5,66	4,1 - 7,5	12

1982 Suonenjoen Kirjapaino Ky

- N:o 1 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten II. 1972.
- N:o 2 Matti Leikola. Silmujen ja neulasten poiston vaikutus männyn ja kuusen pituuskasvuun. 1972.
- N:o 3 Kim von Weissenberg. Kokemuksia Murray männyn viljelystä Suomessa. 1972.
- N:o 4 Terttu Koponen. Peltomyyräpopulaation rakenteesta. 1972.
- N:o 5 Pentti Nisula. Erilaisten rullataimien menestymisestä viljelyaloilla. 1972.
- N:o 6 Veikko Koski ja Jyrki Raulo. Ennakkotuloksia rauduskoivun jälke-läiskokeesta. 1972.
- N:o 7 Matti Leikola. Havaintoja taimipakkauksissa esiintyvistä lämpö-tiloista välivarastoinnin aikana. 1973.
- N:o 8 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Pellolle istutettujen männyn ja kuusen ja rauduksen taimien alkukehityksestä. 1973.
- N:o 9 Etelä-Suomen metsänviljelytutkijoiden neuvottelupäivillä pidetyt alustukset. 1973.
- N:o 10 Jyrki Raulo. Rauduskoivun taimilajien 1 A + 1 A tuottaminen. 1974.
- N:o 11 Matti Leikola ja Olavi Huuri. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runko-tutkimuksesta vv. 1970—1973. 1974.
- N:o 12 Tutkimuspäivän alustukset v. 1974. 1974.
- N:o 13 Martti Ruottinen. Suonenjoen ja Pieksämäen taimitarhojen taimi-toimitukset vuosina 1971 ja 1972. 1975.
- N:o 14 Jyrki Raulo. Lannoitetun täytemaan käytöstä rauduskoivun vilje-lyssä. 1975.
- N:o 15 Matti Leikola. Näkökohtia lyhytkiertoviljelmiä ja -kokeita perus-tettaessa. 1976.
- N:o 16 Risto Rikala. Jauhetun kuorihumuksen käyttökelpoisuus lumen su-lattamiseen taimitarhalla. 1976.
- N:o 17 Matti Leikola ja Pekka Suolahti. Ennakkotuloksia männyn taimien välivarastointikokeesta. 1976.
- N:o 18 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Heinimisajankohdan vaikutus pellolle istutettujen männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. 1976.
- N:o 19 Matti Leikola ja Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden menes-tyminen Suonenjoen taimitarhalla kesällä 1976. 1977.
- N:o 20 Matti Leikola. Muovihylsytaimien menestyminen Suonenjoella vv. 1971—1976. 1977.
- N:o 21 Pertti Harstela. Taimitarhatyöntekijöiden mielipiteitä työmenetel-mistä ja työjärjestelyistä. 1977.
- N:o 22 Carl Johan Westman ja Päivi Hänninen. Kemiallinen maa-analyysi paljasjuuristen taimien tuotannossa - ennakkotiedonanto. 1977
- N:o 23 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Kuusen taimien juurten leikkaus noston yhteydessä. 1977.
- N:o 24 Risto Rikala. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimi-tarhoilla. 1978.
- N:o 25 Jari Parviainen ja Kyösti Konttinen. Männyn avomaataimien koulinta-ajankohtakoe. 1978.
- N:o 26 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurtuminen. Tuloksia vuoden 1976 juurruttamiskokeista. 1979.

- N:o 27 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurruttaminen taimitarhalla. Kirjallisuuteen ja havaintoihin perustuvat ohjeet. 1979.
- N:o 28 Ukko Rummukainen ja Pekka Voipio. Eräiden herbisidien käytöstä havupuiden kylvöaloilla. 1979.
- N:o 29 Leo Tervo. Havaintoja verhopuuston kasauksesta. 1979.
- N:o 30 Päivi Hänninen. Hidasliukoisten lannoitteiden käyttömahdollisuuksista koulittujen taimien kasvatuksessa. 1979.
- N:o 31 Risto Rikala. Paljasjuuristen taimien kuljetus ja käsittely ennen istutusta. Tiedusteluun pohjautuva selvitys. 1979.
- N:o 32 Jyrki Raulo ja Leo Tervo. Rauduskoivun taimilajin 1 (Lk+A) tuottaminen Etelä-Suomessa. 1980.
- N:o 33 Jari Parviainen (toim.). Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutusta koskevia viimeaikaisia tutkimuksia. 1980.
- N:o 34 Päivi Hänninen. Männyn koulintataimien kasvuerot ja niihin vaikuttaneet tekijät Suonenjoen taimitarhalla. 1980.
- N:o 35 Taimitarhan sienitautipäivä 14.8. 1980.
- N:o 36 Havaintoja Keski-Eurooppaan tehdyttä opintomatkalta 14.6-1.7. 1980. Jari Parviainen ja Leo Tervo: Metsäpuiden taimien tuottaminen, Pekka Rossi: Lyhytkiertoviljelyn puulajien lisääminen ja viljely. 1980.
- "Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja" -sarja ilmestyy vuoden 1981 alusta "Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja" -sarjassa.
- N:o 15 Hannu Raitio ja Risto Rikala. Näkökohtia taimien ravinnetaloudesta ja lannoituksesta taimitarhalla. 1981.
- N:o 26 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Ennakkotuloksia pistokkaiden istutuksesta auraavilla istutuskoneilla ja käsin. 1981.

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
77600 SUONENJOKI
Puh. 979-11741