



Olavi Huuri, Jyrki Raulo ja Olli Virta

YKSINOMAAN MUOVIHUONEEN SUOJASSA
KASVATETTUIEN MÄNNYN JA KUUSEN TAIMIEN
METSÄNVILJELYKELPOISUUS

HELSINKI 1982

SISÄLLYS	SIVU
1. JOHDANTO	2
2. TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN	8
21. Hartolan koe	8
211. Koealat ja niiden istutus	8
212. Taimet	11
213. Koealojen jälkihoito	14
214. Sääolot	15
215. Mittaukset ja tulosten käsittely	17
22. Pyhäselän koe	18
221. Perustaminen hoito ja mittaukset	18
3. TULOKSET	19
31. Hartolan koe	19
311. Eloojäänti	19
312. Kokonaispituus	23
313. Vuotuisen pituuskasvun vaihtelut	23
314. Vertailut rankaindeksiä käyttäen	31
3141. Rankaindeksin käsite ja käyttöalue	31
3142. Männyn ja kuusen rankaindeksit	32
10 vuotta istutuksen jälkeen	
3143. Rankaindeksit männyllä 11 ja kuusella 12 vuotta istutuksen jälkeen	34
315. Vertailut kuutiomääriä käyttäen	36
32. Pyhäselän koe	39
321. Eloojäänti	39
322. Kokonaispituus	41
323. Viimeisen vuosikasvaimen pituus	42
4. TULOSTEN TARKASTELUA	43
41. Tutkimuksen kritiikkiä	43
42. Eräs täydentävä koe	44
43. Muovihuonetaimien kuivuudenkestävyys	46
44. Muovihuonetaimien kylmänkestävyys	47
45. Muovihuonetaimien taudinkestävyys	49
46. Muovihuonetaimet ja pintakasvillisuus	50
47. Tutkimuksen päätulos	51
48. Tutkimuksen eräs sivutulos	52
KIRJALLISUUS	54
TIIVISTELMÄ	59

1. JOHDANTO

Tieteellisissä tarkoituksissa sekä erikoistaimien tuottamisessa on kasvihuoneiden tarjoamia mahdollisuuksia osattu jo kauan käyttää hyväksi metsäpuiden taimia kasvatettaessa. Tästä ovat esimerkkeinä lasiset kasvihuoneet James Boothin 1800-luvulla Hampurin lähelle perustamassa "englantilaisessa taimitarhassa" (PEIN 1953) sekä esim. yritykset tuottaa useampia taimipolvia vuodessa lämmitettävissä lasinalaisissa lavoissa sellaisilla lauhkeilla seuduilla, joilla talven viileys ei ilman erikoistoimenpiteitä sitä sallinut. Tällaisiin yrityksiin yhdistettiin myös valaistuksen voimakkuuden lisääminen sekä päivän pituuden säätely (FAULKNER 1958). Myös Suomessa on HEIKINHEIMON (1940) suorittamien alustavien kokeiden jälkeen kasvatettu männyn taimia kasvihuoneolosuhteissa tieteellisiin tarkoituksiin niinkin varhain kuin v. 1954. Kyse oli tällöin professori Risto SARVAKSEN kokeesta Metsäntutkimuslaitoksen kasvihuoneissa.

Kehitys myös laajamittaiseen puuntaimien kasvihuonekasvatukseen lähti liikkeelle Suomessa 1950-luvun alkuvuosina aluksi matalista muovikalvo- ja lasilavoista Metsänjalostussäätiön Vanajan taimitarhalla (LESKINEN 1966, TYYSTJÄRVI 1966). Uusia virikkeitä syntyi Leskisen vieraillessa syksyllä 1956 Ruotsissa puutavarayhtiö Mo och Domsjön Hörneforsin taimitarhalla. Siellä lis. Friz Bergman suoritti lannoituskokeita lehtikuusen taimilla kasvihuoneessa, jossa peitteenä oli metalliverkon ja puukaarien tukema, läpinäkyvä kalvo. Kasvihuone oli rakennettu kiinteästi paikoillaan seisovaksi (BERGMAN ja LESKINEN 1963).

Matkan jälkeen Metsänjalostussäätiö ryhtyi kokeilemaan ja kehittämään omaa konstruktiotaan nimenomaan taimien jatkuvaa tuottamista varten. Kasvihuone pyrittiin rakentamaan sellaiseksi, että se voitaisiin miesvoimin nostaa pois taimien päältä kasvukauden päättyessä. Siten voitiin taimisadolle antaa mahdollisuus hyvissä ajoin mukautua talvea vastaanottamaan, "talveentua" (SARVAS 1965). Tällainen konstruktio

oli valmis keväällä 1958 (LESKINEN 1963), josta alkaen sitä on yhä kehittyneemmin muodoin käytetty niin Metsänjalostussäätiön kuin muillakin taimitarhoilla Suomessa ja laajalti myös ulkomailla. Vuonna 1961 Metsänjalostussäätiö otti käyttöön myös toisen parannuksen taimitarhatekniikkaansa; PUUST-JÄRVEN kehittämän lannoitetun kasvuturpeen taimien kasvualustaksi (LESKINEN 1966, TYYSTJARVI 1966). Tämä uusi "muovihuone-kasvuturvetekniikka" yleistyi maassamme nopeasti ja sen maine levisi laajalti rajojemme ulkopuolellekin (esim. MIKOLA 1969).

Muovihuoneen suljetussa tilassa oli myös mahdollista nostaa ilman hiilidioksidipitoisuus ulkoilmaan verrattuna n. 7-kertaiseksi. Tällä todettiin Vanajan taimitarhalla v. 1964 suoritetuissa kokeissa olevan voimakkaasti taimien kasvua lisäävä vaikutus, joka ilmeni sekä varren ja juurien pituudessa että taimen kokonaispainossa (HÄRDH 1964).

Muovihuoneiden käytön toivottiin tarjoavan (BERGMAN ja LESKINEN 1963) seuraavat edut:

- Siemenen itämisolosuhteet voidaan järjestää optimaaliseksi, jolloin kilosta siementä voidaan saada jopa 100 000 lajiteltua tainta sen sijaan, että avomaakasvatuksessa saanto jää tavallisesti n. 30 000 taimeen.
- Muovihuoneeseen kylvetyt taimet saavuttavat yhdessä vuodessa sellaisen koon, että ne voidaan koullia taimitarhaan tai jopa istuttaa maastoon.
- Muovipeite tasoittaa kasvukauden olosuhteita ja torjuu tuulen, kuivuuden ja yöpakkasten haitalliset vaikutukset.
- Muovipeite torjuu rikkaruohon siemenet sekä tuhosienten itiöt.
- Muovipeite tasoittaa taimisaantoa myös laadullisesti ja antaa siten taimenkasvattajalle mahdollisuuden tuottaa kuhunkin tarkoitukseen sopivaa ja tasaista taimiainesta.

Vuosina 1961 ja 1962 KILAMON taimitarhalla suorittamissaan kylvöissä totesikin BERGMAN (BERGMAN ja LESKINEN 1963) 64 %:sta männynsiemeniä saatavan taimia muovihuoneessa, kun avomaalla vastaava tulos oli vain 13 %. Männyn taimet hyötyivät eniten muovihuoneen olosuhteista ja niiden koko yhden kasvukauden jälkeen oli kahdeksankertainen avomaataimiin verrattuna. Kuusella jäivät muovihuonetaimet kuitenkin vain n. kolme

kertaa avomaataimia kookkaammiksi. Lämpöero muovihuoneiden eduksi oli jatkuvasti n. 17 astetta, eivätkä alkukesän yöpakkaset päässeet kertaakaan vaikuttamaan muovihuoneen sisällä. Suurin haitta johtui lämpötilan liiallisesta nousemisesta kuumina päivinä. Tästä aiheutuvaa vaaraa pienensi muovihuoneilman suuri kosteus.

Kevytrakenteisten ja halpojen muovihuoneiden käyttö levisikin nopeasti lukuisiin maihin, joissa lämmön puute ja kasvukauden lyhyys rajoittivat puuntaimien kehitystä avomaakasvatuksessa. Myös muovihuoneen olosuhteita koskeva tutkimus laajeni nopeasti, joskin tuloksia tästä julkaistiin suurimmaksi osaksi vasta sen jälkeen, kun nyt esiteltävänä oleva koesarja oli jo perustettu.

Jopa Neuvostoliiton Kauko-Idän eteläisellä alueella kokeiltiin muovihuonetekniikkaa vuosina 1965-1967 (JERSOV ja PEREVERTAJLO 1969). Näissä olosuhteissa havaittiin, että lämpötilaero ulkoilman ja muovihuoneen välillä pysyi yleensä 10-12 asteen suuruisena, mutta huippulämpötilat muovihuoneessa saattoivat nousta yli 60 asteen, josta aiheutui vahinkoja ensimmäisissä kokeiluissa. Myös taimipenkin lämpötila muovihuoneessa 5 cm:n syvyydessä oli 25-28 astetta, ja se tarjosi taimien juuristoille erittäin edulliset kehitymisolosuhteet.

Muovihuoneen biologisia vaikutuksia taimien kehitykseen selvittelivät edelleen Neuvostoliitossa mm. BUKŠTYNOV ja VASILJEV (1965) Novgorodin alueella, KONDRATOVITŠ (1972a) Leningradin alueella ja MORDAS (1972) sekä SMIRNOV (1973) Karjalassa.

KONDRATOVITŠ (1972b) tutki myös perusteellisesti muovihuoneen lämpötilan, kosteuden ja hiilidioksidipitoisuuden vaikutusta taimien fotosynteesiin, kasvuun ja solurakenteeseen. Kun koe- ja kontrollitaimia tarkasteltiin mikroskoopeilla MB1-1 ja MB1-3, havaittiin mm. muovihuonetaimien trakeidien poikkileikkaus keskimäärin 20 % suuremmaksi kuin avomaalla

kasvatettujen kontrollitaimien. Myös trakeidien määrä oli muovihuonetaimilla suurempi ja jälsi siten aktiivisempi kuin avomaataimilla. Ytimen osuus oli muovihuonetaimilla myös merkittävän suuri.

Suomessa suoritettiin samoina aikoina erilaisten taimien - myös muovihuonetaimien - morfologisiin ominaisuuksiin kohdistettuja järjestelmällisiä tutkimuksia (esim. HUURI ym. 1970) ja selviteltiin muovihuoneessa kehittyneiden taimien kylmänkestävyyttä (RUMMUKAINEN 1968) sekä herbisidinkestävyyttä (RUMMUKAINEN 1970). Samoin selviteltiin taimien kehitysrytmiiä kasvukauden aikana (LEIKOLA ja RAULO 1973) ja seurattiin pitkäaikaisin mittauksin taimitarhamaan lämpöoloja muovihuoneessa ja avomaalla (LEIKOLA 1976).

Suomalaisten tutkijoiden ja Metsänjalostussäätiön käytännön miesten lisäksi kehittivät muovihuonetekniikkaa merkittävästi myös monet Ruotsissa työskentelevät tutkijat kuten esim. HULTEN (1970) ja SIREN (1966a ja 1966b sekä 1969).

Muovihuoneisiin kylvetyt taimet ylittivät jo ensimmäisenä kesänään helposti ne kasvusaavutukset, mihin aikaisemmin avomaataimilla oli päästy. Kun lisäksi taimien rehevyys ja neulasten väri olivat mitä parhaat, oli luonnollista, että muovihuonetaimien käyttö lyhyessä ajassa voimakkaasti yleisty. Niin männyn, kuusen kuin koivunkin koulintamateriaalin kasvattaminen muovihuoneissa tuli nopeasti miltei yksinomaiseksi käytännöksi.

Kuusikymmenluvun alussa, jolloin ensimmäiset muovihuonetaimet Suomessa tuotettiin avomaakoulintoihin ja sen jälkeen istutuksiin muovihuone/avomaataimina, ei niiden metsänviljelykelpoisuudesta vielä ollut paljoakaan tutkimusten antamaa varmuutta. Vain männyn osalta oli kuusikymmenluvun puolivälissä saatavissa hieman kokeellistakin tietoa. Sekin rajoitui pääasiassa muovihuoneissa kasvatettuihin paakkutaimiin (LAITINEN 1964, HUURI 1966, TYYSTJARVI 1967 ja NIIRANEN 1969).

Täten saatu tutkimustieto näytti alkumenestyksen osalta hyvin

vahvistavan käytännön istutuksissa ja saadun kokemuksen, että muovihuoneesta avomaalle koulitut muovihuone/avomaataimet olivat metsänviljelykelpoisuudeltaan lähes aikaisemmin käytettyjen avomaa/avomaataimien veroisia.

Muovihuonekasvatukseen saattoi kuitenkin liittyä eräitä vaaroja, jotka joko mitätöisivät viljelytuloksen heti tai vasta myöhemmin, pikäلتi istutuksen jälkeen. Tällöin aiheutuisi viljelytaimistoon harvuutta tai aukkoisuutta vaiheessa, jossa virheen korjaaminen olisi jo myöhäistä:

- Optimaalisissa olosuhteissa voivat itää myös ne siemenyksilöt, jotka maastossa eivät siihen kykene. Osa näistä saattaa olla geneettiseltä ohjelmoinniltaan sellaisia, että niistä syntyneet taimet eivät pysty mukautumaan maaston olosuhteiden vaihteluihin.
- Muovihuoneen kosteassa ilmassa kehittyvät taimien kudokset suurisoluisiksi ja ohutkettöisiksi sekä taimet helposti haihduttaviksi. Tällaiset taimet eivät kestä kuivuutta istutuksen jälkeen seuraavina hellekausina.
- Samaan suuntaan voivat vaikuttaa muovihuoneen kasvualustan kosteus ja ravinnerikkaus juuriston jäädessä toimintakyvyttään heikoksi rehevään latvukseen nähden.
- Runsaasti lannoitetussa turvealustassa jää myös juuriston mykorritsakehitys liian heikoksi.
- Muovihuoneissa joudutaan tilan säästämiseksi käyttämään tiheitä kylvöjä ja koulintoja. Tällöin päädytään hyvin tiheisiin taimikasvustoihin. Tämäkin heikentää haihduntasuojaa ja kehittää taimet pitkävartisiksi sekä liian honteloiksi-kin kestäämään edes pystyasentoisina istutuksen jälkeen.
- Muovihuone suojaa taimia myös tuhosienten itiötartuntaa ja tuhohyönteisiä vastaan. Tällöin kehittyvät istutuskoon sellaisetkin taimet, joiden vastustuskyky kentän olosuhteissa osoittautuu riittämättömäksi.

Muovihuoneiden alkumenestyksen nostattaman innostuksen vallassa ryhdyttiin kuitenkin tuottamaan myös muovihuonekylvöksistä edelleen m u o v i h u o n e i s i i n k o u l i t t u j a männyn ja kuusen taimia. Tällaiset taimet olivat siis kehittyneet muovihuoneen suojassa koko taimitarhavaiheensa ajan. Muovihuone/muovihuonetaimia suositeltiin ilman kokeita jopa käytännön istutuksiin, joskaan niiden tämänlaatuinen käyttö ei yleistynyt.

Näistä syistä tahdottiin Metsäntutkimuslaitoksen piirissä taloudellisesti niukoissa olosuhteissa edes pienessä mitta-kaavassa tutkia tärkeimpien markkinoille tulleiden uusien taimilajien kenttäkelpoisuutta kokeilla, joissa niitä paljasjuurisina istutettaisiin rinnan sellaisten taimilajien kanssa, jotka jo käytännön kokemuksen perusteella hyvin tunnettiin. Uusien taimilajien viljelykelpoisuuden tunnuksena pidettiin niiden eloonjääntä ja pituuskehitystä sekä kuutiokasvua maaston olosuhteissa.

Koska oletettiin muovihuonekasvatuksen mahdollisten haittojen ilmenevän jyrkimmin muovihuonekylvöksestä muovihuoneeseen koulittujen taimien keskuudessa, valittiin nyt esiteltävien kokeiden tärkeimmiksi koejäseniksi sekä männyn että kuusen osalta 1M+1M-taimet ja niiden lisäksi männyn 1M-taimet. Kokeita perustettiin kahtena vuotena, v. 1967 Hartolaa männyn ja kuusen taimilla (HUURI ja VIRTÄ) sekä v. 1968 Pyhäselkään kahdenkokoisia kuusentaimia käyttäen (RAULO).

Näiden pilottikokeiden tulosten julkaisemiseen on suhtauduttu tähän saakka epäroiden. Taimien tehokasvatusmenetelmät ovat kuitenkin nyt olleet käytössä jo siksi kauan, että niiden pitkäaikainen ja kaavoittunut soveltaminen on nostamassa esiin menetelmien heikkoudet. On syntynyt kritiikkiä niitä vastaan ja ilmennyt tarvetta palata tarkastelemaan taimitarhakasvatuksen perusteita sekä samalla muovihuonekasvuturvetekniikan varhaisvaiheen vaikutusta sillä tuotettujen taimien kykyyn selvitä luonnon ankarissa olosuhteissa. Kyseessäolevat varhaiset kokeet - nyt jo viidentoista vuoden iän saavuttaneet - omaavat myös sen edun, että ne jo vuosia sitten ovat ohittaneet viljelytaimiston vakiintumisvaiheen. Niiden antamiin tuloksiin voidaan siis luottaa. Mainituista kahdesta koealaryhmästä on Hartolassa sijaitseva volyymiltään pienempi. Koska siitä kuitenkin on käytettävissä pisimmältä mittauskaudelta yksityiskohtaiset tiedot, selostetaan tätä koetta seuraavassa laajimmin.

2. TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN

21. Hartolan koe

211. Koealat ja niiden istutus

Tutkimusta varten istutettiin keväällä 1967 kaksi mäntykoealaa (tunnukset A ja B) sekä kaksi kuusikoealaa (C ja D) Hartolan pitäjään. Täällä sijaitsi myös Itä-Hämeen piirimetsä-lautakunnan paikallinen taimitarha, josta tutkijat henkilökoh-
taisesti saattoivat nostaa ja käsitellä pääosan kokeisiin tarvittavista taimista. Koealojen suuripiirteisen sijainnin ilmaisevat pituus- ja leveyskoordinaatit $25^{\circ}59'$ ja $61^{\circ}29'$.

