

MINIMIVAATIMUKSET MÄNNYN SIEMENVILJELYKSILLE SUOMESSA

VEIKKO KOSKI

SUMMARY:

MINIMUM REQUIREMENTS FOR SEED ORCHARDS OF SCOTS PINE IN FINLAND

Saapunut toimitukselle 1980-02-21

Jotta siemenviljelys voitaisiin merkitä lain edellyttämään siemenviljelysluetteluun testamattomana siemenviljelyksenä, se pitää todeta tarkoitukseensa sopivaksi. Ei voida laatia kaikille puulajeille ja siemenviljelystyypeille yhteisiä vaatimuksia. Kirjoituksessa esitetään minimivaatimukset männyn vartteilla perustetuille ns. alueziemenviljelyksille. Kloonikokoonpanolle ja pölytyksen koostumuksen vaikuttaville tekijöille annetaan täsmälliset numeeriset kynnysarvot. Rekisteröimisen edellytyksenä on, että siemenviljelys samanaikaisesti täyttää kaikki asetetut minimivaatimukset. Tarkoituksena on varmistaa, että rekisteröidyistä siemenviljelyksistä kerätty metsänviljelyainesto on geneettisesti korkealaatuista.

1. JOHDANTO

Metsäpuiden kylvösiemenen tuottaminen siemenviljelyksien avulla on Suomessa kuten muuallakin niin uusi toimintamuoto, etteivät siihen liittyvät käsitteet ja menetelmät vielä ole vakiintuneet. Siemenviljelykselle on esitetty hyvin monta erilaista määritelmää, joista tunnetuimpia ovat ZOBEL ja muut (1958), KLAHN (1960) ja MATHEWS (1964). Viime aikoina on pyritty vakiinnuttamaan OECD:n päätöksessä vuodelta 1975 esitetty sanonta »Siemenviljelys on valituilla klooneilla tai jälkeläistöillä perustettu viljelys, joka on eristetty tai siten käsitelty, että ulkopuolisista lähteistä tuleva pölytys vältetään tai sitä vähennetään, ja jota käsitellään siten, että se tuottaa usein toistuvia, runsaita ja helposti korjattavia siemen-

satoja.» BARNER ja KOSTER (1976) ovat koonneet ja vertailleet erilaisia siemenviljelysten määritelmiä. Määritelmät ja varsinkin niiden selitykset sisältävät sen ajatuksen, että siemenviljelyksiä on erilaisia ja ne voivat perustua erilaisiin geneettisiin ja teknillisiin ratkaisuihin. Kun tilanne eri puulajeilla ja eri maissa on aina jossain määrin erilainen, ei yleinen kansainvälinen määritelmä voi sisältää yksityiskohtaisia ja konkreettisia vaatimuksia. Siemenen kaupasta on OECD:n säännöissä määrätty, että siemenviljelyssiemenen nimellä saa myydä vain kansallisen viranomaisen rekisteröimässä viljelyksessä tuotettua siementä. Kussakin maassa kansallinen viranomainen määrittelee rekisteröimisen perusteet. Tar-

koituksena on tietenkin varmistaa, että ostaja todella saa geneettisesti ja fysiologisesti korkealaatuista siementä.

Vastaava »kuluttajansuojalaki» tuli Suomessa voimaan vuoden 1980 alusta. Lakiin metsänviljelyaineiston kaupasta (No 684/79) liittyvän maa- ja metsätalousministeriön päätöksen §§:ssä 4 ja 10 säädetään, että siemen kuuluu testaamattomasta siemenviljelyksestä kerättyyn aineistoon (A 2) vain mikäli ko. viljelys on merkitty siemenviljelysluetteluun. Luotteluun voidaan merkitä sellainen siemenviljelys, joka Metsäntutkimuslaitoksen suorittamassa tarkastuksessa todetaan tarkoitukseensa sopivaksi.

Voidaan tietysti kysyä, miksi siemenviljelys pitää todeta tarkoitukseensa sopivaksi ja ennen kaikkea miten todetaan, että jokin siemenviljelys on tarkoitukseensa sopiva? Taustana on se tosiasia, että jokainen käyttöön otettu siemenviljelys vaikuttaa suurella pinta-alalla viljelymetsän ominaisuuksiin ajan, joka on siemenviljelyksen käyttöaika lisätynä kiertoajalla. Yksikin huono viljelys langettaa varjon kaikkien siemenviljelyksien ja koko metsänjalostuksen päälle. Siemenviljelysohjelma ja suurin osa siemenviljelyksistä on suunniteltu 1960-luvulla silloisen tietämyksen pohjalta. On jopa syytä tarkistaa, vieläkö tuonaikaiset teoreettiset käsitykset ovat voimassa ennen kuin yleisesti siirrytään siemenviljelyssiemenen käyttöön.

Jokaista siemenviljelystä varten on aikanaan laadittu suunnitelma. Lähes sadan prosentin varmuudella voidaan sanoa, ettei yksikään siemenviljelys tällä hetkellä ole täsmälleen alkuperäisen suunnitelman mukainen. Joissakin tapauksissa suunnitelmasta poikettiin jo perustamisvaiheessa. Vuosien mittaan etenkin myyrätuhoista johtunut vartteiden kuoleminen sekä toisaalta täydennysistutukset ovat muuttaneet monien viljelysten kokoonpanoa. Vielä on mainittava, että rajanveto siemenviljelyksen ja muun varusteistutuksen välillä ei aina ole itsestään selvä. Vaikka varttamisen on vain teknillinen toimenpide, syntyy helposti se mielikuva, että juuri vartteet tekevät jostakin alasta siemenviljelyksen. Osa vartteista on alunperin istutettu kokoluokiksi, näytealoiksi tai muiksi sellaisiksi, mutta edellä mainitun miellelyhtymän perusteella tällaisiakin aloja välistä mainitaan siemenviljelyksinä.

On siis aihetta epäillä, että kaikki siemenviljelyksen nimellä ja numerolla kulkevat tapaukset eivät ole tarkoitukseensa sopivia, mikäli tavoitteena on rodullisesti korkealaatuisen jalostetun siemenen tuottaminen. Suomessa ollaan siinä onnellisessa asemassa, että siemenviljelyksiä on perustettu runsaasti. On jopa mahdollista jättää käyttämättä joitakin viljelyksiä, mikäli ne eivät siemenviljelyksen vaatimuksia täytä.

Kun pohditaan, miten todetaan, onko siemenviljelys tarkoitukseensa sopiva, on tarkasteltava asiaa itse tuotteen, se on siemenen kannalta. Teknillisillä muotoseikoilla ei ole itseisarvoa, mikäli niillä ei ole biologisia ja geneettisiä vaikutuksia. Tässä yhteydessä on syytä lyhyesti myös viitata pelto- ja puutarhakasveihin. Pelto- ja puutarhakasvien jalostus tuottaa nimettyjä lajikkeita. Uuden lajikkeen markkinoille tuloa edeltää tiettyjen sääntöjen mukainen koeviljely ja lajikkeen hyväksyminen. Koeviljelyssä on voitava todeta, että uusi lajike ehdokas täyttää seuraavat kolme ehtoa: 1. Sen pitää olla uusi, siis aikaisemmista lajikkeista erottuva, 2. sen pitää olla sisäisesti riittävän yhtenäinen ja 3. sen pitää olla pysyvä. Pelto- ja puutarhakasveilla tällainen testausmenettely on mahdollinen, koska tarvittavat tulokset ovat saatavissa yleensä vuoden tai kahden kuluttua koeviljelyn aloittamisesta. Metsäpuiden siemeniin vastaavaa menettelyä ei voida soveltaa. Metsäpuilla ei voida puhua siemensyntyisistä lajikkeista sanan varsinaisessa merkityksessä. Metsäpuiden siemenviljelyssä joudutaan luottamaan enemmän genetiikkaan kuin vastaavassa toiminnassa pelto- ja puutarhakasveilla. Toisin sanoen luotetaan siihen, että vanhempien hyvät ominaisuudet jossain määrin periytyvät jälkeläisille. Tästä syystä siementä tuottaviin puihin ja siemenviljelyksiin on syytä kohdistaa seikkaperäinen ennakkotarkastus- ja hyväksymismenettely.

Siemenviljelyksen genetiikka on monimutkainen systeemi, jossa on mukana erilaisia tekijöitä. Riippuen puulajista, siemenviljelyksen toimintaperiaatteesta ja paikallisista olosuhteista yhdistelmät ovat niin erilaisia, ettei kaikkiin tapauksiin soveltuvia yksityiskohtaisia ohjeita tai vaatimuksia voida laatia. Kaikkien arvosteluperusteiden kohdalla on siis ensiksi yksilöitävä, minkä-

laisista siemenviljelyksistä on kysymys.

