

FOLIA FORESTALIA 570

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1983

JOUKO HÄMÄLÄINEN
JA OLAVI LAAKKONEN

TURVEMAAN VARTTUNEIDEN MÄNNI-
KÖIDEN LANNOITUKSEN EDULLISUUS

PROFITABILITY OF FERTILIZATION
IN MATURE SCOTS PINE STANDS
ON PEATLAND



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>	Olli Kiiskinen
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 valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

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

FOLIA FORESTALIA 570

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1983

Jouko Hämäläinen ja Olavi Laakkonen

TURVEMAAN VARTTUNEIDEN MÄNNIKÖIDEN LANNOITUKSEN EDULLISUUS

Profitability of fertilization in mature Scots
pine stands on peatland

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO	3
11. Tutkimuksen tausta ja rajaaminen	3
12. Tutkimustehtävä	4
2. KASVUNLISÄYS	4
21. Koeala-aineisto	4
22. Kasvujen ja kasvunlisäyksen laskenta	5
3. TUOTOT JA KUSTANNUKSET	7
31. Kantohinnat, järeytymisen ja tuotot	7
32. Lannoituskustannukset	9
4. LANNOITUKSEN ERILLISKANNATTAVUUS	12
41. Sisäinen korko	12
42. Nykyarvo	15
5. LANNOITUSMENON JA PUUSTOON SITOUTUNEEN PÄÄOMAN KANNATTAVUUS	17
51. Yleistä	17
52. Tulokset	18
6. TULOSTEN TARKASTELUA	20
7. YHTEENVETO	22
KIRJALLISUUS	24
SUMMARY	25
LIITETAULUKOT — APPENDIX TABLES	27

HÄMÄLÄINEN, J. & LAAKKONEN, O. 1983. Turvemaan varttuneiden männiköiden lannoituksen edullisuus. Summary: Profitability of fertilization in mature Scots pine stands on peatland. *Folia For.* 570:1—32.

Tutkimuksessa selvitetiin Etelä-Suomen vanhoilla ojitusalueilla sijaitsevien varttuneiden, osaksi yli-ikäistenkin männiköiden kertalannoituksen kannattavuutta metsikkökohtaisin edullisuuslaskelmin. Huomioon otettiin myös valtion metsänparannusrahoituksen ja verotuksen vaikutus kannattavuuteen.

Aluksi tarkasteltiin lannoituksen erilliskannattavuutta, jota mitattiin reaalilla sisäisellä korolla ja nykyarvolla. Lisäksi tutkittiin, millainen kannattavuus lannoituksesta oli odotettavissa puuston hakkuuarvon ja lannoitusmenon muodostamalle yhdistetylle investoinnille.

Tutkimuksessa olivat mukana NPK- ja PK-lannoitetut koealat. Omarahoituksella toteutettuna NPK-lannoituksella saatiin kahdeksan vuoden tarkastelujaksolta keskimäärin 4,0 %:n reaalin sisäinen korko. Vastaavasti saatiin PK-lannoitetuissa — edellisiin nähden lannoitusajankohtana runsaspuustoisemmissa ja järeämissä — turvemaiden metsiköissä 12,0 %:n sisäinen korko. Metsänparannuslain mukaiset rahoitusmahdollisuudet nostivat tuntuvasti kannattavuutta. Täysi valtion metsänparannuslaina nosti NPK-lannoituksen erillisen sisäisen koron ennen lainakorkojen verotuksessa vähentämistä keskimäärin 16,0 %:iin ja PK-lannoitetuilla koealoilla 33,9 %:iin. Metsänparannusavustusta (15 %) käytettäessä saavutettiin NPK-lannoitetuilla koealoilla 7,4 %:n ja PK-lannoitetuilla koealoilla 15,6 %:n keskimääräinen sisäinen korko. Syynä lainavaihtoehdon paremmuuteen oli oletetusta 7 %:n vuotuisesta inflaatiosta ja metsänparannuslainan edullisista lainaehdoista saatava reaalin rahoitushyöty.

Nykyarvojen perusteella voitiin NPK- ja PK-lannoitusten kannattavuudesta tehdä samansuuntaiset johtopäätökset kuin sisäisten korkojenkin perusteella.

PK-lannoitetuissa metsissä saatiin miltei sama yhdistetyn investoinnin sisäinen korko kuin NPK:lla lannoitetuilla koealoilla, vaikka PK-lannoitus oli erillisenä selvästi kannattavampi toimenpide kuin NPK-lannoitus. Syynä oli PK-lannoitettujen metsiköiden NPK-lannoitettuja paljon suurempi alkupuusto.

Lannoitusmenon rahoitustapa vaikutti luonnollisesti jossakin määrin myös puuston hakkuuarvon ja lannoitusmenon muodostaman yhdistetyn investoinnin sisäiseen korkoon.

The study concerns the profitability of fertilization on mature and partly over-mature pine stands situated on drained land in South Finland. The study also takes account of the effect of state forest improvement financing and the taxational effect of different financing forms on fertilization costs and profitability.

First, the profitability of fertilization is examined by using such profitability criteria as the real internal rate of return and the real net present value. In addition, the study concerns the profitability to be expected from the combined investment formed by the felling value of the stand and fertilization costs.

There were Nitrogen-Phosphate-Potassium-fertilized (NPK) and Phosphate-Potassium-fertilized (PK) plots in the study. With NPK-fertilization the real internal rate of return amounted to 4.0 per cent, on average, with own financing over an 8 years period. For PK-fertilized stands, which were better forested and in which were heavier timber than NPK-fertilized stands at time of fertilization, the real internal rate of return was 12.0 per cent. The state forest improvement financing improved profitability noticeably. With forest improvement loan the separate internal rate of return amounted to 16.0 per cent before taxes on NPK-fertilized plots and to 33.9 per cent on PK-fertilized plots. By using partial state subsidies (15 %) the internal rate of return was, on average, 7.4 per cent on NPK-fertilized plots and 15.6 per cent on PK-fertilized plots. Similar conclusions from profitability calculations could also be drawn using the net present value.

The real internal rate of return of the combined investment for the PK-fertilized stands was nearly the same as for the NPK-fertilized stands.

1. JOHDANTO

11. Tutkimuksen tausta ja rajaaminen

Metsänlannoitus kehittyi maassamme suurisuuntaiseksi metsänparannustoiminnaksi 1960-luvun puolivälin paikkeilla. Vuonna 1965 lannoitettiin runsaat 20 000 ha metsää. Suurimmillaan eli n. 244 000 ha lannoitusala on tähän mennessä ollut vuonna 1975. Sen jälkeen vuotuinen lannoitusala on melko voimakkaasti pienentynyt, olleen pienimmillään vuonna 1979 eli n. 83 000 ha ja vuonna 1981 jälleen hieman suurempi, lähes 92 000 ha (Metsätilastollinen... 1982).

Vuosittain lannoitetut turvemaiden määrät vuosina 1974—81 vaihtelivat välillä 40 000—116 900 ha. Turvemaiden osuus koko vuosittain lannoitetusta metsäalasta oli vastaavasti 44—69 %.

Metsänlannoituksen hyötyvaikutus perustuu pääosin puuston kasvun lisäykseen ja realisoituu hakkuissa. Lannoituksen avulla aikaansaadut tulonlisäykset riippuvat siten tämän kasvunlisäyksen määrästä sekä lannoituksen vaikutuksesta hakattavan puuston järeyteen ja ainakin periaatteessa myös laatuun. Metsänlannoitusinvestoinnissa varojen sitoutumisaika, investoinnin aikajänne, on suhteellisen lyhyt useimpiin muihin metsänparannuksen lajeihin verrattuna. Näin on etenkin silloin, kun lannoitetaan suhteellisen varttuneita metsiköitä. Aikaperspektiivi, minkä kuluessa lannoitusinvestoinnin antamat erillistulot on mahdollista saada, on siis ”siedettävä” myös yksittäisen ihmisen, metsänomistajan näkökulmasta. Kuitenkin metsänomistajalla on myös muita sijoituskohteita sekä metsälöllään että sen ulkopuolella. Myös nimenomaan yksityismetsänomistajan, henkilöyrittäjän erilaiset kulutustarpeet kilpailevat hänen käytettävissä olevista rahoistaan. Metsätalousyrittäjien ja muiden metsätalousyksiköistä vastaavien henkilöiden on siis päätöksentekoaan varten hyödyllistä tietää, millainen kannattavuus lannoitusinvestoinneista on erilaisissa olosuhteissa odotettavissa. Tällaista tietoa

tarvitsevat myös metsätalouden muut intressenttiryhmät, valtio mm. metsänparannushankkeiden huomattavan rahoittajan ominaisuudessa, yksityismetsätalouden organisaatiot jne.

Turvemaan lannoitusinvestoinnin edullisuutta selvitetään tässä tutkimuksessa metsikkökohtaisin laskelmin. Pyrkimyksenä on saada selville, millaisia uusia taloudellisia arvoja saadaan aikaan lannoitettaessa metsätalouden peruskäsittely-yksikköä, metsikköä. Tosiasiassa metsätalouden talousyksikkö, integroidun yrityksen osana oleva metsälö, koostuu useista erilaisista metsiköistä. Tällöin metsiköiden käsittelyyn vaikuttavat muutkin tekijät kuin niissä toteutettavien toimenpiteiden erilliskannattavuus.

Metsiköiden käsittelyyn vaikuttaa ensinnäkin taloudellisesti mielekkäiden käsittelyyksikköjen (työmaiden) muodostaminen. Tällöin saattaa olla edullista jonkin verran tinkiä yksittäisen metsikön erillislaskelmien mukaisesta edullisimmasta käsittelyvaihtoehdosta. Vieläkin laveammasta näkökulmasta katsoen yksittäiset toimenpiteet on sopeutettava yrityksen usein moninaisempia tavoitteita ja rajoitteita vastaaviksi kuin suhteellisen yksinkertaiset metsikkökohtaiset partiaalilaskelmat edellyttävät. Joka tapauksessa metsikkökohtaiset kannattavuuslaskelmat antavat hyödyllistä tietoa lukuisille metsänomistajille ja heitä avustaville ammattihenkilöille siitä, mitä uusia taloudellisia arvoja esim. sellaisella puuntuottamistoimenpiteellä kuin metsänlannoituksella saadaan aikaan. Puuntuottamisen tällaisen yksittäisen metsänparannustoimenpiteen hyötyvaikutukseksi ei kuitenkaan pidä kriittikömmästä katsoa esim. metsälöllä mahdollisesti olevien yli-ikäisten metsiköiden päätehakkuista saatavia tuloja. Nuo metsiköthän olisivat hakattavissa ilman lannoitustakin. Kieltämättä kuitenkin esim. varttuneiden metsiköiden kasvatuslannoitukset estävät jossakin määrin vastaisten hakkuumäärien pienentymistä kyseisessä tilanteessa.

Metsikkölaskelmien vahva puoli on joka tapauksessa niiden yksinkertaisuus ja tyydyttävä käyttökelpoisuus lukuisissa päätöksentekotilanteissa. ”Räätälintyönä” rakennettavat ja ratkaistavat yrittäjäkohtaiset ns. kombinoituiden suunnittelumallit eivät ole kaikkien päätöksentekijöiden ja ammattihenkilöiden käytettävissä.

12. Tutkimustehtävä

Käsillä olevan tutkimuksen tarkoituksena on tutkia vanhoilla ojitusalueilla sijaitsevien varttuneiden, osaksi yli-ikäistenkin männiköiden kertalannoituksen kannattavuutta metsikkökohtaisin edullisuuslaskelmin. Huomioon otetaan myös valtion metsänparannusrahoituksen vaikutus kannattavuuteen samoin kuin lannoitusmenojen erilaisen rahoitusmuotojen vaikutus metsänomistajan verotukseen.

Tämä tutkimus on ollut mahdollinen, kun olemme hyväntahtoisesti saaneet käyttöömmme Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston ojitettujen turvemaiden lannoituskokeiden mittautulokset. Saman osaston tutkija MML Kimmo Paarlahti on antanut arvokasta apua koala-aineiston valinnassa ja aineiston käsittelyssä.

Aineiston tietokonekäsittelystä liiketaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnalla vastasi lähinnä suunnittelija Pekka Ripatti. Käsikirjoituksen viimeistelyvaiheessa on avustanut Luk Sirkka Säynäjängas, erityisesti englannin kielisiä tekstejä laadittaessa. Käännökset on tarkastanut Ph.D. Ashley Selby.

Tutkimuksen yleissuunnittelun kirjoittajat ovat suorittaneet yhdessä. Tekstin ensikertaisesta kirjoittamisesta vastaa lähinnä lukujen 2—4 osalta Laakkonen sekä lukujen 1 ja 5 osalta Hämäläinen. Lopullinen teksti perustuu keskinäisten kommenttien yhteiseen hyväksymiseen.

Tutkimuksen käsikirjoituksen ovat lukeneet professorit Eero Paavilainen ja Yrjö Vuokila ja tehneet eräitä varteen otettuja huomautuksia. Myös tutkija Mikko Kukkola puuntuotoksen tutkimussuunnalta on ollut huomautuksillaan edistämässä luvun 2 kirjoittamista. Kiitämme kaikkia edellä mainittuja ja muita tutkimukseen vaikuttaneita henkilöitä.

2. KASVUNLISÄYS

21. Koala-aineisto

Aineisto pyrittiin valitsemaan siten, että se olisi mahdollisimman yhtenäinen ja kattava yleisten ja tilastollisesti pätevien johtopäätösten tekoon. Valintaperusteena käytettiin neljää seuraavaa kriteeriä, joiden kaikkien piti olla samanaikaisesti voimassa:

- 1) Koalan piti olla lannoitettu ennen vuoden 1965 kasvukautta.
- 2) Lannoitetuille koaloille oli kertalannoituksena annettu joko 550 kg/ha metsän Y-lannosta suomaille (NPK-lannoitus) tai 600 kg/ha PK-lannosta eli alkuaineina 77 kg typpeä, 43 kg fosforia ja 46 kg kaliumia hehtaarille tai 43 kg fosforia ja 83 kg kaliumia hehtaarille. Edellisessä tyyppien ja kalin määrä ovat alle nyky-suosituksen (typpeä 100 kg/ha ja kaliumia 66—83 kg/ha) kun taas jälkimmäinen on suositusten mukainen (fosforia 45 kg/ha ja kaliumia 83 kg/ha).
- 3) Kaikilla kokeilla piti samassa metsikössä olla lannoitettua koalaa vastaava lannoittamaton vertailukoala.
- 4) Koalan lannoitushetken tilavuudesta piti vähintään 70 % olla havupuuta (lehtipuiden suurempi osuus olisi tuonut epävarmuutta kasvuunlaskentaan, sillä

kairausten puutteessa lehtipuiden kasvu jouduttiin arvioimaan pääpuulajien kasvuun perustuen. Toisaalta lehtipuutkin ovat sitoneet kasvuunsa osan lannoitteista ja sitä kautta vastaavan osuuden lannoitukseen käytetyistä taloudellisista panoksista). Kuusen osuus aineistoon hyväksytyjen koalojen puustosta oli vähäinen.

Lopullinen koala-aineisto käsitti vanhoilla ojitusalueilla sijaitsevia varttuneita ja osittain yli-ikäisiäkin männiköitä. Ojituksista oli kulunut aina vähintään 30 vuotta, joten ojitushetken läheisyys ei haitannut lannoituksen erillisvaikutuksen tarkastelua. Koalojen keskimääräinen ravinteisuustaso oli perustamishetkellä 3—5. Ravinteisuustaso 3 vastaa suunnilleen MT:n, ravinteisuustaso 4 VT:n ja ravinteisuustaso 5 CT:n viljavuutta. PK-lannoitetut koalat sijaitsivat keskimäärin yhtä ravinteisuusluokkaa paremmilla kasvupaikoilla kuin NPK-lannoitetut koalat.

Seuraavassa asetelmassa on esitetty koalojen jakauma kasvupaikan laadun suhteen.

	Ravinteisuustaso	Koealojen lukumäärä	
		NPK-lannoitus	PK-lannoitus
Mustikkaturvekangas	3	1	7
Puolukka ”	4	2	2
Varpu ”	5	7	3
Koealojen lukumäärällä painotettu ravinteisuustasojen keskiarvo		4,6	3,7

Koealojen mittauksista vastasi Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosasto. Kaikista puista oli mitattu rinnankorkeusläpimitta. Koepuut oli valittu relaskoopilla siten, että koepuiksi tuli n. 20 % koealan runkoluvusta. Koepuiden lukumäärä vaihteli välillä 13—26 siten, että niitä oli koealalla keskimäärin 20 kappaletta. Näistä oli mitattu rinnankorkeusläpimitan lisäksi pituus, kapeneminen, korkeintaan kolmen viisivuotijakson pituuskasvut ja kahdeksan lannoitusta edeltäneen ja seitsemän sen jälkeisen vuoden sädekasvut. Taulukossa 1 on esitetty perustamishetken keskeisten puustotunnusten keskiarvot (ja keskihajonnat) eri lannoituskäsittelyn saaneilla koealoilla. Lannoitetut ja lannoittamattomat koealat olivat esitettyjen puustotunnusten osalta perustamisvaiheessa keskiarvoisesti samanlaisia. Taulukossa olevien keskihajontojen pohjalta tämä voitiin osoittaa myös tilastollisesti. PK-koealat sijaitsivat parempikasvuissa metsiköissä kuin NPK-koealat.

22. Kasvujen ja kasvunlisäysten laskenta

Koealojen eri ajankohtien puustotunnukset laskettiin Metsäntutkimuslaitoksen koealojen peruslaskentaohjelmistolla. Yksittäisten koepuiden kuutiointiin käytettiin Laasasenahon (1976) kuutioimisyyhtälöä. Kasvut saatiin tämän jälkeen erotuksina.

Kasvunlisäysten laskenta perustui aiemmissä tutkimuksissa saatuun tulokseen, jonka mukaan kasvua voidaan metsikössä parhaiten ennustaa vastaavan aiemman kasvun perusteella (esim. Paavilainen 1968, Gustavsen ja Lipas 1975, Keipi ja Laakkonen 1980). Tähän nojautuen PK- ja NPK-lannoituksen aiheuttamat kasvunlisäykset laskettiin seuraavasti. Aluksi määritettiin erikseen lannoittamattomien ja lannoitettujen koealojen perusteella regressiosuorat, joissa selitettiin lannoituksen jälkeisen jakson kasvua lannoitusta edeltäneen 5-vuotijakson kasvulla. Lannoituksen jälkeisenä jaksona oli ensin ensimmäinen lannoituksen jälkeinen vuosi, sitten kaksi ensimmäistä vuotta ja niin edespäin kumulatiivisesti seitsemän vuoden jaksoon asti.

NPK-kokeiden vertailukoealoilla selityssaste (86—96 %) oli parempi kuin PK-vertailukoealoilla (67—88 %). Lannoitetuilla koealoilla tilanne oli päinvastainen: NPK-lannoitetuilla koealoilla mallien selityssaste vaihteli välillä 71—85 % ja PK-lannoitetuilla

Taulukko 1. Keskeisten puustotunnusten keskiarvot (ja hajonnat sulkeissa) kokeen perustamishetkellä eri lannoituskäsittelyn saaneilla koealoilla.

