

ACTA FORESTALIA FENNICA

Vol. 126, 1972

Kaivuriurakoitsijain välinen kilpailu ja metsäojan hin-
nan alueellinen vaihtelu

*Competition among tractor-digger contractors and regional
variation of forest drain prices*

Matti Palo



SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA

Suomen Metsätieteellisen Seuran julkaisusarjat

ACTA FORESTALIA FENNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä tieteellisiä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin niteinä, joista kukin käsittää yhden tutkimuksen.

SILVA FENNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä kirjoitelmia ja lyhyehköjä tutkimuksia. Ilmestyy neljästi vuodessa.

Tilaukset ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan Seuran toimistoon, Unioninkatu 40 B, 00170 Helsinki 17.

Publications of the Society of Forestry in Finland

ACTA FORESTALIA FENNICA. Contains scientific treatises mainly dealing with Finnish forestry and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, contain one treatise each.

SILVA FENNICA. Contains essays and short investigations mainly on Finnish forestry and its foundations. Published four times annually.

Orders for back issues of the publications of the Society, subscriptions, and exchange inquiries can be addressed to the office: Unioninkatu 40 B, 00170 Helsinki 17, Finland.

**KAIVURIURAKOITSIJAIN VÄLINEN KILPAILU
JA METSÄOJAN HINNAN ALUEELLINEN
VAIHTELU**

SUMMARY

*COMPETITION AMONG TRACTOR-DIGGER CONTRACTORS
AND REGIONAL VARIATION OF FOREST DRAIN
PRICES*

MATTI PALO

0-100-128-429 7821

HELSINKI 1972

*Omitettu isoisäni
JOSUA LEPISTÖN
muistolle. Hän kaivoi
99 dinnuotenaan
monia ojaa suolle ilman
kivien apua.*

KAIVURIURAKOITSLAIN VÄLISEN KIRJALLI-
SUOMEN METSÄTALOUSSEURAN JULKAISUSARJAT
JA METSÄTALON HINNAN ALUEELLISEN
VAIHTELUN
SUMMARY

ACTA FORESTALIA FINNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä tieteellisiä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin aineita, joista kukin käsittää yhden tutkimuksen.
SILVA FINNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä tieteellisiä tutkimuksia. Ilmestyy neljä kertaa vuodessa.
AND REGIONAL VARIATION OF FOREST PRICES
Tilaukset ja julkaisut kassaan toimitetaan Seuran toimistoon, Unioninkatu 40 B, 00170 Helsinki 17.

MATTI PALO

Publications of the Society of Forestry in Finland

ACTA FORESTALIA FINNICA. Contains scientific treatises mainly dealing with Finnish forestry and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, contain one treatise each.

SILVA FINNICA. Contains essays and short investigations mainly on Finnish forestry and its foundations. Published four times annually.

Orders for back issues of the publications of the Society, subscriptions, and exchange inquiries can be addressed to the office: Unioninkatu 40 B, 00170 Helsinki 17, Finland.

ISBN 951-651-001-9

Suomalaisen Kirjallisuuden Kirjapaino Oy Helsinki 1973

ALEUSANAT

Metsäalan käytännön teitävistä toimia aikanaan pisinpäin metsäojituksen suunnitelmityössä. Myöhemmin keskustelut suometestensa kanssa ovat silloin tällöin olleet kalvuriurakoitsijoita. Virike tämän suuntaisen tutkimuksen suorittamisesta syntyi viime kädessä keväällä 1971 keskustellessani alhepiiristä Keskusmetsäntutkusta Tapian Kokon metsäparannuspiirissä.

Tämä tutkimus on mielestäni tutkimuspoliittisesti kiinnostava sikäli, että tutkimusta varten ei kehitetty erillistä välineistöä, vaan analyysit suoritettiin Tapian valmiilla välineillä hyväksikäyttämällä. Tämä luonnollisesti rajoitti muuttajien valintaa, mutta nopeutti työtä ja alensi tuntuvasti kustannuksia. Jos näin menetellen onnistutään luottamaan edes jonkin verran hyödyllisiä tuloksia, nousee tutkimuksen hyöty/kustannus - suhde helposti korkeaksi. Uskon, että tämän tapainen

tutkimus on muokkajien tutkimusresurssien tarkoituksenmukaista käyttöä ja että vastaavia mahdollisuuksia on etenkin metsäkonominen tutkijoille edelleen olemassa.

Keskustelusta kritisoivat seuraavat henkilöt: HANNU VALIANTO, LAURI VALTA, RISTO SEPPÄLÄ, KUUTTI SEPPÄLÄ, MATTI NYKANEN, VEIKKO JÄRVELÄINEN, HEIKKI JUHAN JA MATTI AIDOLAHTI. Pöytäkirja-laskentatyöstä hoiti ANTTERI NÄKINEN, MAINA-LIISA SOYDEN JA KATARINA SALO pitivät luvut. JAMES CUNNINGHAM tarkasti englannin kielen. Kirjassa nimettyjä ja kaikkia muita henkilöitä, jotka edistivät tämän tutkimuksen syntymistä.

Helsingissä lokakuussa 1972

Matti Palo

*Omistettu isoisäni
JOSUA LEPISTÖN
muistolle. Hän kaivoi
99 elinvuotenaan
monta ojaa suolle ilman
kaivurin apua.*

1. METSÄ ALKUSANAT KEHITYS

Metsäalan käytännön tehtävistä toimin aikanaan pisimpään metsäojituksen suunnittelutyössä. Myöhemmin keskustelut »suomiesten» kanssa ovat silloin tällöin sivunneet kaivuriurakoitsijoita. Virike tämän suuntaisen tutkimuksen suorittamisesta syntyi viime kädessä keväällä 1971 keskustellessani aihepiiristä Keskusmetsälautakunta Tapion Kokolan metsänparannuspiirissä.

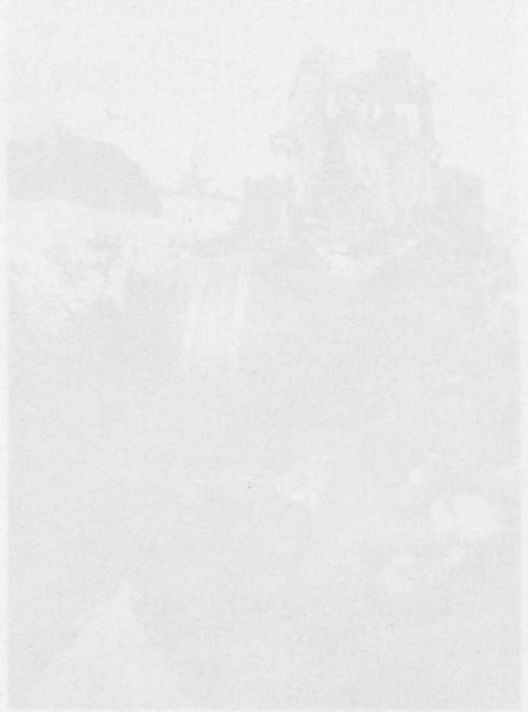
Tämä tutkimus on mielestäni tutkimuspoliittisesti kiinnostava sikäli, että tutkimusta varten ei kerätty erillistä aineistoa, vaan analyysit suoritettiin Tapion valmiita tilastoja hyväksikäyttäen. Tämä luonnollisesti rajoitti muuttujien valintaa, mutta nopeutti työtä ja alensi tuntuvasti kustannuksia. Jos näin menetellen onnistutaan tuottamaan edes jonkin verran »hyödyllisiä» tuloksia, nousee tutkimuksen »hyöty/kustannus - suhde» helposti korkeaksi. Uskon, että tämän tapainen

tutkimus on niukkojen tutkimusresurssien tarkoituksenmukaista käyttöä ja että vastavia mahdollisuuksia on etenkin metsäekonomin tutkijoille edelleen olemassa.

Käsikirjoitusta kritikoivat seuraavat henkilöt: HANNU VÄLIAHO, LAURI VAARA, RISTO SEPPÄLÄ, KUSTI SEPPÄLÄ, MATTI NISKANEN, VELI-PEKKA JÄRVELÄINEN, HEIKKI JUSLIN ja MATTI AITOLAHTI. Pääosan laskentatyöstä hoiti ANTERO MÄKINEN. MAIJA-LIISA SOVERI ja KATARINA SALO piirsivät kuvat. JAMES CUNNINGHAM tarkasti englannin kielen. Kiitän tässä nimettyjä ja kaikkia muita henkilöitä, jotka edistivät tämän tutkimuksen syntymistä.

Helsingissä lokakuussa 1972

Matti Palo



T SISÄLTÖ

1. Metsäojituksen kehitys	7
2. Tutkimusongelma	9
3. Teoreettinen viitekehys	12
31. Hintamallit	12
32. Taloudellisen kilpailun teoria	12
321. Kilpailun käsite	12
322. Eri kilpailuolosuhteet	13
323. Täydellisen kilpailun malli	13
4. Kaivuriojan hinnan alueellisen vaihtelun selityskokeilu	16
41. Kaivurityön kysyntä ja tarjonta	16
42. Hypoteesit	18
43. Aineisto	20
44. Korrelaatioanalyysi	22
45. Regressioanalyysi	23
451. Vuoden 1967 aineisto	23
452. Vuoden 1970 aineisto	25
453. Vuoden 1971 aineisto	27
454. Selitysvirheanalyysi	29
5. Tulosten tarkastelu	33
51. Tulosten vertailu	33
52. Tulosten käyttö ja jatkotutkimukset	35
6. Tiivistelmä	39
Kirjallisuus — <i>References</i>	42
<i>Summary</i>	44
Liite 1. Muuttujaluettelo	47
Liite 2. Vuoden 1967 korrelaatiomatriisi	48
Liite 3. Vuoden 1970 korrelaatiomatriisi	49
Liite 4. Vuoden 1971 korrelaatiomatriisi	50

1. METSÄOJITUKSEN KEHITYS

Suomi-sanan kolme ensi kirjainta ilmentävät erästä maamme luonnon olennaista piirrettä: soiden runsautta. Noin kolmannes pinta-alastamme on suota. Etenkin sotien jälkeinen metsäteollisuutemme voimakas laajeneminen on johtanut soiden lisääntyvään metsätaloudelliseen käyttöön.

Luonnontilaisilla soilla vesi useimmiten virtaa hitaasti tai on seisovaa. Näissä vähähapissa olosuhteissa puiden kasvu on vähäistä tai olematonta. Kun vedet pannaan ojituksella liikkeelle, hapen määrä vedessä lisääntyy ja puiden kasvu paranee. Viimeaikojen metsäojituksissa on puiden kasvua pyritty parantamaan kaivamalla 60—80 cm:n syvyisiä ojia 30—50 metrin välein (vrt. HEIKURAINEN 1972, s. 30; NISKANEN 1970, s. 18). Pääosa tähänastisesta metsäojituksesta on toteutettu luontaisesti metsäisillä soilla.

Metsäojitusmäärien viimeaikainen kehittyminen on esitetty kuvassa 1. Kahdessakym-

Valokuva 1. Metsäojan auruasta työyksiköllä, jonka vetokoneena on raskas (18 tn) suotraktori ja kaivuvälineenä suomalainen metsäoja-aura (tuotos 400—500 m/h). (Valokuva: M. NISKANEN).

Photo 1. Ploughing of forest drains by an operating unit comprising a heavy (18 tons) bulldozer and a digging apparatus which is a Finnish-made forest-drain plough (output 400—500 metres/h.). (Photo: M. NISKANEN).



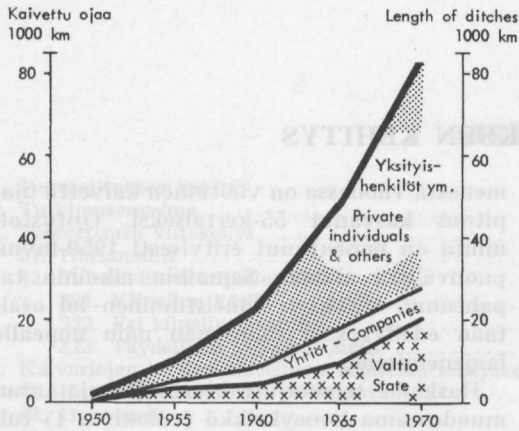
menessä vuodessa on vuotuinen kaivettu oja-pituus kasvanut 55-kertaiseksi. Ojitus-toiminta on nopeutunut erityisesti 1950-luvun puolivälistä alkaen. Samoihin aikoihin tapahtunut ojituksen koneistuminen loi osaltaan edellytyksiä toiminnan näin nopealle laajenemiselle.

Raskaan telaketjutraktorin ja oja-auran muodostama koneyksikkö (valokuva 1) tuli aluksi koneellisen metsäojituksen päämenetelmäksi. Auraus on tähän saakka ollut nopein ja taloudellisesti edullisin metsäojien kaivutapa etenkin maamme pohjois- ja itäosien laajoilla yhtenäisillä suoalueilla. Noin

Valokuva 2. Metsäojituskaivuri kaivutyössä helppoissa talviolosuhteissa, jotka eivät sanottavasti vähennä työn kesäaikaista tuotosta (80—100 m/h). (Valokuva: M. NISKANEN).

Photo 2. A Finnish-made tractor-digger making forest drains in easy winter conditions which do not essentially affect the regular output (80—100 metres/h.). (Photo: M. NISKANEN).



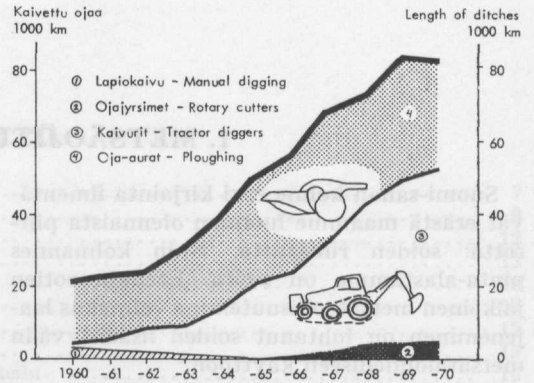


Kuva 1. Metsäojituksen kehitys omistajaryhmittäin 1950-70 (Metsätilastollinen... 1971, s. 92).

Fig. 1. Forest drainage completed during 1950-70 in Finland, by owner groups (Source: Metsätilastollinen... 1971, p. 92).

40 aurausyksikköä on viime vuosien huippu-kausina ollut mukana Keskusmetsälautakunta Tapion metsäojituksessa. Alan yrittäjien lukumäärä on ollut huomattavasti tätä määrää pienempi: 12 yrittäjää v. 1962 (PÄIVÄNEN 1963, s. 42). Nykyisin lienee aurasurakoitsijain määrä vieläkin pienempi.

Kaivukoneita käytettiin metsäojituksessa aluksi vain valtaojien tekoon (vrt. HUKARI 1958, s. 20). Kun 1950-luvun lopulla traktorikaivureissa (valokuva 2, s. 7) siirryttiin muutokauhojen käyttöön, soveltuivat ne entistä paremmin myös kuivatusojien kaivuun. Samaan suuntaan vaikutti myös kaivulaitteessa tarvittavan hydrauliiikan kehittyminen. Traktorikaivurilla kaivu suoritetaan ojan suunnassa, jolloin muutokauhalla syntyy tavoitellun ojan profiiliin muotoisia ojia. Aurasyksikköä kevyempänä kaivuria voidaan ketterämmin ja hal-



Kuva 2. Metsäojituksen eri kaivumenetelmien kehitys 1960-70 (HEIKURAINEN 1972, s. 31).

Fig. 2. Digging methods used in forest drainage in Finland, 1960-70 (HEIKURAINEN 1972, p. 31)

vemmin kustannuksin siirtää ojalta toiselle saman työmaan sisällä sekä työmaalta toiselle. Kaivurin tekemä oja on siinä mielessä valmista, ettei erillisiä jälkisiivouksia tarvita kuten aurasuksessa. Kaivurit pystyvät myös työskentelemään auroja paremmin vaikeissa olosuhteissa: pottavassa, kivisessä ja puustoisessa maastossa sekä myös talvella. (Vrt. NISKANEN 1971, s. 5; PÄIVÄNEN 1963, s. 42.)

Kaivureiden yleistymisen metsäojituksessa alkoi pienistä hankkeista ja aurasyksikköiden apukoneena työskentelystä. Kaivutehon ja yrittäjien lisääntyessä kaivurimenetelmä yleistyi ensin Etelä-Suomessa, josta se myöhemmin levisi muuhun maahan. Kuvasta 2 näkyy eri kaivumenetelmien kehittyminen. Auras pysyi metsäojien kaivun päämenetelmänä 1960-luvun puoliväliin saakka. Kaivureiden osuus metsäojien kilometrimäärästä kehittyi seuraavasti: 7 % 1960, 44 % 1965 ja 57 % 1969. (Vrt. NISKANEN 1971, s. 5.)

2. TUTKIMUSONGELMA

Viime vuosikymmenen lopulla toteutetusta metsäojituksesta tapahtui hieman yli 60 % yksityismailla. Keskusmetsälautakunta Tapion metsänparannuspiirit teettivät valtaosan näistä yksityismaiden ojituksista. Työt ovat olleet lähes kokonaan valtion rahoittamia. Pitkäaikainen halpakorkoinen laina on muodostanut päärahoitusmuodon. Avustuksilla on ollut tärkeä merkitys etenkin Pohjois-Suomessa ja vähävaraisille metsänomistajille.

Vuosina 1960—1971 on metsäojituksen nimellinen yksikkökustannus alentunut 113 pennistä/m³ 62 penniin/m³ eli 45 %. Tarkastelujakson alkuvuosien korkeat yksikkökustannukset selittyvät osittain silloin vielä jossain määrin suoritettuna lapiokaivun (vrt. kuva 2) kalleudella. Lapiokaivun osuus supistui kuitenkin jo 1960-luvun puolivälissä niin pieneksi, ettei sillä ole enää viime vuosina ollut vaikutusta yksikkökustannusten muodostumiseen. Kuvasta 3 nähdään Tapion metsäojitusten todellisten työkustannusten viimeaikainen suhteellinen kehitys.

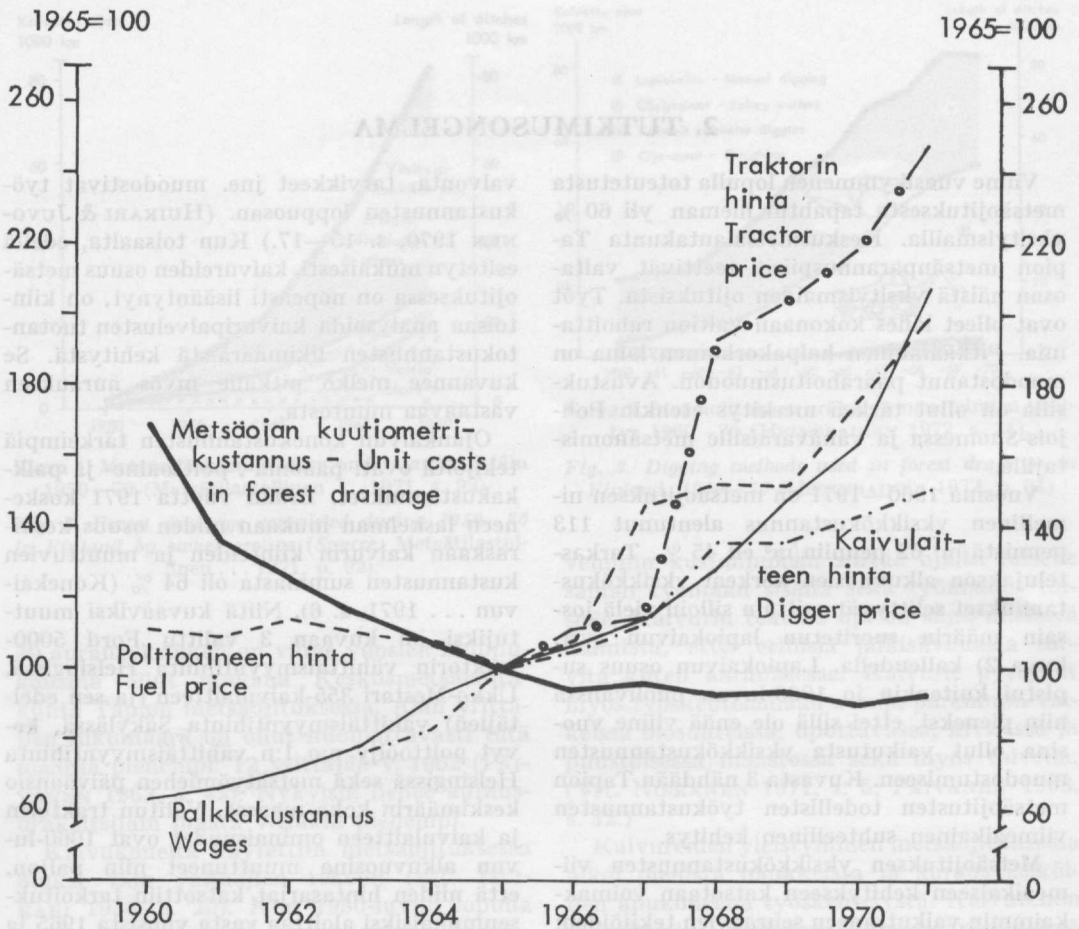
Metsäojituksen yksikkökustannusten viimeaikaiseen kehitykseen katsotaan voimakkaammin vaikuttaneen seuraavien tekijöiden: eri konetyömenetelmien osuuksien muutos, ojituskaluston kehitys, työllisyysnäkökohtien vuoksi lisääntynyt talvikaivu ja metsäojituskohteiden muuttuminen (vrt. NISKANEN 1970 b, s. 48). Näistä kaivureiden käytön suhteellinen lisääntyminen ja aurauksen vähentyminen sekä talvikaivun yleistymisen (työvaikeuden lisääntymisen muodossa) katsotaan kustannuksia lisääviksi muutoksiksi. Toisaalta kaivu vaikeuden helpottuminen ojitusten siirtyessä entistä paksuturpeisemmille kohteille on vaikuttanut kustannuksiin alenavasti. Talvikaivun yleistymisellä on voinut olla myös tämän suuntaista vaikutusta, koska se lienee parantanut kaivurien käyttöastetta ja tätä kautta kaivuriyrittäjien kilpailukykyä.

Tarkasteltavista Tapion metsäojien työkustannuksista oli v. 1968 urakoitsijoille maksettavan palkkion osuus aurauksessa 51.5 % ja kaivukonetyössä 82.9 %. Jälkityöt, työn

valvonta, tarvikkeet jne. muodostivat työkustannusten loppuosan. (HUKKARI & JUVO-NEN 1970, s. 15—17.) Kun toisaalta, edellä esitetyn mukaisesti, kaivureiden osuus metsäojituksessa on nopeasti lisääntynyt, on kiintoisaa analysoida kaivuripalvelusten tuotantokustannusten likimääräistä kehitystä. Se kuvanee melko pitkälle myös aurauksen vastaavaa muutosta.

Ojankaivun konekustannusten tärkeimpiä tekijöitä ovat: pääoma-, polttoaine- ja palkkakustannukset. Erään vuotta 1971 koskeneen laskelman mukaan niiden osuus keskiraskaan kaivurin kiinteiden ja muuttuvien kustannusten summasta oli 64 % (Konekaivun . . . 1971, s. 6). Niitä kuvaaviksi muuttujiksi on kuvaan 3 valittu Ford 5000-traktorin vähittäismyyntihinta Helsingissä, Ukko-Mestari 355-kaivulaitteen (ja sen edeltäjien) vähittäismyyntihinta Säkylässä, kevyt polttoöljy n:o 1:n vähittäismyyntihinta Helsingissä sekä metsätyömiehen päiväansio keskimäärin koko maassa. Valitun traktorin ja kaivulaitteen ominaisuudet ovat 1960-luvun alkuvuosina muuttuneet niin paljon, että niiden hintasarjat katsottiin tarkoituksen mukaisiksi aloittaa vasta vuosista 1965 ja 1963. Tämän vuoksi kaikkien kuvan 3 indeksien perusvuodeksi valittiin vuosi 1965. Kun näiden muuttujien nopeaa nousua vertaa saman kuvan metsäojituksen yksikkökustannusten alenevaan kehitykseen, tuntuu todennäköiseltä, ettei tämä aleneva trendi johdu pelkästään ojituskohdeiden helpottumisesta. Ojankaivutyön tuottavuuden kasvun (vrt. AITOLAHTI & NUMMINEN 1968) ohella etenkin *kaivuriurakoitsijain kesken vallinneen hintakilpailun onkin katsottu huomattavasti vaikuttaneen metsäojituksen yksikkökustannusten yleisestä kustannuskehityksestä poikkeavaan suuntaukseen* (vrt. TÄHKÄNEN 1972, s. 21; NISKANEN 1970 b, s. 48).

