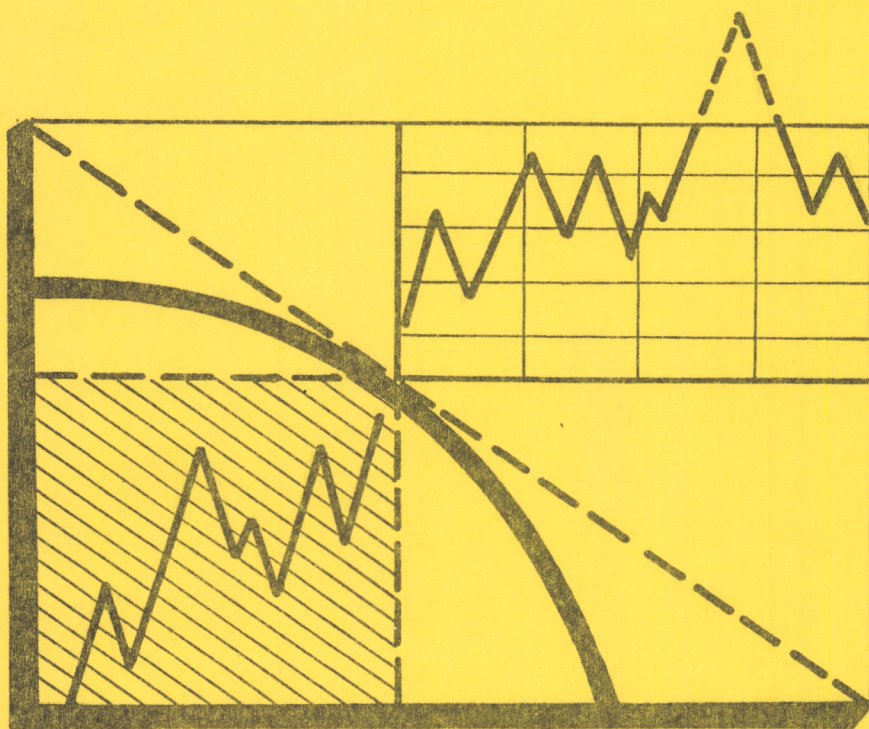


METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 18

LIIKETALOUDELLISEN METSÄEKONOMIAN
TUTKIMUSSUUNTA

ISSN 0358 - 4283



Teijo Virtanen

TAIMITARHAN TOIMINTAVAIHTOEHTO- JEN LIIKETALOUDELLINEN VALINTA CASE-TUTKIMUS

HELSINKI 1981

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa on käsitelty taimitarhan tuotevalintaa liiketaloudellisin perustein. Erityisenä tavoitteena on ollut laatia tuotantosunnitelmaehdotus Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen taimitarhalle vuosille 1980-1984. Menetelmänä on käytetty lineaarista optimointia. Työssä on maksimoitu taimitarhan katetuottoa olemassa olevien rajoitusten puitteissa. Lisäksi on tarkasteltu laskentakorkokannan valintaa ja sen vaikutusta tuloksiin.

Mallin mukaan edullisimmat taimilajit suunnittelukaudella olivat männyllä avomaalla kasvatettavat paljasjuuriset taimet (2A x 1A), kuusella muovihuoneesta avomaalle koulittavat taimet (1M + 2A) ja koivulla yksivuotiset lämmitettävästä muovihuoneesta avomaalle koulittavat taimet (1(Lk + A)). Taimituotannosta saatavaksi 5 %:n nimellisellä laskentakorkokannalla suunnittelukauden loppuun prolongoiduksi tulokseksi saatiin - 464 718 mk.

A L K U S A N A T

Tämä tutkimus on laadittu Metsäntutkimuslaitoksen metsäekonomian tutkimusosaston liiketaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnalla. Se on osa laajempaa taimitarhan ekonomiaa käsittelevää kokonaisuutta. Aiemmin on liiketaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnalla julkaistu tässä esillä olevasta osa-alueesta Olavi Laakkosen tutkimus "Taimitarhan toimintavaihtoehtojen valinnan liiketaloudellinen malli". Käsillä oleva tutkimus on käytännönläheisempi esitys, ns. case-tutkimus, samasta aihepiiristä.

Työn suorituksessa olen saanut arvokasta ohjausta professori Jouko Hämäläiseltä ja FK Olavi Laakkoselta, jotka ovat myös lukeneet käsikirjoituksen ja tehneet hyödyllisiä muutos- ja parannusehdotuksia. Käsikirjoituksen on lisäksi lukenut MMK Yrjö Sevola, jolta myös olen saanut hyödyllisiä parannusehdotuksia. Myös professori Erkki Lähde on tutustunut käsikirjoitukseen.

Aineistoa kerätessäni olen saanut merkittävää apua aluemetsänhoitaja Paavo Hokalta ja taimitarhanhoitaja Kyösti Konttiselta. Konekirjoituksesta on vastannut Kaija Westin.

Kiitän lämpimästi saamastani avusta kaikkia edellä mainittuja sekä nimeltä mainitsemattomia, jotka ovat edesauttaneet työni edistymistä.

Helsinki, syyskuussa 1981

Teijo Virtanen

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
1. JOHDANTO	1
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	3
21. Tuotantovaihtoehdot	3
22. Ennusteiden laadinta	5
23. Muut lähtötiedot	7
24. Laskentakorkokanta	10
25. Menetelmäkuvaus	11
3. MALLIN RATKAISU JA TULOKSET	16
31. Yleistä	16
32. Tuotanto- ja myyntisuunnitelma	16
33. Taimien kasvatuskustannukset ja taimis- ta saatavat tulot	21
34. Tuotannontekijät	24
35. Varjohinnat	26
36. Muunnetut aineistot	28
37. Laskentakorkokannan vaikutus tuloksiin	29
4. PÄÄTELMIÄ	31
5. YDISTELMÄ	33

1. JOHDANTO

Metsänuudistamisen vaihtoehtoisina menetelminä ovat joko luontainen uudistaminen tai metsänviljely. Vuonna 1977 oli viljelyllä uudistettu ala 117 477 ha. Tästä oli istutuksen osuus 90 616 ha eli noin 77 % (Metsätilastollinen vuosikirja 1977-1978). Istutuspinta-ala on laskenut jatkuvasti vuodesta 1971 lähtien, vaikka sen suhteellinen osuus (73-79 %) koko metsänviljelyalasta on pysynyt melko vakaana (Metsätilastollinen vuosikirja 1977-1978). Vuonna 1977 käytettiin metsänistutukseen, täydennysistutus mukaanlukien, noin 187,8 milj. tainta. Näistä 79 % oli mäntyä ja 16 % kuusta (Metsätilastollinen vuosikirja 1977-1978).

Taimet tuotetaan lähes poikkeuksetta keskustaimitarhoilla. Vuonna 1977 taimitarhojen kokonaispinta-ala oli 954,1 ha, josta suurin osa oli piirimetsälautakuntien, metsänhoitoyhdistysten ja metsänomistajien hallussa. Valtion omistuksessa on metsähallituksen taimitarhojen lisäksi Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen taimitarha, jonka kokonaispinta-ala on 11,7 ha (Suonenjoen taimitarhan toimintakertomus v. 1979). Suonenjoen taimitarhan tavoitteena on tavanomaisen taimituotannon lisäksi tutkimus- ja koetoiminnan avustaminen. Tämän johdosta sen taimivalikoima on runsaampi kuin tavallisella taimitarhalla.

Suuren taimivalikoiman omaavalla keskustaimitarhalla on eri taimilajien tuotantomääristä päättäminen ongelmallista. Tämän ongelman ratkaisussa voidaan käyttää hyväksi taimitarhan kustannuslaskentaa. Laakkonen (1978) on laatinut keskustaimitarhojen toimintavaihtoehtojen valintaa avustavan lineaarisen optimointimallin. Samaa aihetta on esimerkinomaisesti käsitellyt myös Kuokkanen (1971). Taimilajien eri tuotantoyhdistelmät ovat mallin vaihtoehtoja ja valinnan perusteena on käytetty tuotannon kannattavuutta.

Tämän työn tarkoituksena on ollut laatia esimerkinomaisesti Laakkosen (1978) esittämän mallin avulla tuotantosuunnitelmaehdotus Suonenjoen taimitarhalle. Tavoitteena on ollut valaista sen selvittämistä, mitä taimilajeja, millä menetelmillä ja kuinka paljon tuotetaan, jotta taimitarhan katetuotto olisi paras mahdollinen. Taimitarhan rajalliset resurssit, likviditeettivaatimukset, taimituotannon vähimmäismäärävaatimukset ja taimien enimmäiskysyntä on otettu rajoituksina huomioon. Tuloksena on saatu asetettujen rajoitusten puitteissa optimaalinen taimien tuotanto- ja myyntisuunnitelma Suonenjoen taimitarhalle vuosille 1980-1984.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

21. Tuotantovaihtoehdot

Taimitarhan tuotantovaihtoehtoina ovat eri tuotantomenetelmällä tuotettujen taimien vaihtelevien kasvatusmäärien erilaiset yhdistelmät. Tuotantovaihtoehtojen määrää rajoittavat käytännössä suunnittelukauden alussa taimitarhalla olevan taimivaraston koostumus, suunnittelukauden lopun taimivarastolle asetettavat vaatimukset sekä eri taimilajien kasvatusmahdollisuudet. Esimerkiksi suunnittelukauden ensimmäisenä vuotena ei ole mahdollista tuottaa männyn kaksivuotista 2A-tainta, ellei alkuvarastossa ole yhden vuoden kasvaneita männyn 1A-taimia. Samoin saatetaan joutua jättämään pois sellaisia taimilajeja, joita ei ole mahdollista tai mielekästä kasvattaa tarkasteltavalla taimitarhalla. Taimilajeja on kuvattu Laakkosen (1978) käyttämällä merkitsemistavalla, joka on selostettu liitteessä 1.

Malliin sisällytettävät taimilajit valittiin taimitarhanhoitajan kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta. Ne on esitetty taulukossa 1. Osa taimilajeista on puolivalmisteita, joita ei myydä, vaan niistä kasvatetaan edelleen myyntikelpoisia taimia. Eri taimilajien tuotantomenetelmät valittiin seuraavien, Suonenjoen taimitarhalla saatuihin kokemuksiin nojautuvien periaatteiden mukaisesti.

