

FOLIA FORESTALIA 463

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1981

MIKKO HYPPÖNEN

ERÄIDEN METSIKÖNKASVATUSVAIHTO-
EHTOJEN EDULLISUUS METSÄHALLITUKSEN
POHJOIS-SUOMEN METSISSÄ

PROFITABILITY OF SOME STAND GROWING
ALTERNATIVES IN THE STATE FORESTS OF
NORTHERN FINLAND



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Olavi Huikari
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Tuomas Heiramo
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

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

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

FOLIA FORESTALIA 463

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1981

Mikko Hyppönen

ERÄIDEN METSIKÖNKASVATUSVAIHTOEHTOJEN EDULLISUUS
METSÄHALLITUKSEN POHJOIS-SUOMEN METSISSÄ

Profitability of some stand growing alternatives
in the State forests of northern Finland

ODC 651:568
ISBN 951-40-0508-2
ISSN 0015-5543

HYPPÖNEN, M. 1981. Eräiden metsikönkasvatusvaihtoehtojen edullisuus metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä. Summary: Profitability of some stand growing alternatives in the State forests of northern Finland. *Folia For.* 463:1—34.

Tutkimuksessa verrataan metsiköittäin kolmen intensiivisyydeltään erilaisen metsikönkasvatusohjelman keskinäistä edullisuutta eri tutkimusalueilla ja kasvu- ja paikkatyypeillä metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä. Edullisuuden vertailumenetelminä käytetään nykyarvoa ja sisäistä korkokantaa. Saatuja tuloksia testataan herkkyyksianalyysien.

Tuoreen ja kuivahkon kankaan metsiköissä edullisimmaksi vaihtoehdoksi eri edullisuusmenetelmiä käytettäessä osoittautui yleensä ekstensiivisin kasvatusohjelma P, jossa metsiä ei lannoiteta lainkaan ja epäedullisimmaksi ohjelma B, joka sisältää intensiivisiä uudistamistoimenpiteitä ja lannoituksia. Pohjanmaa-Kainuun alueella, jossa metsän kasvu on suurempi ja kantohinnat ovat korkeammat kuin pohjoisemmilla Lounais-Lapin ja Koillismaan tutkimusalueilla, intensiivisyydeltään keskimäinen kasvatusohjelma N oli kuitenkin ohjelmaan P verrattuna suhteellisesti edullisempi kuin muilla alueilla. Erityisesti vanhahkoista nykypuustoista (ikäluokka 81—100) alkavassa tarkastelussa ohjelma N oli mainituissa tuoreen ja kuivahkon kankaan metsiköissä lähes yhtä edullinen ohjelman P kanssa, tuoreen kankaan männiköissä jopa edullisempi.

Kuivan kankaan männiköissä N-ohjelma oli P-ohjelmaa edullisempi vaihtoehto. Tällöin on kuitenkin otettava huomioon, että kuivilla kankailla ei sisältynyt P-vaihtoehdon lisäksi myöskään N-ohjelmaan metsän lannoitusta.

The study concerns the profitability of three stand growing programs of various intensities in different research areas and mineral site types in the State forests of northern Finland. Present net value and internal rate of return are used as a profitability criteria. The profitability characters are tested by sensitivity analyses.

In damp and sub-dry mineral site stands the most extensive alternative P, according to which stands are not fertilized at all, proved to be the most profitable stand growing program in all areas. Conversely, the most intensive program B, in which stands are regenerated and fertilized very intensively, was the most unprofitable. In the area of Pohjanmaa-Kainuu, where growth and yield is greater and the stumpage prices are higher than in other more northern research areas, the middle timber growing program N was, however, relatively more profitable than in other areas. Especially in the calculations deriving from older present growing stocks (age class 81—100), program N was nearly as profitable as program P. In the damp mineral site type pine stands it was even more profitable.

In dry mineral site pine stands program N was more profitable alternative than program P.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
11. Metsähallituksen metsien teho-ohjelmat	4
12. Tutkimuksen tehtäväalue ja tarkoitus	4
2. METSIKÖNKASVATUSVAIHTOEHDOT JA NIIDEN PERUSTEET	5
21. Käsitteitä ja määrittelyjä	5
22. Metsiköncasvatusohjelmien rakenne	6
23. Kasvu-, tuotos- ja poistumasarjat	7
24. Lannoitukset ja lannoituslisät	9
3. KANTOHINNAT JA KUSTANNUKSET	11
31. Kantohinnat	11
32. Metsiköncasvatustoimenpiteiden yksikkökustannukset	12
4. EDULLISUUDEN VERTAILUMENETELMÄ	13
5. KASVATUSVAIHTOEHTOJEN KESKINÄINEN EDULLISUUS	14
51. Nykypuustovaihe vertailuajankohtana	14
52. Uudistamisvaihe vertailuajankohtana	14
521. Nykyarvo	14
522. Sisäinen korkokanta	16
523. Herkkyysanalyysi	18
6. TULOSTEN TARKASTELU	19
61. Tulosten luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä	19
62. Tulosten tarkastelua	20
7. YHDISTELMÄ	22
LÄHDELUETTELO	23
SUMMARY	25
LIITTEET	26

1. JOHDANTO

11. Metsähallituksen metsien teho-ohjelmat

Valtakunnallisen metsätalouden suunnittelun yhteydessä on laadittu useita koko maan kattavia puuntuotannon kohottamiseen tähtääviä ohjelmia ja ohjelmaselvityksiä. Ensimmäinen näistä oli HKLN-metsänhoito-ohjelma, joka valmistui vuonna 1961. Tämän jälkeen on tehty kymmenkunta puuntuotannon voimaperäistämiseen pyrkivää ohjelmaa: Teho 1961, Mera I 1966, Laajennettu Teho 1964, Mera II 1966, Mera III 1969, Talousneuvoston asettaman tutkijaryhmän maksimiohjelma 1969, Maailmanpankin rahoittama Mera-projekti 1972 ja Metsätalouden neuvottelukunnan puuntuotannon tavoiteohjelma 1975. Joulukuussa 1977 asetettiin alueellinen, Lapin metsien puuntuotannon tehostamismahdollisuuksia selvittävä Lapin metsätaloustoimikunta. Metsähallitus on laatinut kaksi omia metsiään koskevaa alueittaista ohjelmaa, ns. Nurmes-suunnitelman 1966 ja Pohjois-Suomen metsien Teho-ohjelman 1976, joista ensin mainittua on jo toteutettu toistakymmentä vuotta.

Nurmes-suunnitelma on tutkimus- ja kekilumielessä toteutettava metsätalouden tehostamisohjelma, jonka yleisenä tarkoituksena on siirtyä maan luontaisen tuotoskyvyn hyväksikäytöstä laajamittaiseen voimaperäistettyyn käyttöön. Eri toimintamuotoja ovat soiden ojitus, uudistusalojen muokkaus ja metsämaan lannoitus. Tarkoituksena on lisäksi jouduttaa puun kasvatusta metsänviljely- taimikonhoito- ja harvennusvaiheissa. Huomiota kiinnitetään myös kiertoaikaan ja muihin metsätalouden järjestelyn kysymyksiin. Kokeiluun varattiin silloiset Nurmeksen, Rautavaaran ja Valtimon hoitoalueet. Kymmenkunta vuotta (1976—77) myöhemmin Nurmes-suunnitelma tarkennettiin alkuperäisten periaatteiden pysyessä ennallaan (esim. Nurmes-suunnitelma... 1977). Suunnitelmaan kuuluvat tutkimukset ja kokeet on toteutettu Metsäntutkimuslaitoksen ja metsähallituksen yhteistyönä.

Toimenpiteiden seurantaan varten laaditaan Metsäntutkimuslaitoksella seurantajärjestelmä, jonka avulla voidaan mitata voimaperäistetyn metsätalouden kannattavuutta ja lasketaan myös 1980-luvun alkupuolella tiedossa olevien tosiasioiden perusteella hankkeen kannattavuus ym. edullisuustunnuksia (S e v o l a 1979). On syytä korostaa, että Nurmes-suunnitelmassa nimenomaan tutkimus- ja koetoiminnalla on ollut yhä suureneva paino.

Metsähallituksen Pohjois-Suomen metsien Teho-ohjelmaa varten nimitetyn työryhmän, ns. Tempo-ryhmän, tehtävänä oli:

- ”selvittää, minkälaisia tehotoimenpiteitä käyttäen metsähallituksen metsien puuntuottoa Pohjois-Suomessa voidaan lisätä,
- selvittää, mitä tehotoimenpiteet vaikuttavat metsähallituksen metsien hakkuumahdollisuuksiin Pohjois-Suomessa,
- laatia alueellisesti ja laadullisesti täsmennetty Teho-ohjelma, sekä
- selvittää ne toimenpiteet, joilla puuston tarkempi talteenotto koko alueella on aikaansaatuissa.

Työssä tulee ottaa huomioon toiminnan kannattavuus valtion metsien kannalta sekä Pohjois-Suomen talouselämän kokonaistarpeet...” (Metsähallituksen... 1976a).

Metsähallituksen Pohjois-Suomen metsien Teho-ohjelmaa ei ole toteutettu käytännössä.

12. Tutkimuksen tehtäväalue ja tarkoitus

Metsähallituksen Pohjois-Suomen metsien Teho-ohjelman yhteydessä laadittiin eri ilmastovyöhykkeitä, kasvupaikkatyyppisiä ja puolajia edustaville metsikkötyypeille useita intensiivisyydeltään erilaisia puuston kasvatusohjelmia (ns. toimintamalleja) (vrt. M ä k e l ä 1979). Ohjelmat laadittiin eri ikäluokkia edustaville nykymetsiköille ja näitä seuraaville ns. tavoitemetsiköille. Kasvatusohjelmien rakentamisessa pyrittiin ottamaan huomioon kaikki tarkoitukseen soveltuvat Pohjois-Suomea koskevat tutkimus- tulokset.

Teho-ohjelmassa ei verrattu kasvatusvaihtoehtojen keskinäistä edullisuutta metsikkötasolla. Sen sijaan siinä verrattiin tavoitehakuulaskelmiin perustuen eri intensiivisyystasoa vastaavien ohjelmien edullisuutta ilmastovyöhykkeiden ja metsähallinnon Pohjanmaan ja Perä-Pohjolan piirikuntien muodostamilla suuralueilla. Vertailussa on kuitenkin puutteita, joiden vuoksi vain osa informaatiosta voidaan käyttää hyväksi käytännön päätöksentekoa varten (ks. Metsähallituksen... 1976b, s. 61).

Käsiällä olevan selvityksen tarkoituksena on verrata kolmen intensiivisyydeltään eritasoisen metsikönkasvatusohjelman keskinäistä edullisuutta *metsikkötasolla*. Laskelmissa käytetään tavanomaisia investointien kannattavuutta mittaavia menetelmiä, sisäisen korkokannan ja nykyarvomenetelmää. Tarkoituksena ei ole selvittää kasvatusohjelmien absoluuttista kannattavuutta, vaan verrata niiden suhteellista edullisuutta. Laskentamallit ovat deterministisiä. Koska lannoitukset ovat olennaisia osa intensiivisissä kasvatusohjelmissa, ja niistä on julkaistu paljon uutta tietoa Teho-ohjelman valmis-

tumisen jälkeen, tarkastellaan aluksi myös lyhyesti lannoituslaskennan perusteita Pohjois-Suomen olosuhteisiin sovellettavien lannoitustutkimusten tulosten avulla.

Tämä työ kuuluu Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusasemalla tehtäviin liikeloudellisen metsäekonomian tutkimuksiin. Tutkimusaihe sai alkunsa metsähallituksen Pohjois-Suomen metsien käsittelyn tehostamista selvittäneen ns. Tempo-työryhmän työn tuloksista, joiden edelleen hyödyntämisen katsottiin antavan tarpeellista informaatiota käytännön metsätaloudelle. Työryhmässä, johon allekirjoittanut myös kuului, oli edustajia metsähallituksesta ja Metsäntutkimuslaitoksesta. Puheenjohtajana toimi metsätaloudentarkastaja Unto Antikainen metsähallinnon Pohjanmaan piirikuntakonttorista. Hän on myös tutustunut käsiällä olevaan käsikirjoitukseen.

Metsätieteen tohtori Pentti Roiko-Jokela, jonka vastuulla Tempo-työryhmässä olivat erityisesti kasvua, tuotosta ja poistumaa kuvaavat metsiköiden kehityssarjat, on lukenut käsikirjoituksen. Hän on antanut apuaan myös kaiken aikaa tutkimustyön kestäessä. Käsikirjoituksen ovat tarkastaneet professorit Jouko Hämmäläinen ja Kullervo Kuusela. Lisäksi käsikirjoitukseen on tutustunut MML Olli Saastamoinen. Englanninkielisen tekstin on tarkastanut B.Sc. Ashley Selby.

Lausun parhaat kiitokseni kaikille edellä mainituille, Tempo-työryhmän jäsenille ja muille tutkimuksen eri työvaiheisiin osallistuneille.

2. METSIKÖNKASVATUSVAIHTOEHDOT JA NIIDEN PERUSTEET

21. Käsitteitä ja määrittelyjä

Metsikönkasvatus- tai puuntuottamishjelmalla tarkoitetaan tässä erilaisista metsänhoidollisista ja puuston kasvatus edistävästä, metsikön koko kiertoajalle tai jäljellä olevalle kiertoajan osalle kohdistuvista toimenpiteistä koostuvaa ketjua. Tavoitemetsiköissä ohjelma alkaa uuden metsikön perustamistoinenpiteistä (uudistusalan raivaus, maan muokkaus, viljely) ja päättyy taimikonhoidon, harvennushakkuiden ja lannoitusten kautta päätehakkuuseen. Ohjelmaa voidaan alkaa toteuttaa myös jo olemassa olevassa nykymetsikössä. Kasvatusohjelmat edustavat tässä kolmea intensiivisyystasoa. Ekstensiivisintä tasoa edustaa vaihtoehto P (perustaso), seuraavaa tasoa vaihtoehto N ja intensiivisintä tasoa vaihtoehto B. Ohjelmista käytetyt merkinnät (P, N, B) ovat samat kuin Teho-ohjelmassakin. Kasvatusohjelmia on kuvattu tarkemmin seuraavassa luvussa ja liitteessä 1.

Nykypuustoilla tarkoitetaan tässä metsähallituksen olemassa olevien metsien keskimääräisiä metsiköitä ikäluokittain eri alueilla ja kasvupaikkatyypeillä. Nykypuustojen tämänhetkinen rakenne riippuu niiden aikaisemmasta käsittelystä ja tuleva rakenne myöhemmästä käsittelystä. Kasvatusohjelmilla pyritään vaikuttamaan nykypuustojen kehitykseen. Mitä nuoremasta met-

siköstä on kysymys, sitä todennäköisemmin metsikkö kehittyy kohti tavoitepuustoa. *Tavoitepuustot* tai tavoitemetsiköiden puustot ovat metsiköitä, jotka saavutetaan suorittamalla uudistamisen jälkeen kullekin kasvupaikkatyypille sovellettavan kasvatusohjelman mukaiset metsikönkasvatustoimenpiteet ja olettaen näiden onnistuvan. Eri kasvatusohjelmat johtavat erilaisiin tavoitepuustoihin.

Ilmastovyöhykkeillä tarkoitetaan tässä metsähallituksen käyttämiä ja ohjekirjeessään (Ohjekirje... 1978) määrittelemiä vyöhykkeitä. Tutkimusalueista Lounais-Lappi ja Koillismaa kuuluvat ilmastovyöhykkeeseen IV ja Pohjanmaa-Kainuu vyöhykkeeseen III.

Tutkimusaluejako perustuu Pohjois-Suomen eri osien välisiin toisaalta ilmastollisiin ja toisaalta taloudellisiin eroihin. Tutkimusalueet sijaitsevat metsähallituksen käyttämän ilmastovyöhykejaon mukaisilla kolmannella ja neljännellä ilmastovyöhykkeellä Pohjanmaan ja Perä-Pohjolan piirikuntien alueella (kuva 1). Pohjoisin alue, Lounais-Lappi, sijaitsee neljännellä ilmastovyöhykkeellä Perä-Pohjolan piirikunnassa. Etelässä alue rajoittuu Pohjanmaan piirikuntaan ja pohjoisessa kaakko—luode-suunnassa kulkevaan ilmastovyöhykerajaan. Alueeseen kuuluvat Ranuan ja Rovaniemen hoitoalueet sekä Länsi-Lapin hoitoalueen eteläosa. Koillismaa sijaitsee IV ilmastovyöhykkeellä Pohjanmaan



Kuva 1. Tutkimusalueet
Figure 1. Research areas

piirikunnan koillisosassa. Alueen muodostavat Pudasjärven, Taivalkosken, Kiannon ja Suomussalmen hoitoalueet. Pohjanmaa-Kainuun alue käsittää koko muun Pohjanmaan piirikunnan ja sijaitsee III ilmastovyöhykkeellä. Siihen kuuluvat hoitoalueet ovat Ii, Puolanka, Hyrynsalmi, Kuhmo, Vaala ja Keski-Pohja.

22. Metsikönkasvatustavoitteiden rakenne

Metsikönkasvatustavoitteiden perustuvat suurimaksi osaksi metsähallituksen Pohjois-Suomen Teho-ohjelmaselvityksiin (Metsähallituksen... 1976a, b, c), joissa kolmea eri intensiivisyydestä edustavat kasvatusohjelmat P, N ja B laadittiin erikseen kaikille tutkimusalueille ja kasvupaikkatyypeille. Kuusen kasvatusohjelmat laadittiin vain tuoreille kankailla, mutta männyn ohjelmat sekä tuoreille, kuivahkoille että kuiville kankailla. Nykypuustojen ohjelmat rakennettiin erikseen seuraaville ikäluokille 1—40, 41—60, 61—80 ja 81—100. Sitä vanhemmille ikäluokille ei kasvatusohjelmien katsottu olevan rationaalisia. Tavoitepuustoissa ohjelmat ulottuivat läpi koko kiertoajan. Kasvatusohjelmien rakenne poikkesi Pohjanmaa-Kainuun alueella selvästi Lounais-Lapin ja Koillismaan ohjelmien rakenteista, jotka olivat suunnilleen samanlaiset. Kasvatustavoitteiden rakenne tutkimusalueittain ja kasvupaikkatyypeittäin ilmenee liitteestä 1. Liitteessä ovat kuitenkin vain Lounais-Lapin ja Pohjanmaa-Kainuun kasvatusohjelmat, koska Lounais-Lapin ja Koillismaan ohjelmat ovat lähes identtiset.

Koska kyseessä ovat kivennäismaiden metsiköt, seuraavat puunkasvatustoimenpiteet tulevat kysymykseen:

- uudistusalan raivaus (r)
- maanmuokkaus: auras (a), lautasauraus (m)
- kylvö (k)
- männyn istutus (i_1 ja i_2)
- kuusen istutus (i)
- taimikonhoito (t_1 , t_2 , t_3)
- lannoitus: 160 kg N/ha (l_1), 210 kg N/ha (l_2), 240 kg NPK/ha (l_3)
- harvennus (h)

Kuiva kangas		Kuivahko kangas		Tuore kangas, mänty		Tuore kangas, kuusi	
Ajan-kohta	Toimenpide	Ajan-kohta	Toimenpide	Ajan-kohta	Toimenpide	Ajan-kohta	Toimenpide
Kasvatustavoitteet P ja N¹⁾							
P							
1	raivaus (r)	1	raivaus (r)	1	raivaus (r)	1	raivaus (r)
26	taimikonhoito (t_2)	1	auraus (a)	1	auraus (a)	1	auraus (a)
N							
1	raivaus (r)	2	kylvö (k)	2	istutus (i_2)	2	istutus (i)
1	raivaus (r)	5	taimikonhoito (t_3)	5	taimikonhoito (t_1)	5	taimikonhoito (t_1)
1	lautasauraus (m)	15	taimikonhoito (t_1)	10	taimikonhoito (t_2)	15	taimikonhoito (t_2)
2	kylvö (k)	48	lannoitus (l_1)	38 ²⁾	lannoitus (l_1)	48	lannoitus (l_1)
8	taimikonhoito (t_3)	54	lannoitus (l_1)	44	lannoitus (l_1)	57	lannoitus (l_1)
15	taimikonhoito (t_1)		(lann. väli 6 v.)		(lann. väli 6 v.)		(lann. väli 9 v.)
Kasvatustavoite B							
1	raivaus (r)	1	raivaus (r)	1	raivaus (r)	1	raivaus (r)
1	lautasauraus (m)	1	auraus (a)	1	auraus (a)	1	auraus (a)
2	istutus (i_2)	2	istutus (i_1)	2	istutus (i_2)	2	istutus (i)
10	taimikonhoito (t_1)	5	taimikonhoito (t_3)	5	taimikonhoito (t_1)	5	taimikonhoito (t_1)
53	lannoitus (l_2)	10	taimikonhoito (t_1)	10	taimikonhoito (t_2)	15	taimikonhoito (t_2)
58	lannoitus (l_2)	13	lannoitus (l_2)	13	lannoitus (l_2)	18	lannoitus (l_2)
63	lannoitus (l_3)	18	lannoitus (l_2)	18	lannoitus (l_2)	25	lannoitus (l_2)
	(lann. väli 5 v.) ³⁾	23	lannoitus (l_3)	23	lannoitus (l_3)	32	lannoitus (l_3)
			(lann. väli 5 v.) ³⁾		(lann. väli 5 v.) ³⁾		(lann. väli 7 v.) ³⁾

1) Kuivaa kangasta lukuunottamatta P- ja N-ohjelmat ovat muuten samat, paitsi että P-ohjelmassa ei ole lannoituksia. Kuivalla kankaalla ei myöskään N-ohjelmassa ole lannoituksia (ks. liite 1).