M ä n t y k o e a l a t (kuva 1) sijoitettiin lähelle toisi-
aan tasaiselle, puolukkatyyppiselle, puhtaaksi raivatulle män-
nyn uudistusosalalle, jonka maaperä on kivetöntä hietaa ja jonka



Kuva 1. Hartolan mäntykoe B viisitoista vuotta istutuksen jäl-
keen. Etualalla 1M-taimilla istutettu viiden puun ryhmä.

korkeus meren pinnasta on n. 110 m. Kumpikin koeala käsitti neljäkymmentä 2 x 2 metrin suuruista ruutua. Ne oli ryhmitelty kymmeneen neljän ruudun suuruiseen toistolohkoon. Jokaiseen ruutuun istutettiin viisi yhden taimilajin tainta suoraan riviin lapiolla laikkuun tehdyn vaon seinämää vastaan n. 40 cm:n välein. Kokeissa käytettiin neljää männyn taimilajia (tutkittavina 1M- ja 1M+1M- taimet sekä vertailutaimina 2A- ja 1M+1A- taimet). Jokaiseen neljäruutuiseen lohkoon sijoitettiin näiden taimilajien ruudut arpomalla. Jokainen taimilaji esiintyi mäntykoealoilla 20 toistona ja yhteensä sadan taimen edustamana. Istutustiheys koealoilla oli 12 500 tainta/ha ja koealojen yhteinen taimiluku 400.

Istutus suoritettiin 25.5.-67 lämpösumman ollessa 64 d.d., päivän lämpötilan +15⁰ ja työn aikana vallinneen pilvisyyden kehittyessä vuorokauden pituiseksi sateeksi.

K u u s i k o e a l a t C ja D (kuva 2) perustettiin myös tasaiselle maaperälle, jonka korkeus on n. 90 metriä meren pinnasta. Koeala C istutettiin aukealle niitylle, jossa hiesuista pohjamaata peittää n. puolen metrin vahvuinen muta-kerros. Kasvupaikkana alue on lähinnä OMT:tä vastaava. Kuusen D-koeala taas sijoitettiin harvahkon täysikokoisen hieskoivikon alle alavalle talvikkityypin hiesusavimaaalle, jota peittää vain ohut humuskerros. Kumpikin kuusikoeala oli jaettu viiteentoista 6 x 6 metrin laajuiseen ja kuusitoista tainta käsittävään ruutuun. Nämä jakautuivat viiteen kolmi-ruutuiseen toistolohkoon. Jokainen kolmesta tutkittavasta taimilajista (kuva 4) esiintyi siis koealalla viidessä paikassa, joka toistolohkon sisällä määräytyi arpomalla. Taimet kasvoivat ruuduissaan neljässä neljän taimen rivissä 1,5 metrin välimatkoin. Kummallakin koealalla edusti jokaista käsittelyä siis 80 tainta ja molempien kuusikoealojen yhteinen taimiluku oli 480. Istutustiheys molemmilla koealoilla oli n. 4500 tainta/ha.



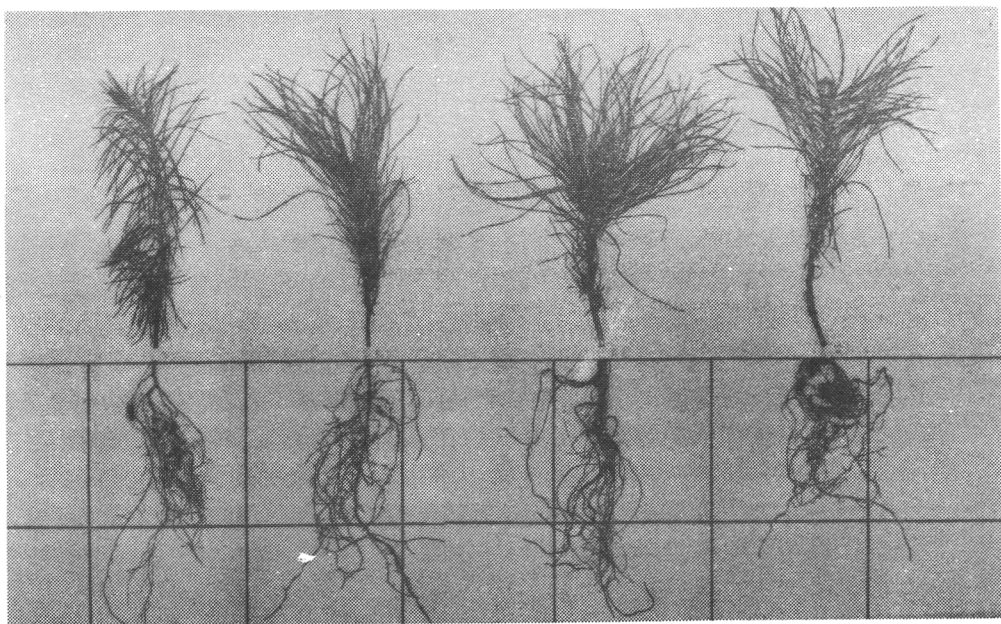
Kuva 2. Ylemmässä osakuvassa verhopuuston alle perustettu kuusikoeala D valokuvattuna 9 vuotta istutuksen jälkeen. Alempana aukealle niitylle perustettu koeala C viisitoista vuotta istutuksen jälkeen.

Verhopuuston peittämällä ja siitä syystä juurisella koealalla D suoritettiin istutus kourukuokkaa käyttäen tavanmukaisella kuopan laitaan menetelmällä. Juureton ja kivetön niitykoeala C taas istutettiin siten, että mutaiseen ja pehmeään pintamaahan painettiin laikkua tekemättä lapiolla pystysuora kiilarako, johon taimi kiinnitettiin juurenniska kivennäismaan ylärajan tasolle siten kuin esim. OSARA (1952) on esittänyt.

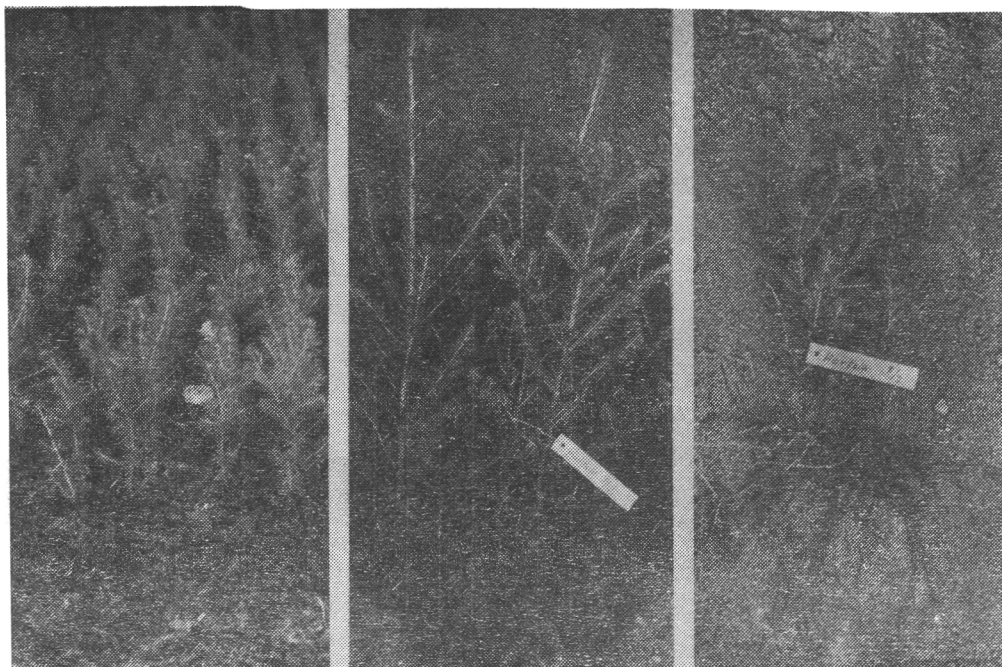
Molemmat kuusikoealat istutettiin 1.6.-67 lämpösumman ollessa 134 d.d:tä. Sää oli erittäin lämmin, mutta maaperä vielä kosteata.

212. Taimet

M ä n t y k o k e i d e n vertailutaimet saatiin piirimetsälautakunnan Hartolan taimitarhalta. Ne olivat Itä-Hämeen alueen valiometsiköistä kerätystä siemenestä kasvatettuja, paikallisiin metsänistutuksiin käytettyjä koulimattomia 2A- taimia (RAULO ja HINTTALA 1972) sekä 1M+1A- taimia, jotka tuolloin jo jonkin aikaa olivat olleet männynviljelyssä yleisesti käytettyjä (kuva 3). Ne oli todettu jotakuinkin aikaisempien 2A+1A- taimien veroisiksi (mm. HUURI 1966). Tutkittavat, pelkästään muovihuoneessa kasvatetut männyn taimilajit, 1M- taimet sekä toisena muovihuonekautenaan myös hiilidioksidilannoitusta saaneet 1M+1M- taimet hankittiin Metsänjalostussäätiön Haapastensyrjän taimitarhalta, joka oli edelläkävijä muovihuone- ja turvealustakasvatuksessa. Myös täältä saadut taimet edustivat alueensa parhainta siemenmateriaalia. Taimet oli lannoitettu tuolloin vallitsevien PUUSTJARVEN laatimien yleisten ohjeiden mukaisesti (LEHTO ja SIMOLINNA 1966 s. 90-97). Koulituille taimille oli hiilidioksidilannoitus annettu toisen kasvukauden viilleiden kevätsäiden aikana polttamalla nestekaasua muovihuoneen suljetussa tilassa (HÄRDH 1964).



Kuva 3. Tutkimuksessa käytetyt männyn taimilajit. Vasemmalta oikealle 1M-, 2A-, 1M+1A sekä 1M+1M-taimet.



Kuva 4. Tutkimuksessa käytetyt kuusen taimilajit. Vasemmalta oikealle 1M+1M-, 1M+2A- ja 2A+2A- taimet.

Alkupituudet olivat männyn taimilla: $1M = 9,1 \pm 1,1$ cm, $2A = 6,8 \pm 1,0$ cm, $1M+1A = 7,5 \pm 0,9$ cm ja $1M+1M = 11,0 \pm 1,2$ cm. Eräässä keväällä 1967 kerätyssä laajassa taimitarhanäytteesä (HUURI ym. 1970) olivat taimien keskimitat vastaavassa järjestyksessä lueteltuina 8,9, 9,0, 13,2 ja 15,7 cm. Kokeen taimet olivat siis tuon ajan keskimäärää hieman lyhyempiä, joskin em. tutkimuksessaikin taimien koko vaihteli taimitarhoittain paljon.

K u u s i k o k e i d e n kaikki taimet (kuva 4) saatiin Itä-Hämeen piirimetsälautakunnan Hartolan taimitarhalta. Kokeen toista vertailutainta, $2A+2A$ - taimilajia oli siellä kasvatettu jo yli viidentoista vuoden ajan siitä syystä, että seudun lepikkoalueella kuusenistutuksella oli kauan ollut männynistutusta suurempi merkitys.

Toinen vertailutaimilaji, $1M+2A$ -taimi oli käytännön istutuksissa jo monien vuosien aikana todettu jotakuinkin aikaisemmin käytetyn $2A+2A$ - taimen veroiseksi, joskaan kokeellisesti saatuja kvantitatiivisia lukuja ei tällöin vielä ollut käytettävissä. Tutkimuksen kohteena oleva, muovihuoneesta muovihuoneeseen koulittu kuusen $1M+1M$ - taimi oli taas aivan uusi taimilaji, jonka maastokelpoisuudesta ei ollut juuri minäkäänlaista tietoa.

Kokeen taimilla olivat alkupituudet: $1M+1M = 20,3 \pm 1,0$ cm, $1M+2A = 33,0 \pm 2,1$ cm ja $2A+2A = 36,3 \pm 3,7$ cm. Vastaavien kuusen taimilajien keskipituudet v. 1967 suoritettussa taimitarhatutkimuksessa (HUURI ym. 1970) olivat 28,9, 39,9 ja 33,7 cm. Mitkään kokeessa käytetyistä kuusen taimilajeista eivät siis olleet kookkaita. Varsinkaan eivät muovihuoneessa koulittuina kasvatetut $1M+1M$ - taimet edustaneet läheskään parasta taimiainesta, mitä tällä menetelmällä oli todettu mahdolliseksi tuottaa.

Hartolan taimitarhamaata oli jatkuvasti hoidettu kompostointitekniikalla ja vielä kokeen perustamisen aikanakin humuspi-toisuutta ylläpidettiin viljelemällä lohkoittain rehuhernettä

kahden vuoden välein ja kyntämällä se syksyisin maahan. Tämän viherlannoituksen lisäksi annettiin pintalannoituksena kahdesti kasvukaudessa Norjan salpietaria, jonka viimeinen levitys tapahtui viimeistään heinäkuun alussa. Muovihuoneiden n. 10 cm:n paksuinen kasvuturvekerros valmistettiin sekä perus- ja pintalannoitettiin siten kuin PUUSTJARVI, LEHTO ja SIMOLINNA ovat esittäneet (LEHTO & SIMOLINNA 1966). Muovisuoja poistettiin kylvösten ja koulintapenkkien päältä syksyisin, jonka jälkeen lumipeite suojasi taimia pakkasilta.

Ennen koealojen istutusta suoritettiin niin männyn kuin kuusenkin taimien lajittelu. Tällöin eroteltiin pois sairaat sekä keskimääräistä huomattavasti heikommät ja myös kookkaammat taimet. Valintaperusteet olivat viimeksimainittua lukuunottamatta käytännön työssä tavanomaiset. Huomiota ei kiinnitetty kasvustavasta mahdollisesti johtuviin taimien erikoisominaisuuksiin kuten esim. ruohomaisuuteen, joten hylättyjen taimien osuus ei poikennut tavanomaisesta (esim. LEHTO ja SIMOLINNA 1966, HYVÄRINEN 1975). Taimitarhanhoitajien ilmoituksen mukaan ei hylkäämisosuus myöskään taimia koulintaa varten valittaessa ollut poikennut tavanomaisesta. Taimet todettiin versoiltaan ja juuristoiltaan yleensä hyväkuntoisiksi. Vain männyn 1M+1A- taimilla havaittiin neulasten kärjissä hieman ruskettumista ja juuristoissa paikoitellen kuoren nylkeytymistä. Päätesilmut olivat useimmilla taimilla jo ennättäneet aloittaa kasvunsa. Myös mykorritsoja havaittiin juuristoissa kohtalaisesti.

213. Koealojen jälkihoito

Koealoilla ei ole suoritettu harvennuksia eikä jälkihoitoa lukuunottamatta hieskoivujen poistamista kuusikoealan D päältä 10 vuotta istutuksen jälkeen. Korkea kastikkakasvusto varjosti mäntykoealojen A ja B taimia muutaman vuoden ajan istutuksen jälkeen. Samoin aukealla kuusikoealalla C tuotti tiheä lauhamättäikkö pienimmille taimille aluksi vaikeuksia.

Pintakasvillisuutta vastaan ovat pienimpiä taimia kaikilla koealoilla kuitenkin auttaneet neljänä ensimmäisenä syksynä suoritettut inventoinnit, joiden yhteydessä heinä on mitausta varten käännetty syrjään jokaisen taimen päältä.

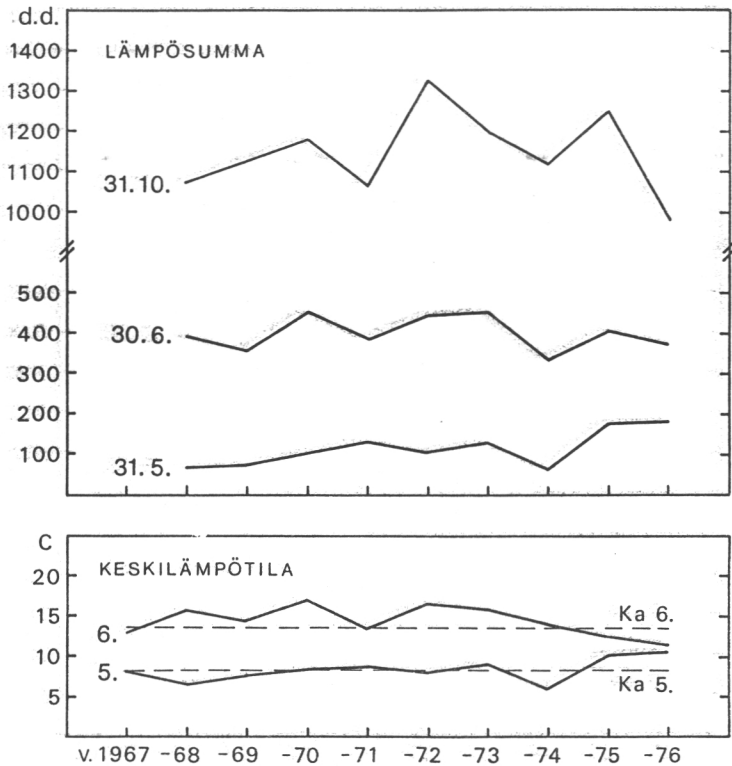
214. Sääolot

Kuvista 5 ja 6 nähdään Hartolan kokeiden ensimmäisten kymmenen vuoden ajalta ne vaihtelut, joita on tapahtunut näiden vuosien touko- ja kesäkuun keskilämpötiloissa sekä kasvukausien lämpö- ja sadesummissa. Säähavaintoasemat ovat sijainneet Jyväskylässä, joka sijaitsee n. 100 kilometriä Hartolan pohjoispuolella sekä Heinolassa, Asikkalassa ja Pertunmaalla. Edellisten etäisyys Hartolasta on n. 40 km etelään ja viimemainitun 30 km itään (Kuukausikatsaukset Suomen ilmastoon vuosilta 1967-1976).