Taulukko 1. Suonenjoen taimitarhalla suunnittelukaudella kasvatettavat taimilajit

Männyn taimilajit	Kuusen taimilajit	Koivun taimilajit
1M	1M	1M
1A	1A	1M+1A
2A	2A	1(Lk+A)
1M+1A	1M+1A	
2Ax1Ar	1M+2A	
2Ax1A	2Ax1A	
1Mk	2Ax2A	
1Lk		

Mäntyä ja kuusta voidaan kylvää sekä avomaalle että muovihuoneisiin, koivua vain muovihuoneisiin. Koivua ei kylvetä avomaalle, koska se vaatii hyvät olosuhteet itämisaikanaan. Sirkkataimiasteella sattuva sade saattaa huuhtoa taimet penkeistä.

Mäntyä ja koivua voidaan kasvattaa myös kennoissa. Myös kuusen taimia olisi mahdollista kasvattaa kennoissa, mutta koska kennotaimet jäävät paljasjuurisia taimia pienemmiksi, on kuusen kennotaimia vaikea saada kaupaksi. Kuusen istutuspaikoilla on runsaampi aluskasvillisuus kuin männyn, joten istutettavien taimien tulisi olla riittävän suuria. Kuusen kennotaimien vähäisen kysynnän johdosta niitä ei kasvateta.

Avomaalla kasvatetaan taimia kaksi vuotta ennen koulintaa. Avomaalle kylvetyt taimet lopettavat toisena kasvuvuotenaan pituuskasvun noin heinäkuun puolivälissä. Täten loppukesänä ja syksynä on runsaasti aikaa koulia kyseiset taimet. Avomaalla kasvaneet taimet koulitaankin aina syksyisin. Muovihuoneessa kasvatetaan taimia ainoastaan yksi vuosi ennen koulintaa ja muovihuonetaimet kasvavat pidemmälle syksyyn. Jos ne koulittaisiin syksyllä, jouduttaisiin koulinta suorittamaan lyhyessä ajassa ja runsaalla työvoimalla. Tämän johdosta muovihuoneisiin kylvetyt taimet koulitaan keväisin. Mäntyä voidaan koulia avomaan lisäksi rulliin. Kuusta ei koulita rulliin, koska kuusen rullataimien juuristot jäävät pieniksi.

Keväällä koulittavia tai myytäviä taimia voidaan säilyttää talven yli joko kasvupaikallaan, kylmävarastossa tai valeistutuksessa. Männyn taimet eivät ole kestäneet hyvin kylmävarastointia, joten niitä ei varastoida näin. Samoin havupuiden valeistutuksesta on saatu huonoja kokemuksia, eikä sitä käytetä.

Taimia voidaan myydä sekä keväällä että syksyllä, tosin syksyisin kennotaimia lukuunottamatta vain pienehköjä määriä, koska syksyllä istutetut paljasjuuriset taimet eivät ole

menestyneet niin hyvin kuin keväällä istutetut. Esitetyt periaatteet eivät välttämättä sovi noudatettaviksi muilla keskustaimitarhoilla.

22. Ennusteiden laadinta

Suunnittelukautta 1980-1984 koskevat tiedot on ennustettu naiveilla menetelmillä (ks. esim. Törnqvist 1974). Ennusteet perustuivat ennustettavan muuttujan vuosien 1977-1979 ja joidenkin muuttujien osalta vuosien 1977-1978 arvoihin. Sovelletut menetelmät käyttävät vain aikasarjan omaa sisäistä informaatiota ja ennusteet perustuvat oletta-
muksiin, että joko aikasarjaa kuvaa vakio prosessi, aikasarjan absoluuttinen tai suhteellinen muutos on vakio tai muutoksen muutos on vakio. Siksi saadut ennusteet saattavat olla liian varovaisia siten, että muuttujien ennustearvot eivät nouse vuosittain riittävästi. Esimerkiksi kustannusten ja hintojen vuosittainen nousu on tässä tutkimuksessa keskimäärin 5 %:n luokkaa. Toisaalta kahden tai kolmen vuoden aineiston perusteella ei voida tehdä hyvin jyrkkiä johtopäätöksiä. Joka tapauksessa tuloksia tarkasteltaessa on muistettava, että laskelmien perustana olevat muuttujien ennustearvot ovat epävarmoja.

Taimien myyntihintoja ennustettaessa on havaintoina käytetty metsähallituksen vuosittain vahvistamia metsäpuiden taimien nimellisiä enimmäishintoja. Keskinäisen sopimuksensa perusteella kaikki taimien tuottajat noudattavat näitä hintoja. Metsäpuiden taimet ovat siis taimilajeittain kiinteähintaisia (ks. esim. Keltikangas 1971). Taimilajittaiset enimmäishinnat ja niiden ennusteet on esitetty liitteessä 2.

Taimien kasvatuskustannukset perustuvat Suonenjoen taimitarhan kustannuslaskentajärjestelmästä saatuihin tietoihin. Aineistoa hankittaessa ei ollut käytettävissä kuin vuosien 1977-1978 kustannuslaskentatiedot. Taimien kasvatuskus-

tannusten vertailukelpoisuutta heikentää se, että eri taimilajeja on kasvatettu eri määriä, joten kustannuksissa on toiminta-aste-eroja. Yleensäkin taimien kokonaisyksikkökustannusten (kiinteiden + muuttuvien) suuruuteen vaikuttaa taimituotannon määrä siten, että mitä enemmän taimia tuotetaan, sitä pienemmät ovat yksikkökustannukset sillä ehdolla, että yhden lisätaimen tuottamisesta aiheutuva kustannusten lisäys on pienempi kuin yksikkökustannukset (ks. esim. Riistama ja Jyrkkiö 1971). Jos näin on asianlaita ja niinä vuosina, joiden kasvatuskustannuksiin ennusteet perustuvat, olisi tuotettu enemmän taimia, niin taimien kustannusennusteiden arvot olisivat olleet pienemmät. Samoin esim. kustannusten jakoperusteiden valinta vaikuttaa kustannusten muodostumiseen (ks. Keltikangas ja Tiililä 1968). Taimien muuttuvat kasvatuskustannukset ja niiden ennusteet taimilajeittain on esitetty liitteissä 3-5.

Taimien kasvatuskustannuksia ja myyntituottoja toisiinsa verrattaessa ne prolongoitiin 5 %:n laskentakorkokantaa käyttäen suunnittelukauden loppuun. Monivuotisten taimien kasvatuskustannukset laskettiin summaamalla eri vuosien prolongoidut kustannukset yhteen. Lisäksi otettiin huomioon taimihävikki, jonka arvioitiin kokemuslukuihin perustuen olevan koulintavaiheessa 20 % ja myyntivaiheessa 5 %.

Männyn 2A-taimien muuttuvien kasvatuskustannusten ennusteet ovat vuosina 1980-81 suuremmat ja vuodesta 1982 eteenpäin pienemmät kuin vastaavien myyntihintojen ennusteet. Avomaalla kasvatettavilla männyn rullataimilla (2A x 1Ar) muuttuvien kasvatuskustannusten ennusteet ovat taasen vuosina 1980-81 pienemmät ja siitä eteenpäin suuremmat kuin myyntihintojen ennusteet. Männyn 2A x 1A-taimien myynnistä jää suunnittelukauden jokaisena vuotena katetta kiinteiden kustannusten peittämiseen (ks. kate-tuottolaskenta esim. Riistama ja Jyrkkiö 1971). Männyn muovihuoneesta avomaalle koulittavilla taimilla (1M + 1A) on myyntihinnan ennuste ainoastaan vuonna 1980 suurempi kuin muuttuvien kasvatuskustannusten ennuste. Männyn

muovihuoneissa kasvatettavilla kennotaimilla myyntihintojen ennusteet ovat vuotta 1984 lukuunottamatta pienemmät kuin muuttuvien kustannusten ennusteet.

Kuusen taimista ainoastaan kolmivuotisilla 1M + 2A- ja nelivuotisilla 2A x 2A -taimilla myyntihintojen ennusteet ovat korkeammat kuin muuttuvien kustannusten ennusteet. Näillä taimilla hintaennusteet ovat suunnittelukauden kolmena ensimmäisenä vuotena kustannusennusteita suuremmat, kun taas kahtena viimeisenä vuotena asia on päinvastoin.

Koivun kaikilla taimilajeilla jäävät myyntihintojen ennusteet pienemmiksi kuin muuttuvien kasvatuskustannusten ennusteet. Kuitenkin kennotaimilla kustannus- ja hintaennusteiden erotus on pienempi kuin paljasjuurisilla. Koivun taimien muuttuvien kasvatuskustannusten suuruus johtuu osaksi siitä, että kasvatettavat erät ovat olleet pienehköjä. Lisärasitteena ovat olleet kasvitaudit, joiden johdosta taimien kuolleisuus on ollut korkea.

23. Muut lähtötiedot

Taimien eri kasvatusvaiheiden työmenekit, vaaditut traktorikapasiteetit, kylmätilat sekä avomaa- ja muovihuonealat on selvitetty taimitarhan kirjanpidon ja kokemuslukujen perusteella. Samoin kokemusten pohjalta on selvitetty saatavissa olevien työvoiman ja vuokratraktorien kausittaiset ylärajat.

Uusien traktorien hinnat on saatu Koneviesti-lehdestä ja vanhojen traktoreiden hinnat on laskettu suhteellisina osuuksina uusien hinnoista. Laakkonen (1978) on esittänyt käytettyjen traktorien myyntihintojen prosentuaaliset osuudet vastaavien uusien hinnoista. Muovihuoneiden perustamiskustannukset on saatu muovihuoneiden valmistajilta.