2) III ilmastovyöhykkeellä (Pohjanmaa-Kainuu) lannoitus aloitetaan 38 vuoden iällä, mutta IV vyöhykkeellä (Lounais-Lappi ja Koillismaa) 43 vuoden iällä.

3) 210 kg N/ha, mutta joka kolmannelle kerralla 240 (120-60-60) kg NPK/ha.

Kunkin toimenpiteen jäljessä oleva koodi ilmaisee toimenpiteen laadun liitteessä 1 olevissa kasvatusohjelmissä sekä toimenpiteen yksikkökustannuksen taulukossa 3. Männyn istutuksen kohdalla koodi i_1 merkitsee sitä, että viljely on suoritettu pieniä taimia käyttäen. Koodi i_2 tarkoittaa puolestaan, että viljely on suoritettu osittain suurilla ja kalliimmilla ja osittain pienillä ja halvemmilla taimilla. Ts. tietyt kasvupaikkatyypin pinta-alasta osa on viljelty suurilla ja osa pienillä taimilla. Taimikon hoidon kohdalla on myös kolme erilaista koodia t_1 , t_2 ja t_3 , joiden yksikkökustannukset ovat erilaiset (taulukko 3). Tämä johtuu siitä, että taimikonhoidon tarve ja suoritustapa vaihtelee eri uudistusmenetelmissä ja erilaisilla kasvupaikoilla.

Tavoitepuustojen kasvupaikkatyyppittaiset kasvatusohjelmat ilmenevät viereisen sivun jaotelmasta, johon on merkitty kukin puunkasvatustoimenpide, sen toteuttamisajankohta ja toimenpiteen kirjainkoodi hakkuita lukuunottamatta.

Kuten jaotelmasta käy selville poikkeavat P- ja N-ohjelmat kuivaa kangasta lukuunottamatta vain lannoituksen suhteen. P-ohjelmissä ei lannoiteta, mutta N-ohjelmissä lannoitetaan. N- ja B-ohjelmat poikkeavat taas kuivahkolla kankaalla viljelytavan (kylvö/istutus) sekä lannoituksen alkamisajankohdan ja toistuvuuden suhteen. Tuoreella kankaalla N- ja B-vaihtoehdot poikkeavat lähinnä lannoitusten alkamisajankohdan ja toistuvuuden perusteella.

Nykypuustojen kasvatusohjelmat poikkeavat toisistaan pelkästään lannoitusten kohdalla. P-ohjelmissä ei lannoiteta ollenkaan. N-ohjelmissä lannoitus aloitetaan 55-vuoden iässä ja B-ohjelmissä 30-vuoden iässä. Lannoitusten väliset ajat ovat samat kuin tavoitepuustoissakin.

Harvennushakkuiden ajankohta ja voimakkuus määräytyivät kaikissa ohjelmissä puuston kehityksen perusteella. Niiden sijoittaminen sekä hakkuupoistuman puutavaralajirakenne perustuvat Teho-ohjelman vastaaviin (Metsähallituksen... 1976a).

23. Kasvu-, tuotos- ja poistumasarjat

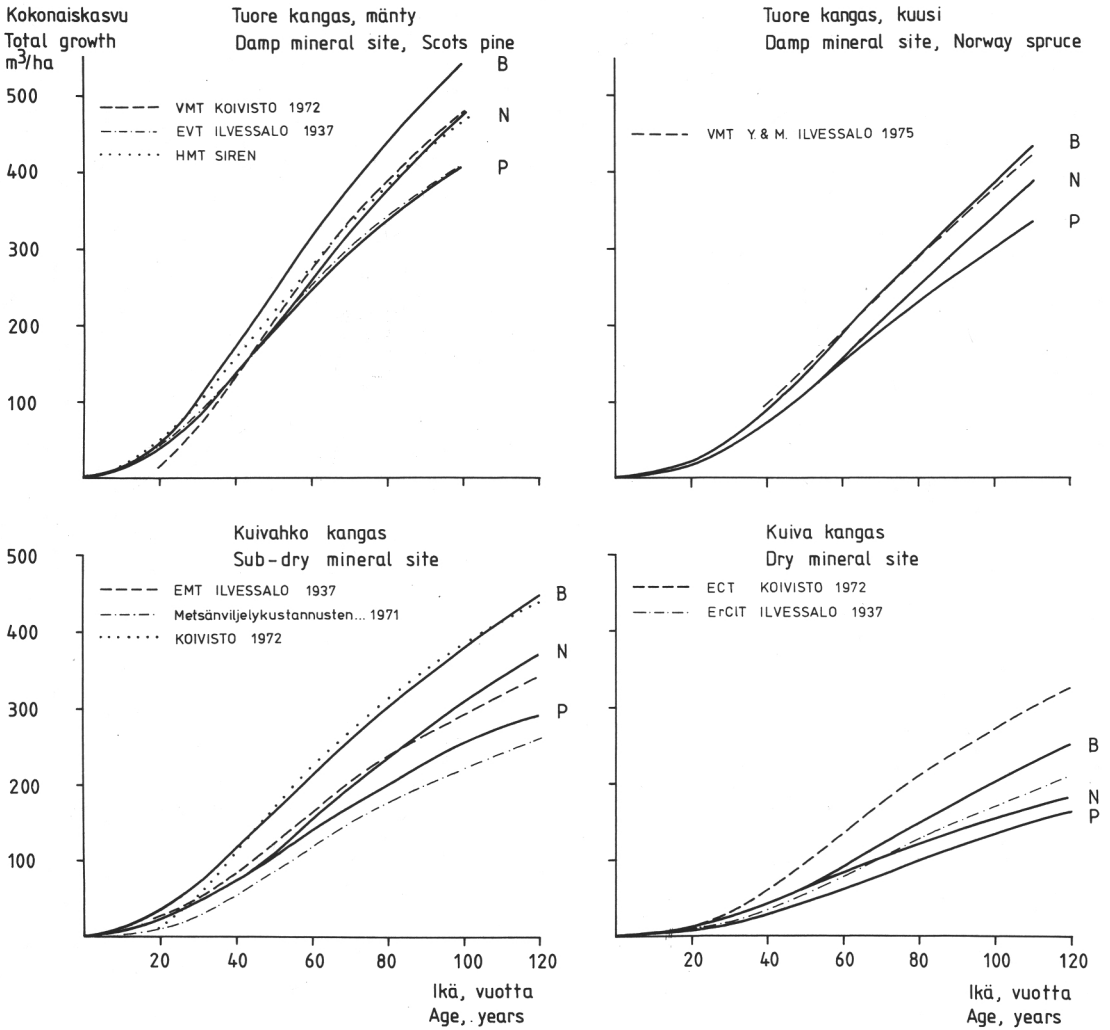
Kasvatusohjelmien P kasvu-, tuotos- ja poistumasarjat otettiin tähän Teho-ohjelmasta, johon ne laadittiin käytettävissä olleiden tutkimustulosten ja inventointitietojen perusteella. Teho-ohjelmaa tehtäessä käytettävissä olivat ensinnäkin Ilvessalon luonnonnormaalien metsiköiden kehitystä Perä-Pohjolassa (1937), Kainuussa (1967) ja Pohjanmaalla (1969) koskevat tutkimukset, joista on koottu myös täydennetty yhteenveto (Y. ja M. Ilvessalo 1975). Hakkuin käsitellyistä metsiköistä oli käytettävissä Heikuraisen ym. (1960) laatimat Pohjanmaan, Kainuun ja Perä-Pohjolan männyn tavoitepuusarjat ns. HKLN-suunnitelmaa varten, Sirénin tutkimusten perusteella laaditut Pohjois-Suomen tuoreille kankaille (HMT) viljelemällä perustettujen männiköiden tuotossarjat (Metsänviljelykustannusten... 1971), Metsänviljelykustannusten toimikunnan mietinnössään (1971) käyttämät Perä-Pohjolan EMT-männiköiden tuotossarjat, Koiviston (1972) Pohjanmaan ja Kainuun talousmänniköiden kehitystä koskeva tutkimus ja valtakunnan metsien inventointitulokset (esim. K o h m o 1972). Tutkimuksen nykypuustojen kehityksen arviointia varten käytettiin metsähallituksen talouskirjojen tietoja. Kuten luettelosta käy ilmi, nimenomaan tämän tutkimuksen kattamalta alueelta

kuusikoiden kehityksestä oli tuloksia vain luonnonnormaaleista metsiköistä.

Tutkimusten perusteella saaduista peruskasvuluvuista vähennettiin Teho-ohjelmassa 20 %, koska suurille metsäalueille tai jo metsikköön sovellettuina koealatulokset ovat liian optimistisia (vrt. Eriksson 1967, Oikarinen 1978). Näin saadut juoksevat vuotuiset kuorelliset kasvut olivat perustana Teho-ohjelman ja siten myös tämän selvityksen P-ohjelmien tuotos- ja poistumasarjoille (ks. Metsähallituksen... 1976c).

Kuivan kankaan P-ohjelmalla käsiteltyjä männiköitä lukuunottamatta Teho-ohjelman kuten myös tämän tutkimuksen kasvu- ja tuotossarjat perustuvat metsän viljelyyn ja useimmiten myös lannoitukseen. Viljelystä aiheutuva hyöty on otettu huomioon lähinnä metsikön alkukehityksen nopeutumisen ja sitä kautta kiertoajan lyhenemisenä (ks. Metsähallituksen... 1976a). Lannoituksella saatava hyöty otettiin tapauksesta riippuen huomioon joko siten, että lannoitetun metsikön kiertoaikaa lyhennettiin tai siten, että lannoituksen aiheuttama lisäkasvu realisoitiin ”normaalkiertoajan” kuluttua päätehakuussa. Käytetyt lannoituksen aiheuttamat kasvunlisät selviävät luvusta 24. Ne poikkeavat huomattavasti Teho-ohjelmassa käytetyistä vastaavista lisistä. Viime vuosina on lannoituksesta näet saatu runsaasti uusia tutkimustuloksia, joiden hyväksikäyttö katsottiin välttämättömäksi tässä selvityksessä. Lannoituslisien korjaaminen pienensi Teho-ohjelmassa käytettyjä kuivahkon ja tuoreen kankaan metsiköiden kasvu- ja tuotoslukuja, mutta säilytti suunnilleen ennallaan kuivan kankaan kasvut.

Kasvu- ja tuotoslukujen pieneminen aiheutti edelleen muutoksia hakkuiden ajankohtiin ja poistuman rakenteisiin sekä myös päätehakuun ajankohtiin. Kaiken kaikkiaan N- ja B-ohjelmien kasvu-, tuotos- ja poistumasarjat poikkeavat sen vuoksi huomattavasti Teho-ohjelman vastaavista. Liitteestä 2 ilmenevät kasvupaikkatyyppittaiset kasvatusohjelmien P mukaiset tavoitepuustojen tuotos- ja poistumasarjat ilmastovyöhykkeeltä IV (Lounais-Lappi ja Koillismaa). Ilmastovyöhykkeellä III sijaitsevan Pohjanmaa-Kainuun vastaavat tuotosluvut voidaan likimain laskea IV ilmastovyöhykkeen luvuista kertomalla ne kertoimella 1,2 (ks. Metsähallituksen... 1976a). Kuvassa 2 verrataan tässä tutkimuksessa käytettyjä eri kasvatusohjelmilla käsiteltyjen IV ilmastovyöhykkeen metsiköiden kokonaistuotossarjoja eräisiin jo aiemmin mainittujen tutkimusten sarjoihin. Kokonaiskasvut ovat kuorellisia kiintokuutiometrejä. Eri kasvatusohjelmien käsiteltyjen tuoreen kankaan männiköiden kokonaistuotoksen kehitystä verrataan kuvassa 2 Ilvessalon (1937) Perä-Pohjolan luonnonnormaalien EVT-männiköiden, Sirénin (Metsänviljelykustannusten... 1971) viljelemällä perustettujen HMT-männiköiden ja Koiviston (1972) Pohjanmaan ja Kainuun VMT-talouksmänniköiden kehitykseen. Ensinnä mainittu tutkimuksen tuotoskehitys vastaa kuta kuinkin kasvatusohjelman P mukaista tuotoskehitystä ja kaksi muuta ohjelman N mukaista kehitystä. Koiviston VMT-männikön alkukehitys on kuitenkin hitaampi ja Sirénin HMT-männikön nopeampi kuin N-ohjelman mukaisen männikön. B-ohjelman mukainen tuotoskäyrä noudattelee alkukehityksessään Sirénin käyrää, mutta erkanee tästä jo 30 vuoden iällä ja nousee huomattavasti jyrkemmin. Vertailussa on otettava huomioon, että Ilvessalon (1937) EVT-tuotoskäyrä edustaa aluetta, jonka painopiste on huo-



Kuva 2. Kasvatusohjelmien edellyttämien tavoitepuustojen tuotos IV ilmastovyöhykkeellä (Lounais-Lappi ja Koillismaa) verrattuna eräiden metsätyyppien mukaisiin tuotoksiin.
 Figure 2. Production of the desirable growing stocks produced by various stand growing programs as compared with the production curves of the stands of some forest site types. Climatic zone IV, Lounais-Lappi and Koillismaa.

mattavasti pohjoisempana kuin vertailukohtina olevat IV ilmastovyöhykettä edustavat tuotuskäyrät. Lisäksi EVT-männiköt kuuluvat kuivahkoihin kankaisiin. Koiviston (1972) VMT-männikön kehitystä kuvaava tuotuskäyrä edustaa puolestaan pikemminkin III kuin IV ilmastovyöhykettä. P-ohjelman kokonaistuotos vastaa suunnilleen Koiviston VMT-männikön ja Sirénin HMT-männikön kehitystä vähennettynä n. 20 %:lla.

Tuoreen kankaan kuusikoita edustaa vertailussa vain luonnonnormaali VMT-kuusikko (Y. ja M. Ilvessalo 1975). Sen kehitys vastaa suunnilleen B-ohjelman mukaisesti käsitellyn kuusikon kehitystä.

Kuivahkon kankaan männiköiden tavoitepuustojen verrataan kuvassa kolmen eri tutkimuksen tuotossarjoihin. Kasvatusohjelmalla P käsitelty männikkö kehittyy Metsänviljelykustannusten toimikunnan (1971) Perä-Pohjolan EMT-männikön ja Ilvessalon

(1937) Perä-Pohjolan luonnonnormaalin EMT-männikön keskiarvon mukaisesti. N-ohjelman kehitys vastaa jota kuinkin mainittua Ilvessalon EMT-männikön kehitystä ja B-ohjelman kehitys Koiviston (1972) Pohjanmaan ja Kainuun EVT-talousmänniköiden kehitystä. Ilvessalon ja Koiviston tuotuskäyrien alueelliseen vastaavuuteen pätee sama, mikä mainittiin edellä tuoreen kankaan männiköitä käsiteltäessä. Metsänviljelykustannusten toimikunnan EMT-käyrän sovellettavuusalueen painopiste on pohjoisempana kuin IV ilmastovyöhyke, mutta Koillismaan osa-alue kuuluu kuitenkin kokonaisuudessaan alueen eteläosaan.

Kuivan kankaan männiköiden tavoitepuustojen tuotosta verrataan Ilvessalon (1937) Perä-Pohjolan luonnonnormaalien ErcIT-männiköiden ja Koiviston (1972) Pohjanmaan ja Kainuun ECT-talousmänniköiden vastaavaan kehitykseen. Sekä N- että

P-ohjelmalla käsitellyn männikön tuotos jää selvästi pienemmäksi kuin ErCIT-männikön tuotos 120-vuoden ikään mennessä. B-ohjelman mukaisen metsikön tuotos on sen sijaan selvästi tätä suurempi. ECT-männikön tuotos ylittää 120-vuoden ikään mennessä B-ohjelman mukaisen männikön tuotoksen noin 75 m³:llä. Sekä ErCIT- että ECT-männikön tuotuskäyrän sovellettavuudesta pätee jälleen sama mikä mainittiin I l v e s s a l o n (1937) ja K o i v i s t o n (1972) tutkimuksista.

Myös poistuman rakenteet määritettiin käytettävissä olevien tutkimustulosten, valtakunnan metsien inventointien ja metsähallituksen omien inventointitietojen perusteella sekä Teho-ohjelmaan että tähän selvitykseen. Poistuman rakenteet ilmenevät pääpiirteittäin Teho-ohjelmaselvityksistä (Metsähallituksen... 1976a).

24. Lannoitukset ja lannoituslisät

Varsinaiset metsän lannoituksia koskevat tutkimukset aloitettiin Suomessa 1950- ja 1960-lukujen taitteessa (esim. V i r o 1959, 1965). Pohjois-Suomea sivuvia kivennäismaita koskevia tutkimustuloksia saatiin sen sijaan odottaa 1960- ja 1970-lukujen vaihteeseen saakka (Operaatio metsänlannoitus 1969, K e l t i k a n g a s ja S e p p ä l ä 1973a ja b, G u s t a v s e n ja L i p a s 1975 jne.). Useimmat nyt saatavilla olevat tutkimukset koskevat kertalannoituksia, mutta tuloksia on jo julkaistu myös uusintalannoituksista (P u r o 1977, S a r a m ä k i 1978, G u s t a v s e n 1979a ja b). Yhä enemmän lannoitustietoa sekä kivennäis- että turvemailta on vielä tulossa.

Metsän lannoituksella saatava kasvuun lisäys riippuu monista tekijöistä. Tärkeimpiä näistä lienevät lannoitettavan metsikön maantieteellinen sijainti, kasvupaikka, puulaji, kehitysvaihe ja rakenne (ikä, kuutiomäärä, kasvukunto, terveydentila jne.), käytettävä lannoite, lannoitteen määrä, lannoitusajankohta, lannoituskertojen lukumäärä ja lannoitteen levitystapa.

Metsikön *maantieteellinen sijainti* säätelee voimakkaasti lannoitusreaktion suuruutta (G u s t a v s e n ja L i p a s 1975, L e v u l a ja L i p a s ref. S a r a m ä k i 1979b). Esimerkiksi kolmannelle ilmasto-työhyökköellä sijaitsevan Oulun ja neljännellä ilmasto-työhyökköellä sijaitsevan Rovaniemen lämpösummien ero n. 150 d.d.-yksikköä merkitsee L e v u l a n ja L i p p a a n julkaisemattomien tulosten mukaan 0,4 m³:n eroa lannoituksella saatavassa lisäkasvussa käytettäessä oulunsalpietaria (S a r a m ä k i 1979b). Lämpösumma lieneekin lannoituksen minimitekijä Pohjois-Suomessa. Joissakin tutkimuksissa maantieteellisellä sijainnilla ei ole kuitenkaan havaittu olevan yhtä ratkaisevaa merkitystä (Operaatio metsänlannoitus 1969, P u r o 1977).