Tässä kirjoituksessa käsitellään tarkemmin Suomen yleisintä siemenviljelystyyppiä. Puulaji on tällöin mänty. Siemenviljelyksen laji on OECD:n päätöksessä mainittu alue-siemenviljelys (Region orchard). Siemenviljelyksen komponentteina ovat kloonit, ja siementä tuottavat puut ovat vartteita. Tällaisen siemenviljelyksen lähtökohtana ovat fenotyyppisesti valitut pluspuut ja toimintaperiaatteena on risteytyminen kaikkien samassa siemenviljelyksessä olevien kloonien kesken. Sarvas (1970) ERIKSSON ja muut (1973), Koski (1975), JONSSON ja muut (1976) ja erityisesti BHUMIBHAMON (1978) ovat osoittaneet, että tarkasteltavana olevan tyyppinen siemenviljelys voidaan arvioida objektiivisesti mittavien tai lasket-tavien tunnusten avulla.

2. MITÄ JA MILLOIN SIEMENVILJELYKSISTÄ ON KIRJOITETTU

Ajatus puiden siementen tuottamisesta erityisillä viljelyksillä on esiintynyt kirjalli-suudessa jo 1700-luvulla (katso ANDERSSON 1960, FEILBERG ja SOEGAARD 1975), mutta varsinainen toiminta on vain muutaman viime vuosikymmenen asia. Ensimmäinen toimiva siemenviljelys perustettiin tiettävästi Skotlantiin vuonna 1931 (FAULKNER 1965). Nykyisen siemenviljelystoiminnan alkukohtana voidaan kuitenkin pitää Syrach LARSENIN vuonna 1934 julkaisemaa velvoit-tavaa kannanottoa. Siemenviljelyksiä käsittelevät kirjoitukset sisälsivät tietoja siemen-viljelyksen tavoitteista ja mahdollisuuksista soveltaa kasvinjalostusta metsäpuihin. Kun varsinaisia tutkimuksia ei voitu tehdä itse siemenviljelyksissä ennen niiden olemassa-oloa, ovat vanhimmat julkaisut joko pelkäs-tään teoreettisia tai sitten tavallisesta met-sästä saatujen tulosten muuntamista siemen-viljelyksiä koskevaksi.

Siemenviljelysten perustaminen lähti monessa maassa liikkeelle 1950-luvulla. Tähän aikaan julkaistiin jo kymmeniä artikkeleita ja tutkimuksia, joissa käsiteltiin konkreet-tisesti siemenviljelysten kokoonpanoa, istutusjärjestystä, eristystä ym. (katso esim. MARQUARDT 1956, ZOBEL ja muut 1958, KLAEHN 1960). Näissä raporteissa kiinnitetään paljon huomiota siihen, että siemen-

Tämän kirjoituksen tarkoituksena on esittää yhteenvedona tähän mennessä julkaistusta tiedosta sellainen käytännön sovel-lutus, jonka perusteella jokaisen siemenvilje-lyksen kohdalla voidaan todeta, onko se tarkoitukseensa sopiva, kun on kysymys männyn siemenluokasta A 2 (testaamaton siemenviljelys). Vaikka jäljempänä esitet-tävät minimivaatimukset ovat syntyneet pitkän kypsyttelyn jälkeen, ei niissä esitet-tyjä lukuarvoja väitetä lopulliseksi totuu-deksi. Kun lain voimaan astuttua konkreet-tisia tapauksia tulee ratkaistavaksi, tarvi-taan kuitenkin jonkinlainen ohjenuora. Asiaan vaikuttavia tekijöitä tutkitaan jatku-vasti sekä Suomessa että muissa maissa. Sikäli kuin tutkimustulokset antavat aihetta vaatimuksia voidaan myöhemmin tarkistaa.

viljelyksiä on erilaisia. Ryhmittelyissä mainitaan ensimmäisenä se »normaali sie-menviljelys» (regular seed orchard), josta tässä yhteydessä on kysymys. Syntyvän siemenen geneettisiin ominaisuuksiin vaikut-tavina tekijöinä esitetään: pluspuiden valin-taperusteet, kloonien lukumäärä ja alkuperä, istutusjärjestys ja eristys ulkopuoli-selta pölytykseltä. Esitetyistä käsityksistä seuraavassa vähän tarkemmin.

Siemenviljelysten perusmateriaaliksi käy-tettävien pluspuiden valintaperusteista esit-tivät ANDERSSON (1945, LINDQVIST (1946) samoin kuin SARVAS (1953 a) varsin täsmäl-liset ohjeet ja vaatimukset. Tavoitteena oli saada hyvien metsiköiden parhaat puut sie-menviljelyksiin. Hyväksyttävien puiden tuli olla kasvun suhteen selvästi metsikön kaik-kia muita puita parempia, teknilliseltä laa-dultaan ensiluokkaisia sekä vapaita kaikista kasvitaudeista. Sarvas esitti, että pluspuiden tulisi kuutiomäärältään ylittää vertailupuut vähintään 20 %:lla. Ohjeissa esitettiin edel-leen, että pluspuut samoin kuin niiden ver-tailupuut on mitattava tarkasti ja kaikki tiedot talletettava asianmukaisesti. Siemen-viljelyksen perustamisohjeisiin sisältyi myös se periaate, että samaan siemenviljelykseen yhdistetään pluspuita vain tietyltä alku-peräalueelta.

Siemenviljelysten risteytymissuhteisiin kiinnitettiin alusta lähtien runsaasti huo-miota. WRIGHTIN (1952, 1953) ja LANGNERIN (1953) esittämien tulosten mukaan metsä-puiden siitepölyn leviämismatka on vain muutamia kymmeniä metrejä, jonka seurauk-sena risteytymisen katsottiin rajoittuvan aivan muutamien lähinaapurien väliseksi tapahtumaksi. Tältä pohjalta pyrittiin luo-maan sellainen vartteiden istutusjärjestys, jossa itsepölytyks ei pääse lisääntymään ja toisaalta kaikkien siemenviljelyksessä mu-kana olevien kloonien risteytyminen keske-nään tulisi mahdolliseksi. Tähän päämää-rään pyrkivässä istutusjärjestyksessä saman kloonin vartteet sijoittuvat mahdollisim-man kauaksi toisistaan, ehdottomasti ei koskaan vierekkäin ja toisaalta kunkin klooin jokaisella vartteella on ympärillään eri kloonien vartteet. »Täydellisen» istutusjär-jestyksen suunnittelu ja toteuttaminen käy sitä vaikeammaksi, mitä suurempi on klooin-lukumäärä. Esimerkiksi LANGNER ja STERN (1955) laativat täydellisen kolmio-järjestelmän vain yhdeksää tai kymmentä kloonia varten. Suositeltava kloonimäärä pysyi pitkään pienenä. Hyväksyttävä mini-mimäärä on ZOBEL ja muut (1958) mukaan 15, MATTHEWS (1964) esittää minimiksi 20 tai 30. Pientä kloonimäärää kannatettiin osaksi myös sen LINDQVISTIN (1946) esittä-män käsityksen pohjalta, että kloonimäärän suurentaminen johtaa vaatimustason las-kemiseen pluspuiden valinnassa. Tämä argumentti perustuu kyllä ilmeiseen ajatus-virheeseen. Se edellyttää, että suurelta alueelta (maakunta) kaikki saman lajin puut on voitu verrata keskenään ja sitten on valittu esimerkiksi kaksikymmentä parasta miljoonien puiden joukosta.

Toisaalta on havaittu, että pieneen klooni-määrään liittyy ilmeisiä haittapuolia. Esi-merkiksi STERN (1960) alleviivaa geneettisen köyhtymisen ja sisäsiitoksen riskiä. Suu-rille kloonimäärille ei kuitenkaan osattu manuaalisesti laatia »täydellistä» istutus-järjestystä. GIERTYCH (1965, 1971) esitti osaratkaisun, jossa itsepölytyks voidaan mini-moida käyttämällä tiettyjä kloonimääriä välillä 5...313. Tämäkin ratkaisu edellyt-tää saman vartemäärän joka kloonista ja tuloksena on aina samat lähinaapurit saman kloonin joka vartteelle. Vasta tietokone-sovellutus on antanut mahdollisuuden laatia

ihanneratkaisu mille tahansa kloonimäärälle jopa epätasaisille vartemäärille kloonია kohti (BELL ja FLETSCHER 1978).

