

FOLIA FORESTALIA 701

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1987

TEIJO NIKKANEN & TIMO PUKKALA

SIEMENVILJELYSTEN HARVENNUS-
SUUNNITELMAN LAATIMINEN
ATK-OHJELMISTOLLA

MAKING A THINNING PLAN FOR SEED
ORCHARDS USING A COMPUTER PROGRAM



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Aarne Nyssönen
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittajat <i>Editors</i>	Seppo Oja Tommi Salonen

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja kymmenellä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 tutkimusalueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and ten research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 701

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1987

Teijo Nikkanen & Timo Pukkala

SIEMENVILJELYSTEN HARVENNUSSUUNNITELMAN LAATIMINEN ATK-OHJELMISTOLLA

Making a thinning plan for seed orchards using a computer program

Approved on 20.11.1987

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. SIEMENVILJELYSTEN HARVENNUSTARVE JA HARVENNUKSEN TAVOITTEET	4
21. Tarve	4
22. Tavoitteet	5
3. HARVENNUSOHJELMISTON RAKENNE JA TOIMINTA	6
31. Yleispiirteet	6
32. Lähtötiedot	7
33. Kloonin indeksit	8
34. Harvennustekijät	9
35. Harventaminen	10
4. ESIMERKKI HARVENNUSSUUNNITELMAN LAATIMISESTA	13
5. TARKASTELUA	16
51. Ohjelmiston käyttökelpoisuus	16
52. Harvennustavoitteiden toteutuminen	16
53. Jalostusharvennuksen edellytykset	18
KIRJALLISUUS — REFERENCES	19
SUMMARY	20
LIITTEET — APPENDICES	22

NIKKANEN, T. & PUKKALA, T. 1987. Siemenviljelysten harvennussuunnitelman laatiminen atk-ohjelmistolla. Summary: Making a thinning plan for seed orchards using a computer program. *Folia Forestalia* 701. 26 p.

Tutkimuksessa tarkasteltiin siemenviljelysten harvennuksen periaatteita sekä esiteltiin harvennusta varten suunniteltu atk-ohjelmisto. Siemenviljelyksen harventamisella pyritään kasvutilan lisäämisellä hidastamaan vartteiden karsiutumista, korjaamaan ja parantamaan viljelyksen kokoonpanoa sekä kohottamaan viljelyksen tuottaman siemenen geneettistä laatua.

Harvennuksessa on viljelykseltä tarkoitus poistaa puolet vartteista niin, että jokaiselle jätettävälle vartteelle luodaan vapaata kasvutilaa kahdelle sivulle. Harvennuksessa käytetään hyväksi kaikkea sitä tietoa, mikä siemenviljelyksestä ja sen kloonista on olemassa. Harvennusohjelmistossa jätetään harvennuksen vaikuttavien tekijöiden painottaminen suoritettavaksi vasta kunkin viljelyksen harvennussuunnitelman laatimisen yhteydessä. Viljelysten erilaiset tavoitteet ja kaikki siemenviljelyksistä kertynyt tieto voidaan tällöin tarkoituksenmukaisella tavalla ottaa huomioon.

The purpose of the study was to examine the principles involved in thinning a seed orchard, and to present a computer program designed for such thinning work. The aim of thinning is by increasing their growing space to slow down selfpruning of the grafts, to improve the composition of an orchard, and to increase the genetic quality of the seed produced. In thinning, half of the grafts have to be removed so as to provide sufficient growing space on two sides of each of the grafts left in the orchard. All the information available about the seed orchard and its clones is used in thinning. In the computer program assessment of the factors affecting thinning is done at the same time as the thinning plan for each orchard. This means that the varying aims of different seed orchards can be taken into account.

Keywords: Scots pine, *Pinus sylvestris*, breeding value, genetic thinning
ODC 242—062+232.33+174.7 *Pinus sylvestris*

Authors' addresses: *Nikkanen*, The Finnish Forest Research Institute. Punkaharju Research Station, SF-58450 Punkaharju, Finland. *Pukkala*, University of Joensuu. P.O. Box 111, SF-80101 Joensuu, Finland.

ISBN 951-40-0795-6
ISSN 0015-5543

Helsinki 1987. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Suunnitelmallinen metsänjalostus, jolla pyritään edistämään metsätaloutta, alkoi maassamme pluspuiden ja siemenkeräysmet-siköiden valinnalla 1940-luvun lopulla. Pää-osa metsänjalostuksen perusaineistosta valittiin 1950- ja 1960-luvuilla. Jo 1950-luvulla valintatyön ollessa vielä alkuvaiheessa perustettiin ensimmäiset siemenviljelykset. Suurin osa viljelyksistä on perustettu kuitenkin vasta valintavaiheen jälkeen 1960-luvun lopussa ja 1970-luvun alussa. Kaikkiaan metsänjalostuksen perusaineistoon on valittu noin 5600 ha siemenkeräysmetsiköitä ja yli 10000 pluspuuta. Siemenviljelyksiin on istutettu vartteita noin 6900 puusta. Tähän mennessä maa-
hamme on perustettu siemenviljelyksiä yhteensä 3400 ha, joista männyn viljelyksiä on noin 3000 ha (Suomen metsänjalostuksen... 1986).

Metsänjalostus on Suomessa, kuten useimmissa laajamittaista jalostustoimintaa harjoittavissa maissa edennyt niin, että perusaineiston valinnasta on siirrytty suoraan siemenviljelysten perustamiseen (Zobel ja Talbert 1984). Koska valinta on perustunut pelkästään puiden ilmiasuun, ei valituista puista ennen niiden jälkeläisten testausta tiedetä, ovatko ne perinnöllisiltä ominaisuuksiltaan todella muita puita parempia vai johtuuko niiden paremmuus vain naapuripuista otollisemmista kasvuolosuhteista. Osa kantapuista on perinnöllisiltä ominaisuuksiltaan varmasti vain keskinkertaisia, joten jalostushyöty ei vielä tässä vaiheessa ole kovin korkea. Siemenviljelysten perustamisella heti valinnan jälkeen päästään kuitenkin jalostuksen tuloksia hyödyntämään vuosikymmeniä aikaisemmin kuin jos ensin odotettaisiin tuloksia jälkeläiskokeista. Ensimmäiset pluspuiden jalostusarvoa selvittävät kokeet perustettiin suoraan pluspuista kerätyllä siemenellä jo 1950-luvulla (Hagman 1974), mutta järjestelmällinen pluspuiden testaus pääsi käyntiin vasta 1970-luvulla, kun helpommin kerättävää ja testaukseen tarkoituksenmukaisempaa siementä alettiin saada siemenviljelyksiltä (Valtakunnallinen... 1978). Jälkeläistestauksesta onkin 1980-luvulla tullut metsänjalostuksen mittavin tehtävä.

Nyt, 1980-luvun puolivälissä metsänjalostustyön saavutukset alkavat näkyä. Siemen-

viljelykset tuottavat jo runsaita siemensatoja; suurin osa Etelä- ja Keski-Suomen männyn taimitarhasiemenestä saadaan siemenviljelyksiltä. Yhä useammasta pluspuusta alkaa myös jälkeläiskoetuloksia olla käytettävissä. Metsänjalostusohjelman 1985-86 (1983) mukaan uusien, testattuun aineistoon perustuvien, suuremman jalostushyödyn tuottavien siemenviljelysten perustaminen aloitetaan laajassa mitassa 1990-luvulla. Näiden ns. valiosiemenviljelysten kehittyminen tuotantovaiheeseen johtaa lopulta nykyisten viljelysten jäämiseen pois käytöstä. Koska nykyisillä viljelyksillä siementä tuotetaan kuitenkin vielä pari vuosikymmentä, on tärkeää hoitaa ja kehittää niitä niin, että viljelysten tuotto kyky säilyy mahdollisimman korkeana. Myös viljelysten jalostusasteen kohottamiseen on syytä ryhtyä heti, kun tiedot jalostusaineiston perinnöllisistä ominaisuuksista antavat siihen mahdollisuuden.

Siemenviljelysten harventamisella pyritään parantamaan vartteiden kasvuolosuhteita ja hidastamaan kävynkeruun vaikeutumista (Werner 1975, Lee 1979, Ilstedt 1982, Ilstedt ja Eriksson 1982). Tähän voidaan pyrkiä myös vartteiden leikkaamisella (Lee 1979, Ilstedt 1982, Blomqvist 1985). Harventamisen vaikutus vartteiden kasvuolosuhteisiin on kuitenkin pysyvämpi. Lisäksi harventamisen yhteydessä voidaan jälkeläistestauksella hankittua kloonitietoa ensimmäistä kertaa käyttää tuotettavan metsänviljelyaineiston jalostusasteen kohottamiseen poistamalla viljelykseltä geneettisesti huonolaatuiset vartteet (Werner 1975, Zobel ja Talbert 1984). Siemenviljelyksillä harvennus on tehtävä ennenkaikkea vartteiden kukintakyvyn ja elinvoimaisuuden säilyttämisen takia, mutta harvennusta voidaan käyttää monin tavoin viljelyksen rakenteen ja kokoonpanon säätelymiseen.

Julkaisun tarkoituksena on tarkastella siemenviljelysten harventamisen periaatteita ja esitellä harvennusta varten suunniteltu atk-ohjelmisto. Männyn siemenviljelysten valta-aseman vuoksi tässä esityksessä keskitytään mäntyyn, mutta harvennuksen pääperiaatteet soveltuvat myös muille puulajeille.

Aineistona siemenviljelysten harvennusohjelmistoa kehitettäessä oli Enso-Gutzeit Oy:n omistama siemenviljelys nro 96 Imatralla. Metsänhoitopäällikkö Tapani Korhonen Enso-Gutzeit Oy:n metsäryhmästä on edistänyt harvennusohjelmiston laatimista.

Julkaisun koostamisessa olemme saaneet merkittävää apua metsänjalostuksen tutkimusosaston henkilökunnalta. Englanninkielisen tekstin on tarkastanut B.Sc., MMK John Derome. Käsikirjoituksen ovat tarkasta-

neet prof. Max. Hagman, FT Veikko Koski ja MMT Jari Parviainen. Lisäksi sen ovat lukeneet MML Jouni Mikola, MML Pirkko Velling, MMK Seppo Ruotsalainen, MMM Ole Oskarsson, MML Matti Rousi ja MMK Matti Luostarinen. Käsikirjoituksen lukijoilta olemme saaneet runsaasti hyödyllisiä neuvoja.

Kiitämme kaikkia, jotka ovat myötävaikuttaneet julkaisen syntymiseen.

2. SIEMENVILJELYSTEN HARVENNUSTARVE JA HARVENNUKSEN TAVOITTEET

2.1. Tarve

Suurin osa männyn siemenviljelyksistä on maastoiältään 10-20 vuotiaita (kuva 1). Viljelyksiä ei läheskään aina ole perustettu yhdellä kertaa, vaan niitä on vuosien mittaan laajennettu ja täydennetty. Maastoikä ilmaisee, kuinka kauan vartteiden istuttamisesta viljelykselle on keskimäärin kulunut. Enimmillään se saattaa vaihdella yli kymmenen vuotta. Viljelyksen alkuperäistä perustamisvaihetta myöhemmin istutetut vartteet voivat olla joko kuolleiden vartteiden tilalle istutettuja täydennysvartteita tai viljelystä laajennettaessa muodostettuja yhtenäisiä, muuta viljelystä nuorempia alueita. Siemenviljelyksen harvennustarvetta arvioitaessa kiinnitetään yleensä ensimmäiseksi huomiota viljelyksen ikään. Tällöin myös viljelyksen sisäinen ikävaihtelu on otettava huomioon.

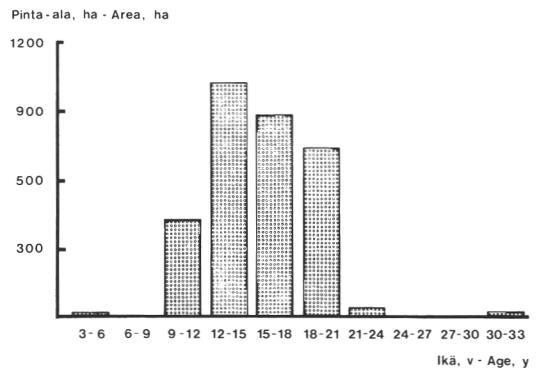
Ikää paremmin harvennustarvetta kuvaa vartteiden koko, niiden keskimääräinen pituus ja latvuksen leveys. Samanikäisillä viljelyksillä vartteiden koko vaihtelee huomattavasti kasvupaikan viljavuuden mukaan. Viljavilla peltomailla vartteet kehittyvät huomattavasti nopeammin kuin karuilla metsämailla. Lisäksi suuressa osassa viljelyksiä on vartteiden kehitystä pyritty nopeuttamaan lannoituksella ja heinäntorjunnalla (Mikola 1987 b).

Vartteiden kehitysnopeuteen vaikuttaa myös kloonien alkuperä. Etelä-Suomen alkuperät kehittyvät selvästi nopeammin kuin Pohjois-Suomen alkuperät (Bhumibhamon 1978). Ero näkyy ennenkaikkea latvuksen leveydessä. Eteläsuomalaisten vartteiden leveät latvukset alkavat varjostaa toisiaan aikaisemmin kuin pohjoissuomalaisten vartteiden

kapeammat latvukset. Tämän takia Etelä-Suomen alkuperää olevat viljelykset on harvennettava nuorempina kuin Pohjois-Suomen viljelykset.

Vartteet on pyritty istuttamaan siemenviljelyksiin siten, että ne voisivat mahdollisimman pitkään kehittyä ilman kilpailua kasvutekijöistä. Toisaalta viljelysten tulisi niin pian kuin mahdollista tuottaa runsaita siemensatoja. Ensimmäiset viljelykset perustettiin 7,0 x 7,0 m:n istutusvälein (204 vartetta/ha), mutta myöhemmin on käytetty joko 3,5 x 7,0 tai 5,0 x 5,0 m:n välejä (n. 400 vartetta/ha). Eri istutusvälein perustettujen viljelysten pinta-alat ovat seuraavat:

7,0 x 7,0 m:n välein	20 hehtaaria
3,5 x 7,0 — ” —	2400 — ” —
5,0 x 5,0 — ” —	600 — ” —



Kuva 1. Männyn siemenviljelysalan jakautuminen ikäluokkiin v. 1986.

Figure 1. The age distribution of Scots pine seed orchards in 1986.

Tiheyteen 400 vartetta hehtaarilla (3,5 x 7,0 ja 5,0 x 5,0 m) perustetuissa viljelyksissä on tällä hetkellä jäljellä keskimäärin 305 vartetta hehtaarilla. Vaikka viljelyksillä ei laajamittaisia tuhoja ole esiintynytkään, osa vartteista on kuollut joko heti istutuksen jälkeen tai myöhemmin. Viljelyksiä on lisäksi perustarkastuksen jälkeen jo jonkin verran harvennettu; puut, joiden varteosa on kuollut (perusrungot), vartteet, joiden klooninumero oli väärä tai epävarma sekä alkuperältään viljelykselle sopimattomat kloonit on poistettu. Lisäksi on harvennettu kohtia, joissa kloonitaajautumien takia itsepölytystodennäköisyys oli suuri. Viljelykset eivät kuitenkaan ole harventuneet tasaisesti, vaan niillä on sekä täystiheitä että aukkoisia alueita. Viljelyksen harvennustarvetta arvioitaessa on tarkasteltava sen tiheimpiä osia. Perustamistiheys on tärkein lähtökohta arvioitaessa harvennuksen kiireellisyyttä. Tämänhetkisen käsityksen mukaan harvennuksen tarve on suurin 5,0 x 5,0 m:n välein istutetuissa viljelyksissä, koska niissä vartteella on vapaata kasvutilaa väljimmillä sivuillaan vähiten.

Sarvas (1970) arvioi siemenviljelyksiä perustettaessa, että viljelykset olisi harvennettava ensimmäisen kerran 15—20 vuotta perustamisen jälkeen. Nyt kun suuri osa viljelyksistä on yli 15 vuotiaita ja vanhimmat jo yli 30 vuotiaita, tiedetään, että osa viljelyksistä alkaa olla harvennuksen tarpeessa jo 15 vuotiaana, osa vasta 30 vuotiaina. Tutkimuksiin perustuvaa tietoa siitä, missä viljelyksen kehitysvaiheessa harvennukseen olisi ryhdyttävä, ei toistaiseksi ole käytettävissä. Vaikka harvennuksen tavoitteena on estää vartteiden kukintakehityksen kääntyminen laskuun, saattaa harvennuksen seurauksena koko viljelyksen kukinta ja samalla siemensato alentua. Siemensadon kehitystä suurempi merkitys on kuitenkin siitepölyn tuotannon kehityksellä. Vartemäärän väheneminen harvennuksessa saattaa pienentää viljelyksen siitepölyn tuotantoa niin voimakkaasti, että se vaikuttaa viljelyksen tuottaman siemenen geneettiseen kokoonpanoon ja siemensadon hyödyntämiseen vuosiksi eteenpäin. Siemenviljelyksen harvennustarve onkin ratkaistava viimekädessä viljelyksen siementuotannolle asetettujen tavoitteiden pohjalta.