Taimituotannon kiinteät kustannukset Suonenjoen taimitarhalla saatiin kustannuslaskentajärjestelmästä. Taimien

kysyntää arvioitaessa jaettiin taimilajit ryhmiin siten, että kuhunkin ryhmään kuuluvat taimien kysynnän kannalta samanarvoiset taimet. Esimerkiksi keväällä myytävät koulitut paljasjuuriset kuusen taimet muodostavat oman ryhmänsä. Taimiryhmien kausittaiset minimi- ja maksimikysyn-
nät arvioitiin taimitarhan kirjanpilotietoihin tukeutuen. Samoin määriteltiin suunnittelukauden lopussa tarvitta-
vien puolivalmisteiden määrät. Käytetyt kysyntärajat määräy-
tyivät siis aikaisempiin kokemuksiin perustuen. Kyseisen me-
nettelyn perusteluna on se, ettei tarvittavalla tarkkuusta-
solla olevia kysyntäennusteita taimille ollut käytettävissä. Alkutilanteen puolivalmisteiden määrät saatiin taimitarhan
syksyn 1979 taimi-inventaariosta. Ne on esitetty taulukossa
2. Taulukossa esiintyvät kuusen ylisuuret rullataimet myy-
dään keväällä 1980, eikä kuusta kouluita enää rullisiin. Taulu-
kossa on esitetty myös taimien myyntiarvo puulajeittain.

Malli ratkaistiin yllä selostetun aineiston lisäksi kah-
della alkuperäisestä muunnetulla aineistolla, joissa osa
muuttujien arvoista oli alkuperäisestä poikkeavia. Ensin
korotettiin taimien maksimikysynät kaksinkertaisiksi
muun aineiston pysyessä ennallaan. Toisessa muunnetussa
ratkaisussa oletettiin, ettei koivun taimia tuoteta
lainkaan.

Taulukko 2. Taimimäärät puu- ja taimilajeittain ja taimien arvo puulajeittain syksyllä 1979 Suonenjoen taimitarhalla.

Puulaji	Taimilaji	Määrä 1000 kpl	Taimien nimellinen myyntiarvo mk
Mänty	1M	770	
	1A	1900	
	1M x 0	450	
	2A x 0	700	
	2A x 0 ¹⁾	500	
	1M + 1A	570	
	2A x 1A	440	
	2A x 1Ar	200	
Mänty yhteensä		5530	495050
Kuusi	1M	150	
	1A	70	
	2A x 0	170	
	1M + 1A	190	
	2A x 1A	57	
	1M + 2A	210	
	1M + 3Ar	40	
Kuusi yhteensä		887	143285
Rauduskoivu	1M	117	
	1M + 1A	61	
Rauduskoivu yhteensä		178	46395
Kaikki yhteensä		6595	684730

1) Koulittu rullaan

24. Laskentakorkokanta

Koska suunnitteluajanjakso on monivuotinen, on eri vuosille jakaantuvat tuotot ja kustannukset saatettava keskenään vertailukelpoisiksi joko laskentakorolla diskonttaamalla tai prolongoimalla. Tässä tarkastelussa ne prolongoidaan suunnittelukauden loppuun.

Laskentakorkokannan valinta on yleensä ja erityisesti metsäekonomisissa tutkimuksissa ongelmallista (ks. esim. Hämäläinen 1973). Taimitarhan optimaalista tuotantosuunnitelmaa laadittaessa ei laskentakorkokannan korkeus kuitenkaan olennaisesti vaikuttane tuloksiin, koska toiminnan tuotot ja kustannukset jakautuvat molemmat tasaisesti koko suunnitteluajanjaksolle. Samoin suunnitteluhorisontin lyhyys (5 vuotta) vähentää laskentakorkokannan vaikutusta.

Hämäläinen (1973) jakaa laskentakorkokannan määrittämissä perusteet todellisia rahoitus- ja sijoitusolosuhteita joko pääasiassa pääoman eksplisiittisten kustannusten tai pääoman mahdollisen tuottoprosentin näkökulmasta lähestyviin. Tässä tutkimuksessa tarkastelukulma on jälkimmäinen. Koska vierasta pääomaa ei oleteta käytettävän, määrittämissä perusteena tulee lähinnä kysymykseen omalle pääomalle vaadittava vähimmäistuottoprosentti, joka perustuu pääoman vaihtoehtoisen sijoittamisen tuottoprosenttiin.

Taimitarhantoiminnan lähtökohtana on taimien kysynnän tyydyttäminen. Tämän tavoitteen saavuttaminen on ensiarvoisen tärkeä ja vasta toisella sijalla tärkeysjärjestyksessä on taimituotannon liiketaloudellinen kannattavuus. Kuten aiemmin on mainittu, valtion tulo- ja menoarviossa on varattu määräraha Suonenjoen taimitarhan ylläpitoon, millä pyritään varmistamaan kohdealueen taimitarpeen tyydyttäminen. Taimien tuotantoon sijoitettavalle pääomalle ei siis aseteta korkeita tuottovaatimuksia, koska taimituotantoa ei kuitenkaan voida lopettaa. Sen johdosta vaihtoehtoiseksi sijoituskohteeksi on tässä tarkastelussa

valittu pankkitalletus, jonka tuottoprosentti on alhainen. Näillä perusteilla päädyttiin, samoin kuin Laakkonen (1978), 5 %:n nimellisen laskentakorkokannan käyttöön.

Keipi ja Laakkonen (1980) toteavat, että tukkuhintaindeksin kokonaisindeksin keskimääräinen vuotuinen nousu v. 1959-1977 on ollut 7 %. Jos inflaatioprosenttina käytetään 7 %:a ja reaalin tuottovaatimus asetetaan nolaa suuremaksi, niin on käytettävä nimellistä laskentakorkokantaa, joka on suurempi kuin 7 %. Siksi malli ratkaistiin myös 8-11 % nimelliskorkokantoja käyttäen. Suurimmillaan reaalin tuottovaatimus on siis 4 %. Näillä ratkaisuilla pyrittiin myös valottamaan laskentakorkokannan muutosten vaikutusta optimitilanteeseen.

25. Menetelmäkuvaus

Tavoitteena oli maksimoida taimitarhan katetuotto olemassa-olevien rajoitusten ja tuotantovaatimusten puitteissa. Menetelmänä käytettiin lineaarista ohjelmointia. Mallin tavoitefunktio koostuu taimitarhan tuloista ja menoista sekä suunnittelukauden lopussa olevan omaisuuden myyntiarvosta. Tulot ja menot on prolongoitu laskentakorolla suunnittelukauden loppuun.

Optimointiongelma ratkaistiin Simplex-menetelmän avulla. Ongelmassa rajoitusepäyhtälöt rajaavat käyvän alueen, jonka jostakin pisteestä optimiratkaisu löytyy, mikäli se on olemassa. Jos ongelma sisältää n riippumatonta muuttujaa, niin käypä alue on n -ulotteinen tahokas. Optimiratkaisu saadaan käyvän alueen jostakin kulmasta. Simplex-menetelmässä käydään läpi käyvän alueen kulmia, kunnes löydetään piste, jossa kohdefunktio saa paremman arvon kuin missään ko. pisteen viereisessä kulmassa. Tässä kulmassa kohdefunktio saa optimiarvonsa (ks. Simplex-menetelmä esim. Beale 1968).

Tarkastellaan esimerkkinä yksinkertaisen optimointiongelman graafista ratkaisua. Kuva 1 sisältää maksimointitehtävän

$$\max z = 2x_1 + 3x_2$$

ehdoilla

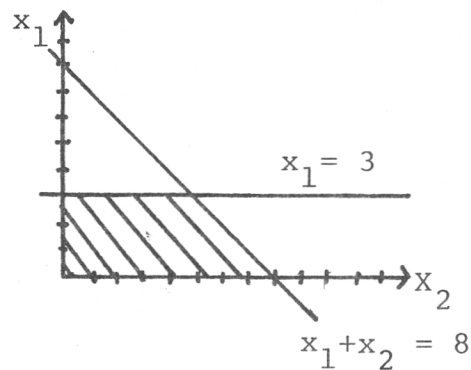
$$x_1 \leq 3$$

$$x_1 + x_2 \leq 8$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

graafisen esityksen. Kuvion varjostettu osa on käypä alue.

Kuva 1. Yksinkertaisen optimointiongelman graafinen esitys



Optimiratkaisu saadaan siis jostakin käyvän alueen kulmasta. Esimerkkiongelman tavoitefunktion arvot kuvan 1 käyvän alueen eri kulmissa ovat seuraavat:

1. $x_1 = 0, x_2 = 0, z = 0$
2. $x_1 = 3, x_2 = 0, z = 6$
3. $x_1 = 3, x_2 = 5, z = 21$
4. $x_1 = 0, x_2 = 8, z = 24$

Tavoitefunktio saa siis maksimiarvonsa pisteessä ($x_1 = 0, x_2 = 8$) eli ko. piste on optimipiste.

Jokainen lineaarisen ohjelmoinnin malli voidaan kirjoittaa muotoon

$$\max z = c_1 x_1 + \dots + c_n x_n \quad (1)$$

ehtoilla, että

$$a_{11} x_1 + \dots + a_{1n} x_n \leq b_1$$

⋮

$$a_{m1} x_1 + \dots + a_{mn} x_n \leq b_m$$

$$x_1, \dots, x_n \geq 0,$$

jossa vakiot c_1, \dots, c_n ovat tavoitefunktion kertoimia, vakiot a_{11}, \dots, a_{mn} rajoitusepäyhtälöiden vasenten puolen kertoimia ja vakiot b_1, \dots, b_m rajoitusepäyhtälöiden oikeita puolia eli rajoituksia. Yleensä kertoimista a_{11}, \dots, a_{mn} osa on nolliä.

Taimitarhan tuotantosuunnitelmamallissa muuttujien x_1, \dots, x_n arvot kuvaavat joko eri taimilajien tuotanto- ja myyntimääriä, eri ikäisten rakennettavien tai purettavien muovi- ja kylmähuoneiden määriä, eri ikäisten traktoreiden osto- ja myyntimääriä tai loppuomaisuuden määriä. Kertoimet c_1, \dots, c_n kuvaavat yksikkökohtaisesti joko yllämainituista toimenpiteistä aiheutuvia tuottoja tai kustannuksia tai loppuomaisuuden arvoa.