Tarkasteltaessa kuvan 5 avulla ensinnä toukokuun keskilämpötilaa kokeiden perustamisvuonna 1967 havaitaan sen sijoittuneen hyvin lähelle vuosien 1931-60 kolmikymmenvuotista keskiarvoa. Istutusvuoden jälkeenkin on toukokuun lämpötila vaihdellut keskiarvon kummankin puolen vain 2-3 asteen verran. Vasta vuosien 1975 ja -76 lämpötila on noussut selvästi keskiarvon yläpuolelle.

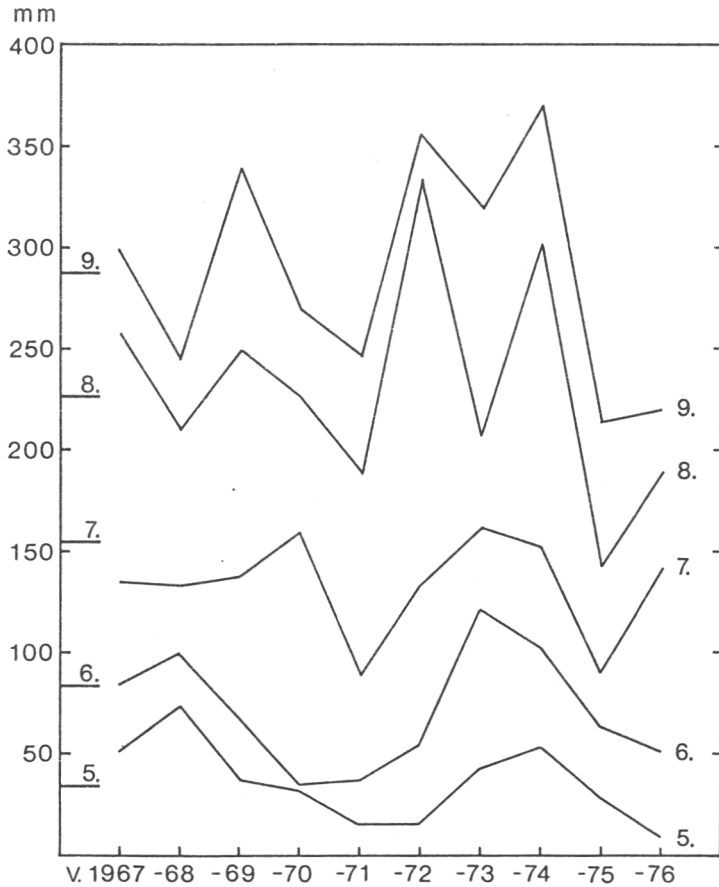
Myös kesäkuun keskilämpötila on kokeen perustamisvuotena sattunut lähes keskiarvon kohdalle, mutta sen jälkeen pysytellyt usean vuoden ajan sen yläpuolella. Vuosina 1975 ja -76 lämpötila laskeutuu taas tuntuvasti 30 vuoden keskimääräisen lämpötilan alapuolelle.

Edelleen nähdään kuvasta 5, että myös touko-kesäkuun lämpösummien kuvaajat noudattavat kulussaan hyvinkin läheisesti keskilämpötilojen vaihteluita ja lokakuun lopun lämpösummakuvaajissa huipentuvat eri vuosien erikoisolosuhteet taas selvästi näkyviksi kulmauksiksi. Kokeen perustamisvuosi näyttää olevan tarkastellun jakson lähes viilein. Vain vuodet 1971 ja -76 painuvat samalle tasolle. Erityisen lämpimiä vuosia taas ovat olleet vuodet 1972 ja -75.



Kuva 5. Touko- ja kesäkuun keskilämpötilat (5. ja 6.) sekä touko-, kesä- ja lokakuun lämpösummat vuosilta 1967-1976 Jyväskylän lentoaseman havaintojen mukaan. Vaakasuorin katkoviivoin esitetään alemmassa osakuvassa myös vuosien 1931-60 lämpötilakeskiarvot touko- ja kesäkuulta.

Kuvasta 7 nähdään samoina vuosina tapahtuneet sade - s u m m i e n vaihtelut. Kuvaajia on viisi (touko - syys - kuu) ja jokainen esittää tietyn kuukauden loppuun mennessä kertynyttä kasvukauden sadesummaa. Itse istutusvuoden 1967 sateisuus on ollut hyvin lähellä 30 vuoden keskiarvoa ja seuraavan vuoden kevätkesä on ollut jopa runsassateinen, joskin tämän vuoden summa jää syksyn kuivuuden vuoksi alhaiseksi. Vuosi 1971, joka oli eräs jakson kylmimmistä, näyttää olleen myös hyvin vähäsateinen. Toisaalta on vuosi 1972 ollut hyvin suotuista kasvulle, koska sekä lämpösumma että sadesumma edustavat koko jakson korkeinta tasoa.



Kuva 6. Touko- syyskuukausien (5.-9.) sadesum-
mia vuosilta 1967-76. Kuvan vasemmassa laidas-
sa lyhyinä vaakaviivoina myös näiden kuukausi-
en keskiarvot vuosilta 1931-60 Heinolan sääase-
man havaintojen mukaan. Sadehavainnot vuosilta
1967-71 on esitetty Asikkalan ja vuosilta 1972
-76 Pertunmaan havaintoaseman mukaan.

215. Mittaukset ja tulosten käsittely

Hartolan koealat on mitattu seitsemän kertaa, aluksi neljä-
nä perättäisenä syksynä vuosina 1967-70 ja sen jälkeen syk-
syinä 1973, 1977 ja 1981. Jokaisella kerralla on arvioitu
kaikkien taimien kunto ja samoin on mitattu jokaisesta tai-

mesta kokonaispituus sekä oksakiehkuroita hyväksikäyttäen myös aikaisemmat syyspituudet, mikäli niiden mittaus muuten olisi jäänyt väliin.

Viimeisellä inventointikerralla 1981 on koealoilla A, B ja C mitattu myös runkotilavuuden laskemiseen tarvittavat tunnukset jokaisesta istutuspuusta, koska ne näillä koealoilla olivat saavuttaneet jo sellaiset mitat, että kuutiomäärienkin vertaileminen alkoi olla mielekäästä.

Koska istutuksen tuloksellisuus on riippuvainen sekä taimien eloonjäännistä että niiden pituuskehityksestä, laskettiin eri taimilajeille tavanmukaisten tunnuskeskiarvojen lisäksi myös näiden tekijöiden yhteistulosta kuvaavat ns. rankaindeksit. Rankaindeksi on eloonjääntisadannes kerrottuna elossa-olevien taimien keskipituudella samalla inventointikerralla mitattuina (HUURI 1968 ja 1970, RAULO 1976).

Taimilajien välisten erojen merkitsevyys on tutkittu TUKEYN testillä sekä Hartolan koealojen että Pyhäselän kokeen osalta.

22. Pyhäselän koe

221. Perustaminen, hoito ja mittaukset

Keväällä 1968 perustettiin tri Jyrki Raulon johdolla ja Metsäntutkimuslaitoksen sekä Pohjois-Karjalan piirimetsä-lautakunnan yhteistyönä kuusikoe, jossa käytettiin tavanomaisen muovihuoneesta avomaalle koulittujen kuusen taimien rinnalla myös muovihuoneeseen koulittuja taimia. Kokeen avulla pyrittiin selvittämään, paitsi näiden kahden taimilajin keskinäistä käyttökelpoisuutta, myös niiden kahdenkokoisten taimityyppien metsänviljelykelpoisuutta toisaalta tiheän leppä-verhopuuston alla ja toisaalta samalle maaperälle lepikosta täydellisesti paljastetulla istutusalalla. Tässä tarkoituksessa oli arvotulta osalta koealaruutuja leppäverhopuusto edellisenä syksynä poistettu.

Koe käsitti 24 kpl 40x40 metrin suuruista ruutua, joihin kuhunkin istutettiin paljain juurin kourukuokalla normaalitapaan 2 metrin välimatkoin 256 tainta. Ne kuuluivat johonkin seuraavista taimilajeista tai tyypeistä:

- 1) Ku 1M+1M, pituus 30-45 cm = Pienet, tutkittavat taimet
- 2) " - " -, " yli 45 " = Isot, - " -
- 3) " 1M+2A, " 30-45 " = Pienet vertailutaimet
- 4) " - " -, " yli 45 " = Isot - " -

Onkamon taimitarha kasvatti 1M+1M- taimet ja 1M+2A- taimet saatiin Viinijärven taimitarhalta.

Koeruudut oli ryhmitelty kolmeen 8-ruutuiseen lohkoon. Jokaiseen arvottiin lepikkokäsittelyn ja taimilajin kaikki 8 yhdistelmää. Kukin käsittely esiintyy koealoilla siis kolmena toistona ja yhteensä 768 taimen edustamana. Istutustiheys koealoilla oli 2500 tainta/ha ja kokonaistaimimäärä 6144.

Koealoja on myöhemmin hoidettu kolme kertaa vapauttamalla taimet pintakasvullisuuden ja vesojen aiheuttamasta kilpailusta syksyisin vuosina 1969, 1974 ja 1976. Taimien keskipituudet on mitattu neljä kertaa: heti istutuksen jälkeen, sekä neljä, seitsemän ja yhdeksän kasvukautta istutuksen jälkeen syksyinä 1971, 1974 ja 1976. Kahdella viimeisellä kerralla laskettiin myös taimien kuolleisuus.

3. TULOKSET

31. Hartolan koe

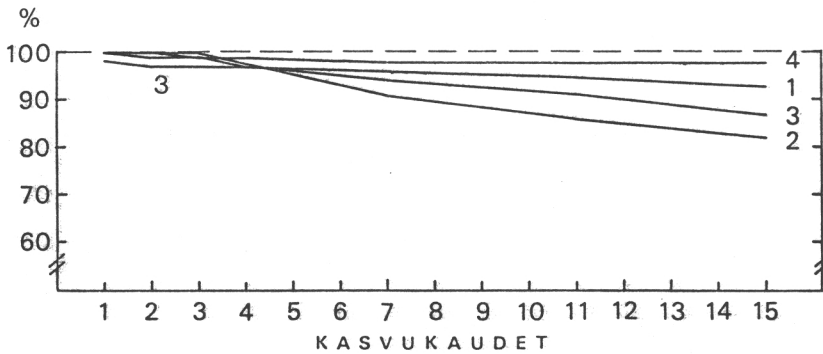
311. Eloonjäänti

Kuvassa 7 esitetään tämän tunnuksen kehittymistä männyn ja kuvassa 8 kuusen koealoilla.

M ä n n y n t a i m e t

Suuresta istutustiheydestä huolimatta - yli 12 000 tainta hehtaarilla - ei minkään taimilajin keskuudessa ole ilmennyt kuolleisuutta tuhoisassa määrässä, vaikka kokeen seuranta on kestänyt jo viisitoista vuotta. Ensimmäisen kenttäkasvukauden

päätyessä syksyllä 1967 on elossaolo vielä lähes sataprosenttinen kaikilla muilla taimilajeilla paitsi 1M+1A- taimilla (kuvaaja 3), joista 2 % todettiin tällöin suoritettussa inventoinnissa kuolleiksi. Tuntuu vampa kuolleisuutta alkaa koealoilla näkyä vasta 3-4 kasvukauden jälkeen, jolloin taimet ovat saavuttamassa puolen metrin pituuden (kuva 9). Tämän jälkeen kuolleisuus lisääntyy hitaasti ja tasaisesti heikoimmiksi osoittautuneilla taimilajeilla, koulimattomalla 2A- taimella (kuvaaja 2) ja muovihuoneesta avomaalle koulitulla 1M+1A- taimella (kuvaaja 3). Edellisen elossaolosadannes on viidentoista kasvukauden päätyessä 82 % ja jälkimmäisen 87 %.



Kuva 7. Männyn eri taimilajien eloonjääntisadannesten kehitys istutusta seuranneiden viidentoista kasvukauden ajalta koealoilla A ja B keskimäärin. Kuvaajien numerot tarkoittavat taimilajeja seuraavasti: 1=1M, 2=2A, 3=1M+1A ja 4=1M+1M.

Eloonjäännissä huomattavasti korkeammalle tasolle ovat sen sijaan jääneet molemmat pelkästään muovihuoneen suojassa kasvatetut taimilajit. Muovihuonekylvöksestä muovihuoneeseen koulittu 1M+1M- taimi (4) on elossa 98 %:sesti vielä viidennentoista kasvukauden päätyessä ja sitä nuorempana istutetun 1M- taimen (1) elossaolosadannes samassa inventoinnissa on 93 %. Nämä tulokset ylittävät vertailutaimina käytettyjen 2A-

ja 1M+1A- taimien eloonjääntisadannekset 1M+1M- taimien osalta 20 ja 13 prosenttiyksiköllä sekä 1M- taimien osalta 14 ja 7 prosenttiyksiköllä. Eräänä syynä taimilajien välillä todettujen erojen jatkuvaan suurenemiseen voivat olla näillä tiheään istutetuilla koealoilla taimilajien pituuskehityksessä esiintyvät erot (kuva 9), jotka ehkä alkavat jo aiheuttaa luontaista poistumaa (kuva 1).

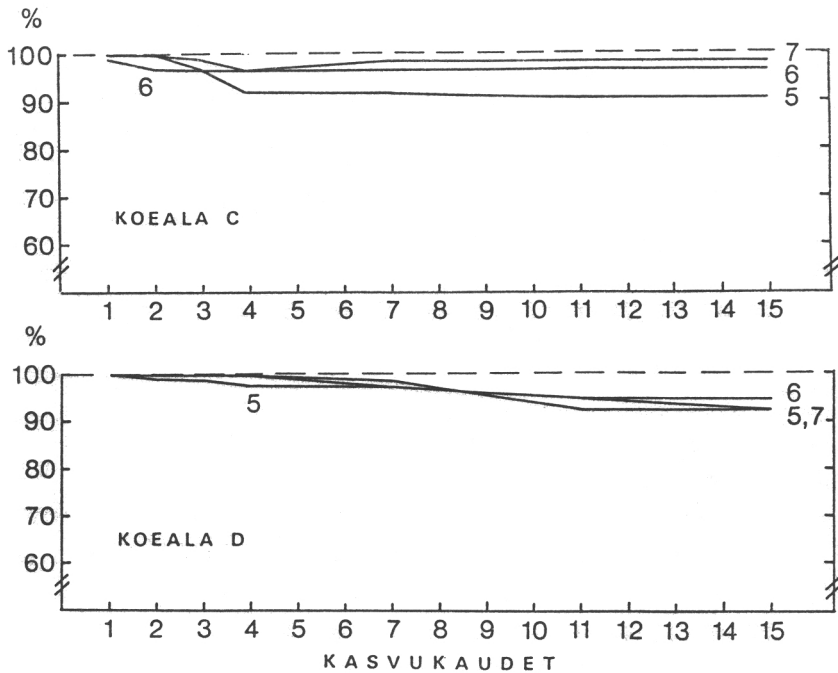
Sitovia johtopäätöksiä eri taimilajien vertailussa ei kuitenkaan ole oikeutettua tehdä siitä syystä, että nyt kokeiltuja taimia ei kasvatettu samasta siemenerästä. Eräs seikka voidaan tuloksista kuitenkin varmasti todeta. Koko taimitarhavaiheensa muovihuoneen suojassa kehittyneet 1M- ja 1M+1M- männyn- taimet ovat kokeen olosuhteissa osoittautuneet niin elinvoimaisiksi, että ne ovat runsaasti täyttäneet käytännön istutustyössä taimilta vaadittavat normit. Niiden mukautumiskyky istutuksen jälkeen vallinneissa kentän olosuhteissa on ollut vähintäinkin yhtä hyvä kuin mitä tavanmukaisesti kasvatetuilta taimilta in totutu odottamaan.

K u u s e n t a i m e t

Merkittävää kuolleisuutta ilmenee kuvan 8 mukaan kuusikoealoilla vain vahvasti heinittyneen aukean koealan C pienikokoisina ja hentoina istutettujen 1M+1M- taimien keskuudessa. Niilläkin on kuolemista tapahtunut vain kolmannen ja neljännen kasvukauden aikana, joiden jälkeen tilanne on vakiintunut 90 %:n tasolle. Suurikokoisemmilla 1M+2A- sekä 2A+2A- taimilla (kuvaajat 6 ja 7) on kuolleisuus C- koealalla pysytellyt merkityksettömän vähäisenä koko tutkimuskauden ajan.

Koealalla D, jota on peittänyt järeärunkoinen hieskoivikko (kuva 2), on varjostuksen ja nähtävästi myös aluskasvillisuuden vähäisemmän vaikutuksen takia kuolleisuus kaikilla taimilajeilla pitkään pysytellyt vähäisempänä kuin C- koealalla. Yhdennentoista kasvukauden päättyessä on tämän koealan eloonjääntitulokset kuitenkin ehkä hivenen heikompikin kuin aukealla koealalla. Erityisesti herättää huomiota nelivuotiaina istutettujen isokokoisten taimien koko koealan heikoin tulos.

Koska sekin kuitenkin on jäänyt vielä 90 % ylittäväksi, voidaan eloonjääntiä kaikilla taimilajeilla pitää käytännön istutuksiin täysin riittävänä. Kokonaan muovihuoneessa kasvatettu 1M+1M- taimi on hentoudestaan huolimatta hyvin kestänyt järeän koivuverhokuuston sille aiheuttaman haitan.



Kuva 8. Kuusen eri taimilajien eloonjääntisadannesten kehitys viidentoista kasvukauden ajalta aukealla koelalla C ja verhopuuston peittämällä koelalla D.