22. Tavoitteet

Siemenviljelyksen harventamisen ensisijaisena tavoitteena on säilyttää vartteen latvus elävänä ja kukkivana tyvelle asti mahdollisimman pitkään (Siemenviljelysten... 1985). Oksiston karsiutumiseen on syynä vartteiden välinen kilpailu kasvutekijöistä. Kilpailua voidaan vähentää lisäämällä vartteiden kasvutilaa harventamalla viljelyksiä. Samalla kun vartteiden kasvutilaa lisätään, pyritään mahdollisuuksien mukaan korjaamaan ja parantamaan viljelyksen rakennetta sen klooniosuuksia säätelemällä. Lisäksi pyritään kohottamaan viljelyksen tuottaman siemenen geneettistä laatua kohdistamalla harvennus jalostusarvoltaan heikoimpiin klooneihin. Siemenviljelyksen harventamisen tavoitteet voidaan jakaa kolmeen osaan: (1) vartteiden kasvutilan järjestely, (2) viljelyksen geneettisen perusrakenteen parantaminen ja (3) viljelyksen siemensadon geneettisen laadun kohottaminen.

Metsäntutkimuslaitoksen jalostusosaston laatimissa männyn siemenviljelysten ensimmäistä harvennusta koskeissa ohjeissa (Siemenviljelysten... 1985) esitetään, että tavoiteteiheys harvennuksen jälkeen olisi n. 200 vartetta/ha, ts. puolet perustamistiheydestä. Yksinkertaisesti puolet vartteista voitaisiin poistaa harventamalla viljelykseltä joka toinen varterivi. Kävyinkeruukoneiden kulkua ajatellen tämä olisikin tarkoituksenmukaisin harvennustapa. Yleensä harvennusratkaisuissa halutaan kuitenkin ottaa huomioon myös muita tekijöitä. Tällöinkin kasvutilan järjestelyyn liittyvä vaatimus on, että kunkin jäljelle jätettävän vartteen neljästä sivusta kaksi vapautetaan (tarkemmin kappaleessa 3).

Siemenviljelyksen rakenteen ja kokoonpanon parantamisella pyritään saattamaan viljely mahdollisimman hyvin vastaamaan niitä vaatimuksia, joita sen toimivuus ja tehokkuus edellyttävät. Siemenviljelystoiminnan perusteisiin kuuluu, että viljelyksen kaikkien kloonien tulisi osallistua kutakuinkin samalla painolla siemensadon muodostamiseen (Sarvas 1970, Sweet 1975, Koski 1980). Tämän takia kloonien vartemäärissä tai oikeammin eri kloonien kukintaosuuksissa ei saa olla kovin suuria eroja. Myöskään kloonien kukinta-ajat eivät saa vaihdella niin paljon, että niiden välinen risteytyminen vaikeutuisi. Viljely ei toimi täysitehoisesti, jos se sisältää kukinnan ajoittumisen ja samalla koko kasvurytmin suhteen selvästi erilaisia kloonreja

(Sarvas 1970, Chung 1981). Siemenviljelyksen tulee tämän takia koostua klooneista, jotka ovat peräisin ilmastoltaan riittävän yhtenäiseltä alueelta. Myös siemenen viljelyvarmuus tietyllä käyttöalueella edellyttää rajattua alkuperäkokoontumista. Kosken (1980) julkaisemissa männyn siemenviljelysten minimivaatimuksissa tuodaan esiin ne viljelyksen rakennetta ja kokoonpanoa koskevat rajoitukset, joiden on tarkoitus turvata viljelyksen toimivuus ja geneettinen tehokkuus. Viljelyksen on täytettävä nämä vaatimukset siinä vaiheessa, kun se liitetään viralliseen siemenviljelysluetteloon ja tietyksi myös myöhemmin erilaisten toimenpiteiden jälkeen. Seuraavaan asetelmaan on koottu Kosken (1980) esittämät minimivaatimukset männyn siemenviljelyksille Suomessa:

- Kloonian alkuperäalue on korkeintaan ± 130 d.d.
- Kloonian lukumäärä on vähintään 30
- Itsepölytyksen todennäköisyys ei saa ylittää 20 %
- Siitepölyn tuotanto on vähintään 20 kg/ha/v
- Taustapölytyksen osuus on alle 20 %
- Viljelyksen pinta-ala on vähintään 5 ha ja sen pienin läpimitta 150 m

Viljelyksiä harvennettaessa voidaan viljelyksen rakennetta nykytietämyksen perusteella parantaa. Tällöin klooneittaisia vartemääriä ja kukinnan osuuksia on mahdollisuus tasoittaa. Myös viljelyksen tulevaa käyttöaluetta voidaan vielä harvennuksessa selvittää säätelämällä kloonian alkuperäkoostumusta.

Harvennuksen kohdistamisella jalostusarvoltaan heikoimpiin klooneihin eli ns. jalostusharvennuksella pyritään kohottamaan viljelyksen tuottaman siemenen geneettistä laatua. Omalta osaltaan jo siemenviljelyksen perusrakenteen parantaminen tähtää tähän samaan. Viljelykseltä voidaan poistaa hei-

koimpia klooneja joko kokonaan tai niiden vartemääriä voidaan vähentää keskimääräistä enemmän. Jalostusharvennusta toteutettaessa on Kosken (1980) esittämien minimivaatimusten ohella pidettävä mielessä harventamista koskevat rajoitukset (Siemenviljelysten... 1985).

Seuraavaan asetelmaan on koottu tärkeimmät harvennuksessa huomioon otettavat vaatimukset:

- Jalostusarvoltaan heikoimpia klooneja voidaan poistaa kokonaan enintään 20 %
- Yhden ominaisuuden (esim. jälkeläisten kasvunopeus) perusteella kuitenkin enintään 10 %
- Minkään kloonian osuus koko viljelyksen siementuotannosta ei saa nousta yli 10 %:n
- Jos kloonian kukintataipumuksia ei tunneta, minkään kloonian osuus viljelyksen vartemäärästä ei saa nousta yli 6 %:n

Jalostusharvennuksen tehokasta soveltamista rajoittaa toistaiseksi se, ettei läheskään kaikista klooneista ole olemassa jälkeläiskoe-tuloksia (Mikola 1987). Myös suoraan vartteista mitattuja klooniaituksia on harvennuksessa syytä käyttää hyväksi harkiten (Velling 1987 a).

Viljelyksiltä ei tässä vaiheessa katsota olevan aihetta poistaa kuin kaikkein heikoimmat kloonia. Tällä varmistetaan se, ettei viljelykseltä poisteta sellaista kloonia, joka myöhemmin tietojen täydentyessä osoittautuisi jalostusarvoltaan keskitasoa paremmaksi.

Edellä esitettyjen tavoitteiden toteutumista voidaan edistää käyttämällä harvennuksuunnittelussa apuna automaattista tietojenkäsittelyä. Tällöin kaikkea sitä tietoa, mikä siemenviljelyksistä on olemassa, voidaan tehokkaammin ja monipuolisemmin hyödyntää viljelysten kehittämisessä.

3. HARVENNUSOHJELMISTON RAKENNE JA TOIMINTA

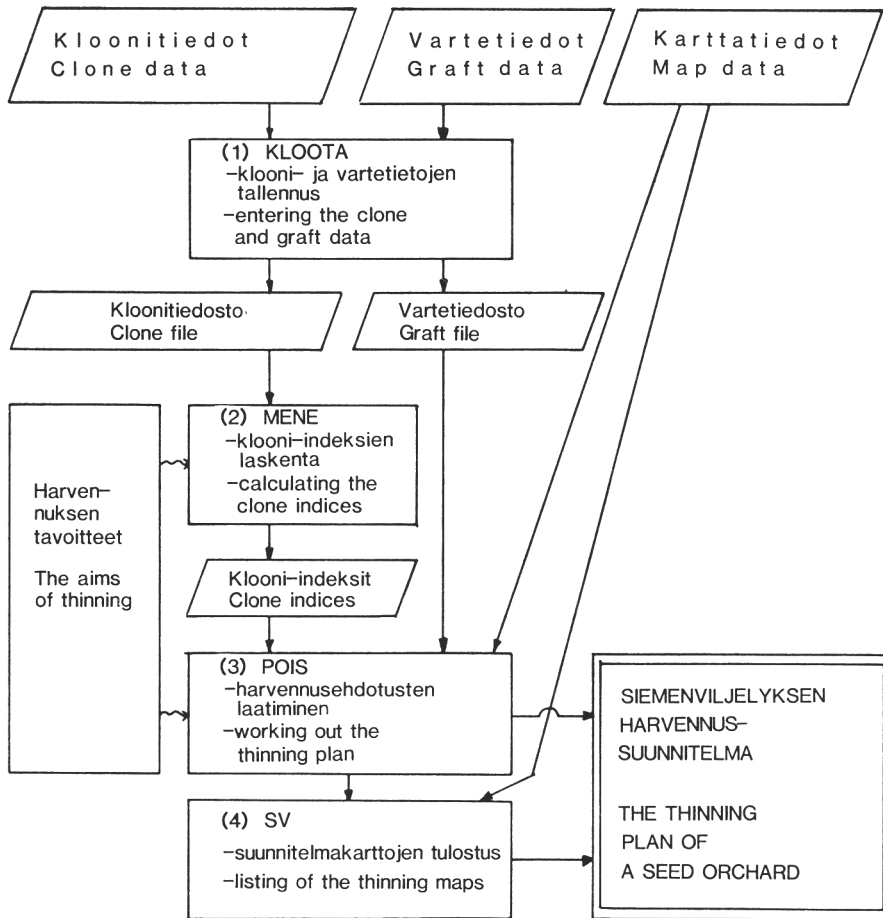
31. Yleispiirteet

Siemenviljelysten harvennuksen suunnittelussa käytetään hyväksi klooni- ja vartekoh-taisia tietoja (kuva 2). Klooneittain määritettäviä tunnuksia ovat mm. jälkeläisten kasvu ja kestävyys, jälkeläisten tai vartteiden laatu ja vartteiden kukinta. Vartekohtaisia tietoja

ovat mm. vartteen pituus ja elinvoimaisuus.

Klooni- ja vartetiedot kerätään joko jo olemassa olevista mittausaineistoista tai mit-taukset tehdään vartavasten siemenviljelysten harventamista varten. Tiedot tallennetaan tiedostoiksi ohjelmiston käyttöön.

Kloonitunnusten perusteella lasketaan kul-lekin klooniille klooni-indeksi, joka kuvaa



Kuva 2. Harvennusohjelmiston rakenne ja harvennussuunnittelun työvaiheet.
 Figure 2. The structure of the thinning program and the phases involved in preparing a thinning plan.

kloonin arvoa harventajan tavoitteiden kannalta (kuva 2). Vartetietojen perusteella lasketaan vastaavasti jokaiselle vartteelle varteindeksi.

Harvennusratkaisut tehdään vartteen poistoindeksien perusteella. Poistoindeksiin vaikuttavat klooni- ja varteindeksien lisäksi kloonin vartemäärä ja vartteen sijainti (kuva 2).

Harvennussuunnitelma tulostetaan kuvina, karttoina ja taulukkoina (kuvat 8, 9, 10 ja 11 sekä liite 4).

32. Lähtötiedot

Harvennusohjelmiston lähtötiedot voidaan jakaa kolmeen osaan:

- (1) Kloonitiedot
- (2) Vartetiedot
- (3) Siemenviljelyksen kokoonpanoa kuvaavat tiedot (siemenviljelyksen kartta)

Kloonitietoja ovat mm.

- jälkeläisten kasvunopeus
- — — — — kestävyys
- vartteiden ja jälkeläisten laatu
- — — — — kukinta ja käypsato

Jälkeläisten kasvusta ja kestävydestä (myöhemmin myös laadusta) saadaan tietoja jälkeläiskokeiden mittauksilla. Harvennussuunnitelman laatimista varten kootaan tiedot tietyllä siemenviljelyksellä esiintyvistä kloonista käyttökelpoisiksi todetuista jälkeläiskokeista.

Vartteista saatavat kloonitiedot (laatu, kukinta ja käypsato) on usein harvennus-

suunnitelman tekoa varten erikseen mitattava. Etenkin hedekukinnasta on tosin käytettävissä jonkin verran jo aiemmin kerättyä tietoa.

Kloonitiedot tallennetaan ohjelmistoa varten tiedostoiksi tietokoneen muistiin. Harvennussuunnitelma voi perustua useaan tai vain yhteen kloonitunnukseen. Ohjelmisto ei vaadi kloonitietojen täydellisyyttä; vain muutamasta kloonista käytettävissä olevaa tietoa voidaan käyttää hyväksi. Sellaiset kloonit, joista ei ole mittaustietoa, oletetaan tämän ominaisuuden suhteen keskimääräisiksi.

Ohjelmiston käyttämiä vartetietoja ovat:

- vartteen pituus (tai ikä, joka ilmaisee, kuuluuko varte vallitseviin vai täydennysvartteisiin)
- vartteen elinvoimaisuus (myös muut vartteen poistamiseen vaikuttavat tekijät, kuten väärä kloonitunnus voidaan tässä ottaa huomioon)

Vartetiedot kerätään viljelykseltä ennen harvennussuunnitelman laatimista. Viljelys käydään läpi varte vartteelta ja merkitään muistiin ainakin kuolleet ja huonokuntoiset vartteet.

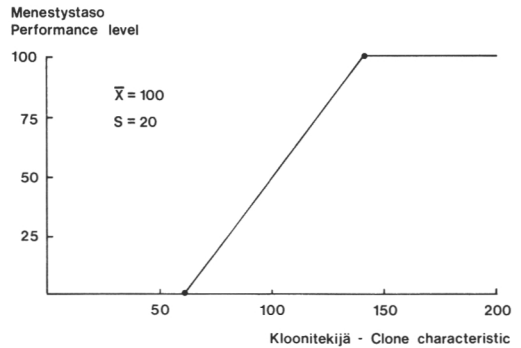
Myös vartetiedot saavat olla epätäydellisiä. Jos jokin tunnus puuttuu, sen oletetaan olevan keskimääräinen. Kloonitiedot ja vartetiedoista pituus voidaan tallentaa missä yksiköissä hyvänsä. Kloonitunnukset voidaan antaa myös suoraan ns. menestystasoluukuina (Mikola 1982).

Siemenviljelyksen rakennetta ja kokoonpanoa kuvaavat tiedot, eli siemenviljelyksen kartta saadaan käyttöön suoraan Metsäntutkimuslaitoksen siemenviljelysrekisteristä, joten niitä ei tarvitse erikseen kerätä ja tallentaa harvennussuunnittelua varten.

33. Kloonin indeksit

Ennenkuin siemenviljelyksen harvennuksen suunnittelussa päästään siihen vaiheeseen, jossa vartteiden poistoehdotukset tehdään, muutetaan kloonikohtaiset lähtötiedot kloonin indekseiksi. Kloonin indeksien laskentaa varten on harvennuksen suunnittelijan määrättävä eri ominaisuuksien painotukset.

Kloonin indeksin laskentaa varten tunnuksien skaalataan samaan keskiarvoon (\bar{x}) ja hajontaan (s) muuttamalla ne ns. menestystasoluukuiksi (Hatcher, Bridgwater & Weir 1981, Mikola 1982). Menestystason lukuarvo vai-



Kuva 3. Menestystason riippuvuus kloonitekijän arvosta. Menestystason lukuarvo vaihtelee välillä 0...100. Jos kloonitekijän arvo on pienempi kuin $(\bar{x} - 2s)$, menestystaso saa arvon 0, ja jos kloonitekijän arvo on suurempi kuin $(\bar{x} + 2s)$, se saa arvon 100.

Figure 3. The dependence of performance level on the clone characteristic. The performance level varies between 0 and 100. If the value of a clone characteristic is less than $(\bar{x} - 2s)$, the performance level is 0, and if it is more than $(\bar{x} + 2s)$, the performance level is 100.

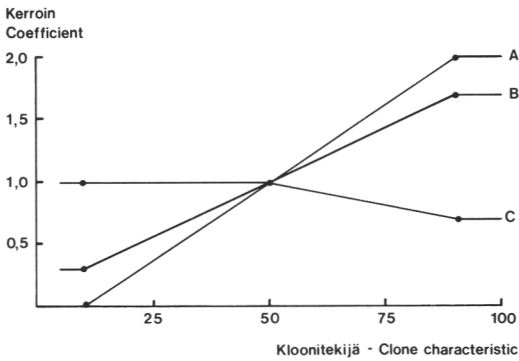
telee välillä 0...100. Jos kloonitunnuksen arvo on vähintään kaksi standardipolkeamaa keskiarvoa pienempi, menestystaso saa arvon 0, ja jos kloonitunnus on vähintään kaksi standardipolkeamaa keskiarvoa suurempi, se saa arvon 100 (kuva 3). Välillä $(\bar{x} - 2s)$... $(\bar{x} + 2s)$ menestystason riippuvuus kloonitunnuksen arvosta on suoraviivainen. Keskimääräinen kloni saa siten menestystasoluuvun 50.