Vakio a_{ij} kuvaa muuttujan x_j kerrointa i :nnessä rajoitusepäyhtälössä. Esimerkiksi jos x_j kuvaa tietyn taimilajin toisen vuoden kasvatusmäärää ja i :nnes rajoitusepäyhtälö koskee vastaavan vuoden käytettävissä olevaa avomaa-alaa, niin a_{ij} on kyseisen taimilajin yhden yksikön kasvattamiseen tarvittava avomaa-ala. Vastaavasti kunkin rajoitusepäyhtälön oikeana puolena oleva vakio b_i sisältää tiedon kyseisen rajoituksen ylärajasta. Esimerkkinä olleessa tapauksessa b_i olisi toisena vuotena käytettävissä oleva avomaa-ala.

Ylläolevaan muotoon kirjoitettua mallia kutsutaan primal-ohjelmaksi. Jokaiseen primal-ohjelmaan liittyy läheisesti vastaava dual-ohjelma, joka on muotoa

$$\min z = b_1 w_1 + \dots + b_m w_m \quad (2)$$

ehdoilla, että

$$\begin{aligned} a_{11} w_1 + \dots + a_{m1} w_m &\geq c_1 \\ &\vdots \\ a_{1n} w_1 + \dots + a_{mn} w_m &\geq c_n \\ w_1, \dots, w_m &\geq 0 \end{aligned}$$

Jos primal-ohjelmalla on optimiratkaisu, niin myös dual-ohjelmalla on optimiratkaisu ja

$$\max z = \min Z$$

Dual-ohjelmalla saadaan muuttujille w_i sellaiset arvot, että käytettävien resurssien kokonaisarvo minimoituu. Dual-ohjelman muuttujien w_i arvoja kutsutaan primal-ohjelman varjohinnoiksi. Rajoituksen varjohinnalla tarkoitetaan tavoitefunktion arvossa tapahtuvaa muutosta, jos kyseistä rajoitusta lievennetään yhdellä yksiköllä. Varjohinta kuvaa siten tuotannon rajatuottoa tai -kustannusta. Samoin varjohinta on enimmäishinta, jolla lisäresursseja kannattaa hankkia (ks. Dual-ohjelma ja varjohinnat esim. Beale 1968).

Malliin sisältyvät tuotantomäärä-, myyntimäärä-, tuotantontekijä- ja likviditeettirajoitukset. Taimia ei voida tuottaa enempää kuin tarvittavia puolivalmisteita on. Taimia ei voida myydä enempää kuin niitä on tuotettu ja myyntimäärien on oltava taimiryhmien minimi- ja maksimikysyntien määrittelemissä rajoissa. Samoin taimien tuotanto- ja myyntimääriä rajoittaa mallissa vaatimus, että puolivalmisteita pitää suunnittelukauden lopussa jäädä edelleenkasvatettaviksi taimituotannon jatkuvuuden varmistamiseksi. Tuotantontekijärajoitukset koskevat käytettä-

vissä olevien työvoiman, kesämuovihuoneiden, lämmitettävien muovihuoneiden, avomaan, kylmähuoneiden ja traktorien määriä. Likviditeettirajoitus perustuu vaatimukseen, että taimitarhan menot tulee peittää valtion vuosittain tarhalle budjetoimalla summalla lisättynä varoilla, jotka ovat jääneet yli edellisvuosien määrärahoista.

Käytetty malli on saatu pienin muutoksin Laakkosen (1978) laatimasta mallista. Muodostettu tavoitefunktio on saatu Laakkosen esittämästä funktiosta jättämällä siitä lainanoton mahdollisuus pois. Laakkosella likviditeettirajoituksessa esiintyvän alkukassan tilalla käytetään valtion kunkin vuoden budjetissa taimitarhan menoihin myöntämää määrärahaa, joka otetaan rajoituksessa huomioon vuosittain. Suonenjoen taimitarhan ylläpitoon varattu määräraha myönnetään pääosin metsänhoitomomentilta, mutta osittain myös työllisyysmomentilta. Taimista saatavat myyntitulot eivät ole taimitarhan käytettävissä, vaan ne tilitetään muuten valtion laitosten tapaan suoraan valtiolle. Taimitarhan kassasta ei nosteta varoja taimitarhan ulkopuolisiin tarkoituksiin.

3. MALLIN RATKAISU JA TULOKSET

31. Yleistä

Mallit ratkaistiin B6700-tietokoneen lineaarisen ohjelmoinnin kirjasto-ohjelmalla TEMPO (Burroughs... 1974). Mallit sisältävät 635 muuttujaa ja 810 rajoitusepäyhtälöä. Koska malleissa on runsaasti kokonaislukumuuttujia, ei niitä voitu ratkaista sellaisenaan kohtuullisin kustannuksin. Sensijaan kokonaislukumuuttujia käsiteltiin jatkuvinä, jotka ratkaisun löytymisen jälkeen pyöristettiin kokonaisluvuiksi.

32. Tuotanto- ja myyntisuunnitelma

Tarkastellaan ensin muuttujien alkuperäisillä arvoilla saatua mallin ratkaisua. Tuloksena saatiin taimien tuotanto- ja myyntisuunnitelma vuosille 1980-1984. Tuotanto-suunnitelma on esitetty taulukossa 3. Taulukossa 4 on esitetty vastaava myyntisuunnitelma. Taulukoita toisiinsa verrattaessa on otettava huomioon, että kaikkia vuosittain tuotettavia taimia ei myydä samana vuonna, vaan osa taimista siirtyy puolivalmisteina seuraavalle vuodelle edelleenkasvatettaviksi. Tämän johdosta tuotettavien taimien määrät ovat myytävien taimien määriä suuremmat. Samoin on otettava eri tuotantovaiheiden hävikeistä aiheutunut taimimäärän pieneneminen huomioon.

Mallin ratkaisun mukaan suunnittelukauden alussa taimitarhalla olevat koulitut männyn LM + LA -taimet myydään ensimmäisen vuoden keväällä. Suunnittelukauden alussa on taimitarhalla myös yhden vuoden kesämuovihuoneessa kasvatettuja männyn paljasjuurisia taimia. Nämä taimet koulitaan yhdeksi kasvatuskaudeksi avomaalle, jätetään paikalleen talveksi ja myydään toisen vuoden keväällä. Suunnittelukauden aikana ei suoriteta kylvöjä muovihuoneisiin männyn paljasjuuristen taimien kasvattamiseksi.

Taulukko 3. Taimien vuosittainen tuotantosunnitelma Suomenjoen taimitarhalle vuosille 1980-84

Puulaji	Taimilaji	Vuotuinen tuotantomäärä 1000 kpl					
		Vuosi					
		1980	1981	1982	1983	1984	
Mänty	LM	-	-	-	-	-	
	LM + 1A	976	-	-	-	-	
	1A	1316	1316	1542	3200	-	
	2A	1900	1316	1316	1542	3200	
	2A x 1A _r	500	229	-	-	-	
	2A x 1A	700	1258	1053	1053	1200	
	LMK	421	420	420	420	1229	
	ILK	-	-	-	-	-	
	Kuusi	LM	62	132	-	425	-
		LM + 1A	119	49	105	-	340
LM + 2A		190	119	49	105	-	
1A		-	-	-	460	-	
2A		70	-	-	-	-	
2A x 1A		170	56	-	-	-	
Raudus- koiivu	LM	-	-	-	170	-	
	LM + 1A	94	-	-	-	136	
	1 (Lk + A)	-	67	67	67	-	
Yhteensä	6575	5132	4608	7442	6565		

Taulukko 4. Taimien vuosittainen myyntisuunnitelma Suonenjoen taimitarhalle vuosille 1980-84.

Puulaji	Taimilaji	Vuotuinen myyntimäärä jaoteltuna kevät- ja syksymyyntiin 1000 kpl											
		Vuosi											
		1980		1981		1982		1983		1984			
Vuodenaika													
		kevät	syksy	kevät	syksy	kevät	syksy	kevät	syksy	kevät	syksy		
Mänty	1M + 1A	542	-	927	-	-	-	-	-	-	-		
	2A	-	20	20	-	-	-	-	20	20	-		
	2A x 1A	190	100	375	100	118	-	-	-	-	-		
	2A x 1A	418	-	665	-	1195	-	1000	-	1000	-		
	1Mk	-	400	1	399	1	399	1	399	1	599		
Kuusi	1M + 2A	238	-	181	25	89	-	47	-	100	-		
	2A x 2A	-	-	54	-	162	-	53	-	-	-		
Raudus- koivu	1M + 1A	46	-	88	-	-	-	-	-	-	-		
	1 (Lk + A)	-	-	-	-	50	-	50	-	50	-		
Yhteensä		1434	520	2311	524	1615	399	1151	419	1171	599		

Suurin osa männyn taimista kasvatetaan paljasjuurisina avomaalla. Taimet koulitaan kahden kasvatuskauden jälkeen syksyllä avomaalle yhdeksi kasvatuskaudeksi, jätetään talveksi paikalleen ja myydään seuraavan vuoden keväällä. Suunnittelukauden alussa taimitarhalla on myös rulliin koulittuja männyn taimia. Ne kasvatetaan kolmivuotisiksi ja myydään. Suunnittelukauden ensimmäisen vuoden syksynä koulitaan männyn taimia rulliin, joissa niitä kasvatetaan vuosi ennenkuin ne myydään. Tämän jälkeen ei männyn taimia koulita rulliin. Männyn yksivuotisia kesämuovihuoneessa kasvatettavia kennotaimia tuotetaan minimikysynnän edellyttämä määrä neljänä ensimmäisenä vuotena. Viidentenä vuotena tuotetaan kennotaimia se maksimimäärä, mikä mallissa arvioidaan saatavan kaupaksi ko. taimilajia. Kennotaimet myydään lähes kaikki syksyisin.

Taimien tuottamisesta saatavan katteen kannalta edullisin männyn taimi on tässä tapauksessa avomaalla kasvatettava paljasjuurinen kolmivuotinen taimi 2A x 1A. Muita männyn taimia ei kasvatetakaan muuta kuin kysynnän edellyttämä minimimäärä. Poikkeuksen muodostaa em. kennotaimen viidenten vuoden kasvatusmäärä ja rullataimen toisen vuoden kasvatusmäärä. Luonnollisesti myös epäedullisempien taimien suunnittelukauden alussa olevat puolivalmisteet (ks. taulukko 2) kasvatetaan edelleen ja myydään.

