

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 12

SUONTUTKIMUSOSASTO

ISSN 0358-4283



Seppo Ollikainen

TULOKSIA KÄYTÄNNÖN METSÄNLANNOITUKSISTA
POHJOIS-SAVON OJITETUILLA RÄMEILLÄ

HELSINKI 1981

Seppo Ollikainen

TULOKSIA KÄYTÄNNÖN METSÄNLANNOITUKSISTA
POHJOIS-SAVON OJITETUILLA RÄMEILLÄ

TIIVISTELMÄ

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää lannoituksen aiheuttamia puiden kasvureaktioita ja ennen kaikkea sitä, kuinka erilaiset ojitustekijät ja metsikön eri kehitysvaiheet ovat vaikuttaneet lannoitustuloksiin. Myös on pyritty arvioimaan, kuinka paljon kuutiokasvu on lisääntynyt lannoituksen jälkeen.

Tutkimusaineisto käsitti kaikki Tehdaspuu Oy:n Pohjois-Savon hankinta-alueella vuoden 1964 jälkeen lannoitetut rämeet. Aineistosta n. puolet oli kertaalleen ja puolet kaksi kertaa lannoitettuja. Lannoitukset olivat tapahtuneet vuosina 1964 - 1970.

Lannoitusreaktioita on tutkittu lannoituksen jälkeisen kovarianssilla korjatun kokonaissädekasvun ja vuosittaisen sädekasvun perusteella. Ojituksen vaikutusta on selvitetty kahdella eri sarkaleveydellä ojan vierestä ja saran keskeltä otetuille koepuille erikseen. Metsiköiden eri kehitysvaiheita on kuvattu 4 kuutiomääräluokalla.

Parhaiten ojituksen vaikutus lannoituksen jälkeiseen kasvuun tuli esille ojan viereisten ja keskisaran koepuiden kasvussa. Edellisissä on kasvu ollut monessa tapauksessa merkitsevästi parempaa kuin jälkimmäisessä. Yleisesti näyttää kasvu olleen parempaa käytettäessä kapeata sarkaa, mutta tulos ei ole aivan yksiselitteinen.

Parhaiten lannoitukseen ovat reagoineet nuorena kehitysvaiheessa olevat metsiköt. Metsikön kuutiomäärän lisääntyttyä on sädekasvu pienentynyt, eivätkä muutamat vanhimmat metsiköt ole juuri reagoineet lannoitukseen. Kuutiokasvunlisäys lannoituksen jälkeen on em. muutamia metsiköitä lukuun ottamatta kasvanut metsikön kuutiomäärän suuretessa.

SISÄLLYS	Sivu
1 JOHDANTO	1
2 TUTKIMUSMENETELMÄ	3
3 TUTKIMUSAINEISTO	4
3.1 Aineiston keruu	4
3.2 Koealojen ja koepuiden valinta	6
3.3 Mittaukset	6
3.4 Aineiston käsittely	7
3.4.1 Sädekasvu	7
3.4.2 Kuutiokasvu	9
4 TUTKIMUSTULOKSET	12
4.1 Sädekasvu	12
4.1.1 Vuonna 1970 lannoitetut metsiköt	12
4.1.2 Vuosina 1964 ja 1970 lannoitetut metsiköt	16
4.1.3 Vuosina 1965 ja 1970 lannoitetut metsiköt	18
4.1.4 Vuosina 1966 ja 1970 lannoitetut metsiköt	20
4.2 Kuutiokasvu	22
5 TULOSTEN TARKASTELU	24
KIRJALLISUUS	28
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Käytännön metsälannoitustoiminta alkoi maassamme puuraaka-ainepulan myötä 1960-luvun alkupuolella. Tuolloin suometsiä lannoitettiin lähinnä valtion ja teollisuusyhtiöiden metsissä. Yksityismetsissä lannoitukset käynnistyivät mainittavammin saman vuosikymmenen loppupuolella, jolloin metsänparannuslaki mahdollisti valtion tuen saamisen myös lannoitustoimintaan. 1970-luvulla maassamme lannoitettiin useana vuotena (1971 - 1975) yli 200 000 ha kivennäis- ja turvemaita. Vuonna 1978 lannoitusala oli n. 100 000 ha, joista turvemaita n. 69 000 ha.

Tehdaspuu Oy:n osakasyhtiöiden metsissä on vuodesta 1961 lähtien lannoitettu turvemaita yhteensä n. 25 000 ha. Vuonna 1980 turvemaiden lannoitusala oli 2 000 ha.

Lannoituksen tutkimustoimintaa on maassamme harjoitettu 1920-luvulta alkaen. Systemaattinen lannoituskoetoiminta alkoi 1950-luvun puolivälissä ja on tällä hetkellä laajuutensa puolesta yksi keskeisimmistä metsäntutkimuksen aloista. Tutkimuksia käytännön metsälannoituksista on varsin vähän. Metsäntutkimuslaitos ja Helsingin Yliopiston suometsätieteenlaitos ovat perustaneet joitakin tutkimuskoealoja yksityismetsien ja teollisuusyhtiöiden lannoitusalueille. Teollisuusyhtiöiden käytännön lannoitustulosten seuranta on kuitenkin vähäistä. Tehdaspuu Oy:ssä on aikaisemmin tehty lannoitustutkimus kivennäismaiden osalta (SILVENNOINEN 1978).

Tämän tutkimuksen ensisijaisena tarkoituksena on ollut selvittää Tehdaspuu Oy:n turvemaidella suorittamien lannoitusten vaikutusta puiden paksuuskasvuun. Tutkimuksessa selvitetään myös ojituksen tehokkuuden ja metsikön kuutiomäärän vaikutusta puiden lannoituksen jälkeiseen kasvureaktioon. Tarkoituksena on niin ikään ollut antaa arvio lannoituksen jälkeisestä kuutiokasvunlisäyksestä. Puutteena tämän tutkimuksen kannalta voidaan pitää sitä, ettei tutkimusalueilta löytynyt ojitettuja lannoittamattomia metsiä, joita olisi voitu verrata samanlaisiin lannoitettuihin metsiin. Tämän vuoksi pelkän lannoituksen vaikutusta ei ole voitu selvittää, vaan mukana on myös ojituksen vaikutus.

Tämä metsänhoitotieteen laudaturtyönä hyväksytty tutkimus on tehty Tehdaspuu Oy:n toimeksiannosta ja rahoittamana. Yhtiön puolesta työn ohjaajana on toiminut MH Erkki Manner.

Tietokoneanalyysit on tehty Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastolla. Tutkimuksen suunnittelussa ja aineiston käsittelyssä ovat neuvoja antaneet prof. Eero Paavilainen, FK Riitta Heinonen ja operaattori Airi Piira.

Työn ohjaaja ja valvoja Helsingin yliopistossa on ollut prof. Matti Leikola.

2 TUTKIMUSMENETELMÄ

Lannoittamattomien ojitettujen metsien puuttuessa tutkimusaineistosta, päädyttiin menetelmään, jossa verrataan erilaisten ojitus- ja kuutiomäärävaihtoehtojen vaikutusta puiden lannoituksen jälkeiseen kasvuun. Ojituksen vaikutusta tutkitaan kahdelta eri sarkaleveydeltä ja saran eri osilta otettujen koepuiden avulla. Puuston eri kehitysvaiheiden vaikutusta sädekasvuun tarkastellaan neljässä eri kuutiomääräluokassa. Jotta eri tekijöiden vaikutukset puiden kasvuun olisivat vertailukelpoisia keskenään, tehtiin lannoituksen jälkeiselle sädekasvulle kovarianssikorjaus käyttäen korjaustekijänä lannoitusta edeltänyttä 5 vuoden sädekasvua. Kasvureaktioita on tarkasteltu kahdelta eri kannalta: koko lannoituksen jälkeisen jakson sädekasvua sekä sädekasvun vuotuista kehitystä.

Lannoituksen jälkeisen kuutiokasvunlisäyksen laskemiseen käytettiin erotusmenetelmää. Vuotuiset kuutiokasvut laskettiin lannoituksen jälkeiselle ja sitä edeltäneelle jaksolle, joiden erotuksena saatiin kasvunlisäys.

Mitään erityisiä koealajärjestelyjä ei tehty, vaan ajateltiin, että kasvureaktiot voidaan selvittää riittävän tarkasti pelkästään lannoituskuvioille asetetuilta linjoilta mitattujen koepuiden avulla.

3 TUTKIMUSAINEISTO

3.1 Aineiston keruu

Tutkimusalueena oli Tehdaspuu Oy:n Pohjois-Savon hankinta-alue. Suurin osa vanhoista lannoitetuista ojitusalueista sijaitsi Sonkajärven, Vieremän ja Kiuruveden kunnissa, joista aineisto pääasiassa kerättiin. Tutkimusalue käsitti lähinnä A. Ahlström Osakeyhtiön ja Kymi Kymmene Oy:n tiloja (liite 1).

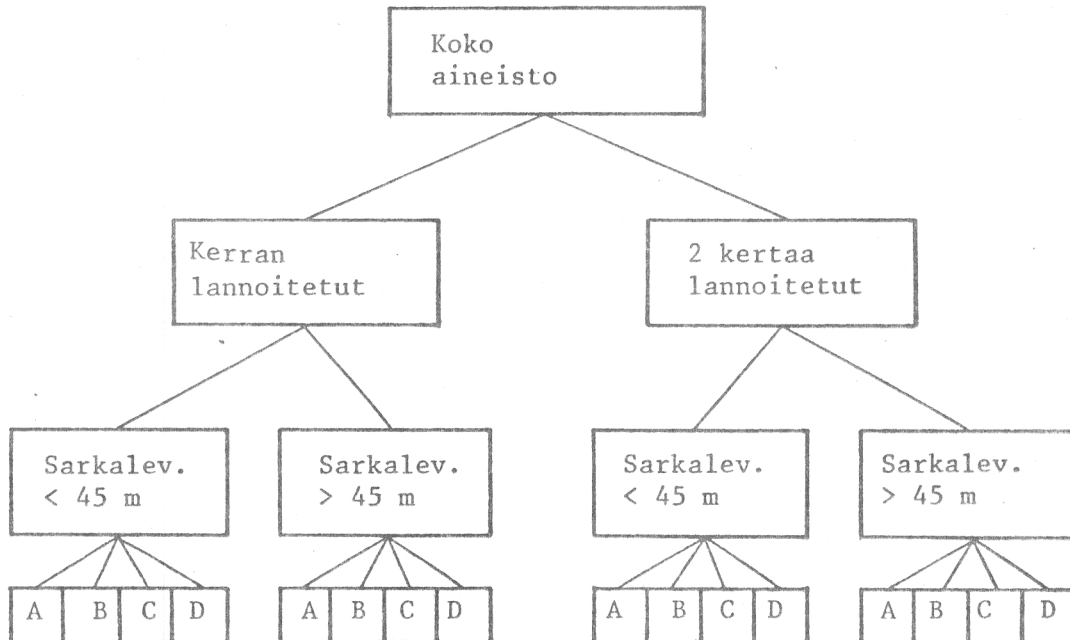
Perusaineistoon, josta tutkimuskohteet valittiin, otettiin kaikki Pohjois-Savon hankinta-alueen ojitetujen rämeiden lannoituskohteet vuodesta 1964 lähtien. Kun näin valitusta perusaineistosta jätettiin pois muutamia viime aikoina hakkuin käsiteltyjä metsiköitä, saatiin tutkimusaineisto, joka käsitti 5 088 ha lannoitettuja rämeitä.