Jälkeläisten kasvunopeus tallennetaan lähtötiedostoon yleensä eri kokeista saatujen kasvunopeuden menestystasoluukujen keskiarvona. Tätä lukua voidaan käyttää joko sellaisenaan tai sitä voidaan painottaa jälkeläiskokeiden lukumäärällä. Painotettu menestystaso lasketaan kaavalla

$$MT_w = (MT - 50) n^w + 50,$$

jossa MT_w = painotettu menestystaso, MT = menestystaso, n = kokeiden lukumäärä ja w = painokerroin (0...1, 0 = ei painotusta). Jos painotus otetaan huomioon, hyvin menestyneen kloonin menestystasoluuku muuttuu sitä suuremmaksi ja huonosti menestyneen sitä pienemmäksi mitä useammassa kokeessa kloni on ollut mukana.

Kloonin indeksin laskemista varten jokaisesta kloonista on käytettävissä 0...7 kloonin eri ominaisuuksia kuvaavaa tunnuslukua



Kuva 4. Kloonin indeksin osatekijöiden painokertoimen määrääminen. Painokertoimen riippuvuus kloonitekijästä määritetään kahden pisteen avulla. Toisen on oltava kloonitekijän keskiarvoa pienempi ja toisen suurempi. Keskimääräinen kloonin saa aina kertoimen 1. Kloonitekijä voidaan ilmaista menestystasona tai tekijän alkuperäisenä yksikkönä. A, B ja C kuvaavat kolmea erilaista riippuvuusmahdollisuutta.

Figure 4. Determining the dependence of the coefficient affecting the clone index. The dependence of the coefficient on a clone characteristic is determined with the program using two points. The x-value of one point has to be greater and that of the other smaller than the average for the average clone is always 1. The clone characteristic may be expressed as original units or as performance level. A, B and C show three different dependence possibilities.

(menestystasona tai alkuperäisenä yksikkönä). Kukin tunnus arvotetaan ilmoittamalla ohjelmalle 2 lukuparia, joiden avulla menestystaso tai alkuperäinen yksikkö muutetaan yksikönsä kahta puolta vaihtelevaksi kertoimeksi, kloonin indeksin osatekijäksi (kuva 4). Kuvan 4 tapauksessa B ohjelmalle on ilmoitettu lukuparit 10, 0,3 ja 90, 1,7 (x_{\min} ja vastaava y sekä x_{\max} ja vastaava y, menestystaso ja sitä vastaava kerroin). Luvun x_{\min} on oltava pienempi tai yhtäsuuri kuin keskiarvo, ja luvun x_{\max} suurempi kuin keskiarvo. Keskiarvoa vastaava kerroin on aina 1. Väleillä $x_{\min} \dots \bar{x}$ ja $\bar{x} \dots x_{\max}$ kertoimen riippuvuus menestystasosta on suoraviivainen.

Lopullinen kloonin indeksi saadaan kertomalla keskenään edellä kuvatulla tavalla lasketut 0...7 kloonin indeksin osatekijää.

34. Harvennustekijät

Kloonin indeksien laskennan jälkeen voidaan laatia harvennussuunnitelmia (kuva 2). Harvennussuunnittelussa käytettäviä syöttötietoja ovat

- kloonin indeksit
- varttiedot ja
- siemenviljelyksen kartta.

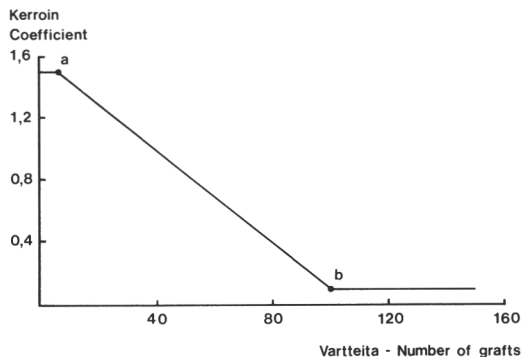
Jos varttietoja on olemassa, lasketaan jokaiselle vartteelle varteindeksi. Varteindeksin laskemiseksi vartteen kokoa kuvaava tunnus muutetaan menestystasoksi, jota painotetaan samalla tavalla kuin kloonitunnuksia. Varteindeksi saadaan, kun vartteen koon mukaan määräytyvä luku kerrotaan vartteen elinvoimaisuutta kuvaavalla luvulla (0...1, 0 = elinkelvoton, poistettava varte). Varteindeksin avulla voidaan varte poistaa tai poiston todennäköisyyttä lisätä pelkästään vartteen ominaisuuksien perusteella.

Ohjelma antaa mahdollisuuden käsitellä osaa klooneista kloonin indeksin ohjeista poikkeavasti; kloonin voidaan suosia tai se voidaan vaikkapa kokonaan poistaa. Kloonille annetaan tällöin ylimääräinen kerroin (lisätekiä), joka vaihtelee välillä 0 (poistettava) ... 2 tai suurempi (suositavat).

Ohjelmalle ilmoitetaan myös tulon (kloonin indeksi \times varteindeksi \times lisätekiä) raja-arvo, jota huonommat vartteet poistetaan sijainnista riippumatta.

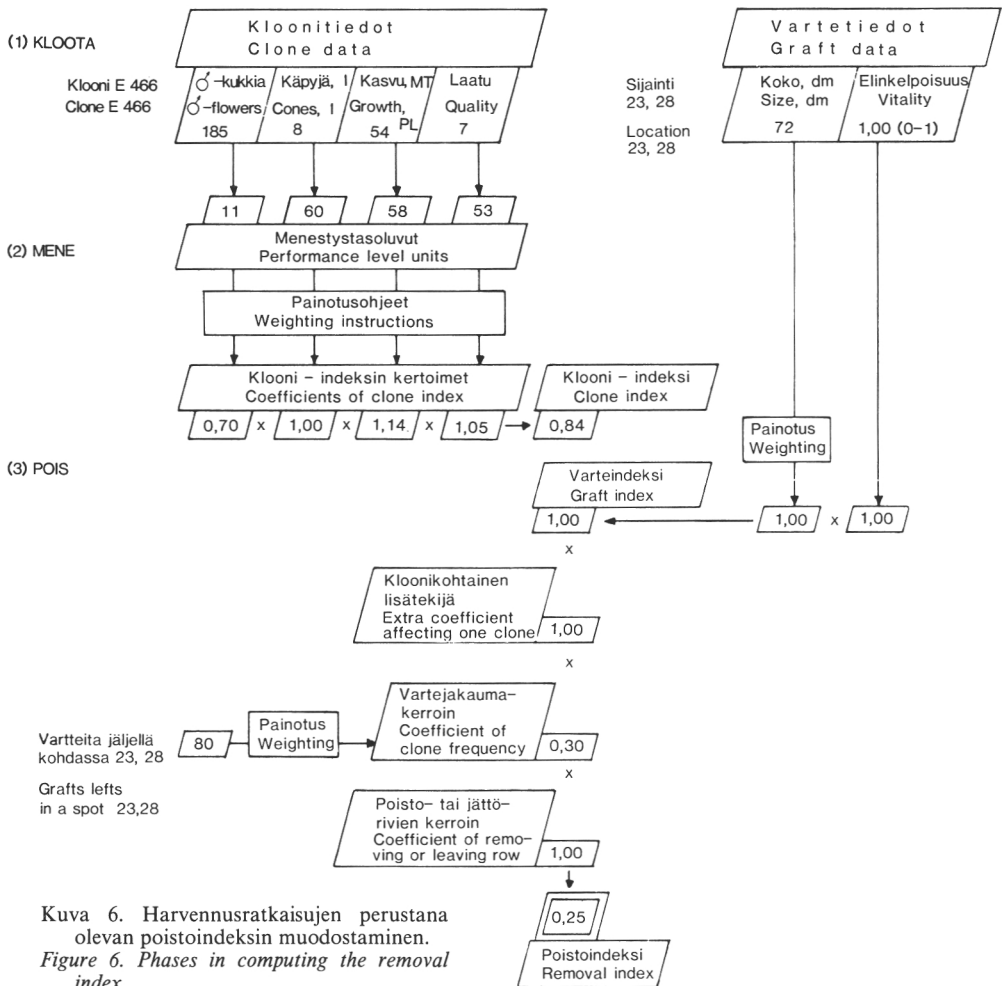
Lisäksi ohjelmalle ilmoitetaan vartemäärä, jota pienemmällä varttejoukolla edustetut kloonit poistetaan kokonaan.

Klooneista vartemäärää voidaan harvennuksessa pyrkiä tasoittamaan. Tämä tapahtuu samaan tapaan kuin kloonin indeksin laskettaessa ilmoittamalla ohjelmalle 2 lukuparia, jolloin kloonin vartemäärästä johdettu kerroin vaikuttaa vartteen todennäköisyyteen tulla poistetuksi (kuva 5).



Kuva 5. Vartteiden lukumäärästä riippuvan kertoimen määrääminen.

Figure 5. Definition of the dependence of frequency index (coeff.) on clone frequency. The dependence is defined by two points (a and b).



Kuva 6. Harvennusratkaisujen perustana olevan poistoindeksin muodostaminen.
Figure 6. Phases in computing the removal index.

Ohjelman käyttäjä voi halutessaan muodostaa viljelykselle kulku-uria. Tällöin vartteille annetaan kerroin sen mukaan, sijaitseeko se poisto- vai jättörivillä. Joka toinen varterivi on poistorivi. Poisto- ja jättörivit voidaan asettaa siemenviljelyskartan rivien tai sarakkeiden suuntaisiksi. Poistorivin kerroin vaihtelee välillä 0...1 ja jättörivin välillä 1...2.

Edellä esitettyjen harvennustekijöiden

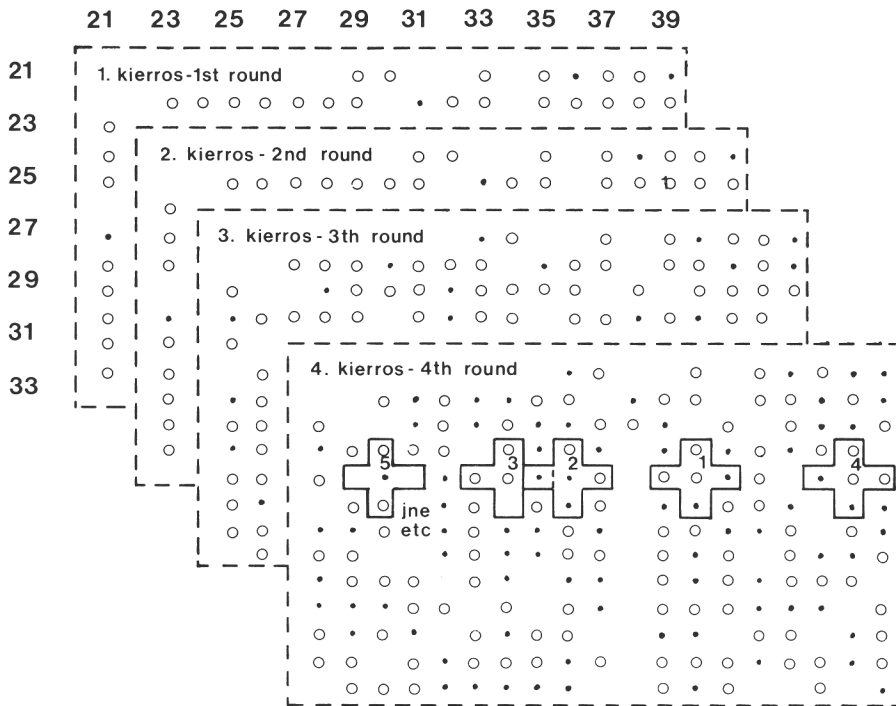
- kloni-indeksin,
- varteindeksin,
- kloonikohtaisen lisätekijän,
- vartteiden lukumäärästä johtuvan kertoimen ja
- sijaintirivistä johtuvan kertoimen

tulona saadaan kullekin vartteelle poistoindeksi (kuva 6).

Kahta viimeksi mainittua tekijää ei kuitenkaan lasketa etukäteen vaan vasta harvennuksen edistyessä. Vartteiden lukumäärästä johtuva kerroin muuttuu sitä mukaa, kun kloonin vartteet vähenevät. Lopulliset harvennuspäätökset tehdään varte vartteelta niiden poistoindeksejä vertailemalla.

35. Harventaminen

Poistettavia vartteita yksilöitäessä siemenviljelys käydään läpi kaikkiaan neljä kertaa. Ensimmäisellä kerralla poistetaan vartteet, joilla kloni-indeksin, varteindeksin ja lisätekijän tulo on pienempi kuin ohjelmalle ilmoi-



Kuva 7. Poistoehdotusten tekeminen. Harvennusohjelma käy viljelyskartan läpi neljään kertaan. Ohjelma etenee valitsemalla satunnaisesti tarkasteltavan rivin ja sillä tarkasteltavan kohdan. Jokainen varte on vuorollaan tarkasteluyksikön (5 vartepaikkaa) keskipisteenä. Poistoratkaisut tehdään vertailemalla tarkasteluyksikön sisällä vartteiden poistoindeksijä.

Figure 7. When doing thinning proposals, the program runs through the map of the seed orchard four times. The removal decisions are made on units of five grafts (or empty places) at a time. The graft having the smallest removal index is removed, if the graft in the middle of the unit does not have enough growing space. Every graft is, in turn, in the centre of the unit. The program runs through the map in random order.

tettu raja-arvo. Lisäksi poistetaan ne kloonit, joissa vartteita on vähemmän kuin ohjelmalle ilmoitettu minimimäärä.

Ohjelman ensimmäisen poistokierroksen ero seuraaviin kierroksiin on se, että siinä poisto ei riipu vartteiden sijainnista tai tilajärjestyksestä.

Toisella kerralla ohjelma tutkii, löytyykö viljelykseltä kahta vierekkäin sijaitsevaa saman kloonin vartetta. Jos niitä löytyy, poistetaan toinen vartteista itsesiitosvaaran vähentämiseksi.

Tämän jälkeen harvennus perustuu kasvu-tilan luomiseen jäljelle jääville vartteille. Harvennuksen jälkeen jokaisella jäävällä vartteella on rivin ja sarakkeen suunnassa oltava vähintään kaksi tyhjää sivua (Siemenviljelysten...1985). Kolmannella ja neljännellä poistokerralla poistot tehdään tämän vaatimuksen täyttämiseksi.

Kolmannella kerralla kiinnitetään huomio vartteisiin, joilla ei ole yhtään tyhjää sivua.

Poistoratkaisut tehdään tarkastelemalla viittä vartetta kerrallaan (vartetta ja sen neljää sivua, kuva 7). Viidestä vartteesta poistetaan poistoindeksiltään huonoin. Samalla sen kloonin vartteiden lukumäärää, johon poistettava varte kuuluu, pienennetään yhdellä.

Viimeisellä kerralla tutkitaan ne tapaukset, joissa vartteella on yksi tyhjä sivu (tässä vaiheessa jokaisella vartteella on vähintään yksi tyhjä sivu). Poistoindeksi lasketaan viisikon sisällä jäljellä oleville vartteille, ja huonoin varte poistetaan.

Kolmannella ja neljännellä poistokerralla jokaisen vartteen paikka tulee kerran viisikon keskipisteeksi. Keskipisteet valitaan satunnaisessa järjestyksessä, koska tällöin kloonin vartemäärää voidaan pienentää tasaisesti koko viljelyksen alueella. Systemaattisessa etenemisessä suurella vartemäärällä edustetun kloonin vartteiden poistot keskittyivät viljelyksen yhdelle laidalle. Satunnainen eteneminen perustuu ns. pseudosatun-

naislukuihin, minkä vuoksi eri harvennusajoilla saadaan sama tulos, ellei poistoihin vaikuttavien tekijöiden painotuksia muuteta.

Menetelmällä on taipumus johtaa siihen, että harvennuksessa syntyy pieniä aukkoja, jos huonot vartteet sijaitsevat ryhmissä. Ohjelmassa tämä on pyritty estämään siten, että

vartte, jolla on jo kolme tyhjää sivua, saa lisäkertoimen 1,2. Näin suositetaan olemassa olevien ja harvennuksessa syntyvien aukkojen reunoilla kasvavia vartteita.

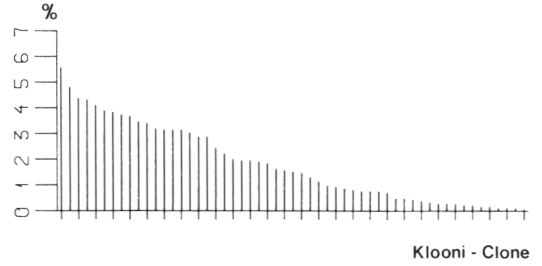
Harvennusohjelmiston tulostusta on esitelty kuvissa 8, 9, 10 ja 11 sekä käyttöä liitteissä 1—4.