Kuvan 3 mukaisten metsäojituksen yksikkökustannusten aikasarjan tutkiminen esimerkiksi regressioanalyysillä olisi kiintoisa tehtävä. Tällöin voitaisiin kehittää malleja, joilla periaatteessa olisi mahdollista sekä ennakoida että selittää kyseistä ilmiötä joko



Kuva 3. Tapion metsäojien kuutiometrikustannusten ja eräiden ojankaivun keskeisten kustannustekijöiden kehitys 1960–71.¹

Fig. 3. Development of unit costs in forest drainage and development of some essential cost factors of a digging operation in 1960–71.¹

koko maan osalta metsänparannuspiirit havaintoyksikköinä tai erikseen kussakin metsänparannuspiirissä ojitushankkeet havaintoyksikköinä. Tässä yhteydessä haluttiin kuitenkin selvittää lähinnä kaivuriurakoitsijain välistä kilpailua ja sen mahdollisia vaikutuksia kaivuriojan yksikkökustannuksiin. Tästä ei ollut riittävän pitkää aikasarjaa, joten tutkimus piti rajoittaa eräitä viime vuosia koskevaan poikkileikkausanalyysiin Tapion metsänparannuspiireittäin (kuva 14, s. 31).

¹ Lähteet — Sources: Oy Ford Ab, Lännen Sokeri Oy, Oy Esso Ab, Tilastokeskuksen hinta- ja tulotilastotoimisto.

Metsäojituksen yksikkökustannusten vaihtelua voidaan siis tarkastella aikasarjan lisäksi myös alueellisesti samaa vuotta koskevana. Eräässä tällaisessa analyysissä kerättiin aineisto Tapion Kemijärven ja Rovaniemen metsänparannuspiireissä v. 1967 valmistuneiden ojitushankkeiden asiapapereista. Eri työmenetelmien yhteiselle ojametrikustannukselle (p/m) estimoitiin lineaarisia regressioyhtälöitä. Kun aurauksen osuus, syväturpeisten soiden osuus ja runsaspuustoisuus olivat selittävinä muuttujina, selitti yhtälö 38.3 % ojametrikustannusten hankkeittaisesta vaihtelusta. Eräiden muiden tutkittujen piirien osalta saatiin varsin samanlaiset, mutta

tilastollisesti epävarmemmat tulokset. (TILLMAN 1970; KELTIKANGAS 1971, s. 27.) Koska selitysteet ovat jääneet näin alhaisiksi, on tähän edellä selostetuissa tapauksissa periaatteessa kolme mahdollisuutta: (1) aineisto virheellinen, (2) mallin muoto virheellinen ja/tai (3) tärkeitä selittäjiä puuttuu. Todennäköisimmältä tuntuu viimeisen näkökohdan vaikutus.

Taulukossa 1 on esitetty kaivuriojien metrihinnat eli yksikkökustannukset metsänparannuspiireittäin vuosina 1967, 1970, 1971. Esimerkiksi vuonna 1967 oli Keskusmetsälautakunta Tapion koko maan kaivuriojien

Taulukko 1. Kaivuriojien metrihinnat (keskimääräiset työ kustannukset p/m) Keskusmetsälautakunta Tapion metsänparannuspiireissä vuosina 1967, 1970 ja 1971 (lähde: Keskusmetsälautakunta Tapion metsänparannusosasto).

Table 1. The regional prices per metre of drains dug by tractor-diggers in private forests and peatlands in 1967, 1970 and 1971 (Source: Keskusmetsälautakunta Tapion metsänparannusosasto).

Metsänparannuspiiri — District	Vuosi — Year		
	1967	1970	1971
	penniä/m — pennies/m.		
Helsinki	62	63	69
Lahti	61	64	64
Mikkeli	55	53	53
Joensuu	52	47	48
Kuopio	58	49	51
Jyväskylä	49	55	52
Tampere	62	53	56
Pori	48	48	52
Seinäjoki	51	50	49
Kokkola	56	52	51
Kajaani	56	56	58
Oulu	40	36	40
Rovaniemi	49	42	42
Kemijärvi	54	39	41
Keskimäärin ¹ —			
Average ¹	53	49	49
Vaihteluvälin pituus —			
Range	22	28	29

¹ Painotettu kaivuriojien pituuksilla — Weighed by the lengths of tractor-digger drains.

metrihintojen keskiarvo 53 p/m, vaihdellen 14 metsänparannuspiirissä 40 pennistä/m (Oulu) 62 penniin/m (Helsinki ja Tampere). Tämän vain yhtä vuotta (1967) koskevan alueittaisen vaihtelun aiheuttajista eliminoidaan pääosiltaan pois edellä kuvassa 3 esitettyyn aikasarjaan vaikuttaneet eri työmenetelmien osuuksien vaihtelu (kyseessä kaivuriojien yksikkökustannukset) sekä konekustannusten muuttuminen. Täten ojituskohteiden erilaisuus, talvikaivun osuuden vaihtelu sekä urakoitsijoiden välinen kilpailu voidaan alustavasti olettaa myös kaivuriojien metrihintojen alueellisen vaihtelun tärkeimmiksi selittäjiksi. — Taulukosta 1 nähdään myös, että kaivuriojan nimellinen metrihintaa metsänparannuspiirien keskiarvona on alentunut vuosina 1967—1971 53 pennistä 49 penniin. Samanaikaisesti on metrihinnan piireittaisen vaihteluvälin pituus kasvanut 22 pennistä 29 penniin.

Kaivurityö on Tapion johtaman metsäojituksen yleisin työmenetelmä. Sillä tehdyn ojan keskimääräisten työ kustannusten (metrihintojen) metsänparannuspiireittaisen vaihtelun syiden entistä parempi tunteminen edistäisi metsäojitustöiden tarkoituksenmukaista ohjaamista. Toisaalta kaivuriurakoitsijoille antaa tällainen informaatio uutta pohjaa heidän yritystoimintansa suunnitteluun.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on kaivurilla¹ suoritettujen metsäojituksen metrihintojen (yksikkökustannusten) alueellisen vaihtelun selittäminen sekä erityisesti kaivuriurakoitsijain välisen kilpailun kuvaaminen ja sen hintavaikutuksen mittaaminen. Aluksi hahmotellaan tarkoitukseen soveltuva teoreettinen viitekehys, jossa tarkastellaan hintamallien luonnetta ja kilpailun teoriaa. Sitten kuvailaan kaivurityön kysynnän ja tarjonnan rakennetta sekä täsmennetään hypoteesit. Aineiston kuvailun jälkeen suoritetaan korrelaatio- ja regressioanalyysit sekä tulosten tarkastelu.

¹ Koska valtaosa ei-auratuista metsäojista kaivetaan kaivureilla, käytetään jatkossa hieman yleisemmän vain tätä käsitettä. Tällöin siihen sisällytetään myös kaivukoneet, jotka ovat omalla alustallaan liikkuvia, kauhalla varustettuja työkonetta (vrt. AITOLAHTI & NUMMINEN 1968, s. 7).

3. TEOREETTINEN VIITEKEHYS

31. Hintamallit

Hinta voidaan määritellä esimerkiksi seuraavasti: »Hinta on rahayksiköissä ilmaistu jonkin suureen määrä, joka vaihdetaan tai jota kysytään tietyn hyödykkeen vaihdossa tai myynnissä tietyssä paikassa ja määrättyinä aikana» (GREGORY 1971, s. 34). Jos tämän määritelmän valossa tarkastellaan Tapion kaivuriojan ojametreittäisiä työkustannuksia, niin tiukastikin tulkituna ainakin 83 % niistä (vrt. s. 9) eli kaivuriurakoitsijoille maksetun palkkion osuus täyttää määritelmän ehdot. Vapaammin tulkituna myös työkustannusten loppuosa, joka koostuu työpalkoista ja tarvikekustannuksista voidaan katsoa hinnaksi.

Metsäojituksen yksikkökustannukset edustavat siten »valmiin hyödykkeen» eli metsäojametrin hintaa. Tämän hyödykkeen lopullisia »ostajia» ovat metsänomistajat. Yksityismetsänomistajien edustajana metsäojamarkkinoiden suomenkielisellä alueella toimivat Keskusmetsälautakunta Tapion metsänparannuspiirit. Ne laativat korvaukselta¹ ojitussuunnitelmat metsänomistajille sekä sopivat hankkeiden urakoinnista metsäojien »tuottajien» eli auraus- ja kaivuriurakoitsijain kanssa sekä vastaavat ojitustöiden toteutuksen valvonnasta.

Metsäojien hintojen ajallisen ja alueellisen vaihtelun ennakointia ja selittämistä vaikeuttaa hyödykkeen ominaisuuksien huomattavat muutokset. Esimerkiksi seuraavia eroja ja niiden yhdistelmiä esiintyy: oja turvemaassa, oja kivennäismaassa, oja kivisessä maassa, oja puisessa maassa, oja upottavassa maassa, oja kovassa maassa, oja jäätyneessä maassa, oja sulassa maassa, eri kokoiset ojat jne. Kun ilmeisesti metsäojien hinta- ja määrätilastoja ei käytännössä ole mahdollista viedä riittävän yksityiskohtaisiksi, jotta ne kuvaisivat analyysin kannalta tarpeeksi homogeenista hyödykettä, on tämä puute yri-

¹ Näin vuodesta 1968 lähtien, aikaisemmin osa ojitussuunnittelun kustannuksista perittiin metsänomistajilta (MATTI NISKASEN suullinen tiedonanto 6. 10. 1972).

tettävä korjata ottamalla analyysiin mukaan hyödykkeen heterogeenisuutta tasoittavia muuttujia.

Metsäojien hintojen ja määrien määräytymistä voidaan havainnollistaa tavanomaisella lyhytjänteisellä (short-run) tarjontakysyntämallilla (kuva 4 a, s. 14). Siinä DD' kuvaa kysyntäkäyrää ja SS' tarjontakäyrää määrätulle tuotteelle, tietyillä markkinoilla ja määrättyinä aikana. Tämän mallin mukaisesti sekä tuotteen hinta että määrä määräytyvät samanaikaisesti erilaisten tuotteen tarjontaan ja kysyntään vaikuttavien tekijöiden vuorovaikutuksen tuloksena. Analysoimalla näiden kahden käyrän sijaintiin ja muotoon vaikuttavia tekijöitä kyettäisiin arvioimaan myös niiden muutoksia ajan ja paikan suhteen.

Usein kuitenkin saatavissa oleva informaatio ei riitä tarjonta- ja kysyntäkäyrien estimointiin. Tällöin voidaan tyytyä erillisten hinta- ja kulutusmallien rakentamiseen. Niinpä esimerkiksi paperin kulutusta voidaan selittää yksinkertaisella mallilla, jossa ainoana selittäväenä muuttujana on kahdesta alkuperäisestä muuttujasta (asukasluku ja bruttokansantuote) muodostettu yhdistetty muuttuja: tulot asukasta kohden. Metsäekonomian tutkijat ovat rakentaneet viime aikoina useita tämän tapaisia malleja. (Vrt. GREGORY 1971.)

32. Taloudellisen kilpailun teoria

321. Kilpailun käsite

Taloudellisella kilpailulla tarkoitetaan yleensä sitä toimintaa, jota yrittäjät harjoittavat menekkinsä lisäämiseksi voitontavoittelumielessä. Kilpailua saattaa esiintyä sekä myyjien välisenä että ostajien välisenä. Kilpailustrategiaansa noudattaen yrittäjä pyrkii asettamiinsa tavoitteisiin käyttäen apunaan kilpailukeinoja, joita hän saattaa painottaa kulloinkin vallitsevan tilanteen ja tuotteen ominaisuuksien mukaisesti.

Kilpailukeinot ovat lukuisat. Ne liittyvät koko yrityksen toimintakenttään. Yleisesti

on kilpailukeinot jaettu kuitenkin hinta-, laatu-, mainos- ja palveluparametriin. Kilpailussa yrittäjät tarjoavat valitsemiaan tuotteita määrittämiinsä tai annettuihin hintoihin valiten vapaasti markkinointimenetelmänsä. Eri kilpailukeinojen valinnan kriteerit ovat lähinnä: (1) tuotteen homogeenisuuden aste, (2) ostajan asiantuntemus sekä (3) yrityksen suuruus. Hinta on tärkein kilpailuväline, jos tuotteet ovat homogeenisia. Laatu- ja mainoskilpailu tulevat tärkeiksi, kun on kysymys erikoistuotteiden markkinoinnista.

322. Eri kilpailuolosuhteet

Yrityksen teorian kehittämissä on eri kilpailuolosuhteiden (markkinamuotojen) kuvauksella ja näitä koskevalla teorian muodostuksella keskeinen asema. Kilpailuolosuhteet luokitellaan yleensä kilpailun voimakkuusasteen ja laadun mukaan. Esimerkiksi seuraava luokitus on yleisesti käytetty:

1. Täydellinen kilpailu
2. Epätäydellinen kilpailu
 21. Monopolistinen kilpailu
 22. Oligopoli
3. Täydellinen monopoli

Täydellisessä monopolissa yksi ainoa myyjä hallitsee markkinoita tuotteella tai tuotteilla, joilla ei ole läheisiä korvikkeita. Taloudellista kilpailua ei esiinny. Ainoa myyjä määrää hinnat. Tämä teoreettinen malli on todellisuudessa ei-sosialistisissa maissa melko harvinainen. Suomessa lienee Oy Alko Ab sen lähin vastine.

Epätäydellisissä kilpailuolosuhteissa valitsee oligopoli, kun markkinoilla on useampi kuin yksi myyjä, mutta kuitenkin niin harvoja myyjä, että kullakin on vaikutusta hintoihin. Oligopolille on tyypillistä myyjien voimakas keskinäinen riippuvuus. Kilpailukeinoja valitessaan tulee myyjän aina ottaa huomioon kilpailijoiden mahdolliset reaktiot.

Monopolistisessa kilpailutilanteessa on useita myyjä. Ne tuottavat samantapaisia, mutta differentioituja tuotteita (esim. autot), jonka vuoksi kilpailu tapahtuu pääosiltaan laatu-, mainos- ja palvelukilpailuna. Todellisuuden maailmassa esiintyy pääasiassa oligopolin ja monopolistisen kilpailun vastineita.

Eri kilpailuolosuhteita kuvaavat mallit perustuvat tiettyihin lähtöoletuksiin. Mallit selittävät toisaalta hintajärjestelmän toi-

mintaa, toisaalta ne tuottavat ennusteita tai testattavia hypoteeseja siitä, kuinka yritykset tai kokonaiset toimialat reagoivat eräisiin niiden toimintaolosuhteiden muutoksiin.

323. Täydellisen kilpailun malli

Täydellisen kilpailun malli on eräs yleisimmän käytettyjä talousteorian työkaluja. Tässä, kuten muuallakin klassisessa yrityksen teoriassa, on lähtökohtaoletuksena, että kuvatuilla markkinoilla myyjät tavoittelevat voittonsa ja ostajat hyötynsä ja/tai voittonsa maksimointia. Jotta tuotemarkkinoilla (erokseksi tuotannontekijämarkkinoista) vallitsisi täydellinen kilpailu, tulee seuraavien ehtojen toteutua (vrt. HENDERSON & QUANDT 1958, s. 86—87; FERGUSON 1969, s. 222—225):

(1) Suhteessa markkinoiden kokoon tulee myyjä ja ostajia olla paljon. Niiden tulee olla myös niin pieniä, ettei kenelläkään yksin ole huomattavaa vaikutusta hintoihin.

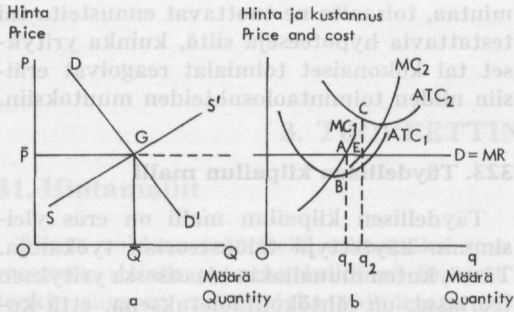
(2) Myyjät tuottavat homogeenista tuotetta, joten ostajilla ei ole syytä pitää toisen myyjän tuotetta parempana kuin toisen. Toisaalta pitää ostajien olla myyjän kannalta identtisiä. Tämä takaa sen, että tuote myydään aina korkeimman tarjouksen tehneelle ostajalle.

(3) Markkinoille tulo ja sieltä lähtö on vapaa sekä myyjille että ostajille. Tässä oletetaan tuotantovälineiden liikkuvuus korkeaksi siinä mielessä, että ne hakeutuvat aina markkinoille, josta saavat suurimman hyödyn.

(4) Myyjät, ostajat ja muut tuotantovälineiden omistajat omaavat täydelliset tiedot sekä nykyisistä että tulevista markkinoista.

Täydellinen kilpailu myyjien kesken vallitsee silloin, kun yksityisellä myyjällä on vain vähäinen vaikutus markkinahintaan ja toisten myyjien toimintaan. Täydellinen kilpailu ostajien kesken edellyttää edellisen kanssa analogista tilannetta. Tietyillä markkinoilla vallitsee täydellinen kilpailu, kun täydellinen kilpailu esiintyy sekä myyjä- että ostajapuolella.

Täydellisen kilpailun markkinoilla tuottaja (myyjä) on pelkästään määrän sopeuttaja. Hintaan hän ei voi tietoisesti vaikuttaa, vaan hinta määräytyy markkinamekanismin mukaisesti. Lyhytjänteisesti tarkastellen yritys pyrkii tuotokseen, joka maksimoi voiton tai



Kuva 4. Lyhytjänteinen markkinatasapainotila (a) sekä sen määräämä yrityksen voitto tai tappio (b).

Fig. 4. Short-run market equilibrium (a) and profit or loss in a firm (b).

minimoi tappion jo olemassaolevalla tuotantokapasiteetilla.

Jos tiettyjen markkinoiden kysyntä- ja tarjontakäyrien muoto tunnetaan, niin piste, jossa markkinoiden kysyntä- ja tarjontamäärät ovat yhtä suuret, määrää markkinoiden lyhytjänteisen hinta-määrä-tasapainotilan (kuva 4a). Tasapainotilassa (piste G) on hinta OP sekä kysytty ja tarjottu määrä OQ . Kuvassa 4b nähdään tilanne yksityisen yrityksen kannalta. Siinä markkinatasapainohinta OP muodostaa yrityksen horisontaalisen kysyntäkäyrän (D), joka on samalla myös yrityksen rajatuottokäyrä (MR) eli $D = MR$. Aluksi oletetaan yrityksen kustannusrakenne käyrien ATC_1 (keskimääräiset kokonaiskustannukset) ja MC_1 (rajakustannukset) mukaiseksi. Tässä tilanteessa yritys maksimoi voittonsa (AB) pisteessä A tuotoksella Oq_1 yksikköä tarkasteltavana aikajaksona.

Jos toisaalta yrityksen kustannusrakenne on käyrien ATC_2 ja MC_2 mukainen, saavutetaan tasapaino pisteessä E. Tällöin yritys tuottaa Oq_2 yksikköä ja tappion CE yksikköä kohden.

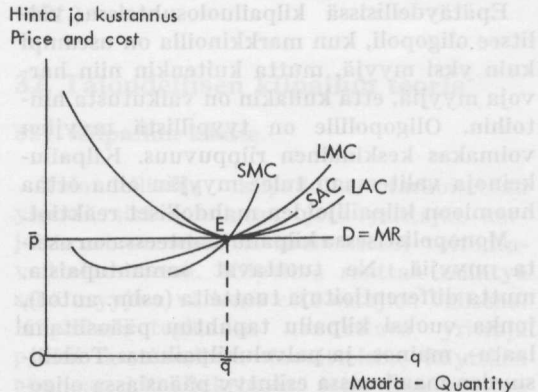
Täydellisen kilpailun mallin oletuksista voidaan johtaa myös pitkäjänteisen (long-run) tasapainotilan ennuste. Täydellisen kilpailun markkinoilla yritys maksimoi lyhytjänteisesti voittonsa sopeuttamalla tuotantomääränsä siten, että rajakustannus on yhtä suuri kuin tuotteen hinta. Pitkäjänteisesti yritys voi edellisen lisäksi muuttaa tuotantokapasiteettiaan ja vaihtaa toimialaa voittoa maksimoidessaan.

Yrityksen pitkäjänteinen tasapainotila täy-

dellisen kilpailun toimialalla on esitetty kuvassa 5. Jos hinta kuvassa 5 on korkeampi kuin $O\bar{p}$, kukin toimialan yritys tuottaa voittoa. Tilanne houkuttelee uusia yrityksiä alalle, jolloin markkinoiden tarjontakäyrä (kuva 4a) siirtyy oikealle. Tällöin markkinoiden tasapainohinta laskee ja samoin tekee kunkin yksittäisen yrityksen horisontaali kysyntäkäyrä. Jos toisaalta hinta olisi alempi kuin $O\bar{p}$ (kuva 5), kukin yritys tuottaisi tappiota. Vähitellen jotkut yritykset lopettavat toimintansa tai siirtyvät toisille voittoa tuottaville toimialoille, jolloin markkinoiden tarjontakäyrä (kuva 4a) siirtyy vasemmalle. Tämän seurauksena markkinahinta ja yksittäisten yritysten horisontaalit kysyntäkäyrät nousevat.

Piste E kuvassa 5 edustaa ainoaa mahdollista pitkäjänteistä tasapainotilaa. Tässä pisteessä toimialan yritykset eivät tuota voittoa eivätkä tappiota. Markkinoille tulolle ja sieltä lähdölle ei ole olemassa kannusteita, koska toimialan kannattavuus on sama kuin parhaan vaihtoehdon. Yritysten lukumäärä stabiloituu. Kunkin yrityksen lyhytjänteistä tuotantokapasiteettia kuvaavat käyrät SAC (lyhytjänteinen keskimääräinen kustannus) ja SMC (lyhytjänteinen rajakustannus). Yrityksen pitkäjänteinen tasapainotila täydellisen kilpailun markkinoilla sattuu pisteeseen, missä hinta on yhtä suuri kuin pitkäjänteisen keskimääräisen kustannuskäyrän (LAC) minimi. Samassa pisteessä $SAC = LAC$ ja $SMC = LMC$ (pitkäjänteinen rajakustannus).

Täydellistä kilpailua ei esiinny puhtaana



Kuva 5. Yrityksen pitkäjänteinen tasapainotila täydellisen kilpailun toimialalla.

Fig. 5. Long-run equilibrium of a firm in a perfectly competitive industry.

4. KAIVURIOJAN HINNAN ALUEELLISEN VAIHTELUN SELITYSKOKEILU

41. Kaivurityön kysyntä ja tarjonta

Tässä rajoitutaan kaivurilla suoritettua metsäojituksen hinnan alueellisen vaihtelun analyysiin. Esimerkiksi vuoden 1970 heinäkuussa eli ojitustöiden huippukautena työskenteli Tapion metsäojitustyömailla yhteensä noin 600 kaivuria. Tästä määrästä oli noin 10 % lähinnä valtaojien kaivussa käytettyjä ns. varsinaisia kaivukoneita. Metsäojitustöissä valtaosiltaan käytetyt kaivurit ovat tyypillisesti yksikköjä, joissa raskaaseen maataloustraktoriin on liitetty erillinen kaivulaite. Metsäojien lisäksi tehdään näillä koneilla myös muita oja- ja metsäteitä, kunnallisteknisiä ym. vastaavia töitä. Vaikka markkinoilla on eri traktori- ja kaivulaitemerkkejä, niillä aikaansaadaan likimain samanlaista jälkeä. Kuljettajan ammattitaito tuo työn laatuun jonkin verran vaihtelua, mutta yleensä voidaan alan yrittäjiä pitää kaivurityön kysynnän näkökulmasta melko samanarvoisina. Kilpailuteoriaa ajatellen kaivuriurakoitsijoiden tuottamat kaivuripalvelukset edustavat siten melko homogeenista tuotetta (vrt. ehto 2, luku 323).

Metsäkoneurakoitsijain Liittoon on viime vuosina kuulunut noin tuhat kaivuriurakoitsijaa. Lisäksi huomattava määrä yrittäjiä on pysynyt järjestäytymättömänä. Metsäkoneurakoitsijain Liitto r.y. perustettiin v. 1968. Sen jäsenkunnan kehitys on tapahtunut seuraavasti: 1969 558, 1970 861 ja 1971 1009.

Kaivuriurakoitsijat ovat todellisia pienyrittäjiä. Keskimäärin on yhdellä Metsäkoneurakoitsijain Liiton kaivurialan jäsenellä 1.4 konetta (VEHVILÄINEN 1972). Tässä arvioissa saattaa olla mukana muitakin koneita kuin kaivureita, joten todellinen kaivuriluku yrittäjää kohden lienee pienempi kuin 1.4. Lisäksi Liiton ulkopuoliset urakoitsijat lienevät pääasiassa yhden koneen omistajia. Markkinoiden kokoon nähden näyttää täydellisen kilpailun ehto (1) (luku 323) täyttyvän tarjontapuolella melko hyvin.