Lannoituskohteet oli merkitty metsätaloussuunnitelmien kartanselityskirjoihin, joista saatiin vuoden 1971 inventoinnin mukaiset metsikkötiedot tiloittain ja kuvioittain. Kuviotiedoista merkittiin muistiin kuvioiden numerot, pinta-alat ja metsikkökohtaiset kuutiomäärät. Lannoituksia koskevat tiedot, kuten lannoitusvuodet ja lannoitelajit ja -määrät, saatiin aluekonttoreilta lannoituskorteista.

Lannoitelajin ja -määrän mukaan aineistoa ei luokiteltu, sillä kaikissa lannoituksissa oli käytetty suometsien PK-lannoitetta 375 kg/ha. Lannoitusajankohdan mukaan aineisto jaettiin kahteen luokkaan: kaksi kertaa ja kerran lannoitettuihin. Edelliset oli lannoitettu ensimmäisen kerran vuosina 1964 - 1966 ja toisen kerran vuonna 1970, jälkimmäisten lannoitusvuosi oli 1970.

Aineisto jaettiin edelleen sarkaleveyden mukaan kahteen luokkaan siten, että toiseen tulivat sarkaleveydeltään alle 45 m:n ja toiseen yli 45 m:n kuviot. Yleisimmin oli käytetty 40 m:n ja 50 m:n sarkaleveyksiä pienimpien leveyksien ollessa 30 ja suurimpien 60 m. Alueilla oli myös jonkin verran sarkaleveydeltään epämääräisiä kuvioita, joilta ei koepuita otettu.

Kun näin lannoitusajankohdan ja sarkaleveyden mukaan luokiteltu aineisto jaettiin vielä metsikkökohtaisten kuutiomäärien mukaan 4 luokkaan, koko aineiston luokittelu oli kuvan 1 mukainen.



Kuva 1. Aineiston luokitus

- A = - 20 m³/ha
 B = 21 - 40 m³/ha
 C = 41 - 60 m³/ha
 D = 61 - m³/ha

Metsikkökohtaiset kuutiomäärät saatiin vuoden 1971 inventointitiedoista, mutta ne eivät olleet kovin tarkkoja. Luokittelu kuutiomäärän mukaan kuvaa kuitenkin metsien kehitysvaihetta. Pienimmässä kuutiomääräluokassa osan metsiköistä voitiin katsoa olevan vielä taimikko- tai riukuasteella. Suurimmissa kuutiomääräluokissa puusto ei ollut vielä lähellä päätehakkuuvaihetta, mutta joitakin metsiköitä voitiin pitää kehitysvaiheeltaan varttuneina kasvatusmetsiköinä.

Alunperin aineisto luokiteltiin myös kasvupaikan mukaan suursararämeisiin ja tupasvilla-isovarpuisiin rämeisiin. Koska tarkkoja suotyyppejä ei kartanselityskirjoihin ollut merkitty (käytettiin merkintää korpi tai räme), oletettiin suursararämeitä olevan 30 % ja loput tupasvilla-

isovarpuisia. Suursararämeitä oli kuitenkin oletettua vähemmän ja vain pienialaisia kohteita löytyi aineiston keruun yhteydessä. Tämän vuoksi kasvupaikkaluokittelu jätettiin pois. Koepuumäärät paremmilta suotyypeiltä olivat niin vähäiset, ettei niiden perusteella ole esitetty erillisiä tuloksia. Myöskään puulajin mukaan ei aineistoa luokiteltu, sillä koepuiksi sattui lähes poikkeuksetta mänty.

3.2 Koealojen ja koepuiden valinta

Lannoitusajankohdan, sarkaleveyden ja kuutiomäärän mukaan aineisto jakaantui 16 luokkaan. Seuraavaksi määrättiin koepuiden lukumäärä kussakin luokassa. Sitä varten oletettiin, että runkoluku olisi keskimäärin n. 1 200 kpl/ha ja että mitattavan vuosiluston paksuuden vaihtelu olisi \pm 60 %. Kun samalla asetettiin 10 %:n tarkkuusvaatimus, saatiin koepuiden määräksi kaikkiaan n. 1 600 kpl. Luokittaiset koepuumäärät laskettiin suhteellista kiintiöintiä käyttäen kunkin luokan edustaman pinta-alaosuuden mukaan. Luokittaiset pinta-alat ja koepuiden lukumäärät on esitetty liitteessä 2 (taulukot 3 ja 4).

Kun koepuiden lukumäärät oli luokittain selvitetty, valittiin kartanselityskirjoista saatujen tietojen ja tilakohtaisista kartoista mitattujen sarkaleveyksien perusteella kutakin luokkaa hyvin edustavat metsiköt, joista koepuut valittiin linjoittaista systemaattista otantaa käyttäen. Mittauslinjat asetettiin kulkemaan kohtisuoraan sarkaojia vastaan käyttäen 40 m:n linjaväliä. Linjoilta otettiin koealoja siten, että yhdeltä saralta otettiin aina kaksi puolikoealaa, jotka sivusivat ojia ja yksi koko koeala saran keskeltä. Näin koealaväli vaihteli sarkaleveyden mukaan. Koealoja otettiin joka toiselta saralta otannan peittävyuden lisäämiseksi.

3.3 Mittaukset

Jokaiselta koealalta mitattiin koepuita siten, että puolikkaalta koealalta otettiin koepuiksi kaksi koealan keskipistettä lähinnä olevaa puuta ja kokonaiselta neljä lähintä puuta. Koepuiksi ei otettu alle 5 m:n puuta. Koepuista määritettiin puulaji, puuluokka (vallitsevat ja vallitut latvuserrokset), mitattiin rinnankorkeusläpimitta (D1,3), läpimitta 6 metrin (yli 7 m:n pituiset pituiset puut) tai 3,5 metrin (alle 7 m:n pituiset puut) korkeudelta, pituus ja 5 viimeisen

vuoden pituuskasvu. Lisäksi rinnankorkeudelta mitattiin kuoren paksuus sekä kairattiin lastu kasvunmittauksia varten. Jokaiselta koealalta mitattiin lisäksi puuston pohjapinta-ala, keskipituus ja turpeen paksuus sekä määritettiin suotyyppejä ja kuivatusteho.

Kairatut lastut talletettiin ja mitattiin seuraavana talvena Hyytiälässä lustomikroskoopin avulla. Jokaisesta lastusta mitattiin sadasosamillimetrin tarkkuudella lannoituksen jälkeinen ja sitä edeltäneen 5-vuotiskauden sädekasvu. Lisäksi aineistosta valittiin systemaattisesti (suurista luokista joka viides, pienistä joka kolmas) lastuja, joista mitattiin sädekasvu jokaiselle vuodelle erikseen.

3.4 Aineiston käsittely

3.4.1 Sädekasvu

Eri ojitus- ja kuutiomäärävaihtoehtojen vaikutusta sädekasvuun tarkasteltiin lannoituksen jälkeisen jakson koko sädekasvun sekä vuosittaisen sädekasvun perusteella. Ennen tarkastelua laskettiin lannoituksen jälkeisille sädekasvuille kovarianssikorjatut arvot. Kovarianssianalyysissä olivat selitettävänä muuttujina sädekasvun summa ja vuosittaiset sädekasvut lannoituksen jälkeen ja selittävänä regressiomuuttujana lannoitusta edeltänyt 5 vuoden sädekasvu. Luokkamuuttujina olivat ojitus ja kuutiomäärä. Tulokset laskettiin erikseen ojan vierestä ja saman keskeltä otetuille koepuille; näin luokkamuuttujille saatiin seuraavat tasot:

Luokkamuuttuja	Taso
Ojitus	1. kapea sarka (< 45 m), ojan vierestä
	2. kapea sarka , saran keskeltä
	3. leveä sarka (> 45 m), ojan vierestä
	4. leveä sarka, saran keskeltä
Kuutiomäärä	1. - 20 m ³ /ha
	2. 21 - 40 "
	3. 41 - 60 "
	4. 60 - "

Jotta tulokset olisivat vertailukelpoiset, eri aikoina lannoitetut metsiköt käsiteltiin erikseen. Kaksi kertaa lannoitettujen metsiköiden ensimmäinen lannoitusvuosi vaihteli (1964 - 1966), joten aineisto jouduttiin jakamaan neljään eri osa-aineistoon. Eri osa-aineistoihin ei tullut koepuita kaikista ojitus- ja kuutiomäärätasoista. Osa-aineistot ja niille sattuneet tasot olivat seuraavat:

Osa-aineisto	Ojitustasot	Kuutiomäärätasot
a) 1970 lannoitetut	1, 2, 3 ja 4	1, 2, 3 ja 4
b) 1964 ja 1970 lannoitetut	1 ja 2	1 ja 2
c) 1965 ja 1970 lannoitetut	3 ja 4	1 ja 2
d) 1966 ja 1970 lannoitetut	1, 2, 3 ja 4	3 ja 4

Kovarianssianalyysissä käytettiin Vtkk:n PINE-kirjasto-ohjelmaa. Käytetty kovarianssimalli oli seuraavan kaltainen:

$$I_{ij} = m + a_i + b_i + Bz_{ij} + E_{ij}$$

jossa

- I = sädekasvu lannoituksen jälkeen
- m = yleiskeskisarvo
- a = luokkamuuttuja (ojitus)
- b = luokkamuuttuja (kuutiomäärä)
- B = regressiokerroin
- z = regressiomuuttuja (sädekasvu ennen lannoitusta)
- E = virhetermi
- i = luokituksen a luokkatunnus

Kovarianssianalyysin perusteella voitiin päätellä oliko eri ojitus- tai kuutiomäärävaihtoehtojen vaikutuksilla eroja lannoituksen jälkeiseen sädekasvureaktioon. Luokkatekijöiden ja regressiotekijän vaikutusta koskevat kovarianssinalyysien F-arvot ja mallin selitysasteet on esitetty liitteessä 4 (taulukot 7 ja 8).