SIEMENVILJELYS	N:O 96				KARTTA				OSA 5			
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
14	E! 730! 467! *		E! 609C! 609D! 609C!	E! 702! 616D!	E! 627! 2206!	E! 2206!						
15	E! 702! 243B!			E! 467! 726!	E! 640! 4243!	E! 2123! 165!						
16	E! 616D!		E! 730! 609D!	E! 610! 617!	E! 732! 1029!	E! 609C!	E! 730!					
17	E! 4039! 635C!		E! 615A! 2123!	E! 165! 2123!	E! 2205!							
18	E! 4243!		E! 467! 4030!	E! 165! 2205! 2263!	E! 609D! 1029!	E! 1866!						
19	E! 609C! 615A! 640!		E! 635C! 469!	E! 627! 2257! 2207!	E! 4243!	E! 635C!						
20			E! 2123!		E! 730! 702!	E! 467!	E! 466!					
21	E! 4044! 2263! 4030!		E! 469! 4044!	E! 609D! 2120!	E! 2206! 2123!	E! 2257!						
22			E! 635C! 732!	E! 1591! 635C!	E! 467!	E! 713! 730!	E! 732! 467!					
23	E! 1591!		E! 609D! 713!	E! 610! 2257!	E! 466!	E! 617! 1463!	E! 165! 2123!					
24	E! 730! 4243!		E! 466! 1591!	E! 726!	E! 615A! 640!	E! 726! 616D!	E! 635C!					
25	E! 4039!		E! 609C!		E! 617! 609C! 2257!	E! 2206! 609C!	E! 1463!					
26			E! 165! 4039!		E! 732! 713!	E! 2205!	E! 732! 615A!					

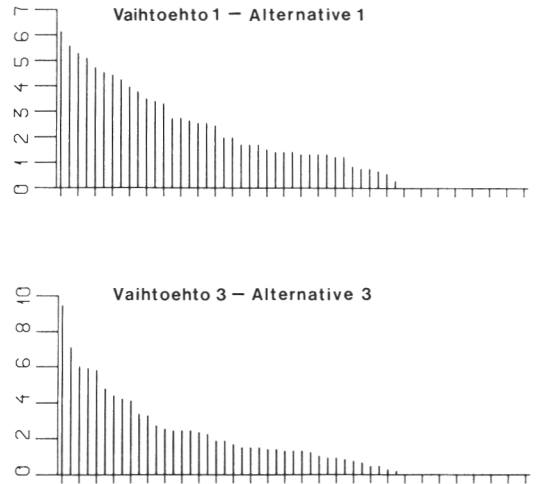
Kuva 8. Tulostusta lopullisesta suunnitelmakartasta. Kussakin ruudussa on siinä sijaitsevan kloonin numero ja kloonin arvoa kuvaava kloonin-indeksi. Poistettaviksi ehdotetut vartteet on merkitty tähdellä (*).

Figure 8. Part of the map of the thinning plan. Every square contains the clone number and the clone index. The grafts proposed to be removed are marked with an asterisk (*).

Ennen harvennusta - Before thinning



Harvennuksen jälkeen - After thinning



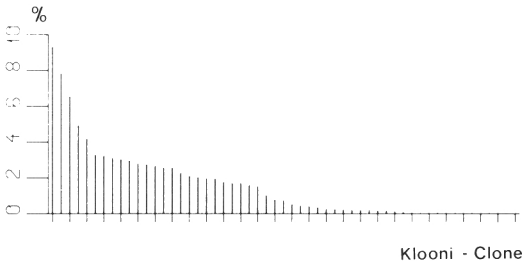
Kuva 9. Kloonien osuudet vartteiden kokonaismäärästä ennen ja jälkeen harvennuksen vaihtoehtoissa 1 ja 3.

Figure 9. Relative frequencies of the clones before and after thinning in alternatives 1 and 3.

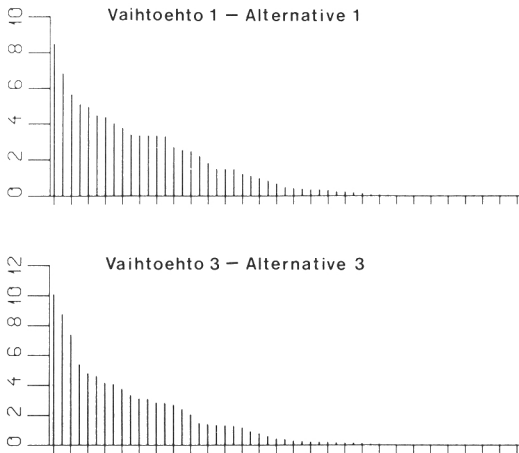
4. ESIMERKKI HARVENNUSSUUNNITELMAN LAATIMISESTA

Harvennussuunnitelmaa kehitettäessä oli aineistona siemenviljelys nro 96 (Mellonkylä). Viljelys sijaitsee Imatralla ja on perustettu vuonna 1965. Viljelyksessä on 55 Itä-Suomesta peräisin olevaa kloonin. Pinta-alaltaan se on 5,6 ha. Viljelykseltä on kerätty siemen-

Ennen harvennusta - Before thinning



Harvennuksen jälkeen - After thinning



Kuva 10. Kloonien osuudet kokonaiskukinnasta ennen ja jälkeen harvennuksen vaihtoehtoissa 1 ja 3. Kloonin osuus kukinnasta lasketaan kaavalla $\sqrt{(\text{hedekukinnan osuus}) \times (\text{emikukinnan osuus})}$. Puuttuvan tiedon kohdalla käytetään keskimääräistä vartekohtaista hede- tai emikukintaa.

Figure 10. Relative contribution of each clone to the total flowering in the seed orchard in thinning alternatives 1 and 3. The proportion of each clone is calculated using the formula $\sqrt{(\text{proportion of male flowering}) \times (\text{prop. of female flowering})}$. If the abundance of male or female flowering is not known, it is assumed that the grafts of the clone have an average flowering abundance.

tä runsaan 10 vuoden ajan. Vuonna 1983 viljelyksen siitepölytuotannoksi mitattiin 27,7 kg/ha, joten keruukautena 1984/85 siltä voitiin kerätä ensimmäinen siemenluokkaan A2 kuuluva siemensato. Viljelys on harvennettu talvella 1985—86 tässä esitetyn harvennussuunnitelman perusteella. Viljelyksen omistaa Enso-Gutzeit Oy.

Seuraavassa on esitetty kolme erilaista harvennussuunnitelmaa siemenviljelykselle nro 96. Niissä kloonitekijöitä, vartteiden lukumäärää/kloonin sekä korjuuteknisiä näkökohtia on painotettu eri tavoin (taulukko 1). Harvennussuunnitelmaa laadittaessa olivat käytettävissä seuraavat kloonitiedot (liite 2):

Klooneja, joista ominaisuus on tiedossa

Hedekukinta, g/varte	46
Emikukinta, litraa/varte	45
Vartteiden laatu	32
Jälkeläisten kasvunopeus	33

Taulukko 1. Harvennuksessa huomioon otettavat tekijät ja niiden painotukset eri harvennussuunnitelmissa.

Table 1. The factors affecting thinning, and the weight of the factors in three different thinning plans.

Harvennustekijä Thinning factors	Harvennussuunnitelma Thinning alternative					
	1		2		3	
	x	y	x	y	x	y
Hedekukinta - Male flowering						
- pieni arvo - small value ¹	50	1,0	50	1,0	25	1,0
- suuri arvo - large value ¹	80	0,7	80	0,7	75	1,0
Emikukinta - Female flowering						
- pieni arvo - small value	50	1,0	50	1,0	25	1,0
- suuri arvo - large value	80	0,7	80	0,7	75	1,0
Laatu - Quality						
- pieni arvo - small value	10	0,3	10	0,3	10	0,3
- suuri arvo - large value	90	1,7	90	1,7	90	1,7
Kasvunopeus - Growth rate						
- pieni arvo - small value	10	0,3	10	0,3	10	0,3
- suuri arvo - large value	90	1,7	90	1,7	90	1,7
Kloonin vartemäärä - Clone frequency						
- pieni arvo - small value ²	6	1,5	6	1,5	10	1,0
- suuri arvo - large value ²	80	0,3	80	0,3	100	1,0
Poistorivin kerroin - Coeff. of removing raw	1,0		0,3		1,0	
Jättörivin kerroin - Coeff. of leaving raw	1,0		1,7		1,0	

¹ x:n (kloonitekijä) ja y:n (painotuskerroin) arvot (ks. kuva 4)
Values of x (clone characteristic) and y (weighting coefficient) (see Fig. 4)

² x:n (vartteiden lukumäärä) ja y:n (varttejakaumakerroin) arvot (ks. kuva 5)
Values of x (clone frequency) and y (coefficient of clone frequency) (see Fig. 5)

Taulukko 2. Jätettävien ja poistettavien vartteiden määrät klooneittain eri harvennusvaihtoehdoissa.
Table 2. Number of grafts which are left and which are removed in each clone.

Klooni Clone	Vaihtoehto — Alternative								
	1		2		3				
Ind. ¹	Vartteita jää pois Grafts left removed	Ind.	Vartteita jää pois Grafts left removed	Ind.	Vartteita jää pois Grafts left removed				
E165	1,3	66	37	1,3	61	42	1,4	100	3
E466	0,8	47	42	0,8	51	38	1,4	76	13
E467	0,4	18	63	0,4	44	37	0,4	17	64
E468	0,9	28	0	0,9	16	12	1,3	27	1
E469	0,2	0	56	0,2	0	56	0,2	0	56
E609C	1,1	54	26	1,1	48	32	1,2	65	15
E609D	0,1	0	76	0,1	0	76	0,3	0	76
E610	0,3	11	60	0,3	35	36	0,3	11	60
E615A	0,8	45	27	0,8	46	26	0,8	44	28
E616D	1,0	48	5	1,0	36	17	1,2	49	4
E617	0,4	19	39	0,4	28	30	0,4	14	44
E620	0,5	26	11	0,5	29	8	1,4	26	11
E627	2,4	45	0	2,4	37	8	2,7	45	0
E635C	0,7	39	29	0,7	45	23	1,0	44	24
E640	0,5	28	30	0,5	36	22	0,6	24	34
E702	1,2	58	11	1,2	51	18	1,2	63	6
E711	1,4	18	0	1,4	16	2	1,5	18	0
E713	0,8	45	8	0,8	37	16	0,9	27	26
E726	1,1	56	7	1,1	40	23	1,6	62	1
E730	0,3	13	45	0,3	23	35	0,4	12	46
E731	0,9	36	0	0,9	26	10	1,4	36	0
E732	0,2	0	64	0,2	0	64	0,2	0	64
E1029	1,0	8	0	1,0	8	0	1,0	5	3
E1272	0,3	9	25	0,3	20	14	0,3	5	29
E1463	1,0	6	0	1,0	5	1	1,0	3	3
E1591	1,0	29	0	1,0	21	8	1,3	29	0
E1866	0,4	15	21	0,4	19	17	0,5	15	21
E2120	1,5	35	0	1,5	25	10	2,2	35	0
E2123	0,3	13	46	0,3	33	26	0,5	20	39
E2205	1,7	13	0	1,7	13	0	1,7	13	0
E2206	0,3	3	6	0,3	6	3	0,4	2	7
E2207	1,0	0	5	1,0	0	5	1,0	0	5
E2209	1,3	0	5	1,3	0	5	1,3	0	5
E2257	2,4	27	0	2,4	26	1	2,4	27	0
E2263	0,6	20	1	0,6	15	6	1,0	15	6
E4029	1,0	14	0	1,0	9	5	1,0	7	7
E4030	1,0	8	1	1,0	7	2	1,0	8	1
E4031	1,0	14	2	1,0	11	5	1,0	11	5
E4032	1,5	14	0	1,5	11	3	1,5	14	0
E4034	1,0	14	0	1,0	10	4	1,0	9	5
E4034A	1,0	0	1	1,0	0	1	1,0	0	1
E4034B	1,0	0	3	1,0	0	3	1,0	0	3
E4035	1,0	7	0	1,0	4	3	1,0	5	2
E4037	1,0	0	4	1,0	0	4	1,0	0	4
E4038	0,8	22	2	0,8	18	6	1,0	20	4
E4038A	1,0	0	2	1,0	0	2	1,0	2	2
E4038B	1,0	0	2	1,0	0	2	1,0	0	2
E4039	1,7	15	0	1,7	14	1	1,7	15	0
E4040	1,0	0	3	1,0	0	3	1,0	0	3
E4044	0,6	16	1	0,6	11	6	0,6	10	7
E4243	1,0	37	4	1,0	28	13	1,0	27	14
E4243A	1,0	0	4	1,0	0	4	1,0	0	4
E4243B	0,8	30	0	0,8	23	7	0,8	14	16
E4243C	1,0	0	2	1,0	0	2	1,0	0	2
E4244	1,0	0	5	1,0	0	5	1,0	0	5
Yhteensä Total		1069	781		1042	808		1069	781

¹ Ind. = klooni-indeksi
Ind. = clone index

Taulukko 3. Harvennuksen vaikutus viljelyksen keskeisimpien tunnuksiin. Klooneittain on ilmoitettu samoissa yksiköissä kuin ne alunperin tallennettiin: hedekukinta (g siitepölyä/varte), emikukinta (l käpyjä/varte), laatu (neljän eri laatutekijän pistesumma, ks. Lindqvist 1980) ja kasvunopeus (menestystasolu). Klooneittain on ilmoitettu vain niistä klooneista, joissa ko. tieto on ollut käytettävissä.

Table 3. The effect of thinning on the most important characteristics of a seed orchard. The clone characteristics are given in the same units as they were entered: male flowering (g pollen/graft), female flowering (l cones/graft), quality (sum of quality points of four characteristics, Lindqvist 1980) and growth (performance level). Clone means were weighted by number of grafts in those clones from which the information was available.

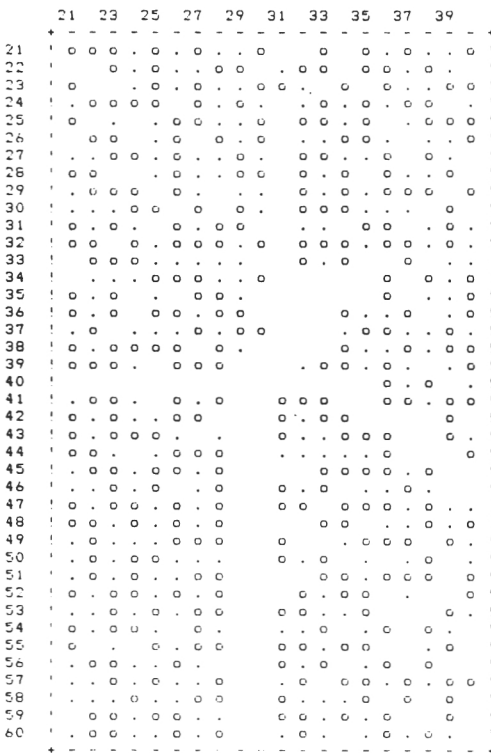
	Ennen harvennusta Before thinning	Harvennuksen jälkeen After thinning Vaihtoehto Alternative		
		1	2	3
Vartteita – Grafts	1850	1069	1042	1069
Klooneja – Clones	55	41	41	41
Siitepölyn tuotanto (kg siitepölyä/ha) – Anthesis (kg pollen/ha)	29,3	13,1	14,2	14,6
Kloonitunnusten keskiarvot – Clone means				
– Hedekukinta – Male flowering	85,0	65,6	72,2	72,1
– Emikukinta – Female flowering	10,7	10,6	10,6	10,8
– Laatu – Quality	6,6	7,2	6,9	7,3
– Kasvunopeus – Growth	48,0	54,6	51,8	55,5

Vartteiden laatu ja jälkeläisten kasvunopeus on kaikissa kolmessa vaihtoehdossa otettu huomioon samalla tavalla (taulukko 1). Vaihtoehdoissa 1 ja 2 on lisäksi otettu huomioon kukinta ja klooneittainen varttemäärä. Vaihtoehto 2 eroaa vaihtoehdoista 1 ja 3 siten, että siinä on pyritty luomaan kulku-uria keruukoneille antamalla poisto- ja jättöriiveille erilaiset, ykkösestä poikkeavat kertoimet.