Tapion metsäojitushankkeiden urakointimenettely selviää seuraavista lainauksista: »Metsänparannuslain mukaisten metsäojitussuunnitelmien toteuttamisesta on säädetty mm. metsänparannusasetuksen täytäntönpäntöä annettussa maatalousministeriön päätöksessä (471/68). Sen 7 §:n mukaan on, milloin työ aiotaan teettää urakalla, pyydettävä tarjoukset kyseessä olevaan hankkeeseen soveltuvia eri työmenetelmiä edustavilta yrittäjiltä ja muutoin soveltuvin osin noudatettava valtion rakennustöiden teettämisestä urakoitsijoilla annettuja säännöksiä ja määräyksiä.» »Käytännössä menettely on muotoutunut seuraavaksi: Urakalla suoritettavista ojitustöistä pyydetään riittävä määrä tarjouksia eri työmenetelmiä edustavilta yrittäjiltä. Suljetut tarjoukset avataan tarjousten antamista varten ilmoitetun määräajan päättymisen jälkeen. Avauksen suorittaa vähintään kolmen metsänparannuspiirin toimihenkilön muodostama kollegio. Tarjouksista on hyväksyttävä se, joka harkitaan valtion kannalta edullisimmaksi. Milloin hyväksytään alinta korkeampi tarjous, on perustelut tästä liitettävä asiakirjoihin. Kyseisen asetuksen mukaan tarjousta älköön hyväksyttävä mm. silloin, kun tarjouksentekijältä katsotaan puuttuvan taito, kokemus ja tekniset edellytykset urakan suorittamiseen. Asetus antaa mahdollisuuden tietyissä tapauksissa töiden urakointiin myös ilman urakkatarjouspyyntöä. Tätä mahdollisuutta on käytetty etenkin pienehköjen hankkeiden kohdalla. Näin urakoitujen hankkeiden määrä vaihtelee alueellisesti 10—30 %.» (KOLEHMAINEN ym. 1972, s. 2).

Edellä mainittu »riittävä määrä» tarjouksia hankitaan huomattavalta osin lehti-ilmoituksin. Tällöin kuka tahansa urakoitsija voi lähettää hintatarjouksensa urakoitavista hankkeista. Joissakin metsänparannuspiireissä lehti-ilmoittelun sijasta pyydetään tarjoukset yleensä vähintään viideltä piirissä toimivalta luotettavalta urakoitsijalta. (Vrt. KELTIKANGAS 1972, s. 26). Valtion harjoit-

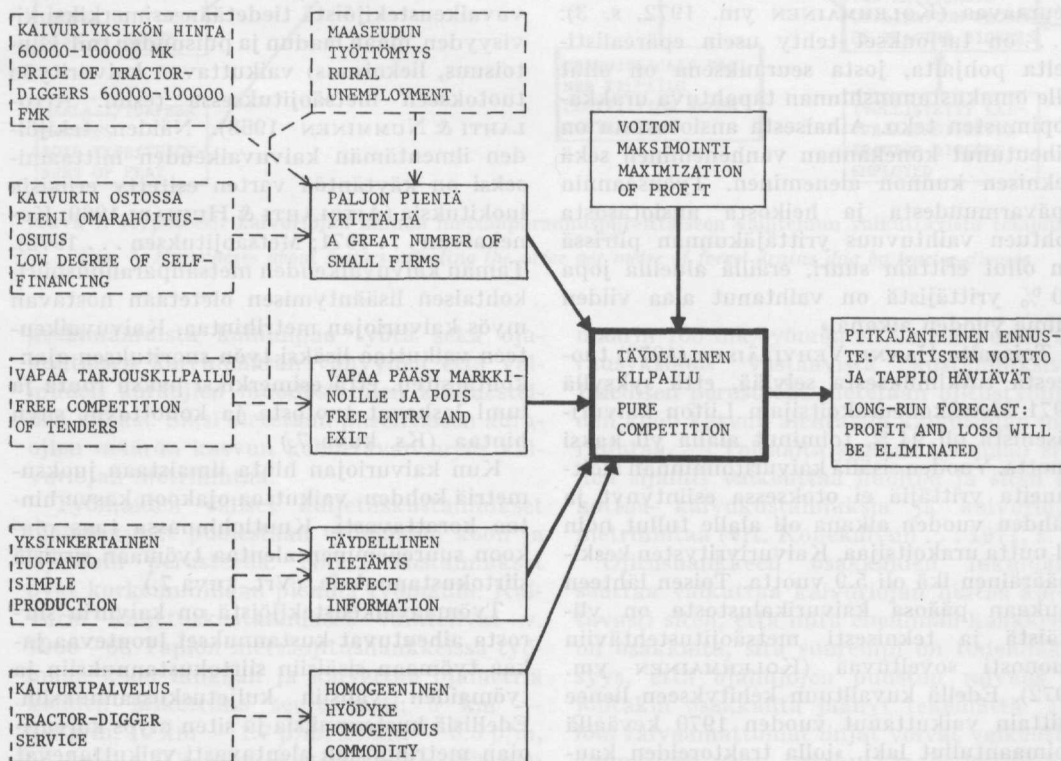
tamaa hintasäännöstelyä tai molemminpuolisia hintasopimuksia ei kaivuriojamarkkinoilla ole esiintynyt.

Kaivuriojamarkkinoille tulo ja sieltä lähtö on ollut edellä kuvatun perusteella vapaata sekä näiden palvelusten myyjille että ostajille (vrt. ehto 3, luku 323). Uusien kaivuriyrittäjien syntymistä on edistänyt jatkuva maaseudun työttömyys sekä konekauppiaiden suhteellisen pienen omarahoitukseen perustuneet rahoitusehdot.

Kaivuripalvelusten kysyntä keskittyy maaseudulle ja pääosiltaan kehitysalueille. Yritystoiminnan ja työpaikkojen vaihtoehdot ovat näillä alueilla yleensä olleet vähälukuiset, joten tietämys niistä on ollut melko korkea. Konekauppiat ovat aktiivisesti levittäneet tietoja kaivurialan mahdollisuuksista. Yleensä metsäojitusta ja sen yksikkökustannuksia koskevaa informaatiota on ollut runsaasti tarjolla. Kaivuripalvelusten tuotannon yksinkertaisuuden vuoksi tuotantokustannusten arviointi on myös ollut melko help-

poa. Tiedossa on lisäksi ollut, että metsäojitustoiminta on ollut jatkuvasti laajenemassa. Kuitenkin esimerkiksi tiedot tulevaisuuden hintakehityksestä ovat olleet melko puutteelliset. Tarjontapuolelta asiaa tarkastellen vaikuttaa kuitenkin siltä, että täydellisen kilpailun ehdoista on kaivurimarkkinoilla toteutunut heikoimmin ns. täydellisen tietämyksen ehto (ehto 4, luku 323; ks. kuva 6).

Keskusmetsälautakunta Tapion 14 metsänparannuspiiriä kattavat noin 80 % koko metsäojituksen kaivuripalvelusten kysynnästä. Metsähallinto, eräät metsäteollisuusyhtiöt sekä Centralskogsnämnden Skogskulturin 2 metsänparannuspiiriä ovat muut huomattavimmat metsäalan kaivuripalvelusten ostajat. Muilla aloilla TVL ja monet kunnat ovat myös olleet keskimääräistä suurempia kaivuripalvelusten ostajia. Lisäksi on esiintynyt suuri määrä pienostajia, kuten maanviljelijöitä, yksityisiä rakentajia jne. Kaivuripalvelusten kysyntäpuolella on ostajajoukko



Kuva 6. Kaivuriojamarkkinat ja täydellinen kilpailu.

Fig. 6. The market for forest drains and pure competition.

kaikenkaikkiaan siis ollut suuri, mutta melko heterogeeninen verrattuna täydellisen kilpailun ehtoon 1 (luku 323). Osittain tästä johdun kaivuri palvelusten ostajat eivät ole olleet täydellisen kilpailun mallin ehdon 2 mukaisesti myyjän näkökulmasta täysin identtisiä.

Kuitenkin kokonaisuutena arvioiden ja muihin aloihin verrattuna voidaan kaivuri- ojamarkkinoiden katsoa lähentelevän täydellisen kilpailun ehtoja niin pitkälle, etenkin tarjontapuolella, että on mielekästä verrata käytännön kaivuriyrittysten kannattavuuden kehitystä tästä mallista johdettuun pitkäjänteiseen ennusteeseen. Sen mukaan tasapainotilassa toimialan yritykset eivät tuota voittoa eikä tappiota (vrt. luku 323). Vertailua vaikeuttaa varsinaisen kannattavuutta koskevan tilastoaineiston puute, joten seuraavassa rajoitutaan vain suppeaan viitteenomaiseen kuvaukseen.

Metsänparannusvaroin toteutettavien ojitushankkeiden urakointimenettelyn kehittämistä pohtinut, eri osapuolia edustanut työryhmä toteaa kaivurialan tilanteesta mm. seuraavaa (KOLEHMAINEN ym. 1972, s. 3): »... on tarjoukset tehty usein epärealistiselta pohjalta, josta seurauksena on ollut alle omakustannushinnan tapahtuva urakka- sopimusten teko. Alhaisesta ansiotasosta on aiheutunut konekannan vanheneminen sekä teknisen kunnan aleneminen. Työnsaannin epävarmuudesta ja heikosta ansiotasosta johtuen vaihtuvuus yrittäjäkunnan piirissä on ollut erittäin suuri, erällä alueilla jopa 80 % yrittäjistä on vaihtanut alaa viiden viime vuoden aikana.»

Toisaalta HANNU VEHVILÄISEN (1972) tuoreesta tutkimuksesta selviää, että syksyllä 1971 Metsäkoneurakoitsijain Liiton kaivuri- jäsenistä oli 94 % toiminut alalla yli kaksi vuotta. Vuoden sisällä kaivuritoiminnan aloitaneita yrittäjiä ei otoksessa esiintynyt ja kahden vuoden aikana oli alalle tullut noin 24 uutta urakoitsijaa. Kaivuriyrittysten keskimääräinen ikä oli 5.9 vuotta. Toisen lähteen mukaan pääosa kaivurikalustosta on ylikäistä ja teknisesti metsäojitustehtäviin huonosti soveltuvaa (KOLEHMAINEN ym. 1972). Edellä kuvailtuun kehitykseen lienee osittain vaikuttanut vuoden 1970 keväällä voimaantullut laki, »jolla traktoreiden kaupassa käytettävä käsiraha määrättiin vähintään 30 %:ksi kauppahinnasta ja jäljelle jää-

välle kauppahinnan osalle maksuajaksi 30 kk rahoitusmuodosta riippumatta» (LÄHTEEN- MÄKI 1970, s. 18).

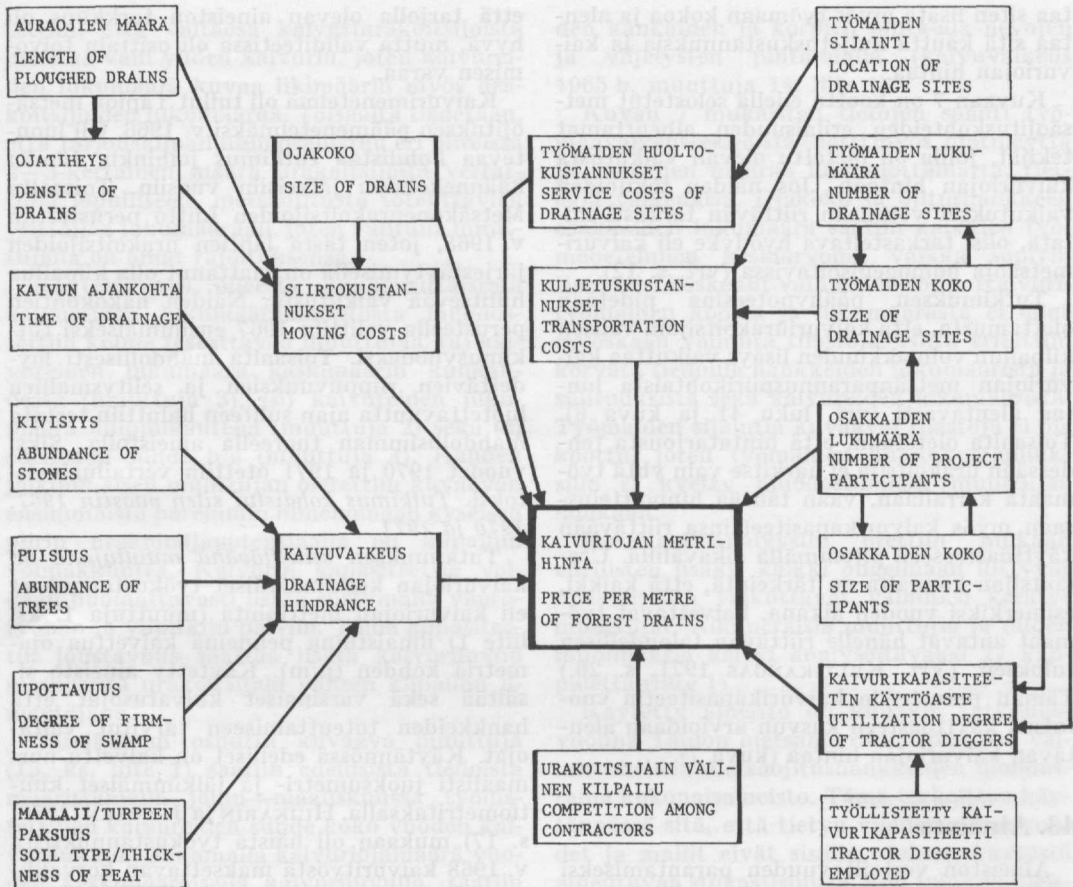
Tällainen tilanne viittaa ainakin voiton eliminoitumiseen toimialan yrityksiltä. Kun yrittäjien tulot eivät ole riittäneet edes säännölliseen konekannan uudistamiseen, vaikuttaa toiminnan tappiollisuus ilmeiseltä. Tappiollinen toimiala ei toisaalta houkuttele uusia yrittäjiä. Jos kehitys saisi jatkua entisellään, suuri lopettaneiden yrittäjien määrä muuttaisi ilmeisesti tilannetta vähitellen kohti täydellisen kilpailun mallin pitkäjänteistä tasapainotilaa, jossa alan yritykset eivät tuota voittoa eivätkä tappiota.

42. Hypoteesit

Kaivuriojan hintamallin rakentamisen perusvaikeutena on eri alueilla (metsänparannuspiireissä) sijaitsevien metsäojituskohteiden erilaisuuden vaikutuksen huomioonottaminen. Kysymys on toisaalta ns. kaivuvaikeuden ja toisaalta ns. työmaavaikeuden vaihtelun mittaamisesta. Ojakohtaisista kaivuvaikeustekijöistä tiedetään esimerkiksi kivisyyden, maan laadun ja puisuuden (ml. kantoisuus, liekoisuus) vaikuttavan kaivurityön tuotokseen metsäojituksessa (esim. AITOLAHTI & NUMMINEN 1968). Näiden tekijöiden ilmentämän kaivuvaikeuden mittaamiseksi on käytäntöä varten esitetty erilaisia luokituksia (AITOLAHTI & HUIKARI 1969; Konekaivun... 1971; Metsäojituksen... 1972). Tämän kaivuvaikeuden metsänparannuspiirikohtaisen lisääntymisen oletetaan nostavan myös kaivuriojan metrihintaa. Kaivuvaikeuteen vaikuttaa lisäksi työn suorituksen ajankohta siten, että esimerkiksi paksu routa ja lumi laskevat tuotosta ja kohottavat siten hintaa. (Ks. kuva 7.)

Kun kaivuriojan hinta ilmaistaan juoksumetriä kohden, vaikuttaa ojakoon kasvu hintaa korottavasti. Kuutiohinnassa taas ojakoon suureneminen alentaa työmaan sisäisiä siirtokustannuksia. (Vrt. kuva 7.)

Työmaavaikeustekijöistä on kaivurin siirrostä aiheutuvat kustannukset luontevaa jakaa työmaan sisäisiin siirtokustannuksiin ja työmaiden välisiin kuljetuskustannuksiin. Edellisiä kustannuksia ja siten myös kaivuriojan metrihintaan alentavasti vaikuttanevat oleellisesti kaivuriojatiheyden ja -ojakoon kasvu. Toisaalta auraajien päiden aukaisu on



Kuva 7. Hypoteesit kaivuriojan hinnan metsänparannuspiireittäiseen vaihteluun vaikuttavista tekijöistä.

Fig. 7. Hypotheses about factors affecting the price per metre of forest drains dug by tractor-diggers.

keskimääräistä kalliimpaa työtä sekä oja-kohtaisen kaivumäärän vähyden että valmiiden auraajien muodostamien kulkuesteiden vuoksi. Siksi oletetaan piireittäisen auraajien määrän kasvun kohottavan myös kaivuriojan metrihintaa.

Työmaiden väliset kuljetuskustannukset määräytyvät puolestaan työmaiden koon ja sijainnin perusteella. Nämä kustannukset ovat korkeimmillaan pienillä työmailla. Kaivurin kuljetuskustannukset vaihtelivat v. 1966—68 Tapion metsäojitushankkeissa työmaan koon mukaan ja kaivettua ojametriä kohden laskettuna seuraavasti: 5 km — 3.3 p/m, 10 km — 1.7 p/m, 20 km — 0.8 p/m, 50 km — 0.3 p/m ja 100 km — 0.2 p/m (JUVONEN 1970). Saman aineiston mukaan olivat kaivurin kuljetuskustannukset keski-

määrin 165 mk/työmaa eli vajaat puolet aurauksikön vastaavista kustannuksista. Edellisen perusteella oletetaan ojitustyömaiden koon kasvun alentavan kaivuriojan metrihintaa. — Toisaalta saattaa työmaan etäisen sijainti vaikeuttaa huoltoa ja siten kohottaa kaivukustannuksia ja kaivuriojan metrihintaa (vrt. Konekaivun . . . 1971, s. 4).

Ojitushankkeen osakkaiden lukumäärä saattaa vaikuttaa kaivuriojan hintaa korotavasti siten, että mitä enemmän hankkeella on osakkaita, sitä suurempi on todennäköisyys, että ojalinjoiden puuston raivaus on joiltakin osakkailta jäänyt tekemättä. Tällöin raivaamattomat linjat voivat vaikeuttaa kaivutyötä (vrt. AITOLAHTI & NUMMINEN 1968, s. 43). Toisaalta osakkaiden lukumäärän kasvu suurentaa hankkeen kokoa ja saat-

taa siten lisätä myös työmaan kokoa ja alentaa sitä kautta kuljetuskustannuksia ja kaivuriojan hintaa.

Kuvaan 7 on koottu edellä selostetut metsäojituskohteiden erilaisuuden aiheuttamat tekijät, joilla on oletettu olevan vaikutusta kaivuriojan hintaan. Jos näiden tekijöiden vaikutukset voitaisiin riittävän tarkasti mitata, olisi tarkasteltava hyödyke eli kaivuri-metsäoja homogeenisoitavissa (vrt. s. 12).

Tutkimuksen päähypoteesina pidetään olettamusta, että kaivuriurakoitsijain välisen kilpailun voimakkuuden lisäys vaikuttaa kaivuriojan metsänparannuspiirikohtaista hintaa alentavasti (vrt. luku 41 ja kuva 6). Toisaalta oletetaan, että hintatarjousta tehdessään urakoitsija ei harkitse vain yhtä työmaata kerrallaan, vaan tähtää hinnoittelussaan myös kaivurikapasiteettinsa riittävään käyttöasteeseen pitämällä aikavälillä. Urakoitsijan kannalta on tärkeintä, että kaikki, esimerkiksi vuoden aikana, kaivettavat työmaat antavat hänelle riittävän taloudellisen tuloksen. (Vrt. KELTIKANGAS 1971, s. 26.) Tämän perusteella kaivurikapasiteetin vuotuisen käyttöasteen kasvun arvioidaan alentavan kaivuriojan hintaa (kuva 7).

43. Aineisto

Aineiston vertailtavuuden parantamiseksi tutkimus rajoitettiin Keskusmetsälautakunta Tapion metsänparannuspiireihin. Kukin näistä 14 piiristä muodosti tutkimuksen havaintoyksikön. Näiden yksiköiden välistä kaivurioiden hinnan vaihtelua pyrittiin selittämään samoja yksikköjä edustavilla muuttujilla. Toisaalta näin rajattua tutkimusta varten oli käytettävissä melko runsaasti valmiiksi kerättyä aineistoa Tapion vuosikirjoissa ja Tapion metsänparannusosastolla. Tutkimusta varten ei tämän vuoksi kerätty erillistä aineistoa, vaan tyydyttiin jo olemassaolevien tilastojen hyväksikäyttöön.

Tutkittavan ilmiön selittämiseen tähtävän tilastollisen analyysin onnistumisen perusedellytyksenä on, että ensinnäkin muuttujien valinta on tehty perustellusti. Tätä pohdittiin kahdessa edellisessä luvussa. Toisaalta näistä muuttujista tulee olla käytettävissä riittävän validit ja tarkat mittaustulokset. Validilla tarkoitetaan tuloksia, jotka mittaavat juuri tarkoitettua tekijää eikä jotakin muuta. Jo etukäteen oli nähtävissä,

että tarjolla olevan aineiston tarkkuus oli hyvä, mutta validiteetissa oli osittain toivomisen varaa.

Kaivurimenetelmä oli tullut Tapion metsäojituksen päämenetelmäksi v. 1966. Oli luontevaa kohdistaa tutkimus joihinkin tämän käännekohdan jälkeisiin vuosiin. Toisaalta Metsäkoneurakoitsijoiden Liitto perustettiin v. 1968, joten tästä lähtien urakoitsijoiden järjestäytymisellä on saattanut olla kilpailua hillitsevää vaikutusta. Näiden näkökohtien perusteella valittiin 1967 ensimmäiseksi tutkimusvuodeksi. Toisaalta mahdollisesti löydettävien riippuvuuksien ja selitysmallien luotettavuutta ajan suhteen haluttiin testata mahdollisimman tuoreella aineistolla. Siksi vuodet 1970 ja 1971 otettiin vertailuaineistoksi. *Tutkimus kohdistui siten vuosiin 1967, 1970 ja 1971.*

Tutkimuksen selitettävänä muuttujana on kaivuriojan keskimääräiset työ kustannukset eli kaivuriojan metrihinta (muuttuja 1, ks. liite 1) ilmaistuna penneinä kaivettua ojametriä kohden (p/m). Käytetty aineisto sisältää sekä varsinaiset kuivatusojat että hankkeiden toteuttamiseen tarvittut valtaojat. Käytännössä edelliset on kaivettu normaalisti juoksumetri- ja jälkimmäiset kuumiometritaksalla. HUIKARIN ja JUVOSEN (1970, s. 17) mukaan oli näistä työ kustannuksista v. 1968 kaivurityöstä maksettavan korvauksen osuus keskimäärin koko maassa 83 %, vaihdellen alueittain välillä 81—94 %. Työkustannusten loppuosa muodostui »jälkitöistä» (ilmeisesti lähinnä kivi-, silta- ja rumputöistä), työn valvonnasta, tarvikkeista jne. Aineiston homogeenisuutta ajatellen olisi kuivatusojien kaivurityöstä maksetut korvaukset muodostaneet sopivimman aineiston. Toisaalta tulosten soveltamisen kannalta käytetty ojametrikustannus on tärkeä, muodostuvathan sitä kautta ojituskustannukset hehtaaria kohden, jotka puolestaan ovat ojituksen edullisuuslaskelmien pohjana.

Kaivuriurakoitsijain lukumäärän oletettiin parhaiten kuvaavan urakoitsijain välisen hintakilpailun voimakkuutta. Ilmeisesti tarkoitukseen sopivin muuttuja olisi ollut kyseisenä vuonna Tapion urakkatarjouskilpailuihin kussakin metsänparannuspiirissä osallistuneiden kaivuriurakoitsijain lukumäärä. Kun tätä tietoa ei ollut käytettävissä, otettiin sitä edustamaan metsäojitustöissä toimineiden kaivureiden lukumäärä. Edellä jo esi-

tettiin, että valtaosa kaivuriurakoitsijoista omistaa vain yhden kaivurin, joten kaivureiden lukumäärä kuvaa likimäärin myös urakoitsijoiden lukumäärää. Toisaalta tiedetään, että tarjouskilpailuihin osallistuu eri piireissä 2—3-kertainen määrä urakoitsijoita verrattuna lopulliseen, metsäojitusta toteuttavien yrittäjien lukumäärään, joten valitulla muuttujalla on omat rajoituksensa.