Mikäli tilastollisia eroja ilmeni, jatkoanalyysissä testattiin, minkä ojitus- tai kuutiomääräluokkien välillä erot olivat ja olivatko ko. erot tilastollisesti merkitseviä. Tässä käytettiin Tukeyn testistä kehitettyä Student - Newman - Keulsin testiä, joka on kehitetty monenkertaisia parittaisia vertailuja varten, kun lukumäärät vertailtavissa ryhmissä ovat eri suuret (MÄKINEN 1974 s. 87). Kahden otoskeskiarvon välinen ero on merkitsevä, jos

$$|\bar{x}_i - \bar{x}_j| > D = Q \cdot \sqrt{s^2} \cdot \sqrt{\frac{n_i + n_j}{2n_i n_j}}$$

missä s^2 = virhevariassi

$\left. \begin{matrix} n_i \\ n_j \end{matrix} \right\}$ = vertailtavien luokkien havaintomäärät

Q = taulukkoarvo, joka riippuu luokkien lukumäärästä ja virhevariassin vapausasteista

Ne keskiarvojen erotukset, jotka ovat suurempia kuin D, ovat 5 % riskitasolla merkitseviä.

Ennen analyysien suorittamista aineistosta hylättiin ne koepuut, joiden rinnankorkeudelta kairatusta lastusta ei näkynyt kaikkia vuosilustoja. Koepuita jouduttiin vähentämään pienimmistä kuutiomääräluokista, joissa niitä muutenkin oli paljon, joten havaintojen väheneminen ei liene paljoakaan vaikuttanut tulosten tarkkuuteen. Koepuumäärät, joille tulokset laskettiin, on esitetty eri osa-aineistoille ja luokittain liitteessä 3 (taulukot 5 ja 6).

3.4.2 Kuutiokasvu

Lannoituksen jälkeisen kasvunlisäyksen määrittämiseksi laskettiin aluksi vuotuiset kuutiokasvuprosentit lannoituksen jälkeiselle ja sitä edeltäneelle 5-vuotiskaudelle. Kasvuprosenttien laskemiseksi päädyttiin menetelmään, jossa koepuut aluksi kuutioitiin rinnankorkeusläpimitan mukaan kolmelle ajankohdalle: mittaushetkelle, lannoitushetkelle ja 5 vuotta ennen lannoitusta olleelle hetkelle. Laskenta tapahtui seuraavasti:

- Rinnankorkeusläpimitasta (D1,3) vähennettiin 2 x kuoren paksuus, jolloin saatiin kuoreton läpimitta (d_1)
- Kuorettomasta läpimitasta vähennettiin lannoituksen jälkeisen jakson sädekasvu kerrottuna kahdella, jolloin saatiin läpimitta lannoitushetkellä (d_2)
- Lannoitushetken läpimitasta vähennettiin kaksinkertainen lannoitusta edeltänyt 5-vuotisjakson sädekasvu, jolloin saatiin läpimitta 5 vuotta ennen lannoitusta (d_3)
- Koepuut kuutioitiin LAASASENAHON (1977) esittämällä rinnan- korkeusläpimitaan perustuvalla kuutioimisytälöllä em. kolmen läpimitan mukaan, jolloin saatiin koepuiden kuutio- tilavuudet v_1 , v_2 ja v_3

Tämän jälkeen laskettiin koepuiden vuotuiset kuutiokasvuprosentit lannoituksen jälkeiselle ja sitä edeltäneelle jaksolle kaavoilla (vrt. ILVESSALO 1965, s. 131):

$$pv_1 = \frac{100 \cdot (v_1 - v_2)}{n \cdot v_1} = \text{lannoituksen jälkeinen vuotuinen kuutio- kasvuprosentti}$$

$$pv_2 = \frac{20 \cdot (v_2 - v_3)}{v_2} = \text{lannoitusta edeltänyt vuotuinen kuutio- kasvuprosentti}$$

v_1 = koepuun kuutiutilavuus mittaushetkellä

v_2 = koepuun kuutiutilavuus lannoitushetkellä

v_3 = koepuun kuutiutilavuus 5 vuotta ennen lannoitusta

n = vuosien lukumäärä lannoituksen jälkeen

Sitten laskettiin 16 luokalle (ks. kuva 1) keskimääräiset vuotuiset kuutiokasvuprosentit painottaen koepuiden kasvuprosentteja niiden kuutiutilavuuksilla:

$$P_{v_1} = \frac{\sum (pv_1 \cdot v_1)}{\sum v_1} = \text{lannoituksen jälkeinen vuotuinen kuutio- kasvuprosentti ko. luokassa}$$

$$Pv_2 = \frac{\sum (pv_2 \cdot v_2)}{\sum v_2} = \text{lannoitusta edeltänyt vuotuinen kuutiokasvuprosentti ko. luokassa}$$

Tämän jälkeen oli laskettava määrälliset vuotuiset kuutiokasvut luokittain lannoituksen jälkeiselle ja sitä edeltäneelle jaksolle. Tällöin oletettiin, ettei metsiköiden runkoluvuissa ole tapahtunut muutoksia laskentaa koskevien jaksojen aikana. Määrälliset vuotuiset kuutiokasvut kullekin luokalle saatiin seuraavasti:

$$V_1 = \frac{V_x \cdot Pv_1}{100} = \text{lannoituksen jälkeinen kuutiokasvu m³/ha/v ko. luokassa}$$

$$V_2 = \frac{P_{v2} \cdot (V_x - V_1)}{100} = \text{lannoitusta edeltänyt kuutiokasvu m³/ha/v ko. luokassa}$$

$$V_x = \text{metsikön kuutiomäärä mittaushetkellä ko. luokassa}$$

$$V_1 - V_2 = \text{lannoituksen jälkeinen kasvunlisäys}$$

4 TUTKIMUSTULOKSET

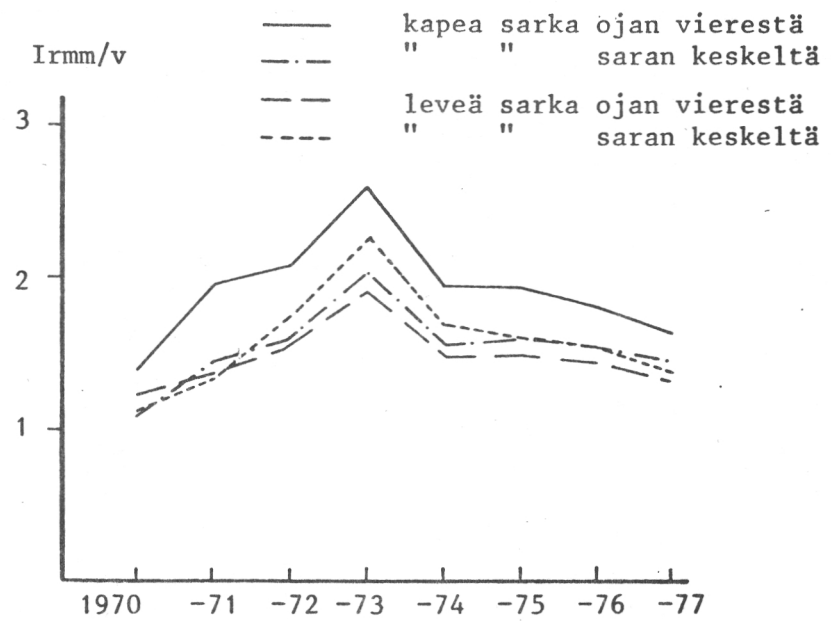
4.1 Sädekasvu

Sädekasvuun perustuvat tulokset esitettiin kullekin osa-aineistolle niin, että ensin piirrettiin sädekasvun vuotuisen kehityksen kuvaajat eri ojitusvaihtoehdoille kussakin kuutiomääräluokassa. Tämän jälkeen esitettiin koko lannoituksen jälkeisen jakson sädekasvureaktiot histogrammakuvioina. Kovarianssilla korjatut sädekasvut on taulukoitu liitteessä 5 (taulukot 9 - 11).

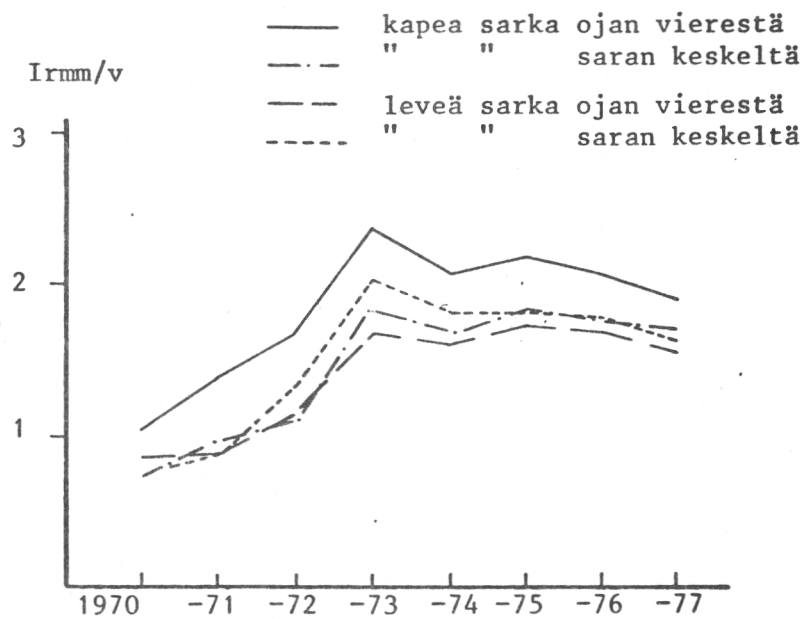
4.1.1 Vuonna 1970 lannoitetut metsiköt

Kovarianssianalyysi osoitti, että sekä ojitus- että kuutiomääräluokkien välillä oli erittäin merkitseviä eroja. Havaittiin, että kapealla saralla puiden sädekasvu oli ojan vierellä merkitsevästi parempi kuin saran keskellä. Leveällä saralla ojan viereiset koepuut olivat niin ikään kasvaneet keskisaran koepuita paremmin, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Vertailtaessa kapeaa ja leveää sarkaa keskenään, oli kapean saran ojan viereisten puiden sädekasvu merkitsevästi suurempi kuin leveän saran ojan vierestä ja saran keskeltä otettujen koepuiden sädekasvut.