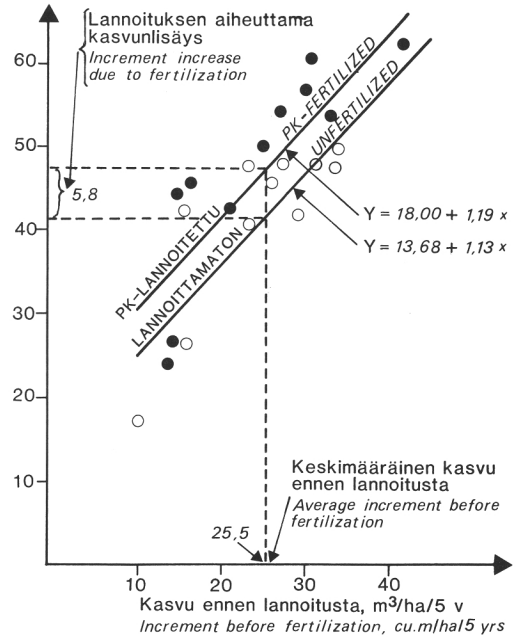
Table 1. Means (and standard deviations in parenthesis) of parameters in plots treated by different fertilizers at time of fertilization.

Lannoitelaji lannoituskäsittely Nutrient treatment	Koealojen lukumäärä Number of plots	Keskipituus Mean height m	Pohjapinta-ala Basal area m ² /ha	Tilavuus Volume m ³ /ha	Tukkiprosentti Sawlogs percentage %	Kasvu ennen lannoitusta Increment with bark before fertilization m ³ /ha/a
NPK-lannoitetut koealat NPK, fertilized	10	8,5 (4,3)	13,4 (4,9)	88 (49)	38 (31)	3,7 (1,5)
NPK-lannoittamattomat vertailukoealat NPK-unfertilized control plots	11	7,6 (2,4)	12,7 (3,4)	80 (34)	36 (25)	3,5 (1,7)
PK, lannoitetut koealat PK, fertilized	12	10,2 (4,6)	15,3 (5,7)	117 (62)	46 (27)	5,2 (2,0)
PK, lannoittamattomat vertailukoealat PK, unfertilized control plots	11	9,2 (4,3)	16,8 (4,8)	131 (57)	52 (26)	5,0 (1,6)

la 77—88 %. Mallin selitysaste pieneni tasanaisesti lannoituksen jälkeisen jakson pidentyessä. Oletettiin, että lannoitetuilla koelohjoilla tilavuuskasvu olisi kehittynyt ilman lannoitusta aiemman kasvun funktiona samoin kuin lannoittamattomillakin koelohjoilla. Tällöin kuhunkin vuoteen mennessä kertynyt odotettavissa oleva kasvunlisäys voitiin laskea lannoitetuille ja lannoittamattomille koelohjoille laskettujen regressiosuorien erotuksena (vrt. Keipi ja Laakkonen 1980). Kasvunlisäysten laskentaperiaate käy selville kuvasta 1.

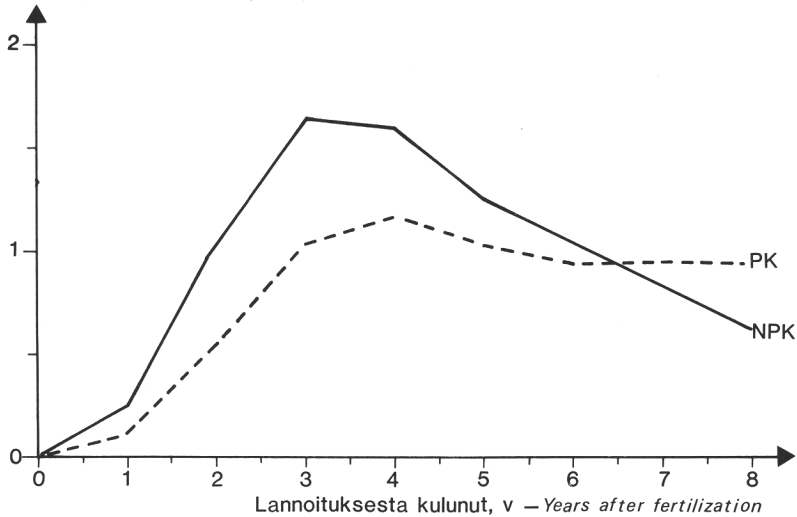
Kumulatiivisten kasvunlisäysten perusteella erotuksina lasketut vuosittaiset kasvunlisäykset on esitetty kuvassa 2. Kuvan mukaan vuotuinen kasvunlisäys oli suurimmillaan 3 tai 4 vuoden kuluttua lannoituksesta. NPK-lannoituksissa saatu vuotuinen kasvunlisäys oli tällöin 0,6 m³/ha PK-lannoituksissa saatu vuosittaista kasvunlisäystä suurempi. Toisaalta NPK:n vaikutusajaksi on yleensä laskettu vain 6—8 vuotta kun taas PK:n arvioidaan vaikuttavan 10—15 vuotta (esim. Karsisto 1976, Ipatiev ja Paavilainen 1975, Paavilainen 1979a ja siellä viitattu kirjallisuus). Syynä NPK:n lyhyeen vaikutukseen on oletettu olevan typen

Kasvu lannoituksen jälkeen, m³/ha/7 v
Increment after fertilization, cu.m/ha/7 yrs



Kuva 1. Kasvunlisäysten laskentaperiaate.
Figure 1. Principle of calculating increment increases.

Vuotuinen kasvunlisäys, m³/ha
Additional annual increment, cu.m/ha



Kuva 2. Lannoituksen aiheuttaman vuotuisen kasvunlisäyksen kehittyminen lannoituksen jälkeen.
Figure 2. The development of additional annual increment from fertilization after fertilization.

ja viimeaikaisten havaintojen mukaan myös kalin loppuminen eräillä alueilla. PK:ta käytetään runsastyyppisillä soilla.

Lannoituksen aiheuttamat vuotuiset kasvunlisäykset voitiin aineiston mittausten pohjalta laskea vain seitsemälle lannoituksen jälkeiselle vuodelle. Lannoituksen edullisuutta koskevat laskelmat on kuitenkin metsänparannusrahoituksen saannille ja käytölle asetettujen ehtojen vuoksi ulotettava vähintään kahdeksan vuoden päähän lannoituksesta. Tästä syystä jatkettiin vuotuisia kasvunlisäyksiä esittäviä kuvaajia suoraviivaisesti vuodella eteenpäin. Tällöin NPK-lannoituksella kahdeksassa vuodessa odotettavissa oleva kasvunlisäys oli $8,3 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja PK-lannoituksella vastaavasti $6,7 \text{ m}^3/\text{ha}$. On syytä jo tässä vaiheessa korostaa, että kasvunlisäyksen kehitys oli kahdeksan vuoden kuluttua lannoituksesta eri lannoitteita saaneilla koaloilla eri vaiheissa: NPK:n kasvua lisäävä vaikutus oli voimakkaassa laskussa tai mahdollisesti jo kokonaan päätynyt kun sitä vastoin PK:n kasvunlisäys oli asettunut n. $1 \text{ m}^3/\text{ha}$ vuositasolle (vrt. kuva 2).

Saavutettavan kasvunlisäyksen taso tietyn ajan kuluttua lannoituksesta riippuu paljon lannoitetun metsikön kehitysvaiheesta ja iästä (esim. Gustavsen ja Lipas 1975, Mälkö-

nen 1979). Kehitysvaiheiltaan kovin erilaisissa metsiköissä saattavat eri menetelmillä lasketut kasvunlisäykset poiketa toisistaan huomattavasti (ks. Lipas 1979). Vaikka kaikki tässä tutkimuksessa käytetyt koemetsiköt ovatkin jo sivuuttaneet kasvun kulminaatiopisteen ja kasvu on tasaaisessa laskussa, kontrolloitiin em. tavalla eli ns. regressiomenetelmällä saadut kasvunlisäykset ns. Näslundin-menetelmällä (esim. Fahlroth 1969) sekä myös kovarianssianalyysiä käyttäen (esim. Snedecor 1962). Kaikilla kolmella menetelmällä saatiin tilastollisesti samansuuruiset kasvunlisäykset.

Käytetyn aineiston perusteella ei tietenkään voida päätellä, paljonko eri lannoituksilla saatujen kasvunlisäysten välisistä eroista aiheutuu itse lannoitteista ja paljonko NPK- ja PK-lannoitetujen koalojen puustojen ja kasvupaikkojen välisistä eroista (ks. taulukko 1). Tämä on pidettävä mielessä vertailtaessa NPK- ja PK-lannoitusten keskinäistä edullisuutta. Toisaalta NPK-lannoitusta suositellaankin vähäravinteisemmille kasvupaikoille kuin PK-lannoitusta, joten käytännön lannoitustoiminta ja tutkimuksessa käytetty koejärjestely ovat tässä suhteessa yhdenmukaiset (ks. Paavilainen 1979b). Tutkimustuloksia tulkittaessa on samoin pidettävä mielessä, että koalojen määrä ei ole kovin suuri.

3. TUOTOT JA KUSTANNUKSET

31. Kantohinnat, järeytyminen ja tuotot

Kantohinnat laskettiin Keipin ja Laakkosen (1980) matala-, keski- ja korkeasuhdanteille laatimilla kantohintamalleilla, jotka korjattiin vuoden 1980 tammikuun rahanarvoon. Näistä malleista saatavat kantohinnat ovat reaalihintoja ja hintataso kaikilla suhdanteilla pysyy lannoitusajankohdasta eteenpäin koko 8-vuotisen tarkasteluajanjakson vakiona. Niin kuin tuonnempana ilmenee, puutavaralajien hinnoituksessa käytettiin kulloisessakin tilanteessa erikseen tätä yleisestä tasosta johdettuja kantohintoja.

Tarkastelujakson peruskantohintoina eli keskimääräisinä kantohintoina käytettiin

edellä mainittujen kantohintamallien hakuvuoden 1980/81 keskisuhdanteen mukaisia mäntyäkin ja vastaavan pinotavaran trendihintoja. Metsiköitä tarkasteltiin tutkimuksessa puhtaina männikköinä, joten sekapuuna vähäisessä määrin esiintynyt kuusi ja koivu samaistettiin pääpuulajiin niin hinnoittelussa kuin puustotunnustenkin laskennassa. Koalojen valinnalla jo pyrittiin siihen, että tästä aiheutuva mahdollinen virhe on niin pieni, ettei sillä ole käytännön merkitystä. Hintatason vaikutusta kannattavuuteen tutkittiin laskemalla tuotot myös matala- ja korkeasuhdanteiden kantohinnoilla. Tutkimuksessa käytetyt reaalihintojen vaihtoehdot käyvät ilmi seuraavasta

asetelmasta. Sulkeissa on ilmoitettu ne tasot, joille kantohintojen oletettiin vakiona pysymisen sijasta nousevan kahdeksan vuoden kuluessa. Eräitä tutkimustuloksia näet esitetään tällaisenkin hinnoituksen pohjalta.

	tukkipuu mk/m ³	kuitupuu mk/m ³
matalasuhdanne	128 (140)	56 (61)
keskisuhdanne	146 (158)	65 (71)
korkeasuhdanne	168 (180)	81 (86)

Matalasuhdanteessa käytetyt tukkien kantohinnat olivat keskimäärin n. 12 % ja kuitupuun n. 14 % keskisuhdanteen hintojen alapuolella. Korkeasuhdanteen puutavaralajeittaiset kantohinnat ylittivät vastaavasti keskisuhdanteen hinnat n. 15 %:lla ja n. 25 %:lla. Tässä käytetty kantohintojen vaihtelu oli siis samaa suuruusluokkaa kuin Hämäläisen (1973) sahatukkien osalta tutkima ja puunkasvatuksen edullisuuslaskelmiin soveltama: 15 %:n vaihtelu reaalisen trendiarvon molemmiin puolin.

Hintasuositussopimuksen mukaan perusleimikon kantohintoihin tehdään tavallisesti kulloinkin kysymykseen tulevat järeyden, leimikon koon, metsäkuljetusmatkan, leimikon tiheyden ja maaston aiheuttamat yksikköhinnan korjaukset. Metsäkuljetusmatka lannoitettavalle alueelle on niin yksilöllinen, ettei sen huomioon ottaminen tutkimuksessa ollut mielekästä. Koska myöskään maastoluokkaan ei lannoituksella voida vaikuttaa, ei sen huomioon ottamista katsottu tarpeelliseksi. Metsäkuljetusmatkan ja maaston osalta lannoitettavan alueen katsottiin siten vastaavan perusleimikkoo. Lannoituksella ei ollut niin paljon vaikutusta koemetsiköiden tiheyteen, että se olisi muuttanut tiheysluokkaa. Myöskään lannoituksen vaikutusta leimikon kokoon ei tässä tutkimuksessa voitu ottaa huomioon, koska se riippuu lähinnä lannoitettavasta pinta-alasta. Näin ollen ainoaksi keskikantohinnan korjausperusteeksi jäi puutavaran runkolajin (tukkirunko ja vastaavasti pinotavaranrunko) keskijäreys. Korjaus tehtiin hakkuuvuoden 1980/81 hintasuositussopimuksen mukaisesti (vrt. Keipi ja Laakkonen 1980) eli tukkipuun korjattu kantohinta saatiin kertomalla sen korjaamaton kantohinta korjaustekijällä Y_1

$$Y_1 = 0,90 + 0,23 \times x$$

ja kuitupuun korjattu kantohinta kertomalla vastaavasti korjaustekijällä Y_2

$$Y_2 = 0,87 + 1,5 \times x.$$

Edellä olevissa yhtälöissä selittävä muuttuja x on runkolajin käyttöosan keskitilavuus kuorellisina kuutiometreinä.

Lannoituksella aikaansaatuja tuottoja laskeuttaessa otettiin huomioon paitsi lannoituksen aiheuttama kasvunlisäys myös sen vaikutus puutavaralajisuhteisiin ja runkolajien keskitilavuuksiin. Näiden tunnusten vuotuisista kehitystä kuvaavia käyriä jatkettiin suoraviivaisesti vuodelta eteenpäin vastaavasti kuin kasvunlisäysten laskennassa. Näin laskevien eri lannoituskäsittelyt aiheuttivat edellä mainittuihin tuottojen laskennassa huomioon otettaviin puustotunnuksiin 8 vuodes-
sa seuraavat lisäykset:

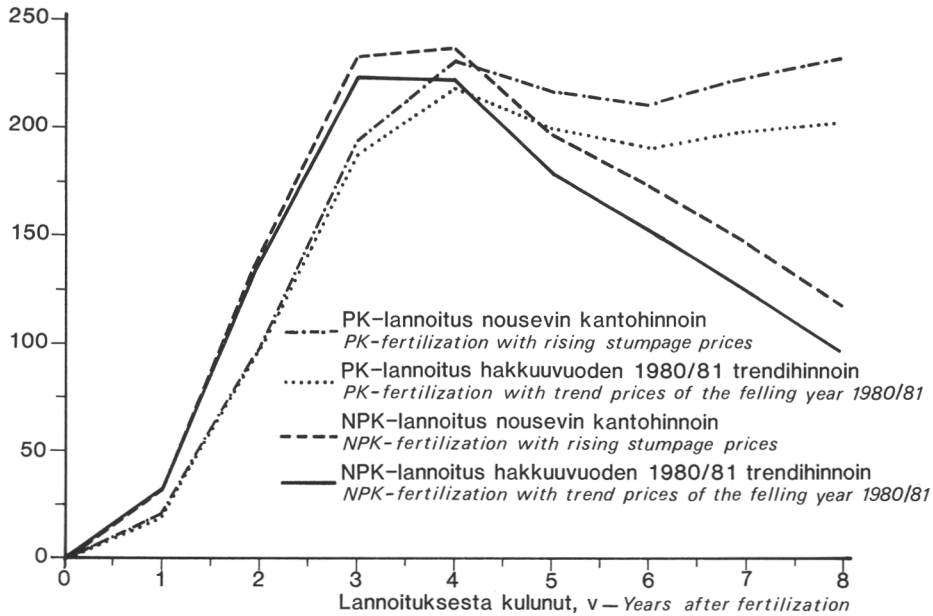
	NPK-lannoitus	PK-lannoitus
kasvu m ³ /ha	8,260	6,740
tukkiprosentti	0,001	5,166
tukkirunkojen keskijäreys, m ³	0,013	0,013
kuiturunkojen ”	0,080	0,020

Lannoittamattoman ja lannoitetun puuston alkutilavuutena käytettiin koealojen keskimääräistä tilavuutta perustamishetkellä. Perustamishetken tukkiprosentti ja tukkirunkojen käyttöosan keskitilavuus määriteltiin kovarianssianalyysillä em. keskitilavuutta vastaavaksi.

Niin kuin edellä todettiin, PK-koelat sijaittivat metsiköissä, joiden kasvu, tilavuus ja tukkiprosentti jo ennen lannoitusta olivat suuremmat kuin NPK-koalojen vastaavat tunnuksat. Niinpä PK-koaloilla on lannoitushetkellä ollut paljon enemmän puuta ns. arvokynnyksellä kuin NPK-koaloilla. Tällöin on tutkimuksen PK-lannoitetuissa koemetsiköissä onnistuttu nopeuttamaan siirtymää kuitupuusta tukkipuuhun. NPK-metsiköissä ei vastaavaa tukkipuun osuuden kasvua ole vielä tapahtunut, vaan puusto on vasta lähestymässä tuota arvokynnystä. Jo olemassa olleiden tukkirunkojen järeys kohosi kummallakin tavalla lannoitetuissa koemetsiköissä yhtä paljon. Kun NPK-koaloilla puusto oli alunperin pienempää, niin niillä nimenomaan kuiturunkojen keskijäreys nousi voimakkaammin kuin PK-koaloilla.

Kuvassa 3 on esitetty lannoitusinvestoinnilla aikaansaatuisten vuotuisen arvokasvun lisäysten (puuston hakkuuarvojen lisäysten) kehitys kahdeksana vuotena lannoituksen jälkeen. Ne on laskettu em. keskisuhdanteen mukaisilla reaalilla vakiotason kantohinnoilla. NPK-lannoitetujen koealojen arvokasvun lisäykset kulminoituivat jo 3—4 vuo-

Vuotuinen arvokasvun lisäys
Additional annual value increase
mk/ha



Kuva 3. Lannoitusinvestoinnin aikaansaaman vuotuisen arvokasvun lisäyksen kehitys.
Figure 3. The development of additional annual value increase from fertilization.

den kuluttua lannoituksesta. Sen sijaan PK-lannoitetuissa metsiköissä nuo lisäykset olivat vielä suuremmissa, vaikka fyysisen kasvun lisäys olikin asettunut vakiotasolle (vrt. kuva 2). Tämä johtui puuston järeytymisestä. Kahdeksan vuoden kuluttua lannoituksesta olivat eri suhdannevaiheita vastaavilla vakiotason kantohinnoilla lasketut kumulatiiviset arvokasvun lisäykset (lannoituksen aiheuttamat puuston hakkuuarvon lisäykset) seuraavat:

	NPK-lannoitus mk/ha	PK-lannoitus mk/ha
matalasuhdanne	1010 (1130)	1160 (1280)
keskisuhdanne	1170 (1280)	1310 (1430)
korkeasuhdanne	1400 (1510)	1480 (1590)

Sulkeissa olevat luvut on saatu hinnoittamalla lannoituksella aikaansaadut puutavaralajeittaiset tuotokset vaihteoisesti nimenomaan tarkastelujakson lopun kohonneilla kantohinnoilla. Vaikka NPK-lannoitetuilla koealoilla saatiin lannoituksen avulla puuta kahdeksassa vuodessa n. 1,5 m³/ha enemmän kuin PK-lannoitetuilla, on tilanne päinvastainen tarkasteltaessa tuon lisäyksen

kantoraha-arvoa. Tämä johtuu nimenomaan eri lannoitelajien koemetsiköiden eroavuudesta, siis viime kädessä koealojen järeyseroista lannoitusjakson alussa.