Kuusen avomaalla kasvatetut alkuvarastossa olevat puolivalmisteet kasvatetaan edelleen nelivuotisiksi 2A x 2A -taimiksi jollaisina ne myydään. Suurin osa myytävistä taimista jätetään talveksi paikalleen ja myydään keväällä. Avomaalle ei kuusta kylvetä kuin suunnittelukauden neljäntenä vuotena. Kuusen kasvatus painottuu muovihuoneeseen kylvetäviin taimilajeihin. Taimia kasvatetaan yksi kesä kesämuovihuoneissa, jonka jälkeen ne nostetaan talveksi kylmävarastoon. Keväällä taimet koulitaan avomaalle kahdeksi kasvatuskaudeksi, jätetään talveksi paikalleen ja myydään seuraavana keväänä. Suunnittelukauden toisena vuotena pieni osa kuusen taimista myydään jo tuon vuoden syksynä.

Suunnittelukauden alussa on taimitarhalla yhden vuoden kesämuovihuoneessa jo olleita paljasjuurisia rauduskoi-
vun taimia. Nämä koulitaan ensimmäisen vuoden keväällä avomaalle, jätetään talveksi paikalleen ja myydään toisen vuoden keväällä. Koivun paljasjuurisia taimia ei aseteta tuotantoon suunnittelukaudella kuin neljäntenä vuotena. Tällöin on kylvömäärä kesämuovihuoneeseen vajaa 200 000 kpl. Koivua kylvetään kennoihin suunnittelukauden kolmena keskimmäisenä vuotena koivun taimien minimikysyntää vastaava määrä. Kennotaimia kasvatetaan alkuvuosi lämmitettävässä muovihuoneessa, josta ne koulitaan kesällä avomaalle. Taimet jätetään talveksi paikalleen ja myydään keväällä.

Taimia myydään yhdeksää eri taimilajia, viittä lajia mäntyä ja kahta lajia sekä kuusta että koivua. Vuosittain myydään keskimäärin kuuden eri taimilajin taimia. Noin neljäsosa kokonaismyymtämäärästä myydään syksyisin, niistä suurin osa on männyn kennotaimia. Myytävistä männyn ja kuusen taimista suurin osa on kolmivuotisia. Koivun taimia myydään yhtä paljon yksi- sekä kaksivuotisia. Taimia myydään eniten suunnittelujaksón toisena vuotena ja vähiten jakson neljäntenä vuotena. Taimia on tuotannossa eniten neljäntenä vuotena ja vähiten kolmantena vuotena.

Taimien ensimmäisen ja toisen vuoden myyntimäärät riippuvat lähinnä suunnittelukauden alussa olleiden puolivalmisteiden määrästä. Koska puolivalmisteita on alkuvuorastossa melko paljon, ko. vuosien, etenkin toisen vuoden myyntimäärät ovat korkeahkoja. Toisen vuoden suuren taimien myyntimäärän johdosta kolmantena vuotena on taimia tuotannossa vähän. Suunnittelukauden alkupuolella siistavallaan kulutetaan taimivarastoa. Loppupuolella taas kasvatetaan varastoa, jotta loppuvarastovaatimukset tulisivat täytetyiksi. Tämän johdosta kahden viimeisen vuoden myyntimäärät ovat suhteellisen alhaisia, vaikka taimia onkin tuotannossa runsaasti.

Taimilajiryhmittäin arvioidut maksimikysynnat saattavat ohjata taimien myyntiajankohdan valintaa siten, että taimia myydään jo edellisen vuoden syksynä, mikäli seuraavan vuoden maksimiraja rajoittaa ko. vuoden kevään myyntiä. Useimmilla taimilajeilla syksymyyntimahdollisuudet on kuitenkin asetettu niin alhaisiksi, että yllä selostetulla tilanteella ei ole suurta vaikutusta myyntimäärien jakautumiselle eri vuosille. Mainittakoon tässä yhteydessä, että saman taimilajiryhmän minimi- ja maksimikysynnat eri vuosille ovat kiinteitä, eivätkä ne siten suoraan aiheuta vuosittaisia vaihteluja myyntimääriin. Tuotanto- ja myyntimäärien vuosittainen vaihtelu johtuu siis mallin ratkaisusta annettujen minimi- ja maksimirajojen välissä.

33. Taimien kasvatuskustannukset ja taimista saatavat tulot

Taimien kokonaisyntimäärä suunnittelukaudella on alkuperäiseen aineistoon perustuvan mallin ratkaisun mukaan 10 143 000 kpl, josta männyn taimia on 8 910 000 kpl, kuusen taimia 949 000 kpl ja rauduskoivun taimia 284 000 kpl. Taimien myynnistä saatava tulo prolongoituna 5 prosentilla suunnittelukauden loppuun on 3 096 500 mk. Männyn osuus tästä on 2 495 040 mk, kuusen osuus 393 423 mk ja koivun osuus 208 037 mk.

Taimien kasvatuksen muuttuvat kustannukset prolongoituina 5 %:n laskentakorkokannalla suunnittelukauden loppuun ovat 3 262 440 mk. Tästä on männyn osuus 2 632 548 mk, kuusen osuus 344 536 mk ja koivun osuus 285 356 mk. Taulukoissa 5 ja 6 on esitetty 5 %:lla prolongoidut muuttuvat kustannukset ja taimista saatavat myyntitulot. Männyn ja koivun taimien muuttuvat kustannukset ovat suuremmat kuin taimista saatavat myyntisummat, kuusella taasen asia on päinvastoin. Kaikkia suunnittelukaudella tuotettuja taimia ei kuitenkaan mallin ratkaisun mukaan myydä suunnittelukauden loppuun mennessä. Toisaalta suunnittelukauden aikana myydään taimia, jotka on osittain tai koko-

naan kasvatettu jo ennen suunnittelukauden alkua. Taimi-
tuotannon menojen ja tulojen suhdetta tarkasteltaessa
onkin vielä otettava huomioon taimien loppu- ja alku-
varaston erotuksen arvo. Taimitarhan alkuvaraston koos-
tumus on esitetty taulukossa 2 ja loppuvaraston koostumus
taulukossa 7. Alkuvaraston 5 %:n laskentakorkokannalla
suunnittelukauden loppuun prolongoitu arvo on 917 604 mk
ja loppuvaraston prolongoitu arvo on 1 306 441 mk.

Taulukko 5. Tuotettavien taimien muuttuvat kustannukset suunnittelu-
kaudella prolongoituina 5 %:n laskentakorkokannalla suun-
nittelukauden loppuun.

Puulaji	Vuotuiset prolongoidut muuttuvat kustannukset mk					
	Vuosi					Yhteensä
	1980	1981	1982	1983	1984	
Mänty	348 085	503 813	432 051	447 494	901 105	2 632 548
Kuusi	57 276	52 387	14 929	90 051	128 993	344 536
Raudus- koivu	43 545	43 261	40 842	98 650	59 058	285 356
Yhteensä	448 906	599 461	487 822	637 095	1 089 156	3 262 440

Taimista saatavien prolongoitujen vuotuisten tulojen summa
loppuvaraston ja alkuvaraston prolongoitujen arvojen erotuk-
sella korjattuna on 3 485 338 mk. Männyn osuus tästä on
2 827 325 mk, kuusen 409 148 mk ja koivun 248 865 mk. Kas-
vatettujen männyn ja kuusen taimien yhteisarvo ylittää
vastaavien taimien muuttuvien kasvatuskustannusten yhteis-
summan. Sensijaan rauduskoivun taimien muuttuvat kasvatus-
kustannukset ovat korkeammat kuin tuotettujen koivun tai-
mien yhteisarvo. Lopputulos on, että kaikkien tuotettujen
taimien suunnittelukauden loppuun 5 %:n laskentakorkokannal-
la prolongoitujen tulojen ja varaston arvoeron yhteissumma

on 222 898 mk suurempi kuin prolongoitujen muuttuvien kustannusten summa.

Taulukko 6. Tuotettavista taimista saatavat myyntitulot suunnittelukaudella prolongoituina 5 %:n laskentakorkokannalla suunnittelukauden loppuun.

Puulaji	Vuotuiset prolongoidut myyntitulot mk					Yhteensä
	Vuosi					
	1980	1981	1982	1983	1984	
Mänty	469 353	711 555	484 564	391 638	437 230	2 495 040
Kuusi	96 092	109 131	105 825	41 750	40 625	393 423
Rauduskoivu	35 145	69 384	35 115	34 725	33 668	208 037
Yhteensä	600 590	890 070	625 504	468 113	512 223	3 096 500

Taulukko 7. Suunnittelukauden lopussa taimitarhalla olevat taimimäärät puu- ja taimilajeittain ja taimien nimellisarvo.

Puulaji	Taimilaji	Määrä 1000 kpl	Nimellisarvo
Mänty	2A	3 200	476 160
	2A x 1A	1 200	298 560
	1Mk	630	173 565
Kuusi	1M + 1A	340	93 704
	2A	460	104 144
Rauduskoivu	1M + 1A	136	98 097
Kaikki yhteensä		5 966	1 244 230

Mallin tavoitefunktio sisältää kuitenkin muitakin muuttujia kuin yllämainitut. Se sisältää mahdollisista käytöstä poistettavista traktoreista saatavat myyntitulot sekä paitsi taimien loppuvaraston myös muun loppuomaisuuden arvon. Lisäksi siitä vähennetään traktoreiden, muovihuoneiden, kylmähuoneiden ja vuokramaan hankintakustannukset. Näin määritetyn tavoitefunktion arvoksi saatiin 982 949 mk. Tavoitefunktion arvoa laskettaessa tulot, menot ja loppuomaisuuden arvo prolongoitiin 5 %:n laskentakorkokannalla suunnittelukauden loppuun.