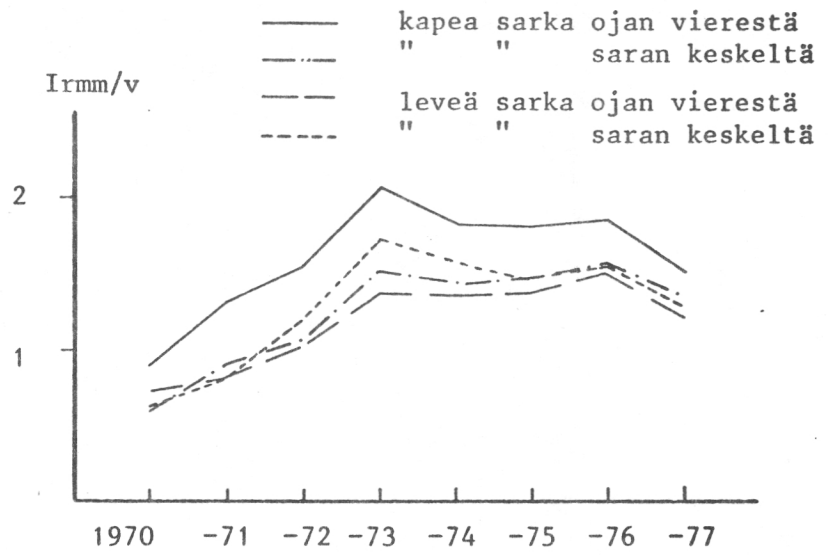
Suurinta sädekasvu oli kuutiomääräluokassa 21 - 40 m³/ha. Kuutiomäärällä ei näytä olleen kovin suurta vaikutusta sädekasvureaktioihin. Ainoastaan luokan 41 - 60 m³/ha reaktio on ollut muita merkitsevästi heikompi. Em. luokan heikkoa kasvutulosta on vaikea selittää. Verrattaessa sitä muista osa-aineistoista saatuihin tuloksiin, joissa kasvureaktio on heikoin suurimmissa kuutiomääräluokissa, poikkeaa tässä aineistossa luokan 61 - m³/ha hyvä tulos yleisestä suunnasta.



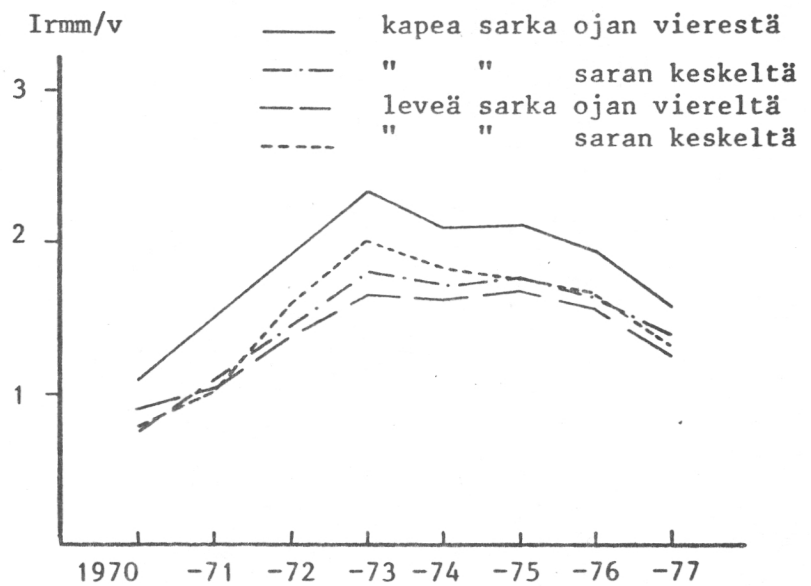
Kuva 2. Puuston vuosittainen sädekasvu kuutiomääräluokassa - 20 m³/ha



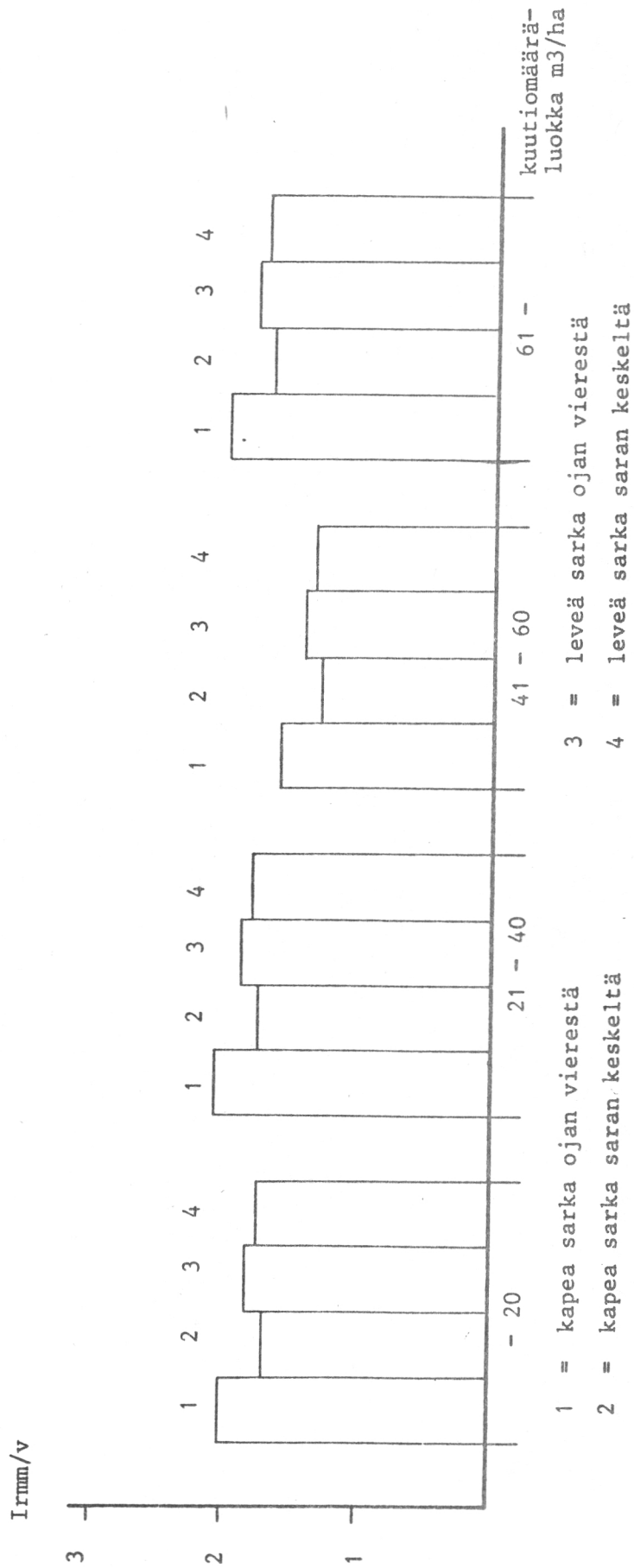
Kuva 3. Puuston vuosittainen sädekasvu kuutiomääräluokassa 21 - 40 m³/ha



Kuva 4. Puuston vuosittainen sädekasvu kuutiomääräluokassa 41 - 60 m³/ha



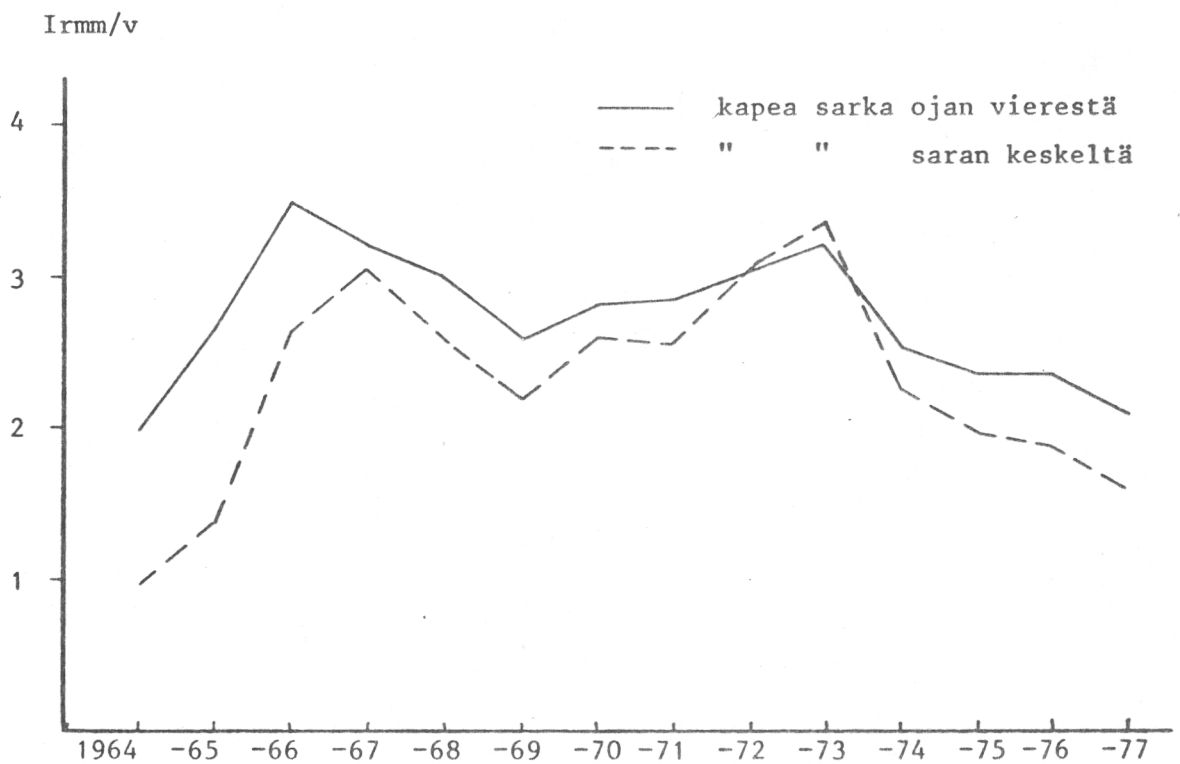
Kuva 5. Puuston vuosittainen sädekasvu kuutiomääräluokassa 61 - m³/ha