Käytettävissä olleesta kuukausittaisesta kaivureiden lukumääräaineistosta muodostettiin kolme testattavaa muuttujaa: (a) kaivureiden lukumäärä keskimäärin kuukaudessa (muuttuja 3), (b) kaivureiden lukumäärä huippukautena (muuttuja 2) sekä (c) edellisten suhde b/a (muuttuja 4). Kahden jälkimmäisen muuttujan oletettiin kuvaavan ensimmäistä paremmin nimenomaan kyseisen piirin urakoitsijapotentiaalia eli kilpailun voimakkuutta. Kaivurin kapasiteettia voidaan huomattavasti lisätä siirtymällä vuorotyöhön ja ylipitkiin päiviin. Tämä kapasiteetin joustavuus saattaa lisätä kaivuriluvun merkitystä urakoitsijain välisen kilpailun ilmentäjänä.

Talvikaivun osuutta kuvaava muuttuja (15, ks. liite 1) saatiin edellisistä tiedoista määrittämällä joului—maaliskuussa työllistettyjen kaivureiden suhde koko vuoden kaivurilukuun. Jakamalla kaivuriojamäärä vuoden keskimääräisellä kaivuriluvulla, saatiin kaivurikapasiteetin käyttömäärää kuvaava muuttuja (22).

Edellä asetettujen hypoteesien mukaan kaivu vaikeus on keskeinen kaivuriojan hintaan vaikuttava muuttuja. Tarkoitukseen sopivan kaivu vaikeusluokituksen kehittäminen ja kokeilu on kuitenkin vasta alkuvaiheessaan (Metsäojituksen . . . 1972). Tiedot ojitetuista suotyypeistä voisivat ilmeisesti toimia jonkinlaisina mitatun kaivu vaikeuden korvikkeina. Tilastojen keruu ojitetuista suotyypeistä lopetettiin Tapiossa kuitenkin 1965, joten ajankohtaisia tietoja tästä tärkeästä muuttujasta ei ollut saatavissa. Tällöin päätettiin kokeilla näiden jo vanhentuneiden tietojen merkitys. Tyypit ryhmiteltiin oletetun kaivu vaikeuden mukaan viiteen luokkaan. Kullekin luokalle annettiin kaivu vaikeutta ilmentävä pistearvo 1—5. Kussakin metsänparannuspiirissä pistearvot painotettiin vastaavien luokkien pinta-aloilla (kaivu vaikeus 1965 a, muuttuja 13). Toinen kaivu vaikeusmuuttuja muodostettiin jakamalla soistuneiden

kankaiden ja korpien pinta-ala nevojen ja viljelyn pinta- alalla (kaivu vaikeus 1965 b, muuttuja 14, liite 1).

Kuvan 7 mukaisten tietojen saanti työmaavaikeustekijöistä tuotti myös, ojatihuoneita ja aurojen määrää lukuunottamatta, tiettyjä vaikeuksia. Ojakoko ja ojitushankkeen osakkaiden lukumäärä saatiin kaikkien työmenetelmien keskiarvona, vaikka sopivin tieto olisi koskenut vain kaivuriojia. Kaivuri työmaiden koosta ja lukumäärästä ei ollut myöskään valmiita tilastoja. Niitä yritettiin korvata tiedoilla hankkeiden lukumäärästä ja suuruuksista sekä kaivureiden lukumäärästä. Työmaiden sijaintia kuvaavia tilastoja ei ole koottu, joten työmaiden huoltokustannuksille ei kyetty muodostamaan muuttujaa lainkaan.

Korrelaatioanalyysiin otettiin mukaan edellisten lisäksi kaikki ongelmaan liittyvät relevanteilta vaikuttavat valmiiksi kerätyt muuttujat. Alkuperäisiä muuttujia ja niiden muunnoksia kertyi analysoitavaksi 27 kappaletta (liite 1).

Käytetty aineisto on kunakin tutkimusvuonna Tapijon metsänparannuspiireissä valmistuneiden metsäojitushankkeiden muodostama kokonaisuusaineisto. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että tietyn vuoden riippuvuudet ja mallit eivät sisällä otoksen käytöstä aiheutuvaa stokastisuutta, kun tuloksia yleistetään Tapijon saman vuoden ojitustoimintaan. Sen sijaan käytetyt muuttujat saattavat sisältää mittausvirhettä ja aineiston käsittelyvirhettä. Toisaalta käytetty aineisto edustaa ajan suhteen harkintaotosta: kyseessä on eri vuosien muodostamasta populaatiosta poimittu kolmen vuoden otos.

Edellä esitetyn perusteella siis seuraavissa luvuissa lasketut korrelaatio- ja regressioanalyysin tulokset soveltuvat Tapijon metsäojitustoimintaa kyseisenä tutkimusvuonna koskevaan päätelyyn ilman tilastollisia testauksia. Selitykseen pyrkivässä analyysissä, kuten tässä tutkimuksessa, on kuitenkin olennaista tutkimusaineiston ajallisesta ja alueellisesta peittävytydestä riippumattomien säännönmukaisuuksien löytäminen. Tällöin tarvittavien tilastollisten testien teoria perustuu kuitenkin yleensä satunnaisotoksien käyttöön.

Tässä tutkimuksessa pyritään kehittämään ajalliseen harkintaotokseen perustuen kaikkia Tapijon metsänparannuspiirien ojitus-

hankkeita koskevia yleisiä hypoteeseja. Tilastollisten testien käyttöä tällaisten yleisiksi tarkoitettujen säännönmukaisuuksien koetelemiseksi on pidetty järkevänä, vaikka otos ei olekaan satunnainen. Onhan nimittäin niin, että hypoteeseja voidaan tuskin koskaan todistaa oikeiksi yhdellä tutkimuksella. Sen sijaan yksikin otos, valintatavasta riippumatta, voi osoittaa nämä hypoteesit vääriksi. (Vrt. ESKOLA 1966, s. 118—119; KÄRKKÄINEN 1969, s. 9.)

44. Korrelaatioanalyysi

Muuttujien keskinäisten riippuvuuksien selvittämiseksi laskettiin analyysiin valituille 27 muuttujalle (liite 1) korrelaatiomatriisi erikseen kullekin tutkimusvuodelle (1967, 1970, 1971). Tulokset on esitetty liitteissä 2—4.

Tapion metsäojitustoimintaa tutkimusvuonna koskevaan päättelyyn ovat kaikki liitteiden korrelaatiokertoimet merkitseviä, koska ne perustuvat yhden vuoden osalta kokonaisaineistoihin. Havaintojen määrä on tässä yhtä suuri kuin Tapion metsänparannuspiirien lukumäärä eli 14. Se rajoittaa matriiseissa esiintyvien korrelaatiokertoimien (r) muita kuin tutkimusvuosia koskevan tilastollisen merkitsevyyden seuraavasti: (a) 1 %:n riski r (itseisarvoltaan) ≥ 0.661 ; (b) 5 %:n riski: $r \geq 0.532$; (c) 10 %:n riski: $r \geq 0.448$. Jos kuitenkin samojen muuttujien väliset korrelaatiot eri vuosilta osoittavat pysyvyyttä, lisää tämä kertoimien vuodesta toiseen jatkuvaa luotettavuutta.

Kolmesta kaivuriurakoitsijain välistä kilpailua kuvaavasta muuttujasta, (2, 3 ja 4, ks. liite 1) korreloi kaivureiden lukumäärä huippukuukautena (2) vahvimmin kaivuriuran metrihinnan (1) kanssa kaikkina kolmena vuonna. Näiden muuttujien korrelaatiokertoimien etumerkit ovat hypoteesien mukaisesti negatiivisia: mitä enemmän kaivureita (yrittäjiä) piiriä kohden sitä alempi hinta. Kuitenkin vain vuoden 1967 kerroin -0.585 (muuttujat 1 ja 2) on tilastollisesti merkitsevä 5 %:n riskillä. Saman vuoden muuttujan 3 (kaivureita keskimäärin kuu-kaudessa) korrelaatio -0.435 on lähellä 10 %:n riskirajaa (0.448). Näiden kolmen muuttujan ja metrihinnan välisten korrelaatiokertoimien suuruusjärjestys pysyy samana (2, 3 ja 4) kaikkina kolmena vuonna.

Aurajojen määrän (7) korrelointi kaivuriuran metrihinnan (1) kanssa osoittaa pysyvyyttä eri vuosina (-0.442 , -0.442 , ja -0.410), joskaan ei ole tilastollisesti merkitsevä. Etumerkki ei ole kuitenkaan hypoteesien mukainen.

Edellistä korkeampia korrelaatioita esiintyy muuttujaryhmässä 8—11 (liite 1). Nämä muuttujat kuvaavat eri tavoin piireittäisen ojitustoiminnan koko laajuutta. Muuttujia 8—11 ei valittu asetettujen hypoteesien (luku 42) perusteella, joten niiden vahva korrelointi ojametrihinnan kanssa oli aluksi yllättävää.

Kolmen vuoden korrelaatiomatriisien yksityiskohtainen analyysi paljasti kuitenkin pysyviä ja tilastollisesti merkitseviä tai lähes merkitseviä riippuvuuksia eräisiin hypoteeseissa esitettyihin muuttujiin. (a) Muuttujien 8—11 korrelointi kilpailua kuvaavien muuttujien (2 ja 3) kanssa oli voimakkainta. (b) Lähes yhtä vahvaa, mutta negatiivista korrelaatiota esiintyi muuttujan 21. Siten esimerkiksi mitä laajempi on piirin ojitusala yhteensä (11) sitä pienempi on osakkaiden lukumäärä kaivuriojakilometriä kohden ja ojametrin hinta. (c) Muuttujilla 8—11 esiintyi tilastollisesti merkitsevää positiivista korrelaatiota ojitushankkeen kokoa kuvaavien muuttujien 17—19 kesken. Mikäli hankkeen koko on yhteydessä urakoitsijan työmaan suuruuden kanssa, vaikuttaa edellä esitetty riippuvuus alentavasti kaivurin kuljetuskustannuksiin ja sitä kautta ojametrin hintaan. (d) Muuttujat 8—11 korreloivat negatiivisesti kaivuuvaikeusmuuttujien (13—14) kanssa, joten mitä laajempi on piirin ojitusala (11) sitä helpompi on keskimäärin kaivuuvaikeus ja sitä alempi ojametrin hinta.

Eri kaivumenetelmillä tehtyjen ojien keskimääräinen ojakoko (12) ei korreloi merkitsevästi ojametrihinnan kanssa. Sen sijaan sen korreloituminen aura- ja kaivuriurajojen suhteellista määrää osoittavien muuttujien (23—25) kanssa on voimakas.

Molempien kaivuuvaikeusmuuttujien (13 ja 14) arvot olivat vuodelta 1965 ja siten 2 vuotta vanhentuneita 1967 sekä 5 ja 6 vuotta vanhentuneita 1970 ja 1971. Täten oli odotettavissa, etteivät niiden korrelaatiot ojametrihinnan kanssa nouse korkeiksi. Kertoimien etumerkit pysyivät joka tapauksessa eri vuosina hypoteesien mukaisina ja korrelaatio näytti ajan mukana heikkenevän.

Talvikaivun osuutta kuvaava muuttuja (15) ei korreloinut merkitsevästi ojametrihinnan kanssa. Vuosien 1967 ja 1970 kertoimet olivat kuitenkin etumerkiltään hypoteesin mukaisia.

Muuttujat 17—19 kuvaavat eri tavoin ojitushankkeiden kokoa. Ne korreloivat merkitsevästi tai lähes merkitsevästi ojametrihinnan kanssa kaikkina vuosina. Korrelaatiokertoimien negatiivisuus jättää voimaan hypoteesin, että nämä muuttujat kuvaisivat samalla myös urakoitsijain työmaiden kokoa ja kaivurin kuljetuskustannuksia. Kertoimien kolmena vuonna säilynyt suuruusjärjestys: yhteensä ojitusalue ha/hanke (19), yhteensä ojaa 1000 m³/hanke (18) ja kaivuriojaa km/hanke (17) antaa viitteitä siitä, että muuttujat saattavat ilmentää muutakin kuin työmaiden kokoa, koska päinvastainen järjestys olisi tuntunut loogisemmalta.

Muuttuja 20 kuvaa ojitushankkeen osakkaiden kokoa (ojamäärä/osakas). Vuosina 1970 ja 1971 se on korreloinut merkitsevästi ojametrihinnan kanssa. Kaikkina kolmena vuonna esiintyy vahva positiivinen korrelaatio (.720, .816 ja .832) osakkaiden koon ja aurojen määrän välillä. Osakkaiden määrä kaivuriojakilometriä kohden (21) korreloi asetun hypoteesin mukaisesti erittäin merkitsevästi ojametrihinnan kanssa vuosina 1970 ja 1971, mutta 1967 ei merkitsevää korrelaatiota esiintynyt.

Kaivurikapasiteetin käyttömäärää kuvaava muuttuja 22 korreloi 1971 merkitsevästi ja 1970 lähes merkitsevästi ojametrihinnan kanssa, mutta 1967 ei korrelaatiota ole havaittavissa. Kertoimien etumerkit ovat kaikkina vuosina hypoteesin mukaisesti negatiivisia. Hypoteesi kaivurikapasiteetin käyttömäärän vaikutuksesta ojametrin hintaan sai siten vahvistusta viime vuosien osalta. Muita vuodesta toiseen tilastollisesti merkitseviä korrelaatiokertoimia ojametrin hinnan suhteen ei esiintynyt.

45. Regressioanalyysi

451. Vuoden 1967 aineisto

Kaivuriojan metrihinnan alueittaisen vaihtelun selityskokeilua jatkettiin askeltavalla lineaarisella regressioanalyysillä (A program . . . 1971). *Analyyssissa pyrittiin kehittämään malleja, joiden hyvyttä arvostellaan seuraavassa tarkastelussa yksinkertaisuuden, tarkkuuden, tulkittavuuden ja pysyvyyden kriteerein.*

Muuttujien graafinen tarkastelu antoi viitteitä likimain lineaaristen riippuvuuksien olemassaolosta selitettävän muuttujan ja alkuperäisten selittäjien kesken. Myös eräissä aikaisemmassa samaa aihepiiriä koskeneessa tutkimuksessa oli todettu alkuperäisten muuttujien selityskyky niiden logaritmisia muunnoksia paremmaksi (TILLMAN 1970, s. 17).

Regressioanalyysissä valittiin ensimmäisessä kokeilussa muuttujat malliin niiden F-arvon suuruuden mukaisessa järjestyksessä. Otetun askeleen jälkeen tarkistettiin aina muuttujan regressiokertoimen merkitsevyys t-testillä. Mikäli kyseinen t-arvo oli pienempi kuin 5 prosentin riskiä vastaava kynnyisarvo muuttuja poistettiin mallista. Tämän pääsäännön lisäksi kokeiltiin eräiden hypoteesien mukaisten strategisten muuttujien selityskykyä, vaikka ne eivät pääsääntöä noudattaen olisi tulleet malliin mukaan.

Mallin rakentaminen on seuraavassa esitetty askeleittain. Eri vaiheiden mallien tarkkuuden arvioimiseksi on kunkin askeleen kohdalle merkitty vastaava yhteiskorrelaatiokerroin (R), sen neliö (R²), josta saadaan sadalla kertomalla mallin selittämä osuus selitettävän muuttujan vaihtelusta, mallin F-arvo (F), sen merkitsevyyden testaamiseksi 5 prosentin riskiä vastaava kynnyisarvo (F₀₅) ja lopuksi regressioestimaatin keski- virhe (jäännöshajonta) (s). Regressiokertoimien keski- virheet on esitetty sulkeissa kertoimien alla.

	R	R ²	F	F ₀₅	s
(1) $y_1 = 1.694x_{13}$ (.049)	.357	.128	1.47	4.96	5.771
(2) $y_1 = 1.928x_{13} - .065x_{11}$ (.094) (.024)	.649	.421	3.27	4.26	4.702
(3) $y_1 = 1.512x_{13} - .070x_{11} + .516x_{15}$ (.166) (.019) (.185)	.794	.631	4.56	4.07	3.753

y_1 = kaivuriojan metrihinta (p/m)

x_{11} = kokonaisojitusala (100 ha)

x_{13} = kaivuvaikeus (1965 a)

x_{15} = talvikaivun osuus (%)

Yhtälöiden 1—3 kaikki regressiokertoimet poikkeavat t-testin mukaan nollasta tilastollisesti merkitsevästi viiden prosentin riskitasolla. Mallissa 3 muuttujan x_{11} kerroin on merkitsevä yhden prosentin ja muuttujan x_{13} kerroin 0.1 %:n riskillä. Kuitenkin ainoastaan yhtälön 3 F-arvo (4.56) ylittää vastavaan kynnyksarvon (4.07), joten vain tämän yhtälön yhteiskorrelaatiokerroin on tilastollisesti merkitsevä. Malli 3 selittää 63 % kaivuriojan metrihinnan vaihtelusta. Regressiokertoimien etumerkit ovat hypoteesien mukaisia siten, että kaivuvaikuden (x_{13}) ja talvikaivun osuuden lisääntyessä ojametrihintaa nousee. Kokonaisojitusalan (x_{11}) lisääntyessä ojametrihintaa mallin mukaan laskee. Myös tämä etumerkki on looginen muuttu-

$$(4) \quad y_1 = 59.756 - .235x_3 \\ (3.888) \quad (.141)$$

$$(5) \quad y_1 = -.436x_3 + .901x_{12} \\ (.123) \quad (.047)$$

$$(6) \quad y_1 = -.493x_3 + .690x_{12} + .626x_{15} \\ (.091) \quad (.071) \quad (.184)$$

y_1 = kaivuriojan metrihinta (p/m)

x_3 = kaivureiden keskimääräinen luku kuukaudessa

x_{12} = ojakoko (m³/100 m)

x_{15} = talvikaivun osuus (%)

Kaikki mallien 5—6 regressiokertoimet sekä mallin 4 vakio poikkeavat t-testin mukaan yhden prosentin riskillä nollasta. Sen sijaan x_3 mallissa 4 ei ole tilastollisesti merkitsevä. F-testin mukaan vain yhtälön 6 yhteiskorrelaatiokerroin on tilastollisesti merkitsevä. Malli 6 selittää kaivuriojan metrihinnan metsänparannuspiireittäisestä vaihtelusta 69 % eli selvästi enemmän kuin malli 3 (63 %). Mallin 6 regressiokertoimien etumerkit ovat asetettujen hypoteesien mukaiset. Kun toisaalta mallin 6 selittäjät valittiin ennakkohypoteesien mukaan, on tämä malli tulkinallisesti melko selkeä. Muuttujien välinen korrelointi ilmenee viereisen palstan keskiosan asetelmasta:

$$(7) \quad y_1 = 62.655 - .214x_2 \\ (3.813) \quad (.086)$$

$$(8) \quad y_1 = 72.692 - .279x_2 - .326x_{20} \\ (4.876) \quad (.074) \quad (.122)$$

$$(9) \quad y_1 = 59.624 - .318x_2 - .310x_{20} + .536x_{15} \\ (6.189) \quad (.061) \quad (.097) \quad (.198)$$

jan aikaisemmin selostetun tulkinnan (s. 22) kanssa.

Mallin 3 muuttujien keskinäiset korrelaatiot ilmenevät seuraavasta:

	y_1	x_{11}	x_{13}	x_{15}
y_1	1.000			
x_{11}	-.763	1.000		
x_{13}	.358	-.418	1.000	
x_{15}	.278	-.065	-.555	1.000

Kahdessa tapauksessa kolmesta esiintyy melko voimakkaita korrelaatioita: kokonaisojitusala/kaivuvaikeus, $r = -.418$ ja kaivuvaikeus/talvikaivun osuus, $r = -.555$. Mallin tulkinta ei ole siten yksikäsitteistä ja sen arvo selitysmallina vähenee.

Seuraavassa vaiheessa valittiin tutkimuksen päähypoteesia edustava muuttuja, kaivureiden keskimääräinen luku kuukaudessa (x_3) pakolliseksi selittäjäksi. Kokeilun tulokset on esitetty askeleittain seuraavassa:

R	R ²	F	F ₀₅	s
.349	.122	1.39	4.96	5.791
.648	.420	3.26	4.26	4.706
.831	.691	5.96	4.07	3.434

	y_1	x_3	x_{12}	x_{15}
y_1	1.000			
x_3	-.435	1.000		
x_{12}	.318	.454	1.000	
x_{15}	.278	.297	.074	1.000

Selittäjien keskinäisistä korrelaatioista on kaivuriluvun ja ojakoon välinen kerroin voimakkain (.454). On loogista ajatella, että mitä kookkaampia oja kaivetaan, sitä useampia kaivureita työllistetään. Toisaalta ojakoko kuvaa myös eri kaivumenetelmien yleisyyttä siten, että pienten ojien piireissä on auraus yleisempää ja suurten ojien piireissä kaivurityö.

Viimeisenä vaiheena vuoden 1967 aineistoon perustuvissa kokeiluissa valittiin pakolliseksi selittäjäksi toinen tutkimuksen päähypoteesia edustava muuttuja, kaivureiden lukumäärä huippukuukautena. Edettäessä muuten edellä kuvatun periaatteen mukaisesti saatiin seuraavat mallit:

R	R ²	F	F ₀₅	s
.536	.288	4.04	4.96	5.216
.727	.528	5.03	4.26	4.244
.837	.701	6.25	4.07	3.379

y_1 = kaivuriojan metrihinta (p/m)
 x_2 = kaivureiden lukumäärä huippukuukautena
 x_{15} = talvikaivun osuus (%)
 x_{20} = ojitushankkeen osakkaan koko (100 m³ ojaa/osakas)

Kaikki mallien 7—9 vakiot ja regressio-kertoimet ovat t-testin mukaan tilastollisesti merkitseviä 5 %:n riskillä. Lisäksi kaikki vakiot ja x_2 malleissa 8 ja 9 sekä x_{20} mallissa 9 ovat merkitseviä 1 %:n riskillä. F-testin mukaan ovat mallien 8 ja 9 yhteiskorrelaatiokertoimet merkitseviä (riski 5 %) ja mallin 7 vastaava kerroin lähes merkitsevä. *Urakoitsijain välistä kilpailua kuvaava muuttuja* (x_2) selittää yksinään 29 % ojametrin hinnan vaihtelusta (malli 7). Osakkaan kokoa kuvaavan muuttujan (x_{20}) mukaantulo nostaa selitysasteen 53 prosenttiin (malli 8). Lopulta kaikki kolme muuttujaa yhdessä selittävät 70 % kaivuriojan metrihinnan metsänparannuspiireittäisestä vaihtelusta (malli 9). Mallin 9 selitysaste on siten korkeampi kuin minkään muun edellä esitetyn (mallit 1—8) mallin. Sen selittäjät ja niiden regressio-kertoimien etumerkit ovat myös asetettujen hypoteesien mukaiset. Mallin 9 muuttujien väliset korrelaatiot ilmenevät seuraavasta matriisista:

	y_1	x_2	x_{15}	x_{20}
y_1	1.000			
x_2	-.585	1.000		
x_{15}	.278	.252	1.000	
x_{20}	-.289	-.327	-.127	1.000

Voimakasta selittäjien välistä korrelointia ei esiinny joten malli 9 on myös tulkinnallisesti selkein kolmesta korkeimman selitysasteen omaavasta mallista 3, 6 ja 9.

Malleissa 6 ja 9 esiintyy yksi urakoitsijoiden välistä kilpailua kuvaava muuttuja, toisessa x_3 ja toisessa x_2 . Kun kumpikankaan niistä ei ole mukana mallissa 3, jää sen selitysaste malleja 6 ja 9 pienemmäksi. Eri muuttujien suhteellisen selitysvoiman likimääräiseksi selvittämiseksi laskettiin mallien 3, 6 ja 9 selittäjille beta-kertoimet (vrt. SNEDECOR

1962, s. 416). Ne saatiin kertomalla kukin regressiokerroin vastaavan selittävän ja selitettävän muuttujan standardipoikkeaman suhteella ja on esitetty seuraavassa:

Malli 3		Malli 6		Malli 9	
muut-tuja	beta-kerroin	muut-tuja	beta-kerroin	muut-tuja	beta-kerroin
x_{11}	.60	x_3	.91	x_2	.87
x_{13}	.33	x_{12}	.70	x_{15}	.42
x_{15}	.41	x_{15}	.49	x_{20}	.51

Tulokset osoittavat, että kilpailumuuttujat x_2 ja x_3 ovat suhteellisesti tärkeimpiä selittäjiä malleissa 6 ja 9. Mallissa 3 on kaivu-vaikeutta kuvaava muuttuja (x_{13}) suhteellisesti heikoin. Tämä on ymmärrettävää siksi, että muuttuja x_{13} konstruointiin vuonna 1965 ojitettujen suotyypin pinta-aloista eikä tutkimusvuoden 1967 kaivu-vaikemusmittauksista, joita ei ollut suoritettu.