Aiemmin esitetyn mukaisesti arvokasvun osatekijöinä olevien fyysisten puustotunnusten oletettiin kehittyvän kasvunlisäyksen suhteen lineaarisesti. Kun toisaalta järeytymisestä johtuva hinnan lisä oli laskelmissa järeyden lisäyksen lineaarinen funktio, muuttui lannoituksen aikaansaaman kasvunlisäyksen yksikköarvo samassa suhteessa tuon kasvunlisäyksen kanssa.

32. Lannoituskustannukset

Lannoituskustannukset vaihtelevat hankekohtaisesti melko paljon. Ne riippuvat mm. lannoitteen yksikköhinnasta, levitettävästä määrästä, lannoitteen ostoajankohdasta, lannoituksen suorittajasta ja tekniikasta, lannoitettavan alueen maasto-olosuhteista ja sijainnista (Keltikangas ja Seppälä 1973).

Tämän tutkimuksen koealat lannoitettiin v. 1965 sittemmin markkinoilta poistetuilla

lannoitteilla. Tuolloin NPK-lannoituksessa levitettiin hehtaarille 550 kg silloista metsän Y-lannosta suomaille ja PK-lannoituksessa 600 kg PK-lannosta. Nykyisin käytetään turvemaiden näiden asemesta ureaa ja suometsien rakeista PK:ta. Tämän vuoksi tässä tutkimuksessa lannoitekustannukset laskettiin muuntamalla silloisten lannoitteiden sisältämät pääravinteiden määrät nykyisten lannoitteiden määriksi. Näin laskien 550 kg/ha silloista NPK:ta (14 % — 8 % — 8,3 %) vastaa tässä tutkimuksessa kahta erillistä lannoituskäsittelyä: 165 kg/ha ureaa (46 % N) ja 495 kg/ha suometsien rakeista PK-lannoitetta (0 % — 9 % — 17 %). Lisättävän kaliumin määrä nousee kylläkin tässä lähes kaksinkertaiseksi verrattuna aiempaan NPK-käsittelyyn. 600 kg/ha silloista PK-lannoitetta (0 % — 7 % — 14 %) vastaa 495 kg/ha nykyistä suometsien rakeista PK-lannoitetta.

Lannoitteiden hinnat on maassamme porrastettu nykyään siten, että ne nousevat lannoitusvuoden loppua (kesäkuu) kohden. Tässä tutkimuksessa lannoitteiden yksikköhinnat olivat lannoitus- ja samalla hakkuuvuoden 1980/81 keskihintoja: urean yksikköhintana ilman valmisteveroa käytettiin 86,00 p/kg ja suometsien rakeisen PK:n yksikköhintana 60,15 p/kg. Lannoitekustannuksia muodostui edellä selostetulla tavalla laskien NPK:lla 440 mk/ha ja PK:lla 298 mk/ha.

Muut kuin lannoitekustannukset keskimääräistettiin siten, että kuljetus-, levitys-, suunnittelu- ja työnjohtokustannusten laskennassa sovellettiin menettelyä, jota metsähallitus käytti v. 1979 metsänparannusvarojen myöntämisessä lannoitushankkeille. Kauko- ja lähikuljetuskustannuksiksi laskettiin yhteensä 10 p/kg. Mahdollisimman tasan tuloksen takaamiseksi lannoitteet oli levitetty koaloille käsin.

Levityksen miestyöpäivien menekin katsottiin riippuvan hehtaarille levitettävän lannoitteen määrästä seuraavasti (MH *Tage Lampen*, Metsähallitus):

alle 500 kg/ha = 1 mtp
 500—600 kg/ha = 1,5 mtp
 yli 600 kg/ha = 2 mtp

Miestyöpäivän hinta oli v. 1979 koalojen sijaintialueella metsä- ja uittoalan työehtosopimuksen mukaan 92 mk ja ns. likaisen työn lisä 6,60 mk/mtp. Sosiaalikuljennusten osuudeksi palkoista laskettiin 40 %. Suun-

nittelu- ja työnjohtokustannukset katsottiin 10 %:ksi kaikkien em. kustannusten summasta. Edellä esitettyjä laskentaperiaatteita noudattaen muodostuivat tämän tutkimuksen lannoituskustannukset seuraaviksi:

	NPK, mk/ha	PK, mk/ha
lannoitekustannukset	440	298
levityskustannukset	270	135
kuljetuskustannukset	66	50
suunnittelu- ja työnjohtokustannukset	78	48
lannoituskustannukset yhteensä	854	531

Tämän suuruisena lannoituskustannukset laskettiin ilman valtion rahoitustukea toteutettaville hankkeille ja ne koskivat siten valtion, kuntien, seurakuntien, erilaisten järjestöjen ja yhteisöjen omistuksessa olevien metsämaiden lannoituksia. Yksityismetsien lannoituksiin metsänomistajan on mahdollista saada valtiolta metsänparannuslainaa ja/tai -avustusta ja käytännössä yksityismetsien lannoitushankkeet onkin lähes poikkeuksetta toteutettu valtion myöntämän metsänparannusrahoituksen turvin. Esimerkiksi vuonna 1981 yksityismetsälöillä kasvatustalannoituksista lähes 95 % toteutettiin valtion tuella (Metsätalastollinen ... 1982). Tässä tutkimuksessa oletettiin metsänparannuslaina ainoaksi lainarahoitusmuodoksi. Tästä seuraa, että valtion metsänparannusrahoituksen ulkopuolelle jäävien lannoituskustannusten maksamiseen oletettiin käytettävän vain omaa tulo- ja pääomarahoitusta. Muunlaisen lainarahoituksen huomioon ottaminen olisi johtanut lainan koron ja takaisinmaksuajan vaikutusta lannoituskustannuksiin koskeviin selvityksiin. Tätä ei katsottu relevantiksi tämän tutkimuksen tavoitteita silmällä pitäen. Metsänparannuslainan kyseessä ollen sekä korko että takaisinmaksuaikahan ovat kiinteät. Sitäpaitsi metsänparannuslaina lienee metsänomistajille yleensä tarjolla olevista lainamuodoista edullisin.

Tutkimuksen koalat sijaitsevat metsänparannuslain mukaisissa rahoitusvyöhykeissä I ja II. Näiden kummankin rahoitusvyöhykkeen alueella on yksityisen metsänomistajan mahdollista peittää turvemaiden kasvatustalannoitushankkeiden kustannukset kokonaisuudessaan valtion metsänparannuslainalla. Toinen mahdollisuus on luopua lainasta, jolloin 15 % kustannuksista saadaan suoranaishana avustuksena. Tätä rahoitus-

vaihtoehtoa koskeissa edullisuuslaskelmissa loput 85 % lannoituskustannuksista oletettiin aiemmin sanotun mukaisesti peitettävän metsänomistajan omarahoituksella. Lainansaantimahdollisuuksista, lainaehdoista, inflaatiokehityksestä, metsänomistajan verokannasta yms. tekijöistä riippuu, olisiko metsänomistajalle kenties kannattavaa rahoittaa kyseinen osa kustannuksista mieluummin esim. pankkilainalla kuin omarahoituksella.

Suunnittelu- ja työnjohto ovat metsänomistajalle kummassakin valtion metsänparannusrahoituksen vaihtoehdossa täysin maksuttomia. Näinollen, jos metsänomistaja saa lainaa (100 %), on sen määrä tämän tutkimuksen kustannustasolla NPK-lannoituksissa 776 mk/ha ja PK-lannoituksissa 483 mk/ha. Lainan korko on 5 % ja takaisinmaksuaika kahdeksan vuotta. Ensimmäinen vuosi on kuitenkin sekä koron maksun että lyhennyksen suhteen vapaavuosi. Laina kuoletetaan annuiteetilainana, jolloin kukin vuoden lainanhoitomenojen nimellisarvo on siis 18 % alkuperäisestä lainan määrästä. Tällöin vuotuisen koron sekä absoluuttinen määrä että suhteellinen osuus lainanhoitomaksusta pienenevät takaisinmaksun edistyessä. Metsänomistaja saa ottaa lainan korot verotuksessa tulon hankinnasta aiheutuneina vähennyksinä huomioon. Tässä tutkimuksessa marginaaliveroprosenttina käytettiin 45 %, mikä uudempien tietojen puuttuessa laskettiin maatalousyrittäjien vuoden 1976 keskimääräisten veronalaisten tulojen perusteella (ks. Maatilatalous 1979). Verotuksen tasossa ei ole vuoden 1976 jälkeen tapahtunut oleellista muutosta. Marginaaliveroprosentin käyttö keskimääräisen veroprosentin sijasta johtui päätöksentekotilanteesta: lannoituspäätöstä ja siitä metsänomistajan maksuvirtoihin mahdollisesti aiheutuvia muutoksia tarkasteltiin metsänomistajan muusta taloudellisesta toiminnasta siinä mielessä riippumattomina, että metsänomistajan oletettiin lannoituspäätöstä tehdessään jo tehneen muuta taloudellista toimintaansa koskevat päätökset.

Koska tässä tutkimuksessa käytettiin reaalista kantohintoja, otettiin huomioon inf-

laation vaikutus myös lainanhoitomenoihin. Tällöin oletettiin vuotuisen inflaatioprosentin pysyvän tulevaisuudessa samalla tasolla kuin se oli keskimäärin vuosina 1956—77 eli 7 %:na (ks. Keipi ja Laakkonen 1980). Yksityismetsien turvemaiden kasvatuslannoituksissa saatiin inflaatioprosentilla reaaliseksi muunnettujen (siis pienennettyjen) diskonttaamattomien lainan takaisinmaksuerien (lyhennysten ja maksettavien korkojen) summiksi NPK-lannoituksessa 704 mk/ha ja PK-lannoituksessa 438 mk/ha. Tällöin siis korkomaksuista ei ole vähennetty verottajan hyväksymää kuluosuutta eikä maksueriä ole vielä diskontattu lannoitusajankohtaan. Kun tiedetään metsänomistajan reaalkorkovaatimus, voidaan toisaalta metsänparannuslainan saantiin ja toisaalta avustuksen saantiin perustuvien rahoitusvaihtoehtojen kustannuksia verrata keskenään. Tuon korkovaatimuksen vaihdellessa 2—9 % ovat metsänomistajan reaalisten lannoituskustannusten (siis kustannusten, joihin ei sisälly em. ilmaisupalvelut) nykyarvot ennen veroja ja niiden jälkeen (suluissa) seuraavat:¹⁾

Laina	NPK, mk/ha	PK, mk/ha
(reaalinen korkovaatimus 2 %)	641 (554)	399 (345)
(" " " 3 %)	613 (554)	399 (320)
(" " " 4 %)	586 (505)	365 (314)
(" " " 5 %)	561 (482)	349 (300)
(" " " 7 %)	515 (442)	321 (275)
(" " " 9 %)	475 (406)	296 (253)
Avustus (sellaisenaan nykyarvossaan)	660 (660)	411 (411)

1) VEROJEN JÄLKEEN = korkokulujen aiheuttama verojen vähentyminen huomioon ottaen.

Asetelmasta nähdään, että vuotuisen inflaatioprosentin (tässä 7 %) ja metsänomistajan reaalisesta korkovaatimuksen summan ylittäessä vajaan 9 % (siis reaalisesta korkovaatimuksen ollessa jopa alle 2 %) oli metsänparannuslainan avustusta edullisempi rahoitusvaihtoehto, vaikka verotusta ei otettu huomioon. Kun korkojen vähennysoikeus verotuksessa otettiin huomioon, oli laina osittaista avustusta edullisempi vaihtoehto korkovaatimuksen ollessa ylipäättään vain positiivinen ja inflaation jatkuessa oletetun suuruisena.

4. LANNOITUKSEN ERILLISKANNATTAVUUS

41. Sisäinen korko

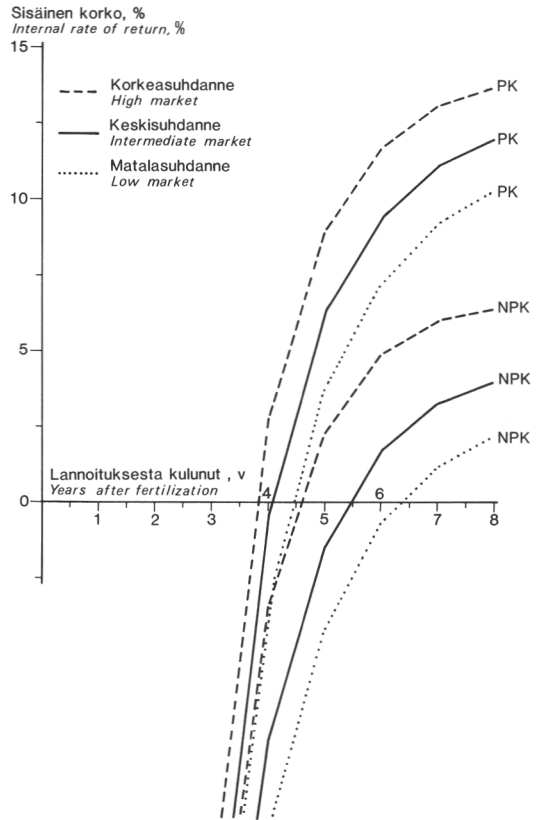
Tässä luvussa tarkastellaan lannoituksen erilliskannattavuutta, ts. laskelmissa ei oteta kustannuksena huomioon esimerkiksi lannoitettavaan puustoon sitoutunutta pää-omaa. Lannoituksen erilliskannattavuutta mitataan reaalisella sisäisellä korolla ja nykyarvolla.

Sisäisellä korolla tarkoitetaan tässä sitä suhteellista reaalia nettotuottoa (korkoa), joka saadaan kohonneiden päätehakkuu-
lojen ansiosta lannoituksen sijoitetuille rahoille. Kuvassa 4 on esitetty ilman valtion metsänparannusrahoitusta toteutetun lannoitusinvestoinnin reaalisen sisäisen koron kehittyminen lannoituksen jälkeen, kun laskelmissa käytettiin eri suhdannevaiheiden mukaisia vakiokantohintoja, keskimääräisiä kasvunlisäyksiä ja keskimääräisiä lannoituskustannuksia. Sisäinen korko on siis laskettu lannoituksesta kuluneille eri pituisille ajanjaksoille (maksimi 8 vuotta). Kuvan mukaan NPK-lannoituksista odotetaan saavutettavan kahdeksassa vuodessa ilman metsänparannustukea 4,0 %:n ja PK-lannoituksista 12,0 %:n suuruinen reaali sisäinen korko, kun kaikki edullisuuteen vaikuttavat kolme muuttujaa ovat keskiarvotasollaan. Kun inflatioprosentiksi oletettiin 7, nämä reaalikorot vastaavat 11 %:n ja 19 %:n nimelliskor-
koja. Mikäli kantohintataso nousisi reaalisti kahdeksassa vuodessa luvussa 31 edellytetyllä tavalla, olisivat reaaliset sisäiset korot 5,2 % NPK-lannoituksesta ja 13,2 % PK-lannoituksesta.

Kuvasta 4 näkyy, ettei reaali sisäinen korko ole vielä kahdeksan vuoden kuluttua lannoituksesta maksimissaan. Tästä seuraa, että pyrittäessä maksimoimaan lannoituksen sisäisellä korolla mitattua kannattavuutta, kannattaa päätehakkuu turvemaille lykätä kauemmaksi lannoitusajankohdasta. Niin kuin luvusta 5 ilmenee, on juokseva vuotuinen arvokasvu-% tämän tutkimuksen lannoituskohteissa 8 vuoden jakson lopussa niin korkea, että metsiköiden kasvatusta todellisuudessa vielä jatkettaisiinkin. Kuvasta 4

voidaan myös päätellä, että PK-lannoituksissa sisäisen koron kannalta optimaalinen lannoitteen vaikutusaika on pidempi kuin NPK-lannoituksissa.

Edelleen nähdään, miten kantohintataso vaikuttaa lannoituksella saatavan sisäisen koron tasoon. Kun näet kantohintojen ole-



Kuva 4. Ilman valtion metsänparannusrahoitusta toteutetun lannoitusinvestoinnin reaalisen sisäisen koron kehittyminen lannoituksesta kuluneen ajan funktiona. Laskelmissa on käytetty eri suhdannevaiheiden mukaisia hakuuvuoden 1980/81 trendihintoja, keskimääräisiä kasvunlisäyksiä ja lannoituskustannuksia.

Figure 4. The real internal rate of return of the fertilization investment without state financing as a function of time since fertilization. Trend prices of the felling year 1980/81 in varying market situations, average increment increases and average fertilization costs have been used in the calculations.

tettiin tulevaisuudessa olevan vaihtoehtoisesti matala-, keski- ja korkeasuhdanteiden mukaisten ennusteiden rajoissa, saatiin vastaavasti lannoituksen sisäisen koron vaihtelurajoiksi kahdeksan vuoden vaikutusajalta:

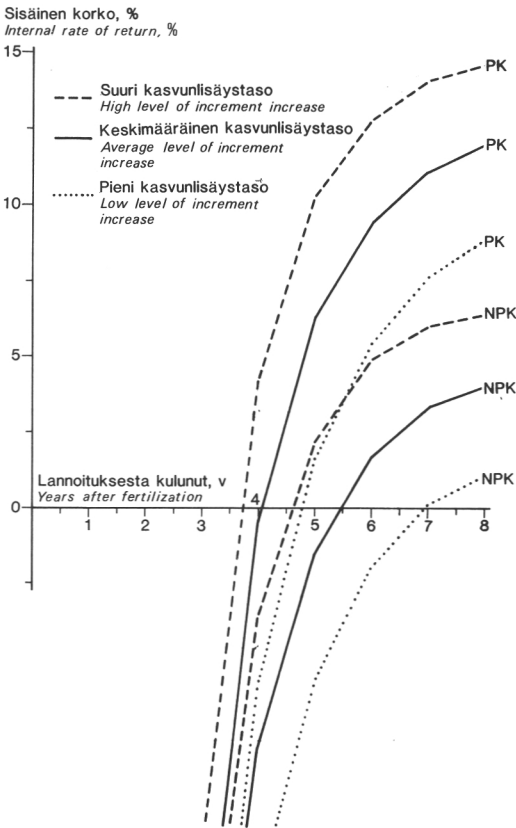
NPK-lannoitus 2,2— 4,0— 6,4 %
 PK-lannoitus 10,3—12,0—13,7 %

Kuvaan 5 on piirretty ilman valtion tukea (metsänparannusrahoitusta) suoritettujen NPK- ja PK-lannoitusten sisäisen koron kehittyminen lannoituksen jälkeen, kun laskelmissa käytettiin vuorostaan vaihtoehtoisesti kolmea eri kasvunlisäystä (odotusarvo ± 20 %). Sen sijaan kantohinnat vakioitiin

em. keskusuhdanteita vastaaviksi ja lannoituskustannukset keskimääräisiksi. Sisäinen korko vaihteli tällöin alkaen matalan kasvunlisäyksen vaihtoehdosta seuraavasti:

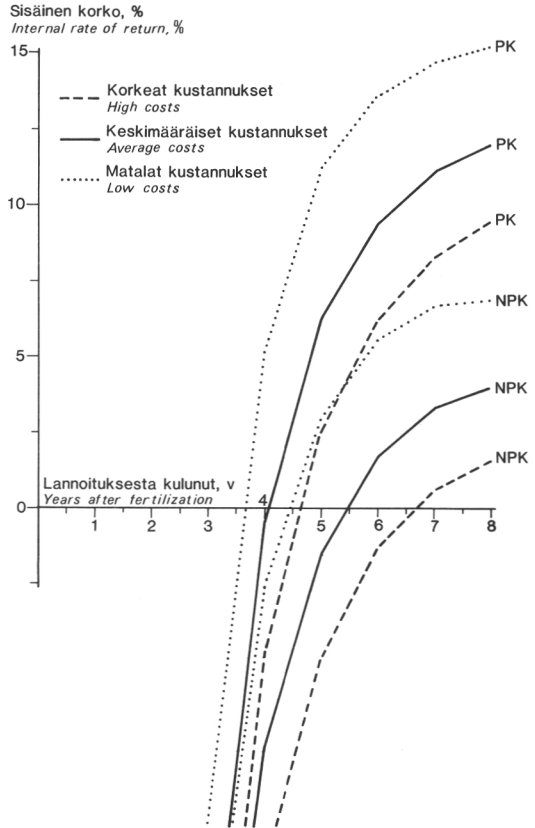
NPK-lannoitus 1,1— 4,0— 6,4 %
 PK-lannoitus 8,9—12,0—14,6 %

Kustannustason nousulla on luonnollisesti samansuuntainen vaikutus sisäiseen korkoon kuin kantohintojen ja/tai kasvunlisäysten laskulla. Kustannustason lasku puolestaan vaikuttaa sisäiseen korkoon samansuuntaisesti kuin kantohintojen ja/tai kasvunlisäysten nousu. Kuvassa 6 on esitetty ilman valtion tukea suoritettujen NPK- ja PK-lan-



Kuva 5. Ilman valtion metsänparannusrahoitusta toteutetun lannoitusinvestoinnin reaalisien sisäisen koron kehittyminen lannoituksesta kuluneen ajan funktiona. Laskelmissa on käytetty eri kasvunlisäyksiä, hakkuuvuoden 1980/81 keskusuhdanteen mukaisia trendihintoja ja keskimääräisiä lannoituskustannuksia.