Kaavamainen satunnaistaminen perustuu siihen käsitykseen, että kaikki vartteet kuk-kiivat samanaikaisesti yhtä runsaasti ja että risteytyminen tapahtuu vain lähinaapurien kesken. Puiden kukkimiseen ja siitepölyn leviämiseen kohdistunut tutkimus metsissä ja siemenviljelyksissä on osoittanut edellä mainitut lähtökohdat erheellisiksi. Itse-pölytyksen lievä lisääntyminen männyllä ja monella muullakin lajilla jää ns. alkiotetaa-lien vaikutuksesta ilman käytännön merki-tystä (KOSKI 1973, SORENSEN 1980). Eri kloonien kukkimusrunsaudessa on hyvin suuria eroja (JONSSON ja muut 1976, BHU-MIBHAMON 1978). Jokaisen vartteen emi-kukintojen pölytykseen osallistuva siite-pöly on peräisin useista kymmenistä tai sadoista muista vartteista ja käytännössä myös siemenviljelyksen ulkopuolella kasva-vista puista (KOSKI 1970, HADDERS 1973). Tältä pohjalta on ilmeistä, että kloonien välinen risteytyminen on yleensä varsin tehokasta, joskaan ei mikään istutusjärjes-telmä tuota kaikkia mahdollisia yhdistelmiä tasaisesti. Lopputulos ei siis riipu yksin-omaan istutusjärjestyksestä, joten tiettyä lay-outia ei sinänsä voida asettaa siemen-viljelyksen hyväksymisperusteeksi.

Siemenviljelyksen eristäminen ulkopuoli-selta pölytykseltä ei ole ollut suurikaan ongelma niille, jotka pitävät siitepölyn lentomatkaa vain muutaman kymmenen tai sadan metrin pituisena. WRIGHTIN (1952, 1953) esittämien lukuarvojen pohjalta syntyi se yleinen käsitys, että 100...150 metrin levyinen eristysvyöhyke sulkee taustapölytyksen pois jokseenkin täysin. Tätä ajatusta ei ole vielä kukaan täysin hylätty (ks. esim. STERN 1974 ja WRIGHT 1978), vaikka ANDERSSON jo 1955 osoitti omiin mittauksiinsa ja aikaisemmin julkaistuihin havaintoihin perustuen, että puiden siite-pöly kulkeutuu suurina määrinä yli satojen metrien eristysvyöhykkeen. Sama havainto on toistuvasti vahvistettu (SARVAS 1955, 1967, SILEN 1962, KOSKI 1970, HADDERS 1973 ym.). Käsitykseen pitkästä siitepölyn leviämismatkasta liittyy väistämättä se to-teamus, ettei hyväksyttävää arvosanaa voi antaa pelkästään ns. eristysvyöhykkeen le-veyden perusteella. Jo vuonna 1953 Sarvas

totesi, että suurempikin merkitys on 1) vartteiden oman siitepölyn tuoton määrällä, 2) siemenviljelyksen pinta-alalla ja 3) aikaerolla siemenviljelyksen ja ympäristön kukkimisen välillä.

Siemenviljelykset mainitaan muiden siemenlähteiden yhteydessä virallisesta hyväksymisestä ja rekisteröinnistä puhuttaessa 1950-luvulta alkaen (ks. MATTHEWS 1964). Kirjoituksia tästä aiheesta on ilmestynyt erilaisten kurssien ja symposiumien raporteissa (esim. BARNER 1972, BARBER 1975, BARNER ja KOSTER 1976), mutta itse asia on jäänyt polkemaan paikallaan. Jatkuvasti kerrataan yleisiä tavoitteita, vaatimuksia tarkasta dokumentoinnista ja analysoidaan tiettyjen termien merkitystä. Kun on pyritty yleispäteviin hyväksymisperiaatteisiin on päädytty niin abstraktisiin ja ylimalkaisiin vaatimuksiin, ettei niillä käytännössä ole merkitystä.

Täsmällisempikin lähestymistapa on esitetty. Kansainvälisellä foorumilla julkaistuna ehdotuksena lähestyä asiaa kvantitatiivisesti voidaan pitää UNASYLVASSA 1964 (APPENDIX A) esitettyä pluspuiden arviointi- ja valintaohjetta. Kysymyksessä on eräänlainen valinta indeksi, jossa rungon tilavuuden ohella otetaan huomioon puun tiheys sekä oksien paksuus ja oksakulma. SARVAS (1970) esitti samantapaista pistelaskujärjestelmää koko siemenviljelykselle. Pisteitä laskettaessa otettaisiin huomioon:

1. pluspuiden valinnan intensiteetti
2. kloonien kukinnan samanaikaisuus
3. siemenviljelyksen sijaintipaikka pluspuiden kotipaikkaan nähden
4. siemenviljelyksen pinta-ala ja
5. eristys.

Myöhemmin BHUMIBHAMON (1978) esitti vastaavanlaista luokittelua, jossa perustelut ovat seuraavat:

3. SIEMENVILJELYKSEN MINIMIVAATIMUKSET

Siemenviljelyksissä syntyvän siemenen geneettisiin ominaisuuksiin vaikuttavat useat biologiset ja ihmisen aiheuttamat tekijät. Hyvin monen tekijän kohdalla on olemassa se mahdollisuus, että tietty vaihtoehto tuo

1. pluspuiden valinnan intensiteetti
2. kloonien kukinnan samanaikaisuus
3. kloonien lukumäärä ja vartemäärä kloonina kohti
4. vartteiden istutusjärjestys ja
5. siemenviljelyksen pinta-ala ja muoto.

Arvostelu jokaisessa kohdassa tapahtuisi numeeristen tunnusten avulla tiettyä asteikkoa käyttäen. Siemenviljelyksen luokka määräytyisi sen saaman yhteispistemäärän mukaan. Tällainen luokittelujärjestelmä on jo konkreettisempi kuin ylimalkaiset toivomukset tiettyjen tekijöiden maksimoinnista ja minimoinnista. Pistelaskujärjestelmän soveltaminen käytännössä toisi kuitenkin uusia ongelmia. Kun yhteispistemäärä ratkaisee luokan, voiko yhdessä tekijässä todettu hyvä arvo kompensoida toisessa ilmenevän ilmeisen puutteen? Mitä erilaiset pistemäärät käytännössä merkitsevät? Olisiko siemenviljelyssiemenelle järjestettävä liukuva hinnoittelu, jolloin lopullinen hinta olisi suhteessa annettuun pistemäärään. Lisäksi joutuu kysymään, tulisivatko tällaisen luokituksen vaikutukset millään tavalla näkyviin tällä siemenellä perustetuissa metsiköissä?

Yhteenvetona siemenviljelyksiä käsittelevistä kirjoituksista voi todeta seuraavaa: Silloin kuin siemenviljelyksien perustamista Suomessa suunniteltiin oli jo julkaistu suuri määrä teoreettisia tarkasteluja ja konkreettisia ohjeita. Tähänastinen tutkimus ei ole osoittanut, että 1960-luvun alkuun mennessä julkaistujen ohjeiden noudattaminen olisi johtamassa huonoon lopputulokseen. On yllättävää todeta, miten hyvin ajan tasalla esimerkiksi Sarvaksen artikkeli vuodelta 1953 (b) edelleen on. Sen sijaan on outoa, ettei ole julkaistu keskeisille tekijöille täsmällisiä numeerisia raja-arvoja tai yhdistelmää kaikista niistä tunnuksista, jotka siemenviljelyksen on täytettävä.

mukanaan haitallisia geneettisiä vaikutuksia. Periaatteena on pidettävä, ettei mikään asiaan vaikuttava tekijä saa esiintyä sellaisessa muodossa, että se mitätöisi siemenviljelyksestä odotettavan jalostushyödyn. Kun

ensimmäisen sukupolven kloonisiemenviljelykset joka tapauksessa edustavat jalostustyössä vain vasta primitiivistä vaihetta, ei ole tarkoituksenmukaista laatia jotain indeksijärjestelmää, jossa eri tekijät olisivat tietyllä painoluvullaan edustettuina. Ainoalta toteuttamiskelpoiselta menettelyltä, joka kuitenkin johtaa toivottuun tulokseen, vaikuttaa kunkin tekijän arvosteleminen erikseen siten, että kunkin tekijän suhteen sovelletaan yksilöllistä kynnyksiarvoa. Tulakseen hyväksytyksi siemenviljelyksen täytyy täyttää vaatimukset jokaisen asetetun kriteerin suhteen.