Mallit 3, 6 ja 9 ovat yksinkertaisuuden suhteen samanarvoisia: kussakin on kolme selittävää muuttujaa. Kuten jäljempänä (luvuissa 452 ja 453) ilmenee, mallin 9 pysyvyys osoitautui muita paremmaksi. Täten siis asetettujen neljän vertailukriteerin, yksinkertaisuus, tarkkuus, tulkittavuus ja pysyvyys perusteella malli 9 osoitautui parhaimmaksi kaikista vuoden 1967 aineistosta kehitetyistä malleista.

452. Vuoden 1970 aineisto

Kuvien 1 ja 2 (s. 8) mukaisesti oli metsäojitus ja erityisesti kaivurikaivu nopeassa laajenemisvaiheessa 1960-luvun lopulla. Täten oli odotettavissa, että kolmessa vuodessa oli tapahtunut niin voimakkaita rakenteellisia muutoksia, etteivät vuoden 1967 parhaat mallit pätsisi sellaisinaan enää vuoden 1970 aineistoon. Tästä varmistuttiin rakentamalla vuoden 1970 aineistosta mallit käyttämällä samoja muuttujia kuin vuoden 1967 kolmessa parhaassa mallissa 3, 6 ja 9. Seuraavat mallit kehitettiin:

	R	R ²	F	F ₀₅	s
(10) $y_1 = -.065x_{11} + 1.712x_{13} + .167x_{15}$ (.031) (.334) (.290)	.494	.244	.86	4.07	6.988
(11) $y_1 = -.238x_3 + .637x_{12} + .384x_{15}$ (.139) (.122) (.304)	.412	.169	.54	4.07	7.324
(12) $y_1 = 64.577 - .143x_2 + .050x_{15} - .328x_{20}$ (10.472) (.078) (.266) (.137)	.655	.429	2.01	4.07	6.072

- y_1 = kaivuriojan metrihinta (p/m)
 x_2 = kaivureiden lukumäärä huippukuukautena
 x_3 = kaivureiden keskimääräinen luku kuukau-
 dessa
 x_{11} = ojitusala yhteensä (100 ha)
 x_{12} = ojakoko (m²/100 m)
 x_{13} = kaivuvaikeus (1965 a)
 x_{15} = talvikaivun osuus (%)
 x_{20} = ojitushankkeen osakkaan koko (100 m² ojaa/
 osakas)

Minkään esitetyn mallin (10–12) yhteis-
 korrelaatiokerroin ei siis ollut v. 1970 tilastol-

$$\begin{aligned}
 (13) \quad y_1 &= .194x_{26} \\
 & \quad (.007) \\
 (14) \quad y_1 &= .140x_{26} + .315x_{21} \\
 & \quad (.016) \quad (.089) \\
 (15) \quad y_1 &= .187x_{26} + .194x_{21} - .051x_{11} \\
 & \quad (.024) \quad (.092) \quad (.022)
 \end{aligned}$$

- y_1 = kaivuriojan metrihinta (p/m)
 x_{11} = ojitusala (100 ha)
 x_{21} = ojitushankkeen osakkaiden lukumäärä
 (osakkaita/kaivurioja-km)
 x_{26} = ojatiheys (yhteensä ojaa m/ha)

Mallin 15 muuttujan x_{21} kerroin poikkeaa
 nollasta 6 %:n ja muuttujan x_{11} kerroin 5 %:
 n riskillä, muut mallien 13–15 muuttujien ker-
 toimet ovat tilastollisesti merkitseviä 1 %:
 n riskillä. Mallien 14 ja 15 yhteiskorrelaatio-
 kertoimet ovat tilastollisesti merkitseviä,
 mutta mallin 13 vastaava kerroin ei ole.
 Malli 14 selittää 57 % ja malli 15 69 % kai-
 vuriojan metrihinnan metsänparannuspiireit-
 täisestä vaihtelusta. Muuttujat x_{21} (ojitus-
 hankkeen osakkaiden lukumäärä) ja x_{26} (oja-
 tiheys) ovat hypoteesien (kuva 7) mukaisia,
 mutta muuttujan x_{26} etumerkki on hypotee-
 sin vastainen.

Malleissa 13–15 ojatiheyden lisääntyessä
 ojametrihinta kasvaa (samoin liitteiden 2–4
 korrelaatiokertoimissa), kun hypoteesin mu-
 kaan ojatiheyden kasvu olisi alentanut kai-
 vurin työmaan sisäisiä siirtokustannuksia ja
 sitä kautta ojametrin hintaa. Ojatiheys il-
 mentää tässä siten siirtokustannuksia voi-
 makkaammin jotain muuta tekijää, joka ei
 selviä myöskään kaikkien muuttujien korre-
 laatiomatriisista (liite 3). Voitaneen olettaa,
 että ojatiheys kuvaisi ojituskohdeiden pikku-
 piirteisyyttä, jolle on tunnusomaista, että

$$(16) \quad y_1 = .151x_{26} + .292x_{21} - .00238x_7 \\
 \quad \quad (.014) \quad (.074) \quad (.00094)$$

lisesti merkitsevä. Missään kolmesta mallista
 ei talvikaivun osuuden (x_{15}) eikä kilpailu-
 muuttujien (x_{22} , x_3) regressiokertoimet olleet
 t-testin mukaan merkitseviä. Kaivuvaikeus
 (x_{13}), ojakoko (x_{12}) ja osakkaan koko (x_{20})
 olivat sen sijaan säilyttäneet tilastollisen
 merkitsevyytensä.

Seuraavassa vaiheessa etsittiin vuoden
 1970 aineiston parasta mallia. Ensimmäisestä
 kokeilusta muodostui askeleittain esitettyä
 seuraava:

R	R ²	F	F ₀₅	s
.432	.187	2.30	4.96	7.246
.756	.571	5.99	4.26	5.263
.829	.687	5.85	4.07	4.494

ojatiheys määräytyy enemmän niskaajien,
 valtaajien ja yksiojajsystemien kuin varsi-
 naisten sarkajien määrän mukaan. Niska-
 ojaassa ja yksiojajsystemissä turvekerros on
 yleensä ohut ja kivisyyden esiintyminen to-
 dennäköistä. Valtaajat ovat normaaleja kui-
 vatusojia kookkaampia, joten ojametrihinta
 lisääntyy suuremman metrikohtaisen kaivu-
 työn vuoksi. *Tämän oletuksen mukaan oja-
 tiheys ilmentäisi tässä lähinnä kaivu-
 vaikeutta ja/tai työmaan pientä kokoa.* Myöskään MATTI
 KELTIKANGAS (1971, s. 27) ei löytänyt hanke-
 kohtaisen ojatiheyden ja ojametrihinnan
 välille selvää loogista riippuvuutta.

Mallin 15 muuttujien korrelaatiomatriisi
 muodostui seuraavaksi:

	y_1	x_{11}	x_{21}	x_{26}
y_1	1.000			
x_{11}	-.730	1.000		
x_{21}	.718	-.587	1.000	
x_{26}	.437	-.082	.196	1.000

Ojitusala (x_{11}) ja osakkaiden luku (x_{21}) ovat
 voimakkaasti (–.587) negatiivisesti korre-
 loituneet. Tämä sekä muuttujan x_{11} mukana-
 olo vaikeuttavat mallin 15 tulkintaa. Lisäksi
 muuttujan x_{26} tulkinta jää osittain avoi-
 meksi, kuten edellä kävi ilmi.

Kun malliin 14 lisättiin muuttuja x_7 (aura-
 ojen pituus), saatiin seuraava malli:

R	R ²	F	F ₀₅	s
.839	.704	6.34	4.07	4.373

- y_1 = kaivuriojan metrihinta (p/m)
 x_7 = auraajien pituus (km)
 x_{21} = ojitushankkeen osakkaiden lukumäärä
 (osakkaita/kaivurioja-km)
 x_{26} = ojatiheys (yhteensä ojaa m/ha)

Muuttujan x_7 regressiokerroin poikkeaa nollasta 5 %:n riskillä ja muut kertoimet 1 %:n riskillä. Myös yhteiskorrelaatiokerroin on tilastollisesti merkitsevä. Malli selittää 70 % kaivuriojan metrihinnan metsänparannuspiireittäisestä vaihtelusta. Auraajien pituus-muuttujan (x_7) kertoimen etumerkki ei ole asetetun hypoteesin mukainen (vrt. s. 22). Auraajien määrän lisäys ilmentää tässä siten jotain muutakin kuin kaivurin siirtokustannusten kasvua. Vuoden 1970 sekä absoluutisesti että suhteellisesti suurimmat auraajamäärät ovat neljässä pohjoisimmassa metsän-

- (17) $y_1 = 35.079 + .343x_{21}$
 (4.585) (.096)
 (18) $y_1 = 22.883 + .350x_{21} + .429x_{15}$
 (6.743) (.083) (.192)
 (19) $y_1 = .462x_{21} + .672x_{15} + .139x_{22}$
 (.066) (.132) (.037)

- y_1 = kaivuriojan metrihinta (p/m)
 x_{15} = talvikaivun osuus (%)
 x_{21} = ojitushankkeen osakkaiden lukumäärä
 (osakkaita/kaivurioja-km)
 x_{22} = kaivuriojaa km/työllistetty kaivuri

Mallin 18 muuttujan x_{15} kerroin poikkeaa 5 %:n, muut mallien 17–19 kertoimet 1 %:n riskillä nollasta. Kaikkien mallien 17–19 yhteiskorrelaatiokertoimet ovat tilastollisesti merkitseviä. Malli 19 selittää 64 % kaivuriojan metrihinnan metsänparannuspiireittäisestä vaihtelusta. Tähän malliin tuli selittäjäksi mukaan myös talvikaivun osuus (x_{15}), joka oli pysyvä selittäjä vuoden 1967 malleissa, mutta ei ole esiintynyt muissa vuoden 1970 malleissa. Kaivurikapasiteetin käyttömäärää kuvaava muuttuja x_{22} ei ole myöskään esiintynyt muissa aikaisemmissa malleissa. Sen kertoimen etumerkki on kuitenkin hypoteesin vastainen, kun taas vastaavien korrelaatiokertoimien etumerkit olivat hypoteesin mukaisesti negatiivisia (liitteet 2–4).

Mallin 19 muuttujien korrelaatiomatriisi on esitetty viereisen palstan keskiosassa.

- (20) $y_1 = -.062x_{11} + 1.814x_{13} + .062x_{15}$
 (.027) (.252) (.251)
 (21) $y_1 = -.261x_3 + .809x_{12} - .044x_{15}$
 (.190) (.145) (.277)
 (22) $y_1 = 74.182 - .210x_2 - .141x_{15} - .354x_{20}$
 (9.352) (.100) (.224) (.124)

parannuspiirissä. Tämän perusteella voidaan olettaa, että auraajien määrä kuvaisi tässä yhteydessä ojituskohleiden »kaivuhelpoutta» ja/tai työmaan suurta kokoa.

Mallin 16 muuttujien korrelaatiomatriisi on esitetty seuraavassa:

	y_1	x_7	x_{21}	x_{26}
y_1	1.000			
x_7	-.442	1.000		
x_{21}	.718	-.112	1.000	
x_{26}	.437	.034	.196	1.000

Mallin 16 tulkintaa ei häiritse selittävien muuttujien välinen korrelointi.

Viimeisessä vuoden 1970 aineiston kokeilussa saatiin askeleittain esitettynä seuraava asetelma:

	R	R ²	F	F ₀₅	s
	.690	.475	9.05	4.96	5.820
	.779	.607	6.95	4.26	5.039
	.802	.643	4.80	4.07	4.801

	y_1	x_{15}	x_{21}	x_{22}
y_1	1.000			
x_{15}	.367	1.000		
x_{21}	.718	-.026	1.000	
x_{22}	-.452	-.487	-.538	1.000

Kahdessa tapauksessa kolmesta esiintyneistä selittäjien välillä melko voimakasta keskinäistä korrelointia, joka vaikeuttaa mallin tulkintaa.

Mallit 15, 16 ja 19 vaikuttavat vuoden 1970 aineiston parhailta. Ne ovat kaikki yksinkertaisuuden ja pysyvyyden (ks. seuraava luku) suhteen samanarvoisia. Sen sijaan malli 16 on tarkkuuden ja tulkittavuuden suhteen paras, joten se on myös koko vuoden 1970 aineistosta saatu paras malli.

453. Vuoden 1971 aineisto

Vuoden 1971 aineistosta testattiin ensin vuoden 1967 kolmen parhaan mallin (3, 6 ja 9) muuttujien selityskyky. Seuraavat mallit muodostettiin:

	R	R ²	F	F ₀₅	s
	.386	.149	.47	4.07	7.579
	0	0	0	4.07	8.318
	.677	.458	2.25	4.07	6.048

- y_1 = kaivuriojan metrihinta (p/m)
 x_2 = kaivureiden lukumäärä huippukuukautena
 x_3 = kaivureiden keskimääräinen luku kuukaudessa
 x_{11} = ojitusala (yhteensä 100 ha)
 x_{12} = ojakoko ($m^3/100$ m)
 x_{13} = kaivuvaikeus (1965 a)
 x_{15} = talvikaivun osuus (%)
 x_{20} = ojitushankkeen osakkaan koko (100 m^3 ojaa/osakas)

Minkään mallin (20—22) yhteiskorrelaatiokerroin ei siis ollut tilastollisesti merkitsevä. Muuttujien x_{13} (kaivuvaikeus, malli 20) ja x_{12} (ojakoko, malli 21) regressiokertoimet

$$(23) \quad y_1 = -.017x_{11} + .327x_{21} + .151x_{26}$$

$$(24) \quad y_1 = -.00121x_7 + .351x_{21} + .142x_{26}$$

- y_1 = kaivuriojan metrihinta (p/m)
 x_7 = aurojen pituus (km)
 x_{11} = ojitusala (yhteensä 100 ha)
 x_{21} = ojitushankkeen osakkaiden lukumäärä (osakkaita/kaivurioja-km)
 x_{26} = ojatiheys (yhteensä ojaa m/ha)

Molempien mallien yhteiskorrelaatiokerroimet olivat merkitseviä. Selittäjien x_{21} ja

$$(25) \quad y_1 = 60.523 - .198x_2$$

$$(26) \quad y_1 = 72.337 - .239x_2 - .108x_{22}$$

- y_1 = kaivuriojan metrihinta (p/m)
 x_2 = kaivureiden lukumäärä huippukuukautena
 x_{22} = kaivuriojaa km/työllistetty kaivuri

Mallin 26 sekä yhteiskorrelaatiokerroin että regressiokertoimet ovat tilastollisesti merkitseviä. Regressiokertoimien etumerkit ovat hypoteesien mukaiset. Myös selittäjien väli-

$$(27) \quad y_1 = .196x_{26}$$

$$(28) \quad y_1 = .133x_{26} + .385x_{21}$$

- y_1 = kaivuriojan metrihinta (p/m)
 x_{21} = ojitushankkeen osakkaiden lukumäärä (osakkaita/kaivurioja-km)
 x_{26} = ojatiheys (yhteensä ojaa m/km)

Mallien 27 ja 28 kaikki regressiokertoimet ovat erittäin merkitseviä. Mallin 28 yhteiskorrelaatiokerroin on myös merkitsevä. Tämä malli selittää 63 % kaivuriojan metrihinnan vaihtelusta. Molemmat selittäjät esiintyvät

poikkesivat erittäin merkitsevästi (riski 0.1 %) nollassa sekä muuttujien x_{11} (ojitusala, malli 20) ja x_{20} (osakkaan koko, malli 22) kertoimet 5 % riskillä. Tämän lisäksi urakoitsijain välistä kilpailua kuvaavien muuttujien (x_2 ja x_3) kertoimet malleissa 21 ja 22 olivat lähes merkitseviä. Talvikaivun osuuden (x_{15}) kerroin ei ollut missään mallissa merkitsevä.

Seuraavassa vaiheessa testattiin kahden vuoden 1970 aineiston parhaan mallin (15 ja 16) muuttujien selityskyky vuoden 1971 aineistosta:

	R	R ²	F	F ₀₅	s
(23)	.782	.611	4.19	4.07	5.125
(24)	.781	.610	4.17	4.07	5.132

x_{26} kertoimet olivat selvästi merkitseviä molemmissa tapauksissa, mutta muuttujien x_7 ja x_{11} kertoimet jäivät selvästi alle merkitsevyysrajan.

Lopuksi etsittiin vuoden 1971 aineiston parasta mallia. Ensimmäisellä yrityksellä saatiin seuraavan näköinen tulos:

	R	R ²	F	F ₀₅	s
(25)	.365	.133	1.53	4.96	7.652
(26)	.725	.526	4.99	4.26	5.656

nen korreloituminen on vähäistä:

	y_1	x_2	x_{22}
y_1	1.000		
x_2	-.447	1.000	
x_{22}	-.561	-.144	1.000

Viimeisessä kokeilussa syntyivät seuraavat mallit:

	R	R ²	F	F ₀₅	s
(27)	.318	.101	1.12	4.96	7.789
(28)	.792	.627	7.56	4.26	5.019

myös vuoden 1970 parhaissa malleissa samoilla etumerkeillä. Ojatiheyden (x_{26}) tulkin-tavaikeuksia selostettiin edellä luvussa 452. Korrelaatiomatriisi on esitetty seuraavassa:

	y_1	x_{21}	x_{26}
y_1	1.000		
x_{21}	.792	1.000	
x_{26}	.348	.180	1.000

Selittäjien keskeinen korrelointi on pysynyt heikkona ja miltei edellisen vuoden luke-
missa (1970: .196). Myös mallin 28 pysyvyys
osoittautui muita saman vuoden malleja pa-
remmaksi. Mallin 28 muuttujien selitysaste
vuoden 1970 aineistosta oli 57 % sekä yhteis-
korrelaatiokerroin ja regressiokertoimet tilas-
tollisesti merkitseviä (malli 14). Käytetyn
neljän kriteerin perusteella on malli 28 vu-
oden 1971 aineiston paras.

454. Selitysvirheanalyysi

Edellä regressioanalyysissä suoritettu pa-
rametrien estimointi tapahtui ns. *pienimmän*
neliösumman keinolla. Siinä vakion ja regres-
siokertoimien estimaatit määritetään siten,
että selitysvirheiden neliöiden summa mini-
moituu. Selitysvirheellä tarkoitetaan tässä
todellisuudessa havaitun ja regressiomallilla
lasketun kaivuriojan metrihinnan erotusta.
Selitysvirhettä on suoritettussa regressioana-
lyysissä syntynyt tarkastellun ilmiön stokas-
tisuuden lisäksi esimerkiksi seuraavista syis-
tä: (1) mittausrvirheistä, (2) joidenkin selittä-
jien puuttumisesta, (3) mallin virheellisestä
muodosta ja (4) muuttujien agregoinnista.

Regressioanalyysin käyttöedellytysten ar-
vioimiseksi on selitysvirheanalyysin suorit-
taminen välttämätöntä. *Onnistuneen regres-
sioanalyysin »sivutuotteena» syntyy mahdolli-
simman pieni ja satunnainen selitysvirhe*. Jos
selitysvirheissä esiintyy systemaattisuutta,
on mallin parantaminen aina periaatteessa
mahdollista.

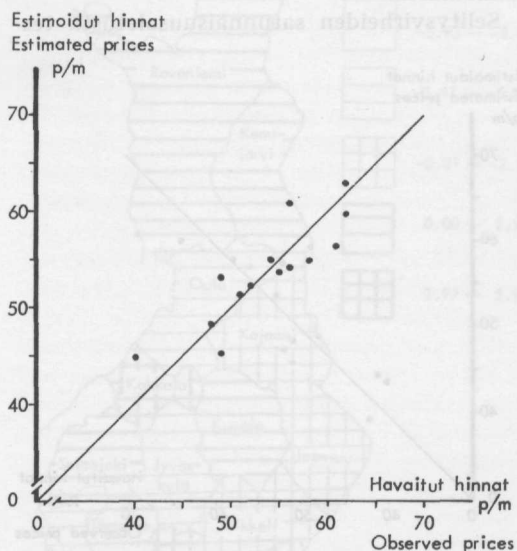
Mallin parametrien estimaattorien hyvyyt-
tä arvioidaan yleisesti esimerkiksi harhatto-
muuden, tarkentuvuuden, tehokkuuden ja
tyhjentävyyden kriteerein. Pyrittäessä täyt-
tämään näitä kriteereitä on valittavissa eri-
laisia estimointimenetelmiä (pienimmän
neliösumman, maximum likelihood jne.), joista
kukin asettaa tutkittavalle populaatiolle ja
siitä valitulle otokselle tiettyjä ehtoja. Pie-
nimmän neliösumman menetelmässä nämä
ehdot tiivistetään selitysvirheitä koskeviksi
ja ovat seuraavat: (1) Selitysvirhe on nor-
maalisti jakautunut satunnaismuuttuja, jon-
ka odotusarvo on nolla. (2) Selitysvirheen
varianssi on vakio. (3) Selitysvirheet eivät
ole autokorreloituneita eivätkä korreloitu-
neita selittävien muuttujien kanssa.

Esitetyt selitysvirheolettamukset ovat mel-
ko vaateliaat. Parhaimmillaankin ne käytän-

nön regressioanalyysissä yleensä toteutuvat
vain likimääräisesti. Jos selitysvirheistä teh-
dyt oletukset täysin pitäisivät paikkansa ja
selittäjät olisivat keskenään korreloimatto-
mia, saataisiin pienimmän neliösumman me-
netelmällä harhattomia, tarkentuvia, tehok-
kaita ja tyhjentäviä mallin parametrien esti-
maatteja.

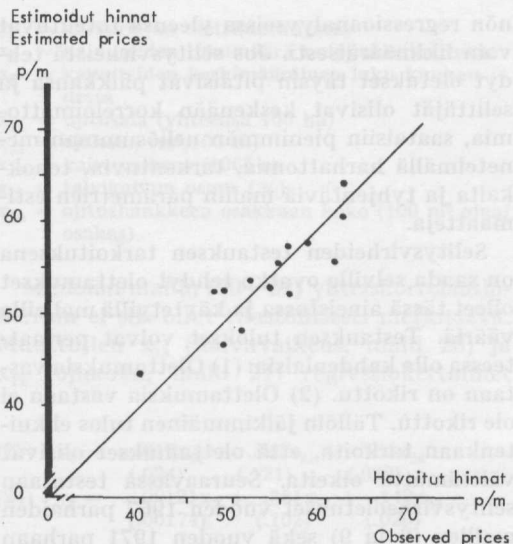
Selitysvirheiden testauksen tarkoituksena
on saada selville ovatko tehdyt olettamukset
olleet tässä aineistossa ja käytetyillä malleilla
väärä. Testauksen tulokset voivat periaat-
teessa olla kahdenlaisia: (1) Olettamuksia vas-
taan on rikottu. (2) Olettamuksia vastaan ei
ole rikottu. Tällöin jälkimmäinen tulos ei kui-
tenkaan tarkoita, että olettamukset olisivat
välttämättä oikeita. Seuraavassa testataan
selitysvirheoletukset vuoden 1967 parhaiden
mallien (6 ja 9) sekä vuoden 1971 parhaan
mallin (28) osalta.

Ensiksi selvitettiin, olivatko selitysvirheet
normaalisti jakautuneita. Tätä varten selitys-
virheet jaettiin niiden standardipoikkeamaa
luokkavälinä käyttäen kahdeksaan luokkaan.
Teoreettisen normaalijakauman perusteella
laskettiin kunkin luokan frekvenssien odotus-
arvot, joihin todellisia selitysvirhehavaintoja
verrattiin. Frekvenssijakaumien yhteensopi-
vuutta testattiin Khiin neliötestillä. Saatu-
jen jakaumien X^2 -arvot olivat: 1.39, 2.57 ja



Kuva 8. Mallilla 9 estimoitu kaivuriojan metrihinta
vastaavan havaitun hinnan funktiona.

Fig. 8. The drain price estimated by model 9 as a
function of the corresponding observed price.

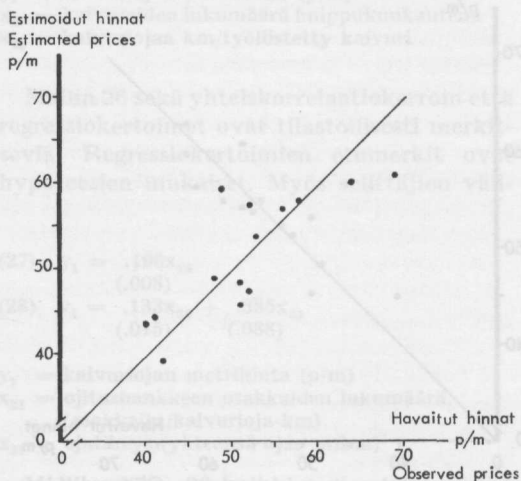


Kuva 9. Mallilla 6 estimoitu kaivuriojan metrihinta vastaavan havaitun hinnan funktiona.