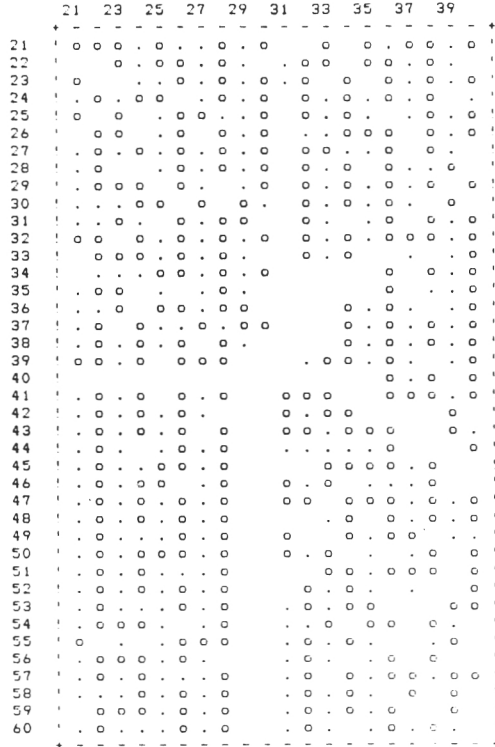
Poistettavien vartteiden kokonaismäärä eri vaihtoehdoissa on hyvin samansuuruinen. Klooneittainkin poistettavia vartteita on eri vaihtoehdoissa usein suunnilleen yhtä paljon, joskin tiettyjen kloonien kohdalla määrissä on selviä eroja (taulukko 2).

Vartteiden laatu ja jälkeläisten kasvunopeus paranevat vaihtoehdoissa 1 ja 3 selvästi enemmän kuin vaihtoehdossa 2, jossa poisto- ja jättöriivien erilaisella painotuksella harvennuksen systemaattisuudelle on annettu suuri

Vaihtoehto 1
Alternative 1



Vaihtoehto 2
Alternative 2



Kuva 11. Tulostusta sv 96:n harvennusvaihtoehtojen 1 ja 2 harvennuskartasta. Poistettavat vartteet on merkitty pisteellä (.) ja jätettävät ympyrällä (o).

Figure 11. Print out of the maps of thinning alternatives 1 and 2 in seed orchard no. 96. The grafts to be removed are marked by a dot (.), and the grafts to be left with a circle (o).

merkitys (taulukko 3). Vaihtoehdossa 3 laatu ja kasvunopeus ovat parantuneet jonkin verran enemmän kuin vaihtoehdossa 1 (taulukko 3). Klooneittaisten kukintaerojen ja vartejakauman tasoittaminen selittää sen, että vaihtoehdossa 1 jalostusaste kohosi hieman vähemmän kuin vaihtoehdossa 3.

Vaikka kukintaa ei vaihtoehdossa 3 millään tavoin otettu huomioon, on vartekohmainen hedekukinta myös siinä pienentynyt (taulukko 3). Tämä johtunee siitä, että runsas hedekukinta liittyy usein vartteen huonoon ulkoiseen laatuun, mm. leveään latvukseen ja oksikkuuteen (Nikkanen ja Velling 1987). Kun harvennuksessa laatua ja kasvunopeutta pyritään parantamaan, pienenee viljelyksen siitepölyn tuotanto varsin voimakkaasti.

Vartemäärien tasoittaminen vaihtoehdossa 1 esitettyllä voimakkuudella pitää kloonien väliset erot juuri hyväksyttävänä: kloonin osuus on enimmillään 6 % vartteista (kuva 9). Sen sijaan vartejakauman säätelyn pois

jättäminen (vaihtoehto 3) johtaisi harvennussuunnitelmaan, jota ei voitaisi hyväksyä (kuva 9). Pelkkä vartemäärien tasoittaminen vaikuttaa samalla klooneittaisiin kukintaosuuksiin. Säätelämällä samanaikaisesti vartejakaumaa ja kukintaa saadaan kloonien kukintaerot pidettyä niin pieninä, ettei minäkään kloonin geneettinen osuus nouse yli 10 % (kuva 10). Kuvassa 11 nähdään vielä, miten poisto- ja jättörievien painotus vaikuttaa harvennusratkaisuihin.

Siemenviljelys nro 96 harvennettiin suunnitelmavaihtoehdon 1 mukaan. Sen mukaan viljelyksen 1850 vartteesta poistettiin 781 (42 %). Kokonaan poistettavia klooneja oli 14, joista 3 kloonin (196 vartteen) poisto tapahtui kloonin huonon jalostusarvon takia ja 11 kloonin (36 vartteen) poisto oli lähinnä viljelyksen rakenteen korjailua. 16 kloonista ei poistettu yhtään vartetta. Lopuista 25 kloonista poistettiin esitettyjen harvennustekijöiden perusteella vaihteleva määrä vartteita (yhteensä 549 vartetta) (taulukko 2).

5. TARKASTELUA

51. Ohjelmiston käyttökelpoisuus

Ennenkuin atk-ohjelmistoa siemenviljelysten harventamista varten alettiin kehittää, oli harvennussuunnitelmia tehty käsityönä jo muutamalle viljelykselle. Ensimmäisten harvennussuunnitelmien teon yhteydessä muotoutuivat ne periaatteet, joiden perusteella harvennussuunnitelmia tällä hetkellä tehdään (Siemenviljelysten... 1985).

Harvennussuunnitelmaa tehtäessä on oltava käytettävissä runsaasti tietoa (kuva 12). Tietojen keruu ja käsittely voidaan jakaa kolmeen osaan: (1) tiettyä harvennussuunnitelmaa varten maastossa tehtäviin mittauksiin, (2) suunnitelmaa varten tarvittavien valmiiden mittaustulosten kokoamiseen ja (3) eri ominaisuuksia kuvaavien ja erilaisista aineistoista peräisin olevien tietojen muuttamiseen vertailukelpoiseen ja suunnitelman teossa käyttökelpoiseen muotoon. Atk:n tehtäväksi näistä työvaiheista sopii kaksi viimeksi mainittua. Mittaustulosten muuttaminen harvennussuunnittelun edellyttämään muotoon voidaan tehdä kokonaan tietokoneella.

Harvennussuunnitelman tekeminen käsin on ollut työlästä eikä suunnitelman tekijä ole voinut poistoratkaisuja tehdessään ottaa huomioon kovin monia tekijöitä. Tietokoneen avulla suunnitelmakartan tuottamiseen kuluu aikaa voidaan vähentää muutamasta päivästä tai viikosta muutamaan tuntiin. Ajan säästöä tärkeämpi tekijä on kuitenkin se, että monet harvennuksen usein hyvinkin monitahoiset tavoitteet voidaan helpommin ottaa huomioon. Esimerkiksi klooneittaisten vartemäärien tasoittaminen niin, että runsaasti edustettujen kloonien osuutta vähennetään tasaisesti koko viljelyksen alueella samalla kun pyritään täyttämään myös harvennuksen muut tavoitteet, on käytännössä mahdotonta ilman tietokonetta.

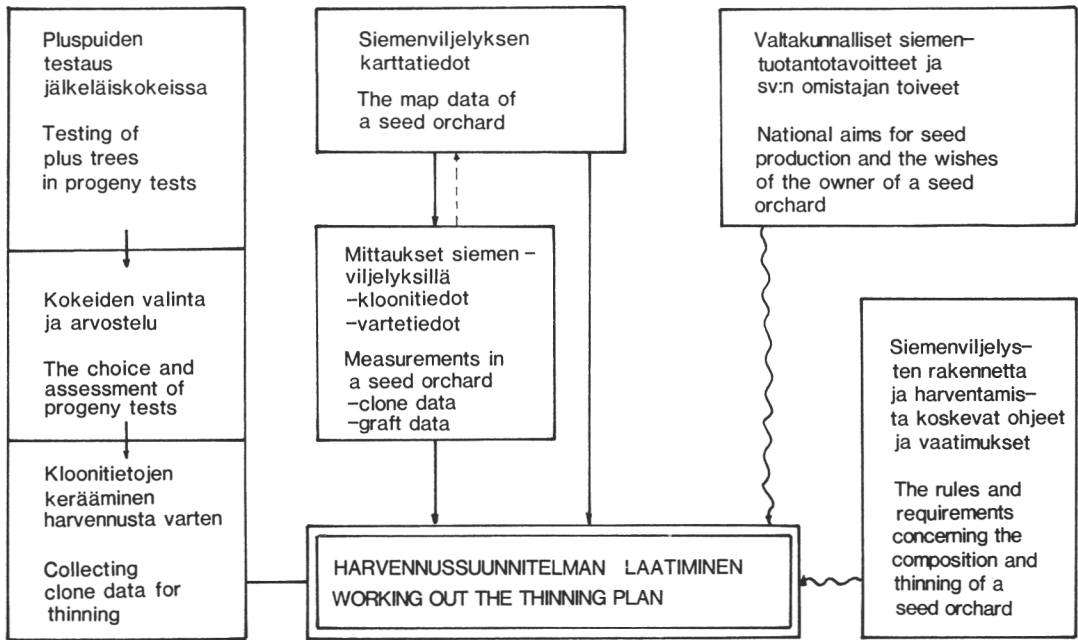
Päämääränä harvennusohjelmaa suunniteltaessa oli joustavuus. Ohjelmaa on kyettävä käyttämään hyvin erilaisilla viljelyksillä ja sen on toimittava puutteellisinkin kloonitiedoin, mutta siinä pitää myös olla mahdollisuus käyttää hyväksi monenlaista tietoa. Käytettävissä olevien tietojen painottaminen tulee voida jättää senhetkisen tietämyksen ja viljelyksen omistajan toiveiden pohjalta oh-

jelman käyttäjän päätettäväksi. Näissä päämäärissä on saatujen kokemusten perusteella onnistuttu melko hyvin.

Vaikka harvennusohjelmisto pyrittiin luomaan mahdollisimman joustavaksi, ei kaikkia harvennuksen vaikuttavia tekijöitä ole ennalta osattu ottaa huomioon. Ohjelmistoa onkin kehitettävä ongelmien ilmaantuessa. Jo suunnitteluvaiheessa tiedettiin se, että tilajärjestelyehtojen on 3,5 x 7,0 m:n välein perustetuille viljelyksille oltava toisenlaiset kuin tässä esitetuille 5,0 x 5,0 m:n välein perustetuille viljelyksille. Ennenkuin harvennussuunnitelmia 3,5 x 7,0 m:n viljelyksille aletaan tehdä, on ohjelmaan liitettävä ohjeet niiden tilajärjestelyn käsittelyä varten. Toinen ongelma on se, että monet viljelykset on jaettu lohkoihin. Koska harvennussuunnitelma on tällöin kutakin lohkoa varten tehtävä erikseen, tuottaa koko viljelyksen klooneittasen vartejakauman tasoittaminen hankaluuksia. Ohjelmiston rakenne on kuitenkin sellainen, että näissäkin tapauksissa selvittää pienillä ohjelmiston osien tarkistuksilla. Yleensä ohjelmisto sellaisenaan mahdollistaa myös erikoistapausten käsittelyn. Myös muiden puulajien kuin männyn siemenviljelysten harventaminen on ohjelmiston avulla mahdollista.

52. Harvennustavoitteiden toteutuminen

Harvennuksen ensisijaisena tavoitteena on luoda kasvutilaa viljelykseen jätettäville vartteille. Kasvutilajärjestelyn perusvaatimuksena on, että kullekin jäävälle vartteille järjestetään tilaa vähintään kahdelle sivulle. Tavoitteena on toisaalta myös se, että vapaita sivuja on vain kaksi. Sellaisissa tapauksissa, että ehdottomia poistoja ja valmiita aukkoja tulee vierä vieräen, voi jäävälle vartteille syntyä useampikin vapaa sivu. Siemenviljelyksen nro 96 tiheys harvennuksen jälkeen oli 191 vartetta/ha, mikä on varsin lähellä tavoitettavuutta (200 vartetta/ha). Tiheyslukuja tarkasteltaessa on syytä huomata, että viljelyksen pinta-ala käsittää myös tiet ym. vartteetomat alueet.



Kuva 12. Siemenviljelyksen harvennussuunnitelman valmistamisen työvaiheet.
Figure 12. Work phases in the thinning plan of the seed orchard.

Tilajärjestelyn tavoitteena on vartteiden kasvutilan lisäämisellä hidastaa vartteiden karsiutumista ja käpysadon karkaamista korkeuksiin. Kävyneruun edellytyksiä voidaan pyrkiä parantamaan myös siten, että helpotetaan keruukoneiden kulkua viljelyksellä. Tätä varten harvennussuunnitelmassa on mahdollisuus käsitellä vuororivejä eri tavoin; lisätä vartteen poiston todennäköisyyttä poistorivillä ja vähentää sitä jättörivillä. Poisto- ja jättörivien painotuksia lisäämällä voidaan edetä täysin systemaattiseen harvennukseen saakka. Poisto- ja jättörivien ottaminen mukaan harvennustekijäksi pienentää yleensä kloonikeskiarvojen muutosta, ts. harvennuksen geneettinen teho heikkenee systemaattisuuden tullessa mukaan (taulukko 3).

Jokaisen siemenviljelyskloonin tulisi osallistua kutakuinkin samalla painolla siemen-sadon muodostamiseen (mm. Sarvas 1970). Puiden kukintatipumuksissa tiedetään kuitenkin olevan suuria yksilöiden välisiä eroja (Sarvas 1962, Sweet 1975, Jonsson ym. 1976). Siementuotannon jakautumiseen viljelyksellä vaikuttaa lisäksi kloonikohtainen vartemäärä. Suomessa männyn siemenviljelyksillä on riittävän laaja geneettinen pohja pyritty varmistamaan määrittämällä enimmäisrajat, jol-

la yksi kloni saa olla edustettuna viljelyksellä. Sama tavoite sisältyy vaatimukseen, että viljelyksellä on oltava vähintään 30 kloonina. Siemenviljelyksen voimakas geneettinen harvennussuunnitelma saattaa lisätä viljelyksen kloonittaisuutta epätasaisuutta. Erityisesti viljelyksillä, joilla kloonien määrä on niukasti (alle 50), on harvennuksen yhteydessä kiinnitettävä huomiota siihen, että minimivaatimukset tasaisuuden suhteen tulevat täytetyiksi. Usein jo viljelyksen perustamisessa ja täydentämisessä istutettujen vartteiden kloonikohtaisissa määrissä on niin suuria eroja, että yhtenä harvennuksen perustavoitteena on pidettävä vartteiden tasoittamista.

Siemenviljelyksellä nro 96 kloonittaisissa vartemäärissä oli suuria eroja. Toteutetussa harvennussuunnitelmassa (vaihtoehto 1) viljelyksen vartejakaumaa pyrittiin tasoittamaan melko voimakkaalla vartemäärän painotuksella (taulukko 1). Vaihtoehdossa 3 taas ei kloonin vartemäärää eikä kukinnan runsautta otettu harvennustekijöinä huomioon. Kuvista 10 ja 11 nähdään, että ilman vartemäärien säätelyä tasaisuuden vaatimukset eivät olisi toteutuneet. Runsaimmin edustetun kloonin vartteosuus olisi harvennuksen seurauksena noussut yli 9 %:n.

Vartekohtainen käpysatokeskiarvo run-

saimmin tuottavilla klooneilla oli noin 10 kertaa suurempi kuin heikoimmin tuottavilla klooneilla. Hedekukinnan erot olivat jopa 200-kertaisia. Kukintaerojen tasoittaminen vähentämällä runsaimmin kukkivien kloonien vartemäärää enemmän kuin heikoimmin kukkivien on kuitenkin ristiriidassa siemen-tuotannon määrällisen kehittämisen kanssa. Runsaasti kukkivien vartteiden lukumäärän vähentämisen puolesta puhuu klooniosuuk-sien tasoittamisen lisäksi myös se, että usein kaikkein huonolaatuisimpien kloonien vart-teet kukkivat runsaimmin (Nikkanen ja Vel-ling 1987). Siemenviljelyksen nro 96 harven-nuksessa pyrittiin klooneittaisten vartemää-rien säätelyn ohella tasoittamaan lievästi myös kloonien kukintaosuuksia. Verrattaessa harvennuksen jälkeistä tilannetta vaihtoeh-doissa 1 ja 3 havaitaan, että vartekohtainen siitepölyn tuotanto oli vaihtoehdossa 1 har-vennuksen jälkeen yli 20 % ja vaihtoehdossa 3 noin 15 % pienempi kuin ennen harvennus-ta (taulukko 3). Se, että vartekohtainen siite-pölyn tuotanto väheni myös silloin, kun he-dekukintaa ei harvennustekijänä otettu huo-mioon (vaihtoehto 3), johtunee siitä, että he-dekukinnan ja kloonin jalostusarvoa kuvaav-ien tekijöiden välillä oli negatiivisia korre-laatioita. Viljelyksen siitepölyn tuotanto laski 29,3 kg:sta/ha 13,1 kg:aan/ha vaihtoehdossa 1 ja 14,6 kg:aan/ha vaihtoehdossa 3, kun laskenta perustui mittausajankohdan tasoon (taulukko 3). Kukinnan väheneminen ei kui-tenkaan todellisuudessa juuri koskaan ole tä-tä luokkaa, sillä vartteiden kasvaessa kukinta yleensä lisääntyy vuodesta toiseen. Lisäksi harvennuksessa jäljelle jäävien vartteiden kasvuolosuhteiden paraneminen nopeuttaa kukintakehitystä.