Kuvaajien numerot tarkoittavat taimilajeja seuraavasti:

5 = Ku 1M+1M, 6 = Ku 1M+2A, 7 = Ku 2A+2A

312. Kokonaispituus

M ä n n y n t a i m e t

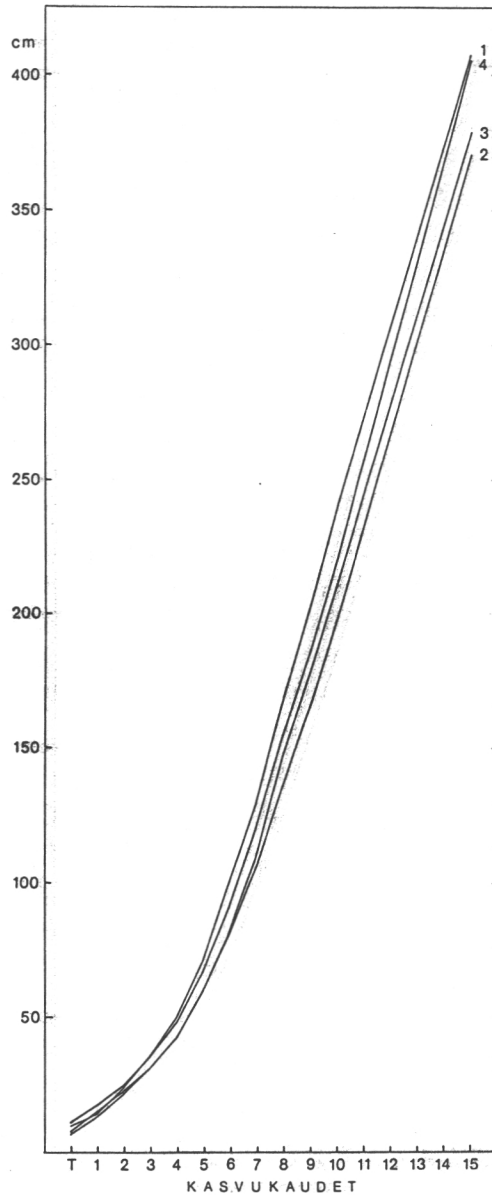
Kuva 9 esittää männyn eri taimilajien kokonaispituuden kehityksen tuloksiltaan tässäkin suhteessa hyvin yhdenmukaisten koealojen A ja B keskiarvoina. Kehitystä voidaan seurata istutushetken taimipituudesta (T) viidennentoista kenttäkasvu-kauden syksyyn saakka. Taimitarhapituudet taimilajien numerojärjestyksessä (1-4) olivat 9,1, 6,8, 7,5 ja 11,0 cm.

Kuten kuvasta nähdään, tämä pituusjärjestys on säilynyt miltei alkuperäisenä viidentoista kasvukauden ajan. Molemmat muovihuonetaimet 4 ja 1 näyttävät säilyttäneen johtoasemansa, vaikkakin paikkoja keskenään vaihtaen. Kaikkien taimilajien keskimääräiset nykypituudet numerojärjestyksessä 1-4 ovat tällä hetkellä 408, 371, 379 ja 407 cm. Taimilajien 1 ja 2 ero, joka alussa oli 2,4 cm, näyttää kasvaneen yli 15-kertaiseksi. Kokonaispituudessaan männyn 1M+1M- taimet sekä 1M- taimet ylittävät vertailutaimina käytettyjen 2A- ja 1M+1A- taimien pituudet viisitoista vuotta istutuksen jälkeen noin 10 prosenttiyksiköllä.

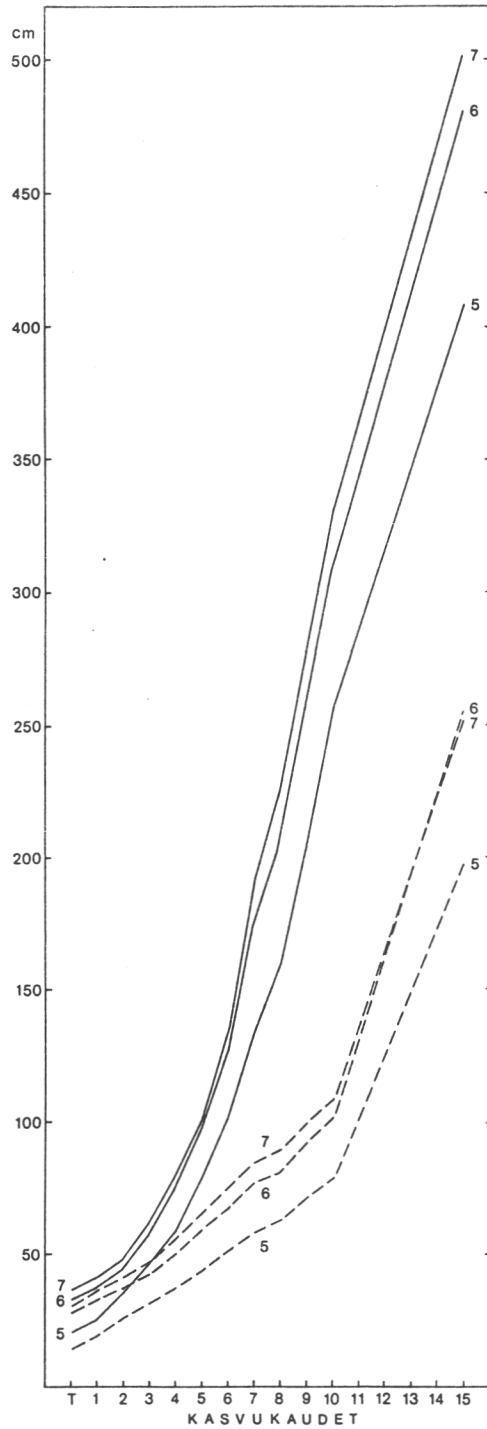
Kuitenkin vaihtelu koealoilla on siksi laajaa, että suurelta tuntuva tämänhetkinen pituusero (37 cm) taimilajien 1 ja 2 välillä on merkitsevä vain 10 %:n riskillä. Vertailun 4-2 osalta on merkitsevyys tätäkin löyhempi. Tosin ero 1-2 viisi vuotta aikaisemmin suoritettussa mittauksessa todettiin merkitseväksi jopa 1 %:n tasolla.

Eri taimilajit ovat siis pituuskehitykseltään olleet miltei tasaväkisiä. Enteellisiä voivat kylläkin olla kuvaajien nousujyrkkyydessä havaittavat pienet erot. Siemenalkuperien erilaisuuden takia ei ehkä kuitenkaan ole oikeutettua tämän kokeen avulla ratkaista männyn taimilajien keskinäistä paremmuutta myöskään pituuskehityksen osalta. Vain eräs johtopäätös näyttää varmalta: - Koko taimitarhavaiheensa pelkäänsä muovihuoneen suojassa kasvaneet männyn taimet ovat kokeen olosuhteissa selvinneet myös pituuskehityksen osalta

ainakin yhtä hyvin kuin käytännössä yleisesti käytetyt ja luotetut avomaa- ja muovihuone/avomaataimet.



Kuva 9. Männyn eri taimilajien kokonaispituuden kehitys 15 kasvukauden ajalta koealoilla A ja B keskimääärin. Taimilajimerkinnät samat kuin kuvassa 7.



Kuva 10. Kuusen eri taimilajien kokonaispituuden kehitys 15 vuoden ajalta aukealla koealalla C (ehyt viiva) ja verhopuustokoealalla D (katkoviiva). Taimilajimerkinnot kuten kuvassa 8.

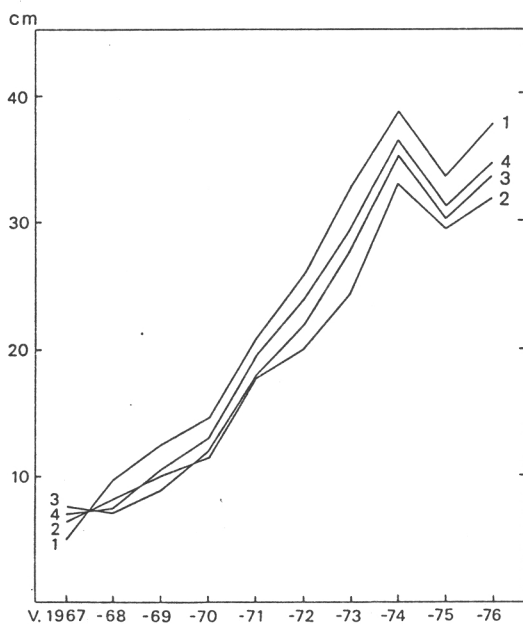
K u u s e n t a i m e t

Kuvasta 10 nähdään, että myös kuusentaimilla on istutushetken suuremmuus merkinnyt taimitarhalla (T) saavutetun etumatkan säilymistä ja lisääntymistä ainakin viidentoista vuoden ikään saakka. Tämä ilmenee sekä aukean C-koealan että verhopuustokoealan D tuloksissa. Edellisellä koealalla ovat taimien nykyiset keskipituudet taimilajien numerojärjestyksessä (5-7) 408, 481 ja 501 cm. Se 16 cm:n ero, joka on taimitarhapituudessa todettavissa taimilajien 7 ja 5 välillä, on kokeen kestoaikana lisääntynyt C-koealalla vajaaseen metriin ja D-koealallakin yli puoleen metriin. Kuvaajien kaltevuuserot viittaavat siihen, että nämä erot ovat jopa hitaasti kasvamassa. Lähtötason yleinen alemmuus D-koealalla johtuu siitä, että taimet tällä koealalla ovat kauttaaltaan tulleet istutetuiksi n. 5 cm syvemmälle kuin C-koealalla. Molemmilla koealoilla ovat pituuserot pisimmän taimilajin (C:llä 7 ja D:llä 6) ja lyhimmäksi jääneen (5) välillä merkitseviä 10 %:n riskillä. Koealalla D erotus 7-5 on merkitsevä jopa yhden prosentin riskitasolla.

Koealalla C, joka kasvaa mutamaalla, havaittiin viimeisen inventoinnin yhteydessä myös kuusen tuomiruosteesta aiheutuvia latvahäiriöitä yleisesti. Niiden esiintymisrunsauksessa oli selviä eroja eri taimilajien välillä. Yleisimmin niitä esiintyi 1M+1M- taimilla (61 %:ssa tapauksia). Vähemmän esiintyi häiriöitä 1M+2A- taimilla (47 %) ja vähiten kokonaan avomaalla kasvatetuilla 2A+2A- taimilla (39 %).

313. Vuotuisen pituuskasvun vaihtelut

Mielenkiintoista on edelleen tarkastella, miten muovihuoneen suojassa koko taimitarhavaiheensa kasvaneet taimet ovat kestäneet itse istutustapahtuman shokkivaikutukset verrattuina avomaalla jo ennen istutusta karaistuihin taimilajeihin. Tähän vertailuun antavat mahdollisuuden kuvat 11 ja 12 taimien kymmenen ensimmäisen kenttäkasvukauden ajalta.



Kuva 11. Männyn eri taimilajien vuotuisen pituuskasvun vaihtelut kymmenen vuoden ajalta istutuksen jälkeen koealoilla A ja B. Kuvaajat esittävät koealojen keskiarvoja. Taimilajimerkinnät kuten kuvassa 7.

M ä n n y n t a i m e t

Yksivuotisten muovihuonetaimien jo aikaisemmin havaittu vuodesta toiseen jatkunut pitemmyys muihin taimilajeihin nähden (kuva 9, kuvaaja 1) saa perustelunsa kuvasta 11. Tämä taimilaji, 1M- taimi on jo toisesta kenttäkasvukaudestaan lähtien lisännyt pituuttaan joka vuosi hieman enemmän kuin muut (kuvaaja 1).

Merkittävää kuitenkin on, että ensimmäisenä kasvukautena istutuksen jälkeen (1967) on tällä taimilajilla istutusshokki

ollut hyvin voimakas. Keskimääräinen kasvu on tällöin jäänyt kaikkien muiden taimilajien kasvua selvästi heikommaksi, tuskin viittä senttiä ylittäväksi. Toipuminen on kuitenkin tapahtunut rajusti heti tämän jälkeen ja jo toisen kasvukauden alusta lähtien on 1M- taimilajin kuvaaja noussut pitkälti toisten yläpuolelle lähes kolmen kasvukauden ajaksi.

Toinen pelkästään muovihuoneessa koko taimitarhavaiheensa kasvanut taimilaji 1M+1M- taimi (kuvaaja 4) on ensimmäisenä kenttäkasvukautenaan ollut edellistä hieman vahvempi, mutta jo toisena kasvukautena jäänyt siitä jälkeen. Tämäkin taimilaji on kuitenkin kolmannelta kasvukaudelta alkaen jatkuvasti lisännyt pituuttaan nopeammin kuin ennen istutusta avomaalla karaistuneet 1M+1A ja 2A- taimet.

Yleisenä havaintona kasvun kehityksestä voidaan kuvasta lisäksi todeta, että ensimmäisen ja toisen kasvukauden aikana on lähes kaikilla taimilla pituus lisääntynyt vain n. 5-8 cm. Sen jälkeen on seurannut jatkuva kasvun paraneminen, joka on johtanut kymmenentenä maastokasvukautena latvakasvaimiin, joiden pituudet taimilajien numerojärjestyksessä 1-4 lueteltuina ovat 38, 32, 34 ja 35 cm.

Kuvasta 11 havaitaan lisäksi, että kuvaajissa ilmenee kaikilla taimilajeilla yhdenmukainen taantuma kasvunopeudessa vuoden 1975 kasvukaudella. Piirrettäessä sääkuvia (5 ja 6) kokeen koko keston ajalta tehtiin se mielenkiintoinen havainto, että vuoden 1974 erityisen alhainen lämpösumma näyttää edeltävän tätä taantumaa. Männyn osalta tämä ilmiö liittyykin hyvin aikaisempiin käsityksiin, joiden mukaan männyllä latvakasvaimen pituus on riippuvainen edellisellä kasvukaudella varastoituneen vararavinnon runsaudesta (esim. LAITAKARI 1924).

Myös tästä muutosvaiheesta ovat kokonaan muovihuoneessa kehittyneet taimilajit 1 ja 4 selvinneet yhtä hyvin kuin avomaalla karaistut kokeen toiset taimilajit. Ne näyttävät siten omanneen kokeen alkuvaiheista seurantakauden loppuun saakka maaston olosuhteiden vaihteluihin riittävän mukautumiskyvyn.

K u u s e n t a i m e t

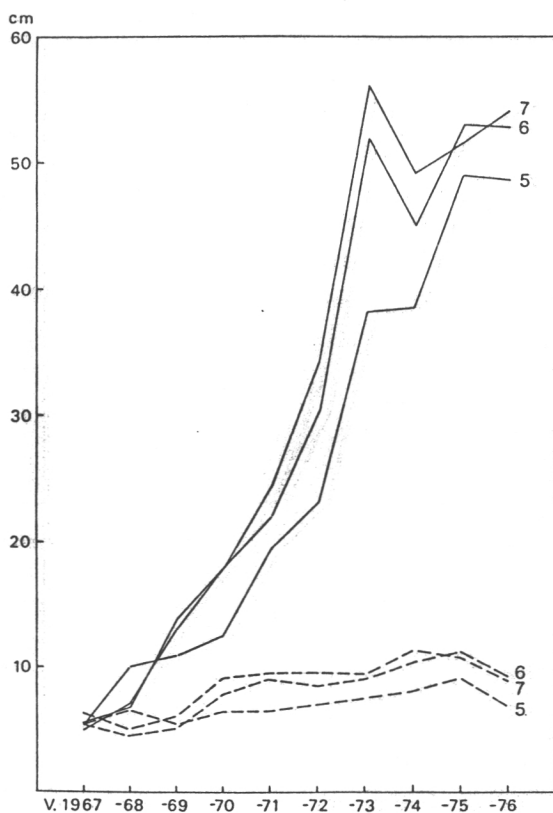
Vertailtaessa kuvan 12 avulla kuusen eri taimilajien kasvunopeuksia koealoilla C ja D on ensinnä selvästi havaittavissa verhopuuston pituuskehitystä heikentävä vaikutus koealalla D. Vain ensimmäisen vuoden kasvusaavutukset tällä koealalla ovat samanveroiset kuin aukealla C-koealalla, jopa niitä hieman paremmatkin taimilajien 6 ja 7 osalta. Tämän jälkeen kasvu D-koealalla hidastuu, eniten suurikokoisina istutetuilla 4-vuotiailla taimilla. Vasta neljännen kasvukauden aikana alkavat taimet D-koealalla hitaasti toipua. Samanaikaisesti C-koealan 6- ja 7-taimet kehittävät kasvunsa D-koealalla mitattua monin verroin nopeammaksi ilman mitään havaittavaa juromiskautta (vrt. OSARA 1952).

Kokonaan muovihuoneen suojassa kasvatetut 1M+1M- taimet (5) ovat molemmilla koealoilla kasvaneet kahtena ensimmäisenä vuotena jopa niin hyvin, että ne ensimmäisenä kesänä ovat olleet täysin toisten taimilajien veroisia ja toisena selvästi jo voittaneet ne, samaan tapaan kuin männyn 1M- taimet mäntykoealoilla. Sen sijaan, että tämä paremmuus mäntykoealoilla osoittautui pysyväksi, jäivät kuusen muovihuonetaimet myöhempinä kasvukausina avomaataimia niukasti, mutta jatkuvasti heikommiksi.

Tämä ilmiö voi kuitenkin C-koealan yhdeksän ensimmäisen kasvukauden aikana olla näennäinen. Jos piirroksessa nimittäin otettaisiin huomioon taimien ikä kylvöstä lukien, siirtyisivät vanhimpien taimilajien kuvaajat koordinaatistossa yhden ja 2A+ 2A- taimilla kaksi vuosiväliä oikealle päin taimilajiin 5 nähden. Tällöin näkyisi, että kysymys ei olekaan pelkästään nuorempien taimien jälkeenjääneisyydestä, vaan osaksi myös ajankohdasta, jona tietty pituus saavutetaan. Samassa iässä kylvöstä lukien taimet olisivat lähes saman mittaisia.

Kymmenentenä kasvukautena istutuksen jälkeen yltävät aukealla C-koealalla eri taimilajit numerojärjestyksessä 5-7 lueteltuina vuosikasvainten keskipituuksiin 48,6, 52,8 ja 54,3 cm. Verhopuuston peittämällä D-koealalla samat luvut o-

vat vain 6,8, 9,0 ja 8,9 cm. Verhopuuston alla kasvaessaan ei taimisto vielä kymmenessäkään vuodessa ole selvinnyt juomisvaiheestaan. Erot kookkaina istutettujen taimilajien 6 ja 7 (taimitarhapituudet 33 ja 36 cm) ja vain 20-senttisinä istutettaviksi joutuneiden 5-taimien välillä eivät ole suuret, C-koealallakin vain 4-5 cm ja D-koealalla 2-3 cm vuodessa. Ne ovat kuitenkin vuodesta toiseen niin pysyvät, että niiden vaikutuksesta kokonaispituudet 15 kasvukauden kuluttua eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi.