Kannattavuutta tarkasteltaessa on kuitenkin otettava huomioon, ettei tavoitefunktioista ole vähennetty taimien alkuvaraston eikä muun alkuomaisuuden arvoa. Taimituotannon kiinteitä kustannuksia ei myöskään ole vähennetty funktion arvosta. Käyttöomaisuuden arvon aleneminen tulee otetuksi huomioon siten, että tavoitefunktioista, joka sisältää loppuomaisuuden arvon, vähennetään alkuomaisuuden arvo. Alkuvaraston arvo on 917 604 mk. Suunnittelukauden alussa taimitarhalla olleiden muovihuoneiden ja traktoreiden yhteenlaskettu arvo on 195 433 mk. Taimitarhan henkilöstöstä johtuvat yms. kiinteät kustannukset suunnittelukaudella ovat yhteensä 334 630 mk. Yllä esitetyt summat on saatu prolongoimalla vastaavat nimellisarvot 5 %:n laskentakorkokannalla suunnittelukauden loppuun. Kun nämä summat vähennetään tavoitefunktioista, saadaan erotukseksi -464 718 mk. Taimituotanto suunnittelukaudella on siis tappiollista.

Taimituotannon kannattavuutta heikentää se, että tuotannon on vastattava minimikysyntää myös tappiollisilla taimilla, kuten esim. rauduskoivun taimilla. Tällöin kannattavista taimista saatu voitto joudutaan käyttämään tappiollisten taimien kasvatukseen.

34. Tuotannontekijät

Ratkaisun mukaan suunnittelukaudella ei pureta eikä rakenneta muovihuoneita. Kylmätilaa ei myöskään rakenneta lisää

eikä maata vuokrata. Sen sijaan taimitarhan kummatkin traktorit uusitaan suunnittelukauden ensimmäisenä vuonna johtuen traktoreiden korkeasta iästä. Tämä korvaaminen perustuu siihen olettamukseen, että seitsemää vuotta vanhempia traktoreita ei käytetä.

Tuotannontekijöiden käyttökapasiteettia tarkasteltaessa vuosi on jaettu vuodenaikojen mukaan neljään osaan. Kapasiteetin käytön jakaantumista näiden osien sisällä ei tässä tutkimuksessa tarkastella lähemmin. Tuotannontekijöistä ainoastaan avomaa- ja traktorikapasiteetti käytetään ajoittain täydellisesti hyväksi. Saatavissa olevasta tilapäisestä maksimityövoimasta käytetään kevät-, kesä- ja syyskausina keskimäärin 24 %. Talvikausina tilapäistä työvoimaa ei tarvita. Kesämuovihuoneiden maksimikapasiteetista käytetään kevät-, kesä- ja syyskausina keskimäärin 21 %. Talvisin ei kesämuovihuoneita käytetä. Lämmitettäviä muovihuoneita käytetään ainoastaan toisen, kolmannen ja neljännen vuoden keväällä ja kesällä. Tällöin on 22 % kapasiteetista käytössä.

Kylmähuoneita käytetään ensimmäisen, toisen ja neljännen vuoden talvena. Tällöin on keskimäärin 19 % maksimikapasiteetista käytössä. Avomaa-alasta on keskimäärin 57 % käytössä. Koko avomaa-ala on käytössä ainoastaan suunnittelukauden ensimmäisen vuoden syksynä. Omien traktoreiden maksimikapasiteetista on käytössä keskimäärin 75 %, paitsi talvikausina, jolloin traktoreita ei juuri käytetä. Omien traktoreiden lisäksi käytetään vuokratraktoreita neljän ensimmäisen vuoden keväänä, neljännen vuoden kesänä ja viidennen vuoden syksynä.

Vuosittain tuotetut taimimäärät eivät paljoakaan ylitä asetettuja taimiryhmittäisiä minimikysyntämääriä. Koska minimikysyntämäärät ovat pieniä verrattuna käytettävissä olevien tuotannontekijöiden määrään, jää käyttöaste alhaiseksi. Täten taimituotannon huono kannattavuus lisää tuotannontekijöiden vajaakäyttöä.

35. Varjohinnat

Mallin perusteella voidaan tarkastella myös katetuoton muutoksia, kun rajoituksia muutetaan. Tämä tapahtuu mallin varjohintojen avulla. Samoin voidaan varjohintojen avulla asettaa rajoitukset tärkeysjärjestykseen sen perusteella, kuinka paljon kunkin rajoituksen muutos vaikuttaa tavoitefunktion arvoon. On kuitenkin huomattava, että varjohinnat kuvaavat rajoitusten rajatuottoja tai -kustannuksia, eikä näin ollen kahden yksikön muutos rajoituksessa yleensä aiheuta yhden yksikön muutoksen aiheuttamaan verraten kaksinkertaista muutosta kohdefunktion arvoon.

Varjohinnoista käy ilmi, että männyn kennotaimien minimikysynnän alentaminen 1000 kappaleella kausina 1-4 parantaa tavoitefunktion arvoa keskimäärin 29 mk. Paljasjuuristen männyn taimien tuotantomäärän alentaminen 1000 kappaleella kausina 4 ja 5 parantaa tavoitefunktion arvoa keskimäärin 59 mk ja kuusen paljasjuuristen taimien samoina kausina keskimäärin 45 mk.

Koivun taimien tuotantomäärän alentaminen 1000 kappaleella kausina 3-5 parantaa tavoitefunktion arvoa keskimäärin 96 mk. Muina kausina näiden taimien tuottaminen on mallilla mitaten kannattavaa. Jos jonkin taimilajin tuotantoa vähennettäisiin, niin kannattavinta olisi vähentää koivun taimien tuotantoa.

Vastaavasti voidaan tarkastella, minkäläisten taimien tuotantoa olisi kannattavinta lisätä. Maksimikysyntää vastaavaa määrää ei kuitenkaan myydä kuin syksyllä myytäviä paljasjuurisia taimia ja koulimattomia paljasjuurisia taimia, joiden maksimikysynät ovat pieniä eikä niiden korottaminen vastaisi todellisia menekkimahdollisuuksia. Ainoat yllämainituista poikkeavat taimet, joita tuotetaan maksimimäärä, ovat männyn kennotaimet viidennestä vuotena ja kuusen koulitut paljasjuuriset taimet kolmantena vuotena. Männyn kennotaimien viidennen vuoden tuotan-

tomäärän lisääminen 1000 kappaleella nostaisi tavoitefunktion arvoa 17 mk.

Kuusen koulittujen päljasjuuristen taimien kolmannen vuoden tuotantomäärän lisääminen 1000 kappaleella parantaisi tavoitefunktion arvoa 170 mk. Tuotantomäärän nostaminen ei kuusen taimien osalta kuitenkaan ole mahdollista, koska suunnittelukauden kolmantena vuotena myytävissä oleva taimimäärä riippuu suunnittelukauden alussa taimitarhalla olevien puolivalmisteiden määrästä. Kolmannen vuoden keväänä myytävät kuusen koulitut taimet ovat ennen suunnittelukautta jo kasvaneet 1-2 vuotta. Samoin on kyseistä varjohintaa tarkasteltaessa otettava huomioon, että ennen suunnittelukautta syntyneet kyseisten taimien kasvatuskustannukset eivät ole vaikuttaneet varjohinnan muodostumiseen. Tässä tapauksessa varjohinta kertoo siis vain sen, kuinka paljon tuotto paranisi, jos suunnittelukauden alussa taimitarhalla olisi tarvittavia puolivalmisteita enemmän ja niistä kasvatettaisiin 1000 kappaletta enemmän kolmantena vuotena myytäviä koulittuja taimia.

Kuten aiemmin mainittiin, traktorikapasiteetti ja avomaala ovat ainoat "pullonkaulan" muodostavat tuotannontekijät. Yhden käytettävissä olevan traktorityötunnin lisääminen kausina, jolloin koko traktorikapasiteetti on käytössä, parantaa tuottoa keskimäärin 38 mk, kuitenkin kaikkina kyseisinä kausina yli 31 mk, joka on traktorityötunnin vuokra vuonna 1980. Kyseisinä kausina käytetäänkin vuokratraktoreita apuna. Koko avomaala on käytössä ensimmäisen vuoden syksynä. Lisämaan käytöstä saata-va tuoton lisäys ei ylitä maan vuokrauksesta aiheutuvia menoja, joten tällöinkään ei maata vuokrata.

Tuloksista käy ilmi myös, paljonko ratkaisuun kuulumattomien taimilajien hintojen olisi noustava ennenkuin niitä kannattaisi kasvattaa myyntiin. Taimitarhan alkuvarasto määrää osittain ensimmäisenä vuonna myytävät taimilajit. Samoin loppuvarastovaatimukset ohjaavat viimeisen vuoden

taimilajien valintaa. Tämän johdosta seuraavassa tarkastellaan ainoastaan suunnittelukauden kolmea keskimmäistä vuotta.

Ratkaisuun kuulumattomien koulimattomien paljasjuuristen taimien hintoja olisi kohotettava huomattavasti, jotta niitä myytäisiin eikä kasvatettaisi edelleen. Poikkeuksen muodostaa kaksivuotinen avomaalla kasvatettu männyn taimi, jolla riittäisi muutaman pennin korotus kappalehintaan. Lämmitettävässä muovihuoneessa kasvatettavan männyn kennotaimen hintaa tulisi korottaa noin puoli penniä kappaleelta, jotta sitä kasvatettaisiin. Syksyllä myytävien paljasjuuristen taimien hinnan tulisi olla 3-6 p/kpl korkeampi, jotta ne olisivat kilpailukelpoisia vastaaville saman vuoden keväänä myytävälle taimilajeille. Koivun paljasjuurisen taimen hintaa olisi kohotettava yli 25 p/kpl, jotta se korvaisi kennotaimen.