Kasvupaikkatyypit vaikuttavat lannoitusreaktioon siten, että mitä parempi kasvupaikkatyypit on, sitä suurempi on myös absoluuttinen reaktio (G u s t a v s e n ja L i p a s 1975). Kuitenkin kaikkein parhailla boniteeteilla lannoitus ei enää yhtä jyrkästi lisänne reaktiota, koska ravinteita ja kosteutta on jo valmiiksi riittävästi käytettävissä. S a r a m ä e n (1979a) mukaan saattavat Pohjois-Suomessa ns. kuivat kankaatkin olla hyviä lannoituskohteita, koska kosteus ei varsinaisesti ole minimitekijänä ilmaston humidisuuden vuoksi. Kasvuun lisäys voi olla Pohjois-Suomessa suhteellisesti suurempi kuin Etelä-Suomessa, vaikka se absoluuttisesti onkin pienempi (esim. Operaatio metsänlannoitus 1969).

Puulajit reagoivat lannoitukseen eri tavoin. Mänty reagoi yleensä nopeammin kuin kuusi, mutta kuusen reaktio kestää kauemmin kuin männyn. Männyllä keskimääräinen lisäkasvu on yleensä suurempi (L e v u l a 1976, S a l o n e n ja P ä i v i n e n 1976, K e i p i ja L a a k k o n e n 1980). Yleensä kuusen reaktio on myös vaihtelevampi ja epäyhtenäisempi kuin männyllä (P u r o 1977, S a r a m ä k i 1978). Useiden tutkimusten mukaan vuotuinen kuutiokasvuun lisäys on männyllä 0,2—0,4 m³/ha suurempi kuin kuusella (mm. P u r o 1977, K e i p i ja L a a k k o n e n 1980). Kyseisten tutkimusten lannoituksissa käytetyt typpimäärät olivat 100—150 kg/ha.

Puuston *ikä* ei suoranaisesti katsota vaikuttavan lannoituksella saatavan lisäkasvuun suuruuteen (P u r o 1977, S a r a m ä k i 1978, vrt. G u s t a v s e n ja L i p a s 1975). Sama koskee myös *kuutiomäärää*. Sen sijaan puuston *terveydentila* ja erityisesti *latvuston kunto* vaikuttavat voimakkaasti lannoitusreaktioon (G u s t a v s e n ja L i p a s 1975, P u r o 1977, S a r a m ä k i 1978). Puuston *vuotuinen kuutiokasvu* ennen lannoitusta vaikuttaa siten myös selvästi reaktioon (esim. G u s t a v s e n ja L i p a s 1975).

Lannoittelaji ja *määrä* vaikuttavat kasvuun lisäyksen suuruuteen. Ravinteista typpi on todettu merkittävimmäksi kangasmailla. Lannoitteista oulunsalpietari, Y-lannos ja ammoniumsulfaatti aiheuttavat yleensä melko samansuuruisen kasvureaktion. Sen sijaan urean reaktio vaihtelee huomattavasti, koska sen *levitysjankoa* usein ratkaisee lannoituksen onnistumisen (G u s t a v s e n ja L i p a s 1975, L e v u l a 1976, L i p a s ja L e v u l a 1980, K e i p i ja L a a k k o n e n 1980). Urea saattaa kesäkuumalla lannoitettaessa haihtua ammoniakkinä ilmaan. Paras urean levitysjankoa on syksy.

Lannoituksella saatavan kasvuun lisäyksen on todettu suurenevan lineaarisesti aina 180—240 kg:n hehtaari-kohtaiseen typpimäärään saakka (esim. G u s t a v s e n ja L i p a s 1975). Ensimmäisissä suomalaisissa lannoituskokeissa käytetyt typpimäärät olivat liian pieniä (50—70 kg/ha), jolloin kasvureaktiot eivät olleet merkitseviä. Metsähallituksen ja Kemiran kokeissa (S a l o n e n ja P ä i v i n e n 1976) on kokeiltu jopa 400 kg:n typpimääriä. S a r a m ä k i (1979a) antaa karkeaksi nyrkkisäännöksi metsikön lannoitukseen seuraavan: alle 100 m³:n metsiköissä käytetään 100 kg tyyppiä hehtaarille ja 100—250 m³:n metsiköissä yhtä monta kiloa tyyppiä kuin metsikössä on kuutiometrejä. Tämän selvityksen kasvatusohjelmassa N käytetään tyyppiä 160 kg/ha, mikä on metsähallituksen ohjekirjeen mukainen määrä (Ohjekirje... 1979). B-ohjelmassa vastava määrä on 210 kg N/ha ja joka kolmannelle kerralla 240 kg NPK/ha.

Tärkeän ongelmakentän käytännön metsänlannoituksessa ja myös lannoitustutkimuksessa muodostaa jo kertaalleen lannoitetun metsikön *uusintalannoitus*. Lannoitusvaikutus kestää kivennäismaiden männiköissä viidestä kuuteen vuotta ja kuusikoissa seitsemästä kahdeksaan vuotta Etelä-Suomessa. Pohjois-Suomessa vaikutusajat lienevät pitemmät. Uusintalannoituksen aiheuttama kasvuun lisäys on todettu pienemmäksi kuin ensilannoituksen (P u r o 1977, S a r a m ä k i 1978, G u s t a v s e n 1979b), vaikka uusintalannoitusten lannoitemäärät ovat olleet suuremmat kaikissa kokeissa. Mitä paremmin metsikkö on reagoanut ensilannoitukseen, sitä paremmin se reagoi myös uusintalannoitukseen. Uusintalannoitus on S a r a m ä e n (1978) mukaan syytä suorittaa ennen kuin edellisen

lannoituksen vaikutus loppuu. Toistuvissa typpilannoituksissa tulee ongelmaksi eri ravinteiden ja hivenainien tarve. Ensilannoituksessa pelkkä typpi yleensä riittää kivennäisillä, mutta seuraavilla lannoituskerroilla saattaa olla tarpeen käyttää myös fosforia ja kalia sekä erilaisia hivenaineita. *Harvennusten ja lannoitusten yhteensovittamista* koskevat tutkimukset ovat maassamme vasta käynnistymässä.

Lannoituksen vaikutus riippuu myös *lannoitteen levtämisen tasaisuudesta*. Tutkimusten mukaan sekä käsin-, lento-, että traktorilevitys ovat käyttökelpoisia levitysmenetelmiä. Työn suunnittelua, valvontaa ja levitystekniikkaa kehittämällä voidaan lannoituksen tasaisuutta parantaa, jolloin kasvun lisäys voi suureta jopa 0,5 m³/ha (P a a v i l a i n e n ja V i r t a n e n 1977).

Yhteistä kaikille hyvinkin samankaltaisissa olosuhteissa tehtyjen kokeiden tuloksille on se, että *lannoitusreaktion vaihteluväli* on suuri (esim. S a r a m ä k i 1978, G u s t a v s e n 1979a ja b). Tästä syystä johtopäätösten ja yhteenvedon tekeminen eri lannoituskokeiden tuloksista on hankalaa.

Lannoituksella mihin hintaan tahansa saatava mahdollisimman suuri kasvun lisäys ei ole itsetarkoitus. Huomioon on otettava toiminnan *taloudellinen kannattavuus*, koska lannoitus on metsikköön kohdistuva investointi. Kivennäismaita koskevia edullisuus- ja kannattavuuslaskelmia on tähän mennessä ilmestynyt varsin vähän ainakin Pohjois-Suomen olosuhteita ajatellen (K e l t i k a n g a s ja S e p p ä l ä 1973a ja b, S a r a m ä k i 1978, K e i p i 1979, K e i p i ja L a a k k o n e n 1980). K e i p i (1972) on käsitellyt lannoituksen kannattavuuteen liittyvää problematiikkaa Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa erityisesti tuottojen määrittämisen kannalta.

Jos tarkastellaan lannoituksen edullisuutta *metsikkökohtaisesti*, antaa päätehakuuta lähestyvä metsikkö yleensä parhaan tuloksen, koska sijoitetut kustannukset saadaan korkoineen suhteellisen nopeasti takaisin päättehakuussa (K e i p i ja K e k k o n e n 1970, K e l t i k a n g a s ja S e p p ä l ä 1973b, K e i p i ja L a a k k o n e n 1980). Myös sellaisen metsikön lannoitus saattaa olla edullista, joka ei ehkä muuten saavuta kuitupuun tai tukkipuun arvokynnystä. Tällaisia ovat esim. kuivan kankaan kuusikot. Varttuneet kasvatusmetsiköt, joissa lannoituksella aikaansaatua lisäkasvu voidaan realisoida väljennyshakkuissa, ovat myös taloudellisesti lannoituskelpoisia.

Jos edullisuutta vertaillaan *koko metsälöä*, esim. hoitoaluetta koskevana, tilanne voi olla erilainen. Vaikka lannoituksella saavutettua lisäkasvua ei voidakaan realisoida lannoitetuista metsiköistä, lannoitukset voivat kuitenkin suurentaa metsälön hakkuusuunnitetta. Lisäkasvu voidaan siis ajatella realisoitavan toisista jo hakkuukypsistä metsiköistä. Metsälökohtaisissa edullisuuslaskelmissa on kuitenkin omat ongelmansa ja heikkoutensa, jotka aiheutuvat lähinnä hakkuusuunnitteen subjektiivisesta määrittämisestä (ks. K e i p i 1972, K i l k k i 1979).

Teho-ohjelmaa laadittaessa ei varsinkaan toistuvia lannoituksia koskevia tutkimustuloksia ollut käytävissä. Siksi tätä tutkimusta varten korjattiin Teho-ohjelman kasvu- ja tuotossarjat nykyistä tietämystä vastaaviksi muuttamalla lannoituksen aiheuttamat kasvun lisäykset mahdollisimman hyvin ajan tasalle. Käytävissä oli jo useita tutkimuksia, joiden perusteella lannoituslisät määritettiin. Määrittämisessä pyrittiin ottamaan huomioon kaikki tärkeimmät edellä mainitut

lannoituksen aiheuttamaan kasvunlisäykseen vaikuttavat tekijät: metsikön maantieteellinen sijainti, kasvupaikkatyyppi, puulaji sekä lannoitteen määrä.

Metsikön kasvupaikkatyyppin oletettiin vaikuttavan lannoitusreaktioon G u s t a v s e n i n ja L i p p a a n (1975) tuloksia sekä L e v u l a n ja L i p p a a n julkaisemattomia aineistoja (S a r a m ä k i 1979b) ym. tuloksia tulkiten seuraavasti:

Kasvupaikkatyyppi	Suhdeluku Ilmastovyöhykke	
	III	IV
Tuore kangas	1,2	1,1
Kuivahko kangas	1,0	1,0
Kuiva kangas	0,8	0,9

IV ilmastovyöhykkeellä kasvupaikkatyyppien välisten erojen oletettiin olevan ilmaston humidisuuden vuoksi pienemmät kuin III ilmastovyöhykkeellä. Ilmastovyöhykkeiden väliset suhteet ilmenevät taulukosta 1.

Lannoitemäärän vaikutuksen huomioon ottamisessa oletettiin, että lannoitusvaikutus suurenee lineaarisesti ainakin 210 kg:n typpimäärään saakka. Kasvatusohjelmassa B joka kolmannella kerralla tehtävän NPK-lannoituksen vaikutus oletettiin samansuuruisiksi kuin oulunsalpietarilla suoritettavaksi oletettujen typpilannoitusten vaikutus.

Puulajin vaikutus otettiin huomioon siten, että kuivahkon kankaan männiköissä lannoitusreaktio oli 0,3 m³/ha/v suurempi kuin tuoreen kankaan kuusikoissa.

Tutkimustulosten perusteella määritetyistä lisäkasvu-luvuista vähennettiin vielä 20 %, koska tutkimuksissa lannoite levitetään koaloille yleensä huolellisemmin ja tarkemmin kuin käytännön lannoitustyössä (P a a v i l a i n e n ja V i r t a n e n 1977), ja koska metsäalueelle ja metsikköön sovellettuna koalatulokset ovat yleensä optimistisia (esim. O i k a r i n e n

Taulukko 1. Eri typpimäärillä saatavat kasvunlisäykset. *Table 1. Growth increases given by different nitrogen amounts used in the study.*

Kasvupaikkatyyppi ja puulaji Site type and tree species	Lannoitemäärä — Dose 160 kg N/ha 210 kg N/ha	
	Lisäkasvu — Growth increase m ³ /ha/v yr	
Pohjanmaa-Kainuu		
Tuore kangas, mänty <i>Damp mineral site, pine</i>	1,5	1,8
Tuore kangas, kuusi <i>Damp mineral site, spruce</i>	1,0	1,3
Kuivahko kangas <i>Sub-dry mineral site</i>	1,3	1,5
Kuiva kangas <i>Dry mineral site</i>	(1,0)	1,2
Lounais-Lappi ja Koillismaa		
Tuore kangas, mänty <i>Damp mineral site, pine</i>	1,3	1,6
Tuore kangas, kuusi <i>Damp mineral site, spruce</i>	0,9	1,1
Kuivahko kangas <i>Sub-dry mineral site</i>	1,1	1,4
Kuiva kangas <i>Dry mineral site</i>	(0,9)	1,1

1978). Lopulliset lannoituksen aiheuttamat kasvun-lisäykset ilmenevät taulukosta 1.

Lannoituksella saatavan lisäkasvun oletettiin pysyvän saman suuruisena koko lannoituskierron ja sitä seuraavien lannoituskiertojen ajan lukuun ottamatta ensimmäisen lannoituksen alkuvaihetta, jossa vaikutuksen oletettiin olevan puolet keskimääräisestä lisäkasvusta. Yli 41-vuotiaissa nykymetsiköissä keskimääräisiä lannoituslisäyksiä (taulukko 1) pienennettiin puustojen hete-

rogeisuuden vuoksi vielä seuraavasti, kuten Teho-ohjelmassakin:

ikäluokka 41— 60	10 %
ikäluokka 61— 80	20 %
ikäluokka 81—100	30 %

Tavoitepuustossa ja nykypuuston ikäluokassa 1—40 vähennyksiä ei tehty.

3. KANTOHINNAT JA KUSTANNUKSET

31. Kantohinnat

Valtion metsien laskennalliset kantohinnat määritetään vähentämällä luovutushinnoista hankinnan erilliskustannusten lisäksi myös yhteiskustannukset, so. leimauksesta ja leimikkokohtaisista teistä aiheutuvat kustannukset, puutavaran kuljetuksen ja varastoinnin yhteiskustannukset, hankintatoimintaan liittyvien kiinteistöjen ja teiden ylläpidon sekä työväen kuljetuksen, majoituksen ja muonituksen kustannukset. Kyseessä ovat siis tosiasiaa puun hankinnasta jäävät kantorahajäämät eivätkä kantohinnat.

Edullisuuslaskelmia varten saatiin edellä mainitulla tavalla lasketut puutavaralajeittaiset kantohintatiedot hoitoalueittain metsähallituksen liikeosastolta. Sahapuun hintatietoja ei ollut kuitenkaan erikseen mällä ja kuuselle. Tiedot olivat ajanjaksolta 1970—78. Eri vuosien nimellishinnat muunnettiin ensin vuoden 1978 rahan arvoa vastaaviksi tukkuhintojen kokonaisindeksillä (1949 = 100). Sen jälkeen laskettiin hoitoalueittaisista hinnoista tutkimusalueittaiset keskihinnot kullekin vuodelle käyttäen painolukuina hoitoalueiden vuosittaisia puutavaran luovutusmääriä (Metsätalustollinen vuosikirja 1971—1977/78). Lopuksi vuosittaisista kantohinnoista laskettiin puutavaralajeittain koko ajanjakson 1970—78 keskimääräiset painottamat kantohinnat kullekin tutkimusalueelle.

Oikeampi menettely olisi ehkä ollut laskea kantohintatrendit kullekin puutavaralajille ja alueelle, mutta yksinkertaisuuden vuoksi tyydyttiin keskiarvoihin. Trendin laskemiseksi olisi pitänyt käyttää myös pidempää aikasarjaa. Käytettyä menettelyä puolsi myös se, että hintatason muutoksia testattiin erikseen herkkyysanalyyseillä. Todettakoon, että ajanjakson keskiarvot vastaavat vuoden 1978 kantohintojen tasoa erityisesti sahapuun ja mäntykuitupuun kohdalla.

Sahapuun kantohinnoista johdettiin vielä erikseen hinnat sekä kuusi- että mäntytukkipuulle. Koska sahapuiden hintaeroista ei ollut käytettävissä metsähallituksen tilastoja, käytettiin hyväksi yksityismetsien kantohintatietoja (Lapin piirimetsälautakunta 1973—77, Kainuun piirimetsälautakunnan... 1972—77). Myös nämä tilastot olivat puutteelliset, koska ne kattoivat maantieteellisesti vain osan tämän selvityksen tutkimusalueesta. Mänty- ja kuusisahapuun hintasuhteen kärkeen arvioitiin tilastot olivat kuitenkin riittävät. Hintaerojen selvittämisessä tarvittiin lisäksi painoluviiksi H u t t u s e n (1971—77) raakapuun kokonaiskäyttöä koskevaa tilastoaineistoa. Lopulliset laskelmissa käytetyt kantohinnat ilmenevät tutkimusalueittain ja puutavaralajeittain taulukosta 2.

Hakkuupoistumia arvotettaessa ei poistuman suuruuden eikä järeyden vaikutusta tuoreen ja kuivahkon kankaan laskelmissa otettu huomioon. Tämä johtuu järeyden osalta ensinnäkin siitä, että eri ohjelmin käsiteltyjen metsiköiden järeyskehityksestä ei ollut riittävästi tietoa. Toiseksi, useimmiten järeydellä ei olisi ollut vaikutustakaan, koska intensiivisissä ohjelmissa hakkuut suoritettiin yleensä aikaisemmin kuin eksteniivisissä ohjelmissa, joten puustojen järeysrakenteet eivät eri ohjelmien hakkuissa sanottavasti poikenneet toisistaan. Myös hakkuukertymän vaikutus olisi ollut pieni. Hakkuissa näet poistettiin eri ohjelmissa yleensä samaa suuruusluokkaa olevat puumäärät, koska ohjelmat poikkesivat toisistaan pääasiassa hakkuiden ajoituksen suhteen. Edellä mainitusta seuraa, että puutavaralajeittaiset yksikköhinnat olivat samat kaikille hakkuuerille niiden koosta ja järeysrakenteesta riippumatta. Sen sijaan tukki- ja kuitupuun hintaero otettiin luonnollisesti huomioon.

Edellä mainittu koskee tuoreen ja kuivahkon kankaan metsiköiden kasvatusohjelmia. Kuivan kankaan männiköitä koskevissa laskelmissa järeysrakennetta ei otettu huomioon osittain samoista syistä kuin tuoreen ja kuivahkon kankaan laskelmissakin. Sen sijaan hakkuukertymän suuruuden vaikutus puutavaran yksikköhintaan otettiin huomioon, koska hakkuukertymät poikkeavat eri kasvatusohjelmissa erittäin paljon toisistaan erilaisten uudistamistapojen vuoksi. Hakkuukertymän suuruudesta riippuva yksikköhinnan korjaus tehtiin kantohintoihin puun hintasuositussopimuksissa olevan ns. tiheyskorjauksen mukaan (Puun hintasuositussopimukset...).

Taulukko 2. Puutavaralajeittaiset kantohinnat (mk/m³).
Table 2. The stumpage prices by timber assortments
(Fmk/m³).

Puutavaralaji Timber assortment	Tutkimusalue — Research area		
	Lounais- Lappi	Koillismaa	Pohjanmaa- Kainuu
Mäntysahapu <i>Pine saw timber</i>	81	83	95
Kuusisahapu <i>Spruce saw timber</i>	65	68	80
Mäntykuitupuu <i>Pine pulpwood</i>	39	40	43
Kuusikuitupuu <i>Spruce pulpwood</i>	36	41	49

32. Metsikönkasvatustoimenpiteiden yksikkökustannukset

Useimmille valtion mailla tehdyille metsänhoito- ja perusparannustöille on ollut 1970-luvulla ominaista, että niiden reaaliset yksikkökustannukset ovat loivasti nousseet (Metsätilastollinen... 1971—77/78). Tällaisia työläjäre ovat mm. lannoitus, taimikonhoito, uudistusalan raivaus ja kylvö.