Kuva 12. Kuusen eri taimilajien vuotuisen pituuskasvun vaihtelut Hartolan koealoilla kymmeneltä vuodelta istutuksen jälkeen. Ehyet viivat esittävät kasvua aukealla C-koealalla ja katkoviivat verhopuustokoealalla D. Taimimerkinnot kuten kuvassa 8.

Siitä, miten haitallinen vaikutus verhopuustolla on koealan D kasvulle ollut, voidaan saada suuripiirteinen kuva, vaikka kasvun vaihteluita ei viimeisten viiden vuoden ajalta ole vuositain mitattukaan. Kuvasta 10 nähdään, että kuusentaimien kokonaispituudessa tällä koealalla on kymmenennen kasvukauden jälkeen tapahtunut selvä muutos. Taimilajit 5-7 ovat tällöin suoritettun verhopuuston poiston jälkeen lisänneet pituuttaan viiden vuoden aikana 118, 154 ja 143 cm. Laskettaessa tästä keskimääräisten vuosiversojen pituudet saadaan mainituille taimilajeille luvut n. 23, 30 ja 31 cm. Ne ovat lähes kolme kertaa suuremmat kuin samojen taimien vuotuinen kasvu verhopuuston alla.

314. Vertailut rankaindeksiä käyttäen

3141. Rankaindeksin käsite ja käyttöalue

Metsänviljelyn menestymisen tai epäonnistumisen kuvaamiselle olisi eduksi, jos työn tuloksellisuus voitaisiin jo viljelmien taimivaiheessa esittää yhdellä ainoalla tunnuksella, joka yhtäaikaaisesti ottaisi huomioon molemmat tärkeimmät osatekijät, taimien eloonjäännin ja pituuskehityksen. Tähän tarkoitukseen kirjoittajat ovat jo 1960-luvun lopulta alkaen ehdottaneet otettavaksi käyttöön ns. rankaindeksiä (HUURI 1968 ja 1970, RAULO 1976), joka saadaan kertomalla kunakin ajankohtana elossa olevien taimien keskipituus taimien eloonjääntisadanneksella. Tämä tunnus antaa eräänlaisen teoreettisen keskipituuden jokaista i s t u t e t t u a tainta kohti inventoinnin hetkellä ja kuvaa istutustyön tulosta luotettavasti pysyteltäessä tiettyjen tiheysrajojen välisellä alueella. Näistä rajoista ylempi määräytyy sen runkotiheyden mukaan, jota pidetään suurimpana toivottavana kasvatettavan taimiston tiheytenä kussakin ikävaiheessa ja alaraja harvimman, vielä kehitettäväksi kelvollisen taimiston tiheyden mukaisesti. Onhan ymmärrettävää, että esim. hajakylvöstä syntyneen yliti-

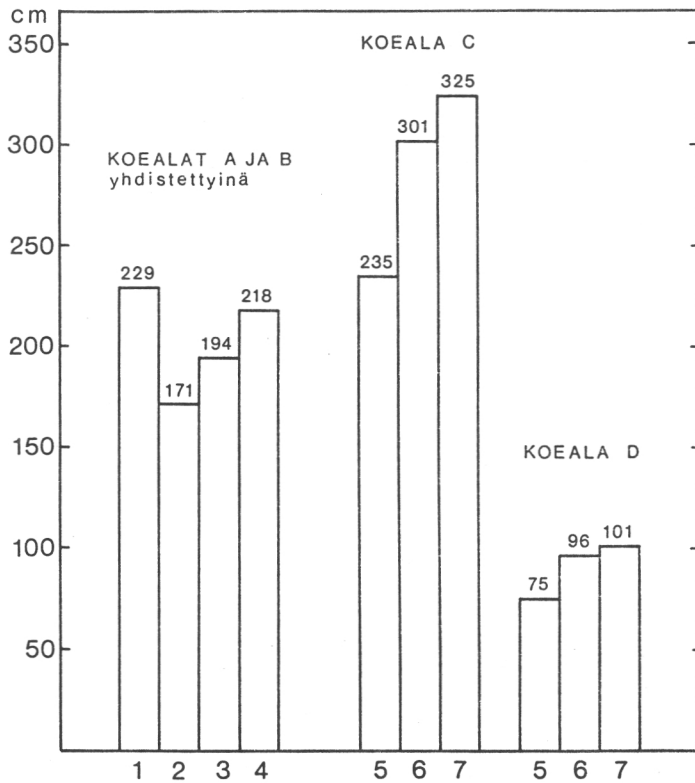
heän taimiston runkoluvusta huomattava osa on "tarpeetonta" tiheyttä. Toisaalta taimiston harventuessa esim. kuolleisuuden takia niin harvaksi, ettei sitä enää kannata sellaiseen kasvatusta, ei sen jäljellejääneiden runkojen suurella-kaan pituudella enää ole merkitystä. Jos kuolleisuus ylittää 40 % eikä luontaisista taimista saada täydennystä, joudutaan tällaiseen tilanteeseen. Tiheyden yläraja taas tulee harvoin kysymykseen istutetussa taimistossa.

Pääosa ainakin Etelä-Suomeen perustetuista männyn istutustaimistoista sijoittuu kuitenkin kaikissa ikävaiheissaan näiden kahden rajan välialueelle ja tällöin rankaindeksi kuvaa luotettavasti ja suoraviivaisesti istutuksen tuloksellisuutta. Koska tilanne myös käsillä olevassa tutkimuksessa on tällainen, voidaan erilaisten taimien maastokelpoisuutta seuraavassa vertailla myös niiden rankaindeksejä käyttäen.

3142. Männyn ja kuusen rankaindeksit 10 vuotta istutuksen jälkeen

Kuva 13 esittää männyn ja kuusen taimien rankaindeksejä sellaisina kuin ne Hartolan koealoilla syksyllä 1976 eri-ikäisinä istutetuilla ja siis inventointihetkelläkin kylvöstä luki-eri-ikäisillä taimilla esiintyivät. Tämä onkin tavanmukainen tilanne suoritettaessa tulosvertailuja istutuksiin käytettyjen eri taimilajien välillä.

M ä n n y n t a i m i s t a ovat tälläkin tavalla suoritetussa vertailussa parhaiten selvinneet koko taimitarhaviheensä pelkästään muovihuoneessa kasvatetut 1M ja 1M+1M- taimet. Kuva 13 esittääkin eri taimilajien väliset erot hyvin samantapaisina kuin millaisina ne jo kuvista 7 ja 9 on voitu hahmottaa. Erot ovat jyrkentyneet, mikäli molemmat osatekijät, eloonjäntti ja kokonaispituus ovat vaikuttaneet samaan suuntaan kuten on asian laita taimilajien 3 ja 2 kohdalla. Erot taimilajien 4 ja 1 välillä ovat taas lieventyneet siitä syystä, että kymmenennen kasvukauden päättyessä molemmat osatekijät ovat vaikuttaneet eri suuntiin.



Kuva 13. Männyn ja kuusen eri taimilajien rankaindeksit Hartolan koealoilla kymmenen vuotta istutuksen jälkeen.

Taimilajien numerot:

1 = Mä 1M
 2 = Mä 2A
 3 = Mä 1M+1A
 4 = Mä 1M+1M

5 = Ku 1M+1M
 6 = Ku 1M+2A
 7 = Ku 2A+2A

Myös kuusen taimia tällä tavoin vertailtaessa keskittyvät tulokset hyvin samantapaisiksi kuin mihin jo kuvien 8 ja 10 perusteella päädyttiin. Koska eloonjääntitulokset kaikilla taimilajeilla olivat hyvin yhdenmukaiset, vaikuttaa rankaindeksitulokseen tällä kertaa eniten kokonaispituus. Molemmilla koealoilla C ja D on parhaiten selvinnyt kokonaan avomaalla kasvatettu 2A+2A- taimilaji (7), johon käytännönkin

istutuksissa on vanhastaan totuttu luottamaan. Vuotta nuorempi 1M+2A- taimi on kuitenkin sitä vain vähän heikompi. Nuorimpina ja hennoimpina istutetut kaksivuotiaat muovihuone/muovihuonetaimet jäävät näin lasketussa vertailussa edellämainittuja selvästi heikommiksi.

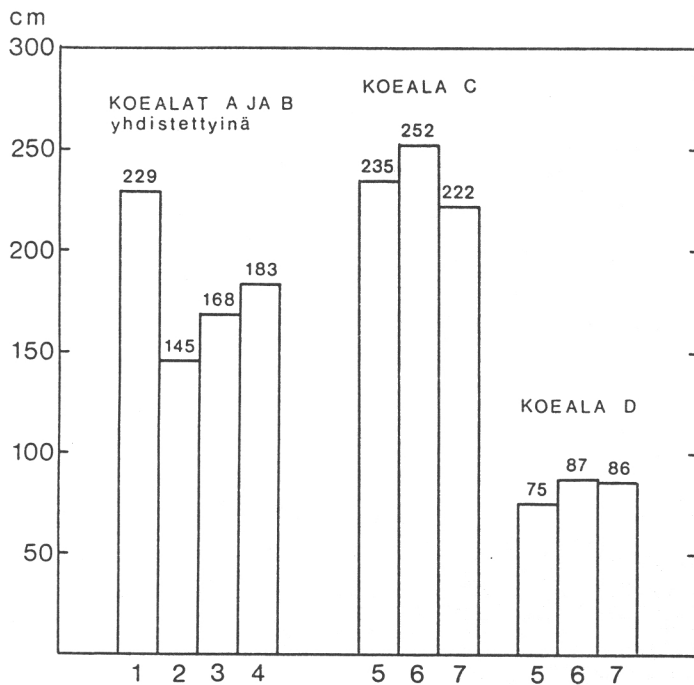
3143. Rankaindeksit männyllä 11 ja kuusella 12 vuotta kylvön jälkeen

On kuitenkin mielenkiintoista tarkastella eri taimilajien suhdetta myös siinä tapauksessa, että ne on laskennallisesti palautettu samanikäisiksi kylvöstä lukien. Tällainen vertailu antaa mahdollisuuden jakaa taimien kasvatuksesta ja istutuksesta syntyneet kustannukset kylvöstä alkaen rankaindeksiyksiköille ja siten päästä tasapuoliseen taloudellisuudenkin vertailuun eri tavoin kasvatettujen taimilajien välillä. Täten laadittu kuva 14 näyttääkin tilanteen tutkittujen taimilajien välillä jonkin verran toisenlaisena kuin äskeinen kuva 13.

M ä n n y n t a i m i e n joukossa nousee nyt aikaisempaa selvemmin esiin nuorimpana istutettu 1M-taimi (1), jonka nopea kasvuvauhtiin pääseminen, hyvä eloonjäänti ja nuori ikä nostavat tämän kokeen olosuhteissa tuloksellisimmaksi männyn- taimilajiksi. Tutkimuksen toiset männyntaimilajit säilyttävät äskeisen järjestyksensä. Muovihuoneessa läpi taimitarhavaiheensa kasvanut 1M+1M- taimi (4) pysyttelee vertailussa edelleen avomaataimia hiukan parempana. Tosin sen etumatka tällä tavoin laskettaessa pienenee koulinnassa "menetetyn" yhden vuoden takia.

K u u s e n t a i m i e n osalta nähdään kuvasta 14, että suhteet eri taimilajien välillä ovat tätä laskutapaa käyttäen yllättävässä määrin muuttuneet ja tasoittuneet. Sekä avoimella istutusalalla C että etenkin verhopuuston alla koealalla D ovat kaikki kokeillut kuusentaimilajit antaneet lähes samantapaiset rankaindeksitulokset. Vanhimpina ja kook-

kaimpina istutettujen 4-vuotiaiden taimien (7) saavuttama etumatka, joka kuvassa 13 näyttää niin selvältä, onkin siis vain taimien iästä johtuva näennäinen voitto, joka ei kestä enää nuorempien taimien saavuttaessa saman iän ja kasvuvaiheen. Jo pa taimitarhalla puoliksi muovihuoneessa ja puoliksi avomaalla kasvatetut 1M+2A- taimet (6) ovat tällä tavoin suoritettussa vertailussa nelivuotiaina istutettuja hieman parempia. Myös kaksivuotiaina istutetut 1M+1M- taimet (5) ovat aukean C-koealan olosuhteissa hieman suuremmasta kuolleisuudesta huolimatta hyvän kasvunsa ansiosta sivuuttaneet nelivuotiaina istutetut. Verhoppuuston alla on 1M+1M-taimien (5) kasvu kuitenkin kärsinyt siksi paljon, että niiden eloonjäänti ei ole voinut täysin korjata tästä aiheutuvaa jälkeenjääneisyyttä.



Kuva 14. Eri taimilajien rankaindeksit männyllä 11 vuotta ja kuusella 12 vuotta kylvön jälkeen. Taimimerkinnät kuten kuvassa 13.

Taloudellisia vertailuja varten voisi myös ajatella rankaindeksikäsitettä kehitettäväksi jakamalla tietyn inventointikerran rankaindeksi taimen syntymästä saakka tähän ajankohtaan lasketuilla ikävuosilla. Saatua keskimääräistä, vuotuista rankaindeksiä voitaisiin sitten rasittaa tuloksen saavuttamisen vaatimilla kuluilla myös taimitarhavaihe mukaan lukien. Näin voitaisiin päästä vertailuun myös sellaisten puulajien, esim. kuusen, männyn ja koivun, kesken, joiden kasvunopeudet ovat erilaiset ja jotka myös saavuttavat vakiintuneen taimikon asteen eri ikäisinä. Tällä tavalla kuvan 14 pohjalta laskien olisivat mäntykoealojen A ja B keskimääräiset vuotuiset rankaindeksit taimilajijärjestyksessä 1-4 lueteltuina: 20,5, 12,1, 14,0 ja 15,3 cm. Kuusikoealalla C ne olisivat järjestyksessä 5-7 lueteltuina 18,1, 19,4 ja 15,9 cm sekä kuusikoealalla D samassa järjestyksessä 5,8, 6,7 ja 6,1 cm.

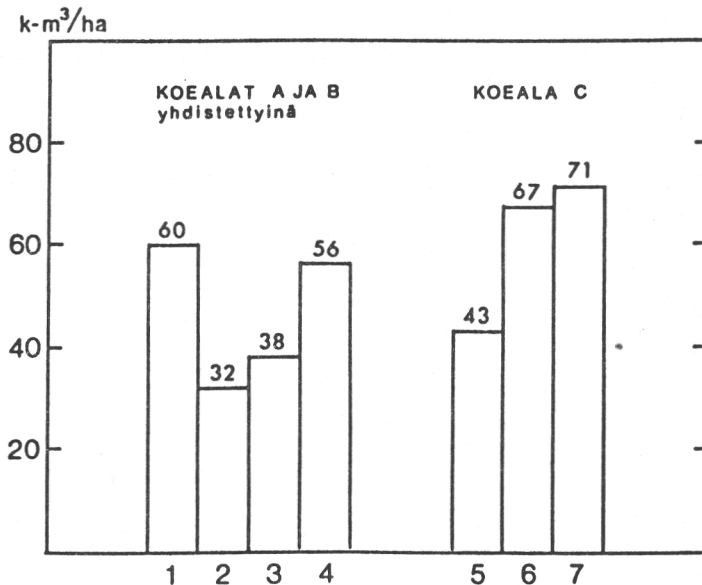
315. Vertailut kuutiomääriä käyttäen

Kolmella (A, B ja C) Hartolan neljästä koealasta oli puusto ennättänyt viidessätoista vuodessa jo saavuttaa siksi suureen koon, että myös runkotilavuuteen perustuvat vertailut ovat mielekkäitä. Kuutiomäärä on summatunnus, kuten rankasumman kautta johdettu rankaindeksikin osaksi on. Kuvia 13 ja 15 toisiinsa vertaamalla onkin mielenkiintoista tarkastella, onko nuorissakin taimikoissa jo mitattavissa olevalla rankaindeksillä ennustearvoa pohdittaessa viljelymetsikön myöhempiä kuutiokehitystä.

M ä n n y n t a i m e t

Kuvan 15 pylväistä 1-4 nähdään, että pelkästään muovihuoneessa kasvatetut 1M- ja 1M+1M taimet ovat myös kuutiokasvussaan olleet selvästi nopeampia kuin kilpailijansa avoma- ja muovihuone/avomaataimet. Pylväsryhmä on muodoltaan samantapainen kuin rankaindeksiäkin esittävässä kuvassa 13, joskin e-

rot muovihuonetaimien hyväksi ovat nyt hieman jyrkemmät. Syynä on se, että muovihuonetaimilla suuremman pituuden lisäksi on ollut myös suurempi rinnankorkeusläpimitta kuin taimilajeilla 2 ja 3. Taimilajien 1 ja 4 runkotilavuus hehtaaria kohden laskettuna onkin noussut merkittävästi korkeaksi ottaen huomioon karun VT-maaperän ja metsikön kohtalaisen nuoren iän, 15 vuotta istutuksesta.



Kuva 15. Männyn ja kuusen eri taimilajien viidessätoista vuodessa saavuttamat hehtaarikuutiot mäntykoealoilla A ja B sekä aukealla kuusikoealalla C.

Taimimerkinnät kuten kuvassa 13.

K u u s e n t a i m e t

Kuusen osalta voitiin kuutioida vain aukealle uudistusosalalle perustettu koeala C, koska D-koealalla verhopuusto ja hiesuinen kasvualusta olivat hidastaneet taimiston kehitystä niin paljon, että taimista osa ei pituudessaan saavuttanut rinnankorkeutta ja toisella osalla läpimitat olivat merkityksettömän pieniä.