Esitettävät vaatimukset ovat periaatteessa vanhan kertausta. Jokainen siemenviljelys perustuu etukäteen tehtyyn suunnitelmaan. Suunnitelmia laadittaessa kohdassa 2. esitetyt periaatteet olivat jo tiedossa. Käytäntöä varten periaatteet on Suomessa kirjattu ainakin kahdessa muistiossa (KOSKI 1966 Siemenviljelysten komposition, TIGERSTEDT 1967 Siemenviljelysten rekisteröinnin yleiset periaatteet). Samat asiat on julkaistu myös painettuina (SARVAS 1970). Tässä esitettävillä minimivaatimuksilla on tarkoitus 1. selvittää, miten hyvin edellä mainituissa muistioissa esitetyt periaatteet ovat kussakin tapauksessa toteutuneet ja 2. soveltaa kvantitatiivista lähestymistapaa siemenviljelysten arvostelussa. Tarkoituksena ei siis ole taannehtivasti asettaa vaatimuksia, joita siemenviljelykset eivät todennäköisesti täyttäisi.

Vaatimuksissa on pyritty pieneen määrään tunnuksia, jotka kuvaavat erilaisten tekijöiden vaikutusta. Tällöin eräät perustamisohjeiden kohdat ovat saaneet uuden muodon ja ryhmittyneet uudella tavalla. Esimerkiksi kohta 3.4 mittaa samalla kertaa kloonimäärää, kloonien vartemääriä ja istutusjärjestystä.

3.1. Siemenviljelys ja sen asiakirjat ovat kunnossa

Tämä vaatitus tarkoittaa, että teknillinen tarkastus on suoritettu siemenviljelyksessä, sen asiakirjat on saatettu ajan tasalle.

Jokaisesta siemenviljelyksestä on aikanaan laadittu perustamissuunnitelma ja klooniluettelo etukäteen. Istuttamisen jälkeen on laadittu vartekartta, josta ilmenee

jokaisen vartteen sijainti ja klooninnumero. Nämä alkuperäiset asiakirjat eroavat usein suuresti maastossa olevasta todellisesta tilanteesta. Joskus perustamissuunnitelmasta on poikettu, kloonien numerot ja vartemäärät ovat muuttuneet jne. Istutuksen jälkeen osa vartteista on tuhoutunut, tai niissä perusrunko on syrjäyttänyt varttamisoksan. Täydentäminen on ilmeisesti yleensä tehty eri kloonilla. Useita viljelyksiä on laajennettu, on istutettu lisävartteita, etiketit vartteissa on vaihtuneet tai hävinneet. Pahimmassa tapauksessa koko viljelys on tuhoutunut. Genettisten tunnusten arvioimisen kannalta on välttämätöntä tuntea sen hetkinen todellinen tilanne. Mikäli vartteet fyysisesti ovat kehityskelpoisia, on suurin osa todetuista virheistä helppo oikaista. Hankalin tapaus on se, että klooninumerot ovat tyystin hävinneet tai se, kun samalla klooninumerolla esiintyy kaksi morfologisesti selvästi eri yksilöä. Tuntematonta vartetta on mahdoton jälkeen päin sitovasti identifioida. Käyttösiemenen tuottamisessa vartteiden paikallistamisella sinänsä ei ole suurta merkitystä, mutta itsepölytyksen todennäköisyyden arvioinnissa joka varte pitäisi tunnistaa. Jos ajatellaan jatkotoimenpiteitä kuten siemenen keruuta testausta varten tai kloonikohtaista harvennusta, on tunnistamisvaatimus ehdoton. Virheellisiksi todetut klooninumerot on maastossa poistettava ja alkuperältään epävarmat vartteet merkittävä niin, etteivät niiden siemenet joudu testaukseen ja muuhun jatkojalostukseen.

Metsänjalostustyön yhteydessä on valittu ja monistettu myös joukko erikoismuotoja kuten luuta, käärme, käpysikermä, mukura ja näille on annettu samanlaiset rekisteritunnukset kuin varsinaisille pluspuille. Tällaiset erikoismuodot ovat yleensä normaalia puuntuotantoa ajatellen haitallisia. Morfologiset erityispiirteet periytyvät usein voimakkaasti. Useimpien erikoismuotojen yleistyminen kasvatusmetsissä ei voida pitää hyväksyttävänä, koska ne joko huonontavat puuston teknillistä laatua tai hidastavat kasvua. Erikoismuotojen paikka on kokoelmassa tai näytealoilla. Jostain syystä erikoismuotoja on siemenviljelyskloonien joukossa. Selvästi haitalliset muodot poistetaan siemenviljelyksistä. Alkuvaiheessa on mahdoton vetää täysin jyrkkää rajaa plus-

puiden ja haitallisten erikoismuotojen välillä. Esimerkiksi kapealatvaisuus on lumituho-alueita varten etu. Hienosäätö valinnassa tehdäänkin myöhemmin harvennuksen yhteydessä sitä mukaa kun eri ominaisuuksia opitaan tuntemaan.

Tässä yhteydessä ei pidä sotkeutua erityisen kombinaatikiyvyn tai heteroosin hyväksi käyttöön jalostuksessa. Jossain tapauksessa kahden huonokasvuisen yksilön risteymä voi olla erityisen elinvoimainen, mutta näin ei käy sinukaan kaikissa risteytyksissä. Käyttösiementä tuotettaessa heteroosin täytyy olla koeviljelyn avulla toteen näytetty.

3.2. Kloonien alkuperäalue on rajattu siten, että pluspuiden kasvupaikkojen keskimääräinen lämpösumma eroaa keskiarvosta korkeintaan ± 130 d.d.

Tämän vaatimuksen tarkoituksena on totetuttaa yleisesti esitetty vaatimus siemenviljelyksessä olevien kloonien kukinnan samanaikaisuudesta. Toisena vähintään yhtä tärkeänä tavoitteena on varmistaa siementen viljelyvarmuus käyttöalueellaan. Eri kloonien kukkimisen samanaikaisuuden toteaminen suoranaishavainnoilla kussakin siemenviljelyksessä on toiminnan laajuudesta johtuen mahdotonta. Jos hyväksymme tilastollisen tarkastelutavan, tämä ei ole edes tarpeellista. On vakuuttavasti osoitettu, että luonnon populaatioissa kukkimisajan ja kasvukauden alun välinen lämpösumma on suhteessa kyseisen paikkakunnan koko kasvukauden lämpösummaan. Lämpösumma tarjoaa ainakin toistaiseksi parhaan numeerisen tavan kuvata sekä kukkimisai-kaa että kasvukauden pituutta. Sopivin yksikkö tässä yhteydessä on vuorokausi-keskilämpötilaan ja $+5^{\circ}\text{C}$ kynnyslämpötilaan perustuva d.d. (degree days).

Vaatimuksena olevaan vaihteluväliin tullaan kahtakin eri tietä, 1. metsikön sisäisen vaihtelun ja 2. kullakin paikkakunnalla esiintyvän vuotuisen vaihtelun pohjalta. Kun sanotaan, että luonnonpopulaatio on sopeutunut kasvupaikan keskimääräiseen kasvukauden pituuteen, ei väitetä, että kaikki yksilöt olisivat vuosiryhmiltään samanlaisia. Jokaisessa metsikössä on aikaisuudessa havaittavissa selviä eroja puiden

välillä. Puut noudattavat aikaisuuden suhteen normaalijakaumaa, ts. keskimääräisiä yksilöitä on eniten. Mikäli siemenviljelyksen kokoonpanossa pyritään samansuuruisen vaihteluun kuin luonnossa tavataan yhden metsikön puitteissa, ollaan ilmeisesti varmalla pohjalla. Vaatimuksena esitetty ± 130 d.d. vastaa sitä vaihteluväliä, johon Etelä-Suomessa sopii 95 % populaation yksilöistä.

Keskimääräisistä lämpösummista 30 vuoden ajalta pidetään joskus pikkutarkasti kiinni ja unohtetaan vuotuinen vaihtelu tässä asiassa. Kuitenkin puut elävät jokaisen vuoden kerrallaan, eivätkä 30 vuoden keskiarvojen mukaan. Vuosien väliset erot ovat niin suuria, että ne vastaavat monen sadan kilometrin eroja paikkakuntien keskiarvoissa. Puut ovat sopeutuneet myös tähän vuotuisen vaihteluun. Yhden puusukupolven jaksoissa kasvukauden lämpösummat jakautuvat normaalijakautuman mukaisesti. Lämpösummalla ilmaistu keskihajonta on koko Suomessa jokseenkin sama, eli 110–120 d.d. Pohjois-Suomessa vuosien väliset erot ovat siis suhteellisesti suurempia kuin Etelä-Suomessa. Kun yhdistetään puita alueelta, jonka keskimääräiset lämpösummat pysyvät rajoissa ± 130 d.d., pysyvät kaikki tapaukset sen vaihtelun puitteissa, johon ne ovat luontaisella kasvupaikallaan sopeutuneet vuosien välisessä vaihtelussa. Siemenviljelyksen kokoonpanossa edellytetään, että suurimmat poikkeamat koko viljelyksen keskiarvosta muodostavat vain vähäisen osan koko kloonijoukosta. Tällaisessa tapauksessa sellaisten risteytymien todennäköisyys, jotka menevät tavoitteena olevan jakauman ulkopuolelle, jää hyvin pieneksi.