Siemenviljelyksen nro 96 harvennuksen keskeisin tavoite oli viljelyksen geneettisen tason kohottaminen. Sitä varten klooneittaista vartteiden laatua ja jälkeläisten kasvunopeutta painotettiin harvennustekijöinä melko voimakkaasti. Vaihtoehdossa 3, jossa har-vennustekijöinä olivat vain laatu ja kasvu, oli kloonikeskiarvojen muutos suurin (taulukko 3). Kuten jo aiemmin mainittiin, oli klooniosuuksien tasoittaminen siemenviljelysten kokoonpanolle asetettujen vaatimusten täyt-tämiseksi kuitenkin välttämätöntä. Harven-nuksen geneettiseen tehokkuuteen klooniosuuksien säätely ei kovin paljon vaikuttanut. Sen sijaan kulku-urien muodostaminen viljelykselle heikensi geneettistä tehokkuutta selvästi.

53. Jalostusharvennuksen edellytykset

Edellytykset tehokkaalle jalostusharven-nukselle ovat toistaiseksi usein vähäiset, kos-ka tiedot siemenviljelyksiin monistettujen pluspuiden geneettisistä ominaisuuksista ovat puutteellisia. Joistakin klooneista ei tietoja ole lainkaan ja joistakin ne perustuvat joko aivan nuoriin jälkeläiskokeisiin tai siemenvil-jelyksillä kasvavien vartteiden mittauksiin. Tiedon laatu ja määrä kuitenkin lisääntyvät kaiken aikaa. Siemenviljelyksillä olevista E-ja K-klooneista on jälkeläistestauksessa noin 90 % ja P-klooneista 15 % (Mikola 1987 a).

Harvennuksen vaikutus siemenen geneetti-seen laatuun riippuu olennaisesti siitä, painottuuko harvennus heikosti vai runsaasti kukkiviin vartteisiin. Siemenviljelyksellä kloonista, jonka vartteet kukkivat heikosti, on vähän hyötyä, vaikka se olisi jalostusar-voltaan kuinka hyvä tahansa. Toisaalta run-saasti kukkivalla kloonilla on suuri merkitys etenkin pienen viljelyksen siementuotannos-sa. Kun kloonimäärä viljelyksellä kasvaa, yksittäisen kloonin merkitys pienenee. Siemen-viljelyksellä nro 96, joka on kloonimääräl-tään melko pieni viljelys, 5 runsaimmin he-dekukkivaa kloonia (9 % klooneista) tuotti ennen harvennusta yli 50 % viljelyksen siite-pölystä. Harvennuksen kohdistamisella eni-ten siitepölyä tuottaviin klooneihin voidaan viljelyksen geneettistä kokoonpanoa muuttaa ainakin kahdella tavalla. Jos oletetaan, että runsaimmin hedekukkivat kloonit ovat jalos-tusarvoltaan keskimääräistä huonompia, ko-hottaa näiden kloonien voimakas harventami-nen viljelyksen tuottaman siemenen geneettistä laatua ehkä huomattavastikin. Toi-saalta viljelyksen siitepölytuotannon alenta-minen lisää tilapäisesti ulkopuolelta leviävän, valikoimattoman siitepölyn osuutta pölytyk-sessä, joka taas alentaa siemenen geneettistä laatua.

Edellytykset siemenviljelyksen tuottaman siemenen geneettisen laadun kohottamiseen ovat runsaasti klooneja sisältävillä viljelyksil-lä (>150 kloonia) kuitenkin paremmat kuin vähän klooneja sisältävillä viljelyksillä (<60 kloonia). Runsaskloonisilla viljelyksillä voi-daan kloonin jalostusarvoa painottaa voi-makkaammin kuin vähäkloonisilla viljelyksil-lä, koska runsaasti klooneja sisältävillä vilje-lyksillä vartejakauman tai kukintaerojen hu-mioon ottaminen ei klooniosuuksien tasai-suusvaatimusten takia ole välttämätöntä.

Männyn siemenviljelyksiä koskevissa oh-

jeissa ja vaatimuksissa säädellään toisaalta viljelyksen rakennetta, toisaalta viljelykseen kohdistuvien toimenpiteiden voimakkuutta. Toimenpiteiden säätölemisen syynä on tietojen puutteellisuus. Tietojen lisääntyessä ja varmentuessa on siemenviljelyn harventamista koskevia ohjeita tarkistettava. Jalos-

tusharvennuksen edellytyksiä voidaan tällöin varmaan parantaa lieventämällä rajoituksia. On kuitenkin muistettava, että viljelykseltä ei nähtävästi myöhemminkään tulla poistamaan enempää kuin puolet varteista. Tämä asettaa rajat harvennuksen geneettiselle tehokkuudelle.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

- Bhumibhamon, S. 1978. Studies on Scots pine seed orchards in Finland with special emphasis on the genetic composition of the seed. *Seloste: Tutkimuksia männyn siemenviljelyksistä Suomessa, erityisesti siemenen geneettisen laadun kannalta*. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 94(4). 118 s.
- Blomqvist, S. 1985. Beskränning i tallfröplantager. Skogsstyrelsen. Rapport 2. 32 s.
- Chung, M-S. 1981. Flowering characteristics of *Pinus sylvestris* L. with special emphasis on the reproductive adaptation to local temperature factor. *Seloste: Männyn (Pinus sylvestris L.) kukkimisominaisuuksista, erityisesti kukkimisen sopeutumisesta paikalliseen lämpöilmastoon*. Acta Forestalia Fennica 169. 69 s.
- Hagman, M. 1974. Metsäntutkimuslaitoksen metsänjalostuksen tutkimusosaston suunnittelemat kenttäkokeet. *Moniste*. 189 s.
- Hatcher, A.V., Bridgwater, F.E. & Weir, R.J. 1981. Performance level - standardized score for progeny test performance. *Silvae Genetica* 30: 184—187.
- Ilstedt, B. 1982. Fröproduktion i nordiska fröplantager. 3. En literaturstudie. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsgenetik. Rapporter och uppsatser. 35. 36 s.
- & Eriksson, G. 1982. Fröproduktion i nordiska fröplantager. 1. Orsaker till skillnader i fröproduktion mellan plantager och år. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsgenetik. Rapporter och uppsatser. 33. 83 s.
- Jonsson, A., Ekberg, I. & Eriksson, G. 1976. Flowering in a seed orchard of *Pinus sylvestris* L. *Studia Forestalia Suecica* 135. 38 s.
- Koski, V. 1975. Natural pollination in seed orchards with special reference to pines. *Teoksessa: Faulkner, R. (toim.). Seed orchards. Forestry Commission Bulletin* 54: 83-91.
- 1980. Minimivaatimukset männyn siemenviljelyksille Suomessa. Summary: Minimum requirements for seed orchards of Scots pine in Finland. *Silva Fennica* 14(2): 136-149.
- Lee, K.J. 1979. Factors affecting cone initiation in pines. A review. Suwon. Korea. Research report of the Institute of Forest Genetics 15: 45-85.
- Lindqvist, M. 1980. Mäntykloonien laadun arvostelu siemenviljelyksessä no 96. Metsänhoitotieteen laudaturtyö. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 51 s.
- Metsänjalostusohjelma vuosiksi 1976—85. 1975. Metsänjalostustoimikunnan mietintö. *Komiteamietintö 1975:25*. 209 s.
- Metsänjalostusohjelma vuosiksi 1985-94. 1983. Metsänviljelyaineiston neuvottelukunta. *Moniste*. 52 s.
- Mikola, J. 1982. Menestystason laskenta. Työohje geneettistä testausta varten. METLA, metsänjalostuksen tutkimusosasto. Konekirjoite. 9 s.
- 1987 a. Jälkeläistestaus siemenviljelyksien kehittämisen perustana. Punkaharjun metsänjalostuspäivä 1986. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 263: 5—42.
- 1987 b. Effects of fertilizer and herbicide application on the growth and cone production of Scots pine seed orchards in Finland. *Forest Ecology and Management* 19: 183—188.
- Nikkanen, T. & Velling, P. 1987. Correlations between flowering and some vegetative characteristics of grafts of *Pinus sylvestris*. *Forest Ecology and Management* 19: 35—40.
- Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus sylvestris*. *Seloste: Tutkimuksia männyn kukkimisesta ja siemensadosta*. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 53(4). 198 s.
- 1970. Establishment and registration of seed orchards. *Folia Forestalia* 89. 24 s.
- Siemenviljelysten harvennusohjeet 1985. Metsäntutkimuslaitoksen lausunto 14.3.1985. Konekirjoite. 7 s.
- Suomen metsänjalostuksen yleistelasto 1.1.1986. Metsäntutkimuslaitos, metsänjalostuksen tutkimusosasto. *Moniste*. 20 s.
- Sweet, G.B. 1975. Flowering and seed production. *Teoksessa: Faulkner, R. (toim.). Seed orchards. Forestry Commission Bulletin* 54: 72—82.
- Valtakunnallinen metsänjalostuksen kehittämisohjelma vuosiksi 1967—1976. 1966. Metsänjalostussäätiön geneettinen valiokunta. *Moniste*. 40 s.
- Valtakunnallinen metsänjalostuksen testausohjelma 1978—85. 1978. METLA, metsänjalostuksen tutkimusosasto. *Moniste*. 118 s.
- Velling, P. 1987. Laatuominaisuuksien ottaminen huomioon siemenviljelyksien harventamisessa. Punkaharjun metsänjalostuspäivä 1986. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 263: 43—53.
- Werner, M. 1975. Location, establishment and management of seed orchards. *Teoksessa: Faulkner, R. (toim.). Seed orchards. Forestry Commission Bulletin* 54: 49—57.
- Zobel, B.J. & Talbert, J.T. 1984. Applied Forest Tree Improvement. John Wiley & Sons. New York. 505 s.

Total of 28 references

SUMMARY

Making a thinning plan for seed orchards using a computer program

Introduction

The purpose of thinning seed orchards is to improve the growing conditions of the grafts, and to prevent the collection of cones becoming more difficult (Werner 1975, Lee 1979, Ilstedt 1982, Ilstedt and Eriksson 1982). This is also the reason for cutting the grafts (Lee 1979, Ilstedt 1982, Blomqvist 1985). The effect of thinning on the growing conditions of the grafts is, however, more permanent. The thinning of seed orchards has to be done in order to keep the vitality and flowering capacity of the grafts as high as possible. In addition to this, thinning can also be used to regulate the structure and composition of the seed orchard.

In thinning, the clone data obtained in progeny tests can also be used for the first time to improve the breeding value of the seed produced in seed orchards (Werner 1975, Zopel and Talbert 1984).

The aims of thinning

The aims of thinning seed orchards can be divided into three groups: (1) to regulate the spacing of the grafts, (2) to improve the genetic structure of the seed orchard, and (3) to increase the genetic quality of the yield obtained from a seed orchard.

The seed orchards have been established using a spacing of 5.0 x 5.0 or 3.5 x 7.0 meters, i.e. 400 grafts per hectare. The basic aim of thinning is to remove half of the planted grafts in order to leave 200 grafts per hectare in the orchard (Siemenviljelysten... 1985). The easiest way of removing half of the grafts from the orchard would be to cut out every second row of grafts. However, if the many different aims of thinning are to be met, then the removals have to be done in another way. The objective is to provide sufficient growing space to two sides of each of the grafts left in the orchard (Figs. 7, 8 and 11).

The efficiency of a seed orchard implies that all the clones in an orchard should contribute equally to the production of seed (Sarvas 1970, Sweet 1975, Koski 1980). Thus there should not be any great differences between the number of grafts, or more properly between the proportion of flowering in each clone. Neither must there be clones whose flowering times differ so much that there are problems in ensuring that crosses occur between them (Sarvas 1970, Chung 1981). The requirements concerning the structure and composition of a seed orchard are designed to ensure that seed orchards function efficiently from the genetic point of view (Koski 1980).

By concentrating thinning on those clones with the poorest breeding value, i.e. by applying genetical thinning, the genetic quality of the seed produced by a seed orchard will be increased. The poorest clones can be removed completely, or else the proportion of their grafts can be reduced more strongly than the average.

However, since the efficient use of genetical thinning is at the moment reduced by the lack of information about the clones (Mikola 1987 a), the restrictions concerning genetical thinning have to be kept in mind (Siemenviljelysten... 1985). The number of clones to be removed must not exceed 20 %, or if estimation of the breeding value of a clone is based on only one characteristic, then by no more than 10 %. A point which also has to be kept in mind is the requirement that does not permit large differences in the number of grafts per clone. The proportion of the grafts of one clone may not exceed 6 % of all the grafts in an orchard, or the proportion of flowering of one clone represent more than 10 % of the total flowering in an orchard.

Using a computer to meet the criteria mentioned above will help to plan the thinning of seed orchards. All the information which is available from seed orchards can be used more efficiently in developing such orchards.

Structure and functioning of the thinning program

The data used in planning the thinning of a seed orchard can be divided into three parts (Fig. 2):

- (1) Clone data
- (2) Graft data
- (3) Data concerning the composition of a seed orchard (a seed orchard map)

Clone data consists among other things of:

- growth rate of the offspring
- hardiness of the offspring
- quality of the offspring and grafts
- flowering and cone yield of the grafts

Graft data consists of:

- size and age of the graft
- vitality of the graft (also other features which may have an effect on the decision to remove the graft can be taken into consideration)

Clone and graft data are gathered from measurements made beforehand, or from measurements made for the express purpose of thinning. The data is put into the files to be used by the program. It is not necessary to have information about all the clones and grafts. The average value of the characteristic is used if the original data item is missing.

The data which describes the structure and composition of a seed orchard (i.e. the seed orchard map) is read by the thinning program directly from the seed orchard register of the Finnish Forest Research Institute.

Clone and graft indices which describe the value of the clone or graft from the point of view of the person planning the thinning are calculated (Fig.2). The original clone characteristic is scaled to a constant mean and standard deviation, in other words the original figure is converted into the performance level unit, for calculating the clone index (Fig.3) (Hatcher, Bridgewater & Weir 1981, Mikola 1982).

There are 0...7 different clone characteristics (as performance level units or as original units) from every clone at the disposal of the planner. The planner makes a weighting for each clone characteristic by feeding into the program two pairs of figures which are used to convert the characteristic to the coefficient varying in both sides of one (Fig.4). The final clone index is obtained by multiplying the factors (the coefficients) of the clone index.

In addition to clone and graft indices, it is possible to use coefficients derived from the number of grafts per clone (Fig. 5) and the location of the graft in the orchard, as well as an extra coefficient affecting only certain clone, as thinning factors. The removal index for each graft is obtained as the product of these thinning factors (Fig. 6).

The thinning proposals are made by comparing the removal indices of the grafts. Comparisons are made by scrutinizing a group of five grafts at a time (center graft and the four grafts lying around it, Fig. 7). The graft which has the worst removal index of those grafts which are left is removed.

In the thinning procedure, the analysis of the seed orchard is repeated four times. During the first and second round those grafts and clones which unconditionally have to be cut out are removed. During the third and fourth round growing space is created for those grafts which will remain in the orchard. During the third and fourth removal round the spot of each graft is once the center of the group of grafts. The order in which the grafts become as center graft is random.

A sample output of the thinning program is shown in Figures 8, 9, 10 and 11.

Thinning example

Scots pine seed orchard no. 96, located in Southern Karelia, Eastern Finland, was used as the thinning object. The area of the orchard is 5.6 ha and the age 21 years. Before thinning the orchard consisted of 55 clones and 1850 grafts.

Three different thinning plans for the orchard are presented. Clone factors, number of grafts per clone and technical aspects associated with cone collection are weighted in these plans in different ways (Table 1). The quality of the grafts and the growth rate of their progenies are taken into account in the same way in all the alternatives. In alternatives 1 and 2, the aim has been to even out the proportion of different clones and their contribution to seed production. In alternative 2, there has been an additional aim: to create straight access lanes for machines by assigning different location coefficients to every second row (Table 1, Fig. 11).

The expected quality of the grafts and the growth rate of progenies clearly increase more in alternatives 1 and 3 than in alternative 2, where the systematic nature of the thinning decreases its genetic gain (Tables 2 and

3). In alternative 3 quality and growth rate have increased slightly more than in alternative 1 (Table 3). This difference is due to reducing the differences between clones as regards flowering and the number of grafts.

Discussion

When the program for thinning seed orchards was planned, flexibility was one of the main targets. It is important that the program can be used in a wide range of different seed orchards. It must function even though the information about the clones in a seed orchard is limited, as well as be capable of handling large amount of information. The decision about how to use and weight different kinds of information has to be left to the user. Thinning decisions depend on the knowledge which is gained at the time, and on the wishes of the owner of an orchard.