Taimikonhoidon kustannusten nousu on ollut näistä kaikkein loivinta ja lannoituskustannusten nousu jyrkintä. Työläjäre, joiden yksikkökustannukset ovat pysyneet reaalisesti 1970-luvun alkupuolen tasolla, ovat auraus ja istutus. Istutuksen yksikkökustannukset ovat jopa aivan viime vuosina laskeneet parantuneen viljelytekniikan ja taimimateriaalin (paakkutaimet) johdosta.

Joidenkin työläjäre kustannusten jatkuvasta loivasta noususta huolimatta tässä selvityksessä käytettiin vuosijakson 1971—77 reaalisiksi (vuoden 1978 arvoon) muunnettujen yksikkökustannusten keskiarvoja. Yksikkökustannukset saatiin metsähallituksen suoritetilastosta (Metsätilastollinen... 1971—1977/78). Kustannukset muunnettiin reaalisiksi tukkuhintojen kokonaisindeksillä (1949 = 100) kuten kantohinnatkin. Lounais-Lapin alueella käytettiin Perä-Pohjolan piirikunnan yk-

sikkökustannuksia ja Koillismaan ja Pohjanmaa-Kainuun alueilla Pohjanmaan piirikunnan kustannuksia. Kyseisen vuosijakson kustannusten keskiarvoja käytetään tässä siitä syystä, että kustannusten nousu on ollut verrattain loivaa. Oikeampi menettely olisi ollut ehkä tässäkin laskea yksikkökustannustrendit kullekin työläjäre ja käyttää vuoden 1978 ennustearvoja laskelmissa. Eri työläjäre yksikkökustannukset näkyvät taulukosta 3.

Taulukosta 3 voidaan todeta, että useimpien työläjäre yksikkökustannukset ovat lähes yhtä suuret eri tutkimusalueilla. Eri työläjäre on merkitty kirjainkoodeilla, joita on käytetty jaotelmassa (s. 00) ja liitteessä 1 eri kasvatusohjelmia kuvattaessa. Taulukossa männyn istutuksella on kahdenlaisia ja taimikonhoidolla sekä lannoituksella kolmenlaisia yksikkökustannuksia luvussa 22 mainitusta syystä. Eri kasvatusohjelmissa tehtävät metsänhoitotyöt sekä niiden suoritusajankohdat on esitetty Teho-ohjelmassa, josta ne on otettu tähän tutkimukseen vain suhteellisen pienen muutoksen. Suurimmat eroavuudet ovat siinä, että tässä selvityksessä kaikki taimikonhoitotyöt tehdään maasta eikä ilmasta kuten Teho-ohjelman tuoreen kankaan B-ohjelmissa. Lisäksi kuivan kankaan N-ohjelman yksikkökustannussuhteet poikkeavat myös taimikonhoidon osalta Teho-ohjelman vastaavan ohjelman yksikkökustannuksista.

Taulukko 3. Metsikönkasvatustöiden yksikkökustannukset.
Table 3. The unit costs of stand growing measures.

Metsikönkasvatustoimenpide <i>Stand growing measure</i>	Koodi liitteessä 1 <i>Code in appendix 1</i>	Yksikkökustannus, mk/ha <i>Unit cost, Fmk/ha</i>	
		Lounais- Lappi	Koillismaa Pohjanmaa-Kainuu
Uudistusalan raivaus <i>Clearing of the cutting area</i>	r	173	198
Lautasaura <i>Light soil preparation</i>	m	171	217
Auraus <i>Ploughing</i>	a	248	312
Kylvö <i>Seeding</i>	k	280	201
Männyn istutus 1 <i>Pine planting 1</i>	i ₁	733	701
Männyn istutus 2 <i>Pine planting 2</i>	i ₂	855	818
Kuusen istutus <i>Spruce planting</i>	i	977	936
Taimikon hoito 1 <i>Seedling stand management 1</i>	t ₁	414	442
Taimikon hoito 2 <i>Seedling stand management 2</i>	t ₂	207	221
Taimikon hoito 3 <i>Seedling stand management 3</i>	t ₃	104	111
Lannoitus, 160 kg N/ha <i>Fertilization</i>	l ₁	393	378
Lannoitus, 210 kg N/ha <i>Fertilization</i>	l ₂	520	497
Lannoitus, 120-60-60 kg NPK/ha <i>Fertilization</i>	l ₃	550	529

4. EDULLISUUDEN VERTAILUMENETELMÄ

Kasvatusohjelmat muodostavat investointiketjuja, joissa metsikön kasvatusoimenpiteet vaativat rahanoksisia, joista odotetaan myöhemmin tuloja. Metsikkökohtaisissa edullisuusvertailuissa käytetään tavallisesti perinteisiä investointilaskelmia, ns. klassisia ositaismalleja (H ä m ä l ä i n e n 1973). Näistä tavallisimpia ovat nykyarvomenetelmä, sen sovellutus hyöty/kustannussuhde ja sisäisen korkokannan menetelmä.

Nykyarvomenetelmässä metsikköön kasvatusohjelman mukaisesti uhratut menot ja metsiköstä myöhemmin odotettavat hakkuutulot diskontataan tiettyyn ajankohtaan mahdollisesti vaihtoehtoisia laskentakorkokantoja käyttäen. Tiettyä laskentakorkokantaa käytettäessä suurimman nettotulojen nykyarvon antava kasvatusohjelma on taloudellisesti edullisin. Lopullisen laskentakorkokannan valinta jää päätöksentekijän tehtäväksi.

Hyöty/kustannussuhde eli suhteellinen nykyarvo poikkeaa nykyarvosta siten, että tulojen ja menojen (diskontattuja) nykyarvosummia ei vähennetä toisistaan, vaan lasketaan niiden suhde. Kasvatusohjelma, jossa näin laskettu ns. hyötykerroin on suurin, on edullisin. Laskentakorkokanta vaaditaan tunnetuksi kuten nykyarvomenetelmässäkin.

Sisäisen korkokannan menetelmässä esitetään se korkokanta, jolla diskontattaessa investointiohjelman tulojen ja menojen nykyarvo on nolla (tai hyötykerroimen arvo on yksi). Se vaihtoehto, jonka sisäinen korko on suurin, on edullisin. Verrattaessa vaihtoehtoja sisäisen korkokannan menetelmällä laskentakorkokannan valinta ei tuota ongelmia, koska korko saadaan laskelmien lopputuloksena. Jos kysymyksessä on yksittäisen investoinnin tai investointiohjelman kannattavuuden laskenta sisäisen korkokannan menetelmällä, päätöksentekijällä on oltava kuitenkin jokin tavoitekorkokanta, johon sisäistä korkoa verrataan.

S a a r i (1968) on esittänyt, että jos puunkasvatustalouden vertailussa kaikkia kustannuseriä ei oteta huomioon (maan arvo, verot ja hallintokulut jätetään usein pois), on väärin puhua sisäisestä korkokannasta. Hän esittää tällöin käytettäväksi termiä sisäinen osittaiskorkokanta. Käsite ei ole kuitenkaan saanut jakamatonta kannatusta, koska nimestään huolimatta sisäinen osittaiskorko on suurempi kuin todellisen sisäisen korko, jossa kaikki kustannustekijät on otettu huomioon. Viime kädessä ongelma lienee määrittelykysymys. Tässä selvityksessä sisäisellä korkokannalla tarkoitetaan samaa käsitettä, mistä S a a r i ehdottaa käytettäväksi termiä sisäinen osittaiskorko.

Erilaiset investointien vertailumenetelmät eivät ole toisiaan poissulkevia, vaan toisiaan täydentäviä. Tässä tutkimuksessa käytetään näistä kahta, nykyarvomenetelmää ja sisäisen korkokannan menetelmää. Nykyarvomenetelmässä käytetään vaihtoehtoisia laskentakorkokantoja. Menetelmien käyttöön liittyy eräitä oletuksia, joihin ei tässä kuitenkaan puututa (ks. H o n k o 1973).

Laskelmat suoritettiin kahdella tavalla. Ensimmäinen laskettiin pelkästään nykyarvot eri ikäisten nykypuustojen ja niitä seuraavien tavoitepuustojen muodostamille metsikönkasvatusketjuille. Päätöksentekeli vertailuajankohtana on tällöin nykypuuston ikäluokasta riippuen joko 30, 50, 70 tai 90 vuotta vanha metsikkö. Tavoitepuustosta ja sitä seuraavista puusukupolvista aiheutuvien menojen ja saatavien tulojen nykyarvot lisättiin nykypuuston vastaaviin nykyarvoihin. Aikahorisontti ulotettiin laskelmissa ikäsuuteen asti, koska eri kasvatusohjelmissa sekä nykypuustojen päätehakkuiat että tavoitepuustojen kiertoajat vaihtelivat. Näin voitettiin ottaa huomioon eripituisten kiertoaikojen vaikutus tulojen vertailukelpoisuuteen (S a a r i 1968, H ä m ä l ä i n e n 1973). Tavallisesti samalla oletetaan, että päätöksentekijän aikahorisontti ulottuu ikäsuuteen saakka (K e l t i k a n g a s 1972, s. 101). Näin pitkää aikaperspektiiviä voidaan tässä perustella myös siten, että valtionmetsätaloudessa puunkasvatukseen tulisi olla jatkuvaa ja tasaista, pitkälle tulevaisuuteen tähtäävää toimintaa.

Toisessa vaiheessa tarkastelun kohteeksi otettiin pelkät tavoitepuustot, jolloin vertailu eli päätöksentekoaikajankohdaksi oli tuoreen ja kuivahkon kankaan laskelmassa paljas maa, ts. ajankohta, jolloin nykypuustoa edustava puusukupolvi vaihtuu tavoitepuustovaiheeseen. Kuivan kankaan laskelmassa laskenta-ajankohdaksi oli P-ohjelman mukaisen nykymetsikön ikävaihe juuri ennen päätehakkua, jolloin nykypuuston hakkuuarvo vaikuttaa laskelmiin. Näin meneteltiin sen vuoksi, että kuivalla kankaalla uudistaminen tapahtuu P-ohjelmassa luontaisesti, joten paljaan maan vaihtoa ei tässä ohjelmassa ole lainkaan. Ottamalla vertailuajankohdaksi P-ohjelmaa vastaavan nykypuuston vaihe juuri ennen päätehakkua saatiin kaikkia kasvatusvaihtoehtoja koskevat laskelmat vertailukelpoiksi.

Tavoitepuuston perustamisvaiheesta lähtevissä laskelmissa käytettiin edullisuuskerroin sekä nykyarvoa että sisäistä korkokantaa. Myös näissä laskelmissa aikahorisontti ulottui ikäsuuteen asti. Näissä laskelmissa verrattiin myös ilmastovyöhykkeen, kasvupaikkatyyppien ja puulajien vaikutusta kasvatusohjelmien edullisuuteen sisäisen korkokannan kriteerillä.

Kantohintojen ja puunkasvatustalouden yksikkökustannusten suhteen muuttumisen vaikutuksia tutkittiin laskemalla edullisuustunnukset tavoitepuustojen koskevana vielä seuraavia hinta- ja kustannusyhdistelmiä käyttäen: — Keski(perus)kantohintoja nostettiin 50 %:lla keskimääräisten yksikkökustannusten pysyessä muuttumattomina. Vaihtoehdosta käytetään myöhemmin lyhennettä $(1,5 X_p/X_k)$, jossa X_p = keskikantohintataso ja X_k = keskimääräisiä yksikkökustannuksia vastaava taso.

— Keskikantohintoja laskettiin 50 %:lla keskimääräisten yksikkökustannusten pysyessä muuttumattomina $(0,5 X_p/X_k)$.

— Yksikkökustannuksia nostettiin 50 %:lla kantohintojen pysyessä muuttumattomina ($X_n/1,5 X_k$).

— Yksikkökustannuksia laskettiin 50 %:lla kantohintojen pysyessä muuttumattomina ($X_n/0,5 X_k$).

Jäljempänä tuloksia käsiteltäessä käytetään eri hinta/kustannusvaihtoehdoista sulkeissa olevia merkintöjä, jolloin tiedetään suoraan miten vaihtoehdon hinnat ja kustannukset poikkeavat keskimääräisistä perushinnoista ja -kustannuksista.

5. KASVATUSVAIHTOEHTOJEN KESKINÄINEN EDULLISUUS

51. Nykypuustovaihe vertailuajankohtana

Kasvatusohjelmien edullisuutta tarkastellaan tässä laskentakorkokannan funktiona tietty nykypuuston ikävaihe laskelmien lähtökohtana. Nykymetsiköiden kasvatus eri kasvatusohjelmin alkaa siis tietyssä nykymetsikön ikävaiheessa ja jatkuu uudistamisen jälkeen syntyvässä tavoitemetsikössä. Päätöksenteko- eli laskenta-ajankohtina olivat nykypuuston ikävaiheet 30, 50, 70 ja 90 vuotta.

Lounais-Lapissa ja Koillismaalla P-ohjelman nykyarvo oli tuoreen ja kuivahkon kankaan metsiköissä aina suurin ja B-ohjelman pienin käytettäessä laskentakorkokantoja 2—5 % (liite 3 a, b). Sen sijaan Pohjanmaa-Kainuun alueella P-ohjelman nykyarvo ei ollut aina, vaikkakin yleensä, suurin (liite 3c). Pohjanmaa-Kainuun alueen tuoreen kankaan männiköissä ohjelman N nykyarvo oli 2 %:n korkokannalla suurin kaikissa ikäluokissa ja 90-vuoden ikäluokassa suurin kaikilla korkokannoilla. Suuremmilla korkokannoilla ohjelman P nykyarvo oli suurin kaikissa ikäluokissa. Tuoreen kankaan kuusikoissa ohjelman P nykyarvo oli yleensä suurin. Kuivahkon kankaan männiköissä ohjelman N nykyarvo 2 %:n korkokannalla oli P-ohjelman kanssa samaa suuruusluokkaa kaikissa ikäluokissa. Suuremmilla korkokannoilla P-ohjelman nykyarvo oli aina suurin.

Kuivan kankaan männiköissä ohjelmien P ja N järjestys oli yleensä päinvastainen kuin muilla kasvupaikoilla. Tämä johtuu siitä, että kuivan kankaan N-ohjelmissa metsiköitä ei lannoiteta lainkaan, joten erot kasvatusohjelmien välillä rajoittuvat uudistamis- ja taimikohoitotoimenpiteisiin. Ohjelmien P ja N erot olivat kaikissa tapauksissa hyvin pienet.

Ohjelman N nykyarvo oli 3—5 %:n laskentakorkokannoilla suurin kaikilla alueilla.

Myös 2 %:n laskentakorkokantaa käytettäessä ohjelman N nykyarvo oli yleensä suurin. Lounais-Lapin alueella ohjelman P nykyarvo oli kuitenkin suurin lukuun ottamatta ikäluokkaa 90. Koillismaalla P-ohjelman nykyarvo oli suurin ainoastaan ikäluokassa 30. Pohjanmaa-Kainuu alueella ohjelman N nykyarvo oli suurin kaikissa ikäluokissa myös 2 %:n korkokannalla. Ohjelman B nykyarvo oli pienin kaikissa tapauksissa.

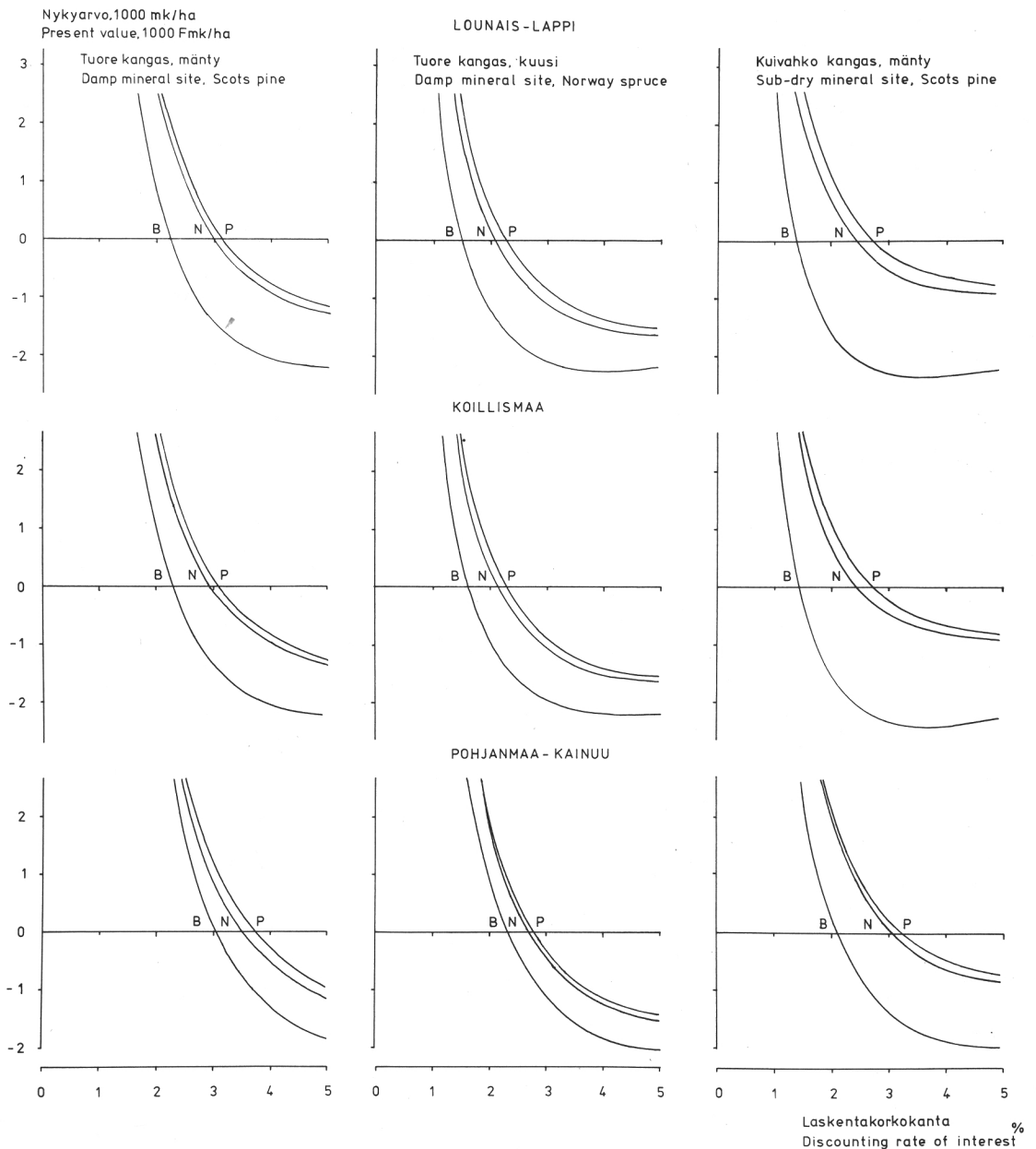
Nykyarvo oli yleensä sitä suurempi mitä vanhemmasta nykypuuston ikäluokasta oli kysymys, koska nykypuuston realisoimisajankohta oli silloin lähempänä laskelman 0-ajankohtaa. Poikkeuksiakin tästä säännöstä oli, koska päätehakkuuikä oli vanhoissa nykypuustojen ikäluokissa joskus suurempi kuin nuorissa ikäluokissa.

53. Uudistamisvaihe vertailuajankohtana

531. Nykyarvo

Tuoreen kankaan männiköiden ja kuusikoiden sekä kuivahkon kankaan männiköiden kaikissa kasvatusohjelmissa uudistaminen tapahtuu avohakkuuta ja metsänviljelyä käyttäen. Laskelmien 0-ajankohtana on tällöin paljaan maan vaihe eli se vaihe, jolloin nykypuusto on juuri hakattu. Kuivan kankaan laskelmissa päätöksentekoajankohtana ei luonnollisestikaan voi olla paljas maa, koska P-ohjelmassa metsikkö uudistetaan luontaisesti. 0-ajankohtana on sen sijaan P-ohjelman mukaisen nykypuuston kehitysvaihe juuri ennen päätehakkua, jolloin nykypuustosta saatavat hakkuutulot otetaan kuivan kankaan vertailussa mukaan laskelmiin. N- ja B-ohjelmille lasketaan nykyarvot kuitenkin myös paljaan maan vaihe lähtökohtana.