3.3. Kloonien lukumäärä on vähintään 30, poikkeuksena ensimmäiset 25 kloonilla perustetut viljelykset.

On useita syitä, jotka puoltavat melko suurta kloonien lukumäärää kussakin siemenviljelyksessä. Ensimmäinen perustelu on, että metsänviljelymateriaalin geneettistä pohjaa ei haluta saattaa kovin kapeaksi. Lukuarvoa laajan tai kapean geneettisen pohjan yksilömäärälle ei kukaan ole esittänyt teoreettisen tai kokeellisen selvityksen pohjalta. Pahimpana vaarana pidetään sitä,

että viljelymateriaali tulee liian alttiiksi kasvitaudeille tai tuholaisille mikäli se on sisäisesti kovin yhtenäistä. Subjektiviivien päättelyn kautta useat tutkijat ovat päätyneet samaan lopputulokseen, jonka mukaan vanhempien minimimäärä on 20–30.

Eri kloonien kukkimistaipumuksessa ja satoisuudessa on tunnetusti suuria eroja. Siemenviljelysklooneja ei tämän ominaisuuden suhteen ole etukäteen luokiteltu, ja vieläkin tiedot kukkimisesta ja satoisuudesta ovat vähäisiä ja hajanaisia. Siemenviljelysten kokoonpano tässä suhteessa on täysin sattumanvarainen. Pieneen osaan siemenviljelysklooneista suunnatulla tutkimuksella on saatu seuraavia tuloksia Suomessa ja Ruotsissa. Mikäli siemenviljelyksessä on yhtä monta vartetta jokaisesta kloonista, yksi neljäsosa klooneista tuottaa n. puolet siitepöly- ja siemensadosta. Varsinkin nuorissa viljelyksissä osa klooneista ei osallistu ollenkaan siemensadon muodostamiseen. Jos kloonien lukumäärä on pieni, voi suurin osa siemensadosta olla peräisin aivan muu- masta kloonista. Todellisuudessa kloonien vartemäärät vaihtelevat varsin paljon suomalaisessa siemenviljelyksessä. Tällöin on tietysti mahdollista, että niukasti kukkivaa kloonista on runsaasti, jolloin erot tasoittuvat. Ilman tietoista lajittelua on kuitenkin yhtä hyvin syntynyt tapauksia, joissa runsaasti kukkivista klooneista on paljon vartteita ja niukasti kukkivista vähän. Siemenviljelyksen kloonimäärää arvosteltaessa ei voida ottaa huomioon sellaista tapausta, että laajassa viljelyksessä kloonista edustaa esim. yksi varte. Perustamissuunnitelmissa on edellytetty, että eri kloonien vartemäärät saavat poiketa keskimääräisestä vartemäärästä korkeintaan 30 %. Tätä periaatetta on syytä edelleenkin yleissääntönä noudattaa siten, että kloonien lukumäärään otetaan mukaan vain ne tapaukset, joissa vartemäärä on vähintään keskiarvo – 30 %.

Suuren kloonimäärän perusteluna on myös tarve välttää itsepölytyksen lisääntymistä. Mikäli kloonimäärä on pieni, geneettisesti identtiset yksilöt joutuvat suhteellisen lähelle toisiaan, vaikka istutusjärjestys olisi laadittu miten hyvin tahansa. Jotta saman kloonin eri vartteiden etäisyydet toisistaan olisivat keskimäärin vähintään 30 metriä käytettäessä 5 metrin istutusväliä, täytyy käytettävissä olla vähintään 36 kloonista.

Keskimääräistä suurempi vartemäärä jossa-kin kloonissa pienentää aina k.o. kloonin vartteiden keskinäisiä etäisyyksiä.

Yhteen siemenviljelykseen sisältyvien kloonien kappalemäärälle tuskin tarvitaan ylärajaa. Hyväksyttävänä minimimääränä voidaan varsin perustellusti pitää 30. Aivan ensimmäiset siemenviljelykset Suomessakin perustettiin 25 kloonista käyttäen. Hiukan esitetyn raja-arvon alapuolelle jäävä kloonimäärä voidaan poikkeuksena hyväksyä. Näiden siemenviljelysten yhteinen pinta-ala on vain kymmenkunta hehtaaria, joten niiden tuottamasta siemenestä tuskin syntyy Suomen metsiin sellaista geneettistä yhtenäisyyttä, että tuhojen riski siitä oleellisesti lisääntyisi.

3.4. Kloonit hajautettu siten, että itsepölytyksen todennäköisyys on joka kohdassa viljelystä alle 20 %

Kaikkien kloonien vartteiden satunnaistamisella etukäteen laaditun istutusjärjestysten avulla pyrittiin minimoimaan itsepölytys ja maksimoimaan kloonien välisten risteytymien mahdollisuudet. Tähän kohtaan monet tutkimukset ovat sittemmin tuoneet tietoa, jonka perusteella on mahdollista hieman lieventää vaatimuksia. On todettu, ettei kaavamainen istutusjärjestys sinänsä ole ehdoton edellytys, koska risteytymien ei rajoitu pelkästään lähimpien naapurusten väliseksi. Toisaalta ns. alkioetaalijärjestelmä vähentää männillä itsehedelmöityksen tuntuvasti vähäisemmäksi, mitä itsepölytyksen osuus on. Tämä ei kuitenkaan merkitse sitä, että itsepölytystä pitäisi suosia. Sen vaikutus on joka tapauksessa haitallinen – tyhjen siementen osuus lisääntyy, ja itsepölytyksestä syntyneiden taimien elinvoima ja kasvunopeus ovat selvästi huonompia kuin ristisiitoksesta syntyneiden. Kenttäkokeiden tulosten perusteella odotetaan itsepölytysjälkeläisten olevan kuutiokasvussa keskimäärin 50 % vapaapölytysjälkeläisiä huonompia. Itsesiitoksen vaikutus valintahyötyyn on $-0,5 \cdot S$, kun $S =$ itsesiitoksen suhteellinen osuus. Jos esim. valintahyöty on 10 %, merkitsee 20 %:n itsesiitososuus koko valintahyödyn menettämistä sisäsiitosdepression vuoksi. Mitä pienempi valintahyöty on, sitä pienempi itsesiitososuus mi-

tätöi valinnan vaikutuksen. Useimmilla pluspuilla alkioleatit eliminoivat itsehedelmöityksen 90 %:n teholla, mutta osalla puita jopa yli puolet siemenaiheista kehittyy itsepölytyksenkin jälkeen itäväksi siemeneksi. On ajateltava, että jossain viljelyksessä tällainen suhteellinen itsefertiili klooni dominoi siemensadon tuottamisessa. Halutaan varmistaa, että itsepölytyksen vuoksi ei epäedullisenkaan yhteensattuman kohdalla uhrata yli 1 prosenttiyksikköä valintahyödystä.