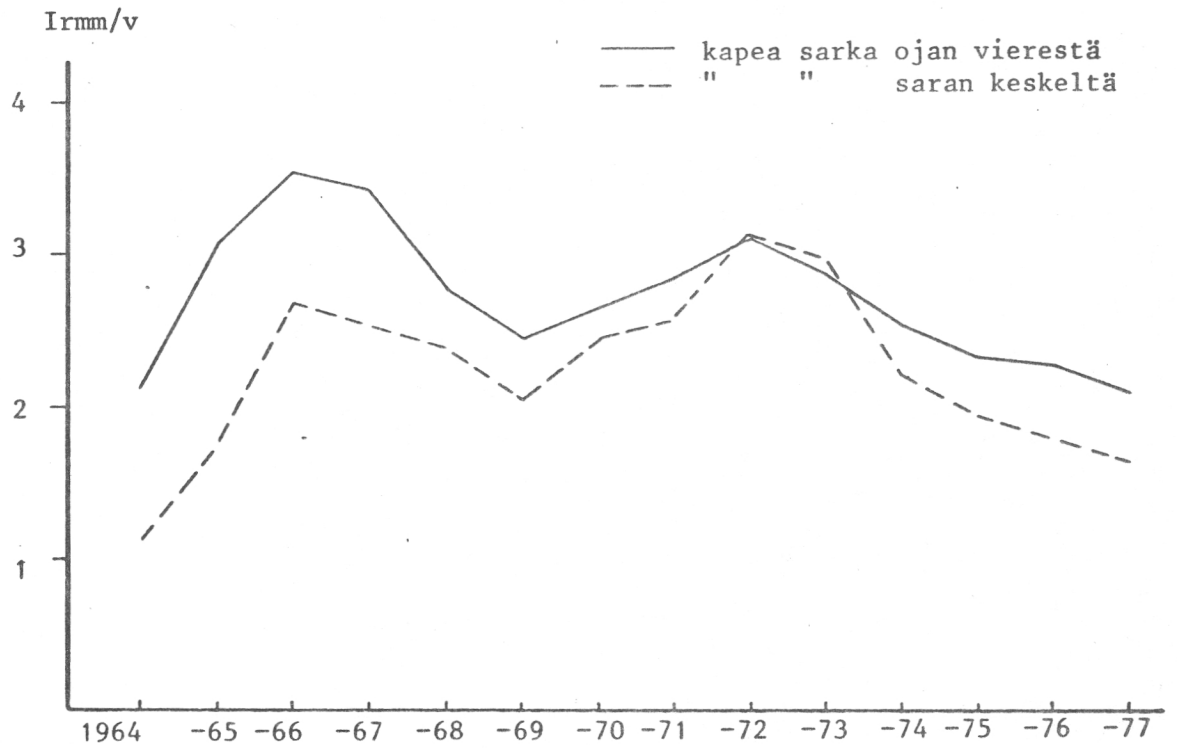
Kuva 6. Puuston sädekasvu eri ojitus- ja kuutiomääräluokissa

4.1.2 Vuosina 1964 ja 1970 lannoitetut metsiköt

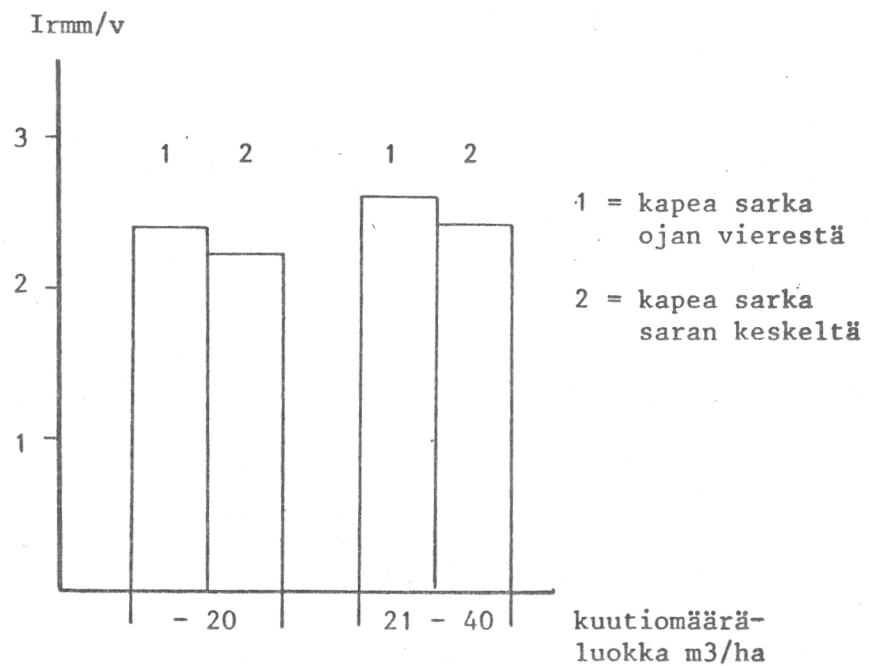
Koepuiden sädekasvu ojan vierellä oli suurempi kuin saran keskellä, mutta ero oli merkitsevä ainoastaan ensimmäisenä lannoitusvuotena (1964). Metsikön kuutiomäärällä ei ollut vaikutusta puiden sädekasvuun. Koepuiden kasvu luokassa 21 - 40 m³/ha oli hieman parempi kuin luokassa - 20 m³/ha.



Kuva 7. Puuston vuosittainen sädekasvu, kuutiomääräluokassa - 20 m³/ha



Kuva 8. Puuston vuosittainen sädekasvu, kuutiomääräluokassa 21 - 40 m³/ha

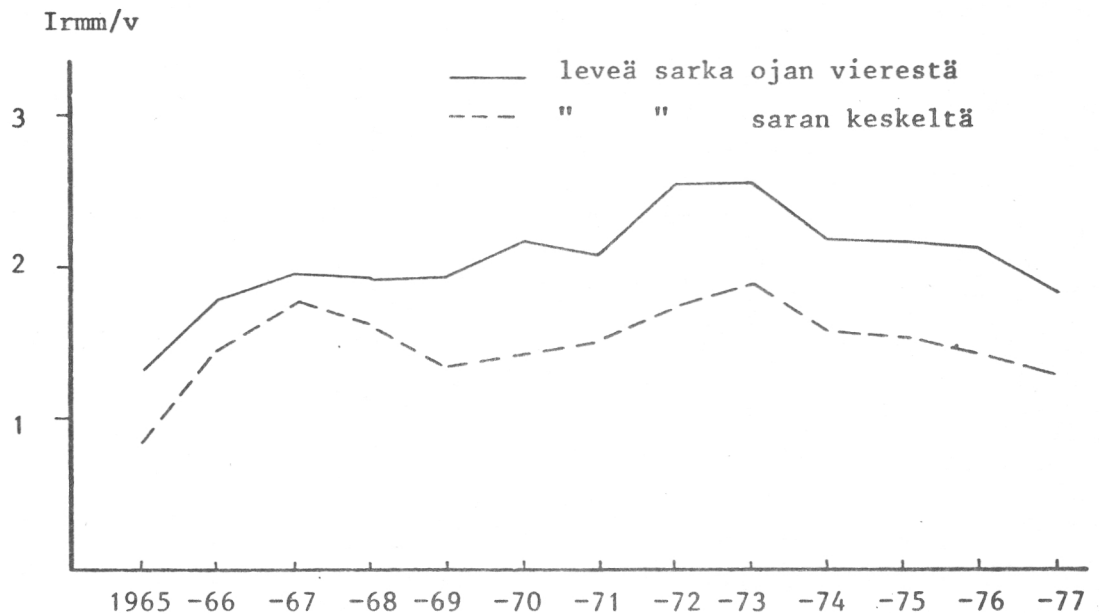


Kuva 9. Puuston sädekasvu eri ojitus- ja kuutiomääräluokissa

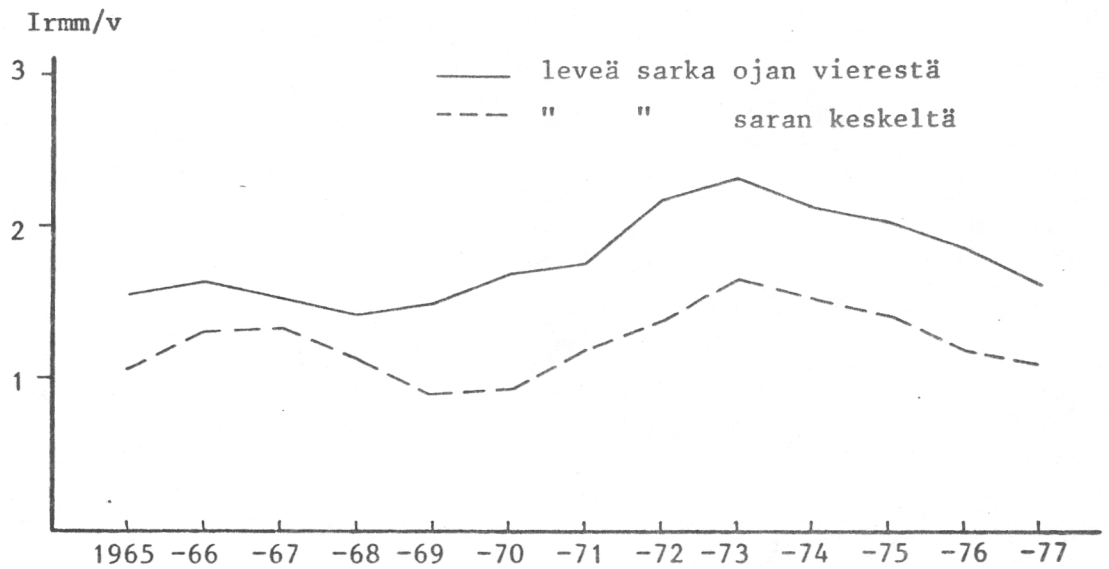
4.1.3 Vuosina 1965 ja 1970 lannoitetut metsiköt

Ojan viereltä otettujen koepuiden sädekasvu oli merkitsevästi suurempi kuin saran keskeltä otettujen. Kuutiomääräluokassa - 20 m³/ha puiden sädekasvu oli merkitsevästi luokkaa 21 - 40 m³/ha parempi.