Figure 5. The real internal rate of return of the fertilization investment without state financing as a function of time since fertilization. Different levels of increment increase, trend prices of the felling year 1980/81 in intermediate market and average fertilization costs have been used in the calculations.



Kuva 6. Ilman valtion metsänparannusrahoitusta toteutetun lannoitusinvestoinnin reaalisien sisäisen koron kehittyminen lannoituksesta kuluneen ajan funktiona. Laskelmissa on käytetty eri kustannustasojia, hakkuuvuoden 1980/81 keskusuhdanteen mukaisia trendihintoja ja keskimääräisiä kasvunlisäyksiä.

Figure 6. The real internal rate of return of the fertilization investment without state financing as a function of time since fertilization. Different levels of costs, trend prices of the felling year 1980/81 in intermediate market and average increment increases have been used in the calculations.

noitusten sisäisen koron kehittyminen lannoituksen jälkeen eri kustannustasoilla (odotusarvo $\pm 20\%$), kun kantohinnat ja kasvunlisäykset olivat keskimääräisellä tasolla. Sisäinen korko vaihteli nyt alkaen lannoituksen matalasta kustannustasosta seuraavasti:

NPK-lannoitus	6,9—4,0—1,6 %
PK-lannoitus	15,2—12,0—9,5 %

Täyden metsänparannusavustuksen (15 %) saaneiden yksityismetsien lannoitushankkeiden sisäiset korot olivat 2,3—3,7 prosenttiyksikköä edellisten asetelmien sisäisiä korkoja suuremmat. Siten NPK-lannoituksilla saavutettiin kahdeksassa vuodessa muuttujien keskitasolla 7,4 %:n ja PK-lannoituksilla 15,6 %:n reaalin sisäinen korko. Avustus ilmeisesti siirtää sisäisen koron kanalta optimaalista lisäkasvun reaalisoitajankohtaa 1—2 vuotta lähemmäksi lannoitushetkeä. Kuitenkin sisäisen koron maksimi saavutetaan avustustakin käytettäessä pitemmällä kuin 8 v:n vaikutusajalla jopa NPK-lannoitetuissakin metsiköissä. On sitä paitsi syytä tässäkin yhteydessä muistaa, että lannoitetun metsän hakkuu voidaan aloittaa aikaisintaan kahdeksan vuoden kuluttua lannoituksesta, jos lannoitusmenot on osaksikin rahoitettu valtion metsänparannusvaroilla. Tässä tapauksessa voidaan kuitenkin siis todeta, etteivät mainittu hakkuun rajoittaminen ja yksityistaloudellisen kannattavuuden maksimointi sisäisen koron kriteerillä mitaten ole ristiriidassa keskenään.

Rahoitettaessa lannoitusinvestointi kokonaisuudessaan metsänparannuslainalla saatiin NPK-lannoituksen keskimääräiseksi reaalisiksi sisäiseksi koroksi muuttujien keskimääräisiä arvoja laskelmissa käytettäessä ennen verojen maksua kahdeksan vuoden vaikutusajalta 16,0 % ja PK-lannoituksen vastaavasti 33,9 %. Kantohintojen, kasvunlisäysten ja lannoituskustannusten vaihdella vuorollaan keskimääräisten arvojensa kummankin puolen, vaihteli sisäinen korko seuraavasti (kunkin muuttujan epäedullisinta tasoa vastaava kannattavuus on vasemmassa puolella):

	NPK-lannoitus	PK-lannoitus
kantohinta ($\pm 15\%$)	11,8—16,0—21,5 %	30,1—33,9—37,5 %
kasvunlisäys ($\pm 20\%$)	9,5—16,0—21,5 %	27,0—33,9—39,5 %
kustannukset ($\pm 20\%$)	10,7—16,0—22,7 %	28,3—33,9—40,8 %

Sisäinen korko oli siis lähes yhtä herkkä kantohintojen 15 %:n muutoksille, kuin kasvunlisäysten 20 %:n tai lannoituskustannusten 20 %:n suuruisille muutoksille vastaavista keskiarvoista laskien. Kun metsänparannuslainan korot otettiin verotuksessa vähennyksinä huomioon luvussa 32 esitetyllä tavalla, nousi lannoitusinvestoinnin reaalin sisäinen korko NPK-lannoitusten osalta muuttujien keskiarvotasolla 2,9 prosenttiyksikköä ja PK-lannoitusten osalta 3,1 prosenttiyksikköä.

Yhteenvetona voidaan todeta, että NPK- ja PK-lannoitusten sisäinen korko asetui muuttujien keskimääräisarvoilla laskien käytetyssä aineistossa kahdeksan vuoden vaikutusajalla eri rahoitusvaihtoehdoissa seuraaville tasoille:

	NPK-lannoitus	PK-lannoitus
ilman metsänparannusrahoitusta	4,0 %	12,0 %
avustus (15 %)	7,4 %	15,6 %
rahoitus kokonaan lainalla (ennen veroja)	16,0 %	33,9 %
rahoitus kokonaan lainalla (verojen jälkeen)	18,9 %	37,0 %

Käytetyn aineiston perusteella voidaan siis Etelä-Suomen turvemaiden varttuneiden männiköiden lannoituksen reaalisesta kannattavuudesta tehdä seuraavat päätelmät:

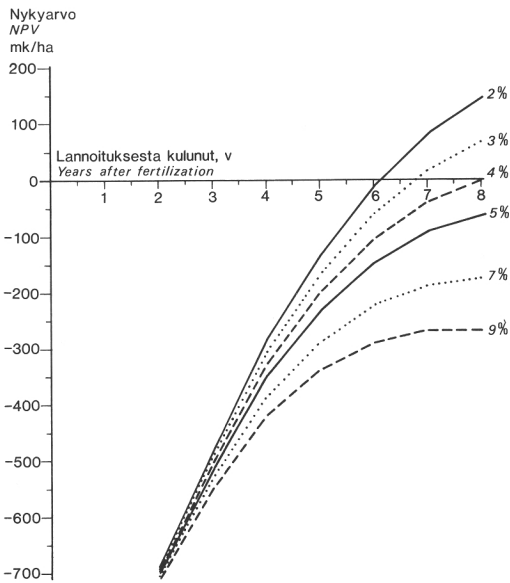
PK-lannoitus oli tutkimuksen turvemaidella selvästi kannattavaa ilman valtion myöntämää rahoitustukeakin. Sen sijaan NPK-lannoituksen kannattavuus oli — nimenomaan kokonaan metsänomistajan omarahoituksella toteutettuna — edellistä paljon vähemmän kannattavaa. Omarahoituksella toteutettu PK-lannoitus oli sisäisellä korolla mitattuna noin kolme kertaa ja metsänparannusvaroilta tuettu lannoitus noin kaksi kertaa niin kannattavaa kuin NPK-lannoitus, vaikka ero näiden lannoitusten aikaansaamissa puuston hakkuuarvon lisäyksissä ei ollutkaan kovin suuri (vrt. luku 31). Kannattavuusero johtuikin suureksi osaksi PK-lannoituksen NPK-lannoitusta pienemmistä lannoituskustannuksista (ks. luku 32). NPK- ja PK-lannoitusten keskinäistä edullisuutta vertailtaessa on kuitenkin lisäksi syytä muistaa, että PK-lannoitetut koalat sijaitsevat lannoitusuusitusten mukaisesti NPK-lannoitettuja koaloja parempipuustoisissa ja -kasvuisissa metsiköissä, joten kyseiset lannoitteet eivät ainakaan tämän tutkimuksen metsiköiden kaltaisissa tapauksissa ole toi-

siaan korvaavia vaihtoehtoja. Lisäksi PK-lannoite oli biologisesti tehokkaampi kuin NPK-lannoite, jossa sekä typen että kalin määrä jäi nykysuosituksiin verrattuna pieneksi.

42. Nykyarvo

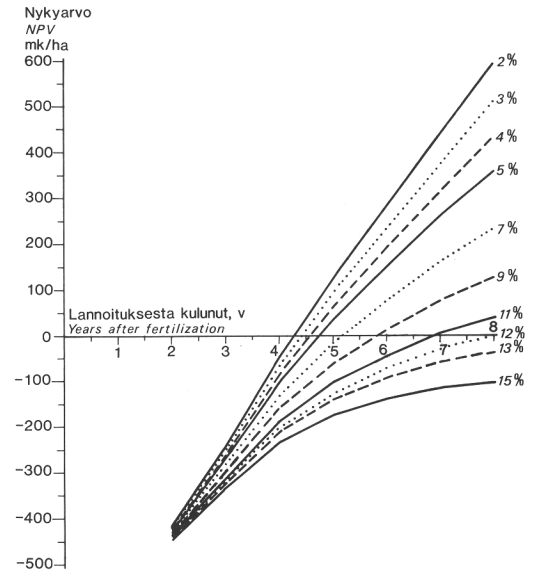
Nykyarvolla tarkoitetaan tässä lannoitusinvestoinnilla aikaansaadun lannoitusajan kohtaan diskontatun hakkuuarvon lisäyksen ja lannoitusmenon erotusta. Metsänomistajan tuottovaatimusta eli tässä nykyarvon laskeamisessa käytettävää diskonttausprosenttia ei yksikäsitteisesti voida määritellä, vaan se voidaan johtaa monella eri tavalla (ks. mm. Hämäläinen 1973). Tämän vuoksi on hyödyllistä laskea nykyarvot useita eri korkokantoja käyttäen. Metsätutkimuslaitoksella on Simo Hannelius n. sataa Mikkelin läänis-

sä v. 1975—1977 tehtyä tilakauppaa koskeissa alustavissa tilakohtaisissa hakkuulaskelmissa saanut metsätilan ostolla alkavan metsätalouden harjoittamisen reaalisesti kannattavuusprosentiksi ennen veroja n. 3,5 % — 4 %. Ilvessalo (1938) ja Saari (1940) ovat esittäneet metsäomaisuuden kannattavuussadanneksena käytettäväksi 4 tai 5 %. Lannoituksen erilliskannattavuutta tarkasteltaessa käytettiin tässä tutkimuksessa metsänomistajan metsätalouden ulkopuolisia vaihtoehtoisia sijoituksia ajatellen myös edellä mainittuja korkeampia diskonttausprosentteja: 7 ja 9 %. Koska kyseessä oli reaalkorko, käytettiin laskelmissa myös 2 ja 3 %:n korkovaatimustasoja. Kuvissa 7a ja b on esitetty ilman valtion metsänparannusrahoitusta toteutetun lannoitusinvestoinnin nykyarvon kehittyminen eripituisilla aikajäniteillä lannoituksen jälkeen käyttäen eri laskentakorkokantoja. Laskelmissa käytet-



Kuva 7a. Ilman valtion metsänparannusrahoitusta toteutetun NPK-lannoitusinvestoinnin nykyarvon kehittyminen lannoituksesta kuluneen ajan funktiona eri korkovaatimuksilla (2—9 %). Laskelmissa on käytetty hakkuuvuoden 1980/81 keskisuhdanteen mukaisia trendihintoja, keskimääräisiä kasvunlisäyksiä ja lannoituskustannuksia.

Figure 7a. The net present value of the NPK-fertilization investment without state financing with different rates of interest (2—9 %) as a function of time since fertilization. Trend prices of the felling year 1980/81 in intermediate market, average increment increases and fertilization costs have been used in the calculations.



Kuva 7b. Ilman valtion metsänparannusrahoitusta toteutetun PK-lannoitusinvestoinnin nykyarvon kehittyminen lannoituksesta kuluneen ajan funktiona eri korkovaatimuksilla (2—15 %). Laskelmissa on käytetty hakkuuvuoden 1980/81 keskisuhdanteen mukaisia trendihintoja, keskimääräisiä kasvunlisäyksiä ja lannoituskustannuksia.

Figure 7b. The net present value of the PK-fertilization investment without state financing with different rates of interest (2—15 %) as a function of time since fertilization. Trend prices of the felling year 1980/81 in intermediate market, average increment increases and fertilization costs have been used in the calculations.

tiin tällöin keskimääräisiä vakiokantohintoja, kasvunlisäyksiä ja lannoituskustannuksia. Laskentakorkokannan ollessa sisäisen korkokannan alapuolella, siis NPK-lannoituksissa korkeintaan 4 % ja PK-lannoituksissa 12 %, saadaan lannoitusinvestoinnille positiivinen nykyarvo. Suoritettaessa päätehakkuu 8 vuoden kuluttua metsänomistajan ilman metsänparannusrahoitusta suorittamasta lannoituksesta asetuiivat keskimääräiset reaaliset nykyarvot eri korkovaatimuksilla seuraaville tasoille:

korkovaatimus	NPK-lannoitus	PK-lannoitus
2 %	143 mk/ha	590 mk/ha
3 %	68 "	506 "
4 %	-1 "	429 "
5 %	-63 "	358 "
7 %	-174 "	234 "
9 %	-268 "	128 "

Kantohintojen, kasvunlisäysten ja lannoituskustannusten vaihdellessa vuorollaan keskimääräisten arvojensa kummankin puolen, vaihteli reaalin nykyarvo korkovaatimuksen ollessa esim. 4 % seuraavasti:

	NPK-lannoitus	PK-lannoitus
kantohinta (± 15 %)	-114—170 mk/ha	318—550 mk/ha
kasvunlisäys (± 20 %)	-171—170 "	236—622 "
kustannukset (± 20 %)	-171—250 "	323—535 "

Täyden metsänparannusavustuksen saaneiden lannoitusinvestointien reaaliset nykyarvot kasvoivat NPK-lannoitusten osalta kantohintojen, kasvunlisäysten ja lannoituskustannusten keskimäärillä suoritetuissa laskelmissa kaikkia diskonttaus korkokantoja käytettäessä 194 mk/ha ja PK-lannoitusten osalta 120 mk/ha verrattuna ilman metsänparannusvaroja suoritettujen lannoitusinvestointien nykyarvoihin. Näiden osittain avustuksilla rahoitettujen lannoitusinvestointien, muuttujien keskiarvotasolla lasketut nykyarvot olivat siten eri korkovaatimuksilla keskimäärin seuraavat:

korkovaatimus	NPK-lannoitus	PK-lannoitus
2 %	337 mk/ha	710 mk/ha
3 %	262 "	626 "
4 %	193 "	549 "
5 %	131 "	478 "
7 %	20 "	354 "
9 %	-74 "	248 "

Avustusta käytettäessä positiiviseen nykyarvoon päästiin muuttujien keskiarvotasolla reaalisen korkovaatimuksen ollessa NPK-lannoituksessa alle 7,4 % ja PK-lannoituksessa alle 15,6 %. Nämä prosentit osoittavat siis mainitulla tavalla rahoitettavien lannoitusinvestointien sisäiset korot.

Rahoitettaessa lannoitusmenot kokonaisuudessaan metsänparannuslainalla olivat reaaliset nykyarvot ennen verojen maksua keskimäärin seuraavat:

korkovaatimus	NPK-lannoitus	PK-lannoitus
2 %	378 mk/ha	736 mk/ha
3 %	330 "	669 "
4 %	287 "	607 "
5 %	247 "	551 "
7 %	180 "	453 "
9 %	125 "	372 "

Lainaa otettaessa positiiviseen nykyarvoon päästiin reaalisen korkovaatimuksen ennen veroja ollessa NPK-lannoituksissa alle 16,0 % ja PK-lannoituksissa alle 33,9 %. Kun metsänparannuslainan korot otettiin verotuksessa vähennyksinä huomioon, kasvoivat muuttujien keskiarvotasolla NPK-lannoituksen nykyarvot vielä 40—50 mk/ha ja PK-lannoitusten 25—31 mk/ha metsänomistajan korkovaatimuksesta (2—9 %) riippuen.

Esimerkinomaisena yhteenvedona voidaan siis todeta, että lannoitusinvestoinnin reaalisen korkovaatimuksen ollessa 4 %, olivat reaaliset nykyarvot eri rahoitusvaihtoehdoissa keskimäärin seuraavat:

	NPK-lannoitus	PK-lannoitus
ilman metsänparannus- rahoitusta	-1 mk/ha	429 mk/ha
avustus (15 %)	193 "	549 "
laina (ennen veroja)	287 "	607 "
laina (verojen jälkeen)	333 "	636 "

Etelä-Suomen turvemaiden päätehakkui-
käisten männiköiden lannoituksen kannatavuudesta voidaan edellisen perusteella tehdä seuraavat johtopäätökset (edellytykset: tietty koela-aineisto, nykyarvomenetelmä):

- 1) Lannoitus oli laskentakorkokannan laajoissa vaihteluväleissä kannattavaa ilman metsänparannusrahoitustakin.
- 2) Ilman metsänparannusvaroja suoritetuissa lannoituksissa PK-lannoitus oli huomattavasti kannatta-

vampaa kuin NPK-lannoitus. Täysi metsänparannusavustus tai -laina paransi NPK-lannoituksen suhteellista edullisuutta PK-lannoitukseen verrattuna. PK-lannoituksen kannattavuus oli näissäkin tapauksissa kuitenkin kaksinkertainen NPK-lannoitukseen verrattuna. NPK- ja PK-lannoitusten keskinäistä edullisuutta vertailtaessa on syytä muistaa, että PK-lannoitetut koealat sijaitsevat lannoitussuosituksen mukaisesti NPK-lannoitettuja koealoja pa-

rempipuustoisissa ja -kasvuissa metsiköissä. Tulokset eivät osoita NPK- ja PK-lannoitusten keskinäistä edullisuutta turvemaan samoissa metsiköissä.

Nykyarvon perusteella voitiin NPK- ja PK-lannoitusten kannattavuudesta siis tehdä samansuuntaiset johtopäätökset kuin sisäisten korkojenkin perusteella.