Lähtökohtana on se tieto, että latvuksen sisäinen itsepölytyksen osuus on pölytysnormaalissa männikössä keskimäärin 10 %. Mahdollisuus tätä suurempaan itsepölytykseen osuuteen aiheutuu saman klooin muiden vartteiden siitepölystä. Esitetty 20 % vaatimus on jokseenkin lievä. Sehän sallii pölytysnormaaliin metsään verrattuna kaksinkertaisen itsepölytyksen. Näissä rajoissa on jopa mahdollista, että satunnaisesti 2 saman klooin vartetta voi olla rinnakkain — ei kuitenkaan 3. Itsepölytyksen todennäköisyys siemenviljelyksessä arvioidaan saman klooin vartteiden keskinäisten etäisyyksien perusteella. Laskelman perustana käytetään siitepölyn leviämistä ja pölytyksen koostumuksesta pölytysnormaalissa männikössä saatuja tuloksia. On todettu, että oman siitepölyn osuus on keskimäärin 10 %. Aivan lähimpien naapurien pölytysosuus on keskimäärin 5 %. Jos siemenviljelyksessä lähin naapuri on samaa kloonia, tulee itsepölytyksen osuudeksi $10\% + 5\% = 15\%$. Jos kaikki 4 lähinaapurina kuuluvat samaan klooniin, on tuloksena $10\% + 4 \times 5\% = 30\%$ itsepölytystä. Vastaavasti voidaan eri etäisyyksillä olevien puiden pölytysosuuksien perusteella arvioida kuinka paljon itsepölytys lisääntyy, jos vartteet kuuluvat samaan klooniin. Yksittäisen vartteen siitepölyn todennäköisyys osua saman klooin toisen vartteen emikukintoihin pienenee nopeasti etäisyyden kasvaessa. Etäisyyden kasvaessa kasvaa kuitenkin myös niiden puiden lukumäärä, jotka ovat tietyllä etäisyydellä tarkasteltavasta vartteesta. Itsepölytyksen kannalta on oleellista, kuinka paljon kaikkiaan omaa siitepölyä kulkeutuu emikukintoja kohti. Arvostelussa käydään koko siemenviljelys varte kerrallaan läpi. Mikäli ko. vartteesta 30 metrin säteellä on saman

klooin muita vartteita, lasketaan ensin jokaiselle todetulle tapaukselle itsepölytyksen todennäköisyys. Seuraavaksi kaikki varteparien arvot lasketaan yhteen. Mikäli tämä summa on yli 20 %, vartteen klooinumero ja sijainti kirjoitetaan näkyviin. Hyväksyttävässä siemenviljelyksessä ei saa olla yhtään tapausta, joissa itsepölytyksen todennäköisyys ylittää 20 %. Tämä prosenttiluku ei ehkä absoluuttisena lukuarvona ole eksakti. Se merkitsee kuitenkin sitä, ettei itsepölytys siemenviljelyksessä saa muodostua yli kaksi kertaa niin suureksi kuin pölytysnormaalissa männikössä.

3.5. Siitepölyn tuoton pitää olla vähintään 20 kg hehtaarille vuodessa.

Tuulipölytys on siinä suhteessa heikko-tehoinen järjestelmä, että lentoon lähteneen siitepölyhiukkasen todennäköisyys osua emikukintoon on häviävän pieni. Jotta emikukinnot pölyttävistä riittävästi, täytyy siitepölyhiukkasia olla liikkeellä valtavia määriä. Tavallisissa männiköissä pölytyksen määrä on usein siemensadon minimitehokijä. Pölytysnormaalissa männikössä pölytys muodostuu SARVAKSEN (1962) tulosten mukaan tyydyttäväksi vasta, kun siitepöly-sato hehtaaria kohti on vähintään 20 kg. Tämä raja-arvo perustuu siihen, että sen alapuolella yli 20 % siemenaiheista jää pölyttymättä ja yli 20 % pikkukävyistä varisee. Siemenviljelykseen sovellettuna tämä vaatimus varmistaa siemenviljelyksen sisäisen pölytyksen riittävyyden eli pienentää haitallisen taustapölytyksen merkityksen hyväksyttäviin rajoihin.

Siitepölytys voidaan varsin tarkasti arvioida mittaamalla hedekukkien määrää joko suoraan kasvaimista tai karikesuppiloiden avulla. Kumpikin mittausmenetelmä on niin suuritöinen, ettei niitä voida kaikissa siemenviljelyksissä vuosittain toteuttaa. Tutkimuksia varten tehdyt mittaukset osoittavat, että vartteen koon ja sen siitepölytuoton välillä on melko hyvä korrelaatio. Karkeasti voidaan sanoa, että asetettu vaatimustaso saavutetaan vasta silloin, kun leikkaamattoman vartteen pituus on n. 7 m, tai rinnankorkeusläpimitta on n. 15 cm, edellyttäen, että tämän kokoisia vartteita on vähintään 200 kpl/ha. Korrelaatio

ei kuitenkaan ole niin kiinteä, että hyväksymisraja voitaisiin täsmällisesti määrätä vain vartteiden koon perusteella. Kun vartteiden pituus on lähellä keskimääräistä raja-arvoa, suoritetaan mittaus koealoilla, jotka muodostavat 5 % koko siemenviljelyksen pinta-alasta.

3.6. Pinta-ala vähintään 5 ha ja pienin läpimitta vähintään 150 m

Tuulipölytys muodostuu tehokkaaksi ristisiitoksen mekanismiksi vain laajassa kasvustossa. Yhden puun tai puuryhmän siitepöly ei riitä pölytysnormaalissa metsässä esiintyvän siitepölypilven muodostamiseen. Ellei taustapölytystä ole, pölytys jää pienessä puuryhmässä kokonaismäärältään vähäiseksi ja samalla itsepölytyksen suhteellinen osuus tulee suureksi. Metsikön pinta-alan kasvaessa pölytysteho nousee aluksi jyrkästi. Parhaiten metsikön kokoa kuvaa tässä suhteessa sen pienin halkaisija. Edellyttäen, että siitepölytys on riittävän suuri, pölytysteho muodostuu riittäväksi tuulen alapuolella olevassa puuliskossa, kun läpimitta on vähintään 150 m. Jotta siemenviljelyksen sisäinen pölytys olisi riittävä yli puolella pinta-alasta, on minimivaatimukseksi asetettu 5 ha pinta-ala. Tällöin siemenviljelyksen sisäinen pölytys tulee taustapölytykseen verrattuna hallitsevaksi. Koska maastomuotojen vuoksi siemenviljelystä ei ole aina voitu perustaa isodiametriseina, hyväksytään pinta-alavaatimuksen täyttävä viljelys mikäli sen pienin läpimitta on vähintään 150 m. Kapeita niemekkeitä tai poukamia (leveys alle 20 m) ei arvostelussa oteta huomioon. Poikkeustapauksena hyväksytään ne muutamat siemenviljelykset, jotka alussa perustettiin 25 kloonilla. Pinta-alan pienuutta kompensoi tässä tapauksessa vartteiden runsas siitepölytys.

3.7. Taustapölytyksen osuus alle 20 %

Taustapölytys on Suomen männyn siemenviljelyksissä sellainen haittatekijä, jonka absoluuttiseen suuruuteen ei minkäänlaisilla toimenpiteillä voi kovin paljon vaikuttaa. Tuulen mukana kulkeutuva siitepöly ei liiku pelkästään siemenviljelyksen rajojen

sisällä, vaan se lentää vapaasti niin ulos kuin sisällekin. Kun mänty on kaikkialla maassa yleinen puulaji, esiintyy sen kukkimisen aikana kaikkialla niin tiheä siitepölypilvi, että sillä on huomattava merkitys kaikkien emikukintojen pölytyksessä. Konkreettinen osoitus taustapölytyksen olemassaolosta ja voimakkuudesta on se, että nuorista siemenviljelyksistä voidaan kerätä runsaita käpysatoja, vaikka vartteet itse eivät tuota siitepölyä. Taustapölytyksen täydellinen poissulkeminen avomaan siemenviljelyksissä on mahdoton vaatimus. Kuitenkin on tehtävä kaikki kohtuulliset toimenpiteet taustapölytyksen osuuden pienentämiseksi. Asian selvittämistä vaikeuttaa se, ettei varsinaisessa pölytystapahtumassa siemenviljelyksen omaa ja ulkopuolelta tullutta siitepölyä pystytä erottamaan toisistaan. Aluksi tilanne joudutaan arvioimaan yleisten tietojen pohjalta. Taustapölytyksen suhteellista osuutta pienentävät 1. runsas siitepölytys siemenviljelyksessä, 2. klooin kukinnan samanaikaisuus ja 3. aikaero siemenviljelyksen ja ympäröivien metsien kukinnassa. Ajallinen eristys syntyy maantieteellisen siirron vaikutuksesta. Käytännössä tulee kysymyksen vain se vaihtoehto, että siemenviljelys on etelämpänä kuin pluspuiden kasvupaikka. Tällöin kukkiminen siemenviljelyksessä alkaa kunakin vuonna hieman aikaisemmin kuin ympäristön männiköissä. Asia ei kuitenkaan ole niin yksinkertainen, että suurin siirto takaisi parhaan eristyksen. Edelleen näyttää siltä, että Pohjois-Suomen siemenviljelysten sijoittaminen Jyväskylän seudulle on sopiva siirto.

Todennäköisyyksiä erilaisille risteytysyhdistelmille ei voida laskea yksinkertaisesti siirtojen suuruuden funktioina. Tästä syystä ei siirtoja ole erillisinä tekijöinä otettu hyväksymisperusteisiin mukaan.