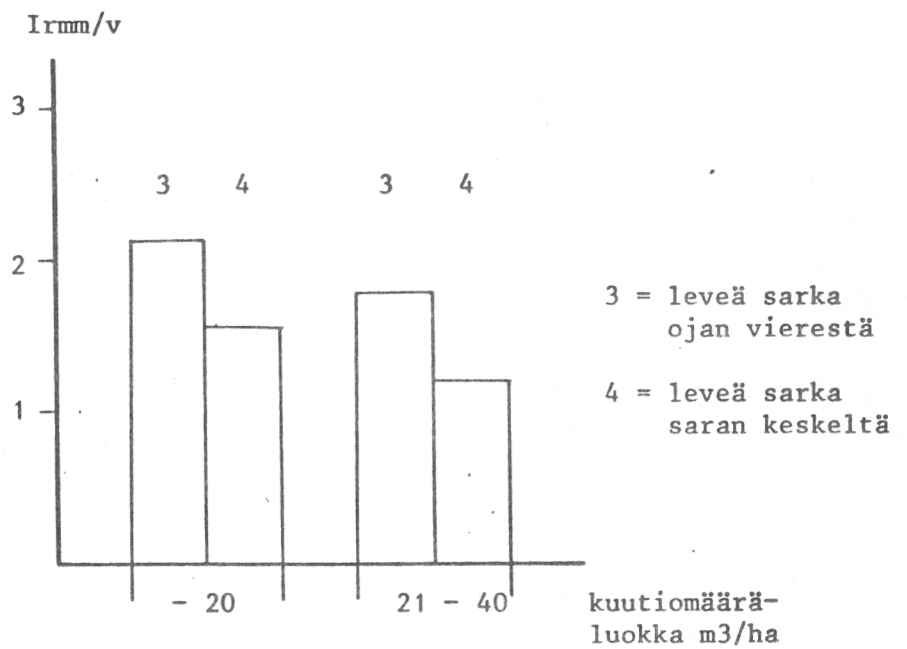
Verrattaessa tässä osa-aineistossa saatuja tuloksia edelliseen (vuosina 1964 ja 1970 lannoitetut), voidaan todeta, että kapeampaa sarkaleveyttä käytettäessä, puiden sädekasvu on ollut parempi kuin leveämpää käytettäessä.



Kuva 10. Puuston vuosittainen sädekasvu, kuutiomääräluokassa - 20 m³/ha



Kuva 11. Puuston vuosittainen sädekasvu, kuutiomääräluokassa 21 - 40 m³/ha

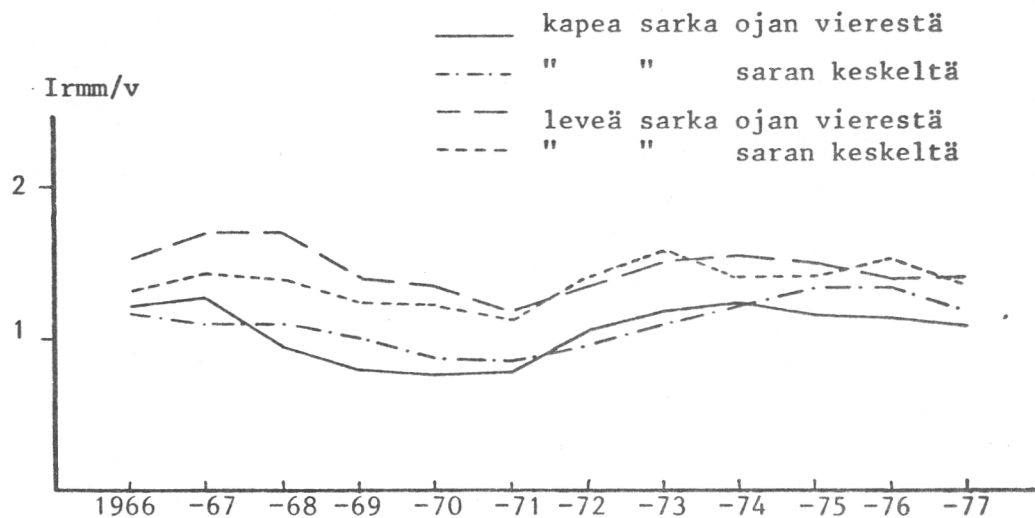


Kuva 12. Puuston sädekasvu eri ojitus- ja kuutiomääräluokissa

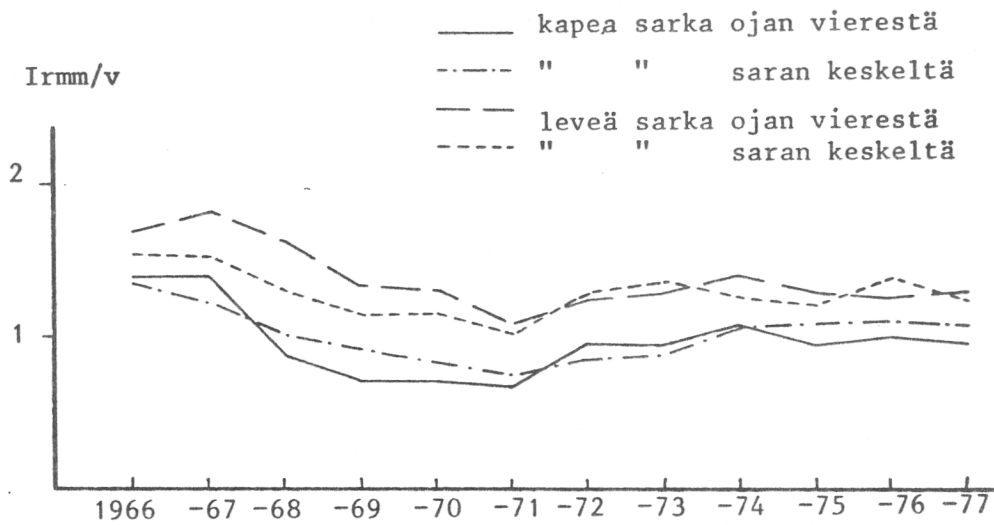
4.1.4 Vuosina 1966 ja 1970 lannoitetut metsiköt

Leveän saran koepuut olivat edellisestä poiketen kasvaneet merkitsevästi paremmin kuin kapean saran. Ojan viereisten ja keskisaran koepuiden kasvussa ei ollut merkitseviä eroja.

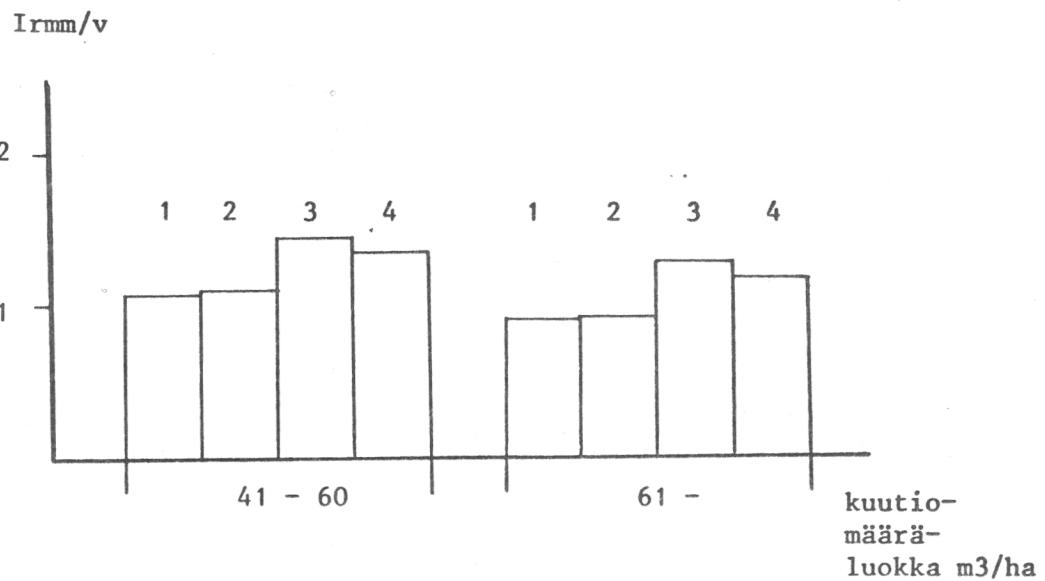
Kuutiomääräluokan 41 - 60 m³/ha puiden sädekasvu oli merkitsevästi parempi kuin luokan 61 - m³/ha. Vertailtaessa kaikkia kaksi kertaa lannoitettuja metsiköitä sädekasvureaktio pieneni kuutiomäärän suuretessa.



Kuva 13. Puuston vuosittainen sädekasvu kuutiomääräluokassa 41 - 60 m³/ha



Kuva 14. Puuston vuosittainen sädekasvu kuutiomääräluokassa 61 - m³/ha



- 1 = kapea sarka ojan vierestä 3 = leveä sarka ojan vierestä
- 2 = kapea sarka saran keskeltä 4 = leveä sarka saran keskeltä

Kuva 15. Puuston sädekasvu eri ojitus- ja kuutiomääräluokissa

4.2 Kuutiokasvu

Kuutiokasvua koskevat tulokset on esitetty taulukoissa 1 ja 2 erikseen kerran ja kaksi kertaa lannoitetuille metsiköille kussakin ojitus- ja kuutiomääräluokassa. Kunkin luokan kasvunlisäykset on sitten kerrottu ko. luokan pinta-alalla ja näin on saatu koko aluetta koskevat tulokset.