5. LANNOITUSMENON JA PUUSTOON SITOUTUNEEN PÄÄOMAN KANNATTAVUUS

51. Yleistä

Metsiköitä, jotka ovat siinä kehitysvaiheessa, että niissä voitaisiin esim. yksityismetsälain säännösten mukaan suorittaa päätehakkuu, on vaihtoehtoisesti mahdollista edelleen kasvattaa sellaisinaan tai lisäksi lannoittaa ja uudistaa myöhemmin. Silloin kun uudistamisen mittapuuna on eri toimenpiteiden suhteellinen kannattavuus, yrittäjän (metsätalouden harjoittajan) laskentakorkokanta osoittaa tämän kannattavuusvaatimuksen alarajan. Metsikön edelleen kasvatamisen suhteellinen kannattavuus sekä lannoitettaessa että lannoittamatta jätettäessä voidaan laskea sisäisen korkokannan laskentatekniikalla. Silloin kun maalla ei ole vaihtoehtoisia käyttöä metsätalouden ulkopuolella tai metsätalousmaalla ei ole selvästi osoitettavissa olevaa hankintahintaa, voidaan kasvatettavaan metsikköön sidottuna pääomana tyytyä ottamaan huomioon pelkkä hakkuuarvo. Joka tapauksessa hakkuukypsyysvaiheilla olevan metsikön arvon pääkomponentti on sen hakkuuarvo, maan raha-arvo on siihen nähden pieni tekijä.

Niin kuin luvusta 4 ilmeni, kyseisen kaltaisia turvemaan metsiköitä lannoitettaessa saadaan ainakin PK-lannoitusinvestoinnille verratan korkeat erilliset reaaliset kannattavuusprosentit. Tämä on kuitenkin mahdollista vain siten, että samalla sitoudutaan kasvattamaan puustoa edelleen kulloinkin tarkoituksenmukainen ajanjakso, yleensä korkeintaan lannoitteen vaikutusaika. Kun puuston hakkuuarvo lannoitusmenoon verrattuna on käsillä olevassa tilanteessa moninkertainen, on lannoituspäätöstä harkittaessa tarpeen tietää, millainen kannattavuus lan-

noituksesta on odotettavissa puuston pääoma-arvon ja lannoitusmenon muodostamalle yhdistetylle investoinnille. Tiedetäänhän, että kyseisessä kehitysvaiheessa olevan lannoittamattoman puuston edelleen kasvatuksen kannattavuus (arvokasvu-%) on useissa tapauksissa pienempi kuin luvussa 4 esitetyt metsänlannoituksen erilliset kannattavuusprosentit (sisäiset korot). Lannoitettaessa ainakin lähellä hakkuukypsyyttä olevaa metsikköä on siitä aikanaan päätehakkuussa saatava tulo, joka kattaa puuston lannoitusajankohdan hakkuuarvon ja lannoitusmenon summan sekä näille lasketun koron. Vaihtoehtoisesti sijoitettuna vastaava investointi tuottaisi sijoittajalleen tuloa korkoa korolle periaatteella, joten tässäkin tapauksessa lasketaan korko em. periaatteella. Sisäinen korko osoittaa juuri sen suhteellisen tuoton, mikä mainitulla periaatteella saadaan myöhemmässä päätehakkuussa puuston alkuarvon ja lannoitusmenon lisäksi. Tällöin siis lannoitus aiheuttaa todellisen rahamenon (ainakin lannoitteen hinnan osalta), mutta puuston arvo määräytyy vaihtoehtoisajattelun perusteella; puusto on harkittavissa ja myyntitulo edelleen sijoitettavissa tai käytettävissä lainojen takaisin maksumenoihin jne. sen sijaan, että se sidottaisiin vielä useiksi vuosiksi metsänlannoitusinvestoinnin keskeiseksi tuotannon-tekijäksi.

Edellä esitettyä vertailua varten laskettiin erikseen: a) minkä prosentin mukaan korkoa korolle periaatteella lannoittamattoman puuston hakkuuarvo lisääntyi potentiaalisesta lannoitusajankohdasta eteenpäin, kun siitä oli kulunut vaihtoehtoisesti 1...8 vuotta; b) millainen suhteellinen arvon lisäys (kan-

nattavuus korkoa korolle periaatteella) saatiin kohdan a) puuston hakkuuarvon ja lannoitusmenon summalle (yhdistetylle investoinnille), kun lannoitusajankohdasta oli vastaavasti kulunut 1...8 vuotta. Laskelmaa varten oli siis määritettävä erikseen lannoittamattoman ja lannoitetun puuston hakkuuarvot 1...8 vuoden kuluttua potentiaalisesta lannoitusvuodesta. Mainittujen laskelmien perusteena käytettiin luvuissa 2 ja 3 esitettyjä kasvulukuja, lannoituskustannuksia ja kantohintoja. Sekä yhdistetyn investoinnin että lannoittamattoman metsikön kannattavuustunnusten lukuarvojen analysoimiseksi laskettiin myös vastaavien tunnuslukujen juoksevat vuotuiset arvot.

52. Tulokset

Laskelmien tulokset näkyvät liitetaulukoista 1—3. Taulukoissa on ilmaistu sarakkeiden otsikoista näkyviä suhteellisen kannattavuuden tunnuslukuja siten, että vuorollaan kukin kolmesta muuttujasta: kantohintataso, lannoituskustannusten taso ja lannoitusreaktion suuruus saa kolme eri tasoa (matala, keskimääräinen, korkea) samalla kun kaksi muuta muuttujaa on keskimääräisellä tasolla. On siis käytetty herkkyysanalyysin tekniikkaa. Liitetaulukoista 1—3 näkyy, että lannoitusajankohdan puuston hakkuuarvon ja lannoitusmenon muodostamalle yhdistetylle investoinnille saadaan lannoitteiden 8 vuoden vaikutusajana muuttujien eri arvoilla seuraavat sisäisen koron vaihteluvälit:

	Sisäisen koron (%) vaihteluväli
Omarahoitus	
NPK-lannoitus	4,8—5,3
PK- ”	4,9—5,2
Metsänparannusavustus	
NPK-lannoitus	5,1—5,6
PK- ”	5,0—5,4
Metsänparannuslaina (ennen veroja)	
NPK-lannoitus	5,3—5,8
PK- ”	5,1—5,5

NPK-lannoituksessa yhdistetyn investoinnin sisäinen korko on samaa suuruusluokkaa kuin lannoituksesta erillisinvestointina saatava kannattavuus. Tämä johtuu siitä, että NPK-lannoituksen erilliskannattavuus (sisäinen korko) esim. kahdeksalta vuoden on vain likimain samansuuruinen kuin lannoittamattoman metsikön arvokasvu-% sa-

malta ajalta (ks. liitetaulukot 1 ja 2). Yhdistetyn investoinnin sisäinen korko vaihtelee kannattavuuteen vaikuttavien muuttujien arvojen vaihdellessa suhteellisesti paljon vähemmän kuin vastaava lannoituksen erilliskannattavuus. Syynä on alkupuuston hakkuuarvon suuruus suhteessa lannoitusmenoon. Lannoitusmeno on esim. omarahoitustapauksessa, muuttujien keskimääräisillä arvoilla, NPK-lannoituksessa 9,7 % ja PK-lannoituksessa vain 4,4 % puuston hakkuuarvon ja lannoitusmenon summasta.

Tutkimuksen PK-lannoitetuissa metsiköissä saadaan miltei sama yhdistetyn investoinnin sisäinen korko kuin NPK:lla lannoitetuilla koealoilla. Näin siitä huolimatta, että PK-lannoitus oli erillisenä selvästi kannattavampi toimenpide kuin NPK-lannoitus. Syynä on PK-lannoitettujen metsiköiden suuremmasta viljavuudesta, kehitysvaiheesta ym. tekijöistä johtuva, NPK-lannoitettuihin metsiköihin verrattuna tuntuvasti korkeampi puuston alkuarvo. Puuston edelleen kasvattamiseen sitoutuva pääoma ”rasittaa” yhdistettyä kannattavuutta.

On selvää, että — samoin kuin lannoitusta erillisinvestointina tarkastellen — lannoitusmenon rahoitustapa vaikuttaa myös yhdistetyn investoinnin kannattavuuteen (sisäiseen korkoon). Kokonaan omarahoituksella saadaan jonkin verran alempi kokonaiskannattavuus kuin saataessa avustus. Pääasiassa laskelmissa edellytetystä inflaatiosta johtuen metsänparannuslainarahoitus parantaa vielä avustusvaihtoehtoon nähden parilla kymmenesosaprosentilla sisäistä korkoa; lainan korkojen verovähennysoikeus puolestaan on sen verran pieni tekijä, ettei se enää olennaisesti pysty parantamaan kokonaiskannattavuutta, vaikka se kohottaakin melkoisesti lannoitusinvestoinnin erilliskannattavuutta.

Yhdistetyn investoinnin juokseva vuotuinen tuotto-% (määritelty liitetaulukon 1 alaviitteessä 1) ja lannoitetun puuston juokseva vuotuinen arvokasvu-% kulminoivat sekä NPK- että PK-lannoitetussa metsikössä kolmantena vuotena lannoituksesta. Näin on asia siitä riippumatta, millaisia vaihtoehtoisia lannoituskustannusten, lannoitusreaktion tai kantohintojen tasoja laskelmissa käytetään. Suhteellinen arvon lisäys jatkuu kuitenkin kolmannen vuoden jälkeenkin siksi korkealla tasolla, että yhdistetyn investoinnin sisäinen korko pysyy vielä kahdeksan vuoden jaksolta maksimiarvossaan, minkä

se saavuttaa ensimmäisen kerran NPK-lannoituksessa kuudentena (useimmilla muuttujien arvoilla) tai seitsemäntenä vuotena ja PK-lannoituksessa kuudentena vuotena. Liitetaulukkojen 1 ja 3 lannoitetun metsikön 8:n vuoden juoksevista vuotuisista arvokasvuprosenteista ja yhdistetyn investoinnin juoksevasta vuotuisesta tuotto-%:sta on kuitenkin pääteltävissä, että sisäinen korko alkaisi pienetä varojen sidonnaisuusajan jatkuessa olennaisesti kahdeksasta vuodesta. Näin etenkin NPK-lannoituksessa. Niin kuin luvusta 22 ilmeni, tämä ei PK-lannoitettavissa turvemaiden varttuneissa metsiköissä todennäköisesti johtuisi siitä, että kasvureaktio olennaisesti pienenesi ainakaan välittömästi kahdeksannen vuoden jälkeen. Sen sijaan mainitulle päätelmälle sisäisen koron pienentymisestä melko välittömästi kahdeksannen vuoden jälkeen saadaan loogiset perusteet siitä, että vakiosuuruinenkin absoluuttinen tuotto merkitsee sidotun pääoman kasvaessa alenevaa suhteellista tuottoa.

Nimenomaan tässä tutkittavina olleiden kaltaisissa turvemaiden metsiköissä lannoittamattomienkin metsiköiden reaalin juokseva vuotuinen arvokasvu-% olisi vielä kahdeksantena vuotena vaihtoehtona olleen lannoituksen jälkeen melko korkea. NPK-lannoitetussa metsikössä se oli kaikissa laskentavaihtoehdoissa 4,6 % ja PK-lannoitetussa välillä 4,1—4,2 % (liitetaulukot 1—3). Aivan ilmeisesti siis useimmat metsänomistajat olisivat uudistamisen sijasta kasvattaneet po. metsiköitä kyseiset kahdeksan vuotta — jopa enemmänkin — siinäkin tapauksessa, etteivät olisi metsiköitä lannoittaneetkaan. Sen jälkeen, kun mahdollinen lannoitus on tapahtunut, metsiköiden puuston juokseva vuotuinen arvokasvu-% on kahdeksantena vuotena lannoituksen jälkeen NPK-lannoitetussa metsikössä välillä 4,9—5,1 % ja PK-lannoitetussa välillä 4,9—5,2 %. Rajahyöty puuston edelleen kasvattamisesta (vaikka suhteellisen vähäinen alternatiivinen maan arvokin otettaisiin investointikustannuksena huomioon) on siksi suuri, että monet metsänomistajat lykkäisivät päätehakkuuta vielä

lannoituksen jälkeisestä kahdeksannesta vuodesta ainakin muutamalla vuodella eteen päin etenkin PK-lannoitetuissa metsiköissä. Näin siitäkkin huolimatta, että yhdistetyn investoinnin sisäinen korko todennäköisesti vähitellen laskisi. Ratkaisu on luonnollisesti — voimassa olevien lakien puitteissa — yrittäjäkohtainen, mutta yleensä metsänomistajat eivät tavoittele erikseen kustakin investointikohteesta (esim. metsiköstä ja siihen sijoitetuista hoito- ym. panoksista) korkeinta mahdollista suhteellista tulosta (”sisäistä korkoa”), vaan esim. kasvupaikkaluokittain vähintään tiettyä, käytännössä mahdollista suhteellista tuottoa. Tämän ohjetuoton mittarina on partiaalimalleissa yrittäjän laskentakorkokanta, mikä ilmeisesti joudutaan asettamaan kasvupaikkaluokittain ja jonka ylärajana on kulloisissakin olosuhteissa optimaalisella toimintavaihtoehdolla saatava sisäinen korko. Ellei metsänomistaja tyydy näihin kannattavuusvaatimuksen rajoihin, hänen on myytävä metsälönsä ja sijoitettava rahansa aloille, joilla ehkä on mahdollista saada korkeampi suhteellinen tuotto.

Taulukosta 1 näkyy, että tämän tutkimuksen aineistona olleilla koelohjoilla keskeisten puustotunnusten hajonta on verraten suuri. Kun lannoituksen vaikutus puuston kasvuun ja järeytymiseen ym. kannattavuuden fyysisiin perusteisiin riippuu huomattavassa määrin tuon puuston kehitysvaiheesta, kuutiomäärästä yms. tekijöistä, ovat edellä esitetyt tulokset yksittäisiin lannoituksiin sovellettavina vain suuntaa-antavia. Suoritetun herkkyysoanalyysin avulla voitiin kuitenkin kustannus- ja kantohintatasojen vaikutuksen lisäksi selvittää myös lannoitusreaktion suuruuden vaikutusta lannoituksen erilliskannattavuuteen. Sen sijaan tässä luvussa esitetyt yhdistetyn investoinnin suhteellisen kannattavuuden (sisäisen koron) ja sen osatekijöiden analyysit perustuvat siihen, että lannoitusajankohdan puusto on juuri taulukon 1 keskiarvopuustoa vastaava. Tämän puuston lannoitusreaktion määrän katsottiin sitten vaihtelevan suoritetun herkkyysoanalyysin edellyttämässä rajoissa.

6. TULOSTEN TARKASTELUA

Tutkimuksen tuloksia tarkasteltaessa on muistettava, että koeala-aineisto on pie-nehkö. Sen ei kuitenkaan voi katsoa vaikut-tavan NPK- ja PK-lannoitettujen koealojen perusteella saatujen tulosten tasoeroon.

Käytettävissä olleen Metsäntutkimuslai-toksen suontutkimusosaston koeala-aineis-ton perusteella on tutkimuksessa laskettu, että verraten karujen turvemaiden varttu-neiksi katsottavissa metsiköissä on NPK-lannoitusinvestoinnista saatu 8 vuoden tarkastelujaksolta keskimäärin 4,0 %:n reaali-nen sisäinen korko. Vastaavasti saatiin PK-lannoitetuissa — lannoitusajankohtana run-saspuustoisemmissa ja järeämissä — turve-maiden metsiköissä 12,0 %:n sisäinen korko. Molemmissa tapauksissa on lannoituksella lisää saatua ainespuuta hinnoitettaessa puu-tavaralajien reaalin kantohintatason kat-sottu pysyvän jakson loppuun saakka lan-noitusajankohdan tasossaan (metsikön jä-reytymisestä johtuva yksikköhinnan nousu on kyllä otettu aiemmin selostetulla tavalla huomioon). Jos yleinen kantohintataso sen sijaan nousisi reaalisesti luvussa 31 esitetyllä tavalla, saataisiin NPK-lannoituksesta 5,2 %:n reaalin sisäinen korko ja vastaavasti PK-lannoituksesta 13,2 %:n sisäinen korko. Jälleen edellä mainittua lannoitusajankoh-dan muuttumatonta reaalista kantohintata-soa sovellettaessa saatiin lannoittamattoman metsikön arvokasvuprosentiksi 8 vuoden jaksolta koronkorkoperiaatteella tapaukses-sa ”NPK” 5,2 % ja tapauksessa ”PK” 4,6 %. Alkupuuston kantoraha-arvon suhteellinen lisäys (arvokasvu-%) oli siis lannoittamatto-massa metsikössä 8 vuoden kuluessa tapauk-sessa ”NPK” selvästi korkeampi kuin vas-taavan puuston NPK-lannoituksen erillinen sisäinen korko. Tästä luonnollisesti seuraa, että myös puuston hakkuuarvon ja lan-noitusmenon muodostaman yhdistetyn inves-toinnin sisäinen korko (5,1 %) jäi metsän-omistajan itse rahoittaessa NPK-lannoitusme-non hieman lannoittamattoman metsikön arvokasvu-%:n alapuolelle. Puustoltaan arvokkaammassa ja järeämmässä PK-lannoite-tussa metsikössä yhdistetyn investoinnin si-

säinen korko oli keskimäärin vain samaa suuruusluokkaa (5,0 %) kuin NPK-lannoit-tetussa, vaikka lannoituksen erilliskannatta-vuus olikin PK-lannoitetussa metsikössä rat-kaisevasti korkeampi kuin NPK-lannoitetus-sa. PK-lannoitetuissa metsiköissä oli kasvun-lisäyksen edellytyksenä olevan puuston mää-rä merkitsevästi suurempi kuin NPK-lan-noitetuissa (ks. taulukko 1), samoin puuston tukkipuuosuus. Kasvupaikka oli keskimää-rin parempi kuin NPK-lannoitetuilla koe-aloilla.

Metsänparannuslain mukaiset rahoitus-mahdollisuudet parantavat tuntuvasti lan-noituksen kannattavuutta. Täysi valtion metsänparannuslaina nosti NPK-lannoituk-sen erillisen reaalin sisäisen koron ennen lainakorkojen verotuksessa vähentämistä keskiarvo-olosuhteissa — olettaessa kanto-hintatason pysyvän 8 vuoden investointijak-sona vakiona — 16,0 %:iin ja PK-lannoit-tetuilla koealoilla vastaavasti 33,9 %:iin. Luvussa 32 selostettua osittaista metsänpa-rannusavustusta (15 %) ja muulta osalta omarahoitusta käytettäessä saavutettiin NPK-lannoitetuilla koealoilla ”vain” 7,4 %:n ja PK-lannoitetuilla koealoilla 15,6 %:n kes-kimääräinen reaalin sisäinen korko. Syinä metsänparannuslainavaihtoehdon parem-muuteen olivat oletetusta 7 %:n vuotuisesta inflaatiosta ja metsänparannuslainan edulli-sista lainaehdoista saatava reaalin rahoitushyöty. Metsänparannusavustuksesta saa-tava hyöty on riippumaton inflaation voi-makkuudesta ja siten jossakin määrin varmemmin arvioitavissa kuin metsänparannus-lainan kyseessä ollen.

Lannoitusinvestoinnin sisäisellä korolla mitatut erilliskannattavuudet nousevat oma-rahoituksen ja metsänparannusavustuksen tapauksissa lannoituksen vaikutusajan eli investoinnin aikajänteen jatkuessa kahdesta vuodesta tutkimustulosten perusteella mah-dolliseen kahdeksaan vuoteen saakka. Aivan ilmeisesti sisäiset korot nousisivat vielä aika-jänteen jatkuessa, jos tutkimustuloksia olisi käytettävissä edes muutamaa vuotta pidem-mältä ajalta. Näin olisi odotettavissa var-

sinkin metsänomistajan itse rahoittamissa PK-lannoituksissa.