36. Muunnetut aineistot

Alkuperäisen aineiston lisäksi malli ajettiin siten, että taimien maksimikysynät korotettiin kaksinkertaisiksi. Tällöin saatiin tavoitefunktion arvo hieman alkuperäistä paremmaksi. Suunnittelukauden kolmen ensimmäisen vuoden osalta tuotanto- ja myyntimäärät eivät muuttuneet. Neljännenä vuotena asetetaan avomaalle tuotantoon 677 000 männyn tainta enemmän kuin alkuperäisessä tuotantosuunnitelmassa ja viimeisenä vuotena asetetaan tuotantoon 486 000 männyn kennotainta enemmän. Muita muutoksia ei tuotantosuunnitelmaan tullut. Alkuvaraston koko rajoitti suunnittelukauden alkuvuosien tuotantoa. Suurin syy siihen, etteivät tuotantomäärät kasva- neet enempää, on kuitenkin taimituotannon huono kannattavuus.

Koivun kasvatuksen huonosta kannattavuudesta johtuen ajettiin malli vielä siten, että jätettiin kaikki koivun taimilajit pois. Taimitarhan tuotto parani siinä määrin, mitä koivun kasvatus oli tuottanut tappiota. Muiden puulajien osilta taimien tuotantosuunnitelma pysyi näet ennallaan.

Koivun poisjättö ei siis lisännyt muiden puulajien kasvatustumääriä.

37. Laskentakorkokannan vaikutus tuloksiin

Laskentakorkokannan muutokset eivät aiheuttaneet merkittäviä muutoksia taimien myyntisuunnitelmaan. Taimien tuotantosuunnitelma muuttui loppuvarastoon jäävien taimimäärien osalta. Laskentakorkokannan ollessa 8-11 % männyn lmk-tainta ei tuotettu loppuvarastoon lainkaan. 10 % ja 11 % laskentakorkokannoilla lisäksi loppuvarastoon tuotettavien männyn 2A-taimien määrä laski 1 124 000 kappaleella. Koska tuotantosuunnitelman muutokset olivat vähäisiä, ei myöskään tuotannontekijöiden tarve muuttunut merkittävästi.

Eri laskentakorkokantoja käytettäessä muuttuviksi kustannuksiksi, varastojen arvoilla korjatuiksi myyntituloiksi ja taloudelliseksi tulokseksi saatiin taulukossa 8 esitetyt arvot. Taulukosta nähdään, että varastojen arvoilla korjatut myyntitulot ylittävät muuttuvat kustannukset kaikilla muilla laskentakorkokannoilla paitsi 11 %:lla. Taloudellinen tulos heikkenee laskentakorkokannan kasvaessa. Tämä johtuu laskentakorkokannan mukana kasvavista tuottovaatimuksista.

On ilmeistä, että alkuperäinen, 5 %:n laskentakorkokannalla saatu ratkaisu on vakaa siten, ettei laskentakorkokannan korottaminen aiheuta suuria muutoksia itse tuotanto- ja myyntisuunnitelmiin. Saatava laskennallinen taloudellinen tulos sen sijaan on luonnollisesti riippuvainen käytetystä laskentakorkokannasta.

Taulukko 8. Taimituotannon muuttuvat kustannukset, loppu- ja alkuvarastojen arvojen erotuksella korjatut myyntitulot ja taloudellinen tulos eri laskentakorkokantoja käytettäessä (kaikki prolongoituja arvoja).

Laskentakorkokanta	Muuttuvat kustannukset (mk)	Myyntitulot lisättyinä loppu- ja alkuvaraston arvojen erotukseen (mk)	Taloudellinen tulos (mk)
5 %	3 262 440	3 485 338	- 464 718
8 %	3 348 282	3 460 173	- 665 618
9 %	3 434 123	3 512 298	- 737 518
10 %	3 368 657	3 380 246	- 812 069
11 %	3 457 157	3 430 248	- 887 918

4. PÄÄTELMIÄ

Yleisesti ottaen tuloksista käy ilmi taimituotannon heikko kannattavuus. Erityisesti koivun kasvatusta on vallitsevilla hinnoilla epäedullista. Tähän vaikuttavat kuitenkin aiempien vuosien epäonnistumiset koivun kasvatuksessa, koska kasvatuskustannukset on ennustettu edellisvuosien kustannusten perusteella. Männyn ja kuusen taimien kasvatuksen kannattavuudessa ei ole suurta eroa. On kuitenkin huomattava, että männyn taimia on kysynnästä johtuen tuotettu suurempia määriä kuin kuusen taimia, joten männyn kasvatuskustannuksia pienentävät suuren tuotannon edut.

Taimien kasvatuskustannukset on ennustettu aikaisempien vuosien havaintojen perusteella. Koska taimien tuotantomäärät noina vuosina olivat huomattavasti maksimikysyntämääriä pienempiä, olivat kasvatuksen yksikkökustannukset suuremmat kuin suurempia taimimääriä tuottaessa. Jos aiemmin olisi toimittu korkeammalla tuotannon tasolla, olisivat myös kustannusennusteiden arvot tässä laskelmassa sovellettuja pienempiä ja näin ollen taimituotannon suunnittelukaudelle laskettu kannattavuus olisi parempi.

Läheskään koko tuotannontekijäkapasiteettia ei käytetä hyväksi. Ainoastaan traktorikapasiteetti ajoittain ja avo-
maa-ala yhtenä syksynä ovat täydessä käytössä, mutta vuokraamalla on niitäkin mahdollisuus lisätä. Tuotannontekijät eiväs siis ole olleet taimituotannon lisäämisen esteenä.

Tuloksia tarkasteltaessa on myös muistettava, että ne perustuvat estimoituihin kustannuksiin. Sekä estimointivirheet että ennustusmenetelmien puutteellisuudet vaikuttavat tuloksiin. Suunnittelukautta edeltävien vuosien olosuhteet ja kasvatetut taimimäärät samoin kuin eri taimilajien yhteiskustannusten jakoperusteet vaikuttavat kustannusennusteiden arvoihin. Eri taimilajien yhteiskustannuksilla tarkoitetaan tässä muuttuvia kustannuksia, joita ei voida kohdistaa suoraan taimilajeille, vaan kohdistaminen suoritetaan erityisiä jakoperusteita (esim. taimimäärä/painoluku) käyttäen. Kustannuslaskentajärjestelmästä saatavan tiedon oikeellisuus,

luotettavuus ja sopivuus onkin tärkeä edellytys mallista saatavan informaation luotettavuudelle. Kustannuslaskennan kehittämisen pyrkimällä parempaan kustannusten kohdistukseen ja toiminta-aste-erojen huomioonottamiseen parantaisi mallin käyttökelpoisuutta ja tulosten luotettavuutta.

Kaiken kaikkiaan saadut tulokset viittaavat siihen, että taimien hinnat ovat keskimäärin liian matalat ainakin Suomenjoen taimitarhan tuottavuuden tasolla. Taimien hinnat perustuvat kuitenkin, kuten aiemmin on mainittu, metsähallituksen vahvistamiin enimmäishintoihin, joten niihin ei yksittäisellä taimitarhalla ole mahdollisuutta vaikuttaa. Myös tuotantomäärien nostaminen parantaisi pienempien yksikkökustannusten (muuttuvien + kiinteiden) ansiosta tuottavuutta. Mallin ratkaisuperiaatteesta johtuen ei kuitenkaan ole mahdollista muuttaa muuttuvia yksikkökustannuksia tuotantomäärän funktiona, joten toiminta-asteen suuruuden vaikutus em. kustannuksiin ei tule huomioonotetuksi.

On myös ilmeistä, että taimien laatua saataisiin parannetuksi nostamalla enimmäishintoja, jolloin taimitarhojen ei tarvitsisi nykyisessä määrin taistella taloudellisten vaikeuksien kanssa. Toisaalta tulevaisuudessa mahdollinen istutustiheyksien nostaminen lisäisi tätä kautta istutuksen kustannuksia ja muuttaisi kylvön ja istutuksen kustannussuhteita. Tämän vuoksi tullee kysymykseen myös muunlainen taimituotannon tukeminen esim. metsänparannusvaroin.

Lopuksi on vielä syytä korostaa mallin ratkaisun viitteellisyttä. Mallilla ei ole tarkoitus laatia lopullista tuotantosuosittelmaa, vaan se on ainoastaan päätöksenteon apuväline. Samoin käsillä oleva case-tutkimus on esimerkinomainen ja saadut tulokset vain suuntaa antavia.

5. YHDISTELMÄ

Työssä laadittiin lineaarisen optimoinnin avulla Metsän-
tutkimuslaitoksen Suonenjoen taimitarhalle taimien tuotanto-
ja myyntisuunnitelma vuosille 1980-1984. Lähtöaineisto
perustui taimitarhan kustannuslaskentajärjestelmään,
taimien vahvistettuihin enimmäishintoihin ja kokemuslukui-
hin (inventareihin tms.) Muuttujien arvot suunnittelukau-
delle ennustettiin aikaisempien vuosien havaintojen perus-
teella.

Taimitarhalla myydään suunnitelman mukaan vuosittain keski-
määrin kuutta eri taimilajia. Männyn taimien tuotanto
painottuu avomaalla kasvatettavaan paljasjuurisiin taimiin
ja muovihuoneessa kasvatettavaan kennotaimiin. Kuusen
taimista kasvatetaan eniten muovihuoneesta avomaalle koulit-
tavaa paljasjuurista tainta. Koivua kasvatetaan yhtä pal-
jon kaksivuotisia kesämuovihuoneesta avomaalle koulittavia
taimia ja yksivuotisia lämmitettävästä muovihuoneesta avo-
maalle koulittavia taimia. Lähes 90 % tuotettavista tai-
mista on mäntyä.

Kasvatettavien männyn ja kuusen taimien kokonaismyyntiarvo
on hiukan vastaavia muuttuvia kustannuksia suurempi. Koivun
taimien myyntiarvo on vastaavia muuttuviakin kasvatuskus-
tannuksia pienempi. Kun taimien myynnistä saataviin tuloi-
hin lisätään taimien loppuvaraston ja taimitarhan muun suun-
nittelukauden lopussa olevan omaisuuden arvo ja siitä vähenne-
tään taimien alkuvaraston ja tarhan muun suunnittelukauden
alussa olevan omaisuuden arvo sekä lisäksi taimituotannon
muuttuvat että kiinteät kustannukset, saadaan tuloksena tai-
mituotannosta saatavaksi tulokseksi -464 798 mk. Todettakoon,
että kaikki mainitut raha-arvot on prolongoitu asianomai-
sesta vuodesta 5-vuotisen suunnittelukauden loppuun 5 %:n
laskentakorkokantaa käyttäen. Taimituotanto on siis tap-
piollista.