Tuoreen kankaan männiköissä ja kuusi-

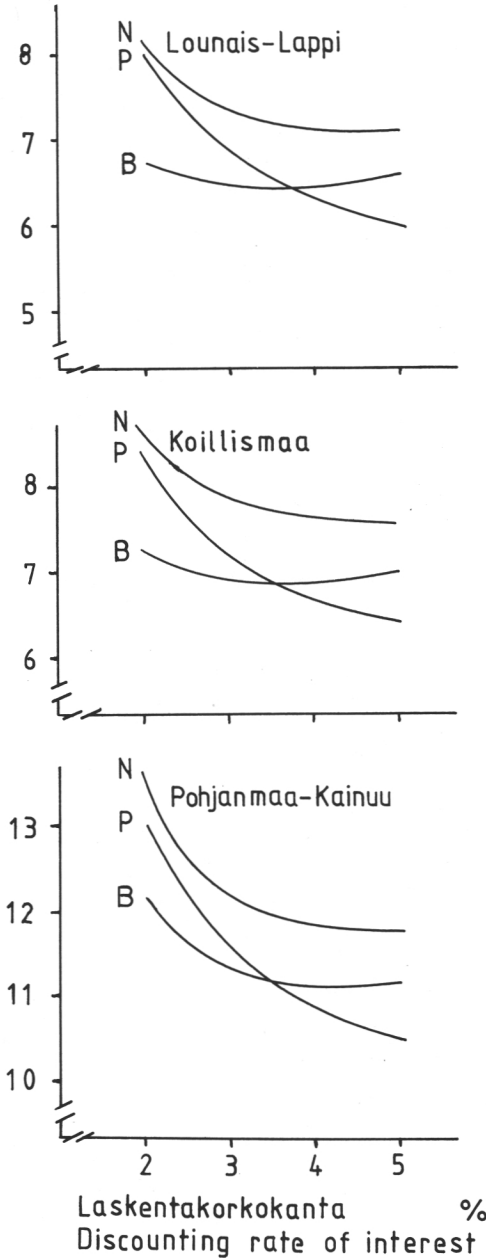


Kuva 3. Laskentakorkokannan vaikutus uudistusalan viljelystä alkavien metsikönkasvatustohjelmien nykyarvoon.
Figure 3. The influence of discounting rate of interest on the present net values of the stand growing programs deriving from regeneration of a clear cutting area.

koissa sekä kuivahkon kankaan männiköissä nettotulojen nykyarvo oli 4 ja 5 %:n laskentakorkokannoilla aina negatiivinen. 3 %:n korkokannalla nykyarvot olivat Lounais-Lapissa ja Koillismaalla negatiivisia tuoreen kankaan männiköiden P-ohjelmaa lukuun ottamatta kaikissa muissa tapauksissa. Pohjanmaa-Kainuun alueella nykyar-

vot olivat 3 %:n korkokannalla positiivisia tuoreen kankaan männiköiden kaikissa ohjelmissa ja kuivahkon kankaan männiköiden ohjelmissa P ja N. Laskentakorkokannan ollessa 2 % nykyarvot olivat negatiivisia tuoreen kankaan kuusiköiden ja kuivahkon kankaan männiköiden B-ohjelmissa (kuva 3 ja liite 4).

Nykyarvo, 1000 mk/ha
Present value, 1000 Fmk/ha



Kuva 4. Laskentakorkokannan vaikutus uudistamisvaiheesta alkavien kuivan kankaan männiköiden kasvatusohjelmien nykyarvoon. Nykyarvossa mukana myös edellisen puusukupolven päätehakuutulot.

Figure 4. The influence of discounting rate of interest on the present net values of the stand growing programs deriving from the point of regeneration in dry mineral site pine stands. Income from a clear cutting of the former tree generation is included in the present value.

Tuoreen kankaan männiköissä ja kuusi-koissa sekä kuivahkon kankaan männiköissä nettotulojen nykyarvo oli suurin ohjelmassa P kaikilla käytetyillä 2—5 %:n korkokannoilla. Vastaavasti nykyarvo oli selvästi pienin ohjelmassa B. Ohjelmien P ja N nykyarvot olivat huomattavasti lähempänä toisiaan kuin ohjelmien N ja B nykyarvot. Pohjanmaa-Kainuun alueella kasvatusohjelmien N ja B nykyarvojen osuus ohjelman P nykyarvosta oli selvästi suurempi kuin Lounais-Lapissa ja Koillismaalla, N- ja B-ohjelmat olivat siten suhteellisesti edullisempia Pohjanmaa-Kainuun alueella kuin pohjoisemmillä tutkimusalueilla.

Kuivan kankaan männiköiden nykyarvot olivat toisin kuin muilla kasvupaikkatyypeillä aina positiivisia, koska P-ohjelmaa vastaavan nykypuuston päätehakuutulot vaikuttivat positiivisina erinä laskelmiin (kuva 4). N- ja B-ohjelmille laskettiin nykyarvot kuitenkin myös paljas maa lähtökohtana kuten muilla kasvupaikkatyypeillä (liite 4).

Kuivan kankaan männiköissä N-ohjelman nykyarvo oli suurin ja P-ohjelman nykyarvo toiseksi suurin kaikilla tutkimusalueilla 2 ja 3 %:n laskentakorkokannoilla (kuva 4). Tätä suuremmilla korkokannoilla (4 ja 5 %) ohjelman N nykyarvo oli edelleen suurin, mutta ohjelman B toiseksi suurin.

Paljaan maan vaihe lähtökohtana olivat kuivan kankaan N-ohjelmien nykyarvot positiivisia 2,2—2,5 % pienemmällä ja ohjelmien B nykyarvot 1,1—1,8 % pienemmällä laskentakorkokannoilla. N-ohjelman nykyarvo oli kaikilla tutkimusalueilla suurempi kuin B-ohjelman nykyarvo (liite 4).

522. Sisäinen korkokanta

Kuivahkon ja tuoreen kankaan metsiköissä sisäinen korkokanta oli kaikilla alueilla suurin kasvatusohjelmassa P, jossa metsien käsittely on ekstensiivistä (taulukko 4). Pienin korko saatiin vastaavasti aina ohjelmassa B, joka vaatii suurimmat investoinnit (esim. istutus, intensiivinen lannoitus). Sisäinen korko vaihteli kaikki kasvupaikkatyypit ja tutkimusalueet huomioon ottaen eri kasvatusohjelmissa 1,2 ja 3,7 %:n välillä. Suurin korko saatiin Pohjanmaa-Kainuun alueella tuoreen kankaan männiköissä kasvatusohjelmassa P ja pienin korko Lounais-Lapissa kuivan kankaan männiköissä ohjelmassa B.

Kasvatusohjelmien sisäinen korko riippui selvästi *tutkimusalueesta*. Lounais-Lapin ja Koillismaan sisäisissä korkokannoissa ei ollut suurtakaan eroa. Pohjanmaa-Kainuun alueella korot olivat sen sijaan selvästi pohjoisempia alueita suuremmat. Esim. kuivahkolla kankaalla ohjelman N sisäinen korko oli 2,4 % Lounais-Lapissa, 2,5 % Koillismaalla ja 3,1 % Pohjanmaa-Kainuun alueella. Ero suurimman ja pienimmän koron välillä oli siis 0,7 %-yksikköä. Ero johtuu tietysti sekä ilmastollisista että taloudellisista syistä. Sekä puuston kasvu että kantohinnat ovat suuremmat eteläisimmällä alueella kuin kahdella pohjoisemmalla alueella. Olenaisista sisäisten korkojen alueittaiselle vaihtelulle oli myös se, että eri kasvatusohjelmien suhteelliset erot olivat suuremmat pohjoisessa kuin etelämpänä. Esim. Lounais-Lapissa kasvatusohjelmien P ja B sisäiset korot olivat kuivahkolla kankaalla 2,8 % ja 1,4 %. Pohjanmaa-Kainuun alueella vastaavat korot olivat 3,3 % (P) ja 2,2 % (B). Lounais-Lapissa B-ohjelman sisäinen korko

oli vain 50 % ohjelman P korosta, kun Pohjanmaa-Kainuun alueella vastaava osuus oli 67 %.

Myös *kasvupaikkatyyppi* vaikutti odotusten mukaisesti sisäisten korkojen suuruuteen. Korot olivat suurimmat tuoreilla kankailla ja pienimmät kuivilla kankailla. Kasvatusohjelmien väliset sekä absoluuttiset että etenkin suhteelliset erot yleensä pienenevät kasvupaikan ravinteisuuden parantumisessa. Niinpä eri kasvatusohjelmien sisäisten korkojen välinen suhteellinen ero oli suurin kuivan kankaan ja pienin tuoreen kankaan männiköissä. Esim. Lounais-Lapissa kasvatusohjelmien N ja B sisäiset korkokannat olivat kuivan kankaan männiköissä 2,2 % ja 1,2 % ja tuoreen kankaan männiköissä vastaavasti 2,9 % (N) ja 2,3 % (B). Kuivalla kankaalla B-ohjelman korko oli 55 % ja tuoreella kankaalla 79 % ohjelman N sisäisestä korosta.

Puulajien välinen ero tuoreella kankaalla oli suuri. Kasvatusohjelmien sisäiset korot olivat Lounais-Lapin kuusikoissa ohjelmias-

Taulukko 4. Uudistamisvaiheesta alkavien metsikönkasvatusohjelmien sisäinen korkokanta (%).

Table 4. Internal rate of return of the stand growing programs deriving from regeneration (percent).

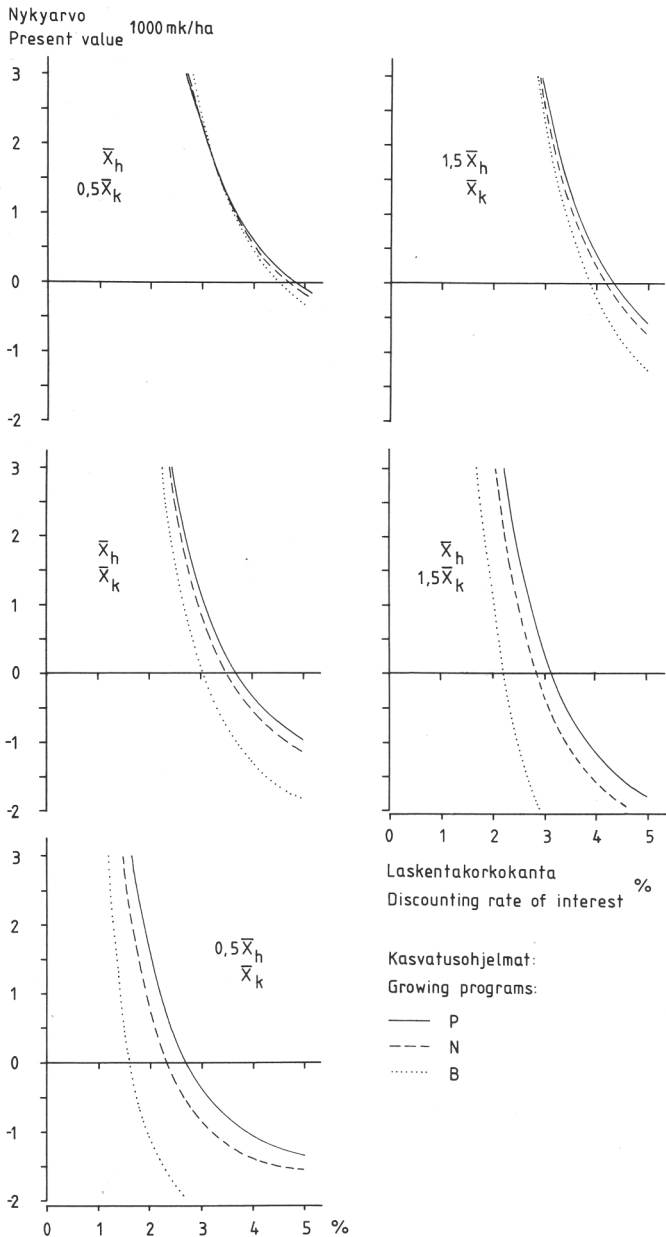
Kasvupaikkatyyppi ja puulaji Site type and tree species	Kasvatusohjelma Growing program		
	P	N	B
Lounais-Lappi			
Tuore kangas, mänty <i>Damp mineral site, pine</i>	3,1	2,9	2,3
Tuore kangas, kuusi <i>Damp mineral site, spruce</i>	2,3	2,1	1,5
Kuivahko kangas <i>Sub-dry mineral site</i>	2,8	2,4	1,4
Kuiva kangas <i>Dry mineral site</i>	2,0	2,2	1,2
Koillismaa			
Tuore kangas, mänty <i>Damp mineral site, pine</i>	3,1	2,9	2,3
Tuore kangas, kuusi <i>Damp mineral site, spruce</i>	2,3	2,2	1,7
Kuivahko kangas <i>Sub-dry mineral site</i>	2,8	2,5	1,5
Kuiva kangas <i>Dry mineral site</i>	2,0	2,2	1,3
Pohjanmaa-Kainuu			
Tuore kangas, mänty <i>Damp mineral site, pine</i>	3,7	3,5	3,1
Tuore kangas, kuusi <i>Damp mineral site, spruce</i>	2,8	2,7	2,3
Kuivahko kangas <i>Sub-dry mineral site</i>	3,3	3,1	2,2
Kuiva kangas <i>Dry mineral site</i>	2,3	2,5	1,8

sa P 74 %, ohjelmassa N 72 % ja ohjelmassa B 65 % tuoreen kankaan männiköiden koroista. Pohjanmaa-Kainuun alueella erot eivät olleet yhtä suuret, sillä vastaavat %-osuudet olivat seuraavat: P 78 %, N 77 % ja B 74 %.

523. Herkkyysanalyysi

Käytettäessä hinta/kustannusvaihtoehtoja joissa kantohintoja pienennettiin 50 %:lla

($0,5 X_h/X_k$) tai yksikkökustannuksia suurennettiin 50 %:lla ($X_h/1,5 X_k$), P-ohjelman edullisuus kuivahkon ja tuoreen kankaan metsäkoissa vain lisääntyi muihin ohjelmiin verrattuna, kuten voitiin olettaakin. Kahta muuta vaihtoehtoa $X_h/0,5 X_k$ ja $1,5 X_h/X_k$, käytettäessä tilanne muuttui päinvastaiseksi. Ohjelmien N ja B suhteellinen edullisuus lisääntyi. Kuvassa 5 tarkastellaan hinta/kustannussuhteen vaikutusta nykyarvon ja sisäisen korkokannan suuruuteen tuo-



Kuva 5. Hinta/kustannussuhteen vaikutus uudistusalan viljelystä alkavien kasvatusohjelmien nykyarvoon eri laskentakorkokannoilla. Pohjanmaa-Kainuu, tuoreen kankaan männikkö.

Figure 5. The influence of a price/cost ratio on the present net value of the stand growing programs deriving from the regeneration of a clear cutting area calculated with various discounting rates of interest. Pohjanmaa-Kainuu, a damp mineral site pine stand.

reen kankaan männiköissä Pohjanmaa-Kainuun alueella. Kuvasta selviää, että huolimatta 50 %:n kantohintojen korotuksesta tai vastaavan suuruisesta prosentuaalisesta yksikkökustannusten pienentämisestä P-ohjelma on sisäisen korkokannan kriteerillä mitattuna edelleen edullisin kasvatusohjelma. Hinta/kustannusvaihtoehdossa $X_h/0,5 X_k$ erot kaikkien kasvatusohjelmien välillä ovat kuitenkin erittäin pienet. Nykyarvon kriteerillä eri ohjelmien edullisuusjärjestys vaihtelee korkokannan mukaan kuten perushinnoilla ja -kustannuksillakin. Pienillä alle 3 %:n laskentakorkokannoilla ohjelmien N ja B nykyarvot ovat yhtä suuria tai suurempia kuin P-ohjelman. 3 % suuremmilla korkokannoilla P-ohjelman nykyarvo on suurin.

Hintojen ja kustannusten muutokset vaikuttivat samantapaisesti myös tuoreen kan-

kaan kuusikoissa ja kuivahkon kankaan männiköissä kaikilla tutkimusalueilla. Varsinkin hinta/kustannussuhteella $X_h/0,5 X_k$, jossa metsänkasvatustöiden kustannuksia pienennettiin 50 %:lla, erot eri kasvatusohjelmien välillä olivat erittäin pienet, ja joissakin tapauksissa N ohjelman hyväksi.

Lounais-Lapissa ja Koillismaalla P-ohjelma oli kuitenkin suhteellisesti muita ohjelmia edullisempi kuin Pohjanmaa-Kainuun alueella.

Kuivan kankaan männiköissä ohjelma N oli hinta/kustannusvaihtoehdoissa $X_h/0,5 X_k$ ja $1,5 X_h/X_k$ edelleen edullisin kaikilla tutkimusalueilla erityisesti sisäisen korkokannan kriteeriä käytettäessä. N-ohjelman edullisuus kuivan kankaan männiköissä johtuu siitä, että ohjelmassa ei lannoiteta lainkaan kuten muiden kasvupaikkojen N-ohjelmissä.

6. TULOSTEN TARKASTELU

61. Tulosten luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä

Metsikön kasvatus on erityisen pitkän tähtäyksen taloudellista toimintaa, jossa tehdyt päätökset heijastuvat usein vuosikymmeniksi eteenpäin. Tästä syystä päätöksenteon tueksi tehtäviin laskelmiin liittyy aina sekä puutteellisesta informaatiosta että laskentamenetelmistä johtuvia ongelmia (esim. K u s e l a 1979). Metsikönkasvatuvaihtoehtoja vertailtaessa suurimmat ongelmat tulevat esiin 1) eri kasvatusvaihtoehtoilta käsiteltyjen metsiköiden kehityksen arvioinnissa sekä 2) kantohintojen ja yksikkökustannusten kehityksen arvioimisessa. Kaikki laskelmien perusteissa olevat epätarkkuudet ja virheet heijastuvat luonnollisesti myös lopputuloksiin.

Ensin mainittuun tekijään liittyy useita komponentteja. Ensinnäkin Pohjois-Suomen hoidettujen metsiköiden kehitystä on tutkittu melko vähän. Useat tutkimukset koskevat ns. luonnonnormaaleja metsiköitä. Hakkuin käsitellyistä ja hoidetuista metsiköistä, puhumattakaan viljellen perustetuista, on jokseenkin vähän tutkimuksia (ks. luku 23). Hoidettujen metsiköiden kasvua,

tuotosta ja poistumaa koskevat arviot ovat siis melkoisen epävarmoja verrattuna Etelä-Suomen vastaaviin. Toiseksi metsänhoidon menetelmät ovat muuttuneet radikaalisti aivan viime vuosina. Uusina metsien käsittelyn toimenpiteinä on otettu käyttöön mm. metsänviljely, maan muokkaus ja metsien lannoitus. Näiden toimenpiteiden vaikutuksista on vielä suhteellisen vähän tietoja käytettävissä varsinkin metsikön koko kiertoaikaan ajatellen.

Eri kasvupaikkatyypeillä kukin kasvatusohjelma perustuu omaan kasvu- ja tuotosarjaansa, ns. perussarjaan (P-ohjelma). Näitä perussarjoja on sitten korjattu viljelystä ja lannoituksista ja muista toimenpiteistä saadulla hyödyllä. Riippumatta perussarjojen absoluuttisen tason mahdollisesta virheellisyydestä ovat eri ohjelmien väliset erot kuitenkin lähellä todellisuutta, edellyttäen että kasvatustoimenpiteistä aiheutuva hyöty on määritetty oikein. Kunkin kasvupaikkatyyppin tavoitepuustojen perustuotosarjojen absoluuttinen taso lienee melko hyvin saavutettavissa olevaa käytäntöä vastava. Ehkä eniten epävarmaa on tuoreen kankaan kuusiköiden tuotostaso siitä syystä, että Perä-Pohjolasta ei ole olemassa kuusi-

koiden kehityssarjoja.