Kun jälleen verrataan keskenään kuvien 13 ja 15 pylväsryhmiä koealan C osalta, nähdään, että taimilajien keskinäinen järjestys on molemmissa sama. Vain taimilajin 2A+2A (7) kohdalla läpimitan kehitys taimilajiin 1M+2A (6) nähden näyttää olevan hidastumassa. Selvästi jäämässä jälkeen tavanmukaisista taimilajeista on kokonaan muovihuoneessa kasvatettu 1M+1M- taimi (5). Sen latvustaso on liukumassa alaspäin koealan ruudukossa ja viimeisen inventoinnin yhteydessä tällä taimilajilla todettiin myös kuusen tuomiruosteen aiheuttamat latvahäiriöt yleisimmiksi.

Eräs mielenkiintoinen seikka voidaan lisäksi havaita kuvia 13 ja 15 vertailemalla. Edellisessä kuvassa ylittää kuusen C-koealan rankaindeksitulos männyn A- ja B- koealoilla saavutetun selvästi. Kuuset ovat olleet rungoiltaan pitempiä kuin männyt ja viimeisessä inventoinnissa ne olivat myös rinnankorkeudelta yleisesti järeämpiä kuin mäntykokeiden taimet. Kuitenkin nähdään kuvasta 15, että mäntykoealojen kuutiomäärät eivät jää paljoakaan jälkeen kuusikoealoilla saavutetuista.

Koska mäntykokeiden maaperä on lisäksi paljon karumpaa kuin kuusikokeiden, voi ero johtua vain suuresta tiheyserosta näiden koealojen välillä. Mäntykokeet istutettiin käyttämällä 12 500 rungon hehtaaritiheyttä ja kuusikokeet vain n. 4 500 rungon hehtaaritiheyteen. Kun kuolleisuus kaikilla koealoilla on ollut vähäinen, vaikuttavat tiheyserot edelleenkin ja nostavat mäntykokeiden kuutiotuotoksen miltei kuusikokeessa saavutetun veroiseksi.

32. Pyhäselän koe

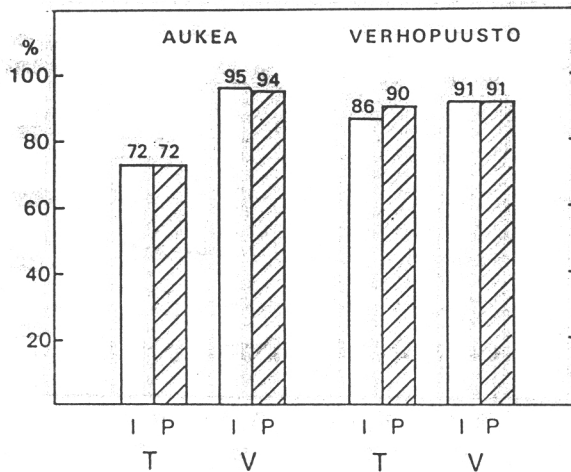
Tästä n. 6000 tainta käsittävästä kokeesta on käytettävissä yhdeksän kasvukautta istutuksen jälkeen mitatut tulokset. Tällöin selvitettiin taimien eloonjääntisadannes, kokonaispituus ja viimeisen vuosikasvaimen pituus. Tulokset esitetään kolmessa kuvassa, 16, 17 ja 18.

Koska samat kokeet tehtiin sekä aukeiksi paljastetuilla koeruuduilla että leppäverhopuuston alla, on kuvat jaettu kahteen rinnakkaiseen osaan, joista vasemmanpuoleisessa esitetään mitatun tunnuksen kehittyminen aukeissa olosuhteissa ja oikeanpuoleisessa verhopuuston alla. Varsinainen tutkittava kuusen taimilaji, muovihuoneesta muovihuoneeseen koulittu 1M+1M- taimi, on merkitty kuvissa tunnuksella "T" (=tutkittava) ja sen vertailutaimi, kuusen istutuksissa tavanmukaisesti käytetty avomaa/avomaa -taimi, 2A+2A, tunnuksella "V" (=vertailu). Kummastakin taimilajista kokeiltiin kahdenkokoisia taimia: isoja, joiden pituus oli vähintään 45 cm ja tunnus kuvissa "I" (=iso) sekä pituudeltaan välillä 30-45 cm olevia pieniä taimia, joiden tunnuksena käytetään kirjainta "P" (=pieni).

321. Eloonjäänti

Kuvasta 16 nähdään, että aukeiksi paljastetuilla koeruuduilla vertailutaimet (V) ovat selvinneet elossa erinomaisen hyvin. Toistojen keskimääräinen eloonjääntitulokseksi yltää 95 sadanekseen isoilla (I) taimilla ja pienilläkin (P) lähes samaan tasoon. Tutkittavat 1M+1M- taimet (T) ovat sen sijaan jääneet vain tyydyttävään, hieman yli 70 %:n eloonjääntitulokseen. Tälläkin taimilajilla ovat isot ja pienet taimet olleet miltei samantarvoisia. Huomattavaa kuitenkin on, että tässä tapauksessa pientenkin tainten pituus istutettaessa oli vähintään 30 cm ja ne olivat siten Hartolan vastaaviin taimiin verrattuina (pituus vain n. 20 cm) suorastaan kookkaita. Pelkkä pi-

tuus ei ehkä riitäkään pelastamaan taimia korkean pintakasvillisuuden painolta. Siinä suhteessa tärkeämpi ominaisuus lienee varren tanakkuus. Tämä johtopäätös voitaneen lukea T-taimien ja V-taimien tuloserosta aukealla alalla. Pintakasvillisuuden heikkous onkin todennäköisesti auttanut hentoja T-taimia saavuttamaan verhopuuston alla eloonjääntituloksen, joka on miltei yhtä hyvä kuin niitä varreltaan tanakammilla V-taimilla ja selvästi parempi T-taimien aukealla saavuttamaa. Myöskään verhopuuston alla ei eloonjäännissä ole syntynyt johdonmukaisia eroja pienikokoisina ja isokokoisina istutettujen taimien välille.

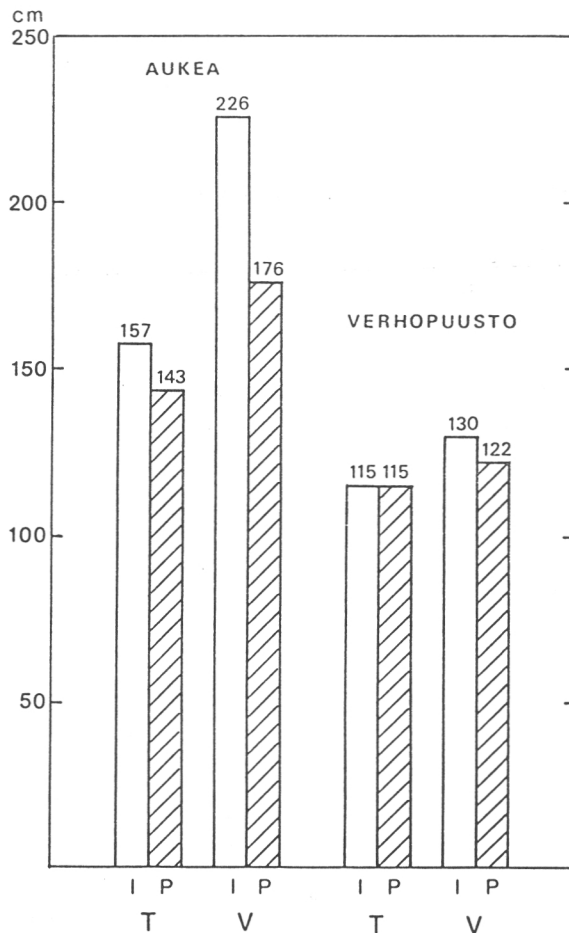


Kuva 16. Kuusentaimien eloonjääntitulokset Pyhäselän koealoilla yhdeksän kasvukautta istutuksen jälkeen.

T = tutkittava taimi, 1M+1M
V = vertailutaimi, 2A+2A
I = iso taimi, yli 45 cm
P = pieni taimi, 30-45 cm

322. Kokonaispituus

Taimien pituutta yhdeksän maastokasvukauden kuluttua istutuksesta esittää kuva 17. Siitä nähdään ensinnä, että leppäverhoppuusto on selvästi heikentänyt taimien pituuskehitystä aukeaan alaan nähden, joskaan ei aivan niin pahoin kuin Hartolan hieskoivikos-
sa tapahtui. Lepän varjostuksessa on V-taimien ja T-taimien vä-
lille kehittynyt vain vähäinen pituusero edellisten eduksi. Myös
näyttää isokokoisina istutettujen I-taimien etumatka T-taimiin
nähden supistuneen molemmilla taimilajeilla hyvin vähäiseksi,
jopa pienemmäksi kuin taimitarhapituuksien erot olivat.

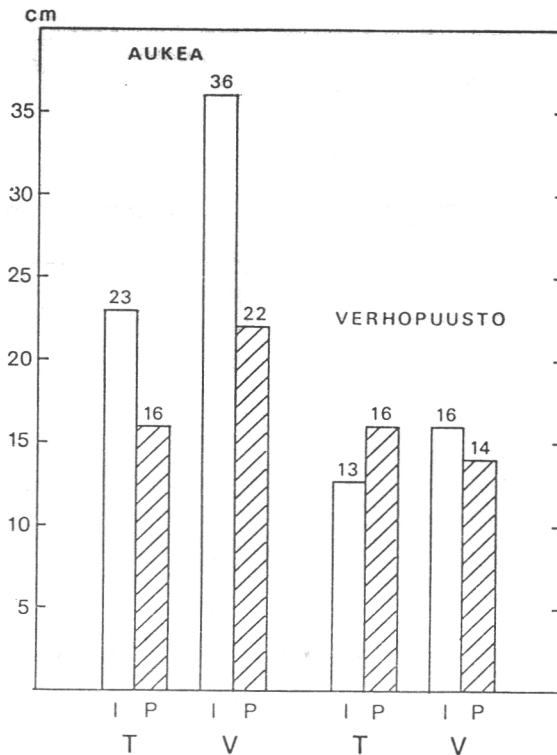


Kuva 17. Kuusentaimien keskipituudet Pyhäselän koealoilla yhdeksän kasvukutta istutuksen jälkeen.

Taimitunnukset kuten kuvassa 16.

Aukeilla koeruuduilla ovat taas kaikki erot eri käsittelyjen välillä kehittyneet erittäin selviksi. Vertailutaimet (V) ovat jättämässä jälkeensä T-taimet, joiden isokokoisina istutetut IT-tyyppit ovat saavuttaneet vain n. 70 % siitä pituudesta, mihin isot vertailutaimet, IV-tyyppin taimet ovat yltäneet. Pienikokoisina istutettujen P-taimien kohdalla on vastaava suhde (PV/PT) T-taimille hieman edullisempi, n. 80%. Aukean uudistusalan olosuhteissa ovat nelivuotisten V-taimien suurempi tanakkuus ja runsaammat vararavinteet kaksivuotisiin T-taimiin nähden antaneet edellisille selvän kehitysedun, vaikka T-taimet ovatkin istutettaessa pituudeltaan olleet niiden kanssa tasaväkisiä. Tätä olettamusta tukee myös se, että isokokoisina istutetut I-taimet ovat jättäneet pienikokoisina istutetut P-taimet selvästi jälkeensä sekä T-taimien että V-taimien ryhmissä.

323. Viimeisen vuosikasvaimen pituus



Kuva 18. Viimeisten vuosikasvainten keskipituudet erilaisilla kuusentaimilla Pyhäselän koealoilla yhdeksäntenä kasvukautena istutuksen jälkeen. Taimitunnukset kuten kuvassa 16.

Kuvasta 17 ilmenneen suunnan jatkuminen varmistuu tarkasteltaessa kuvaa 18, joka esittää yhdeksännen maastokasvukauden aikana kehittyneen vuosiverson pituuksia eri käsittelyissä. Aukeiksi paljastetuilla ruuduilla ovat I-taimet edelleen lisäämässä pituusetumatkaansa ja V-taimet samoin etumatkaansa T-taimiin nähden. Erot ovat huomattavasti jyrkemmät kuin kokonaispituudessa. Verhopuustossa on pituuskehitys aukealla mitattua merkittävästi hitaampaa eikä V- ja T-taimien välillä ole nytkään johdonmukaisia eroja. Samoin on erojen vähäisyys I- ja P-taimien välillä todettavissa. Näyttää siis siltä, että yksinomaan muovihuoneen suojassa kasvatettujen kuusen 1M+1M- taimien menestys Pyhäselän kokeessa on ollut verhopuuston suojassa hyvä, mutta avomaalla vain tyydyttävä niin eloonjäännin kuin kasvunkin osalta.

4. TULOSTEN TARKASTELUA

41. Tutkimuksen kritiikkiä

Edellä on jo käynyt selville puutteita, jotka tätä vähäisin resurssein suoritettua pilottikoetta rasittavat. Täydellistä vertailukelpoisuutta ei eri taimilajien välillä voitu saavuttaa, koska taimia ei voitu kasvattaa samasta siemenerästä. Myös nostoissa ja välivarastoinnissa oli eroja samankin koealan taimilajien välillä.

Kaikissa suhteissa täydellisen kokeen järjestäminen olisikin vaatinut vähintään kaksi vuotta aikaisemmin laaditun suunnitelman, johon tässä pilottikokeessa ei ollut aikaa. Hyvin mielenkiintoisiin tuloksiin voitaisiin päästä, jos lähdettäisiin kappalemäärin lasketuista siemeneristä ja kirjattaisiin kasvukausien aikana tapahtuneet sekä eri lajitteluvaiheissa aiheutuneet taimihäviöt kasvatuksen alusta saakka. Näin saataisiin selvitetyksi, miten suuri osa kylvöksen taimista lopulta päättyy istutusalalle saakka eri hoitolinjojen

kautta. Äärimmäisinä vertailukäsittelyinä voitaisiin käyttää paikallisesta siemenestä avomaalla alusta loppuun kasvatettuja taimia tai suorastaan maastoon kylvettyjä taimia (KALLIO 1982). Muovihuone/avomaataimet eräänä vertailukäsittelynä taas osoittaisivat, mikä merkitys on taimitarhan olosuhteissa tapahtuneella yhden kasvukauden pituisella karaistumisvaiheella. Vastakohtaisuutta voitaisiin kärjistää käyttämällä eräänä koejäsenenä myös paikallista eteläisempää siemenalukupää. Myös tieto siitä, miten täydellinen on pölyyntyminen siemenen syntyvuotena ollut, voisi antaa pohjaa arvioille, jotka koskevat eri vuosina kerätyn männyn ja kuusen siemenen sopivuutta muovihuonekasvatukseen.

Nyt oli kuitenkin tyydyttävä suorittamaan koe vain käytäntöä mukaillen ja kohdistamaan myös kysymyksenasettelu sen selvittämiseen, missä määrin tulokset erosivat toisistaan käytettäessä kokeen hetkellä käytännön istutuksiin todellisuudessaakin tarjolla olevia vaihtoehtoisia taimilajeja ja missä määrin yksinomaan muovihuoneen suojassa kehittyneet taimet kykenivät täyttämään käytännön työssä vaadittavat kohtuulliset maastokelpoisuusnormit. Tutkimuksessa jäivät tästä syystä myös taimien hoitoa koskevat tiedot riittämättömiksi. Kokeen edustavuutta vähensivät lisäksi vuositoistojen vähäisyys sekä koealojen kirjava rakenne. Samoin jäivät alueelliset toistot vähälukuisiksi.

42. Eräs täydentävä koe

Tässä suhteessa voidaan kuitenkin saada täydennystä eräästä Metsänjalostussäätiön Haapastensyrjän maastoon lokakuussa 1965 perustamasta, järjestelyltään tehokkaalta vaikuttavasta kokeesta. Siitä on käytettävissä valitettavasti vain ensimmäisen kasvukauden kevät- ja syysmittauksen tulokset (TYYSTJARVI 1967). Kokeessa tutkittiin tavanmukaisten männyn 1M+1M- taimien soveltuvuutta metsänviljelyyn. Koe käsitti 800 männyn ja 600 kuusen tainta, edelliset neljänä ja jälkimmäiset kolmena 100 taimen toistona. Taimitarhapituudet

olivat molemmilla kuusentaimilajeilla n. 30 cm, siis suunnilleen Pyhäselän kokeen pienempien taimien luokkaa. Männyn muovihuone/muovihuonetaimien pituus oli istutettaessa n. 17 cm ja muovihuone/avomaataimien n. 14 cm. Molemmat olivat siis Hartolan kokeissa käytettyjä männyn taimia huomattavasti kookkaampia.

Ensimmäisen istutusta seuranneen kasvukauden päättyessä ei millään taimilajilla eloonjäätisadannes ollut 98 % pienempi. Männyn ja kuusen vertailutaimet olivat lisänneet pituuttaan 6,5 ja 5,5 cm ja männyn sekä kuusen 1M+1M-taimet enemmän, 8,0 ja 7,2 cm. Vastaavat tyvipaksuudet olivat vertailutaimilla 4,4 ja 4,9 mm ja muovihuone/muovihuonetaimilla 4,7 ja 3,8. Männyllä olivat siis 1M+1M-taimet paksumpia, mutta kuusilla ohuempia kuin metsänviljelyssä tavanmukaisesti käytetyt taimet (HUURI ym. 1970). Erot muovihuone/muovihuonetaimien hyväksi olivat pituudessa +40 ja +30 % sekä paksuudessa samassa järjestyksessä +10 % ja -10 %. Tyystjärvi päättelee, että "muovihuoneessa voidaan saada parempia männyn taimia kuin avomaalla, mutta kuusen taimien metsänviljelykelpoisuudelle ei kenties ole merkitystä sillä, kasvatetaanko taimet avomaalla vai muovihuoneessa".

Samassa yhteydessä Tyystjärvi kuitenkin kiinnittää huomiota myös niihin latvahäiriöihin, joihin männyn taimien kouluminen muovihuoneeseen varhain keväällä voi johtaa. Aikaisin muovihuoneeseen koulitut männyn taimet käyvät yhdessä kasvukaudessa läpi useita kasvuvaiheita ja muodostavat joka kerta päätesilmut. Silmujen avautuminen voi tällöin alkaa sivusilmuista ja latvasilmu joko puhkeaa myöhemmin tai jää kokonaan kehittymättä. Kylvökesänä ja myöhäisissä koulunnoissa ei kuitenkaan tällaisia häiriöitä muovihuoneessa männyn taimilla esiinny (TYYSTJARVI 1967).