Sen sijaan rahoitettaessa lannoitus metsänparannuslainalla, saavutettaisiin maksimaalinen sisäinen korko NPK-lannoituksessa 7 vuoden vaikutusaikana (lainakorkojen verotusetu huomioon ottaen 20,0 %) ja PK-lannoituksessa 6 vuoden vaikutusaikana vastaavasti (40,4 %). Tällöin on edellytetty, että myös laina-aika olisi vastaavan pituinen ja korot ja lyhennykset maksettaisiin laina-ajan kuluessa yhtä suurina vuotuiserinä; siis samalla periaatteella kuin nykyäädösten mukaan 8 vuodessa. Mainittuina optimaalisina lannoitusinvestoinnin vaikutusajoina saatavien sisäisten korkojen ja 8 vuotena saatavien vastaavien korkojen välinen ero on kuitenkin siksi pieni, ettei sisäisellä korolla mitattu suhteellinen kannattavuus kärsi mainittavasti jatkettaessa lannoituksen vaikutusajaa kahdeksaan vuoteen. Näin sitäkin suuremmalla syyllä, kun metsänomistajan on vaikea löytää erotusajaksi realisoitulle kasvunlisäykselle samanveroista investointia kuin kasvatuksen jatkaminen vuodella—parilla.

Lannoituskustannusten suuruus, lannoituksella aikaansaattavan kasvunlisäyksen määrä ja sen realisoimisajankohdan kanto hintataso vaikuttavat metsänlannoituksen erilliskannattavuuden mittana olevaan sisäiseen korkoon seuraavasta asetelmasta näkyvällä tavalla. Kyseessä on kokonaan omarahoituksella toteutettava lannoitus.

Muuttuja	Sisäinen korko muuttujan eri tasoilla ¹⁾	
	NPK-lannoitus	PK-lannoitus
Lannoituskustannus	6,9; 4,0; 1,6	15,2; 12,0; 9,5
Kasvun lisäys	1,1; 4,0; 6,4	8,9; 12,0; 14,6
Kantohintataso	2,2; 4,0; 6,4	10,3; 12,0; 13,7

1) Muuttujien tasot ovat matala, keskimääräinen ja korkea ja niitä vastaavat sisäiset korot vasemmalta oikealle kullakin rivillä. Kukin muuttuja saa erikseen nämä kolme tasoa, muiden kahden muuttujan pyydyessä keskimääräisellä tasollaan (ks. luvut 31, 32 ja 41).

Havaitaan, että verraten kohtuullisetkin erot kannattavuuden osatekijöissä vaikuttavat tuntuvasti sisäisen koron suuruuteen. Suhteellisesti samansuuruiset muutokset osatekijöissä vaikuttavat siis keskimääräisolosuhteissa voimakkaammin heikommin kannattavaan NPK-lannoitukseen kuin PK-lannoitukseen. Kun siis harkitaan tämän tutkimuksen kohteena olevien NPK-lannoitettujen metsiköiden kaltaisten metsiköiden lannoittamista käytännössä, ainakin omarahoi-

tuksella lannoitettaessa on siis tarkkaan arvioitava ja otettava huomioon lannoituskustannukset, kasvunlisäykset ja paikallinen kantohintataso.

Käytettäessä nykyarvomenetelmää metsänlannoitusinvestoinnin erilliskannattavuuden vertailuun saadaan nykyarvo positiiviseksi eli investointi kannattavaksi, mikäli käytettävä laskentakorkokanta on matalampi kuin investoinnin sisäinen korko. Investoinnin nykyarvo tarkoittaa tässä sen suurista heti saatavaa rahamäärää, mikä lannoitusmenon nykyarvolla lisättynä, inflaatiolta suojattuna kasvaa laskentakorkokannan mukaisesti lannoitusinvestoinnin edellyttämässä aikavälissä tuona aikana lannoituksella aikaansaaduksi ja jakson lopussa todetuksi puuston hakkuuarvon lisäykseksi. Sama asia voidaan määritellä esim. luvussa 42 esitetyllä tavalla.

Metsänomistajan omarahoituksella suoritettujen PK-lannoitusten nykyarvot olivat kaikilla laskelmissa käytetyillä korkokannoilla 2—9 % selvästi suurempia kuin NPK-lannoitusten vastaavat arvot. Näiden lannoitushankkeiden sisäiset korot jo osoittavat, että PK-lannoitustapausten edullisuus suhteessa NPK-lannoitukseen paranee metsänomistajan laskentakorkokannan kasvaessa. Jälleen on — samoin kuin sisäisen koron suhteen — NPK-lannoitusten nykyarvo suhteellisesti herkempi edullisuuden osatekijöiden muutoksille kuin PK-lannoitusten vastaava arvo.

Täysi metsänparannusavustus parantaa lannoitusinvestoinnin reaalista nykyarvoa NPK-lannoituksissa keskimääräislaskelmissa laskentakorkokannasta riippumatta koko avustuksen määrällä eli 194 mk/ha ja PK-lannoituksissa vastaavasti 120 mk/ha. Positiivinen nykyarvo saavutetaan avustuspauksessa NPK-lannoituksessa vaikuttavien tekijöiden keskitasolla laskentakorkokannan ollessa runsaat 7 % ja PK-lannoituksessa vastaavasti alle 16 %. Rahoitettaessa lannoitusmenot metsänparannuslainalla positiiviseen nykyarvoon päästiin keskiarvotasolla 8 vuoden investointijaksona NPK-lannoituksessa korkovaatimuksen ollessa 16 % ja PK-lannoituksessa alle 34 %.

Keipi ja Laakkonen (1980) ovat tutkineet urealannoituksen (120 kg N/ha) kannattavuutta päätehakkuuikäisissä männiköissä ja kuusikoissa. Etelä-Suomessa kyseessä olivat VT-männiköt ja MT-kuusikot. VT-männi-

koissa omarahoitetun lannoituksen sisäisen koron odotusarvoksi saatiin 21,4 % ja MT-kuusikoissa 10,0 %. Metsänomistajan saadessa avustuksena 15 % lannoitusmenoista — samoin kuin tämän tutkimuksen vastaavissa laskelmissa — saatiin po. tutkimuksessa VT-männikön lannoituksesta 20 %:n ja MT-kuusikon lannoituksesta 12 %:n sisäinen korko. Se, että kannattavuus oli vain samaa suuruusluokkaa kuin täysin omin varoin lannoitettaessa, johtuu metsänparannusvarojen myöntämiseen liittyvästä ehdosta: lannoituksesta pitää kuluu vähintään kahdeksan vuotta, ennen seuraavaa hakkuuta. Metsänparannuslainaa käytettäessä po. kangasmaiden metsiköissä saatiin vielä 1—2 %-yksikköä avustustapausta korkeampia kannattavuuksia, kun inflaatioprosentti oli 7, niin kuin tässäkin tutkimuksessa.

Voimme todeta, että tämän tutkimuksen NPK-lannoitetuilta koaloilta saatu muuttu-

jien keskiarvoilla laskettu sisäinen korko (4 %) on selvästi pienempi kuin kangasmaiden varttuneiden metsiköiden lannoituksista saatu vastaava kannattavuus. Tämä selittyy suurelta osin lannoitettujen puustojen kuu- tiomäärä- ja järeyseroilla sekä mainitussa kangasmaiden lannoitustutkimuksessa suorit- etun lannoituksen huomattavasti pienem- mällä hehtaarikustannuksella ja suuremmalla tarkoituksenmukaisuudella. NPK-lannoit- taksella saatu heikohko tulos johtuu ilmeise- sti osaltaan myös alhaisesta lannoitemäärästä. Suhteellisen varttuneiden (ei kuitenkaan Keipin ja Laakkosen tutkimuksen kangas- maiden koealojen kehitysvaihetta vielä vas- taavien) turvemaiden koealojen PK-lannoit- tusten sisäisellä korolla mitattu kannatta- vuus näyttäisi olevan ainakin samaa suuruus- luokkaa kuin kuusikoiden lievähkön urea- lannoituksen kannattavuus maan eteläpuo- liskossa.

7. YHTEENVETO

Tämä tutkimus selvittää vanhoilla ojitus- alueilla Etelä-Suomessa sijaitsevien varttu- neiden männiköiden kertalannoituksen edul- lisuutta. Tätä varten selvitettiin aluksi lannoit- tuksella aikaansaavat uudet taloudelliset arvot sekä siitä aiheutuvat kustannukset.

Tuottojen laskenta perustuu lannoituksella aikaansaatavaan kasvunlisäykseen ja puuston järeytymiseen sekä toisaalta puus- toa realisoitaessa siitä saatavaan kantora- haan.

Kasvunlisäysten ja järeytymisen lasken- taan käytetty koeala-aineisto valintaperusteis- neen on esitetty luvussa 21. Koealojen perus- tamishetken puustotunnukset käyvät ilmi tau- lukosta 1. Koealojen eri ajankohtien puusto- tunnukset laskettiin Metsäntutkimuslaitok- sen koealojen peruslaskentaohjelmistolla ja kasvut sitten eri ajankohtien tilavuuksien erotuksena. Yksittäisten koepuiden kuu- tiointiin käytettiin Laasasenahon (1976) kuu- tiomisyyhtälöä. Tämän jälkeen kasvunlisäys- ten laskenta perustui

aiempiin tutkimustuloksiin, joiden mukaan kasvua voidaan parhaiten selvittää aiemman kasvun funktiona ja

olettamukseen, että lannoitetuilla koaloilla tilavuuskasvu olisi kehittynyt ilman lannoitusta aiemman kasvun funktiona samoin kuin lannoittamattomillakin koaloilla.

Näin laskien aiheutti lannoitus laskennas- sa huomioon otettaviin puustotunnuksiin 8 vuodessa seuraavat lisäykset:

	NPK-lannoitus	PK-lannoitus
kasvu m ³ /ha	8,260	6,740
tukkiprosentti	0,001	5,166
tukkirunkojen keskijäreys m ³	0,013	0,013
kuiturunkojen ”	0,080	0,020

Päälaskelmien kantohintoina käytettiin lu- vussa 31 esitettyjen eri suhdannevaiheiden hakkuuvuoden 1980/81 trendihinnoista joh- dettuja arvoja. Järeytyminen otettiin huomioon luvussa 31 esitetyillä, peruskantohin- taa joko nostavilla tai laskevilla korjausker- toimilla.

Kuvassa 3 on esitetty lannoitusinvestoin- neilla saatujen vuotuisten arvokasvun lisäys- ten kehitys kahdeksana vuotena lannoituk- sen jälkeen keskisuhdanteen kantohinnoilla laskien. Kahdeksan vuoden kuluttua lannoit- tuksesta olivat eri suhdannevaiheita vastaa-

villa kantohinnoilla lasketut kumulatiiviset arvokasvun lisäykset seuraavat:

	NPK-lannoitus mk/ha	PK-lannoitus mk/ha
matalasuhdanne	1010	1160
keskisuhdanne	1170	1310
korkeasuhdanne	1400	1480

Lannoituskustannukset laskettiin vuoden 1980 tammikuun rahanarvoon muunnettuna ja siten, että koaloille levitetty ravinne- määrät olisi annettu nykyisin saatavissa olevia lannoitteita käyttäen. Näin saatiin NPK-lannoituksen kustannukseksi 854 mk/ha ja PK-lannoituksen kustannukseksi 531 mk/ha. Kannattavuuslaskelmissa lannoitusta tarkasteltiin kahdesta eri näkökulmasta: erillisenä ja yhdistettynä investointina. Molemmissa tapauksissa otettiin huomioon myös metsänparannusrahoituksen (laina tai avustus) ja lainakorkojen verovähennysoikeuden vaikutus investoinnin kannattavuuteen. Samaten tutkittiin kannattavuuden eri osatekijöiden eli kasvunlisäysten, kantohintojen ja lannoituskustannusten vaihtelun merkitystä kannattavuuteen. Tällaista herkkyyssanalyysiä suoritettaessa kasvunlisäykset vaihtelivat 20 % odotusarvonsa kummankin puolen ja kantohinnat luvussa 31 esitettyjen matala- ja korkeasuhdanteita vastaavien trendihintojen puitteissa. Lannoituskustannusten oletettiin vaihtelevan \pm 20 % odotusarvostaan. Lannoitusta erillinvestointina tarkasteltaessa ei puuston arvoa otettu sijoituksena huomioon. Tällöin siis katsottiin päätöksentekijällä olevan päätöksentekohetkellä kaksi vaihtoehtoa:

- 1) kasvattaa puustoa edelleen lannoittamattomana
- 2) lannoittaa ja kasvattaa puustoa edelleen

Erilliskannattavuuden mittareina käytettiin reaalia sisäistä korkoa ja nykyarvoa.

Kuvassa 4 on esitetty reaalian sisäisen koron kehittyminen muuttujien keskiarvo- tilanteessa ilman metsänparannusrahoitusta. Kuvan mukaan on NPK-lannoituksesta odotettavissa kahdeksassa vuodessa n. 4 % ja PK-lannoituksesta n. 12 % reaalin sisäinen korko eikä tuo korko ole tuolloin vielä maksimissaan.

Kukin edellä esitettyistä osatekijöiden muutoksista vaikutti sisäisen koron suuruuteen lähes yhtä paljon. Tällöin NPK-lannoituksista saatava reaalin sisäinen korko

vaihteli välillä 1—7 % ja PK-lannoituksissa välillä 9—15 %.

Täyden metsänparannusavustuksen, joka Etelä-Suomessa on 15 %, saaneiden lannoitushankkeiden sisäiset korot olivat 2,3—3,7 %-yksikköä omarahoituksella saatavia korkoja suuremmat. Rahoitettaessa lannoitusinvestointi kokonaisuudessaan metsänparannuslainalla oli NPK-lannoituksen reaalin sisäinen korko keskimäärin 16 % ja PK-lannoituksen vastaavasti 34 %. Tässäkin tapauksessa esitetyt eri osatekijät vaikuttivat sisäiseen korkoon lähes yhtä paljon ja NPK-lannoituksissa korko oli lainan korkoja verotuksessa huomioon ottamatta välillä 10—23 % ja PK-lannoituksissa välillä 27—41%. Metsänparannuslainan korkojen vähennyskelpoisuuden verotuksessa huomioon ottaminen nosti reaalia sisäistä korkoa NPK-lannoitusten osalta keskimäärin 2,9 prosenttiyksikköä ja PK-lannoitusten osalta 3,1 prosenttiyksikköä.

Yhteenvedon voidaan todeta, että NPK- ja PK-lannoitusten sisäinen korko asettui muuttujien keskimääräarvoilla laskien lannoituksen kahdeksan vuoden vaikutusajalla seuraaville tasoille:

	NPK-lannoitus	PK-lannoitus
ilman metsänparannusrahoitusta	4 %	12 %
avustus (15 %)	7 %	16 %
rahoitus kokonaan lainalla (ennen veroja)	16 %	34 %
rahoitus kokonaan lainalla (verojen jälkeen)	19 %	37 %

Kuvissa 7a ja 7b on esitetty ilman valtion metsänparannusrahoitusta toteutetun lannoitusinvestoinnin nykyarvon kehittyminen lannoituksen jälkeen käyttäen eri laskentakorkokantoja. Tällöin kannattavuuden muut osatekijät ovat kukin olleet keskimääräisellä tasollaan. Korkovaatimuksen kasvaessa 2 % \rightarrow 9 %, NPK-lannoituksen nykyarvo pieneni 143 mk:sta/ha — 268 mk:aan/ha ja PK-lannoituksen nykyarvo 590 mk:sta/ha 128 mk:aan/ha.

Oletettaessa kantohintojen, kasvunlisäysten ja lannoituskustannusten vaihtelevan samassa määrin kuin sisäistä korkoa laskettaessa, saatiin NPK-lannoitusten reaaliarvojen rajoiksi esim. 4 %:n laskentakorkokantaa käytettäessä —170 ja 250 mk/ha sekä PK-lannoitusten vastaaviksi nykyarvojen rajoiksi 240 ja 620 mk/ha. Avustus paransi nykyarvolla mitattuna kannattavuutta luonnollisestikin laskentakorkokan-

nasta riippumatta koko avustuksen nimelmäärällä eli NPK-lannoituksissa 194 mk/ha ja PK-lannoituksissa 120 mk/ha. Rahoitettaessa lannoitusmenot kokonaisuudessaan metsänparannuslainalla parani muuttujien keskiarvotasolla laskettu kannattavuus korkokannasta riippuen omarahoituvaihtoehtoon verrattuna NPK-lannoitusten osalta 240—390 mk/ha ja PK-lannoitusten osalta 150—260 mk/ha. Jos vielä otettiin huomioon lainakorkojen vähennysoikeus verotuksessa, kannattavuus parani 30—50 mk/ha lannoitteesta ja laskentakorkokannasta riippuen.

Reaalisten sisäisten korkojen ja nykyarvojen perusteella voitiin tehdä seuraavat johtopäätökset:

- 1) Lannoitus oli kannattavaa ilman metsänparannusrahoitustakin
- 2) PK-lannoitetuilla turvemaidella lannoitus oli huomattavasti kannattavampaa kuin NPK-lannoitetuilla. Metsänparannusrahoitus paransi NPK-lannoituksen suhteellista edullisuutta PK-lannoitukseen verrattuna.

Lannoitusta yhdistettynä investointina tarkasteltaessa otettiin alkusijoituksena huomioon sekä puuston pääoma-arvo että lannoitusmeno. Tässäkin tapauksessa kannattavuutta osoittamaan käytettiin sisäistä korkoa. Sehän osoittaa sen suhteellisen tuoton, mikä saadaan investoinnin kestoajalta sen päättymisajankohtana suoritettavaksi ajatel-

lussa päätehakkuussa puuston alkuarvon ja lannoitusmenon lisäksi. Liitetaulukosta 1—3 näkyy, että ko. yhdistetylle investoinnille saadaan kahdeksassa vuodessa eri osatekijöiden arvoilla seuraavat sisäisen koron vaihteluvälit:

	Sisäisen koron (%) vaihteluväli
Omarahoitus:	
NPK-lannoitus	4,8—5,3
PK-lannoitus	4,9—5,2
Metsänparannusavustus:	
NPK-lannoitus	5,1—5,6
PK-lannoitus	5,0—5,4
Metsänparannuslaina (ennen veroja)	
NPK-lannoitus	5,3—5,8
PK-lannoitus	5,1—5,5

Puuston arvon ollessa lannoitusmenoon nähden suhteellisen suuri, vaihtelee yhdistetyn investoinnin sisäinen korko huomattavasti vähemmän kuin erillisinvestoinnin vastaava korko. PK-lannoituksella saatiin nyt vain lähes sama korko kuin NPK-lannoituksella. Tämä johtuu PK-lannoitettujen metsiköiden puuston suuremmasta alkuarvosta. Liitetaulukkojen 1 ja 3 lannoitetun metsikön kahdeksan vuoden juoksevista arvokasvuprosenteista ja yhdistetyn investoinnin juoksevasta vuotuisesta tuotto-%:sta voidaan päätellä, että sisäinen korko pienee investointia oleellisesti jatkettaessa.