Kuivan kankaan männiköiden kehitys saattaa olla hiukan liian varovainen. Tästä antaa viitteitä kuva 2, jossa eri kasvatusohjelmin käsiteltyjen männiköiden tuotosta verrataan eräiden tutkimusten mukaisiin puustojen kehityksiin. Kaikesta huolimatta saman kasvupaikkatyyppin eri kasvatusohjelmien keskinäisiin suhteisiin perustuotossarjojen mahdollisilla virheellisyyksillä ei liene suurta merkitystä.

Ilmastovyöhykkeiden III ja IV peruskasvulukujen välinen ero (1,2:1,0) lienee hiukan liian pieni. Esimerkiksi valtakunnan metsien inventointiaineistosta (K u u s e l a 1977) laskettujen keskikasvulukujen ($m^3/ha/v$) perusteella ero on suurempi (1,4:1,0). Vertailu on kuitenkin vaikeaa, koska K u u s e l a n kasvualueet eivät täysin vastaa tämän tutkimuksen aluejakoa.

Suurin epävarmuustekijä eri kasvatusohjelmin käsiteltyjen metsiköiden kehityksessä on metsänviljelyn ja erityisesti lannoituksen vaikutusten huomioon ottaminen. Maan muokkauksen ja metsänviljelyn aiheuttama taimikon alkukehityksen oletettu nopeutuminen on epävarmaa. Ensinnäkin, nopeuttaako viljely yleensä alkukehitystä vai aiheuttaako taimien jurominen jopa viivästyistä? Uudella taimimateriaalilla ja viljelytekniikalla (muokkaus) katsottiin tässä voitavan nopeuttaa alkukehitystä sen mukaan mikä kasvupaikkatyyppi ja viljelytapa oli kysymyksessä (ks. Metsähallituksen... 1976c). Toiseksi on myös epävarmaa lähtevätkö taimikot kasvamaan niin, että niistä aikanaan muodostuu ilman täydennysviljelyä täystiheinä pidettäviä metsiköitä. Näin siitäkin huolimatta, että taimimateriaali ja viljelytekniikka maanmuokkauksineen ovat suuresti parantaneet onnistumismahdollisuuksia. Useiden Pohjois-Suomea koskevien taimikon inventointitutkimusten perusteella viljelyiden onnistuminen on ollut melkoisen heikkoa ainakin vielä 1970-luvun vaihteessa (Y l i - V a k k u r i ym. 1969, S o l i n 1970, V a l t a n e n 1970, E t h o l e n 1972, N o r o k o r p i 1972 ja P o h t i l a 1972). Tässä täydennysviljelyä ei ole kuitenkaan katsottu tarvittavan missään kasvatusohjelmassa. Tätä menettelyä puoltaa myös se, että täydennysviljely on usein hyödytöntä (P o h t i l a 1980). Luontainen uudistuminen onnistuu kuivalla kankaalla ainakin välttävästi (L e h t o 1969).

Lannoituksen vaikutusten arvioinnissa suuri epävarmuus liittyy uusintalannoitukseen. Aiheuttavatko jatkuvasti toistuvat vain pääravinteilla tehtävät lannoitukset esimerkiksi pakkasvaurioita ja kasvuhäiriöitä? Pakkasvaurioista on Pohjois-Suomessa tehtykin havaintoja (esim. N o r o k o r p i 1977). Lannoituksen aiheuttamaa kasvun lisäystä ja siihen liittyvää problematiikkaa on käsitelty luvussa 24.

Myös kantohintojen ja puunkasvatuksen kustannusten tuleva kehitys vaikuttaa laskelmien luotettavuuteen. Tukki- ja kuitupuun hintasuhde ja kantohintojen suhde puunkasvatuksen yksikkökustannuksiin saattavat muuttua. Tässä käytettyä menetelyä oikeampana pidettävä tapa hintojen ja kustannusten määrittämiseen olisi laskea hinta- ja kustannustrendit melko pitkien aikasarjojen perusteella. Tässä on kuitenkin tyydytty laskemaan keskiarvot vuosien 1970—1978 reaalisista kantohinnoista ja vuosien 1971—1977 reaalisista yksikkökustannuksista, koska hintojen ja kustannusten muutosten vaikutuksia kuitenkin tutkittiin myös herkkyysanalyysillä. Tutkimuksen keskeisenä tarkoituksena oli lisäksi erilaisista epävarmuustekijöistä johtuen verrata kasvatusohjelmien suhteellista edullisuutta eikä niinkään laskea niiden kannattavuutta. Metsikönkasvatusoimenpiteiden reaaliset yksikkökustannukset ovat sitäpaitsi useiden työläjien kohdalla pysyneet viime vuosina jokseenkin vakiosuuruisina. Kaikkein epävarminta on lannoituskustannusten kehitys, koska keinolannoitteiden hinnat kohoavat energian hinnan kohotessa.

62. Tulosten tarkastelua

Metsikönkasvatusohjelma P, jossa harjoitetaan eksteniivisintä puun tuottamista, on tuoreella ja kuivahkolla kankaalla jokseenkin selvästi edullisin vaihtoehto kaikilla tutkimusalueilla. Tämä on nähtävissä sekä nykypuusto- että uudistamisvaiheesta lähtevien tavoitepuustoja koskevien laskelmien perusteella. Tulosta vahvistavat vielä tavoitepuustolaskelmien herkkyysanalyysit. On kuitenkin todettava, että mitä eteläisemmästä tutkimusalueesta, rehevämmästä kasvupaikasta ja vanhemmasta nykypuuston ikäluokasta on kysymys, sitä paremmin kilpailee ohjelma N ohjelman P kanssa. Pohjanmaa-Kainuun

alueella N-ohjelma onkin 70—90 -vuotiaissa nuokymetsiköissä vähintään yhtä kannattava kuin P-ohjelmakin.

Tuloksia voidaan pitää melko lailla odotettuina siitä syystä, että lannoitus muodostaa tärkeimmän osan sekä N- että B-ohjelmista. Lannoituksen on taas todettu olevan edullisinta päätehakkuiäkää lähestyvisissä metsiköissä (esim. Keipi ja Kekkonen 1970, Keltikangas ja Seppälä 1973b), joten voitiin jo etukäteen päätellä, että ainakaan B-ohjelma varhaisessa puuston ikävaiheessa alkavine ja usein toistuvine aika-ajoin moniravinnelannoituksineen ei voine kilpailla edullisuudessa ohjelman P kanssa. N- ja B-ohjelmat ovatkin uudistuskypsyttä lähestyvistä nykypuustoista lähtevässä tarkastelussa suhteellisesti kilpailukykyisempiä P-ohjelman kanssa kuin uudistusvaiheesta alkavissa laskelmissa.

Kuivan kankaan männiköitä koskevissa laskelmissa N-ohjelma oli edullisin vaihtoehto. Tämä johtuu siitä, että N-ohjelmassa ei ollut ollenkaan lannoituksia kuten vastaavissa ohjelmissa tuoreella ja kuivahkolla kankaalla. Näin ollen ohjelmien välinen ero rajoittui uudistusmenetelmään. Se, että kuivan kankaan N-ohjelmassa ei ole ollenkaan lannoituksia, antaa periaatteessa mahdollisuuden verrata luontaisen ja viljellen (kylväen) tapahtuvan uudistamisen keskinäistä edullisuutta kuivalla kankaalla. Kuten P- ja N-ohjelmien vertailu osoitti, N-ohjelma oli edullisempi, joten kylvö on tässä tapauksessa edullisempi uudistamistapa kummassakin edellä mainitussa vertailutilanteessa. Tulosta ei voida kuitenkaan yleistää. Oikeoppisesti toteutetussa suojuspuumenetelmässä uudistushakkuuta valmistelevala väljennys-hakkuu suoritetaan huomattavasti aikaisemmin kuin avohakkuu viljellen tapahtuvassa uudistuksessa. Tässä tutkimuksessa, kuten Teho-ohjelmassakin, kasvatusohjelman P ensimmäinen suojuspuuhakkuu (ilman edeltävää väljennys-hakkuuta) suoritetaan kuitenkin samaan aikaan kuin avohakkuu kylväen tapahtuvassa uudistuksessa.

Tutkimuksen tuloksia tulkittaessa on muistettava, että edullisuusvertailu suoritettiin metsikkötasolla, joten metsälötasolla tehtäviä päätelmiä tämän selvityksen tuloksista ei voida tehdä. Esimerkiksi P- ja N-ohjelmien edullisuusjärjestys saattaisi metsälötasolla hyvinkin vaihtua, eihän niiden metsikkötasollakaan laskettujen edullisuustun-

nusten arvoissa ollut kovin suuria eroja esimerkiksi uudistamisvaiheesta alkavien taivetejuustojen sisäisillä korkokannoilla mitattuna. Metsälötason laskelmiin liittyy toisaalta tiettyjä epävarmuustekijöitä ja hankaluuksia, jotka haittaavat niiden käyttöä (esim. Keipi 1972, Kilkki 1979).

Useita kertoja toistuvien lannoitusten edullisuutta koskevien tutkimusten puuttuessa tämän selvityksen tuloksia voidaan verrata aikaisempien tutkimusten tuloksiin ainoastaan kasvatusohjelmien P (kuivalla kankaalla myös kasvatusohjelman N) osalta. Seuraavassa jaotelmassa verrataan eräiden uudistamisvaiheesta lähtevien puunkasvatusohjelmien sisäisiä korkoja Metsänviljelykustannusten toimikunnan mietinnön (1971) vastaaviin sisäisiin (osittais)korkoihin:

Kasvupaikka- ja metsikkötyyppi (vastaava kasvatusohjelma)	Koillismaa	Pohjanmaa-Kainuu	Toimikunnan mietinnön alue IV (Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa)
		%	
Tuore kangas			
— istutusmännikkö (P)	3,1	3,7	3,1
— istutuskuusikko (P)	2,3	2,8	2,9
Kuivahko kangas			
EVT			
— kylvömännikkö (P)	2,8	3,3	2,8
Kuiva kangas			
— luonnonuudistusmännikkö (P)	2,0 ¹⁾ (2,3)	2,3 ¹⁾ (2,6)	2,3
— kylvömännikkö (N)	2,2 ¹⁾ (2,1)	2,5 ¹⁾ (2,4)	2,0

¹⁾Hakkuukertymän suuruuden vaikutus laskelmissa mukana. Suluisia toimikunnan mietinnön kanssa vertailukelpoiset luvut, joissa hakkuukertymän suuruuden vaikutus kantohintoihin ei ole mukana.

Metsänviljelykustannusten toimikunnan mietinnön (1971) sisäiset korot vastaavat männiköiden osalta Koillismaan ja siten jokseenkin myös Lounais-Lapin korkoja.

Pohjanmaa-Kainuun korot ovat selvästi suurempia. Tässä selvityksessä korot ovat siis mietinnön korkoja jonkin verran korkeampia, koska mietinnön tulokset vastaavat suunnilleen Koillismaan ja Pohjanmaa-Kainuun alueen tulosten keskiarvoja. Mietinnön tutkimusalue IV käsittää näet Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueet. Osan eroista selittää se, että Metsänviljelykustannusten toimikunnan mietinnössä metsänhoitotöiden kustannuksissa ovat mukana täydennysviljelykustan-

nukset, jotka tästä tutkimuksesta puuttuvat. Lisäksi mietinnön kantohinta- ja kustannusluvut ovat yksityismetsistä, kun tässä käytetyt luvut ovat valtionmetsistä. Tuoreen kankaan kuusikoiden sisäiset korot ovat mietinnössä puolestaan korkeammat kuin tässä selvityksessä.

Tulosten vertailu Keltikankaan ja Seppälän (1973a) metsityksen edullisuutta käsittelevän tutkimuksen tuloksiin on vaikeampaa, koska ne on esitetty erilaista edullisuuskriteeriä käyttäen kuin tässä selvityksessä. Tuon tutkimuksen kartakkeista voidaan kuitenkin todeta, että hyötykeroin saa arvon 1, kun käytetään 3 %:n diskonttauskorkokantaa. Sisäinen korkokanta on tällöin 3 %. Tätä kannattavuutta vas-

taava käyrä kulkee käsillä olevassa tutkimuksessa Pohjanmaa-Kainuun alueen kautta sekä tuoreen kankaan männyn (MT) ja kuusen (OMT) istutuksen että kuivahkon kankaan (VT) männyn kylvän edullisuutta mitattaessa. Kuuselan (1974) metsityksen alueittaista edullisuutta kuivahkoilla, tuoreilla ja lehtomaisilla kankailla esittävät kartakkeet perustuvat ainakin suureksi osaksi mainittuun Keltikankaan ja Seppälän (1973a) tutkimuksen tuloksiin. Silmävaraisen tarkastelun perusteella tulokset eivät ehkä puuttoman kuivahkon kankaan viljelyä lukuunottamatta ole myöskään ristiriidassa tämän tutkimuksen tulosten kanssa, vaikka vertailu ei olekaan kovin luotettavaa.

7. YHDISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoituksena oli verrata kolmen intensiivisyydeltään erilaisen puunkasvatusohjelman keskinäistä edullisuutta erilaisilla kasvupaikkatyypeillä metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä. Tutkimusaihe sai alkunsa metsähallituksen Pohjois-Suomen metsien käsittelyn tehostamista selvittäneen työryhmän tuloksista, joita tässä hyödynnetään edelleen käytännön metsätalouden tarpeita ajatellen.

Ekstensiivisimmän kasvatusohjelman P mukaan kasvatetun metsikön kasvu vastaa suunnilleen metsikön luontaista tuotoskykyä, vaikka uudistaminen kuivahkolla ja tuoreella kankaalla tapahtuukin viljellen. Edellistä intensiivisempi N-ohjelma on rakenteeltaan muuten samanlainen, paitsi että siinä metsiköitä lisäksi lannoitetaan kuivan kankaan N-ohjelmaa lukuun ottamatta. Kaikkein intensiivisin ohjelma B poikkeaa N-ohjelmasta lähinnä lannoitusten toistuvuuden ja lannoitusmäärien sekä kuivalla ja kuivahkolla kankaalla uudistustavan suhteen.

Vaihtoehtoja verrattiin metsikkötasolla nykyarvon ja sisäisen korkokannan kriteerejä käyttäen. Tarkastelumallit olivat deterministisiä. Edullisuustunnukset laskettiin sekä pelkille tavoitepuustoille, jolloin vertailuajankohtana oli uudistamisvaihe, että nykypuustojen ja tavoitepuustojen muodos-

tamalle kokonaisuudelle, jolloin vertailuajankohtana oli jokin nykypuuston ikävaihe. Poistumasarjat hinnoiteltiin puutavara-lajeittain vuosijakson 1970—1978 keskimääräisillä reaalilla kantohinnoilla. Metsänhoitotöiden yksikkökustannukset olivat myös reaalkustannusten keskiarvoja vuosijaksolta 1971—1977. Edullisuustunnuksia testattiin herkkyysanalyyseillä.

Nykypuustovaiheista alkavissa tarkasteleissa, joissa edullisuuskriteerinä käytettiin nykyarvoa, ekstensiivisin P-ohjelma oli tuoreen ja kuivahkon kankaan metsiköissä yleensä edullisin vaihtoehto. Pohjanmaa-Kainuun alueella N-ohjelma oli kuitenkin suhteellisesti edullisempi kuin pohjoisemmillä alueilla. Esim. tuoreen kankaan männiköissä N-ohjelma oli jopa edullisin vaihtoehto ikäluokassa 81—100. Tulos johtuu Pohjanmaa-Kainuun alueen paremmista metsän kasvu- ja kantohintaolosuhteista. Kolmesta kasvatusvaihtoehdosta intensiivisin, B-ohjelma, oli selvästi epäedullisin.

Kuivalla kankaalla N-ohjelma oli edullisin vaihtoehto kaikilla alueilla. Vastaavasti B-ohjelma oli aina epäedullisin.

Uudistamisvaiheesta lähtevässä tarkastelussa P-ohjelma oli tuoreella ja kuivahkolla kankaalla vieläkin selvemmin edullisin vaihtoehto kuin nykypuustovaiheesta alkavissa laskelmissa. Sisäisen korkokannan kriteeriä

käytettäessä P-ohjelma oli mainituilla kasvupaikoilla poikkeuksetta edullisin ja intensiivisiä lannoituksia edellyttävä kasvatusohjelma B aina selvästi epäedullisin vaihtoehto. Ohjelman N sisäinen korkokanta oli tuoreen ja kuivahkon kankaan metsiköissä tutkimusalueesta riippuen 86—96 % ohjelman P sisäisestä korosta. Vastaavasti ohjelman B sisäinen korko oli 50—84 % ohjelman P korosta. Ohjelman P edullisemmuita vahvistivat vielä herkkyysanalyysien tulokset.

Kuivalla kankaalla uudistamisvaiheesta alkavissa laskelmissa N-ohjelma oli edullisin kaikilla käytetyillä laskentakorkokannoilla ja myös sisäisen korkokannan kriteerillä

mitattuna. P-ohjelma oli erityisesti sisäisen korkokannan kriteerillä toiseksi edullisin ja B-ohjelma epäedullisin metsikönkasvatusvaihtoehto.

Tutkimustuloksia sovellettaessa on muistettava, että tuloksiin liittyy runsaasti kasvu-, tuotos- ja poistumasarjoista, puunkasvatustöiden (erityisesti lannoituksen) vaikutuksista niihin sekä kantohintojen ja metsänhoitotöiden kustannuskehityksestä johtuvaa epävarmuutta. On myös muistettava, että laskelmat on suoritettu metsikkökohteisina, joten metsälökohtaisten laskelmien tulokset saattaisivat hyvinkin poiketa niistä esim. P- ja N-ohjelmien kohdalla.