Tällaisesta muovihuoneen luonnottomien olosuhteiden männyn taimille aiheuttamasta haitasta ei Hartolan mäntykokeissa kuitenkaan huomattu merkkejä taimien valintavaiheessa (kuva 3) eikä niiden myöhemmän kehityksen aikana. Taimista kehittyi yk-

sirankaisia suoria puita (kuva 1). Tyystjärvi ei myöskään mainitse tällaisia havaintoja tehdyn Haapastensyrjän istutuskokeen mittauksissa. Todennäköistä onkin, että nämä muotoviat pian häviävät maastossa taimien "löytäessä latvansa" luonnonmukaisissa olosuhteissa.

43. Muovihuonetaimien kuivuudenkestävyys

Myös erään toisen, taimien metsänviljelyarvoon vaikuttavan tekijän osalta Tyystjärven koe vahvistaa Hartolassa saatuja myönteisiä tuloksia. Ruohomaisuudesta huolimatta ovat männyn muovihuone- ja muovihuone/muovihuonetaimet myös Haapastensyrjässä kestäneet hyvin niitä uudistusosalalla rasittavaa haihtumista. Ensimmäinen kenttäkasvukausi on tässä suhteessa luonnollisesti vaikein ja juuri tämän ratkaisevan kehitysvaiheen Haapastensyrjän koe hyvin kattaa. Niin Hartolan kuin Haapastensyrjänkin eloonjääntisadannes on ensimmäisen kenttäkasvukauden päättyessä hyvin lähellä sataa prosenttia. Hartolan kokeiden jatkuessa pysyy eloonjääntisadannes yhtä korkeana vielä toisena ja kolmantenakin kasvukautena. Tarkasteltaessa näiden vuosien heinäkuun loppuun mennessä kertynyttä sadesummaa (kuva 6) nähdään, että se on 30 vuoden keskiarvoa jopa alempi. Poikkeuksellisen suotuisat olosuhteet eivät siis voine olla selityksenä taimien menestymiselle, vaan niiden oma, normaalioloihinkin riittävä mukautumiskyky ja elinvoima. Myös taimien juuristot näyttävät pystyneen selviytymään tehtävistään heti alusta alkaen.

Myöskin kuusen muovihuone/muovihuonetaimista voidaan tehdä samansuuntaiset havainnot niin Hartolan kuin Haapastensyrjänkin kokeiden osalta. Kuusen eloonjääntisadannekset Hartolassa ensimmäisten kasvukausien ajalta ovat aivan yhtä korkeat kuin männyn taimillakin olivat. Kuitenkin myös kuusikoealojen pinta-alasta puolet oli aukeata uudistusalaa, jolla verhopuuston varjostus tai tuulia hillitsevä vaikutus ei suojannut taimia haihdunnalta.

44. Muovihuonetaimien kylmänkestävyys

Eräs muovihuoneissa idätettyihin taimiin kohdistuva epäily tutkimukseen lähdetessä oli, että niin suotuisissa olosuhteissa kasvunsa alkaneista taimista eivät kaikki mahdollisesti selviäisikään ilmastollisista ääritilanteista, jotka niitä maastossa myöhemmin voisivat kohdata. Tätä seikkaa koskeva tieto on erityisen kiinnostava siitäkin syystä, että 1970-luvun puolivälistä alkaen on Suomessa perustettu hyvin runsaasti viljelymänniköitä käyttäen vajaan kasvukauden ikäisiä yksinomaan muovihuoneen suojassa turveruukuissa tai paperikenoissa idätettyjä paakkutaimia.

Tämäntyyppisten nuorten männyn taimien kylmänkestävyyttä laboratorio-olosuhteissa kokeillessaan oli RUMMUKAINEN (1968) todennut sen olevan "ansaritaimilla" tuntuvasti heikomman kuin avomaataimilla. Kylmänarkuus säilyi taimilla vielä vuoden sen jälkeenkin kun muovihuoneen suoja oli poistettu. Myös käytännön metsänviljelijät huomioivat tämän vaaran kehoittamalla suorittamaan istutukset muovihuonetaimilla vasta sellaisena ajankohtana, jona keväthallojen vaara on jo ohitettu (Metsätuhot... 1980).

Tarkasteltaessa tässä valossa männyn 1M- ja 1M+1M-taimien kehitystä Hartolan koealoilla voidaan kuvien 7, 9 ja 11 avulla todeta, että mitään hälyyttäviä merkkejä ei ole havaittavissa. Muovihuonetaimet ovat jatkaneet kasvuaan yhtä tasaisesti ja samansuuntaisesti kuin perinteellisesti luotettavina pidetyt avomaa- ja muovihuone/avomaataimetkin. Mäntykokeen viidentoista kasvuvuoden aikana ovat taimet todennäköisesti jo ennättäneet törmätä Suomen sääolojen tavallisiin ääritapauksiinkin niin kesien kuin talvienkin osalta. Jos tuhoisia vaikutuksia olisi esiintynyt, ne olisivat myös ennättäneet näkyä kehityskuvaajissa. Koska taimien läjitteluperusteet koetta varten olivat täysin tavanmukaiset, voidaan päätellä pelkästään muovihuoneessa kasvatettujen taimien valtaosaltaan omaavan maaston olosuhteisiin riittävän mukautumiskyvyn ja siis myös käytäntöön riittävän metsänviljelyarvon.

Mielenkiintoista olisi kuitenkin myös selvittää perusteellisella kokeella, miten kestäviä ovat yksinomaan muovihuoneessa kasvatetut männyn taimet nimenomaan Suomen pohjoisemmissa omissa, joissa olosuhde-erot muovihuoneen ja maaston välillä ovat jyrkemmät. Tällainen koe voisi antaa lisävarmuutta myös suojakylvömenetelmän käytölle pohjoisissa olosuhteissa.

Pelätty paleltumisvaara on kuitenkin suurin nimenomaan kuusen muovihuonetaimilla, koska kuusen taimet ovat muutenkin tunnetut alttiudestaan hallavaurioille erityisesti Etelä-Suomen oloissa. Kokeissa, joita RUMMUKAINEN (1968) suoritti 1- ja 2-vuotisilla kuusen muovihuonetaimilla, paleltuivat nämä jo 4-5 tunnin pituisessa $-4,5^{\circ}$ kylmävarastoinnissa, kun taas avomaataimet kestivät kylmää 2-3 tuntia pitempään toipumiskykynsä vielä säilyttäen.

Hartolan kokeen 15-vuotisen seurannan aikana on koealojen kohdalle sattunut useita hallakesiä, kuten esim. vuosina 1968, -71, -75 ja -80. Mikäli pelkästään muovihuoneen suojassa kehittyneistä taimista osa olisi ollut huomattavasti arempia hallalle kuin vertailutaimet keskimäärin, täytyisi hallavuosien latvaversojen pituudessa kuvassa 12 näkyä avomaataimiin nähden suurempia eroja kuin muina vuosina. Kova yökylmyys turmelee kuusen hallanarat latvakasvaimet yleensä niin pahoin, että sen vuoden pituuskasvu miltei kokonaan mitätöityy (esim. HUURI 1980). Tarkasteltaessa tässä mielessä lähemmin kuvaa 12 nähdään taimilajin 1M+1M kuvaajan (5) kulkevan kahden ensimmäisen kasvukauden hyvän alun jälkeen tasaisesti alempana kuin vertailutaimien. Koska vuotuisten latvaversojen pituudet pysyttelevät kuitenkin melko hyvällä tasolla eikä äkkimutkia alaspäin esiinny, täytynee olettaa kasvun jälkeenjääneisyyden 1M+1M- taimilla johtuvan muista vakiintuneemmin vaikuttavista syistä kuin hallavaurioista.

Itse asiassa kuvaajien nousujyrkkyys onkin miltei sama 5-taimilla kuin 6- ja 7-taimillakin. Koska 5-taimet taas ovat kylvöstä laskettaessa 6-taimia vuotta ja 7-taimia kaksi vuotta nuorempia, olisi 5-taimien kuvaajaa 12 siirrettävä edellis-

sä tapauksessa 2 vuosiväliä vasemmalle, jotta tasapuolinen vertailu syntyisi. Tällöin tehtäisiin sama havainto kuin kylvöhetkestä laskettuja rankaindeksejä kuvan 14 avulla tarkasteltaessa: 1M+1M- taimet eivät aukealla koealalla olekaan kasvaneet pituutta vertailutaimia merkittävästi heikommin. Ne saavuttavat tietyn kasvuvauhdin ja pituuden todellisissa ikävuosissa laskien samanaikaisesti, joskin tämä tapahtuu teknisistä syistä myöhemmänä ajankohtana.

45. Muovihuonetaimien taudinkestävyys

Eräs niistä epäilyistä, jotka kohdistuivat taimien muovihuonekasvatukseen oli se, että niissä taimet kehittyvät idätyksestä alkaen olosuhteissa, joissa tuhosienien itiötartunta on rajoitettu avomaakasvatuksessa esiintyvää huomattavasti vähäisemmäksi. Näin kehittyvät istutuskokoon sellaisetkin taimet, joiden vastustuskyky kentän olosuhteissa osoittautuu riittämättömäksi. Tällaista tartuntavaaran erilaisuutta muovihuoneessa ja avomaalla eivät metsäpatologian asiantuntijat kuitenkaan pidä lainkaan mahdollisena (KALLIO ym. 1982). Tuhosienien itiöt kykenevät kyllä leviämään täydellä teholla myös muovihuoneeseen esim. tuuletuksen yhteydessä.

Mikäli muovin antama suoja kuitenkin jättäisi maastoon siirrettävän taimimateriaalin joukkoon runsaasti sellaisia yksilöitä, jotka ovat tuhosienitartunnalle hyvin herkkiä, pitäisi tuhosienien vaikutuksen nimenomaan niiden joukossa myöhemmin tulla näkyviin tavallista runsaampana kuolleisuutena ja taimien muotovikoina. Näitä tulisi siten myös nyt esiteltävän tutkimuksen kaikilla koealoilla ilmetä selvästi yleisemmin muovihuonetaimien kuin vertailutaimien joukossa.

Kun tässä valossa tarkastellaan taimien eloonjääntisadanneksia kuvista 7, 8 ja 16, havaitaan, että tämänsuuntaisia merkittäviä eroja ei kokeiden keston, viidentoista (Hartola) ja

yhdeksän (Pyhäselkä) vuoden aikana todellakaan ole kehittynyt. Nimenomaan verhopuuston varjostamalla koealoilla Hartolassa ja Pyhäselässä sekä Hartolan mäntykoealoilla, joissa pintakasvillisuuden aiheuttamat tuhot ovat olleet vähäisiä, mutta itiötartunnan mahdollisuus yhtä suuri kuin aukeillakin aloilla, ei muovihuonetaimien ja vertailutaimien eloonjääntituloksissa ole todettavissa minkäänlaisia eroja vertailutaimien eduksi.

46. Muovihuonetaimet ja pintakasvillisuus

Molempien paikkakuntien aukeilla kuusikoealoilla erot vertailutaimien hyväksi sen sijaan ovat selvemmät. Hartolassa on muovihuonetaimien (5) eloonjäänti alentunut viidessätoista vuodessa 91,5 %:iin ja Pyhäselässä yhdeksässä vuodessa 72 %:iin, molemmissa tapauksissa selvästi alle vertailutaimien saavuttaman tason. Koska nyt tutkittavien taimien ja vertailutaimien erot ovat jyrkkiä ainoastaan aukeilla koealoilla, on todennäköistä, että niihin ei ole syynä taimien vastustuskyvyn heikkous, vaan aukeiden olosuhteiden erikoishaitta, rehevä pintakasvillisuus. Se on rasittanut nuoremmassa kehitysvaiheessa olevia ja siksi hennompia - vaikkakin pitkävartisia - muovihuonetaimia enemmän kuin iältään vanhempia ja tanakkuudeltaan vahvempia vertailutaimia.

Taimen tanakkuuden tärkeys korostuu luonnollisesti viljavilla, kuuselle sopivilla kasvupaikoilla. Tämän tutkimuksen mäntykoealoilla selvisivät hentovartisetkin männyntaimet hyvin, osittain maaperän karuuden takia ja osaksi siitä syystä, että jokasyksyiset mittaukset auttoivat niitä. Mitä viljavampi uudistusala on sitä tärkeämpi on varren tanakkuus myös männylle (HUURI ym. 1970, KINNUNEN 1977). Käsitystä taimitarhataimen koon merkityksestä viljelytulokselle vahvistavat myös eräät toiset, pääasiassa männyn paakkutaimia koskevat tutkimukset. Niissä viljelytulos on ollut täysin hyväksyttävä, jopa erinomainen, mikäli on käytetty suurikokoisia paakkutaimia, mutta samoissa olosuhteissa sel-

västi heikompi, mikäli taimet ovat olleet vain muutaman kauden ikäisiä alkeistaimia (HUURI 1966, LEIKOLA ja HUURI 1974). Nuoria ja pieniä muovihuone-paakkutaimia kohdanneet epäonnistumiset voivatkin monissa tapauksissa yksinkertaisesti johtua siitä, että taimet on pyritty viemään metsään liian nuorina, hentovartisina ja pienikokoisina heinittyneen uudistusalan niille ylivoimaisiin olosuhteisiin (esim. METSAMUURONEN ym. 1978).

47. Tutkimuksen päätulos

Nyt esiteltujen kokeiden perusteella näyttää siis siltä, että muovihuoneessa idätetyt ja sen jälkeen koko taimitarhavaiheensa sen suojassa kasvaneet männyn ja kuusen taimet selviävät maaston olosuhteissa männyn osalta hyvin ja kuusenkin osalta tyydyttävästi. Tämä taas osoittaa, että avomaasatoa monin verroin suurempi muovihuoneidätyksellä saatava taimisato ei merkittävässä määrässä koostu sellaisista yksilöistä, jotka maastoon siirrettyinä eivät geneettisistä syistä kykene siellä elämään, vaan tuhoutuvat luonnon ankarissa olosuhteissa. Muovihuonetaimet näyttävät kykenevän korjaamaan luonnon loivasti vaihtelevissa ja suojatuissakin olosuhteissa myös monia muovihuonekasvatuksen niille aiheuttamia tilapäisiä heikkouksia, jotka kovemmissa laboratorio-olosuhteissa koituvat taimille tuhoisiksi. Edellytyksenä maastossa selviämislle kuitenkin on, että taimet omaavat pintakasvillisuuden voittamiseksi tarpeellisen koon ja tanakkuuden ja että liiallinen tehokasvatus ei ole suistanut niiden elintoimintoja raiteiltaan.

Silloin tällöin muovihuonetaimille sattuneet laajat tuhot niin maastossa kuin taimitarhoillakin (KALLIO 1978) ovat viime vuosina nostaneet kritiikkiä itse "muovihuone-kasvaturvelinjaa" vastaan. Tässä keskustelussa on ajoittain noussut esiin ajatus hylätä kokonaan tämä kasvatusnäkemys ja siirtyä takaisin aikaisempaan, varmempana pidettyyn, mutta kalliimpaan avomaakasvatukseen sekä kompostilannoitukseen. Tilanteeseen ovat osaltaan johtaneet liiallinen kasvatustiheys, joka on tärkeä suuren tai-

misaannon takia sekä niin tehokas lannoitus, että se on vahingoittanut taimia liian suurilla lannoitemäärillä ja myös lannoitepitoisuuksien väärillä suhteilla (RAITIO ja RANTALA 1977, HÄNNINEN 1980 sekä RAITIO ja RIKALA 1981).

Käynnissä olevalle keskustelulle merkitsee esitetty koesarja siten erästä havaintoa ja tiedustelutulosta etsittäessä taimien tehokasvatuksessa sitä rajaa, jonka takana epäonnistumisen riskit nousevat liian suuriksi. Ne lannoitus- ja suojausmenetelmät, jotka olivat käytössä koesarjan perustamisaikana, eivät näytä vielä ylittäneen tätä vaarallista rajaa. "Muovi-huone itsessään ei ole hyvä tai huono apuväline, sitä vain voidaan käyttää hyvin tai huonosti" (RIKALA 1982).

Tuloksia sovellettaessa on kuitenkin muistettava eräs kokeita perustettaessa vielä vaikuttanut tekijä. Aikana, jolloin vasta äskettäin oli siirrytty käyttämään taimikasvatuksen uusia mahdollisuuksia, oli taimitarhojen aikaisempi "kompostointi-kausi" vanhoine, perinteellisine taimitarhamaan ja taimien hoitotapoineen vielä lähellä (MIKOLA 1957a ja b, RIKALA 1978). Siitä on voinut seurata, että uusista menetelmistä johtuvat haittatekijät eivät olleet ennättäneet akkumuloitua taimitarhoille niin suuressa määrin kuin nykyisin on tapahtunut.

48. Tutkimuksen eräs sivutulos

Vertaillaessa eri taimilajien kuutiotuotoksia todettiin niiden olevan männyn parhailla taimilajeilla, muovihuonetaimilla hyvin lähellä kuusen parhaiden muovihuonetaimien C-koealalla antamaa tuotosta. Suhde oli tämä siitäkkin huolimatta, että männykoealojen hiekkainen VT-maaperä oli kasvupaikkana huomattavasti karumpi kuin kuusikoealan hiesu-mutamaa.

Tämä johtui erilaisista istutustiheyksistä. Mäntykoealat kasvoivat n. 12 000 rungon ja kuusikoealat n. 4 500 rungon hehtaaritiheydessä. Näissä olosuhteissa ilmeni tosin myös selvä ja tuotoseroille päinvastainen ero rinnankorkeusläpimitoissa kuusen hyväksi. Tältä korkeudelta kuuden senttimetrin vahvuisten tai sitä paksumpien runkojen osuus oli kuusilla 92 %, kun se männyillä oli 27 %. Koealoja jatkuvasti seuraamalla voidaan nähdä, miten tuotoserot kehittyvät myöhemminä vuosina ja kuinka männyistä heikoimmat pystyvät näin suuressa tiheydessä kasvamaan käyttökelpoisiin mittoihin. Samalla saadaan käsitys siitä, miten istutusmännikön suuri varhaistiheys vaikuttaa runkojen tekniseen laatuun. Tässä tarkoituksessa onkin Hartolan koealat merkitty muovipaaluin ja ne pidetään edelleen harventamattomina myöhempiä mittauksia varten.