The aim of achieving more space for those grafts which are left in the orchard is to slow down pruning of the grafts, and loss of the cone yield to higher up in a tree. The conditions for collecting cones can also be improved by making it easier to operate the machines in the orchard. For this reason, every second row in the orchard can be handled in a different way in the program; to increase the probability of removing a graft in a removal row, and to decrease it in a non-removal row. When the weighting of the removal and non-removal row is increased, the genetic efficiency of thinning is decreased (Table 3).

In seed orchard no. 96 there were also great differences in the number of grafts per clone. It is also known that there are differences in the flowering ability between trees (Sarvas 1962, Sweet 1975, Johnsson et. al. 1976). In the thinning plan which has been selected (alternative 1), an attempt was made to even out the relative frequencies of the clones by weighting the number of grafts rather heavily (Table 1). In alternative 3 neither the number of grafts nor the abundance of flowering were taken into account as thinning factors. It can be seen from Figures 9 and 10 that the requirements concerning the thinning of seed orchards would not be fulfilled without making the frequencies of the clones more even. Without any adjustment, the relative frequency of the most abundant clone would have been raised over 9 % after thinning.

The most important aim of thinning in seed orchard no. 96 was to increase the genetic level of the orchard. Therefore the quality of the clones, as measured from the grafts and the height growth of their offspring, were weighted rather heavily as thinning factors. The change in the mean values of the clones was greatest in alternative 3, where quality and growth were the only thinning factors (Table 3). However, adjustment of the clone frequencies (alternative 1) decreased the genetic efficiency of thinning less than creating access lanes for the machines (alternative 2).

The possibilities of achieving efficient genetic thinning are, for the present, often small because the information about the genetic characteristics of the trees grafted into the seed orchards is still small. About some trees there is no information at all, and about others the information is based on either very young progenies or on grafts growing in seed orchards. The quality and quantity of the information is, however, increasing all the time.

Liite 1. Harvennusohjelmiston käyttö.

Appendix 1. The use of the thinning program. The program consists of four separate programs: KLOOTA, MENE, POIS and SV (see Fig. 2). The use of the programs is described only in Finnish. For further information, please, contact the authors.

1. Työvaiheet

Ohjelmisto muodostuu neljästä erillisestä ohjelmasta: KLOOTA, MENE, POIS ja SV. Ohjelmien käyttöjärjestys on seuraava (ks. kuva 2):

- (1) KLOOTA
 - klooni- ja vartetietojen tallentaminen tiedostoon
- (2) MENE
 - kloonitietojen muuttaminen klooni-indeksiksi
- (3) POIS
 - poistettavien vartteiden yksilöinti
- (4) SV
 - suunnitelmakarttojen tulostus

Ohjelmat tulostavat joukon tiedostoja, joista osa toimii ohjelmien välisinä linkkeinä. Tallennusohjelma KLOOTA tuottaa ns. kloonitiedoston, joka on syöttötiedostona ohjelmalle MENE. Ohjelmalla KLOOTA tallennetaan myös mahdolliset vartetiedot. Vartetiedosta tarvitaan ohjelman POIS käytön yhteydessä, kuten myös ohjelmalla MENE tulostettua klooni-indeksitiedostoa. Ohjelmalla POIS tulostettua poistettujen vartteiden luetteloa tarvitaan suunnitelmakarttojen tulostuksessa, ts. ohjelman SV syöttötiedostona (kuva 2).

2. Tallennus (KLOOTA)

Ohjelmiston käytön ensimmäisenä vaiheena klooni- ja vartetiedot tallennetaan tiedostoiksi (vartetiedoston muodostaminen ei ole välttämätöntä). Jokaisesta klooniasta tallennetaan

- klooinin numero (esim. E627),
- vartteiden lukumäärä,
- hedekukinta/varte,
- emikukinta tai käpysato/varte
- vartteiden laatu,
- jälkeläisten kasvunopeus,
- 0..3 muuta tunnusta ja
- jälkeläiskokeiden lukumäärä.

Vartteiden lukumäärää ei välttämättä tarvitse tietää; tällöin lukumääräksi ilmoitetaan nolla. Muiden tekijöiden kohdalla puuttuvan tiedon merkki on -1. Klooni-tunnus saa puuttua kaikistakin klooneista. Ohjelmisto ei siis edellytä, että kaikista klooni-tunnuksista on tietoa. Kukinnan ja vartteiden laadun mittayksikkö voi olla mikä hyvänsä (ks. liite 2).

Tallennusohjelmalla tehtyä kloonitiedostoa käytetään klooni-indeksien laskemiseen.

Vartetiedostoon tallennetaan vartteen

- sijaintirivi,
- sijaintisarake,
- pituus tai muu vartteen kokoa muihin vartteisiin nähden kuvaava tunnus (yksikkö vapaa) ja
- elinvoimaisuus tai muu vartteen poistoon vaikuttava tekijä (0...1, 0 = kuollut tai jostakin syystä ehdottomasti poistettava varte).

Vartteiden tallennusjärjestys on vapaa. Kaikista vartteista ei tarvitse olla tietoja. Voidaan tallentaa esimerkiksi vain kuolleiden tai huonokuntoisten vartteiden elinvoimaisuusluku tai vartteiden pituus vain viljelyksen epätasaisessa kohdassa. Tiedon puuttuessa varte oletetaan eläväksi tai pituudeltaan keskimääräiseksi.

3. Menestystasojen ja klooni-indeksin laskenta (MENE)

Tallennuksen jälkeen käynnistetään ohjelma, jonka lopputuotteena ovat klooni-indeksit. Klooni-indeksit lasketaan kahdessa vaiheessa. Lähtötiedot muutetaan aluksi menestystasoluuvuiksi (ks. liite 3). Muunnos ei kuitenkaan ole välttämätön. Jokaisen klooni-tunnuksen kohdalla kysytään, muutetaanko se menestystasoksi vai ei.

Toisessa vaiheessa menestystasot tai alkuperäiset klooni-tiedot muutetaan käyttäjän antamien painotusohjeiden mukaisesti klooni-indeksin tekijöiksi.

Ohjelma muodostaa neljä tiedostoa (suluissa ajoimerkissä käytetyt nimet):

- menestystasot (MENET),
- kloonitekijöiden painotukset (PAINO),
- hakuavaimet (HAKU) ja
- klooni-indeksit (KLOONI).

Kolme viimeksi mainittua tiedostoa ovat syötteenä harvennussuunnitelman tekijälle ohjelmalle (POIS).

Menestystasotiedostoa ei myöhemmissä vaiheissa käytetä, mutta sen avulla ohjelman käyttäjä voi tutustua yksittäisten klooni-tunnuksiin. Tiedostossa on joka klooniasta (tässä järjestyksessä):

- klooinin nimi,
- vartteiden lukumäärä (0 = puuttuva tieto),
- 7 menestystasolukua (jos ei laskettu, tulostetaan alkuperäinen tunnus),
 - hedekukinta,
 - emikukinta,
 - vartteiden laatu,
 - kasvunopeus (kokeiden lukumäärällä painotettu arvo),
 - 3 vapaavalintaista tunnusta,
- 7 alkuperäistä klooni-tunnuksista (-1 = puuttuva tieto)
- jälkeläiskokeiden lukumäärä.

Painotustiedostoon kirjoitetaan kloonitekijöille annetut painotukset. Tiedosto kopioidaan lopulliseen harvennussuunnitelmaan.

Hakuavaintiedosto on luonteeltaan ohjelmointitekeminen. Se sisältää klooni-tunnuksen lukumäärän ja nimet sekä klooneille annetut hakuavaimet.

Klooni-indeksitiedostoon kirjoitetaan klooni-indeksit ja klooni-tunnuksen alkuperäiset ja muutetut arvot. Tiedosto välittää klooni-tiedot ohjelmalla MENE ohjelmalle POIS. Tiedosto ei ole selväkielinen, joten sen sisältöä ei voi katsoa muuten kuin ohjelmallisesti.

Seuraava vuoropuhelu havainnollistaa ohjelman MENE toimintaa (käyttäjän antamat vastaukset alleviivattu).

Missä kloontiedot? (tiedoston nimi) > KLO96
 Mihin menestystasot? > MENET
 Kloontekijöitä on 4 kpl
 Vastaa K, jos tekijä muutetaan menestystasoksi
 Hedekukinta > K
 Emikukinta > K
 Vartteiden laatu > K
 Kasvunopeus > <RET>
 Otetaanko jälkeläiskokeiden lukumäärä huomioon? > K
 Anna painotus (1...0) > 0.33

	Keskiarvot, hajonnat ja frekvenssit		
Hedekukinta	65.82	75.53	46.00
Emikukinta	7.79	4.57	45.00
Vartteiden laatu	6.81	1.62	32.00
Kasvunopeus	49.90	20.17	33.00

Menestystasot laskettu.
 Ruvetaan laskemaan klooni-indeksejä.
 Mihin tiedostoon kloontekijöiden painotukset?
 > PAINO
 Mihin hakuavaimet? > HAKU
 Mihin klooni-indeksit? > KLOONI
 Selvitä kloontekijöiden painotukset
 Hedekukinta
 Anna pieni X (< 50.0) ja vast. Y > 50 1
 Anna suuri X (> 50.0) ja vast. Y > 80 0.7
 Emikukinta
 Anna pieni X (< 50.0) ja vast. Y > 50 1
 Anna suuri X (> 50.0) ja vast. Y > 80 0.7

Laatu
 Anna pieni X (< 50.0) ja vast. Y > 10 0.3
 Anna suuri X (> 50.0) ja vast. Y > 90 1.7
 Kasvunopeus
 Anna pieni X (< 49.9) ja vast. Y > 10 0.3
 Anna suuri X (> 49.9) ja vast. Y > 90 1.7

Klooni	Indeksi	Hede	Emi	Laatu	Kasvu	Kokeet
E165	1.29	1.00	0.95	1.32	1.02	9.0
E466	0.84	0.70	1.00	1.05	1.14	6.0
E467	0.37	1.00	1.00	1.05	0.35	2.0
E468	0.91	0.98	0.74	1.05	1.20	3.0
E469	0.18	0.78	1.00	0.78	0.30	9.0
E609C	1.10	1.00	0.96	1.32	0.87	2.0
E609D	0.13	0.70	0.77	0.30	0.82	3.0
E610	0.26	0.85	1.00	0.30	1.00	0.0
E615A	0.81	1.00	1.00	0.51	1.59	2.0
E616D	1.03	0.84	1.00	0.78	1.57	2.0
E617	0.38	0.96	1.00	0.51	0.79	1.0
E620	0.45	0.70	0.84	0.78	0.98	2.0
E627	2.43	1.00	0.90	1.59	1.70	6.0
.						
.						
.						

LOPPU

4. Harvennusehdotusten laatiminen (POIS)

Klooni-indeksien tultua lasketuiksi voidaan ohjelmalla POIS tehdä harvennusehdotuksia. Ohjelmalle ilmoitetaan seuraavien tiedostojen nimet (suluissa olevia ni-

miä on käytetty oheisissa ajoesimerkeissä: S = syöttö- ja T = tulostustiedosto):

- kloontekijöiden painot (PAINO) S
- hakuavaimet (HAKU) S
- klooni-indeksitiedosto (KLOONI) S
- vartetiedosto (VARTE) S
- siemenviljelyksen kartta (SV096) S
- harvennusehdotus (POISTOT) T
- aputiedosto (SV096.KLI) T

Kaikki harvennukseen liittyvä tieto kirjoitetaan tiedostoon, jonka nimeä tiedustellaan käyttäjältä (POISTOT). Tiedostoon kirjoitetaan mm. kloontekijöiden painotukset. Tämän vuoksi tiedustellaan myös edellisessä vaiheessa lasketun painotustiedoston nimeä (PAINO), vaikka ko. tietoa ei enää käytetä harvennusehdotusta laadittaessa. Jokaiselle harvennukselle annetaan yksilöllinen nimi, joka tulostuu kaikkiin suunnitelmapapereihin.

Osa ohjelman tulostuksesta ohjataan tiedostoon (POISTOT) pyytämättä ja osan tulostamista tiedustellaan ohjelman käyttäjältä. Käyttäjä voi päättää seuraavien tulostuksien ottamisesta tiedostoon.

- pätekartat (kuva 11),
- poistettavien vartteiden luettelo ja
- vartteiden lukumäärä klooneittain harvennuksen jälkeen (klooniluettelo, liite 4).

Jos harvennusehdotus aiotaan tulostaa karttoina (vaihe 4, ohjelma SV), ei poistettavien vartteiden luettelo ole tarpeen tulostaa. Sen sijaan kannattaa ohjelman käytön lopussa tulostaa aputiedosto (SV096.KLI), joka toimii linkkinä harvennusohjelman ja karttaohjelman välillä.

Ohjelmalle ilmoitettavia harvennusparametrejä ovat:

- vartteiden pituuden painotusohjeet,
- klooni-kohtaiset lisätekiöt,
- vartteiden lukumäärän painotusohjeet,
- klooni-kohtaisen varttemäärän minimiarvo,
- pienin sallittu tulo (klooni-indeksi x varteindeksi x lisätekiö) arvo sekä
- poisto- ja jättörievien kertoimet.

Oheinen ajoesimerkki havainnollistaa ohjelman käyttötapaa.

Anna harvennukselle nimi > SV 96 MELLONKYLÄ
 Missä kloontekijöiden painot (= ei tietoa) > PAINO
 Missä hakuavaimet? > HAKU
 Missä klooni-indeksit? > KLOONI
 Klooneja on 55 kpl
 Kloontekijöitä 4 kpl

Onko vartetietoa (esim. pituusmittauksia)? > K

Anna vartetiedoston nimi > VARTE
 Lasketaan pituuden keskiarvo ja hajonta ...

- Keskipituus: 43.35
- Pituuden hajonta: 8.33
- Pituusmittauksien lukumäärä: 345

Selvitä pituuden vaikutus
 Pieni menestystaso (< 50) ja vast. Y > 10 0.5
 Suuri menestystaso (> 50) ja vast. Y > 90 1.5
 Lasketaan varteindeksit ...

Missä paikat? >SV096
 Siemenviljelys 96
 Rivejä on 92
 Sarakkeita on 54
 Luetaan paikat ...
 Tuttuja vartteita on 1850

Mihin tiedostoon harvennustieto (=- ei tiedostoa)
 >POISTOT
 Ilmoita ylimääräiset poistotekijät, lopetus <CTRL>Z
 Kloonit ><CTRL>Z
 Tulostetaanko klooniluettelo? >K

Kloonit	Ind.	Vartteet	Hedekuk.	Emikuk.	Sato
E165	1.29	103	42.0	10.7	1102.1
E466	0.84	89	184.5	8.0	712.0
E467	0.37	81	47.8	5.7	461.7
E468	0.91	28	73.3	14.6	408.8

Millainen kartta?
 1 — Päätekuva/kirjoitintulostus
 2 — Grafiikkakuvaus
 3 — Ei kuvaa

Valitse >3

Selvitä vartejakauman vaikutus
 Pieni vartemäärä ja vast. Y >6 1.5
 Suuri vartemäärä ja vast. Y >80 0.3

Anna vartteiden lukumäärä, jota harvinaisimmat kloonit poistetaan kokonaan (esim. 5) >6

Anna raja-arvo, jota huonommat vartteet poistetaan (esim. 0.2) (klooninindeksi * varteindeksi * lisätekiä) >0.25

Tutkitaan itsepölytystapaukset yms...

Itsepölytystapaus! Poistetaan rivi 49, sarake 42
 Itsepölytystapaus! Poistetaan rivi 58, sarake 22

Anna jättörivin kerroin (esim. 1.5) >1
 Anna poistorivin kerroin (esim. 0.5) >1

Harvennetaan viljelys ...

Kirjoitetaanko poistettavat vartteet tiedostoon >K
 Millainen kartta?

1 — Päätekuva/kirjoitintulostus
 2 — Grafiikkakuva
 3 — Ei kuvaa

Valitse >3

Tulostetaanko klooniluettelo? >K

Kloonit	Ind.	Jää	Pois	Hedekuk.	Emikuk.	Sato
E165	1.29	66	37	42.00	10.70	706.2
E466	0.84	47	42	184.50	8.00	376.0
E467	0.37	18	63	47.80	5.70	102.6
E468	0.91	28	0	73.30	14.60	408.8

Vartteita oli 1850, jää 1069 ja poistetaan 781 kpl

Klooneja oli 55, jää 41 ja poistetaan 14 kloonit

Hedekukinta (samoissa yksiköissä kuin mittautietoi, vain ne kloonit mukana, joista on mittautietoa):

— Ennen harvennusta: 152849.1
 — Harvennuksen jälkeen 68186.8

Kloonitekijöiden keskiarvot ennen ja jälkeen harvennusta

	Ennen		Jälkeen			
	Keskiarvo	Frekvenssi	Keskiarvo	Frekvenssi		
	AY	MT	AY	MT		
Hedekukinta	85.0	53.5	1799.0	65.6	49.3	1039.0
Emikukinta	10.7	53.9	1674.0	10.6	53.5	997.0
Vartteiden laatu	6.6	46.4	1617.0	7.2	56.1	881.0
Kasvunopeus	48.0	47.5	1569.0	54.6	57.1	907.0

AY = alkuperäinen yksikkö, MT = menestystaso (jos laskettu)

Millainen jakauma?