Fig. 9. The drain price estimated by model 6 as a function of the corresponding observed price.

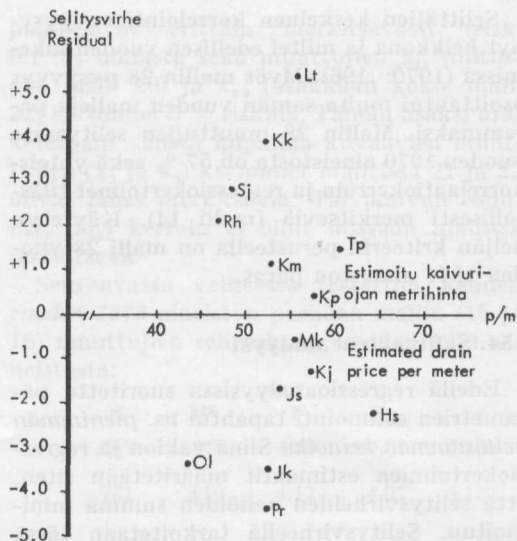
2.80. Vapausasteella 7 on vastaava kynnysarvo 5 %:n riskillä 14.07 ja 1 %:n riskillä 18.48, joten kaikissa kolmessa tapauksessa jäi voimaan hypoteesi, että mallien selitysvirheet eivät poikkea merkitsevästi normaali-jakaumasta.

Selitysvirheiden satunnaisuusoletusta tes-



Kuva 10. Mallilla 28 estimoitu kaivuriojan metrihinta vastaavan havaitun hinnan funktiona.

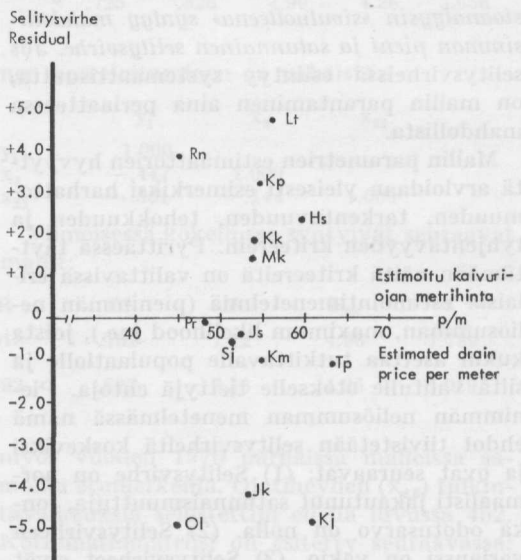
Fig. 10. The drain price estimated by model 28 as a function of the corresponding observed price.



Kuva 11. Mallin 9 selitysvirheet samalla mallilla estimoitujen kaivuriojan metrihinnan funktiona.

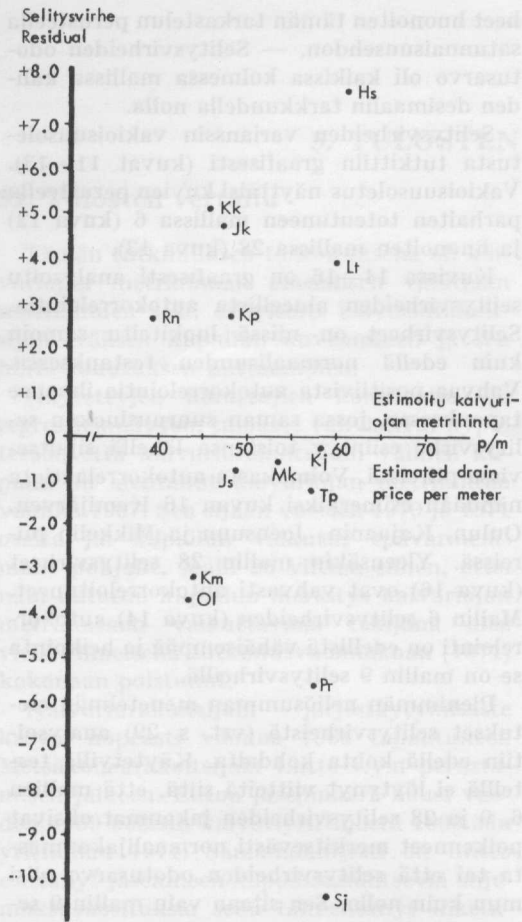
Fig. 11. The residuals of model 9 as a function of the drain price estimated by the same model.

tattiin graafisella tarkastelulla. Kuvissa 8—10 on mallien 9, 6 ja 28 antamat estimaatit esitetty todellisten kaivuriojan metrihinta-havaintojen funktiona. Jos estimaatit eivät



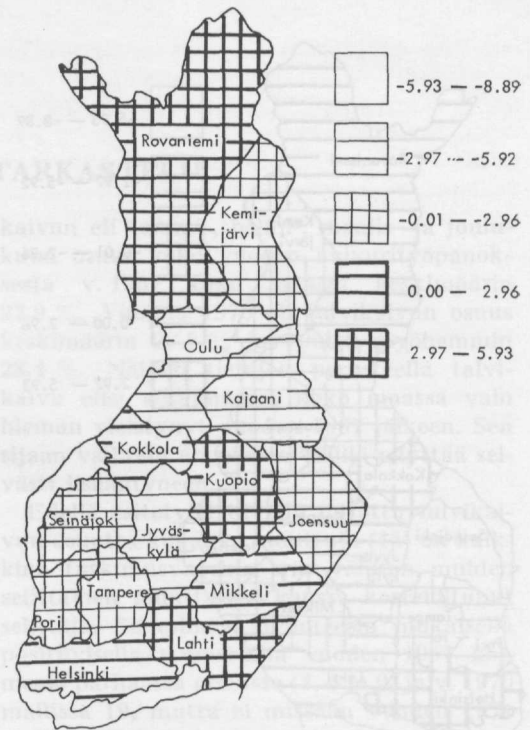
Kuva 12. Mallin 6 selitysvirheet samalla mallilla estimoitujen kaivuriojan metrihinnan funktiona.

Fig. 12. The residuals of model 6 as a function of the drain price estimated by the same model.



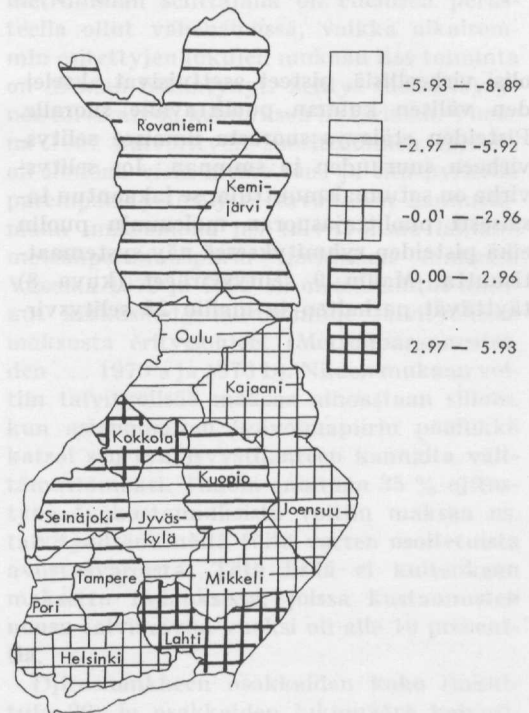
Kuva 13. Mallin 28 selitysvirheet samalla mallilla estimoidun kaivuriojan metrihinnan funktiona.

Fig. 13. The residuals of the model 28 as a function of the drain price estimated by the same model.



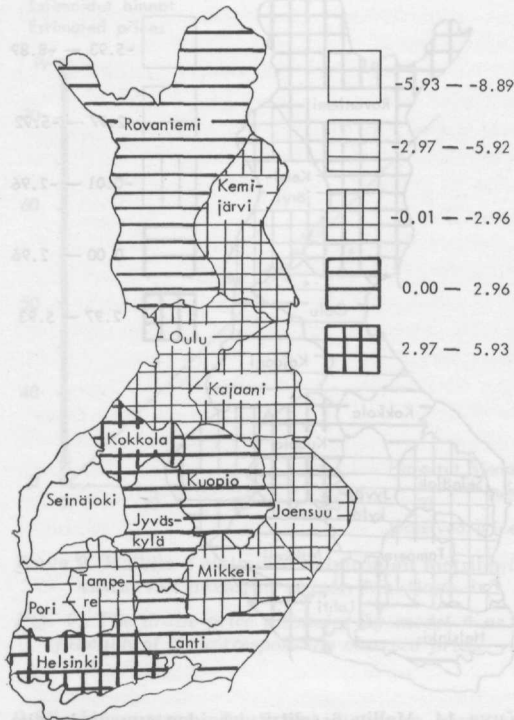
Kuva 14. Mallin 6 selitysvirheiden suuruusluokka metsänparannuspiireittäin.

Fig. 14. The residual classes of model 6 by region.



Kuva 15. Mallin 9 selitysvirheiden suuruusluokka metsänparannuspiireittäin.

Fig. 15. The residual classes of model 9 by region.



Kuva 16. Mallin 28 selitysvirheiden suuruusluokka metsänparannuspiireittäin.

Fig. 16. The residual classes of model 28 by region.

olisi virheellisiä, pisteet asettuisivat akseleiden välisen kulman puolittavalle suoralle. Pisteiden etäisyys suorasta ilmaisee selitysvirheen suuruuden ja suunnan. Jos selitysvirhe on satunnaisuuttuuta, se jakaantuu tasan puolittajasuoran molemmiin puolin eikä pisteiden ryhmityksessä näy systemaattisuutta. Mallin 9 selitysvirheet (kuva 8) täyttävät parhaiten ja mallin 28 selitysvir-

heet huonoiten tämän tarkastelun perusteella satunnaisuusehdon. — Selitysvirheiden odotusarvo oli kaikissa kolmessa mallissa kahden desimaalin tarkkuudella nolla.

Selitysvirheiden varianssin vakioisuusole- tusta tutkittiin graafisesti (kuvat 11—13). Vakioisuusoletus näyttäisi kuvien perusteella parhaiten toteutuneen mallissa 6 (kuva 12) ja huonoiten mallissa 28 (kuva 13).

Kuvissa 14—16 on graafisesti analysoitu selitysvirheiden alueellista autokorrelointia. Selitysvirheet on niissä luokiteltu samoin kuin edellä normaalisuuden testauksessa. Vahvaa positiivista autokorrelointia ilmenee tapauksessa, jossa saman suuruusluokan selitysvirhe esiintyy toistensa lähellä sijaitse- vissa piireissä. Voimakasta autokorrelaatiota nähdään esimerkiksi kuvan 16 Kemijärven, Oulun, Kajaanin, Joensuun ja Mikkelin piireissä. Yleensäkin mallin 28 selitysvirheet (kuva 16) ovat vahvasti autokorreloituneet. Mallin 6 selitysvirheiden (kuva 14) autokor- relointi on edellistä vähäisempää ja heikointa se on mallin 9 selitysvirheillä.

Pienimmän neliösumman menetelmän oletukset selitysvirheistä (vrt. s. 29) analysoitiin edellä kohta kohdalta. Käytetyillä testeillä ei löytynyt viitteitä siitä, että mallien 6, 9 ja 28 selitysvirheiden jakaumat olisivat poikenneet merkittävästi normaalijakaumasta tai että selitysvirheiden odotusarvo olisi muu kuin nolla. Sen sijaan vain mallin 9 selitysvirheissä ei esiintynyt selvää systemaattisuutta. Selitysvirheen varianssin vakioisuus- ja autokorrelaatioehdot eivät toteutuneet minkään mallin kohdalla. Yleistäen voidaan lopuksi todeta, että testatuista malleista tarkimman (9) selitysvirheet rikkoivat lievimmin ja epätarkimman (28) selitysvirheet vahvimmin asetettuja oletuksia.

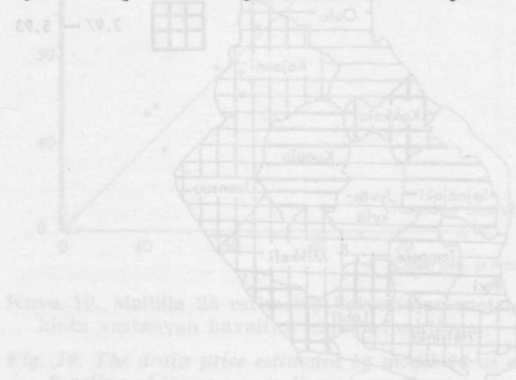


Fig. 16. The distribution of model 28 residuals by region.

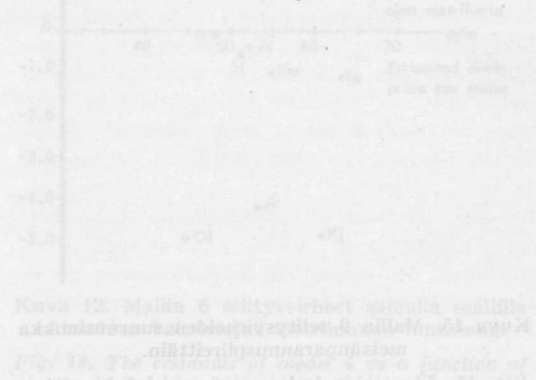


Fig. 12. The residuals of model 6 by region.

5. TULOSTEN TARKASTELU

51. Tulosten vertailu

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli kaivuriojan metrihinnan alueellisen vaihtelun selittäminen sekä erityisesti kaivuriurakoitsijain välisen kilpailun kuvaaminen ja sen hintavaikutuksen mittaaminen.

Käytettyjen muuttujien korrelaatio- ja regressioanalyysin tulokset vahvistivat hypoteesia, että kaivuriurakoitsijain välinen kilpailu on alentanut kaivuriojan metrihintaa vuonna 1967. Sen sijaan vuosien 1970 ja 1971 osalta jäi kilpailun vaikutus epävarmimmalle pohjalle. Malli 26 viittaa siihen, ettei näin mitatun kilpailun merkitys kaivuriojan metrihintaan vaikuttavana tekijänä olisi vielä viimeisenä tutkimusvuonna (1971) kokonaan poistunut.

Kaivuriurakoitsijain järjestäytymisaste kasvoi nopeasti vuonna 1968 tapahtuneen Metsäkoneurakoitsijain Liitto r.y:n perustamisen jälkeen. Liiton jäsenmäärä nousi vuoden 1969 558:sta kaivuriyrittäjästä 1009:ään yrittäjään 1971. Samanaikaisesti on Liitto esittänyt jäsenilleen kilpailua hillitseviä ohjelmakansuosituksia sekä tähdentänyt liiketaloudellisen kustannuslaskennan merkitystä (esim. Konekaivun... 1971). Kaivuriurakoitsijain lukumäärä näyttää myös viime vuosina kääntyneen laskuun (vrt. s. 18 ja taulukko 2).

Tässä käytettyjen kilpailua kuvanneiden muuttujien (2, 3 ja 4) validisuutta voidaan luonnollisesti epäillä (vrt. s. 21). Toisaalta teoreettisesti pohdiskellen löydetty muuttuja 2, kaivureiden lukumäärä huippukuukautena, osoittautui kaivureiden keskimääräistä lukua (muuttuja 3) paremmaksi selittäjäksi. Kaivureiden huippukuukauden määrän voidaan ajatella kuvastavan nimenomaan myös kyseisen piirin urakoitsijapotentialiaa. Esimerkiksi vuonna 1967 oli huippukuukauden kaivuriluku koko maassa 63 % suurempi kuin kaivureiden keskimääräinen kuukausiluku. Vastaava suhde oli 45 % v. 1970 ja 46 % v. 1971. (Vrt. taulukko 2.)

Kuukausittain työllistettyjen kaivureiden lukumäärän perusteella arvioiden oli talvi-

kaivun eli tammi-, helmi-, maaliskuu- ja joulukuun osuus koko vuoden kaivurityöpanoksesta v. 1967 koko maassa keskimäärin 27.9 %. Vuonna 1970 oli talvikaivun osuus keskimäärin 28.8 % ja vuotta myöhemmin 28.4 %. Näiden tietojen perusteella talvikaivu olisi keskimäärin koko maassa vain hieman yleistynyt vuoden 1967 jälkeen. Sen sijaan vaihtelu eri piirien välillä näyttää selvästi lisääntyneen.

Edellä esitetyllä tavalla mitattu talvikaivun osuutta kuvaava muuttuja (15) on kaikkina tutkimusvuosina eräs vähiten muiden selittävien muuttujien kanssa korreloitunut selittäjä. Se esiintyi hypoteesin mukaisella positiivisella etumerkillä vuoden 1967 kolmessa parhaassa mallissa (3, 6 ja 9) ja v. 1970 mallissa 19, mutta ei missään vuoden 1971 mallissa. Talvikaivun osuuden ja kaivuriojan metrihinnan väliset korrelaatiokertoimet olivat samoina vuosina: .278, .367 ja -.014.

Talvikaivun osuuden merkitys kaivuriojan metrihinnan selittäjänä on edellisen perusteella ollut vähenemässä, vaikka aikaisemmin esitettyjen lukujen mukaan itse toiminta on hieman lisääntynyt. Selitys tähän löytynee talvikaivun kehityksen historiasta. Vuonna 1967 kaivurityön suorittaminen talvella oli ilmiönä vielä melko uusi ja sitä pyrittiin parempaa työllisyyttä tavoitellen kannustamaan maksamalla ns. talvityölisää lähinnä metsänparannuspiirin harkinnan mukaan. Vuosina 1970 ja 1971 oli metsähallitus antanut keskusmetsälautakunnille talvityölisien maksusta erityisohjeet (Metsänparannustöiden... 1970 a ja 1970 b). Niiden mukaan voitiin talvityölisää maksaa ainoastaan silloin, kun asianomaisen työvoimapiirin päällikkö katsoi sen työllisyystilanteen kannalta välttämättömäksi. Tällöin enintään 35 % ojitustyön työ kustannuksista voitiin maksaa ns. talvityölisinä näitä töitä varten osoitetuista avustusvaroista. Tätä lisää ei kuitenkaan maksettu tapauksissa, joissa kustannusten nousu talvikaivun vuoksi oli alle 10 prosenttia.

Ojitushankkeen osakkaiden koko (muuttuja 20) ja osakkaiden lukumäärä kaivuri-

Taulukko 2. Työllistettyjen kaivurien lukumäärät (muuttujat 2, 3 ja 4, liite 1) Tapion eri metsänparannuspiireissä vuosina 1967, 1970 ja 1971.

Table 2. The regional numbers of tractor-diggers (variables 2, 3 and 4, Appendix 1) employed by Tapio in 1967, 1970 and 1971.

Metsänparannuspiiri — District	A. Kaivureita huippu- kuukautena — Diggers in peak month			B. Kaivureita keski- määrin — Diggers on average			$\frac{100 \cdot A}{B}$		
	1967	1970	1971	1967	1970	1971	1967	1970	1971
	kpl — number			kpl — number			prosenttia — per cent		
Helsinki	36	39	32	22	25	22	163	119	143
Lahti	48	48	44	30	28	26	163	170	171
Mikkeli	37	39	41	25	31	30	147	125	139
Joensuu	45	61	42	32	48	32	139	128	130
Kuopio	24	27	39	14	21	27	166	127	144
Jyväskylä	39	47	44	29	36	39	135	131	113
Tampere	20	21	14	13	12	10	149	172	136
Pori	54	64	49	44	49	40	123	131	122
Seinäjäki	74	56	66	38	38	39	195	148	170
Kokkola	52	69	46	38	51	40	136	135	116
Kajaani	22	30	29	12	17	18	188	176	158
Oulu	68	103	90	34	63	58	200	163	156
Rovaniemi	40	46	53	17	23	26	233	201	205
Kemijärvi	21	30	23	7	19	13	318	156	174
Yhteensä — Total	580	671	612	355	462	420	163	145	146

ojakilometriä kohden (muuttuja 21) korreloivat vuosina 1970 ja 1971 loogisella etumerkillä (negatiivisesti) keskenään (-0.590 ja -0.795), mutta epäloogisella etumerkillä v. 1967 ($+0.591$). Sen sijaan näiden muuttujien korrelaatiokertoimet kaivuriojan metrihinnan kanssa ovat etumerkiltään kaikkina vuosina loogisia, (1967: -0.289 ja 0.152 ; 1970: -0.640 ja 0.718 ; 1971: -0.628 ja 0.792), joskin vuoden 1967 kertoimet ovat pieniä. *Muuttuja 20 oli selittäjänä vuoden 1967 parhaassa mallissa (9) ja muuttuja 21 vuosien 1970 ja 1971 parhaissa malleissa (15, 16, 19 ja 28).* Muuttujien 20 ja 21 selityskyky on hypoteesin mukainen, mutta sitä häiritsee niiden melko voimakas korreloituminen muiden selittäjien kanssa. Muuttuja 20 korreloi v. 1967 voimakkaasti negatiivisesti esimerkiksi kaivuriojatiheyden (muuttuja 25) kanssa (-0.822). Tämä ilmentänee yhteyttä suuriin työmaihin ja/tai »kaivuhelpouteen» (vrt. s. 26). Muuttuja 21 puolestaan korreloi melko voimakkaasti (vaihteluväli: -0.448 — -0.637) negatiivisesti ojitushankkeen (työmaan) kokoa kuvaavien muuttujien (17—19) kanssa vuosina 1970 ja 1971.

Ojatiheyden (muuttuja 26), toisen vuosien 1970 ja 1971 hyvän selittäjän, huonoa validiteettia pohdittiin jo aikaisemmin (s. 26). Täten siis eräänä lopputoteamuksena voidaan esittää, että sekä korrelaatio- että regressioanalyysi kärsivät käytettyjen muuttujien huonosta validiteetista. Korrelaatiomatriiseja (liitteet 2—4) tarkastelemalla nähdään, että käytetty muuttujapatteristo omaa potentiaalista selitysvoimaa, mutta näiden muuttujien sisältämät ilmiöt tulisi mitata toisin, esimerkiksi kuvan 7 hypoteesin mukaisesti, jotta päästäisiin helpommin tulkittaviin selitysmalleihin.

Kuvan 7 (s. 19) hypoteeseista ei työmaiden huoltokustannusten merkitystä voitu testata. Kaivurin työmaan sisäisten siirtokustannusten hypoteesi ei saanut vahvistusta. Maaperästä aiheutuvan kaivu vaikeuden merkitystä koskeva hypoteesi jätetään lievästi vahvistuneena voimaan. Itse asiassa kaivu vaikeus saattaa vaikuttaa monien kaivuriojan metrihinnan kanssa vahvasti korreloituneiden »pseudomuuttujien» (esim. piirin ojitustoiminnan laajuutta kuvaavat muuttujat 7—11) takana. Tästä saadaan varmuus

vasta, kun on käytettävissä todellisia työmaakohtaisia kaivu vaikeusmittauksia.

Kuvan 7 hypoteeseista kaivurikapasiteetin käyttömäärän merkitys jäi hieman epämääräiseksi. Sitä mittaava muuttuja (22) kaivuriojaa km/työllistetty kaivuri korreloi kaivuriojan metrihinnan kanssa eri vuosina seuraavasti: 1967 —.087; 1970 —.452; 1971 —.561. Etumerkki oli kunakin vuonna hypoteesin mukainen. Viimeisenä vuotena esiintyi muuttujalla 22 vahvaa positiivista korrelointia muiden selittäjien, etenkin ojitushankkeen kokoa kuvaavien muuttujien (17—19) kanssa. Sen sijaan kohtalaista negatiivista korrelaatiota (—.646; —.538 ja —.565) ilmeni joka vuonna osakkaiden lukumäärä/kaivuriojakilometri -muuttujan (21) kanssa. Regressiomalleista tuli muuttuja 22 mukaan malleihin 19 (1970) ja 26 (1971). Edellisessä kertoimen etumerkki oli hypoteesin vastainen, mutta jälkimmäisessä hypoteesin mukainen.