LÄHDELUETTELO

- ERIKSSON, H. 1967. En jämförelse mellan produktionen på fasta försöksytter och i hela bestånd. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsprod. Skogshögsk. 14:1—72.
- ETHOLEN, K. 1972. Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä. Summary: The succes of artificial regeneration of Scots pine in northern Finland and origin of seed. Folia For. 160:1—27.
- GUSTAVSEN, H. 1979a. Gjödslingsforsök i 65-årig furubestand. Nordiska samarbetsgruppen för produktionsforskning. Möte i Finland den 18.—21. juni 1979. Enare-Sodankylä-Rovaniemi:26—31.
- 1979b. Gjödslingsforsök i 55-årig furubestand. Nordiska samarbetsgruppen för produktionsforskning. Möte i Finland den 18.—21. juni 1979. Enare-Sodankylä-Rovaniemi:32—37.
- & LIPAS, E. 1975. Lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus annetusta typpimäärästä. Summary: Effect of nitrogen dosage on fertilizer response. Folia For. 246:1—20.
- HEIKURAINEN, L., KUUSELA, K., LINNAMIES, O. & NYSSÖNEN, A. 1960. Metsiemme hakkuumahdollisuudet. Pitkän ajan tarkastelua. Summary: Cutting possibilities of the forests of Finland. A long-term analysis. Silva Fenn. 110:113—163.
- HONKO, J. 1973. Investointien suunnittelu ja tarkailu. 263 s. Porvoo-Helsinki. WSOY.
- HUTTUNEN, T. 1971 (1972, 1974a, 1974b, 1976, 1977a, 1977b). Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1969—71 (1970—72, 1971—73, 1972—74, 1973—75, 1974—76, 1975—77). Summary: Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1969—71 (1970—72, 1971—73, 1972—74, 1973—75, 1974—76, 1975—77). Folia For. 127 (166, 205, 219, 277, 308, 330).
- HÄMÄLÄINEN, J. 1973. Profitability comparisons in timber growing: underlying models and empirical applications. Commun. Inst. For. Fenn. 77(4): 1—178.
- ILVESSALO, Y. 1937. Perä-Pohjolan luonnonnormaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. Summary: Growth of natural normal stands in central North-Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 24(2):1—167.
- 1967. Luonnonnormaalien metsiköiden kehityksestä Kainuussa ja sen lähiympäristössä. Summary: On the development of natural normal forest stands in southeastern North-Finland. Acta For. Fenn. 81(5): 1—85.
- 1969. Luonnonnormaalien metsiköiden kehityksestä Pohjanmaan kivennäismailla. Summary: On the development of natural normal forest stands on mineral soils in Ostrobothnia. Acta For. Fenn. 96:1—37.
- & ILVESSALO, M. 1975. Suomen metsätyypit metsiköiden luontaisen kehitys- ja puuntuotokyvyn valossa. Summary: The forest types of Finland in the light of natural development and yield capacity of forest stands. Acta For. Fenn. 144:1—101.
- Kainuun piirimetsälautakunnan toimintakertomus 1972—1977.
- KEIPI, K. 1972. Lannoituskustannukset ja tuottojen käsittely metsän lannoituksen kannattavuuslaskelmissa Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa. Summary: The concept of forest fertilization returns in Norway, Sweden and Finland. Folia For. 152:1—38.
- 1979. Metsänlannoituksen kannattavuus. Metsäntutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsäntutkimuslaitoksen metsänlannoitustutkimuksen seminaari 15.2.1979. Profitability of forest fertilization. Results and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the Finnish Forest Research Institute symposium on forest fertilization research 15.2.1979. Folia For. 400:58—69.
- & KEKKONEN, O. 1970. Calculations concerning the profitability of forest fertilization. Laskelmia metsän lannoituksen edullisuudesta. Folia For. 84: 1—23.
- & LAAKKONEN, O. 1980. Päätehakkuikäisten metsiköiden urealannoituksen kannattavuusvertailu-

- ja. Summary: Profitability comparisons of urea fertilization in old stands. *Folia For.* 420:1—35.
- KELTIKANGAS, M. 1972. Aikatekijä ja investointilaskemat puunkasvatuksessa. Teoreettisia perusteita. Helsingin yliopisto. Metsätalouden liike-tieteen laitos. Julkaisuja 9:1—118.
- & SEPPÄLÄ, K. 1973a. Metsäojituksen, metsänlannoituksen ja metsityksen edullisuuden alueit-tainen vaihtelu. Summary: Regional variations in the profitability of forest drainage, forest fertilization, and afforestation. Helsingin yliopiston met-sätalouden liike-tieteen laitos. Julkaisuja 11:1—33.
- & SEPPÄLÄ, K. 1973b. Metsälannoituksen edullis-uuden vaihtelu. Summary: Variations in the profit-ability of forest fertilization. *Silva Fenn.* 7(3):192—235.
- KILKKI, P. 1979. Lisää metsäinvestointien ekonomiaa. *Metsä ja Puu* 1:4—6.
- KOHMO, I. 1972. Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen pohjoispuoliskossa vuosina 1969—70. *Folia For.* 163:1—15.
- KOIVISTO, P. 1972. Kainuun ja Pohjanmaan talous-männiköiden kehityksestä. Summary: On the devel-opment of Scots pine stands in central Finland. *Folia For.* 142:1—19.
- KUUSELA, K. 1974. Metsätalous teollistuvassa Suo-messa. Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 ra-hasto. *Sarja B* (12):1—141.
- 1977. Suomen metsien kasvu ja puutavaralaji-rakenne sekä niiden alueellisuus vuosina 1970—1976. Increment and timber assortment structure and their regionality of the forests of Finland in 1970—1976. *Folia For.* 320:1—31.
- 1979. Metsäinvestoinneista saatuja kokemuksia. *Kansallis-Osake-Pankki. Taloudellinen katsaus* 4:9—17.
- Lapin piirimetsälautakunta. Vuosikertomus 1973—1977.
- LEHTO, J. 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa suojuspuu- ja siemenpuumenet-mällä. Summary: Studies conducted in northern Finland on the regeneration of Scots pine by means of the seed tree and shelterwood methods. *Commun. Inst. For. Fenn.* 67(4):1—140.
- LEVULA, T. 1976. Urean levitysjankohdasta Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimuskeskustiedonantoja 13:1—10.
- LIPAS, E. & LEVULA, T. 1980. Urealannoitus eri vuodenaikoina. Urea fertilization at different times of the year. *Folia For.* 421:1—14.
- Metsähallituksen Pohjois-Suomen metsien Teho-ohjel-ma 1976a. I osa: Teho-ohjelman perusteet. 43 s. (+ liit-teet).
- 1976b. II osa. Tehostaminen. 76 s. (+ liitteet).
- 1976c. II a-osa. Toimintamalleihin perustuva suun-nittelu. 139 s. (+ liitteet).
- Metsänviljelykustannusten toimikunnan mietintö 1971. Summary: Report of the committee on the costs of forest planting and seeding. *Folia For.* 109:1—160.
- Metsätalostollinen vuosikirja 1971—1977/78. Yearbook of forest statistics. *Folia For.* 165, 195, 225, 255, 295, 345, 375.
- MÄKELÄ, T. O. 1979. Metsähallituksen tuotanto-voitoteista. *Metsä ja Puu* 8:32—33.
- NOROKORPI, Y. 1972. Nuorten kuusen taimistojen nykyisestä tilasta ja kehityksestä Perä-Pohjolan val-tionmailla. Tiedotustilaisuuden esitykset v. 1972. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimuskeskustiedonantoja 3:16—22.
- 1977. Epätasainen lannoitus ja männiköiden pak-kasvauriot. *Metsä ja Puu* 4:15—17.
- Nurmes-suunnitelma 1977. Nurmeksen ja Rautavaaran hoitoalueiden metsätalouden tehostamissuunnitel-ma. Metsähallitus. 58 s. Helsinki.
- Ohjekirje metsittämisestä ja metsän uudistamisesta 1978. Metsähallitus. 66 s. Helsinki.
- Ohjekirje metsän lannoituksesta 1979. Metsähallitus. 6 s. Helsinki.
- OIKARINEN, M. 1978. Viljelymetsiköiden puuston vaihtelu ja kasvukoalojen edustavuus. Summary: Variations in growing stock in cultivated stands and the representation of growth sample plots. *Folia For.* 350:1—15.
- Operaatio metsänlannoitus 1969. Vuosina 1967—68 suoritettujen mittausten tuloksia. 16 s. Helsinki.
- PAAVILAINEN, E. & VIRTANEN, J. 1977. Met-sälannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmet-temästä. Summary: Effect of spreading method on forest fertilization results. *Folia For.* 297:1—15.
- POHTILA, E. 1972. Tulokset Perä-Pohjolan valtion-mailla vuosina 1930—45 tehdyistä kuusiviljelyksis-tä. Summary: Results of spruce cultivation from 1930—45 on state-owned lands in Perä-Pohjola. *Folia For.* 156:1—12.
- 1980. Havainnot taimiköiden ja nuorten metsien tilajärjestyksen kehityksestä Lapissa. Summary: Spatial distribution development in young tree stands in Lapland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 98(1):1—35.
- PURO, T. 1977. Operaatio metsänlannoitus II. Tulok-sia uusintalannoituksesta. Summary: Results of the second fertilization with nitrogen. *Folia For.* 304:1—15.
- Puun hintasuositussopimukset Pohjois-Suomessa (PPY) 1.7.1978—30.6.1979. Kainuu, Pohjois-Poh-janmaa, Lappi. 19 s.
- SAARI, E. 1968. Sisäisen korkokannan käsite metsä-taloudessa. Summary: Internal rate of return in forestry. *Silva Fenn.* 2(4):267—290.
- SALONEN, K. & PÄIVINEN, L. 1976. Metsähallituk-sen ja Kemiran metsänlannoituskokeiden tuloksia Lapin alueelta vuosilta 1967—1975. 27 s.
- SARAMÄKI, J. 1978. Kainuun vajaapuustoisten kuu-siköiden lannoitus ja sen kannattavuus. Summary: Profitability of fertilization in the understocked spruce stand of Kainuu, Finland. *Folia For.* 352:1—14.
- 1979a. Kivennäsimaiden kasvatuslannoitus. Esitys Lapin metsätalouspäivillä 9.3.1979. 19 s. Moniste.
- 1979b. Gödslingen ur virkesproduktionens synvin-kei. Nordiska samarbetsgruppen för produktions-forskning. Möte i Finland den 18.—21. juni 1979. Enare-Sodankylä-Rovaniemi: 38—44.
- SEVOLA, Y. 1979. Nurmes-suunnitelman seuranta-järjestelmää kehitetään. *Metsä ja Puu* 12:22—25.
- SOLIN, P. 1970. Männyn istutuksen antamista tulok-sista Lapin piirimetsälautakunnan alueen eteläosis-sa. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 3:1—69.
- VALTANEN, J. 1970. Lapin männyntaimistojen kun-nosta. *Metsä ja Puu* 4:5—6.
- VIRO, P. J. 1959. Estimation of the effect of fertil-ization from needle colour. *Oikos* 10(2):183—189.
- 1965. Estimation of the effect of forest fertilization *Commun. Inst. For. Fenn.* 59(3):1—42.

SUMMARY

The purpose of the study was to compare the profitability of three stand growing programs of various intensity in different research areas and mineral site types in the State forests of northern Finland. The topic originated from the results of a working group, appointed by the National Board of Forestry, the task of which was to examine possibilities to intensify handling of the State forests in northern Finland.

Development of a stand grown according to most extensive of the growing programs, P, approximately coincides with the natural growth potential of the forests, even though artificial regeneration is used in sub-dry and damp mineral site stands. Program N primarily differs from program P with regard to fertilization. In program P, fertilization is not used at all, but in program N it is used in sub-dry and damp mineral site stands. In dry mineral site pine stands the programs differ from each other only in regard to the method of regeneration. The most intensive program, B, primarily differs from program N on the ground of frequency and amount of fertilization, and in some cases concerning the regeneration method.

The growing alternatives were compared by using the criteria of a present net value and internal rate of return. Calculation models used were deterministic. The profitability characters were calculated both for the programs concerning only the desirable growing stock and for the complete programs extending from the present growing stock through to regeneration of the desirable growing stock. In the former case, the point of regeneration, and in the latter case, certain ages of present growing stock were used as time points for comparison calculations.

The removal series, by timber assortments, were priced by the real stumpage price averages of the years 1970—1978. The unit costs of timber growing measures were real averages of the years 1971—1977. The profitability characters were tested by sensitivity analyses.

According to the calculations deriving from certain age points of a present growing stock, program P

was the most profitable stand growing alternative in damp and sub-dry mineral site stands calculated on the basis of present net value. However, in the area of Pohjanmaa-Kainuu program N was relatively more profitable than in the more northern areas. For instance, in damp mineral site pine stands program N was the most profitable alternative in the age class of 81—100 years old stands. The most intensive program B was always the least profitable alternative. In dry mineral site pine stands program N was the most profitable and program B least profitable alternative.

According to the calculations deriving from the point of regeneration, program P remained the most profitable stand growing alternative in damp and sub-dry mineral sites. By using the criterion of internal rate of return, program P was without exception the most profitable and program B, presupposing intensive fertilization, clearly the least profitable alternative. The internal rate of return of program N was 86—96 percent of the rate of program P depending on a research area and site type. Correspondingly the internal rate of return of program B was 50—84 percent of the rate of program P. The results of sensitivity analyses strengthened its higher profitability compared to other programs.

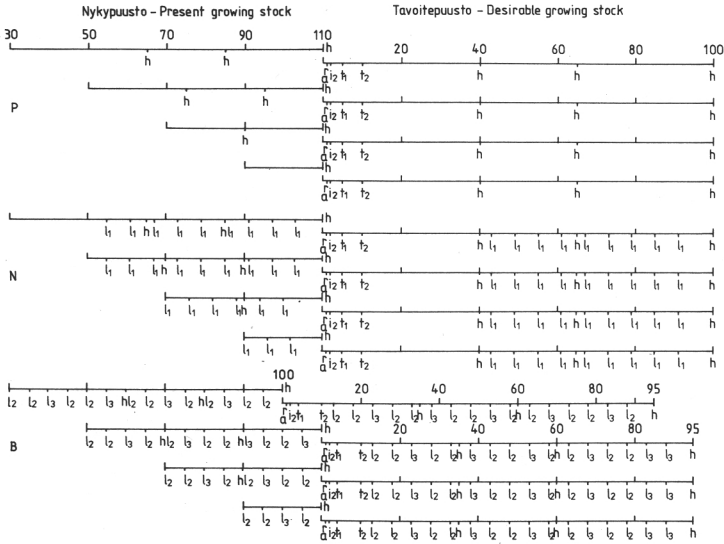
In dry mineral site pine stands program N was the most profitable alternative calculated both on the basis of present net value and internal rate of return.

When applying the results of the study one must remember that much uncertainty is attached to them. This is especially caused by the basic growth and yield series, the lack of understanding of the influence of stand growing measures (particularly fertilization) on the growth and yield series and ignorance of the development of stumpage prices and unit costs of growing measures.

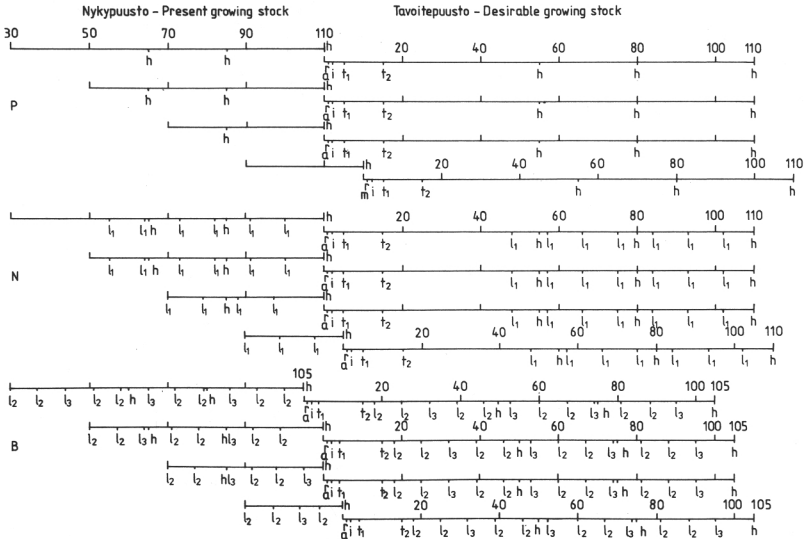
One must also remember that the calculations presented here have been drawn by stands, so the results could depart from results calculated for the whole forest holding, especially in the case of programs P and N.

Liite 1. Kasvatusohjelmat.
Appendix 1. Stand growing programs.

Ilmastovyöhyke **IV** - Climatic zone **IV**
 Lounais-Lappi
 Tuore kangas, mänty - Damp mineral site, Scots pine

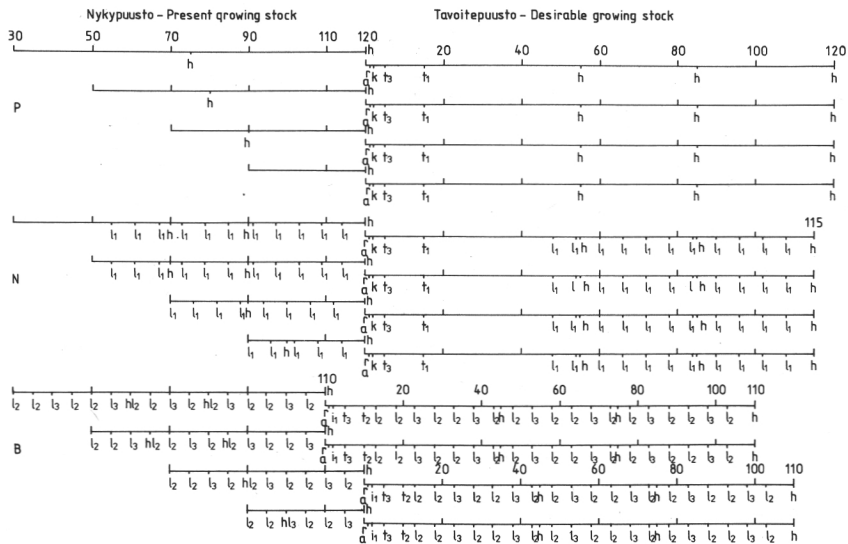


Ilmastovyöhyke **IV** - Climatic zone **IV**
 Lounais-Lappi
 Tuore kangas, kuusi - Damp mineral site, Norway spruce

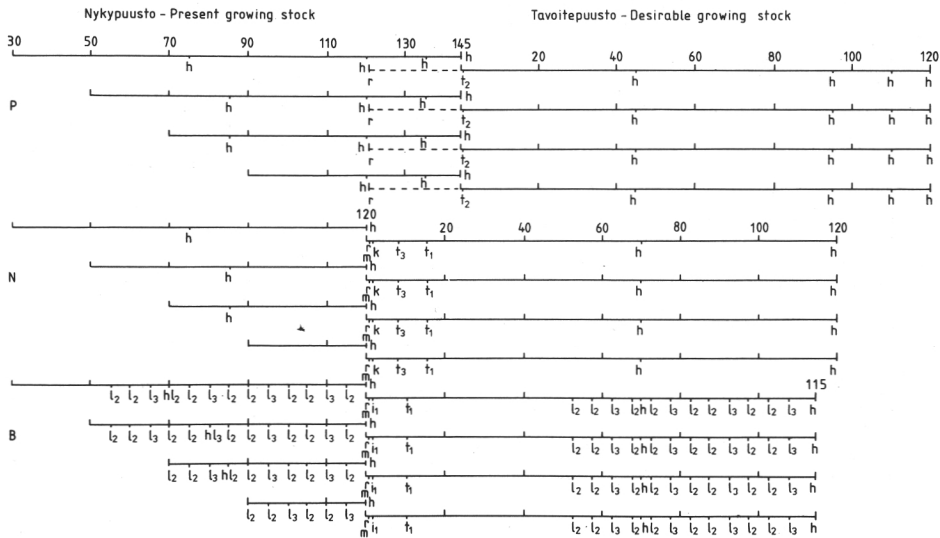


(Liite 1. Jatkoa)
(Appendix 1. Continued)

Ilmastovyöhyke IV - Climatic zone IV
Lounais-Lappi
Kuivahko kangas, mänty - Sub-dry mineral site, Scots pine

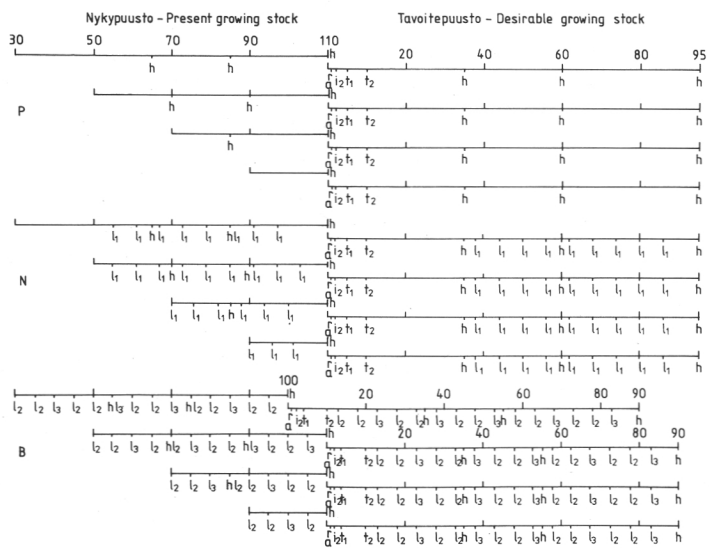


Ilmastovyöhyke IV - Climatic zone IV
Lounais-Lappi
Kuiva kangas, mänty - Dry mineral site, Scots pine

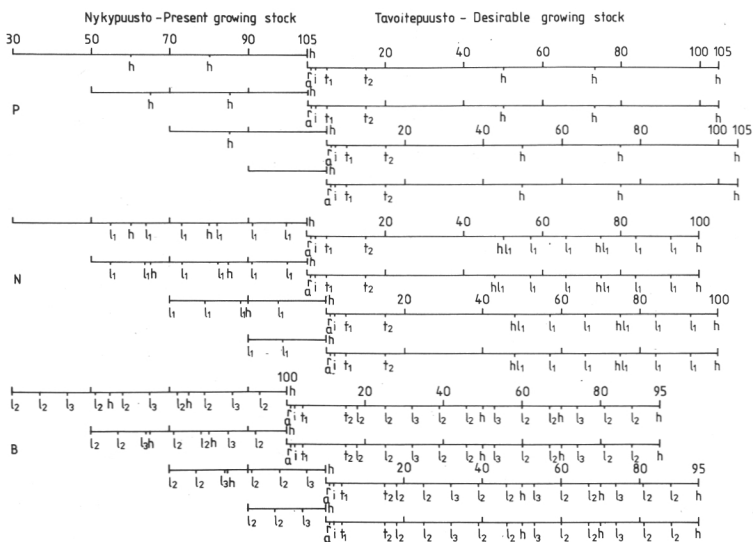


(Liite 1. Jatkoa)
(Appendix 1. Continued)