1 — Kloonien jakautuminen runsausluokkiin
 2 — Tuotoksen tasaisuus
 3 — Ei kuvaa

Valitse >3

Haluatko harvennussuunnitelmätiedot tiedostoon kartan tulostusta varten >K

Anna tulostustiedosto muodossa
 SVxxx.KLI >SV096.KLI
 Pieni hetki ...

LOPPU

Ohjelman tulostamassa asetelmassa, jossa vertaillaan kloonitunnusten keskiarvoja ennen harvennusta ja sen jälkeen, on sarakkeessa MT tunnuksen alkuperäisten arvojen keskiarvo, jos menestystasoa ei ole laskettu. Kasvunopeuden kohdalla tässä sarakkeessa on aina jälkeläiskokeiden lukumäärällä painotettu arvo, minkä vuoksi se voi poiketa sarakkeen AY luvusta, vaikka kasvunopeus olisi tallennettu menestystasona. Ohjelman MENE laskemat kloonitunnusten keskiarvot poikkeavat yleensä ohjelman POIS laskemista keskiarvoista, sillä edellinen ohjelma laskee kloonikeskiarvoja ja jälkimmäinen vartekeskiarvoja.

5.Suunnitelmakarttojen tulostaminen (SV)

Kun toteuttamiskelpoinen harvennusehdotus on saatu valmiiksi, siitä voidaan tulostaa karttoja ohjelmalla SV. Ohjelma on Metsäntutkimuslaitoksessa tehty siemenviljelyskarttojen tulostusohjelma. Ohjelman syöttötiedostoja ovat vartteiden sijaintitiedot (ajoesimerkissä SV096.DAT) ja harvennusohjelman tekemä aputiedosto (SV096.KLI). Karttaan tulostuu jokaisen vartteen kloonit ja klooninindeksi (kuva 8). Poistettavaksi ehdotettujen vartteiden kohdalle merkitään lisäksi tähti (*).

Liite 2. Siemenviljelyksen nro 96 (Mellonkylä) kloonien ominaisuudet alkuperäisinä yksikköinä.

Appendix 2. Characteristics of the clones in seed orchard no. 96 (Mellonkylä) as original units.

Klooni Clone	Vartteita kpl Number of grafts	Hedekukkia kpl/varte Number of male flowers per graft	Käpyjä l/varte Cones per graft	Kasvu MT Growth PL	Laatu- pisteitä Quality points	Kokeita kpl Number of tests
E165	108	42,0	10,7	50,7	8	9
E466	88	184,5	8,0	54,3	7	6
E467	80	47,8	5,7	20,5	7	2
E468	27	73,3	14,6	58,0	7	3
E469	56	131,1	5,1	28,9	6	9
E609C	78	15,2	10,6	44,0	8	2
E609D	76	292,9	14,0	43,0	4	3
E610	71	110,5			4	0
E615A	72	46,1	8,0	77,0	5	2
E616D	52	113,9	8,2	76,0	6	2
E617	57	78,9	9,4	38,0	5	1
E620	36	167,5	12,8	49,0	6	2
E627	45	58,6	11,7	76,3	9	6
E635C	68	2,9	20,8	58,7	6	3
E640	56	61,7	9,9	33,0	6	1
E702	69	30,5	7,7	44,0	8	1
E711	18	50,0	10,2	61,6	7	7
E713	53	21,8	10,1	30,0	8	1
E726	63	144,2	11,6	50,2	9	11
E730	57	61,1	11,6	41,1	5	7
E731	36	94,0	14,6	61,3	7	3
E732	64	47,2	14,7	17,6	6	3
E1029	8	25,4	6,0			0
E1272	34	22,0		31,3	5	3
E1463	6	48,1	9,4			0
E1591	29	124,3	11,3	90,0	6	1
E1866	36	43,5	14,1		5	0
E2120	35	36,0	18,0	78,5	8	2
E2123	59	375,5	12,8	36,0	6	3
E2205	13	10,6	6,8		10	0
E2206	9	28,5	13,1	10,0	8	1
E2207	5	78,3	8,0			0
E2209	5	1,0	3,7	65,0		1
E2257	27	10,7	6,5	79,0	9	1
E2263	21	92,7	25,4	50,0		3
E4029	14	9,6	2,0			0
E4030	9	2,7	9,0			0
E4031	16	11,2	3,8			0
E4032	14	3,7	9,4	79,0		1
E4034	17	54,4	6,6			0
E4034A	1					0
E4034B	3					0
E4035	6	0,8	8,6			0
E4037	4		5,0			0
E4038	28	135,0	8,9	48,0	7	1
E4038A	2					0
E4038B	2					0
E4039	15	3,8			10	0
E4040	3		3,5			0
E4044	17	25,0	6,0	29,0		1
E4243	74	0,1				0
E4243A	4		7,0			0
E4243B	30		5,8	36,0		1
E4243C	2					0
E4244	5	9,0				0

Liite 3. Siemenviljelyksen nro 96 (Mellonkylä) kloonien ominaisuudet menestystasoluukuina.

Appendix 3. Characteristics of the clones in seed orchard no. 96 (Mellonkylä) as performance level units.

Klooni Clone	Vartteita Grafts	Hedekukkia Male flowers	Käpyjä Cones	Kasvu Growth	Laatu Quality	Kokeita Tests
E165	108	57,9	45,0	51,4	68,4	9
E466	88	10,7	59,8	57,8	52,9	6
E467	80	56,0	72,4	12,9	52,9	2
E468	27	47,5	23,7	61,5	52,9	3
E469	56	28,4	75,7	6,4	37,4	9
E609C	78	66,8	45,6	42,5	68,4	2
E609D	76	0,0	27,0	39,9	6,5	3
E610	71	35,2	50,0	50,0	6,5	0
E615A	72	56,5	59,8	83,9	21,9	2
E616D	52	34,1	58,7	82,7	37,4	2
E617	57	45,7	52,2	38,0	21,9	1
E620	36	16,3	33,6	48,7	37,4	2
E627	45	52,4	39,6	97,5	83,9	6
E635C	68	70,8	0,0	62,5	37,4	3
E640	56	51,4	49,4	33,0	37,4	1
E702	69	61,7	61,4	44,0	68,4	1
E711	18	55,2	47,8	72,0	52,9	7
E713	53	64,6	48,3	30,0	68,4	1
E726	63	24,1	40,1	50,4	83,9	11
E730	57	51,6	40,1	33,1	21,9	7
E731	36	40,7	23,7	66,2	52,9	3
E732	64	56,2	23,2	3,4	37,4	3
E1029	8	63,4	70,7	50,0	50,0	0
E1272	34	64,5	50,0	23,1	21,9	3
E1463	6	55,9	52,2	50,0	50,0	0
E1591	29	30,6	41,8	90,0	37,4	1
E1866	36	57,4	26,4	50,0	21,9	0
E2120	35	59,9	5,1	85,8	68,4	2
E2123	59	0,0	33,6	29,9	37,4	3
E2205	13	68,3	66,4	50,0	99,3	0
E2206	9	62,4	31,9	10,0	68,4	1
E2207	5	45,9	59,8	50,0	50,0	0
E2209	5	71,5	83,3	65,0	50,0	1
E2257	27	68,2	68,0	79,0	83,9	1
E2263	21	41,1	0,0	50,0	50,0	3
E4029	14	68,6	92,6	50,0	50,0	0
E4030	9	70,9	54,3	50,0	50,0	0
E4031	16	68,1	82,8	50,0	50,0	0
E4032	14	70,6	52,2	79,0	50,0	1
E4034	17	53,8	67,5	50,0	50,0	0
E4034A	1	50,0	50,0	50,0	50,0	0
E4034B	3	50,0	50,0	50,0	50,0	0
E4035	6	71,5	56,5	50,0	50,0	0
E4037	4	50,0	76,2	50,0	50,0	0
E4038	28	27,1	54,9	48,0	52,9	1
E4038A	2	50,0	50,0	50,0	50,0	0
E4038B	2	50,0	50,0	50,0	50,0	0
E4039	15	70,5	50,0	50,0	99,3	0
E4040	3	50,0	84,4	50,0	50,0	0
E4044	17	63,5	70,0	29,0	50,0	1
E4243	74	71,8	50,0	50,0	50,0	0
E4243A	4	50,0	65,3	50,0	50,0	0
E4243B	30	50,0	71,8	36,0	50,0	1
E4243C	2	50,0	50,0	50,0	50,0	0
E4244	5	68,8	50,0	50,0	50,0	0

Liite 4. Harvennussuunnitelmassa tulostuva klooniluettelo (sv 96, vaihtoehto 1).
Appendix 4. The list of clones printed in the thinning plan (seed orchard no. 96, alternative 1).

Klooni	Ind. ¹	Vartteita jää pois Grafts		Hede- kukinta/varte Male	Emi- kukinta/varte Female	Sato Yield	Klooni	Ind. ¹	Vartteita jää pois Grafts		Hede- kukinta/varte Male	Emi- kukinta/varte Female	Sato Yield
Clone	Ind. ¹	left	removed	flowering/graft	flowering/graft		Clone	Ind. ¹	left	removed	flowering/graft	flowering/graft	
E165	1,29	66	37	42,0	10,7	706,2	E2123	0,30	13	46	375,5	12,8	166,4
E466	0,84	47	42	184,5	8,0	376,0	E2205	1,70	13	0	10,6	6,8	88,4
E467	0,37	18	63	47,8	5,7	102,6	E2206	0,32	3	6	28,5	13,1	39,3
E468	0,91	28	0	73,3	14,6	408,8	E2207	0,96	0	5	78,3	8,0	0,0
E469	0,18	0	56	131,1	5,1	0,0	E2209	1,26	0	5	1,0	3,7	0,0
E609C	1,10	54	26	15,2	10,6	572,4	E2257	2,40	27	0	10,7	6,5	175,5
E609D	013	0	76	292,9	14,0	0,0	E2263	0,64	20	1	92,7	25,4	508,0
E610	0,26	11	60	110,5		0,0	E4029	1,00	14	0	9,6	2,0	28,0
E615A	0,81	45	27	46,1	8,0	360,0	E4030	1,00	8	1	2,7	9,0	72,0
E616D	1,03	48	5	113,9	8,2	393,6	E4031	1,00	14	2	11,2	3,8	53,2
E617	0,38	19	39	78,9	9,4	178,6	E4032	1,51	14	0	3,7	9,4	131,6
E620	0,45	26	11	167,5	12,8	332,8	E4034	1,00	14	0	54,4	6,6	92,4
E627	2,43	45	0	58,6	11,7	526,5	E4034A	1,00	0	1			0,0
E635C	0,67	39	29	2,9	20,8	811,2	E4034B	1,00	0	3			0,0
E640	0,54	28	30	61,7	9,9	277,2	E4035	1,00	7	0	0,8	8,6	60,2
E702	1,18	58	11	30,5	7,7	446,6	E4037	1,00	0	4		5,0	0,0
E711	1,42	18	0	50,0	10,2	183,6	E4038	0,78	22	2	135,0	8,9	195,8
E713	0,84	45	8	21,8	10,1	454,5	E4038A	1,00	0	2			0,0
E726	1,07	56	7	144,2	11,6	649,6	E4038B	1,00	0	2			0,0
E730	0,32	13	45	61,1	11,6	150,8	E4039	1,70	15	0	3,8		0,0
E731	0,90	36	0	94,0	14,6	525,6	E4040	1,00	0	3		3,5	0,0
E732	0,17	0	64	47,2	14,7	0,0	E4044	0,63	16	1	25,0	6,0	96,0
E1029	1,00	8	0	25,4	6,0	48,0	E4243	1,00	37	4	0,1		0,0
E1272	0,27	9	25	22,0		0,0	E4243A	1,00	0	4		7,0	0,0
E1463	1,00	6	0	48,1	9,4	56,4	E4243B	0,75	30	0		5,8	174,0
E1591	0,98	29	0	124,3	11,3	327,7	E4243C	1,00	0	2			0,0
E1866	0,39	15	21	43,5	14,1	211,5	E4244	1,00	0	5	9,0		0,0
E2120	1,51	35	0	36,0	18,0	630,0							

¹ Ind. = klooni-indeksi
Ind. = clone index

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* Kirkkosaarentie, 91500 Muhos, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun tutkimusasema
Punkaharju Research Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koeasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi, Finland
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 1511

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* PL 44
69101 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

Ruotsinkylän jalostuskoeasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

- No 679 Peltonen, Antti: Metsien uudistaminen turvemaiden kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978—1979 inventointitulokset.
Forest regeneration on peatlands in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from inventories in 1978—1979.
- No 680 Naskali, Arto: Keskittymisindeksit ja ostajien keskittyminen Pohjois-Suomen raakapuumarkkinoilla.
Concentration indices and buyer concentration in the roundwood markets in Northern Finland.
- 1987
- No 681 Kaunisto, Seppo: Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus männyn ja rauduskoivun istutustaimien kasvuun suonpohjilla.
Effect of fertilization and soil preparation on the development of Scots pine and silver birch plantations on peat cutover areas.
- No 682 Voipio, Raili: Puiden biomassan vitamiinipitoisuus.
Vitamin content of tree biomass.
- No 683 Uusvaara, Olli & Verkasalo, Erkki: Metsähakkeen tiiviys ja muita teknisiä ominaisuuksia.
Solid content and other technical properties of forest chips.
- No 684 Rikkonen, Pentti: Havutukkien kuorelliseen latvaläpimittaan perustuva tilavuuden määrittäminen.
Volume of coniferous saw logs based on top diameter over bark.
- No 685 Huuri, Olavi, Lähde, Erkki & Huuri, Leena: Tiheyden vaikutus nuoren istutusmännikön laatuun ja tuotokseen.
Effect of stand density on the quality and yield of young Scots pine plantations.
- No 686 Valtanen, Jukka & Engberg, Mikael: Vuosina 1970—72 perustetun aurausalueiden metsänviljelykokeen tulokset Kainuussa ja Pohjanmaalla.
The results from Kainuu and Pohjanmaa of the ploughed-area reforestation experiment begun during 1970—72.
- No 687 Nurmi, Juha: Polttohakkeen kuivatus traktorikonteissa.
Drying of fuel chips and chunks in wooden bins.
- No 688 Juntunen, Marja-Liisa (red.): Arbetssäkerhet och belastning vid själverksam skogsägares drivningsarbete — NSR slutrapport.
Work safety and strain of self-employed forest owners during logging.
- No 689 Nöjd, Pekka, Mälkönen, Eino & Kukkola, Mikko: Lehtikuusen lannoituskokeiden tuloksia.
Growth response of *Larix* to fertilization.
- No 690 Metsätilastollinen vuosikirja 1986.
Yearbook of Forest Statistics 1986.
- No 691 Ritari, Aulis: Lumipeitteen sulamisen riippuvuus eräistä metsikkö- ja kasvupaikatunnuksista Kivalon tutkimusalueella.
Ablation of late snowcover in relation to some stand and site characteristics in Kivalo, northern Finland.
- No 692 Sirén, Matti, Ala-Ilomäki, Jari & Högnäs, Tore: Harvennuksiin soveltuvan metsäkuljetuskaluston maastokelpoisuus.
Mobility of forwarding vehicles used in thinnings.
- No 693 Löfström, Irja (toim.): Taajamametsien hoito.
Urban forestry.
- No 694 Verkasalo, Erkki: Metsähakkeen kosteuden ja kuivamassan mittaaminen kuormaotantamenetelmillä.
Measurement of moisture content and dry weight of forest chips by load sampling methods.
- No 695 Poteri, Marja, Heikkilä, Risto & Yuan-Yi, Liu: Peltolteen aiheuttaman kasvuhäiriön kehittyminen yksivuotiailla männyntaimilla.
Development of the growth disturbance caused by *Lygus rugulipennis* in one-year-old pine seedlings.
- No 696 Saarenmaa, Hannu: Tuhohyönteisten ja sinistymän esiintyminen myrskyn kaatamissa puissa Lapissa 1983—86.
Insect attack and blue stain in windthrown trees in Lapland 1983—86.
- No 697 Aarne, Martti: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1985.
Removals and flows of commercial roundwood in Finland in 1985, by districts.
- No 698 Ihalainen, Ritva: Nainen metsänhoitajana.
Woman as a forester in Finland.
- No 699 Laiho, Olavi, Sarjala, Tytti, Hyvärinen, Riitta & Rautiainen, Lea: Lannoituksen vaikutus männikön mykorrhisoihin.
Effect of fertilization on mycorrhizae in pine stands.
- No 700 Salonen, Tommi (toim.-ed.): Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1986.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1986.
- No 701 Nikkanen, Teijo & Pukkala, Timo: Siemenviljelysten harvennussuunnitelman laatiminen ATK-ohjelmistolla.
Making a thinning plan for seed orchards using a computer program.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan a.o. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17341