Asetettujen hypoteesien mukaan kaivurityömaiden koko vaikuttaa voimakkaasti kaivurin kuljettamisesta työmaalta toiselle aiheutuviin kustannuksiin (kuva 7). Varsinaisesti työmaan kokoa kuvaavia tilastoja ei ollut käytettävissä. Työmaan kokoa yritettiin kuvata tässä lähinnä muuttujilla 17—19. Näistä on muuttuja 17, kaivuriojaa km/hanke, lähinnä tavoiteltua selittäjää. Muuttuja 17 poikkeaa todellisesta kaivurityömaan koosta sen vuoksi, että suuret hankkeet jaetaan usein eri kaivureiden työmaiksi, jolloin työmaiden lukumäärä tulee hankkeiden lukua suuremmaksi. Muuttujan 17 koko maan keskiarvot ja metsänparannuspiireittaiset vaihteluvälit olivat:

	1967	1970	1971
	kaivuriojaa km/hanke		
Koko maan keskiarvo	14.3	24.3	26.6
Piireittäinen vaihteluväli	2.2—44.3	4.2—87.1	6.2—83.1

Vuosien 1966—68 aineistosta laski JUVONEN (1970) seuraavat ojametrikohtaiset kaivurinkuljetuskustannukset eri kokoisille työmaille: 3.3 p/m 5 km kaivuriojaa käsittävälle työmaalle ja 0.8 p/m 20 kilometrin työmaalle. Ojametrikohtainen kuljetuskustannus laski jyrkästi työmaan koon kasvaessa yhdestä kymmeneen kilometriin. Tämän jälkeen lasku hidastui ja oli hyvin vä-

häinen yli 20 kilometrin työmaille. Vuonna 1967 oli kaivuriojan metrihinnan metsänparannuspiireittäisen vaihteluvälin pituus 22 p/m (taulukko 1). Jos arvioidaan kaivurityömaiden koon vaihtelevan piireittäin välillä 5—20 km, olisi niiden kuljetuskustannusten erotus $3.3 \text{ p/m} - 0.8 \text{ p/m} = 2.5 \text{ p/m}$ eli 11.4 % kaivuriojan metrihinnan piireittäisen vaihteluvälin pituudesta.

Kaivuriojan pituus/hanke-muuttuja (17) korreloi kaivuriojan metrihinnan kanssa seuraavasti: 1967 —.307; 1970 —.364 ja 1971 —.520. Etumerkki on kunakin vuonna hypoteesin mukainen. Muuttuja 17 ei tullut selittäjäksi minkään vuoden parhaisiin regressiomalleihin. Huolimatta muuttujan 17 heikkokoksi jääneestä selitysvoimasta tuntuisi edeltäneen erittelyn perusteella uskottavalta, että sitä paremmin työmaan kokoa kuvaavalla muuttujalla olisi enemmän selitysvoimaa.

HUIKARIN ja JUVONEN (1970, s. 17) mukaan vuonna 1968 vaihteli kaivurityöstä maksetun palkkion osuus välillä 79—94 % kaivurijien metrikohtaisesta työkustannuksesta Tapion metsänparannuspiireistä muodostetun neljän suuralueen puitteissa, joten piireittäin lienee vaihtelu ollut vieläkin suurempaa. Muiden kustannusten kuin kaivurityöstä maksetun palkkion osuudeksi jäi siten 6—21 %. Näistä muista kustannuksista työn valvonnan osuus on korkeimmillaan noussut puoleen prosenttiin, joten sen merkitys jäänee vähäiseksi. Muiden kustannusten valtaosa koostuu kivi-, silta- ja rumputeistä, joiden suuruuden voidaan olettaa vaihtelevan ojitushankkeen sijainnin ja soiden laadun mukaan. Tässä tutkimuksessa ei asetettu lainkaan näitä eriä koskevia hypoteeseja. Mahdollisia jatkotutkimuksia ajatellen olisi selvintä, että nämä kustannukset tilastoitaisiin jatkuvasti metsänparannuspiireittain omana ryhmänään.

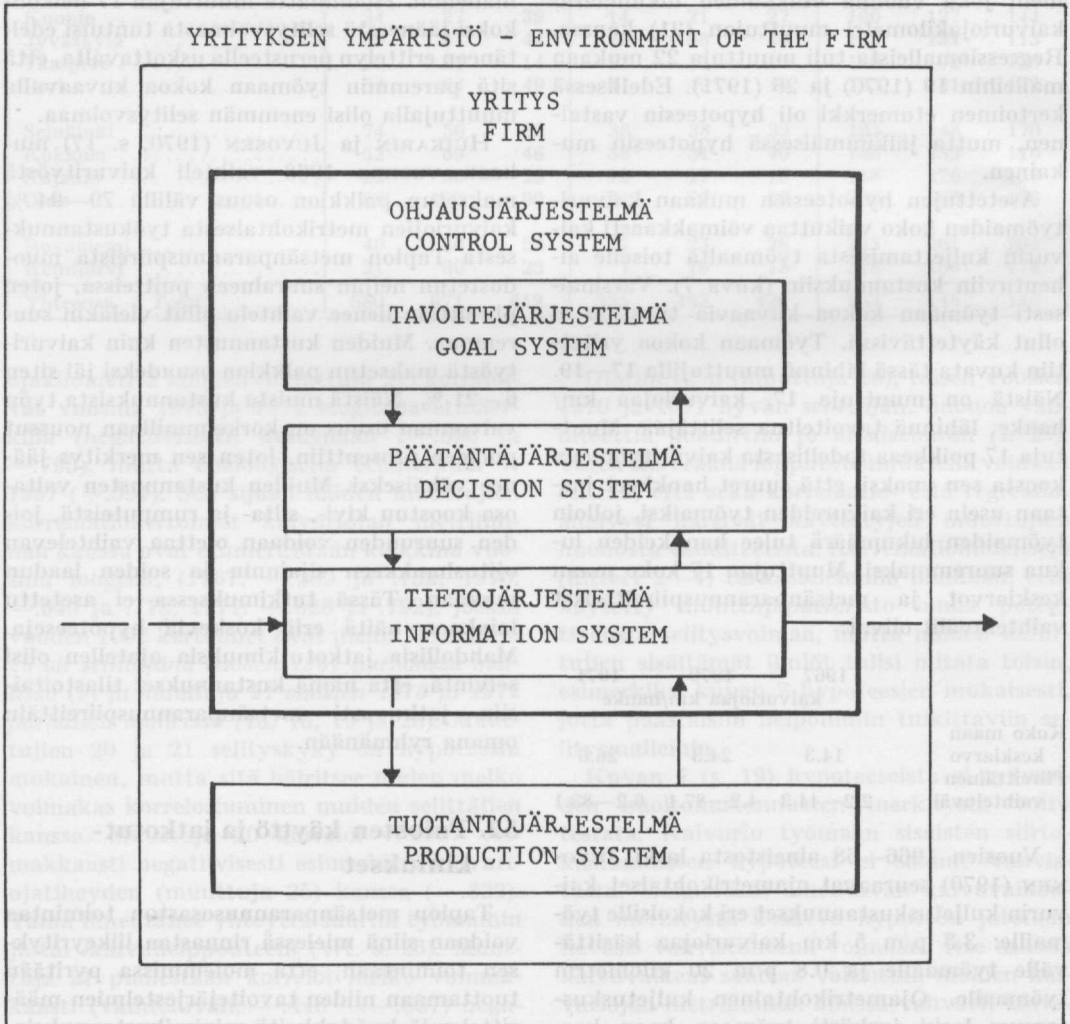
52. Tulosten käyttö ja jatkotutkimukset

Tapion metsänparannusosaston toimintaa voidaan siinä mielessä rinnastaa liikeyrityksen toimintaan, että molemmissa pyritään tuottamaan niiden tavoitejärjestelmien määrittelemiä hyödykkeitä minimikustannuksin. Molemmissa tuotantoa pyritään ohjaamaan mahdollisimman tarkoituksenmukaisesti eri-

tyisen ohjausjärjestelmän avulla. Se koostuu puolestaan tavoite-, päätäntä- ja tietojärjestelmistä (kuva 17). (Vrt. PALO 1971, s. 14—19.) Tapion tapauksessa metsänparannusosaston keräämät tilastot muodostavat keskeisen osan tietojärjestelmästä. Tässä tutkimuksessa sovellettua korrelaatio- ja regressioanalyysia voidaan käyttää nimenomaan Tapion metsänparannusosaston päätäntäjärjestelmän apuna. Kaivuriojan metrihinnan metsänparannuspiireittäisen vaihtelun syiden entistä parempi tunteminen edistää metsäojitustöiden tarkoituksenmukaista ohjaamista.

Tämän tutkimuksen tärkein tulos Tapion

metsänparannusosaston kannalta lienee siitä saatavat suuntaviivat osaston ojitustöitä koskevien tieto- ja päätäntäjärjestelmien kehittämiseksi. Jos tulevaisuudessa halutaan entistä selkeämpää käsitystä metsäojien metrihintojen piireittäisestä vaihtelusta, tulisi tilastot eritellä entistä pidemmälle kustannuslajeittain sekä työmaittain. Myös maaperän kaivu vaikeudesta ja työmaiden huolto- kustannuksiin vaikuttavista tekijöistä tulisi kerätä tietoja. Näin parannetun tietojärjestelmän avulla kyettäisiin ilmeisesti kehittämään tätä tutkimusta parempia malleja päätäntäjärjestelmän käyttöön.



Kuva 17. Yrityksen ohjausjärjestelmän kehysmalli.

Fig. 17. A frame model for the control system of a firm.

DRAPER ja SMITH (1967, s. 234—236) esittävät regressioanalyysille kolme pääasiallista käyttötarkoitusta: selitys-, ohjaus- ja ennustemallit (functional, control and predictive models). Tässä tutkimuksessa on tavoiteltu lähinnä selitysmallia. Käytettävissä olleet poikkileikkausaineistot soveltuvat selitysmallia huonommin ohjaus- ja ennustemallien rakentamiseen, koska ne eivät sisällä aikatekijää. Toisaalta hyvän selitysmallin aikaansaamista regressioanalyysillä pidetään yleensä vaikeana tehtävänä. Jos siinä kuitenkin tyydyttävästi onnistutaan, on samalla luotu hyvä perusta ohjaus- ja ennustemallien rakentamiselle.

Tämän tutkimuksen tulokset antavat viitteitä myös ohjaus- ja ennustemallien tulevalle kehittälylle. Ohjausmallin olennainen ominaisuus on, että se sisältää selittäjiä, joiden suuruuteen päättäjärjestelmä voi vaikuttaa. Siten esimerkiksi, jos kaivuriojan metrihintaa kuvaavan mallin voimakkaina selittäjinä olisi työmaan koko ja kaivurikapasiteetin käyttöaste, voisivat metsänparannuspiirit vaikuttaa näiden muuttujien suuruuteen siten, että metrihinta muuttuisi toivotuun suuntaan.

Jos poikkileikkausaineistoon perustuvien regressiomallien selityssaste saataisiin tämän tutkimuksen tuloksia korkeammalle tasolle, voitaisiin niitä periaatteessa käyttää myös lyhytjaksoiseen kaivuriojan metrihinnan ennakointiin. Tällöin kuitenkin selittäjät tulisi valita siten, että tiedot niistä saataisiin etukäteen ojitushankkeiden suunnitelma-asiapapereista tai että ne olisivat riittävän luotettavasti ennakoitavissa. Ehkä parempi vaihtoehto olisi ennustemallien rakentaminen aikasarja-aineistoihin nojautuen. Tämä edellyttäisi jo olemassa olevien tilastojen ja asiakirjojen selvittämistä riittävästi (vähintään 7—10 vuotta) ajassa taaksepäin, jotta tarpeellisista selittäjistä muuttujista saataisiin kyllin pitkät aikasarjat.

Regressioanalyysin katsotaan soveltuvan parhaiten juuri ennustemallien rakentamiseen (vrt. DRAPER & SMITH 1967, s. 235). Tällöin ei selittäjien keskinäinen korreloitu- minen ole haitaksi, jos se on luonteeltaan pysyvää. Tapion metsänparannusosastolla voitaisiin kaivuriojien metrihinnoista saatavia ennusteita käyttää esimerkiksi budjetin laatimiseen ja muuhun suunnitteluun.

Yksittäisen metsänparannuspiirin toimin-

nan ohjauksessa on tämän tutkimuksen tuloksilla merkitystä sikäli, että ne selventävät kyseisen piirin toiminnan tuloksellisuutta muihin piireihin verrattuna. Kuvissa 11—13 (s. 30—31) on mallien 9, 6 ja 28 selitysvirheet yksilöity metsänparannuspiireittäin. Vaaka-akselin yläpuolella olevissa tapauksissa todellisuudessa havaittu metrihinta on ollut mallilla estimoitua suurempi ja alapuolen tapauksissa estimoitua pienempi. Tällöin voidaan esimerkiksi kuvan 11 perusteella esittää seuraavat kysymykset: (1) Mitkä ovat ne mallin 9 selittämättömät tekijät, jotka ovat vaikuttaneet 1967 siten, että Lahden, Kokkolan ja Seinäjoen metsänparannuspiirien todelliset metrihinnat ovat keskimäärin olleet selvästi mallin 9 estimaatteja korkeampia? (2) Mitkä ovat ne mallin 9 selittämättömät tekijät, jotka ovat vaikuttaneet 1967 siten, että Porin, Oulun ja Jyväskylän piireissä todelliset metrihinnat ovat keskimäärin olleet selvästi mallin 9 estimaatteja matalampia?

Kuitenkin metsänparannuspiirin kannalta edellä kuvailtuja piirikohtaisia malleja käyttökelpoisempia olisivat ojitushankekohtaiset mallit. Edellä kuvailtuilla selitys-, ohjaus- ja ennustemalleilla olisi hankekohtaisina käyttöarvoa myös yksittäisen piirin toiminnan ohjauksessa. Hankekohtaiset mallit olisivat käyttökelpoisia myös metsäojitusta suorittavien yrittäjien toiminnan suunnittelussa.

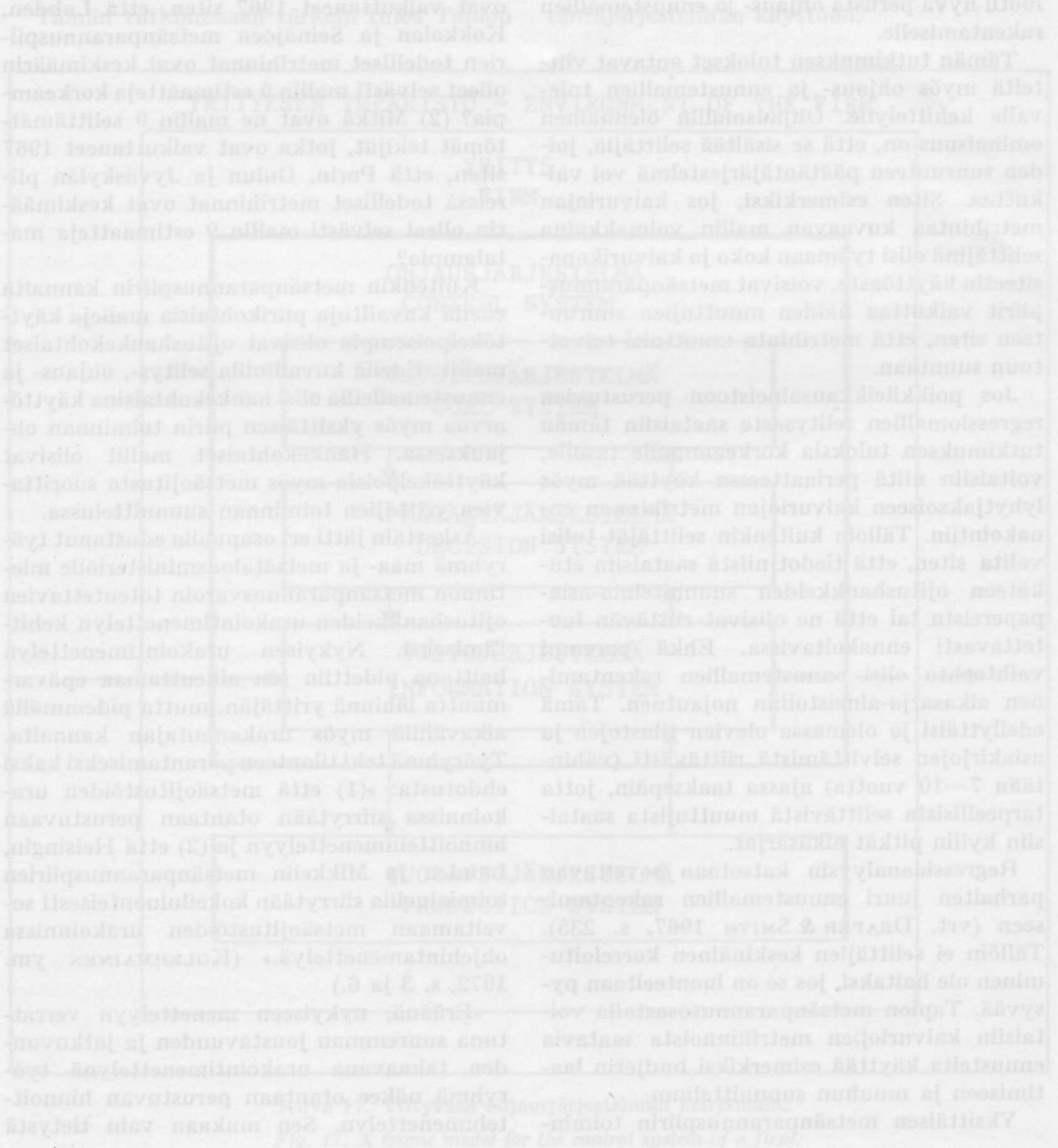
Äskettäin jätti eri osapuolia edustanut työryhmä maa- ja metsätalousministeriölle mietinnön metsänparannusvaroin toteutettavien ojitushankkeiden urakointimenettelyn kehittämiseksi. Nykyisen urakointimenettelyn haittana pidettiin sen aiheuttamaa epävarmuutta lähinnä yrittäjän, mutta pidemmällä aikavälillä myös urakanantajan kannalta. Työryhmä teki tilanteen parantamiseksi kaksi ehdotusta: »(1) että metsäojitustöiden urakoinnissa siirrytään otantaan perustuvaan hinnoittelumenettelyyn ja (2) että Helsingin, Lahden ja Mikkelin metsänparannuspiirien toimialueilla siirrytään kokeiluun toteutettiin soveltamaan metsäojitustöiden urakoinnissa ohjehintamenettelyä.» (KOLEHMAINEN ym. 1972, s. 3 ja 6.)

»Eräänä, nykyiseen menettelyyn verrattuna suuremman joustavuuden ja jatkuvuuden takaavana urakointimenettelynä työryhmä näkee otantaan perustuvan hinnoittelumenettelyn. Sen mukaan vain tietyistä

osasta vuoden aikana urakoitavista hankkeista suoritettaisiin urakkatarjouskilpailu. Näin muodostuneen hintatason pohjalta urakoitaisiin muut vuoden aikana toteutettavat hankkeet.»...»Loput sopimusteitse urakoitavat hankkeet tulisi vuotuisen työajan pidentämiseksi ohjata lähinnä tarjouskilpailussa menestyneille urakoitsijoille.» (KOLEHMAINEN ym. 1972, s. 4.)

Ehdotetussa otantaan perustuvassa urakointimenettelyssä olisi tämän tutkimuksen tapaisilla, mutta hankekohtaisilla regressiomalleilla tärkeä sovellutuskohde. Tarvittavat

regressiomallit rakennettaisiin niiden hankkeiden muodostamasta aineistosta, joista suoritettaisiin urakkatarjouskilpailu. Loput hankkeet voitaisiin hinnoittaa kehitetyillä malleilla hankkeista tunnettujen ominaisuuksien perusteella. Menettely olisi objektiivinen ja siten molempia osapuolia tyydyttävä. Edellytyksenä luonnollisesti olisi, että mallien selitysaste saataisiin riittävän korkeaksi. Regressioanalyysi voidaan nykyisin lisäksi suorittaa vähin kustannuksin ja nopeasti tietokoneella kirjasto-ohjelmaa käyttäen.



6. TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoitus

Kaivuriojan metrihinta Keskusmetsälautakunta Tapion metsänparannuspiirien keskiarvona on alentunut 53 pennistä 49 penniin vuosina 1967—1971. Samanaikaisesti on metrihinnan piireittäisen vaihteluvälin pituus kasvanut 22 pennistä 29 penniin. Kaivuriojan metrihinnan alueellisen vaihtelun aiheuttajien entistä parempi tunteminen edistäisi metsäojitustöiden tarkoituksenmukaista ohjaamista.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on kaivurilla suoritetun Tapion metsäojituksen metrihintojen (yksikkökustannusten) metsänparannuspiireittäisen vaihtelun selittäminen sekä erityisesti kaivuriurakoitsijain välisen kilpailun kuvaaminen ja sen hintavaikutuksen mittaaminen.

Kaivuriojien hinnat ja määrät määräytyvät samanaikaisesti erilaisten kyseisen »hyödykkeen» (kaivuriojan) kysyntään ja tarjontaan vaikuttavien tekijöiden vuorovaikutuksen tuloksena. Metrihinnan alueittaista vaihtelua tutkittiin aluksi korrelaatioanalyysillä ja lopuksi muodostamalla *hintamalleja* regressioanalyysia käyttäen.

Täydellinen kilpailu ja kaivuriojamarkkinat

Kaivuriurakoitsijain välisellä kilpailulla oletettiin olleen keskeisen merkityksen kaivuriojan metrihinnan metsänparannuspiireittäisen vaihtelun aiheuttajana. Tältä pohjalta analysoitiin taloudellisen kilpailun teoriaa.

Täydellistä kilpailua ei esiinny puhtaana todellisuuden maailmassa. Kuitenkin kaivuriojamarkkinoilla ja varsinkin niiden tarjontapuolella toteutuvat täydellisen kilpailun mallin ehdot melko hyvin (kuva 6, s. 17). Heikoimmin toteutuu ns. täydellisen tietämyksen ehto. Sekä myyjiä (kaivuriurakoitsijoita) että ostajia (kaivuripalvelusten käyttäjiä) esiintyy paljon. Myyjät ovat poikkeuksetta pieniä, mutta ostajien rakenne on heterogeenisempi. Lukuisten pienostajien rin-

nalla tavataan myös suurehkoja, kuten Tapion metsänparannuspiirit.

Kokonaisuutena arvioiden ja muihin aloihin verrattuna voitiin kaivuriojamarkkinoiden katsoa lähentelevän täydellisen kilpailun ehtoja niin pitkälle, etenkin tarjontapuolella, että pidettiin mielekkäänä likimääräisesti verrata käytännön kaivuriyritysten kannattavuuden kehitystä tästä mallista teoreettisesti johdettuun pitkäjänteiseen enusteeseen. Varsinaisesta kannattavuudesta ei tosin ollut käytettävissä tilastoaineistoa.

Eri osapuolia edustanut metsäojitushankkeiden urakointimenettelyn kehittämistä pohdittu työryhmä totesi äskettäin kaivurialan tilanteesta, että »työnsaannin epävarmuudesta ja heikosta ansiotasosta johtuen vaihtuvuus yrittäjäkunnan piirissä on ollut erittäin suuri, eräillä alueilla jopa 80 % yrittäjistä on vaihtanut alaa viiden viime vuoden aikana.» Työryhmä totesi myös, että pääosa kaivurikalustosta on yli-ikäistä ja teknisesti metsäojitustehtäviin huonosti soveltuva. Metsäkoneurakoitsijain Liiton jäseniä koskeneen Metsäntutkimuslaitoksen tutkimuksen mukaan ei syksyllä 1971 esiintynyt vuoden sisällä kaivuritoiminnan aloittaneita yrittäjiä ja kahden vuoden aikana oli alalle ilmaantunut vain noin 20 uutta urakoitsijaa.

Tällainen tilanne viittaa voiton eliminoitumiseen toimialan yrityksiltä. Kun yrittäjien tulot eivät ole riittäneet edes säännölliseen konekannan uudistamiseen, vaikuttaa toiminnan tappiollisuus ilmeiseltä. Tappiollinen toimiala ei toisaalta houkuttele uusia yrittäjiä. Jos kehitys saisi jatkua entisellään, suuri lopettaneiden yrittäjien määrä muuttaisi ilmeisesti tilannetta vähitellen kohti *täydellisen kilpailun mallin pitkäjänteistä lasapainotilaa*, jossa alan yritykset eivät tuota voittoa eivätkä tappiota.

Hypoteesit ja aineisto

Kaivuriurakoitsijain välisen kilpailun hintavaikutuksen mittaamisen perusvaikeutena on eri alueilla (metsänparannuspiireissä) sijaitsevien metsäojituskohteiden erilaisuuden

huomioonottaminen. Kysymys on toisaalta ns. *kaivuvaikeuden* ja toisaalta ns. *työmaavaikeuden* mittaamisesta. Maaperän kaivettavuus (kivisyys, maan laatu, puisuus, upottavuus jne.) ja kaivun ajankohta (talvikaivun yleisyys) oletettiin keskeisiksi kaivuvaikeustekijöiksi. Työmaavaikeuden puolestaan oletettiin koostuvan työmaiden välisistä kaivurin kuljetuskustannuksista, työmaan sisäisistä kaivurin siirtokustannuksista sekä työmaiden huoltokustannuksista.

Tutkimuksen päähypoteesina pidettiin olettamusta, että kaivuriurakoitsijain välisen kilpailun voimakkuudella on ollut huomattava vaikutus kaivuriojan metsänparannuspiirikohtaiseen hintaan. Toisaalta oletettiin, että myös kaivurikapasiteetin vuotuisella käyttöasteella olisi merkitystä kaivuriojan hinnanmuodostuksessa. (Kuva 7, s. 19.)