Työ jakautuu tekijöiden kesken siten, että Olavi Huuri on selostanut lähdekirjallisuuden ja laatinut käsikirjoituksen eri vaiheet Jyrki Raulon kanssa neuvotellen. Raulo on antanut laajojen kokeittensa tulokset käytettäväksi ja hänellä on myös ollut tilaisuus tarkastaa lopullinen käsikirjoitus sekä viimeistellä se. Olli Virta on osallistunut Hartolan kokeiden perustamiseen ja niiden mittausaineiston käsittelyyn, suorittanut tutkimuksen tilastolliset testaukset sekä tämän julkaisun kuvien puhtaaksi piirtämisen. Pentti Tyystjärven koetulokset on hänen ulkomaanmatkansa takia referoitu hänen julkaisuistaan.

Professorit Tauno Kallio ja Erkki Lähde sekä metsänhoitajat Usko Leskinen, Risto Rikala ja Mauno Uusitalo ovat lukeneet käsikirjoituksen, jonka Lähde on hyväksynyt julkaistavaksi. Itä-Hämeen ja Pohjois-Karjalan piirimetsälautakunnat ovat avustaneet kokeiden perustamisessa. Lukuisat henkilöt ovat osallistuneet istutustyöhön sekä kokeiden mittaukseen. Rouvat Liisa Salmi ja Leena Huuri ovat suorittaneet käsikirjoituksen puhtaaksikirjoitustyön, jälkimmäinen puhtaaksikirjoituksen offset-monistusta varten.

Tekijät tahtovat kohdistaa kaikille työssä auttaneille sydämellisen kiitoksensa.

KIRJALLISUUS

- BERGMAN, F. & LESKINEN, U. 1963. Plantproduktion under plast. Skogen 50(11,12):216-219, 245-246, 250.
- BUKŠTYNOV, A. & VASILJEV, G. 1965. Vyrastšivaniye posadotšnogo materiala v teplitsah iz sintetitšeskih plenok. [Taimimateriaalin kasvattaminen muovihuoneessa.] Lesn. Hoz. (4):28-31. Ru.
- FAULKNER, R. 1958. Investigations into intensive methods of rising conifer seedlings. Emp. For. Rev. 37(1):85-95.
- HEIKINHEIMO, O. 1940. Metsäpuiden taimien kasvatus taimitarhassa. Deutsches Referat: Versuche in Baumschulen. Commun. Inst. For. Fenn. 29.1:1-97.
- HULTÉN, H. 1970. Systemlösningar vid plantproduktion i plastväxthus. Teoksessa: Nordiskt skogsbruk av i dag. XII Nordiska Skogskongressen 22-26.6.1970. Nordiska Skogsunionen. Helsinki. s. 34-43.
- HUURI, O. 1966. Turveruokku männynistutuksen apukeinona. Suom. Puutalous 48(11):357-358, 361-362, 372.
- " - 1968. Männyn syysistutuksen kokeilu yhteisvoimin II. Metsälehti 1968(42):6.
- " - 1970. Istutuksen suoritustavan vaikutus männyn ja kuusen alkukehitykseen. Lisensiaattityö. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 129 s.
- " - 1980. Juurten hienofosfaattikäsittelyn vaikutus männyn ja kuusen istutustaimien alkukehitykseen kivennäismaila. Summary: Effect of milled rock phosphate root coating on the initial development of Scots pine and Norway spruce transplants on mineral soils. Folia For. 445:1-25.
- " - , KYTÖKORPI, K., LEIKOLA, M., RAULO, J. & RÄSÄNEN, P. 1970. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten I. Vuonna 1967 metsänviljelyyn käytettyjen taimien morfologiset ominaisuudet. Summary: Investigations on the basis for grading nursery stock I. The morphological characteristics of seedlings used for planting in the year 1967. Folia For. 82:1-20.

- HYVARINEN, E. 1975. Raakkimäärien vertailu taimityyppiluokituksessa ja vanhassa luokituksessa. Esitelmämoniste. Liite Siemen- ja Taimilautakunnan pöytäkirjaan 4.9. 1975. Metsähallitus. 4 s.
- HÄRDH, J. 1964. Metsäpuuntaimien hiilidioksidilannoituksesta. Summary: Carbon dioxide in raising of forest tree plants. Metsät. Aikak. 81(10):367-369.
- HANNINEN, P. 1980. Männyn koulintataimien kasvuerot ja niihin vaikuttaneet tekijät Suonenjoen taimitarhalla. Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 34:1-17.
- JERSOV, L. & PEREVERTAJLO, I. 1969. Vyraštšivanije sejantsev v domikah iz plenki v juznyh raionah dalnego vostoka. [Taimien muovihuonekasvatus Neuvostoliiton kaakkoisosissa.] Lesn. Hoz. (5):39-42. Ru.
- KALLIO, T. 1978. Metsätuhot. Teoksessa: Metsien kasvun kohottamisen rajat. Kansallis-Osake-Pankin taloudellinen katsaus. B-painos N:o 27:25-46.
- " - 1982. Suullinen tiedonanto.
- " - , KURKELA, T. & LILJA, S. 1982. Suullinen tiedonanto.
- KINNUNEN, K. 1977. Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä. Summary: The survival and initial development of plants in private forests in western Finland. Folia For. 318:1-25.
- KONDRATOVITŠ, I. 1972a. Temperaturnyi režim pod polietilenovymi ukrytijami. [Muovihuoneen lämpötalous.] Issl. po Lesn. Hoz. Pskov. 1972:429-436. Ru.
- " - , 1972b. Anatomitšeskiye osobennosti odnoletnih sejantsev, vyraštšennyh pod polietilenovymi ukrytijami. [Muovihuoneessa kasvatettujen yksivuotisten taimien anatomiset ominaisuudet.] Lesn. Ž. (4):22-25. Ru.
- Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Vuodet 1967-1981. Ilmatieteen laitos. Helsinki.
- LAITAKARI, E. 1920. Tutkimuksia sääsuhteiden vaikutuksesta männyn pituus- ja paksuuskasvuun. Referat: Untersuchungen über die Einwirkung der Witterungsverhältnisse auf den Längen- und Dickenwachstum der Kiefer. Acta For. Fenn. 17:1-53.

- LAITINEN, J. 1964. Männyn istutus turveruukuissa. Metsät. Aikak. 81(4):139-142, 144.
- LEHTO, J. & SIMOLINNA, J. 1966. Metsäpuiden taimien kasvattaminen. s. 93-99. Keskusmetsäseura Tapion julkaisuja. Helsinki. Kirjayhtymä.
- LEIKOLA, M. 1976. Taimitarhamaan lämpöolot muovihuoneessa ja avomaalla. Summary: Soil temperature conditions in plastic greenhouse and in open nursery. Folia For. 288:1-18.
- " - & HUURI, O. 1974. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runkotutkimuksesta vv. 1970-1973. Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja (11):1-31.
- " - & RAULO, J. 1973. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten III. Taimien morfologisten tunnusten muuttuminen kasvukauden aikana. Summary: Investigations on the basis for grading nursery stock III. Changes in morphological characteristics of nursery stock during the vegetation period. Folia For. 178:1-19.
- LESKINEN, U. 1963. Plastic greenhouses in tree breeding practice. FAO/Forgen 63/-5/7.
- " - 1966. Plasthus och torv i plantskolan. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 64(8):701-722.
- " - 1982. Suullinen tiedonanto.
- METSÄMUURONEN, M., KAILA, S. & RASANEN, P. 1978. Männyn paakku-taimien alkukehitys vuoden 1973 istutuksissa. Summary: First-year planting results with containerized Scots pine seedlings in 1973. Folia For. 349:1-36.
- Metsätuhot ja niiden torjunta. 1980. Tehdaspuu Oy. Offset-moniste. 48 s.
- MIKOLA, P. 1957a. Taimitarhojen nykyiset työmenetelmät. Summary: Nursery practice in Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 48.4:1-19.
- " - 1957b. Tutkimuksia taimitarhamaasta ja sen vaikutuksesta taimien kehitykseen. Summary: Studies on soil properties and seedling growth in Finnish forest nurseries. Commun. Inst. For. Fenn. 49.2:1-78.

- MIKOLA, P. 1969. Comparative Observations on the Nursery Technique in Different Parts of the World. Acta For. Fenn. 98:1-24.
- MORDAS, A. 1972. Opyt vyraštšivaniya sejantsev hvoinyh porod pod polietilenovoi plenkoi v Karelii. [Taimien kasvatuskokeita muovihuoneessa Karjalassa.] Trudy Petrozav. Lesn. optyn. stansii 2:200-221. Ru.
- NIIRANEN, J. 1969. Metsänviljelyyn tarjottavista taimityypeistä. Metsä ja Puu 86(4):8-9.
- OSARA, N. 1952. Eräs kuusen istutus. Summary: A spruce plantation. Commun. Inst. For. Fenn. 40.36:1-11.
- PEIN, E. 1953. Forstsahmen-Gewinnung und Forstpflanzen-Anzucht in den USA und in Deutschland. Hannover. M & H Schaper. 218 S.
- RAITIO, H. & Rantala, E-M. 1977. Männyn kasvuhäiriön makro- ja mikroskooppisia oireita. Summary: Macroscopic and microscopic symptoms of a growth disturbance in Scots pine. Commun. Inst. For. Fenn. 91.1:1-30.
- " - & RIKALA, R. 1981. Näkökohtia taimien ravinnetaloudesta ja lannoituksesta taimitarhalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 15:1-28.
- RAULO, J. 1976. Development of Betula pendula Roth progenies in Northern Lapland. Seloste: Rauduskoivujälkeläistöjen kehitys Pohjois-Lapissa. Commun. Inst. For. Fenn. 88.4:1-19.
- " - & HINTTALA, T. 1972. Taimilajien merkitsemisestä. Metsä ja Puu 89(5):31.
- RIKALA, R. 1978. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimitarhoilla. Tiedusteluun perustuva selvitys. Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 24:1-31.
- " - 1982. Suullinen tiedonanto.
- RUMMUKAINEN, U. 1968. Muovihuone- ja avomaataimien kylmänkestävyys. Metsät. Aikak. 85(4):138-141.
- " - 1970. Muovihuonetaimien herbisidinkestävydestä. Metsälehti 1970(4):6.
- SARVAS, R. 1965. Metsäpuiden kehityksen vuotuinen periodi. Suomalainen tiedeakatemia; esitelmät ja pöytäkirjat 1965:239-259.

- SIRÉN, G. 1966a. New techniques and reforestation practice. Ann. Bot. Fenn. 3:449-451.
- " - 1966b. Plantor växer i hus av plast. Skogen 53(6): 141, 158.
- " - 1969. Optimering av skogsträdsplantors tillväxtmiljö. Föryngringsfrågor i det mekaniserade skogsbruket. Sveriges Jägmästares och Forstmästares Riksförbund, Fortbildings AB:115-123. Stockholm.
- SMIRNOV, A. 1973. Vyraštšivaniye sejantsev beretsy karelskoi v teplitsah. [Visakoivun taimien kasvattaminen muovihuoneissa.] Lesn. Hoz. (1):42-43. Ru.
- TYYSTJÄRVI, P. 1966. Taimien kasvatus muovihuone-kasvuturvetekniikalla. Metsäkalenteri s. 177-183.
- " - 1967. Miten muovihuoneessa hyödettyt taimet soveltuvat metsänviljelyyn. Metsät. Aikak. 84(4):133-134.

TIIVISTELMÄ

Tähän kirjoitelmaan on koottu tulokset kolmesta erillisestä vuosina 1965, 1967 ja 1968 perustetusta istutuskokeesta, joilla on pyritty testaamaan yksinomaan muovihuoneessa kasvatettujen männyn ja kuusen taimien metsänviljelykelpoisuutta. Testattavina taimina, "muovihuonetaimina" tutkittiin männyn 1M- ja 1M+1M- taimia sekä kuusen 1M+1M- taimia. "Vertailutaimina" samoilla koealoilla käytettiin männyn 2A- ja 1M+1A- taimia ja kuusen 1M+2A- sekä 2A+1A- taimia.

Metsäntutkimuslaitoksen piirissä perustivat kokeita Olavi Huuri ja Olli Virta v. 1967 Hartolaan sekä Jyrki Raulo v. 1968 Pyhäselkään. Lisäksi on tarkasteltu Pentti Tyystjärven v. 1965 Läyliäisiin perustamaa erittäin tehokasta koetta, josta valittavasti on käytettävissä tulokset vain ensimmäisen maastokasvukauden ajalta. Pyhäselän kokeista on käytettävissä yhdeksän ensimmäisen kasvukauden tulokset ja Hartolasta tulokset viidentoista vuoden ajalta. Kokeet, joiden koealarakenne ja taimimäärät vaihtelevat paljon, käsittävät yhteensä 1 200 männyn ja n. 6 200 kuusen tainta.

Aineiston suuresta kirjavuudesta ja muista puutteista huolimatta on katsottu aiheelliseksi koota nyt esitetyt tulokset, koska mainitut kokeet ovat ainoat, jotka ovat käytettävissä tästä uudelleen ajankohtaiseksi nousseesta aiheesta.

Tärkeimmät havainnot olivat:

- Männyn muovihuonetaimet osoittautuivat täysin kehityskelpoisiksi maastonkin olosuhteissa. Sekä Läyliäisten että Hartolan kokeissa ne ylittivät vertailutaimien tulokset jo ensimmäisenä kasvukautena, joka muovihuoneesta siirretyille taimille aiheuttaa suurimman elinympäristön muutosrasituksen. Muovihuonetaimien ylivoimaisuus on Hartolan kokeissa jatkunut jo viidentoista vuoden ajan.
- Kuusen muovihuonetaimet menestyivät verhopuuston suojassa aivan yhtä hyvin kuin vertailutaimetkin. Muovihuonetaimien

heikkoudet tulivat esiin vasta aukeilla koeruuduilla. Pituu-
destaan huolimatta ei näiden taimien hento varsi nähtävästi
kestänyt voimakkaan pintakasvillisuuden painoa ja tulokset
näissä oloissa jäivät käytännön vaatimuksiin nähden korkein-
taan tyydyttäväksi.

- Muovihuonetaimet näyttivät pystyvän maastossa voittamaan
sellaisiakin muovihuoneen niille aiheuttamia tilapäisiä
heikkouksia, jotka kovemmissa laboratorio-olosuhteissa voi-
vat koitua niille tuhoisiksi, esim. kuivumis- ja paleltumis-
herkkyyden.
- Siitä huolimatta, että täimisato tietystä siemenmäärästä
on muovihuoneessa moninkertainen sille, mikä saadaan avomaa-
idätyksissä, eivät näin kehitetyt "ansaritaimet" siis osoit-
tautuneet avomaalla idätettyjä vertailutaimia ollenkaan hei-
kommiksi maaston olosuhteissa. Tämä osoittanee, että männyn
ja kuusen paikallisen siemenen perintötekijät miltei kaut-
taaltaan takaavat taimille elinkykyisyyden maastossa, vaikka
siemenen itämistarmo ei riittäisikään itämiseen ulkoilmaolo-
suhteissa.
- Mielenkiintoista olisi kuitenkin tutkia muovihuoneessa idä-
tettyjen männyntaimien luotettavuutta hyvin yksityiskohtai-
sella kokeella myös männyn luontaisen levinneisyysalueen ul-
korajoilla esim. Pohjois-Suomen vaikeissa olosuhteissa. Siel-
lä ovat jo pelkästään erot muovihuoneen ja maaston olosuhtei-
den välillä jyrkemmät kuin Etelä-Suomessa. Niin muovihuonei-
den kuin suojakylvömenetelmienkin käyttö hyvin pohjoisissa
olosuhteissa voisi saada paljon hyötyä tällaisen selvityksen
antamasta perustasta.
- Tutkimuksen eräänä sivutuloksena jouduttiin toteamaan, että
viljelytiheyden lisääminen suurentaa odottamattoman voimak-
kaasti istutusmännikön kuutiotuotosta. Jatkokehityksen seu-
raaminen tulee olemaan mielenkiintoista tutkimuksen pysyvä-
sti merkityillä ja jatkuvasti harventamattomina pidettävillä
koealoilla.

METSÄNHOIDON TUTKIMUSOSASTO

Tutkijaluettelo 1.1.1982 toimipaikoittain

HELSINKI

Lähde, Erkki, MMT, prof.
Raulo, Jyrki, FT, erikoistutkija
Etholén, Kullervo, MH
Linnilä, Kimmo, FK
Lyly, Olavi, MMK
Rummukainen, Ukko, MMM
Werren, Mark, B.Sc.(Hons.)For.

SUONENJOKI

Pelkonen, Paavo, MMT
Lappi, Juha, FK
Rikala, Risto, MH
Rossi, Pekka, MH

PARKANO

Laiho, Olavi, MMT
Kinnunen, Kaarlo, MML

MUHOS

Valtanen, Jukka, MML
Kubin, Eero, FL
Oikarinen, Matti, MH

ROVANIEMI

Norokorpi, Yrjö, MMT, erikois-
tutkija
Hänninen, Päivi, MH
Sepponen, Pentti, FL

JOENSUU

Parviainen, Jari, MMT

Sivulliset tutkijat

Helle, Timo, FK
Huuri, Olavi, MMT,
prof.h.c.
Jalkanen, Esko, MH
Kauppi, Pekka, MMK
Pohtila, Eljas, MMT
Smolander, Heikki, MMK
Vapaavuori, Elina, MMK

Rovaniemi

Helsinki
Helsinki
Helsinki
Rovaniemi
Suonenjoki
Suonenjoki

Kansikuvat: Hartolan mäntykoeala B (ylempi kuvapari) ja kuusikoeala C (alempi kuvapari)
valokuvattuina neljä ja viisitoista vuotta istutuksen jälkeen.