Ilmastovyöhyke III - Climatic zone III
Pohjanmaa - Kainuu
Tuore kangas, mänty - Damp mineral site, Scots pine

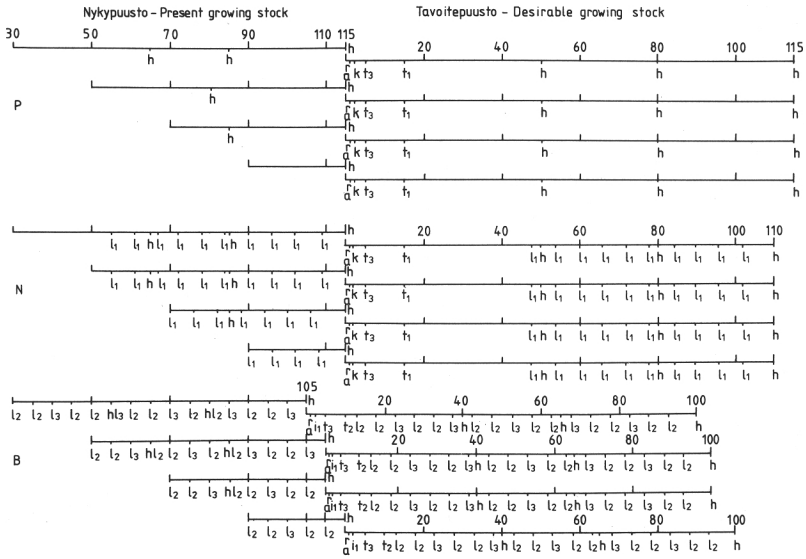


Ilmastovyöhyke III - Climatic zone III
Pohjanmaa - Kainuu
Tuore kangas, kuusi - Damp mineral site, Norway spruce

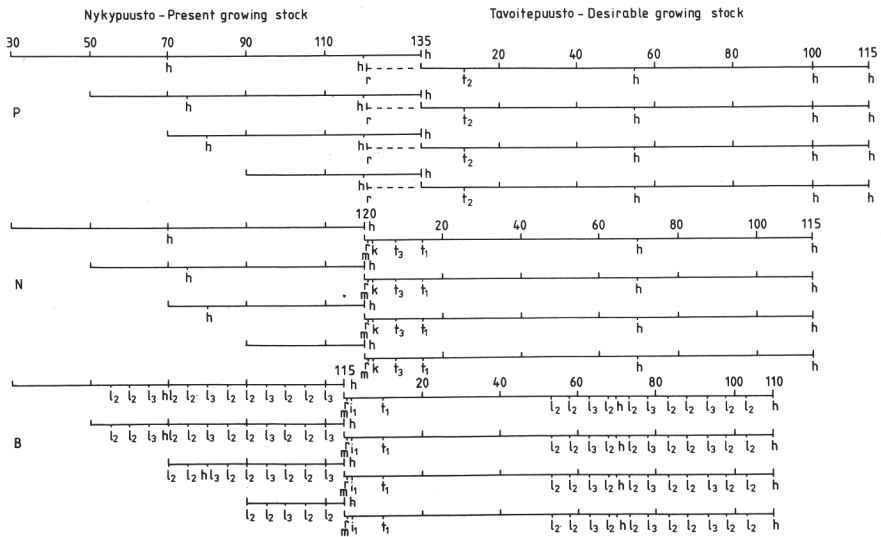


(Liite 1. Jatkoa)
(Appendix 1. Continued)

Ilmastovyöhyke III - Climatic zone III
Pohjanmaa - Kainuu
Kuivahko kangas, mänty - Sub-dry mineral site, Scots pine



Ilmastovyöhyke III - Climatic zone III
Pohjanmaa - Kainuu
Kuiva kangas, mänty - Dry mineral site, Scots pine



Liite 2. Tavoitepuuston tuotoksen ja kuutiomäärän kehitys kasvatusohjelmassa P IV ilmastovyöhykkeellä (Lounais-Lappi ja Koillismaa).

Appendix 2. The development of total production and volume of a desirable growing stock with growing program P in climatic zone IV (Lounais-Lappi and Koillismaa).

Ikä, v Age, yrs	Kuiva kangas Dry mineral site			Kuivahko kangas Sub-dry mineral site			Tuore kangas, mänty Damp mineral site, pine			Tuore kangas, kuusi Damp mineral site, spruce		
	Koko- naistuotos Total production	Poistu- ma Removal m ³ /ha	Kuutio- määrä Volume	Koko- naistuotos Total production	Poistu- ma Removal m ³ /ha	Kuutio- määrä Volume	Koko- naistuotos Total production	Poistu- ma Removal m ³ /ha	Kuutio- määrä Volume	Koko- naistuotos Total production	Poistu- ma Removal m ³ /ha	Kuutio- määrä Volume
10	2		2	5		5	7		7	5		5
20	6		6	23		23	35		35	15		15
30	14		14	45		45	80		80	40		40
40	26		26	73		73	135	40	95	68		68
50	42		42	105		105	193		153	107		107
55	50		50	120	40	80	217		177	123	40	83
60	60		60	140		100	245		205	147		107
65	70		70	157		117	268	80	148	165		125
70	79	25	54	173		133	295		175	192		152
80	100		75	200		160	335		215	230	80	110
85	108		83	215	60	115	355		235	245		125
90	119		94	230		130	375		255	265		145
100	134		109	253		153	407	287	0	300		175
110	149		124	273		173				335	215	215
120	164	89	50	290	190	0						
130	169		55									
135	173	30	29									
140	174		30									
145	175	31	0									

Liite 3a. Eri-ikäisistä nykypuustoista alkavien metsikönkasvatusohjelmien nykyarvo laskentakorkokannan funktiona. Lounais-Lappi.
 Appendix 3a. The present net values of the stand growing programs deriving from present growing stocks of various ages as a function of
 discounting rate of interest. Lounais-Lappi.

Kasvupaikkatyyppi ja puulaji Site type and tree species	Ikä- luokka Age class	Laskentakorkokanta ja kasvatusohjelma Discounting rate of interest and stand growing program											
		2 %			3 %			4 %			5 %		
		P	N	B	P	N	B	P	N	B	P	N	B
Tuore kangas, mänty Damp mineral site, pine	30	4272	3949	2014	1901	1580	-207	963	688	-1010	524	302	-1319
	50	5343	4868	2996	2718	2151	662	1571	987	-286	969	397	-736
	70	5768	4825	3062	3169	2248	948	2015	1127	101	1369	510	-337
	90	7726	7231	5455	4891	4377	3038	3591	3077	2016	2817	2295	1428
Tuore kangas, kuusi Damp mineral site, spruce	30	3097	2849	957	1438	1210	-328	742	545	-819	408	245	-1012
	50	4476	4011	2536	2493	2032	875	1540	1088	98	1010	575	-310
	70	4577	3730	2160	2748	2024	905	1837	1183	315	1289	676	-35
	90	4359	3769	2299	2674	2203	1146	1856	1451	628	1355	981	306
Kuivahko kangas Sub-dry mineral site	30	2582	2063	-162	1095	653	-1289	521	166	-1621	267	-10	-1681
	50	3349	2297	928	1685	724	-293	952	78	-798	574	-217	-1031
	70	4166	2962	1109	2356	1257	-82	1481	455	-592	978	11	-852
	90	5490	4436	2400	3534	2642	1167	2509	1718	581	1849	1121	204
Kuiva kangas Dry mineral site	30	1590	1580	106	622	643	-408	269	288	-467	126	137	-405
	50	2160	2127	-673	1009	1036	-1229	519	553	-1342	283	310	-1298
	70	3109	3006	313	1713	1725	-507	1028	1079	-883	646	703	-1064
	90	4389	4498	2063	2830	3048	1044	1960	2219	435	1397	1656	11

Liite 3b. Katso liite 3a. Koillismaa.
Appendix 3b. See appendix 3a. Koillismaa.

Kasvupaikkatyyppi ja puulaji Site type and tree species	Ika- luokka Age class	Laskentakorkanta ja kasvatushjelma Discounting rate of interest and stand growing program						Laskentakorkanta ja kasvatushjelma Discounting rate of interest and stand growing program								
		2 %		3 %		4 %		5 %		3 %		4 %		5 %		
		P	N	B	P	N	B	P	N	B	P	N	B	P	N	B
Tuore kangas, mänty Damp mineral site, pine	30	3757	3560	2487	1570	1332	72	745	530	-822	377	199	-1180			
	50	5230	4674	4859	2639	1932	1669	1523	789	270	939	230	-423			
	70	6227	5515	3878	3526	2705	1481	2306	1445	476	1610	739	-63			
	90	8547	7852	6208	5533	4840	3594	4110	3447	2466	3243	2600	1806			
Tuore kangas, kuusi Damp mineral site, spruce	30	3402	3369	1561	1585	1463	20	821	680	-592	453	321	-852			
	50	4320	4113	2625	2389	2122	1625	1482	1182	668	982	666	139			
	70	4905	4193	2771	2988	2323	1298	2040	1402	601	1466	848	188			
	90	3886	3405	2036	2351	1916	920	1701	1286	509	1336	924	288			
Kuivahko kangas Sub-dry mineral site	30	2520	2068	468	1070	663	-939	512	179	-1404	265	3	-1531			
	50	3421	2439	1810	1722	810	236	973	139	-459	587	-169	-802			
	70	4746	3610	1983	2773	1729	548	1800	831	-101	1234	328	-450			
	90	5757	4902	3146	3720	2890	1623	2645	1831	853	1950	1145	352			
Kuiva kangas Dry mineral site	30	1726	1721	106	691	714	-408	307	327	-467	147	159	-405			
	50	2385	2432	-174	1157	1226	-940	620	676	-1159	353	392	-1174			
	70	3591	3613	925	2057	2148	-106	1285	1385	-604	844	931	-861			
	90	4647	4776	2679	3013	3248	1497	2093	2368	782	1496	1767	285			

Liite 3c. Katso liite 3a. Pohjanmaa-Kainuu.
Appendix 3c. See appendix 3a. Pohjanmaa-Kainuu.

Kasvupaikkatyyppi ja puulaji Site type and tree species	Ikä- luokka Age class	Laskentakorkokanta ja kasvatusohjelma Discounting rate of interest and stand growing program											
		2 %		3 %		4 %		5 %					
		P	N	B	P	N	B	P	N	B			
Tuore kangas, mänty Damp mineral site, pine	30	5938	5970	4936	2538	2426	1215	1237	1092	-184	649	510	-783
	50	7542	7645	6060	3740	3542	2207	2127	1784	639	1298	888	-125
	70	10009	10023	8323	5748	5456	4069	3786	3322	2199	2661	2093	1169
Tuore kangas, kuusi Damp mineral site, spruce	30	5442	5464	4326	2625	2538	1451	1408	1295	225	803	695	-357
	50	7228	6864	6080	4098	3662	3093	2580	2131	1639	1718	1279	807
	70	6208	5806	4551	3592	3103	2157	2362	1838	1078	1646	1107	470
Kuivahko kangas Sub-dry mineral site	30	4200	3883	2031	1912	1507	-165	978	616	-958	536	244	-1254
	50	5277	5461	3925	2682	2558	1328	1514	1261	193	904	600	-375
	70	7339	7062	5811	4354	3913	3063	2845	2331	1712	1945	1394	902
Kuiva kangas Dry mineral site	30	9244	9487	8281	6260	6245	5274	4656	4488	3685	3590	3310	2629
	50	2532	2564	1359	1021	1062	205	456	484	-140	220	237	-222
	70	3820	3864	1634	1910	1983	166	1057	1119	-416	628	672	-647
	90	5355	5437	3193	3134	3275	1395	2001	2142	470	1350	1469	-66
	90	7257	7331	493	4808	5027	3647	3384	3668	2546	2439	2734	1760

Liite 4. Uudistusalan viljelystä alkavien metsikönkasvatusohjelmien nykyarvot laskentakorkokannan funktiona.
 Appendix 4. The present net values of the stand growing programs deriving from cultivation of a clear cutting area as a function of discounting rate of interest.

Kasvupaikatyyppi ja puulaji Site type and tree species	Laskentaohjelmaa ja kasvatusohjelmaa Discounting rate of interest and stand growing program															
	2 %				3 %				4 %				5 %			
	P	N	B	P	N	B	P	N	N	B	P	N	N	B	P	N
Lounais-Lappi																
Tuore kangas, mänty	2841	2531	806	194	-70	-1439	-772	-956	-2076	-1165	-1285	-2207				
Damp mineral site, pine																
Tuore kangas, kuusi	517	144	-1242	-887	-1127	-2122	-1359	-1506	-2259	-1523	-1611	-2192				
Damp mineral site, spruce																
Kuivahko kangas	1184	739	-1564	-182	-478	-2341	-621	-807	-2368	-770	-883	-2215				
Sub-dry mineral site																
Kuiva kangas																
Dry mineral site		197	-1200		-552	-1465		-752	-1427		-795	-1345				
Koillismaa																
Tuore kangas, mänty	2861	2616	1055	154	-81	-1348	-834	-1003	-2052	-1236	-1347	-2216				
Damp mineral site, pine																
Tuore kangas, kuusi	651	329	-936	-878	-1096	-2019	-1396	-1533	-2237	-1579	-1662	-2209				
Damp mineral site, spruce																
Kuivahko kangas	1202	835	-1460	-196	-457	-2321	-645	-811	-2381	-797	-897	-2243				
Sub-dry mineral site																
Kuiva kangas																
Dry mineral site		206	-1160		-559	-1483		-764	-1466		-807	-1391				
Pohjanmaa-Kainuu																
Tuore kangas, mänty	5321	4995	4336	1216	897	136	-315	-557	-1304	-959	-1128	-1813				
Damp mineral site, pine																
Tuore kangas, kuusi	2041	1991	975	-305	-388	-1172	-1131	-1202	-1830	-1446	-1499	-2005				
Damp mineral site, spruce																
Kuivahko kangas	2309	2179	583	251	69	-1373	-443	-584	-1893	-698	-793	-1975				
Sub-dry mineral site																
Kuiva kangas																
Dry mineral site		676	-420		-402	-1209		-707	-1357		-786	-1346				

ODC 651:568
ISBN 951-40-0508-2
ISSN 0015-5543

HYPPÖNEN, M. 1981. Eräiden metsikönkasvatustavoitteiden edullisuus metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä. Summary: Profitability of some stand growing alternatives in the State forests of northern Finland. *Folia For.* 463:1—34.

The study concerns the profitability of three stand growing programs of various intensity in different research areas and mineral site types in the State forests of northern Finland. Present net value and internal rate of return are used as a profitability criteria. The profitability characters are tested by sensitivity analyses.

The most extensive alternative P, according to which stands are not fertilized at all, as a rule proved to be the most profitable of three stand growing alternatives.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research Station, Eteläranta 55, SF-96300 Rovaniemi 30.

ODC 651:568
ISBN 951-40-0508-2
ISSN 0015-5543

HYPPÖNEN, M. 1981. Eräiden metsikönkasvatustavoitteiden edullisuus metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä. Summary: Profitability of some stand growing alternatives in the State forests of northern Finland. *Folia For.* 463:1—34.

The study concerns the profitability of three stand growing programs of various intensity in different research areas and mineral site types in the State forests of northern Finland. Present net value and internal rate of return are used as a profitability criteria. The profitability characters are tested by sensitivity analyses.

The most extensive alternative P, according to which stands are not fertilized at all, as a rule proved to be the most profitable of three stand growing alternatives.

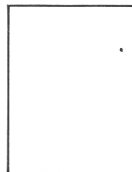
Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research Station, Eteläranta 55, SF-96300 Rovaniemi 30.

Tilaan kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please, send me following publications (add numbers of the publications on the backside of the card).

Nimi
Name

Osoite
Address



Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND

Folia Forestalia

Communicaciones Instituti Forestalis Fenniae

Huomautuksia & tiedusteluja
Remarks & calls for information

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

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

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

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

Punkaharjun jalostuskoeasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 142

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

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* c/o Joensuun korkeakoulu
c/o Joensuu University
PL 111
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

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

- No 447 Uusvaara, Olli: Pelkkahakkureilla tehdyn hakkeen ja sahatavaran pinnan laatu.
Quality of chips and surface of sawn timber made by chipper headrigs.
- No 448 Vuokila, Yrjö: Kasvatustiheyden vaikutus istutuskuusikon kasvuun ja tuotukseen.
The dependence of growth and yield on the density of spruce plantations in Finland.
- No 449 Kinnunen, Kaarlo & Mäki-Kojola, Sakari: Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa.
Natural regeneration of Scots pine in western Finland.
- No 450 Isomäki, Antti & Väisänen, Jarmo: Harvennustavan vaikutus kasvatettavaan puustoon ja harvennuskertymään.
Thinning method and its influence on the remaining growing stock and on the thinning yield.
- No 451 Varmola, Martti: Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. The external quality of pine plantations.
- No 452 Roiko-Jokela, Pentti: Maaston korkeus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä Pohjois-Suomessa.
The effect of altitude on the forest yield in northern Finland.
- No 453 Pohtila, Eljas & Timonen, Mauri: Suojametsäalueen viljelytaimikot ja niiden varhaiskehitys.
Scots pine plantations and their early development in the protection forests of Finnish Lapland.
- No 454 Gustavsen, Hans Gustav: Talousmetsien kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla.
Site index curves for conifer stands in Finland.

1981

- No 455 Salminen, Marja-Liisa: Kuormatraktorin kuljettajan kuormittumisen arviointi psykofysiologisilla menetelmillä.
Evaluation of the strain on the forwarder driver with the help of some psychophysiological methods.
- No 456 Raitio, Hannu: Pääravinnelannoituksen vaikutus männyn neulasten rakenteeseen ja ravinnepitoisuuksiin ojitetulla lyhytkorsinevalla.
Effect of macronutrient fertilization on the structure and nutrient content of pine needles on a drained short sedge bog.
- No 457 Huttunen, Terho: Suomen piensahat 1980.
Small sawmills in Finland, 1980.
- No 458 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Länsi-Uudenmaan rannikon mäntytukkien ominaisuudet eräällä sahalaistoksella.
Properties of pine logs in a coastal sawmill in southern Finland.
- No 459 Kärkkäinen, Matti: Polttopuun rasiinkaadon ja muiden kuivausmenetelmien perusteet.
Foundations of leaf-seasoning and other drying methods of fuelwood.
- No 460 Metsätilastollinen vuosikirja 1980.
Yearbook of Forest Statistics, 1980.
- No 461 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun kylvökokeita Lapissa.
Sowing experiments with *Betula pendula* in Finnish Lapland.
- No 462 Raulo, Jyrki & Rikala, Risto: Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla.
Initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways.
- No 463 Hyppönen, Mikko: Eräiden metsikönkasvatusvaihtoehtojen edullisuus metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä.
Profitability of some stand growing alternatives in the State forests of northern Finland.
- No 464 Harstela, Pertti & Piirainen, Kimmo: Esitutkimus PIKA 75 harvesterin automaatioasteen vaikutuksista tuotukseen, mittaustarkkuuteen ja kuljettajan kuormittumiseen.
Output, accuracy of measuring and strain of the driver at three automation levels of PIKA 75 harvester. A pilot study.
- No 465 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1978—80.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1978—80.
- No 466 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Pitkän puutavaran esijuonto vittureilla ja hevosella.
Bunching of timber by winches and horse.
- No 467 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: KOPO palahakejärjestelmä.
KOPO block chip system.
- No 468 Vuokila, Yrjö: Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen.
The growth reaction of young pine stands to the first commercial thinning.
- No 469 Rummukainen, Ukko & Voipio, Pekka: Ahavan tuhot kuusentaimissa Suonenjoen taimitarhalla keväällä 1978.
Winter wind damage on Norway spruce seedlings at Suonenjoki seedling nursery in spring 1978.
- No 470 Hallaksela, Anna-Maija & Nevalainen, Seppo: Juurikäävän torjunta urealla kuusenkannoissa.
Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce stumps with urea.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communications Institutii Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaleilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.
Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.