Taulukko 1. Kuutiokasvu kerran lannoitetuissa metsiköissä

Sarkalev. < 45 m m ³ /ha	Kasvu m ³ /ha/v		Kasvunlisäys x luokan pinta-ala
	Ennen lannoitusta	Lannoituksen jälkeen	
- 20	0,67	1,57	0,90 x 722,5 = 650,3
21 - 40	0,42	1,76	1,34 x 223,9 = 300,0
41 - 60	1,15	2,27	1,12 x 111,9 = 125,3
61 -	1,33	3,27	1,94 x 30,5 = 59,2
Sarkalev. > 45 m			
- 20	0,99	1,78	0,79 x 865,0 = 683,4
21 - 40	2,48	3,57	1,09 x 178,1 = 194,1
41 - 60	1,24	2,25	1,01 x 86,5 = 87,4
61 -	2,14	3,68	1,54 x 54,5 = 83,9

Yhteensä 2 184 m³/v

$7 \text{ v} \times 2 184 \text{ m}^3/\text{v} = 15 288 \text{ m}^3$; lannoituksen
jälkeinen kasvunlisäys

$2 184 \text{ m}^3/\text{v} / 2 273 \text{ ha} = 0,96 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$; keskimääräinen vuotuinen
kasvunlisäys hehtaarilla

Taulukko 2. Kuutiokasvu kaksi kertaa lannoitetuissa metsiköissä

Sarkalev. < 45 m m ³ /ha	Kasvu m ³ /ha/v		Kasvunlisäys x luokan pinta-ala
	Ennen lannoitusta	Lannoituksen jälkeen	
- 20	0,13	1,40	1,27 x 885,3 = 1 124,3
21 - 40	0,11	2,46	2,35 x 45,8 = 107,6
41 - 60	2,27	2,92	0,65 x 61,1 = 39,7
61 -	3,19	2,98	-
Sarkalev. > 45 m			
- 20	0,33	1,49	1,16 x 1 261,8 = 1 463,7
21 - 40	0,80	2,27	1,47 x 290,0 = 426,3
41 - 60	2,21	3,66	1,46 x 173,0 = 252,6
61 -	2,47	3,04	0,57 x 76,4 = 43,5

Yhteensä 3 458 m³/v

Kapean saran suurimmassa kuutiomääräluokassa ei ollut kasvunlisäystä ja se jätettiin pois laskelmista.

12 vuoden vaikutusaikaa käytettäessä kokonaisluvuksi saadaan:

$$12 \text{ v} \times 3 \, 458 \text{ m}^3/\text{v} = 41 \, 496 \text{ m}^3$$

$3 \, 458 \text{ m}^3/\text{v} / 2 \, 793 \text{ ha} = 1,24 \text{ m}^3/\text{ha}$; keskimääräinen vuotuinen kasvunlisäys hehtaarilla

5 TULOSTEN TARKASTELU

Ojituksen vaikutus tulee parhaiten esille, kun tarkastellaan ojan viereisten ja keskisaran koepuiden kasvureaktioita lannoituksen jälkeen. Ojan viereiset koepuut olivat lähes kaikissa tapauksissa kasvaneet keskisaran koepuita paremmin. Vuonna 1970 sekä vuosina 1965 ja 1970 lannoitettujen metsiköiden kasvuerot olivat tilastollisesti merkitseviä. HEIKURISEN (1959, s. 185 - 189) mukaan ojan reunasta otettujen koepuiden kasvu on parempi kuin keskisaran koepuiden ja ero on sitä suurempi mitä leveämmästä sarasta on kysymys. Tarkasteltaessa v. 1970 lannoitettuja metsiköitä, joissa kaikki ojitusvaihtoehdot ovat mukana, tulos ei näytä aivan samanlaiselta. Leveän saran ojan viereisten ja keskisaran koepuiden kasvussa ei ole yhtä suurta eroa kuin kapean saran koepuilla.

Sarkaleveydellä ei yleensäkään näytä olleen selvää vaikutusta puuston kasvureaktioihin. Eri sarkaleveyksiä on voitu vertailla kahdessa osaineistossa, joissa on yli puolet koko aineiston koepuista. Vuonna 1970 lannoitetuissa metsiköissä kapean saran ojan viereiset koepuut ovat kasvaneet merkitsevästi paremmin kuin leveän saran koepuut, mutta saran keskeltä otettujen koepuiden kasvuissa ei ollut eroja. Vuonna 1966 ja 1970 lannoitetuissa metsiköissä, joissa koepuumäärä tosin on vähäinen, leveällä saralla koepuiden kasvu on ollut merkitsevästi parempaa kuin kapealla saralla. Osasyynä siihen, ettei sarkaleveyden vaikutus tullut paremmin esille, voi olla se, että aineisto on luokiteltu vain kahteen sarkaleveysluokkaan (< 45 m ja > 45 m), joiden ero on keskimäärin 10 m. Monissa tutkimuksissa, joissa sarkaleveys on vaihdellut suuremmissa rajoissa, on todettu, että puiden kasvu on varsin suoraan riippuvainen sarkaleveydestä: mitä kapeampaa sarkaa on käytetty, sitä parempaa on kasvu ollut (esim. PAAVILAINEN 1969 ja 1975, HEIKURAINEN ja LAINE 1976). Toisaalta SEPPÄLÄN (1972) ja myös HEIKURAISEN (1980) mukaan sarkaleveyden vaikutus on melko vähäinen. Mikäli sarkaleveys on vaihdellut rajoissa 35 - 55 m., ovat sitä paremmiksi puuston kasvun selittäjiksi osoittautuneet muut tekijät, kuten pohjaveden syvyys sekä ojan syvyys ja kunto (HEIKURAINEN 1980).

Eri kuutiomääräluokkien välillä eri osa-aineistoissa ei havaittu kovinkaan selviä eroja puiden kasvussa. Luokassa 21 - 40 m³/ha tulos on muita hieman parempi. Tämä johtunee siitä, että puuston neulasto ja juuristo ovat tässä vaiheessa kehittyneet riittävästi ja täten kyky hyötyä annetuista ravinteista on parempi kuin aikaisemmassa kehitysvaiheessa (luokka - 20 m³/ha). Lukuun ottamatta 1970 lannoitetuissa metsiköissä luokan 60 - m³/ha hyvää tulosta, sädekasvureaktio pieneni siirryttäessä suuriin kuutiomääräluokkiin. Vuosina 1966 ja 1970 lannoitetuissa vanhimmissa puustoissa lannoituksen jälkeinen sädekasvureaktio oli vähäinen. Syinä huonoihin reaktioihin lienee puiden yli-ikäisyys ja se, että kasvun taso tässä vaiheessa oli luonnostaan jo taantuvaa.

Sädekasvun vuotuinen reaktio on suurimmillaan 3 - 4 vuotta lannoituksen jälkeen. WESTMANIN (1975) mukaan lannoitusreaktioon vaikuttaa männyllä neulasten kiertoaika, joka on sangen lyhyt (3 - 4 v). Lannoituksen vaikutuksesta männyn kehittämä neulasmassa toimii puun hyväksi niin, että kasvu kulminoituu 3 - 4 vuoden kuluttua lannoituksesta.

Lannoittamattomien vertailumetsien puuttuessa on lannoitusreaktion kestoaikaa vaikea tulkita. Kerran lannoitetuissa metsiköissä sädekasvun taso on ollut vielä v. 1977 korkeampi kuin lannoitusvuotena (kuvat 2 - 5). Kahdesti lannoitetuissa (lukuun ottamatta vuosina 1966 ja 1970 lannoitettuja) sädekasvun taso on ollut ennen uusintalannoitusta (v. 1970) korkeampi kuin 1. lannoitusvuotena (kuvat 7, 8, 10 ja 11). VUOKILA (1962, s. 13) on todennut, että männyn sädekasvu saavuttaa huippunsa nuorella iällä (n. 10 - 15 v) kääntyen tämän jälkeen aluksi jyrkästi laskuun. Tämän mukaan tutkimusaineiston puusto on ohittanut luontaisen maksimin sädekasvussa ja kasvu on taantuvaa. Kun ojituksen vaikutuksesta sädekasvu saavuttaa huippunsa isovarpuisilla rämeillä 10 - 20 vuotta ojituksen jälkeen (SEPPÄLÄ 1969, s. 67), voidaan olettaa, että nimenomaan lannoituksen vaikutus näkyy sädekasvussa koko kertalannoituksen jälkeisen ajan (5 - 7 vuotta). Tutkimusaineiston ojitusalueet olivat 9 - 21 vuotta vanhoja. Lannoitusvaikutuksen kesto aika jää vähä-ravinteisilla rämeillä alle 10 vuoteen, jolloin typen puute tulee kasvua rajoittavaksi tekijäksi (IPATIEV ja PAAVILAINEN 1975, PAAVILAINEN 1977).

Uusintalannoitus oli kaikissa tapauksissa lisännyt sädekasvua. Kasvureaktio on vähentynyt niin, että se on laskenut 5 - 7 vuoden kuluttua lannoituksesta alle uusintalannoitusvuonna olleen tason. Tämän tutkimuksen puitteissa ei kuitenkaan voida sanoa, kuinka merkittävä uusintalannoituksen vaikutus on ollut. Molemmilla lannoituskerroilla on käytetty pelkkää PK-lannoitusta. PAAVILAINEN (1977) on todennut, että jatkolannoitusvaiheessa on typen puute ilmeinen vähä-ravinteisilla rämeillä ja että pelkkä PK-lannoitus voi entisestään lisätä typen tarvetta. Ojituksen vanhetessa ja puuston kasvun parantuessa typen käyttö lisääntyy, vaikka typpi ei olisikaan puiden kasvua rajoittava minimitekijä, saattaa sen lisääminen parantaa kasvua. Näin typen puute voi osaltaan selittää muutamien tässä aineistossa olleiden runsaspuustoisimpien metsiköiden heikkoa kasvureaktiota.

Lannoituksen jälkeinen kasvu on ollut erittäin merkitsevästi riippuvainen ennen lannoitusta olleesta 5 vuoden sädekasvusta (ks. taulukko 7). Kasvun taso ennen lannoitusta vaikuttaa lannoitusreaktioon siten, että mitä paremmin metsikkö on kasvanut ennen lannoitusta, sitä paremmin se myös lisää kasvuaan lannoituksen ansiosta (KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ 1973, s. 204).