KIRJALLISUUS

- FAHLROTH, S. 1969. Diameterökningen i gödslade bestånd — dess storlek och fördelning på diame-terklasser. Föreningen skogsträdsförädling — Institutet för skogsförbättring. Årsbok 1968: 78—90. Uppsala.
- GUSTAVSEN, H. G. & LIPAS, E. 1975. Lannoituk- sella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus ane- tusta typpimäärästä. Summary: Effect of nitrogen dosage on fertilizer response. Folia For. 246: 1—20.
- HUIKARI, O., MUOTIALA, S. & WÄRE, M. 1963. Ojitusopas. Yhteiskirjapaino Oy, Helsinki. 244 s.
- HÄMÄLÄINEN, J. 1973. Profitability comparisons in timber growing: underlying models and empirical applications. Commun. Inst. For. Fenn. 90 (3) 1—178.
- ILVESSALO, Y. 1938. Metsämaitten jyvityksen pe- rusteet. Maanmittaus.
- IPATIEV, V. & PAAVILAINEN, E. 1975. Lannoit- uksen vaikutuksen kestoaikea vanhassa tupasvilla- rämeen männikössä. Summary: Duration of the effect of fertilization in an old pine stand on a cottongrass pine swamp. Folia For. 241: 1—13.
- KARSISTO, K. 1976. Fosforilannoitelajit suometsien lannoituksessa. Lisensiaattityö. Metsäntutkimus- laitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 6: 1—252. Moniste.
- KEIPI, K. & LAAKKONEN, O. 1980. Päätehakkuu- ikäisten metsiköiden urealannoituksen kannatta- vuusvertailuja. Summary: Profitability comparisons of urea fertilization in old stands. Folia For. 420: 1—35.
- KELTIKANGAS, M. & SEPPÄLÄ, K. 1973. Metsän- lannoituksen edullisuuden vaihtelu. Summary: Variations in the profitability of forest fertilization. Silva Fenn. 1973(3): 192—235.
- LAASASENAHO, J. 1976. Männyn, kuusen ja koivun kuutiomisytälöt. 89 s. Helsingin yliopiston met- sänarvioimistieteen laitos. Helsinki.
- LIPAS, E. 1979. Alternative methods for calculat- ing growth response to fertilization. Seloste: Vaihto- ehtoisia menetelmiä lannoitusreaktion laskemiseksi. Commun. Inst. For. Fenn. 97(7): 1—56.
- Maatilatalous 1979. Suomen virallinen tilasto XXXIX:9. Helsinki 1981.

Metsätilastollinen vuosikirja 1982. Yearbook of forest statistics 1982. 1983. Folia For. 550: 1—218.

MÄLKÖNEN, E. 1979. Kangasmaiden lannoitustutkimus. Summary: Research on forest fertilization on mineral soils. Julkaisussa: Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Folia For. 400: 20—28.

PAAVILAINEN, E. 1968. Vanhojen rämemäntyjen kasvun elpyminen lannoituksen vaikutuksesta. Summary: On the response to fertilization of old pine trees growing on pine swamps. Folia For. 43: 1—15.

— 1979a. Turvemaiden metsänlannoitustutkimuksista. Summary: Research on fertilization of forested peatlands. Julkaisussa: Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Folia For. 400: 29—42.

— 1979b. Metsänlannoitusopas. Helsinki.

SAARI, E. 1940. Suurten metsäalojen arvon määrääminen. Referat: Die Schätzung des Wertes grosser Waldflächen. Silva Fenn. 55: 1—41.

SNEDECOR, G. W. 1962. Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology. 5th ed. 534 p. Ames, Iowa, Iowa State University Press.

SUMMARY

The study concerns the profitability of single fertilization on mature pine stands of old drained peatland in South Finland.

In the profitability calculations, fertilization was studied from two different points of view: as a separate and as a combined investment. In the case of the separate investment, only the fertilization costs were taken into account as a cost, while in the case of the combined investment the felling value of initial growing stock was also included in the investment outlay. The profitability criterias of the separate investment were the real internal rate of return and the real net present value. The profitability of the combined investment was examined by using only the real internal rate of return. In the profitability calculations, the combined effect of the following factors was taken into account:

- 1) value of growth increase of the stand due to fertilization and concerning the combined investment also the felling value of the initial growing stock.
- 2) fertilization costs
- 3) the state's forest improvement financing for private forest owners and taxation
- 4) the variation of factors of the profitability, that is sensitivity analysis were made by varying stumpage prices, growth increases and fertilization costs by terms.

The Department of Peatland Forestry of the Finnish Forest Research Institute has established and measured experimental plots. The volume of the initial growing stock were on average 84 m³ with bark/ha on NPK-fertilized plots (550 kg/ha, 14 % — 8 % — 9 %) and 124 m³ with bark/ha on PK-fertilized plots (600 kg/ha, 9 % — 9 %). The annual growths with bark were, on average, 3.6 m³/ha and 5.1 m³/ha in the NPK- and PK-fertilizations, respectively. Trend prices for the felling year 1980/81 estimated in long period were used when evaluating the growing stock and its growth increase due to fertilization. So the value increment due to fertilization was during eight years 1170 Fmk/ha in the NPK-fertilization and 1310 Fmk/ha in the PK-fertilization. At time of fertilization the felling values of the stands were 8000 Fmk/ha and 11 600 Fmk/ha in the NPK- and PK-fertilized plots, respectively. The growth increase from fertilization was, on average, 8.3 m³ in the NPK-fertilization and 6.7 m³ in the PK-fertilization during eight years.

Costs from fertilizers, transportation and spreading were included to fertilization costs. So the costs of the NPK-fertilization was 854 Fmk/ha and that of the PK-fertilization 531 Fmk/ha.

In the basic case of the study a forest owner pays himself all the fertilization costs. The study considered also the effect of state's forest improvement financing on profitability. During recent years about 95 per cent of forest fertilization by private forest owners in Finland have been financed with the State's forest improvement loans and subsidies. A private forest owner may apply for a loan with a nominal rate of interest of 5 per cent and pay-back period of 8 years, or he may apply for a subsidy, which may in South Finland cover 15 per cent of the fertilization costs. During pay-back period inflation was expected to stay in long-term average, that is 7 per cent.

With these assumptions a forest improvement loan was a more profitable alternative than a subsidy, when using either the real internal rate of return or the net present value as the profitability criteria. For the sensitivity analysis each partial factor of the profitability was varied by turns ± 20 % from its mean value while the other two factors being at the mean level. For the separate and the combined investments the following results were obtained (in parentheses the range of variation in the sensitivity analysis):

	NPK-fertilization	PK-fertilization
The real internal rate of return of the separate investment without the state's forest improvement financing	4 % (1—7 %)	12 % (9—15 %)
The real internal rate of return of the separate investment with the state's forest improvement loan (before taxes)	16 % (10—23 %)	34 % (27—40 %)
The real net present value of the separate investment without the state's forest improvement financing (4 per cent rate of interest)	-1 Fmk (-110—250 Fmk)	429 Fmk (240—620 Fmk)

→

The real net present value of the separate investment with the state's forest improvement loan (4 per cent rate of interest)	287 Fmk	607 Fmk
The real internal rate of return of the combined investment without the state's forest improvement financing	5.1 % (4.8—5.3 %)	5.0 % (4.9—5.2 %)
The real internal rate of return of the combined investment with the state's forest improvement loan	5.6 % (5.3—5.8 %)	5.3 % (5.1—5.5 %)

When the interest on the loan was considered as a deductible expense against taxation the real internal rate of return of the separate investment raised further 3 per cent for both NPK- and PK-fertilizations.

On the basis of the real internal rate of returns and the net present values, the following conclusions can be drawn:

- 1) fertilization was profitable even without state's forest improvement financing.
- 2) the PK-fertilization was noticeably more profitable than the NPK-fertilization as a separate investment. Forest improvement financing improved the relative profitability of the NPK-fertilization compared to that of the PK-fertilization.
- 3) because the felling value of the rather mature stand is relatively great compared to fertilization costs, the internal rate of return of the combined investment varies noticeably less than that of the separate investment. With the PK-fertilization the internal rate of return was nearly the same as with the NPK-fertilization. This was caused by the fact that the soil in the PK-fertilized stands is naturally more fertile and consequently the growing stock is greater than in the NPK-fertilized stands.

Liitetaulukko 1. Lannoitusmenon ja puuston hakkuuarvon muodostaman yhdistetyn investoinnin reaalisen sisäisen koron kehittyminen lannoituksesta kuluneen ajan funktiona. Lisäksi vertailla lannoitetun ja lannoittamattoman metsikön puustojen arvokasvuprosenttien välillä. Perusteet: vaihtoehtoisesti kolmen eri suhdannevaiheen kantohinnat (lannoitusajankohtaan vakioituid), mutta keskimääräiset kasvunlisäykset ja lannoituskustannukset.

Appendix table 1. The real internal rate of return of the combined investment formed by fertilization costs and felling value of the stand as a function of time since fertilization, with a comparison between value increment percentages of fertilized and unfertilized stands. The principles: alternatively stumpage prices in three varying market situations (constant to time of fertilization), but with average increment increases and fertilization costs.

Lannoituksesta vuotta	Yhdistetyn investoinnin sisäinen korko, % The internal rate of return of the combined investment, %										Yhdistetyn investoinnin juokseva vuotuinen tuotto, % nnp-avustus The current annual rate of return of the combined investment, when state subsidies have been subtracted from fertilization costs, %/1)				
	Omarahoitus Own financing		Metsäparannusavustus Forest improvement subsidy			Metsäparannuslaina (ennen veroja) Forest improvement loan (before taxes)					Yhdistetyn investoinnin juokseva vuotuinen tuotto, %/1)				
Time since fertilization (a)	Korkea ⁴⁾ High ⁴⁾	Keski ⁴⁾ Inter- mediate	Matala ⁴⁾ Low ⁴⁾	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low
	NPK-lannoitus — NPK-fertilization														
1	-2.6	-4.0	-5.4	-0.7	-1.9	-3.0	3.1	2.5	1.8	5.7	5.7	5.6	5.8	5.8	5.7
2	2.2	1.5	0.7	3.2	2.6	2.0	3.1	2.5	1.8	6.7	6.6	6.5	6.8	6.7	6.7
3	4.0	3.5	3.0	4.7	4.3	3.9	4.8	4.4	4.0	7.2	7.1	7.0	7.3	7.3	7.2
4	4.8	4.5	4.1	5.3	5.0	4.8	5.5	5.2	4.9	6.8	6.7	6.7	6.9	6.9	6.8
5	5.2	4.9	4.6	5.6	5.3	5.1	5.7	5.5	5.3	6.0	6.0	5.9	6.1	6.1	6.1
6	5.3	5.0	4.8	5.6	5.4	5.2	5.8	5.6	5.5	5.5	5.5	5.5	5.6	5.6	5.6
7	5.3	5.1	4.9	5.6	5.4	5.3	5.8	5.6	5.5	5.1	5.1	5.0	5.2	5.2	5.1
8	5.3	5.1	4.9	5.5	5.4	5.2	5.7	5.6	5.5	4.7	4.7	4.6	4.7	4.7	4.7
	PK-lannoitus — PK-fertilization														
1	1.4	0.8	0.1	2.3	1.8	1.3	4.0	3.8	3.5	5.1	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
2	3.6	3.3	3.0	4.0	3.8	3.5	4.0	3.8	3.5	5.5	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
3	4.4	4.3	4.1	4.7	4.6	4.4	4.7	4.7	4.5	5.9	6.0	6.0	6.0	6.1	6.1
4	4.8	4.7	4.6	5.0	5.0	4.9	5.1	5.1	5.0	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	6.0
5	5.0	4.9	4.8	5.2	5.1	5.1	5.2	5.2	5.2	5.5	5.5	5.6	5.5	5.6	5.6
6	5.0	5.0	4.9	5.2	5.2	5.2	5.3	5.3	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.3	5.3
7	5.1	5.0	5.0	5.2	5.2	5.2	5.3	5.3	5.2	5.0	5.1	5.1	5.0	5.1	5.1
8	5.1	5.0	5.0	5.2	5.2	5.1	5.2	5.3	5.2	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	5.0

Liitetaulukko 1. jatk.
Appendix table 1. cont.

Lannoituksessa vuotta Time since fertilization (a)	Lannoitetun metsikön arvokasvu-%(2) The value increment per cent of the fertilized stand(2)			Lannoittamattoman metsikön arvokasvu-%(2) The value increment per cent of the unfertilized stand(2)			Lannoitetun metsikön juokseva vuotuinen arvokasvu-%(3) The current annual value increment per cent of the fertilized stand(3)			Lannoittamattoman metsikön juok- seva vuotuinen arvokasvu-%(3) The current annual value increment per cent of the unfertilized stand(3)		
	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low
1	6.2	6.3	6.3	5.8	5.9	5.9	6.2	6.3	6.3	5.8	5.9	5.9
2	6.7	6.8	6.8	5.7	5.8	5.8	7.2	7.3	7.3	5.6	5.6	5.7
3	7.1	7.1	7.1	5.6	5.7	5.7	7.8	7.8	7.8	5.4	5.4	5.5
4	7.1	7.2	7.2	5.5	5.6	5.6	7.3	7.3	7.3	5.2	5.3	5.3
5	7.0	7.0	7.0	5.4	5.5	5.5	6.5	6.5	6.5	5.0	5.1	5.1
6	6.8	6.8	6.8	5.3	5.4	5.4	5.9	5.9	5.9	4.9	4.9	4.9
7	6.6	6.6	6.7	5.2	5.3	5.3	5.4	5.4	5.5	4.7	4.8	4.8
8	6.4	6.4	6.4	5.1	5.2	5.2	4.9	5.0	5.0	4.6	4.6	4.6
NPK-lannoitus — NPK-fertilization												
1	5.3	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2	5.3	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2
2	5.5	5.6	5.6	5.1	5.1	5.1	5.7	5.8	5.8	5.0	5.0	5.1
3	5.7	5.8	5.9	5.0	5.0	5.1	6.1	6.3	6.3	4.8	4.9	4.9
4	5.8	5.9	5.9	4.9	5.0	5.0	6.1	6.2	6.2	4.6	4.7	4.7
5	5.8	5.9	5.9	4.8	4.9	4.9	5.6	5.8	5.8	4.5	4.5	4.6
6	5.7	5.8	5.8	4.7	4.8	4.8	5.3	5.4	5.5	4.3	4.4	4.4
7	5.6	5.7	5.8	4.7	4.7	4.7	5.2	5.2	5.3	4.2	4.3	4.3
8	5.5	5.6	5.7	4.6	4.6	4.7	5.0	5.1	5.1	4.1	4.1	4.2
PK-lannoitus — PK-fertilization												

- 1) Ilmoittaa erikseen kullekin vuodelle 1...8 lannoitetussa metsikössä puuston hakkuuarvon (kantohinnoin) lisäyksen %:na po. vuoden alun puuston hakkuuarvon ja lannoitusmenon summasta (kokonaan omarahoituis).
- 1) Indicates for each year 1...8 in the fertilized stand the increase of the felling value (in stumpage prices) of the stand as a percentage of the felling value of the stand at the beginning of the year in question and fertilization costs (wholly own financing).
- 2) Ilmoittaa, minkä vuotuisorkokannan mukaan lannoitusajankohdan puuston hakkuuarvo (kantohinnoin) kasvaa kunkin vuoden 1...8 lopun puuston hakkuuarvoksi Korkea korolle periaatteella.
- 2) Indicates according to which annual rate of interest the felling value (in stumpage prices) of the stand at the time of fertilization grows to the felling value of the stand for the end of each year 1...8 (compound interest).
- 3) Ilmoittaa erikseen kunkin vuoden 1...8 kuluessa tapahtuvan puuston hakkuuarvon lisäyksen %:na.
- 3) Indicates the percentage increase of the felling value of the stand during each year 1...8.
- 4) Korkea = korkeasuhdanteen kantohintataso, minkä oletetaan pysyvän vakiiona vuodesta toiseen (sen sijaan puutuvaräkräkohtaiset korjaukset tähän taseon tehtiin luvussa 31 esitetyllä tavalla).
- 4) Korkea = keskiuhdanteen kantohintataso jne.
- Keski = keskiuhdanteen kantohintataso jne.
- Matala = matalasuhdanteen kantohintataso jne.
- 4) High = stumpage price level in high market, which is supposed to stay constant year after year (the corrections to this level concerning timber lots were made as in chapter 31).
- Intermediate = stumpage price level in intermediate market etc.
- Low = stumpage price level in low market etc.

Liitetaulukko 2. Lannoitusmenon ja puuston hakuvarvon muodostaman yhdistetyn investoinnin reaalisien sisäisen koron kehittyminen lannoituksesta kuluneen ajan funktiona. Lisäksi vertailla lannoitettua ja lannoittamatonta metsikön puuston arvokasvuprosenttien välillä. Perusteet: vaihtoehtoisesti kolme eri kasvunlisäysoa, keskiuhdanteen kantohintatasa (lannoitusajankohdan tasossa) ja keskimääräiset lannoituskustannukset.

Appendix table 2. The real internal rate of return of the combined investment formed by fertilization costs and felling value of the stand as a function of time since fertilization, with a comparison between value increment percentages of fertilized and unfertilized stands. The principles: alternatively three different levels of increment increase, the stumpage price level in an intermediate market (at time of fertilization) and average fertilization costs.

Lannoituksesta vuotta	Yhdistetyn investoinnin sisäinen korko, % The internal rate of return of the combined investment, %										Yhdistetyn investoinnin juokseva vuotuinen tuotto, % mp-avustus huomioon ottaen) The current annual rate of return of the combined investment, when state subsidies have been subtracted from fertilization costs, %/l)					
	I Oma-rahoitus Own financing					Metsäparannusavustus Forest improvement subsidy					Metsäparannuslaina (ennen veroja) Forest improvement loan (before taxes)			Yhdistetyn investoinnin juokseva vuotuinen tuotto, %/l) The current annual rate of return of the combined investment, %/l)		
	Korkea ⁴⁾ High ⁴⁾	Keski ⁴⁾ Inter- ⁴⁾ mediate	Matala ⁴⁾ Low ⁴⁾	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	
1	-4.0	-4.0	-4.1	-1.8	-1.9	-2.0	2.7	2.5	2.3	5.7	5.6	5.9	5.8	5.7		
2	1.6	1.5	1.3	2.8	2.6	2.4	2.7	2.5	2.3	6.9	6.6	7.0	6.7	6.4		
3	3.8	3.5	3.2	4.6	4.3	4.0	4.7	4.4	4.1	7.6	7.1	7.7	7.3	6.8		
4	4.8	4.5	4.2	5.4	5.0	4.7	5.5	5.2	4.9	7.1	6.7	7.2	6.9	6.5		
5	5.2	4.9	4.6	5.6	5.3	5.0	5.8	5.5	5.2	6.3	6.0	6.4	6.1	5.9		
6	5.3	5.0	4.8	5.7	5.4	5.1	5.9	5.6	5.3	5.7	5.5	5.8	5.6	5.4		
7	5.4	5.1	4.8	5.7	5.4	5.2	5.9	5.6	5.4	5.2	5.1	5.3	5.2	5.0		
8	5.3	5.1	4.8	5.6	5.4	5.1	5.8	5.6	5.3	4.7	4.7	4.8	4.7	4.7		
NPK-lannoitus — NPK-fertilization																
1	0.8	0.8	0.7	1.8	1.8	1.8	3.9	3.8	3.7	5.2	5.2	5.3	5.2	5.2		
2	3.4	3.3	3.2	3.9	3.8	3.7	3.9	3.8	3.7	5.7	5.6	5.8	5.6	5.5		
3	4.4	4.3	4.1	4.8	4.6	4.4	4.8	4.7	4.5	6.3	6.0	6.3	6.1	5.8		
4	4.9	4.7	4.5	5.2	5.0	4.8	5.3	5.1	4.9	6.2	5.9	6.3	6.0	5.7		
5	5.1	4.9	4.7	5.3	5.1	4.9	5.4	5.2	5.0	5.8	5.5	5.8	5.6	5.4		
6	5.2	5.0	4.8	5.4	5.2	5.0	5.5	5.3	5.1	5.4	5.2	5.5	5.3	5.1		
7	5.2	5.0	4.9	5.4	5.2	5.0	5.5	5.3	5.1	5.3	5.1	5.3	5.1	4.9		
8	5.2	5.0	4.9	5.4	5.2	5.0	5.5	5.3	5.1	5.3	5.1	5.3	5.1	4.9		
PK-lannoitus — PK-fertilization																
1	0.8	0.8	0.7	1.8	1.8	1.8	3.9	3.8	3.7	5.2	5.2	5.3	5.2	5.2		
2	3.4	3.3	3.2	3.9	3.8	3.7	3.9	3.8	3.7	5.7	5.6	5.8	5.6	5.5		
3	4.4	4.3	4.1	4.8	4.6	4.4	4.8	4.7	4.5	6.3	6.0	6.3	6.1	5.8		
4	4.9	4.7	4.5	5.2	5.0	4.8	5.3	5.1	4.9	6.2	5.9	6.3	6.0	5.7		
5	5.1	4.9	4.7	5.3	5.1	4.9	5.4	5.2	5.0	5.8	5.5	5.8	5.6	5.4		
6	5.2	5.0	4.8	5.4	5.2	5.0	5.5	5.3	5.1	5.4	5.2	5.5	5.3	5.1		
7	5.2	5.0	4.9	5.4	5.2	5.0	5.5	5.3	5.1	5.3	5.1	5.3	5.1	4.9		
8	5.2	5.0	4.9	5.4	5.2	5.0	5.5	5.3	5.1	5.3	5.1	5.3	5.1	4.9		

Liitetaulukko 2. jatk.
Appendix table 2. cont.