Muutaman sadan metrin levyisen eristysvyöhykkeen merkitys on Suomen oloissa vähäinen. Toisaalta sataa metriä lähempänä siemenviljelystä ei saa olla sellaista männikköä, tai toisen alueen siemenviljelystä, jonka risteytyminen kyseisen siemenviljelyksen kanssa on epäedullista. Asetettu 20 % hyväksymisraja on kompromissi, johon uskotaan päästävän, edellyttäen, että edellisissä kohdissa 3.2, 3.5 ja 3.6 esitetyt vaatimukset on täytetty. Suurin hyväk-

syttävä taustapölytyys, 20 %, tuo mukanaan seuraavanlaisia vaikutuksia. Mikäli siemenviljely sijaitsee tuotettavan siemenen käyttöalueella, maksimaalisesta valintahyödyistä menetetään 1/10, jos esim. valinnan intensiteetin perusteella odotetaan valintahyötyä 15 %, saadaankin vain 13,5 %.

4. VAATIMUSTEN SOVELTAMISESTA

Edellä esitetyt hyväksymisvaatimukset saattavat erillisinä tuntua ankarilta. On kuitenkin muistettava, että siemenviljelysten kokoonpanon ja rakenteen suhteen nämä vaatimukset toistavat juuri niitä periaatteita, joiden pohjalta valtaosa siemenviljelysten perustamissuunnitelmista on laadittu. Jokainen esitetystä vaatimuksista on kompromissi. Esitetyt lukuarvot on pyritty määrittelemään siten, että kokonaistuloksena on geneettisesti hyvälaatuista siementä. Käytännössä esiintyy varmasti tapauksia, jotka ovat juuri hyväksymisrajan tuntumassa usean eri tekijän suhteen. Mikäli vaatimuksia jossain kohdassa lievennetään, hyväksytään kenties sellainen siemenlaji luokkaan A 2, joka geneettisesti on huonompaa kuin B 4. Tämähän ei voi olla siemenviljelystoiminnan tarkoitus.

Asian käsittely etenee samassa järjestyksessä kuin vaatimukset on edellä esitetty. Suurin osa arvostelusta perustuu siemenviljelyksen asiakirjoihin ja se voidaan tehdä toimistotyönä. Ainoastaan siitepölysadon määrä ja taustapölytyksen todennäköisyys arvostellaan paikan päällä tapahtuvassa tarkastuksessa. Tämä tarkastus suoritetaan siinä vaiheessa, kun vartteiden keskipituus saavuttaa tässä suhteessa kriittisen 6–8 m.

Asiakirjojen perusteella siemenviljelykset voidaan ryhmitellä seuraavasti:

1. kokoonpanon ja rakenteen puolesta hyväksyttävät viljelykset,
2. tiettyjen korjausten jälkeen rakenteen ja kokoonpanon suhteen hyväksyttävät viljelykset,
3. sellaiset istutukset, joita ei korjaamallaan saada tässä esitettyjä vaatimuksia vastaaviksi.

Viimeksi mainittuun ryhmään kertyy eri-

Pohjois-Suomea varten perustettujen siemenviljelysten kohdalla tulokseena on, että syntyvistä siemenistä ja taimista vähintään 80 % edustaa peruasua Pohjois-Suomi × Pohjois-Suomi ja vastaavasti korkeintaan 20 % risteytymää Pohjois-Suomi × Etelä-Suomi.

laisia tapauksia, joista osa voi aikanaan toimia muun tyyppisinä siemenviljelyksinä.

Nämä tapaukset voidaan edelleen ryhmitellä seuraavasti:

- a. koesiemenviljelykset,
- b. vartekokoelmat,
- c. näytealat ja
- d. muut vartteikot.

Kokoonpanon ja rakenteen suhteen hyväksytyt tapaukset hyväksytään testaamattomien siemenviljelysten luetteloon sikäli kuin niiden todetaan paikan päällä pidetyssä tarkastuksessa täyttävän siitepölyn tuoton ja taustapölytyksen suhteen esitetyt vaatimukset. Koesiemenviljelysten ryhmään luokiteltujen istutusten tuottamaa siementä ei voida myydä siemenviljelyssiemenenä ellei siemenviljelyksen toiminnasta ja syntyvien jälkeläisten paremmuudesta ole luotettavaa näyttöä.

Tässä esitettyjä vaatimuksia ei sellaisinaan voida soveltaa muualla ja muiden puulajien siemenviljelyksiin. Avomaalla oleviin kuusen siemenviljelyksiin Suomessa esitettyjä vaatimuksia voitaneen tarkistusten jälkeen soveltaa. Sen sijaan ulkolaisten puulajien (lehtikuusi, kontorta-mänty) tai muovihuoneessa olevien siemenviljelysten (koivu) vastaavat vaatimukset on määriteltävä erikseen. Nyt olemassa olevat siemenviljelykset edustavat metsänjalostuksen alkuvaihetta. Uusien, parempien siemenviljelysten perustaminen on jo nyt näköpiirissä. Jo suunnitteluvaiheessa on otettava huomioon kaikki ne kokemukset, joita ensimmäisellä kierroksella on saatu. Jalostustason noustua monia vaatimuksia joudutaan tarkistamaan ja täsmentämään uusien siemenviljelysten suunnittelussa.

KIRJALLISUUS

- ANDERSSON, E. 1945. Anvisningar för uttagning och registrering av för frötäkt och förädlingsändamål lämpliga provträd och bestånd. Konekirjoite. 1–66.
- » — 1955. Pollenspridning och avståndisolerings av skogsfröplantager. Norrl. Skogsv. Förb. Tidskrift. 1: 35–100. (Sama myös Medd. Stat. Skogsforsk. Inst. Serien Uppsatser nr 35).
- » — 1960. Fröplantager i skogsbrukets tjänst. Kungl. Skogs- och lantbruksakademiens tidskrift 99 (1–2): 65–87.
- BARBER, J. 1975. Seed certification. Forestry Commission Bulletin 54, 143–148.
- BARNER, H. 1972. Certification and classification of seed orchards. In Forest Tree Improvement 4. (Sympos. of seed orchards in honour of C. Syrach-Larsen), 85–99.
- » — & KOSTER, R. 1976. Terminology and definitions to be used in certification schemes for forest reproductive materials. Proc. XVI IUFRO-Congress, Norway 1976 Division II: 174–191.
- BELL, G. D. & FLETSCHER, A. M. 1978. Computer organised orchard layouts (COOL) based on the permuted neighbourhood design concept. Silvae Genetica 27, 217–256.
- BHUMIBHAMON, S. 1978. Studies on Scots pine seed orchards in Finland with special emphasis on the genetic composition of the seed. Comm. Inst. For. Fenn. 94.4, 1–118.
- ERIKSSON, G., JONSSON, A. & LINDGREN, D. 1973. Flowering in a clone trial of *Picea abies* Karst. Studia forestalia Suecica 110, 1–45.
- FAULKNER, R. 1965. Seed orchards in Britain. Rep. Forest Res. Lond. for 1974.
- FEILBERG, L. & SOEGAARD, B. 1975. Historical review of seed orchards. Forestry Commission. Bulletin 54, 1–8.
- GIERTYCH, M. 1965. Systematic lay-outs for seed orchards. Silvae Genetica 14, 91–94.
- » — 1971. Systematic lay-outs for seed orchards. Silvae Genetica 20, 137–138.
- HADDERS, G. 1973. Kontroll av inkorsningen i en tallplantage. Fören. Skogsträdförädling och Inst. Skogsförbättring, årsbok 1972. 120–139.
- JONSSON, A., EKBERG, I. & ERIKSSON, G. 1976. Flowering in a seed orchard of *Pinus sylvestris* L. Studia forestalia Suecica 135: 1–38.
- KLAEHN, F. 1960. Seed orchard classification. Journal of Forestry, vol. 58, no. 5: 355–360.
- KOSKI, V. 1970. A study on pollen dispersal as a mechanism of gene flow in conifers. Comm. Inst. For. Fenn. 80.4. 1–78.
- » — 1973. On self-pollination and genetic load and subsequent inbreeding in some conifers. Comm. Inst. For. Fenn. 78 (10). 1–42.
- » — 1975. Natural pollination in seed orchards with special reference to pines. Forestry Commission, Bulletin 54: 83–91.
- LANGNER, W. 1953. Die Klonanordnung in Samenplantagen. Z. Forstgenet. Forstpfanzenzücht. 2, 119–121.
- » — & STERN, K. 1955. Versuchstechnische Probleme bei der Anlage von Klonplantagen. Z. Forstgenet. ForstpfZücht 4, 81–88.
- LARSEN, C. S. 1934. Forest tree breeding. Royal Vet. Agr. College, Yearbook 1934, 93–113.
- LINDQVIST, B. 1946. Den skogliga rasforskningen och praktiken. Svenska skogsvårdsföreningens förlag. Stockholm.
- MARQUARDT, H. 1956. Theoretische Grundlagen der Samenplantagen I Die Selection der Ausleseebäume. II Prüfverfahren zur Aufklärung der genetischen Situation von Ausleseebäumen. III Die Typen der Samenplantagen und ihre züchterische Möglichkeiten. Forstarchiv 27, I 1–7, II 25–30, III 77–84.
- MATTHEWS, J. D. 1964. Seed production and seed certification. Unasylya, vol. 18, 104–118.
- SARVAS, R. 1953 a. Ohjeita pluspuiden valitsemista ja ilmoittamista varten (Instructions for the choice and registration of plus trees.). Silva Fenn. 80.
- » — 1953 b. Siemenviljelys. Metsätal. Aikakausl. 3–4, 1953.
- » — 1955. Ein Beitrag zur Fernverbreitung des Blütenstaubes einiger Waldbäume. Zeitschr. Forstgen Forstpflanzenz. 4: 137–141.
- » — 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. Commun. Inst. For. Fenn. 53.4: 1–198.
- » — 1967. Pollen dispersal within and between subpopulations; role of isolation and migration in microevolution of forest tree species. Proceed. XIV. IUFRO-Congress, München III: 332–346.
- » — 1970. Establishment and registration of seed orchards. Folia For. 89: 1–24.
- SILEN, R. 1962. Pollen dispersal considerations for Douglas fir Journal of Forestry 60: 790–795
- SORENSEN, F. C. 1980 (manuscript). The roles of polyembryony and embryo viability in the genetic system of conifers.
- STERN, K. 1960. Plusbäume und Samenplantagen Sauerländers Verlag, Frankfurt am Main. 1–116.
- WRIGHT, J. 1952. Pollen dispersion of some forest trees. Northeastern Forest Exp. Sta. Res. Pap. 46: 1–42.
- » — 1953. Summary of tree breeding experiments by the Northeastern Forest Experiment Station 1947–1950. US Forest Serv. NS-Sta. Pap. 56: 1–47.
- » — 1978. Introduction to Forest Genetics. Academic press, New York, 1–463.
- ZOBEL, B. J., BARBER, J., BROWN, C. L. & PERRY, Th. O. 1958. Seed orchards — their concept and management. Journal of Forestry 56: 11, 815–825.