Kuutiokasvun osalta tulokset ovat vain suuntaa antavia. Epävarmuutta aiheuttaa ensinnäkin se, että puiden kuutiointi on suoritettu pelkän rinnankorkeusläpimitan perusteella. LAASASENAHON (1977) mukaan yhteen tunnuksen (D1,3) perustuvan männyn kuutioimisyyhtälön suhteellinen jäännöshajonta on 18,4 %. Tulosten yliarvioon voi johtaa se, että lannoitusreaktio keskittyykin männyllä enemmän rungon tyviosaan.

Epäluotettavuutta lisää myös epävarmuus lannoitusvaikutuksen kestoajasta. Laskennassa on käytetty kerran lannoitetuissa 7 vuotta eli koko lannoituksen jälkeistä jaksoa ja kaksi kertaa lannoitetuissa 12 vuotta.

Laskentamenetelmästä aiheutuvia virheitä pienentää se, että ne ovat ainakin osittain samansuuntaisia ennen lannoitusta olleessa ja lannoituksen jälkeisessä kasvussa ja kun on kysymys erotusmenetelmästä, virheet osittain kompensoituvat.

Lannoituksen jälkeinen kuutiokasvulisäys ei ole ollut kovin suuri. Pienille suopuustoille ensimmäisen lannoituksen voi katsoa olevankin kasvua elvyttävä peruslannoitus, eikä heikosta lähtötilanteesta voi odottaakaan kovin suuria tuloksia. Kasvunlisäys näyttää nousevan kerran lannoitetuissa puustoissa metsikön kuutiomäärän lisääntyessä. Kaksi kertaa lannoitetuissa kasvun lisäys nousee puuston kuutiomäärän lisääntyessä 40 - 60 m³/ha:iin, mutta huonosti lannoitukseen reagoineissa vanhemmissa puustoissa (64 - m³/ha) kasvunlisäys on vähäinen. Lannoituksella aikaansaatava kasvunlisäys on sitä parempi mitä suurempi on kuutiomäärä aina 60 - 70 m³/ha:iin saakka (KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ 1973, s. 202).

KIRJALLISUUS

- HEIKURAINEN, L 1959 Tutkimuksia metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta. Acta For. Fenn 69.1.
- HEIKURAINEN, L 1980 Kuivatuksen tila ja puusto 20 vuotta vanhoilla ojitusalueilla. Acta For. Fenn. 167.
- HEIKURAINEN, L
LAINE, J Lannoituksen, kuivatuksen ja lämpöolojen vaikutus istutus- ja luonnontaimistojen kehitykseen rämeillä. Acta For. Fenn. 150.
- ILVESSALO, Y 1965 Metsänarvioiminen. Porvoo. WSOY.
- IPATIEV, V 1975 Lannoituksen vaikutuksen kesto aika vanhassa tupasvillarämeen männikössä. Folia For. 241.
- PAAVILAINEN, E
- KELTIKANGAS, M 1973 Metsänlannoituksen edullisuuden vaihtelu. Silva Fennica 7.
- SEPPÄLÄ, K
- LAASASENAHO, J 1977 Puun kuutiointitavat ja koepuutuotannon sekä puuston kuutiomäärän ja puutavara-
lajiosuuksien laskennan perusteita. Konekirjoite. Metsäntutkimuslaitos metsänarvioimisen tutkimusosasto 19.4.1977.
- MÄKINEN, Y 1974 Tilastotiedettä biologeille. Tilastotieteen ja tietojenkäsittelyn alkeet. 3. painos. SYNAPSI r.y:n kurssimoniste. Turun Yliopisto.
- PAAVILAINEN, E 1969 Sarkaleveyden vaikutus rämemännikön kasvuun Liesnevan koeojitusalueella. Suo 20.6.

Liite 2

Taulukot 3 - 4 Tutkittavan aineiston pinta-ala ja koepuiden jakaantuminen eri luokkiin

Taulukko 3 Kerran lannoitetut metsiköt

m3/ha	Sarkaleveys, m			
	< 45 m		> 45 m	
	pinta-ala ha	koepuita kpl	pinta-ala ha	koepuita kpl
- 20	722,5	227	865,0	272
21 - 40	223,9	70	178,1	56
41 - 60	111,9	35	86,5	27
61 -	30,5	10	54,5	17

Taulukko 4 Kaksi kertaa lannoitetut metsiköt

m3/ha	Sarkaleveys, m			
	< 45 m		> 45 m	
	pinta-ala ha	koepuita kpl	pinta-ala ha	koepuita kpl
- 20	885,3	278	1 261,8	397
21 - 40	45,8	14	290,0	91
41 - 60	61,1	19	173,0	54
61 -	25,5	8	76,4	24

Tutkimusalueen kokonaispinta-ala 5 088 ha

Koepuita yhteensä 1 600 kpl

Liite 3

Taulukko 5.

Koepuiden jakaantuminen luokittain, kokonais-
sädekasvuun perustuvat laskelmat

Lannoitus- ajankohta	Ojitus				Kuutiomäärä				Yht.
	Sarkalev. < 45 m		Sarkalev. > 45 m		- 20	21- 40	41- 60	61 -	
	oja	sarka	oja	sarka					
1970	170	168	130	147	367	128	61	59	615
1964 ja 1970	64	72	-	-	104	32	-	-	136
1965 ja 1970	-	-	138	192	240	90	-	-	330
1966 ja 1970	24	24	33	45	-	-	87	39	126

Koepuita yhteensä 1 207 kpl

Taulukko 6.

Koepuiden jakaantuminen luokittain, vuotuisen
sädekasvuun perustuvat laskelmat

Lannoitus- ajankohta	Ojitus				Kuutiomäärä				Yht.
	Sarkalev. < 45 m		Sarkalev. > 45 m		- 20	21- 40	41- 60	- 61	
	oja	sarka	oja	sarka					
1970	45	37	31	35	72	34	22	20	148
1964 ja 1970	15	15	-	-	21	9	-	-	30
1965 ja 1970	-	-	26	38	42	22	-	-	64
1966 ja 1970	10	8	15	13	-	-	31	15	46

Koepuita yhteensä 288 kpl

Koepuiden jakaantuminen on esitetty erikseen ojitusluokille ja erikseen kuutiomääräluokille.

Taulukko 8. Vuotuiseen sädekasvuun perustuva analyysi

Vuosi	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	Lannoitus- ajankohta
	F-arvot														
Vaihtelun lähde															
Ojitus							3,74 ¹⁾	5,68 ³⁾	3,07 ¹⁾	2,85 ¹⁾	2,45	2,40	2,19	1,89	
Kuutiom.							8,74 ³⁾	6,33 ³⁾	3,07 ¹⁾	1,23	0,59	1,25	0,96	1,99	1970
Regr.tekijä							98,22 ³⁾	52,71 ³⁾	22,94 ³⁾	19,73 ³⁾	15,28 ³⁾	17,50 ³⁾	23,10 ³⁾	18,94 ³⁾	
100 · R ²							63,4	48,4	30,5	26,2	19,7	21,5	24,6	23,2	
Ojitus	13,88 ³⁾	10,61 ³⁾	3,49	1,88	1,24	1,25	0,24	0,31	0,00	0,08	0,68	1,35	2,30	3,67	1970
Kuutiom.	0,24	0,62	0,01	0,26	0,25	0,11	0,10	0,00	0,02	0,44	0,00	0,01	0,04	0,01	ja
Regr.tekijä	18,30 ³⁾	3,09	0,71	3,62	4,16	7,68 ¹⁾	4,43 ¹⁾	2,34	1,72	1,44	5,22 ¹⁾	2,00	2,25	2,07	1964
100 · R ²	57,6	35,2	14,6	22,5	22,4	30,4	19,1	10,7	6,6	9,8	21,2	16,7	17,6	19,5	
Ojitus							10,48 ²⁾	5,98 ¹⁾	9,65 ²⁾	6,88 ¹⁾	6,90 ¹⁾	8,76 ²⁾	12,97 ³⁾	9,86 ²⁾	1970
Kuutiom.							4,13 ¹⁾	1,73	1,67	0,73	0,04	0,26	1,38	1,43	ja
Regr.tekijä							35,33 ³⁾	10,51 ²⁾	7,93 ²⁾	0,00	0,20	1,05	1,02	0,24	1965
100 · R ²							59,1	23,0	17,5	17,8	13,0	18,3	24,3	18,6	
Ojitus							4,28 ¹⁾	3,10 ¹⁾	1,82	1,93	0,87	0,97	1,10	1,58	1970
Kuutiom.							10,76 ²⁾	5,66 ¹⁾	0,56	1,85	0,83	1,90	1,03	0,86	ja
Regr.tekijä							7,24 ¹⁾	15,42 ³⁾	12,87 ³⁾	8,07 ²⁾	4,04	4,53 ¹⁾	5,51 ¹⁾	4,07	1966
100 · R ²							42,1	37,5	44,9	33,3	23,8	23,6	20,0	24,2	

1) melkein merkitsevä

2) merkitsevä

3) erittäin merkitsevä

Taulukko 11. Kuvat 6, 9, 12 ja 15 taulukoituina. Puuston sädekasvu, mm/v eri ojitus- ja kuutiomääräluokissa

Ojitus	Kuutiomäärä				Lannoitus
	- 20	21 - 40	41 - 60	61 -	
Kapea sarka					1970
ojan vierestä	2,02	2,07	1,61	2,00	
saran keskeltä	1,70	1,75	1,29	1,68	
Leveä sarka					
ojan vierestä	1,83	1,88	1,42	1,81	1970 ja 1964
saran keskeltä	1,75	1,80	1,34	1,73	
Kapea sarka					
ojan vierestä	2,40	2,61			
saran keskeltä	2,22	2,43			
Leveä sarka					1970 ja 1965
ojan vierestä	2,12	1,78			
saran keskeltä	1,55	1,20			
Kapea sarka					
ojan vierestä			1,08	0,90	1970 ja 1966
saran keskeltä			1,10	0,92	
Leveä sarka					
ojan vierestä			1,46	1,28	
saran keskeltä			1,35	1,18	