Lannoituksesta vuotta Time since fertilization (a)	Lannoitetun metsikön arvokasvu-%(2) The value increment per cent of the fertilized stand(2)			Lannoittamattoman metsikön arvokasvu-%(2) The value increment per cent of the unfertilized stand(2)			Lannoitetun metsikön juokseva vuotuinen arvokasvu-%(3) The current annual value increment per cent of the fertilized(3)			Lannoittamattoman metsikön juok- seva vuotuinen arvokasvu-%(3) The current annual value increment per cent of the unfertilized stand(3)		
	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low
	NPK-lannoitus — NPK-fertilization											
1	6.4	6.3	6.2	5.9	5.9	6.4	6.3	6.2	5.9	5.9	5.9	5.9
2	7.0	6.8	6.6	5.8	5.8	7.6	7.3	6.9	5.6	5.6	5.6	5.6
3	7.4	7.1	6.8	5.7	5.7	8.3	7.8	7.3	5.4	5.4	5.4	5.4
4	7.5	7.2	6.8	5.6	5.6	7.7	7.3	6.9	5.3	5.3	5.3	5.3
5	7.3	7.0	6.7	5.5	5.5	6.8	6.5	6.2	5.1	5.1	5.1	5.1
6	7.1	6.8	6.6	5.4	5.4	6.1	5.9	5.7	4.9	4.9	4.9	4.9
7	6.9	6.6	6.4	5.3	5.3	5.6	5.4	5.3	4.8	4.8	4.8	4.8
8	6.7	6.4	6.2	5.2	5.2	5.1	5.0	4.9	4.6	4.6	4.6	4.6
	PK-lannoitus — PK-fertilization											
1	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2	5.2
2	5.7	5.6	5.5	5.1	5.1	6.0	5.8	5.7	5.0	5.0	5.0	5.0
3	6.0	5.8	5.7	5.0	5.0	6.5	6.3	6.0	4.9	4.9	4.9	4.9
4	6.1	5.9	5.7	5.0	5.0	6.5	6.2	5.9	4.7	4.7	4.7	4.7
5	6.1	5.9	5.7	4.9	4.9	6.0	5.8	5.5	4.5	4.5	4.5	4.5
6	6.0	5.8	5.6	4.8	4.8	5.6	5.4	5.2	4.4	4.4	4.4	4.4
7	5.9	5.7	5.5	4.7	4.7	5.4	5.2	5.1	4.3	4.3	4.3	4.3
8	5.8	5.6	5.4	4.6	4.6	5.2	5.1	4.9	4.1	4.1	4.1	4.1

1—3) Katso liitetaulukko 1
1—3). See Appendix table 1

4) Korkea = korkea kasvulisäystaso
Keski = keskinkertainen kasvulisäystaso
Matala = matala kasvulisäystaso
4) High = high level of increment increase
Intermediate = intermediate level of increment increase
Low = low level of increment increase

Liitetaulukko 3. Lannoitusmenon ja puuston hakkuuarvon muodostaman yhdistetyn investoinnin reaalisien sisäisen koron kehittyminen lannoituksesta kuluneen ajan funktiona. Lisäksi vertailla lannoitetun ja lannoittamattoman metsikön puustojen arvokasvuprosenttien välillä. Perusteet: vaihtoehtoisesti kolme lannoituskustannusten tasoa, keskimääräinen kasvulisäystäso sekä keskihdynteen kantohintataso (lannoitusajankohdan tasossa).¹⁾

Appendix table 3. The real internal rate of return of the combined investment formed by fertilization costs and felling value of the stand as a function of time since fertilization, with a comparison between value increment percentages of fertilized and unfertilized stands. The principles: alternatively three levels of fertilization costs, the average level of increment increase and the stumpage price level in intermediate market (at time of fertilization).¹⁾

Lannoituksesta vuotta	Yhdistetyn investoinnin sisäinen korko, % The internal rate of return of the combined investment, %										Yhdistetyn investoinnin juokseva vuotuinen tuotto-% mp-avustus huomioon ottaen ²⁾ The current annual rate of return of the combined investment, when state subsidies have been subtracted from fertilization costs, % ²⁾						
	Omarahoitus Own financing					Metsäparannusavustus Forest improvement subsidy					Metsäparannuslaina (ennen veroja) Forest improvement loan (before taxes)					Korkea High	Keski Inter- mediate
Time since fertilization (a)	Korkea ⁵⁾ High ⁵⁾	Keski ⁵⁾ Inter- ⁵⁾ mediate	Matala ⁵⁾ Low ⁵⁾	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low		
1	-5.9	-4.0	-2.1	-3.4	-1.9	-0.4	1.6	2.5	3.3	5.6	5.7	5.8	5.7	5.8	5.9		
2	0.5	1.5	2.5	1.8	2.6	3.4	3.8	4.4	4.9	6.5	6.6	6.7	6.6	6.7	6.8		
3	2.9	3.5	4.2	3.8	4.3	4.8	4.8	5.2	5.6	7.0	7.1	7.3	7.2	7.3	7.4		
4	4.0	4.5	5.0	4.6	5.0	5.4	5.2	5.8	6.1	6.6	6.7	6.8	6.8	6.9	6.9		
5	4.5	4.9	5.3	5.0	5.3	5.7	5.2	5.8	6.0	6.7	6.0	6.1	6.0	6.1	6.2		
6	4.7	5.0	5.4	5.2	5.4	5.7	5.4	5.9	5.4	5.5	5.6	5.6	5.5	5.6	5.7		
7	4.8	5.1	5.4	5.2	5.4	5.7	5.4	5.8	5.0	5.1	5.1	5.1	5.1	5.2	5.2		
8	4.8	5.1	5.3	5.2	5.4	5.6	5.4	5.6	5.7	4.6	4.7	4.7	4.7	4.7	4.8		
	NPK-lannoitus — NPK-fertilization																
1	-0.1	0.8	1.7	1.1	1.8	2.5	3.4	3.8	4.1	5.1	5.2	5.2	5.2	5.2	5.3		
2	2.8	3.3	3.7	3.4	3.8	4.1	4.4	4.7	4.9	5.5	5.6	5.6	5.6	5.6	5.7		
3	3.9	4.3	4.6	4.4	4.6	4.8	4.9	5.1	5.2	6.0	6.0	6.1	6.0	6.1	6.1		
4	4.5	4.7	5.0	4.8	5.0	5.2	4.9	5.1	5.2	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	6.0		
5	4.7	4.9	5.1	5.0	5.1	5.3	5.1	5.2	5.4	5.5	5.5	5.6	5.6	5.6	5.6		
6	4.9	5.0	5.2	5.1	5.2	5.3	5.2	5.3	5.4	5.2	5.2	5.3	5.3	5.3	5.3		
7	4.9	5.0	5.2	5.1	5.2	5.3	5.2	5.3	5.4	5.0	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1		
8	4.9	5.0	5.2	5.1	5.2	5.3	5.2	5.3	5.4	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	5.0		
	PK-lannoitus — PK-fertilization																

Liitetaulukko 3, jatk.
Appendix table 3, cont.

Lannoitusvuosi Time since fertilization (a)	Lannoitetun metsikön arvokasvu-%(3) The value increment per cent of the unfertilized stand ³⁾			Lannoittamattoman metsikön arvokasvu-%(3) The value increment per cent of the unfertilized stand ³⁾			Lannoitetun metsikön juokseva vuotuinen arvokasvu-%(4) The current annual value increment per cent of the fertilized stand, % (4)			Lannoittamattoman metsikön juokseva vuotuinen arvokasvu-%(4) The current annual value increment per cent of the unfertilized stand ⁴⁾		
	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low	Korkea High	Keski Inter- mediate	Matala Low
1	6.3	6.3	6.3	5.9	5.9	5.9	6.3	6.3	6.3	5.9	5.9	5.9
2	6.8	6.8	6.8	5.8	5.8	5.8	7.3	7.3	7.3	5.6	5.6	5.6
3	7.1	7.1	7.1	5.7	5.7	5.7	7.8	7.8	7.8	5.4	5.4	5.4
4	7.2	7.2	7.2	5.6	5.6	5.6	7.3	7.3	7.3	5.3	5.3	5.3
5	7.0	7.0	7.0	5.5	5.5	5.5	6.5	6.5	6.5	5.1	5.1	5.1
6	6.8	6.8	6.8	5.4	5.4	5.4	5.9	5.9	5.9	4.9	4.9	4.9
7	6.6	6.6	6.6	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4	5.4	4.8	4.8	4.8
8	6.4	6.4	6.4	5.2	5.2	5.2	5.0	5.0	5.0	4.6	4.6	4.6
NPK-lannoitus — NPK-fertilization												
1	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2
2	5.6	5.6	5.6	5.1	5.1	5.1	5.8	5.8	5.8	5.0	5.0	5.0
3	5.8	5.8	5.8	5.0	5.0	5.0	6.3	6.3	6.3	4.9	4.9	4.9
4	5.9	5.9	5.9	5.0	5.0	5.0	6.2	6.2	6.2	4.7	4.7	4.7
5	5.9	5.9	5.9	4.9	4.9	4.9	5.8	5.8	5.8	4.5	4.5	4.5
6	5.8	5.8	5.8	4.8	4.8	4.8	5.4	5.4	5.4	4.4	4.4	4.4
7	5.7	5.7	5.7	4.7	4.7	4.7	5.2	5.2	5.2	4.3	4.3	4.3
8	5.6	5.6	5.6	4.6	4.6	4.6	5.1	5.1	5.1	4.1	4.1	4.1
PK-lannoitus — PK-fertilization												

1) Metsikön arvokasvuun liittyvät, liitetaulukoista 1 ja 2 ilmenevät tunnusluvut ovat lannoituskustannusten tasosta riippumattomat. Sen vuoksi ne saavat tässä määrityksessä olosuhteissa lannoituskustannusten kaikilla tasolla liitetaulukkojen 1 ja 2 sarakkeiden keskinäiset arvot (sarakkeet "Keski").
1) The parameters concerning value increment of the stand in Appendix tables 1 and 2 are independent from the level of fertilization costs. That is why they get in this defined circumstances intermediate values of the columns in Appendix table 1 and 2 at all levels of fertilization costs (columns "Intermediate").

2) Ks. liitetaulukko 1, alaviite 1.
2) See Appendix table 1, footnote 1.

3) Ks. liitetaulukko 1, alaviite 2.
3) See Appendix table 1, footnote 2.

4) Ks. liitetaulukko 1, alaviite 3.
4) See Appendix table 1, footnote 3.

5) Korkea = korkea lannoituskustannustaso
Keski = keskinkertainen lannoituskustannustaso
Matala = matala lannoituskustannustaso

5) High = high level of fertilization cost
Intermediate = intermediate level of fertilization cost
Low = low level of fertilization cost

ODC 651.79 + 653 + 237.4
ISBN 951-40-0638-0
ISSN 0015-5543

HÄMÄLÄINEN, J. & LAAKKONEN, O. 1983. Turvemaan varttuneiden männiköiden lannoituksen edullisuus. Summary: Profitability of fertilization in mature Scots pine stands on peatland. Folia For. 570:1—32.

The profitability of fertilization is studied from two different points of view: as a separate, and as a combined investment. Fertilization was profitable even without the state's forest improvement financing. As a separate investment the PK-fertilization was noticeably more profitable than the NPK-fertilization. The state's forest improvement financing improved profitability noticeably. The real internal rate of return of the combined investment (fertilization costs + the felling value of initial growing stock) for the PK-fertilized stands was nearly the same as for the NPK-fertilized stands because the soil in the PK-fertilized stands is naturally more fertile and consequently the growing stock is greater than in the NPK-fertilized stands.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 651.79 + 653 + 237.4
ISBN 951-40-0638-0
ISSN 0015-5543

HÄMÄLÄINEN, J. & LAAKKONEN, O. 1983. Turvemaan varttuneiden männiköiden lannoituksen edullisuus. Summary: Profitability of fertilization in mature Scots pine stands on peatland. Folia For. 570:1—32.

The profitability of fertilization is studied from two different points of view: as a separate, and as a combined investment. Fertilization was profitable even without the state's forest improvement financing. As a separate investment the PK-fertilization was noticeably more profitable than the NPK-fertilization. The state's forest improvement financing improved profitability noticeably. The real internal rate of return of the combined investment (fertilization costs + the felling value of initial growing stock) for the PK-fertilized stands was nearly the same as for the NPK-fertilized stands because the soil in the PK-fertilized stands is naturally more fertile and consequently the growing stock is greater than in the NPK-fertilized stands.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

Tilaan kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please, send me the following publications (put number of the publication on the back of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

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



Folia Forestalia _____

Communicationes Instituti Forestalis Fenniae _____

Huomautuksia _____

Remarks _____

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 jalostuskoasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koasema
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:* PL 68
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 26 211

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* Valtakatu 18
69100 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

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

1983

- No 549 Parviainen, Jari & Lappi, Juha: Laskentamalli metsänviljelyketjujen vertailemiseksi.
A calculation model for the comparison of artificial forest regeneration chains.
- No 550 Metsätilastollinen vuosikirja 1982.
Yearbook of Forest Statistics 1982.
- No 551 Kaunisto, Seppo. Koripajun (*Salix viminalis*) biomassatuotos sekä ravinteiden ja veden käyttö eri tavoin lan-
noitetuilla turpeilla kasvihuoneessa.
Biomass production of *Salix viminalis* and its nutrient and water consumption on differently fertilized peats in
greenhouse.
- No 552 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: Puu- ja kuorituhkan palauttamisen tekniikka.
The technique of recycling wood and bark ash.
- No 553 Löyttyniemi, Kari & Piisilä, Niilo: Hirvivahingot männyn viljelytaimikoissa Uudenmaan—Hämeen piirimetsä-
lautakunnan alueella.
Moose (*Alces alces*) damage in young pine plantations in the Forestry Board District Uusimaa—Häme.
- No 554 Vuokila, Yrjö, Gustavsen, Hans Gustav & Luoma, Pirkko: Siperianlehtikuusikoiden kasvupaikkojen luokittelu
ja harvennusmallit.
Site classification and thinning models for Siberian larch (*Larix sibirica*) stands in Finland.
- No 555 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1982.
Abstracts of the publications of the Finnish Forest Research Institute, 1982.
- No 556 Vuokila, Yrjö: Viljelymetsiköiden harvennusmallit.
Gallringsmallar för odlade bestånd i Finland.
Thinning models for forest cultures in Finland.
- No 557 Isomäki, Antti & Niemistö, Pentti: Koelapuuston harvennusvalinta tietokoneohjelman avulla.
The selection of trees in thinning experiments: A computer method.
- No 558 Ferm, Ari & Kaunisto, Seppo: Luontaisesti syntyneiden koivumetsiköiden maanpäällinen lehdetön biomassatu-
tuotos entisellä turpeennostoalueella, Kihniön Aitonevalla.
Above-ground leafless biomass production of naturally generated birch stands in a peat cut-over area at Aito-
neva, Kihniö.
- No 559 Leikola, Matti & Rikala, Risto: Verhopuuston vaikutus metsikön lämpöoloihin ja kuusen taimien menestymi-
seen.
The influence of the nurse crop on stand temperature conditions and the development of Norway spruce
seedlings.
- No 560 Löyttyniemi, Kari: Männyn taimen kehitys latvan katkeamisen jälkeen.
Recovery of young Scots pines from stem breakage.
- No 561 Tiihonen, Paavo: Leimikon pystymittauksen kenttätöiden tehostamisen mahdollisuuksia.
The efficiency of the field measurement of standing trees marked for cutting.
- No 562 Juslin, Heikki & Karppinen, Heimo: Suomen tärkeimpien asiakasmaiden sahatavaraostot 1970-luvulla.
Sawn timber purchases of Finland's most important client countries in the 1970's.
- No 563 Pellikka, Marketta & Kotimaa, Marjut: Polttohakkeen käsittelystä aiheutuva ilman homepölypitoisuus sekä
siihen vaikuttavat tekijät.
The mold dust concentration caused by the handling of fuel chips and its modifying factors.
- No 564 Päivinen, Risto: Metsikön tukkisuuden arviointimenetelmä.
A method for estimating the sawlog percentage in Scots pine and Norway spruce stands.
- No 565 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1981—83.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1981—83.
- No 566 Miettinen, Reijo & Uusvaara, Olli: Pystykarsitun männikön koehaasu.
Test sawing of pruned pine stand.
- No 567 Tiihonen, Paavo & Virtanen, Jaakko: Koetuloksia ilmakuvien käyttömahdollisuuksista energiapuun arvioin-
nissa Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa v. 1980—82.
Possibilities of using aerial photographs in the estimation of energy wood resources in Ostrobothnia and north-
ern Savo in 1980—82.
- No 568 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakun-
nan alueella 1979—1982 sekä koko Etelä-Suomessa 1977—1982.
Forest resources in the six northernmost Forestry Board Districts of South Finland, 1979—1982, and in the
whole of South Finland, 1977—1982.
- No 569 Rousi, Matti: Myyrien aiheuttamat vahingot Pohjois-Suomen puulajikokeissa talvella 1981/82.
Vole damage in tree species trials in northern Finland in the winter of 1981/82.
- No 570 Hämäläinen, Jouko & Laakkonen, Olavi: Turvemaan vartuneiden männiköiden lannoituksen edullisuus.
Profitability of fertilization in mature Scots pine stands on peatland.
- No 571 Lähde, Erkki & Savonen, Eira-Maija: Kastelun vaikutus männyn paakutaimien kehitykseen sekä turpeen
vesi- ja ilmasuhteisiin paakussa.
Effects of watering on the development of containerized Scots pine seedlings and water and air conditions in
peat growing mediums.
- No 572 Korhonen, Kirsi-Marja, Teivainen, Terttu, Kaikusalo, Asko, Kananen, Aino & Kuhlman, Eeva: Lapinmyyrän
aiheuttamien tuhojen esiintyminen Pohjois-Suomen mäntymetsissä huippuvuoden 1978 jälkeen.
Occurrence of damage caused by the root vole (*Microtus oeconomus*) on Scots pine in northern Finland after
the peak year 1978.
- No 573 Jokinen, Katriina: Metsänlannoituksen vaikutus juurikäävän esiintymiseen — Kirjallisuuskatsaus.
The effect of fertilization on the occurrence of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. — A literature review.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset 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.