Tuotannontekijöistä käytetään ainoastaan traktorikapasiteetti ajoittain ja avomaa-ala yhtenä syksynä täydellisesti hyväksi. Tuotannontekijät eivät siis yleisesti ottaen ole tuotannon lisäämisen rajoituksena, vaan ainakin osittain pienistä tuotantomääristä johtuva alhainen katetuotto. Jos mallissa olisi mahdollista ottaa huomioon tuotantomäärien vaikutus muuttuviin yksikkökustannuksiin, olisi saatu taloudellinen tulos taimitarhalle ollut parempi.

LÄHDELUETTELO

- BEALE, E. 1968. Mathematical Programming in Practice. 191 s. Belfast. Pitman Publishing.
- BURROUGHS . 1974. Large systems TEMPO, mathematical programming systems. User's manual. Detroit. Burroughs Corporation.
- HÄMÄLÄINEN, J. 1973. Profitability comparisons in timber growing underlying models and empirical applications. Commun. Inst. For. Fenn. 77(4):1-178.
- KEIPI, K. ja LAAKKONEN, O. 1980. Päätehakkuikäisten metsiköiden urealannoituksen kannattavuusvertailuja. Folia For. 420: 1-35.
- KELTIKANGAS, M. 1971. Ehdotus taimitarhan kustannuslaskentajärjestelmäksi. 45 s. Helsingin yliopiston metsätalouden liiketieteen laitoksen julkaisuja. Nr. 8.
- KELTIKANGAS, M. ja TIILILÄ, P. 1968. Metsäpuiden taimien kasvatuskustannukset vv. 1961-1966. Ennakkotuloksia.
- KUOKKANEN, P. 1971. Tuotevalinta taimitarhoilla. Metsä ja Puu 88(1): 13-16.
- LAAKKONEN, O. 1978. Taimitarhan toimintavaihtoehtojen valinnan liiketaloudellinen malli. Commun. Inst. For. Fenn. 93(3): 1-95.
- Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen taimitarhan toimintakertomus v. 1979.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1977-1978. Folia For. 375.
- RIISTAMA, V. ja JYRKKIÖ, E. 1971. Operatiivinen laskenta-toimi. 334 s. Helsinki. Weilin & GÖös.
- TÖRNQVIST L. 1974. Aikasarjojen analyysi ja ennustaminen. 127 s. Helsinki. Oy Gaudeamus Ab.

LIITE 1. Taimilajien merkitseminen

Kunkin taimilajin kasvatushistoria kuvataan yksikäsitteisellä merkkijonolla, jossa numerot merkitsevät kasvatusvuosien lukumäärää, isot kirjaimet kasvatuspaikkaa ja pienet kirjaimet taimityyppiä.

Kasvatuspaikkaa kuvaavat tunnukset ovat:

- A = Avomaa
- M = Kesämuovihuone
- L = Lämmitettävä muovihuone

Jos kasvatuspaikkaa kuvaavan tunnuksen jäljessä ei ole pientä kirjainta, on kyse paljasjuurisista taimista. Taimityyppiä kuvaavat tunnukset ovat:

- r = rullataimi
- k = kennotaimi

Koulintaa kuvataan erikoismerkeillä seuraavasti:

- x = syksykoulinta
- + = kevät-koulinta

Esimerkiksi taimilajin LM + 2A tainta kasvatetaan yksi vuosi kesämuovihuoneessa, josta se toisen vuoden keväänä koulitaan avomaalle, missä sitä kasvatetaan edelleen kaksi vuotta. Vastaavasti taimilajin 2A x lAr tainta kasvatetaan ensin kaksi vuotta avomaalla, josta se koulitaan toisen vuoden syksyllä rullaan avomaalle, missä sitä kasvatetaan vielä yksi vuosi ennen myyntiä. Taimilajin l(Lk + A) taimet ovat yksivuotisia kennotaimia, jotka koulitaan kesällä lämmitettävästä muovihuoneesta avomaalle.

Liite 2. Eräiden taimilajien metsähallituksen vuosittain vahvistamat nimelliset enimmäishinnat vuosina 1977-79 (mk/1000 tainta) sekä hintaennusteet vuosille 1980-84.

Puu- laji	Taimi- laji	Vuosi							
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Mänty	1M	46,0	48,0	50,0	51,5	52,5	53,0	53,3	53,5
	1A	46,0	48,0	50,5	51,5	52,5	53,0	53,3	53,5
	2A	46,0	48,0	70,0	94,0	114,6	130,3	141,4	148,8
	1M+1A	177,0	187,0	205,0	220,9	232,6	240,5	245,6	248,8
	2Ax1Ar	-	230,0	240,0	246,8	251,2	253,9	255,5	256,4
	2Ax1A	177,0	187,0	205,0	220,9	232,6	240,5	245,6	248,8
	1Mk	121,0	135,0	171,0	205,9	233,6	253,5	266,9	275,5
	1Lk	121,0	135,0	171,0	205,9	233,6	253,5	266,9	275,5
Kuusi	1M	35,0	37,0	50,0	63,7	75,1	83,6	89,5	93,4
	2A	35,0	37,0	70,0	109,9	149,7	183,1	208,5	226,4
	1M+1A	178,0	191,0	215,0	236,6	252,8	263,9	271,1	275,6
	1M+2A	214,0	237,0	279,0	317,0	345,8	365,7	378,7	386,9
	2Ax1A	178,0	191,0	215,0	236,6	252,8	263,9	271,1	275,6
	2Ax2A	214,0	237,0	279,0	317,0	345,8	365,7	378,7	386,9
Koivu	1M	100,0	100,0	115,0	130,6	143,0	151,8	157,6	160,4
	1M+1A	480,0	480,0	540,0	601,9	650,7	684,8	707,2	721,3
	1 (Lk+A)	400,0	400,0	460,0	522,3	571,7	606,7	629,9	641,3

Liite 3. Männyn taimien muuttuvat kasvatuskustannukset nimellisinä tuotantovaiheittain vuosina 1977-78 (mk/1000 tainta) Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen taimitarhalla sekä kustannusennusteet vuosille 1979-84.

Tuotantovaihe	Vuosi								
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	
M	66,4	81,6	92,9	100,8	106,1	109,5	111,6	112,9	
A	47,5	52,5	56,0	58,3	59,8	60,7	61,2	61,5	
a	18,2	21,9	24,6	26,5	27,7	28,5	29,0	27,3	
ar	14,8	17,8	20,0	21,5	22,5	23,1	23,5	23,8	
Mk	167,9	190,8	207,1	218,0	225,0	229,3	231,9	233,4	
Lk	169,3	192,4	208,9	220,0	227,1	231,5	234,2	235,8	
Konekoulinta	47,2	56,9	64,0	68,2	70,7	72,2	73,1	73,6	
Rullakoulinta	59,3	71,4	80,3	86,5	90,6	93,2	94,8	95,8	
Paikalleen-jättö	Paljasjuuri-	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	Rullataimi	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	Kennotaimi	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Kylmävarastointi	25,5	28,0	22,7	30,8	31,5	31,9	32,1	32,2	
Myynti	Paljasjuuri-	25,5	28,0	29,7	30,8	31,5	31,9	32,1	32,2
	Rullataimi	26,3	31,7	35,7	38,5	40,4	41,6	42,3	42,7
	Kennotaimi	10,0	13,5	16,2	18,2	19,6	20,5	21,1	21,5
	Kylmävarastoista	1,7	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7

Liite 4. Kuusen taimien muuttuvat kasvatuskustannukset nimellisinä tuotantovaiheittain vuosina 1977-78 (mk/1000 tainta) Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen taimitarhalla sekä kustannuseennusteet vuosille 1979-84.

Tuotantovaihe		Vuosi							
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
M		66,4	81,6	92,9	100,8	106,1	109,5	111,6	112,9
A		59,4	63,0	65,5	67,1	68,1	68,7	69,1	69,4
a		21,8	26,3	29,6	31,9	33,4	34,4	35,0	35,4
Kone- koulinta	Kasvu- paikal- ta	47,2	56,9	64,0	68,2	70,7	72,2	73,1	73,6
	Kylmä- varas- tosta	37,7	45,4	51,1	55,1	57,8	52,5	60,5	61,1
Paikallaan- jättö		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Kylmävaras- tointi		21,0	25,3	28,6	30,9	32,4	33,3	33,8	34,1
Myynti	Paljas- juuri- nen	40,3	51,1	59,3	65,1	69,0	71,5	73,1	74,1
	Kylmä- varas- toista	1,7	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7

Liite 5. Koivun taimien muuttuvat kasvatuskustannukset nimellisinä tuotantovaiheittain vuosina 1979-78 (mk/1000 tainta). Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen taimitarhalla sekä kustannusennusteet vuosille 1979-84.

Tuotantovaihe		Vuosi							
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
M		209,2	252,1	283,6	305,4	319,7	328,7	334,2	337,5
a		104,6	126,0	141,7	152,5	159,6	164,1	166,9	168,6
(Lk + a)		448,1	589,9	607,4	654,3	685,0	704,3	716,1	723,1
Konekoulinta kylmävarastosta		85,4	102,9	115,7	124,6	130,5	134,2	136,4	137,8
Pai-koilleen jättö	Paljasjuurinen	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	Kennotaimi	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Kylmävarastointi	IM	72,4	87,2	98,1	105,6	110,5	113,6	115,5	116,6
	IM+IA	133,4	160,7	180,8	194,7	203,8	209,5	213,0	215,1
	Kennotaimi	121,7	146,6	164,9	177,5	185,8	191,0	194,2	196,1
Valeistutus		133,4	160,7	180,8	194,7	208,8	209,5	213,0	215,1
Myynti	Paikaltaan	150,0	155,0	158,4	160,6	162,0	163,0	163,7	164,2
	Valeistuksesta	42,7	51,4	57,8	62,2	66,1	66,9	68,0	68,7
	Kylmävarastosta	8,3	10,0	11,2	12,0	12,5	12,8	13,0	13,1