SUMMARY:

MINIMUM REQUIREMENTS FOR SEED ORCHARDS OF SCOTS PINE IN FINLAND

The production of forest tree seed in particular plantations, i.e. seed orchards, is a relatively new procedure. The terminology has not yet stabilized and definite metric standards are lacking. There are very many definitions of seed orchards, but those by ZOBEL & al. (1958), KLÄHN (1960) and OECD are probably most frequently referred to. Further, several different categories of seed orchards have been described. This paper deals with regional orchards (OECD scheme) of *Pinus sylvestris*, which are wind pollinated and made up of grafts. The goal of seed orchard work is to produce genetically improved seed. Law Concerning Trade in Forest Reproductive Material states that since the beginning of 1980 only seed collected from an officially approved seed orchard may be sold in category A 2 (untested seed orchard). It is self evident that neither doubtful nor inferior seed sources can be accepted as untested seed orchards. The question is how to judge whether the objectives of a seed orchard have been attained. The genetic composition of the seed crop depends on many factors both biological and technical. A large number of papers on seed orchards have been produced since the late 1940's. The selection of plus trees, grafting methods, planting designs, management, pollination and, recently, harvesting methods have been thoroughly discussed. The term certification occurs quite frequently in those papers. Strange enough, no precise limits to any measurable characteristics have been published. SARVAS (1970) and recently BHUMIBHAMON (1978) have suggested a grading system based on an index. These suggestions, among others, indicate that a seed orchard can be subjected to a quantitative inspection. As such, the index-system, with no acceptable minimum values and no proper common scale for various factors, does not solve the practical problems.

As many as 3 000 hectares of clonal seed orchards of Scots pine have been established in Finland. For various reasons some of them obviously do not meet the requirements of a seed orchard. In order to make the evaluation honestly and with the same criteria in all cases certain minimum requirements must be applied. The seven items given here are based mainly on the influence that the factors involved have had on the genetic quality of the seed. The aims of the requirements

are

1. To control that the instructions and plans given before the establishment have been followed.

2. To apply measurable traits and the quantitative approach the final judgement.

The numeric threshold values are compromises. They cannot be considered final or fixed values. Further investigations will certainly change them. However they are better than subjective impressions such as good, doubtful or worthless.

Minimum requirements are as follows:

1. The seed orchard must be in good physical condition and all its documents must be up to date. Due to mortality, complementary plantations etc. the original planting design or map are probably different from the actual situation several years after planting. Observeable mistakes, such as missing tags, root-stocks and wrong numbering must be corrected.

2. The range of the plus trees must be limited. The average temperature sum $\sum(\bar{t}-5^{\circ})$ of the growing season of the habitats of the plus trees must deviate from the average of all plus tree in the seed orchard in question by no more than 130 d.d. These limits concern the synchronization of the flowering and the adaptability of the material on the utilization area. The accepted variation is quite broad but it is of the same magnitude as the individual variation in a natural stand and also the annual variation around the long average.

3. The number of clones must be at least 30. If the number of clones is very small, it is impossible to avoid the increase of self pollination in any planting design. Different clones contribute, in very unequal proportions, to the pollen pool and to the seed crop of an orchard. If the number of clones is small just one or two clones may dominate in the gene pool and the genetic base could remain very narrow. As regards genetic roguing, even larger numbers would be preferable to begin with.

4. The ramets of each clone must be distributed so that the probability of self pollination is below 20 %. The »perfect» planting designs found in literature aim at minimum risk of inbreeding and a panmictic mating pattern. Several investigations have revealed that to a certain extent the embryonic lethals almost eliminate the harmful effects of self pollination if foreign

pollen is available simultaneously. Even a complete randomization of ramets does not guaranty panmictic crossing, because the differences in the amount and timing of flowering influence the contribution of clones to the gene pool of the seed crop. On the other hand, the effective pollen dispersal obviously compensates for slight errors in the planting design. Where the individual degree of self-fertility and capacity of pollen production are unknown, the probability of self pollination is calculated using average values. The proportion of natural self pollination should be 10 %. If there are ramets of the same clone within 30 meters distance, the computer calculates the probability of self pollination as a function of the distance and accumulates all the observed probabilities for the graft in question.

5. Pollen production should be at least 20 kg per hectare. If the pollen production of the grafts is small the mutual crossing of the selected trees is inadequate and the background pollination is predominant. The given threshold value, 20 kg/ha, has been derived from the observation of pollination in normal Scots pine stands. The quantity of the pollen crop can be quite accurately measured by measuring the total length of the male inflorescences. A rough estimate is obtained from the regression of the flower production on the size of the grafts.

6. The area of the seed orchard should be at least 5 hectares and the shortest diameter at least 150 meters. Wind pollination functions properly only in a rather large unit. The given threshold values have been derived from pollen dispersion studies.

7. The proportion of background pollen in the effective pollination should be below 20 %. It is impossible to prevent the pollen clouds from the surrounding forests from invading the seed orchard in spite of any feasible isolation belt. The limited duration of the receptivity and the restricted volume of the pollen chamber may, however, screen out a considerable part of the total pollination. If the synchronization of flowering, pollen production and area meet the requirements given in points 2, 5 and 6 the contamination will be reduced. The difference in flowering time caused by a geographic transfer helps in this respect. The distance to undesirable pollen sources must be at least 100 meters.

When a seed orchard fulfils all the requirements stated above it can be approved as an untested seed orchard. In many cases all the technical characteristics may be acceptable, but due to the small size of the trees pollen production is still too small. In such cases more time is needed. In some cases corrections must be made — for instance certain clones must be removed. A few cases may be considered to be a different type of seed orchards, which need further investigation. Finally some cases must be defined as clonal banks or other special cultivations that cannot be accepted as sources of commercial forest tree seed.

It is important to note that the present requirements are valid for existing »normal seed orchards» of *Pinus sylvestris*. As more advanced seed orchards are established the statements shall be revised. It is self-evident that other species as well as other types of orchards must be treated separately.