Esitetyt hypoteesit pyrittiin testaamaan Tapion vuosikirjoista ja Tapion metsänparannusosastolta saadulla tilastoaineistolla. *Tutkimuksen kohteeksi valittiin vuodet 1967, 1970 ja 1971.*

Tutkimuksen selitettäväksi muuttujaksi valittiin kaivuriojan metsänparannuspiireittäinen metrihinta eli kaivuriojan keskimääräiset työkustannukset ilmaistuna penneinä kaivettua ojametriä kohden (p/m). Kaivuriurakoitsijain lukumäärän oletettiin parhaiten kuvaavan urakoitsijain välisen hintakilpailun voimakkuutta. Kun suoranaisesti tätä tietoa ei ollut käytettävissä, otettiin sitä edustamaan Tapion metsäojitustöissä toimineiden kaivureiden lukumäärä huippukuukautena ja keskimäärin tutkimusvuonna sekä näiden suhde. Kaivurilukumäärästä muodostettiin myös talvikaivun osuutta kuvaava muuttuja. Suoritettuun korrelaatioanalyyysiin otettiin mukaan edellisten lisäksi myös muita hypoteeseja edustavat muuttujat (työmaiden huoltokustannuksille ei löydetty edustajaa) sekä kaikki muut ongelmaan liittyvät valmiista tilastoista saadut muuttujat. Alkuperäisiä muuttujia ja niiden erilaisia muunnoksia kertyi analysoitavaksi 27 kappaletta (liite 1).

Korrelaatio- ja regressioanalyysien tulokset

Muuttujien keskinäisten riippuvuuksien selvittämiseksi laskettiin analyysiin valituille

muuttujille korrelaatiokertoimet erikseen kullekin tutkimusvuodelle 1967, 1970 ja 1971 (liitteet 2—4). Kolmesta kaivuriurakoitsijain välistä kilpailua kuvaavasta muuttujasta korreloi kaivureiden lukumäärä huippukuukautena vahvimmin ja kaivureiden keskimääräinen luku toiseksi voimakkaimmin kaivuriojan metrihinnan kanssa kaikkina kolmena vuonna. Vuonna 1967 olivat nämä kertoimet -0.585 ja -0.435 . Kolmen kilpailumuuttujan ja kaivuriojan metrihinnan välisen korrelaatiokertoimien etumerkit olivat kaikkina tutkimusvuosina hypoteesien mukaisesti negatiivisia: mitä enemmän kaivureita (yrittäjiä) piiriä kohden sitä alempi hinta.

Kaivuriojan metrihinnan metsänparannuspiireittäisen vaihtelun selityskokeilua jatkettiin askeltavalla lineaarisella regressioanalyysillä. Tällöin pyrittiin kehittämään malleja, joiden hyvyttä arvosteltiin yksinkertaisuuden, tarkkuuden, tulkittavuuden ja pysyvyyden kriteerein.

Vuoden 1967 aineiston parhaimmaksi selitysmalliksi (selitysaste 70 %) osoittautui seuraava malli (9):

$$y_1 = 59.62 - 0.32x_2 - 0.31x_{20} + 0.54x_{15}, \text{ jossa}$$

y_1 = kaivuriojan metrihinta (p/m)
 x_2 = kaivureiden lukumäärä huippukuukautena (kpl)
 x_{15} = talvikaivun osuus (%)
 x_{20} = ojitushankkeen osakkaan koko (100 m³ ojaa/osakas)

Vuoden 1970 aineiston parhain selitysmalli (selitysaste 70 %) oli malli (16):

$$y_1 = 0.15x_{26} + 0.29x_{21} - 0.0024x_7, \text{ jossa}$$

y_1 = kaivuriojan metrihinta (p/m)
 x_7 = auraajien pituus (km)
 x_{21} = ojitushankkeen osakkaiden lukumäärä (osakkaita/kaivurioja-km)
 x_{26} = ojatiheys (yhteensä ojaa m/ha)

Vuoden 1971 aineiston parhain selityskyky (selitysaste 63 %) oli mallilla (28):

$$y_1 = 0.13x_{26} + 0.38x_{21}, \text{ (ks. edell. selitykset)}$$

Käytettyjen muuttujien korrelaatio- ja regressioanalyysin tulokset vahvistivat hypoteesia, että kaivuriurakoitsijain välinen kilpailu oli alentanut kaivuriojan metrihintaa vuonna 1967. Sen sijaan vuosien 1970 ja 1971 osalta jäi kilpailun vaikutus edellistä epävarmemmalle pohjalle. Malli 26 viittaa kuitenkin siihen, ettei näin mitatun kilpai-

KIRJALLISUUS — REFERENCES

- A program for stepwise regression analysis. 1971. Forest Research Institute. Helsinki. Moniste. 10 s.
- AITOLAHTI, MATTI & OLAVI HUIKARI 1969. Metsäojien konekaivun vaikeusluokitus ja hinnoittelu. Summary: Classification of digging difficulty and pricing in forest ditching with light excavators. *Folia For. (Inst. For. Fenn.)* 61. Helsinki. 6 s.
- & ERKKI NUMMINEN 1968. Metsäojakaivureiden työteho ja ehdotus kaivu vaikeusluokituksiksi. Summary: On the efficiency of light excavators in forest ditching and a proposal for the classification of digging difficulty. *Commun. Inst. For. Fenn.* 67.2. Helsinki. 48 s.
- DRAPER, NORMAN & HARRY SMITH 1967. Applied regression analysis. John Wiley & Sons Inc. U.S.A. 407 s.
- ESKOLA, ANTTI 1966. Sosiologian tutkimusmenetelmät I. WSOY. Porvoo. 187 s.
- FERGUSON, C. E. 1969. Microeconomic theory. Richard D. Irwin, Inc. Homewood, Illinois. 521 s.
- GREGORY, ROBINSON G. 1971. Forecasting consumption and price. Forecasting in forestry and timber economy. Preliminary report. IUFRO, Section 31, working group 4. *Folia For. (Inst. For. Fenn.)* 101, s. 34–41. Helsinki.
- HEIKURAINEN, LEO 1972. Utilization of peatlands for forestry purposes. Finnish peatlands and their utilization (edited by JUHANI PÄIVÄNEN), pp. 29–34. Suoseura ry. Lauttakylä.
- HENDERSON, JAMES M. & RICHARD E. QUANDT 1958. Microeconomic theory. A mathematical approach. Mc Graw — Hill Book Company. USA. 291 s.
- HUIKARI, OLAVI 1958. Metsäojituksen koneellistamisesta. Deutsches Referat: Über die Mechanisierung der Waldentwässerung. *Commun. Inst. For. Fenn.* 50.5. Helsinki. 93 s.
- & PERTTI JUVONEN 1970. Työmenekki metsäojituksessa. Summary: On the work input in forest draining operations. *Folia For. (Inst. For. Fenn.)* 79. Helsinki. 22 s.
- JUVONEN, PERTTI 1970. Metsäojituskaluston siirtokustannukset. *Metsäkoneurakoitsija* 4/70, s. 19. Lahti.
- KELTIKANGAS, MATTI 1971. Sarkaleveyden vaikutus ojitusrakenteen taloudelliseen tulokseen. Summary: Effects of drain spacing on the economic results of forest drainage investments. *Acta For. Fenn.* 123. Helsinki. 70 s.
- KOLEHMAINEN, PERTTI & ALLAN ANTOLA & SIMO TÄHKÄNEN & ILPO LOUNENTO 1972. Maa- ja metsätalousministeriölle (esitys metsänparannusvaroin toteutettavien ojitushankkeiden urakointimenettelyn kehittämiseksi). Helsinki. Konekirjoite. 6 s.
- Konekaivun ohjelmaksusuositus perusteluineen. 1971. *Metsäkoneurakoitsijain Liitto ry.* Lahti. 8 s.
- KÄRKKÄINEN, MATTI 1969. Metsänvaurioituminen kesäaikaisessa puunkorjuussa. Summary: The amount of injuries caused by timber transportation in the summer. *Acta For. Fenn.* 100. Helsinki. 35 s.
- LÄHTEENMÄKI, MATTI 1970. Pääomat ja metsätraktoriurakointi. *Metsäkoneurakoitsija* 6/70, s. 18–19. *Metsäkoneurakoitsijain Liitto ry.* Lahti.
- Metsänparannustöiden talvityöissä 1970 a. *Metsäkoneurakoitsija* 1/70, s. 19. Lahti.
- Metsänparannustöiden talvityöissä 1970 b. *Metsäkoneurakoitsija* 10/70, s. 17. Lahti.
- Metsäojituksen kaivu vaikeusluokitus. Metsänparannusosaston kirje n:o 67/13. 4. 1972. Keskusmetsälautakunta Tapio. Helsinki. Moniste. 2 s.
- Metsätalastollinen vuosikirja 1970 — Yearbook of forest statistics 1970, 1971. *Folia For. (Inst. For. Fenn.)* 130. Helsinki. 176 s.
- NISKANEN, MATTI 1970 a. Metsäojitus — Forest drainage. Suomalaisista metsänparannustekniikkaa ja -kalustoa — Finnish forest improvement — techniques and machinery, s. 17–24. *Metsäojitussäätiön julkaisu.* Kustannusosakeyhtiö Otava. Helsinki.
- 1970 b. Metsänparannusten kustannuskehityksestä 1960-luvulla. Suomen metsänhoitajat 1970, s. 46–55. Suomen Metsänhoitajaliitto. Lahti.
- 1971. Kaivurit metsäojituksessa. *Metsäkoneurakoitsija* 3/71, s. 4–7. *Metsäkoneurakoitsijain Liitto ry.* Lahti.
- PALO, MATTI 1971. Valtion metsäteollisuus- ja metsätalousyritysten koordinointi. Summary: Coordination of State-owned forestry and forest-industry firms in Finland. *Folia For. (Inst. For. Fenn.)* 126. Helsinki. 60 s.
- PÄIVÄNEN, JUHANI 1963. Traktoriurakoitsijain ojituskoneina. Summary: Digging — tractors in forest drainage. *Suo* 3/63, s. 41–43. Suoseura. Lahti.
- SNEDECOR, GEORGE W. 1962. Statistical methods. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, U.S.A. 534 s.
- Tapion vuosikirja eri vuosilta. Keskusmetsälautakunta Tapio. Helsinki.
- TILLMAN, EILA 1970. Hankkeen ominaisuuksien vaikutus metsäojituksen toteuttamiskustannuksiin. *Suometsätieteen laudaturtyö.* Helsinki. Konekirjoite. 38 s.
- TÄHKÄNEN, SIMO 1972. Kaivuriurakoitsija — kaivurinomistaja yrittäjänä. *Metsäkoneurakoitsija* 4/72, s. 20–23. Lahti.
- VEHVILÄINEN, HANNU 1972. Palkkaus ja työolot metsäkonetoissa syksyllä 1971. Summary: The working conditions and earnings of forest-machine operators in autumn 1971 in Finland. *Folia For. (Inst. For. Fenn.)* 153. Käsikirjoitus. 127 s.

MUUT LÄHTEET — OTHER SOURCES

- Oy Esso Ab
 Oy Ford Ab
 Keskusmetsälautakunta Tapion metsänparannusosasto
 Lännen Sokeri Oy
 Metsäkoneurakoitsijain Liitto r.y.
 Tilastokeskuksen hinta- ja tulotilastotoimisto

COMPETITION AMONG TRACTOR-DIGGER CONTRACTORS AND REGIONAL VARIATION OF FOREST DRAIN PRICES

Contents

1. Development of forest drainage activity	7
2. Research problem	9
3. Theoretical framework	12
31. Price models	12
32. The theory of economic competition	12
321. The concept of competition	12
322. The main types of market	13
323. The model of pure competition	13
4. The development of models to explain the regional variation of forest drain prices	16
41. The demand for and supply of tractor-digger services	16
42. Hypotheses	18
43. Research material	20
44. Correlation analysis	22
45. Regression analysis	23
451. The material of 1967	23
452. The material of 1970	25
453. The material of 1971	27
454. The examination of residuals	29
5. Discussion	33
51. The comparison of results	33
52. The application of results and further studies	35
6. Summary in Finnish	39
References	42
Summary in English	44
Appendix 1. The list of variables	47
Appendix 2. The correlation matrix of 1967	48
Appendix 3. The correlation matrix of 1970	49
Appendix 4. The correlation matrix of 1971	50

SUMMARY

Purpose of the study

In Finland The Central Forestry Board Tapio conducts forest drainage operations (cf. Figures 1 & 2, p. 8) on swamps owned mainly by private individuals. This drainage is almost totally financed by the Government either as loans or as subsidies. Neither Government price control nor mutual price agreements have existed in the market for forest drains. A common practice has been to inform the potential contractors about new forest drainage projects via newspaper advertisements or via mail. This procedure has guaranteed an adequate number of bids by contractors representing various draining techniques. From all the bids one must be selected which appears to be most advantageous from the Government's point of view.

The trend of the average price for forest drains has been declining during the last 11 years although digging costs have increased (Fig. 3, p. 10). The nominal price per metre of forest drains expressed as an average for 14 districts of the Central Forestry Board Tapio has decreased from 53 to 49 pennies from 1967 to 1971. The range of regional variation in this price has simultaneously increased from 22 to 29 pennies. (Cf. Table 1, p. 11.) New information about factors causing these regional differences would promote purposeful control of forest drainage operations.

The aim of this study was (1) to explain the regional price variation of forest drains made by tractor-diggers and (2) especially to describe competition among tractor-digger contractors and to measure its effect on prices.

The prices and quantities of forest drains (Figures 1—3, pp. 8—11) have been determined simultaneously by the interplay of various factors affecting demand and the supply of this «commodity» (forest drain). The available information was not sufficient to estimate specific demand and supply functions for forest drains. Therefore the regional variation of forest drain prices was studied initially by the means of correlation analysis and finally by developing *price models* applying regression analysis.

Pure competition and market for forest drains

Competition among tractor-digger contractors was hypothesized to have an essential impact on

the regional variation of forest drain prices. Accordingly, the theory of economic competition was analysed (Figures 4—5, p. 14). The basic assumption behind the model of pure competition is that both the sellers and the buyers attempt to maximize their profits and/or utilities. Furthermore, the following conditions are supposed to be fulfilled: (1) In relation to the size of the market there should be numerous sellers and buyers, each of them being small in size. (2) The commodity must be homogeneous. (3) Entry to and exit from the market should be free both for the sellers and for the buyers. (4) Sellers, buyers and resource owners should have perfect information about the present and the future market. Pure competition among sellers prevails when an individual seller has only a slight effect on the market price and on the activities of other sellers.

Although the model of pure competition has no exact equivalent in reality, the market for forest drains meets the above conditions fairly well, especially in the supply side (Fig. 6, p. 17). In the demand side of this market there exists also a great number of buyers, because a forest-drainage oriented tractor-digger is also able to dig ground for agricultural and construction purposes. However, the structure of buyers is more heterogeneous. In addition to Tapio's districts there are a few other large buyers but the majority is composed of small ones.

A committee representing various parties interested in forest drainage projects was established to develop the procedure for contracting. In its recent report the committee concluded that «because of uncertainties in getting contracts and the low level of income, mobility among the contractors has been very strong and in certain districts as many as 80 % of the contractors have left the industry during the last five years.» The committee reported also that the majority of tractor-diggers were over-aged and not technically up to date for forest drainage operations. On the other hand, according to a study by the Finnish Forest Research Institute based on a sample of the members of Forest Machine Contractors' Union, in the fall of 1971 there existed no contractors who had entered the industry within a year and only about 20 contractors who had operated in the industry less than two years.

These are symptoms of a state in which profit has been eliminated from the firms within the industry. The incomes of the contractors have not even been high enough to cover the regular replacement of machines. This indicates the probability that forest drainage firms have rather generally incurred losses in their business activities. Furthermore, an unprofitable industry does not attract new entrepreneurs. If this development were allowed to continue undisturbed, before long the great number of contractor closures would probably change the situation gradually towards the long-run equilibrium of pure competition. In this equilibrium the firms of the industry produce neither profit nor loss.

Hypotheses and study material

A basic difficulty in measuring the competition among tractor-digger contractors arises from the diversity of production conditions for forest drainage projects of different location. The so-called *drainage hindrance* and the *drainagesite handicap* are the main diversifying factors. It was assumed in this study that the former factor was determined both by the ground quality (abundance of stones and trees, soil type etc.) and by the time of drainage (proportion of winter drainage). The latter, on the other hand, was assumed to include the costs due to (1) transporting a tractor-digger from one drainage site to another, (2) moving a tractor-digger within one drainage site, and finally (3) supporting services in drainage sites.

The main hypothesis of this study is that strong competition among the tractor-digger contractors has had a major effect on the regional prices of forest drains. In addition it was expected that the degree of utilization of the annual capacity of the tractor-diggers would also have some importance in forming the prices of forest drains (Fig. 7, p. 19).

The above hypotheses were tested by applying available statistics supplied by the regular reports of the Central Forestry Board Tapio's 14 districts. Within each district these statistics comprised the total of each year's drainage projects. Hence, the variables and the results derived from them include no stochastic variation due to sampling when they are used for decisions concerning Tapio's drainage activities in the particular study year. Three one-year samples were drawn from the population of the years. The base year taken for this study was 1967. This choice was made because the tractor-digger method had become the most common drainage technique by 1966, and the Forest Machine

Contractors' Union was established in 1968. Data from the last two years were used to test the 1967 models and to produce fresh results. *Accordingly, the study years were 1967, 1970 and 1971.*

Tapio's drainage activities are carried out by 14 districts (cf. Fig. 14, p. 31). The annual average of each district's drainage operating costs is referred to here as the *regional price per metre* of forest drains. This was chosen as the dependent variable of the study. The number of potential contractors was expected to describe best the strength of price competition within the industry. Because this particular piece of information was not available, an attempt was made to substitute for it the following three variables: (1) the number of tractor-diggers employed on a peak month by Tapio's districts, (2) the number of tractor-diggers employed as a monthly average and (3) the ratio of these two variables. The variables describing the proportion of winter drainage as a percentage of the annual total was also formed from the numbers of employed tractor diggers. In addition to those introduced above, variables representing other hypotheses of Figure 7 (p. 19) and all other available relevant variables were included in the correlation analysis. Accordingly, there were altogether 27 original variables and their transformations to be analyzed (appendix 1).

Results from correlation and regression analyses

Correlation matrices (appendices 2-4) were computed for all the pairs of variables in each study year 1967, 1970 and 1971, to find out the interdependences of the variables. From the above three variables describing the competition among contractors, the number of tractor-diggers on a peak month had the strongest and the average number of tractor-diggers the second strongest correlation with the price of forest drains in every study year. In 1967 these correlation coefficients were $-.585$ and $-.435$, the former being statistically significant (with 5 % risk) and the latter being almost significant (with 10 % risk). The correlation coefficients between the three variables describing competition and forest drain prices were found to be negative, as had been hypothesized: the more tractor-diggers (contractors) in a district the lower the price.

In the next phase *linear stepwise regression analysis* was applied. The aim here was to develop models which were evaluated using the following criteria: simplicity, precision, ease of interpretation and stability.

Altogether 28 explanatory regression models were developed and assessed according to these criteria.

The following explanatory model (cf. model 9, p. 24) was the best one, with a 70 % degree of determination from the material of 1967:

$$y_1 = 59.62 - .32x_2 - .31x_{20} + .54x_{15}, \text{ where}$$

y_1 = price per metre of forest drains dug by tractor-diggers (pennies per metre)

x_2 = number of tractor-diggers employed in a peak month

x_{15} = proportion of winter drainage in total annual drainage (%)

x_{20} = size of participants in drainage projects measured in 100 cubic metres of drain

The above degree of determination (70 %) was reached also by the best explanatory model (cf. model 16, p. 26) for 1970 material:

$$y_1 = -.15x_{26} + .29x_{21} - .0024x_7, \text{ where}$$

y_2 = price per metre of forest drains dug by tractor-diggers (pennies per metre)

x_7 = length of forest drains in kilometres dug by ploughing

x_{21} = number of project participants per kilometre of forest drain dug by tractor-digger

x_{26} = density of all forest drains in metres per hectare

The following explanatory model (cf. model 28, p. 28) was the best one (degree of determination 63 %) for 1971 material:

$$y_1 = .13x_{26} + .38x_{21}, \text{ where}$$

y_2 = price per metre of forest drains dug by tractor-diggers (pennies per metre)

x_{21} = number of project participants per kilometre of forest drain dug by tractor-digger

x_{26} = density of all forest drains in metres per hectare

The results of correlation and regression analysis supported the hypothesis that the competition among contractors had decreased forest-drain prices in 1967. The price effect of competition still existed in 1970–1971 but was more uncertain. Model 26 (p. 28) gave a hint that price competition, as measured in this study, was not totally eliminated as late as 1971.

The degree of unionization among tractor-digger contractors grew rapidly after the establishment of the Forest-Machine Contractors' Union (Metsäkoneurakoitsijain Liitto r.y.) in 1968. The number of unionists increased from 558 contractors in 1969 to 1009 contractors in 1971. Simultaneously the

Union has sent information to its members about preferable regional prices and stressed the importance of cost accounting in order to decrease competition. In addition, the number of contractors has started to decline during the last few years (cf. Table 2, p. 34).

The variable describing the proportion of winter drainage was in all years studied the one which had weakest correlations with other variables and thus it was easy to interpret its meaning independently. This variable had a positive coefficient in all regression models in which it was included, as stated in the hypothesis. It was one of the three independent variables in the three best regression models of 1967 and in the third best model of 1970, but in none of the 1971 models. The correlation coefficients between winter-drainage proportion and forest drain price in the same years were as follows: .278, .367 and -.014.

The size of project participants (x_{20}) was an independent variable in the first model presented above. Another independent variable, the number of project participants (x_{21}), in the two other models, measures the same phenomenon but inversely: the former coefficients are negative and the latter ones positive. In 1970 and 1971 these variables (x_{20} and x_{21}) correlated strongly with the forest drain price (1971: -.628 and +.792). The former variable (x_{20}) was in the best model of 1967 and the latter one (x_{21}) in the best models of 1970–1971. The large size of a project participant was hypothesized primarily to indicate low clearing costs of drain sites for contractors. The project participant is responsible for clearing the site, and this is more easily regulated when there are only a few large participants. Smaller landowners often tend to neglect this responsibility. The effect of this variable may also be due in large measure to the greater size of drainage sites and/or easy digging conditions of ground.

The most important result of this study from the viewpoint of the Central Forestry Board Tapio's forest improvement department may be the new guidelines for development of this department's information and decision systems (cf. Fig. 17, p. 36). The drainage statistics should have more detailed division according to types and incidences of costs. Methods of measuring and compiling statistics about the digging hindrance of ground and the costs of supporting services for drainage sites should also be developed. This kind of improved information system would give a new basis for developing better models to explain the regional price variation of forest drains. In addition, models for controlling and forecasting purposes could then be developed.

Muuttujaluettelo — List of variables

- 1 Kaivuriojan metrihinta (p/m) — *Price per metre of forest drain dug by tractor-digger (p/m)*
- 2 Kaivureiden lukumäärä huippukuukautena (kpl) — *Number of tractor-diggers employed by Tapio on a peak month*
- 3 Kaivureiden keskimääräinen lukumäärä kuukaudessa (kpl) — *Average monthly number of tractor-diggers employed by Tapio*
- 4 Muuttuja 2/ muuttuja 3 — *Variable 2/ variable 3*
- 5 Ojitushankkeiden lukumäärä (kpl) — *Number of drainage projects*
- 6 Ojitushankkeiden osakkaiden lukumäärä (kpl) — *Number of drainage project participants*
- 7 Auraamalla tehtyjen metsäojien pituus (km) — *Length of forest drains dug by ploughing, in kilometres*
- 8 Kaivurilla tehtyjen metsäojien pituus (km) — *Length of forest drains dug by tractor-diggers, in kilometres*
- 9 Eri menetelmillä kaivettu yhteinen oja pituus (km) — *Total length of forest drains dug by different techniques, in kilometres*
- 10 Eri menetelmillä kaivettu yhteinen ojamäärä (1000 m³) — *Total cubic volume of forest drains dug by different techniques, in 1000 m³*
- 11 Eri menetelmillä aikaansaatu yhteinen ojitusalaa (100 ha) — *Total drainage area created by different digging techniques, in 100 hectares*
- 12 Eri kaivumenetelmien keskimääräinen ojakoko (m³/100 m) — *Average size of forest drains dug by different techniques, in m³/100 m*
- 13 Vuonna 1965 ojitettujen suotyyppien pinta-alojen perusteella konstruoitu kaivu vaikeus (1965 a) — *Digging hindrance index based on the areas of different swamp types drained in 1965*
- 14 Vuonna 1965 ojitettujen soistuneiden kankaiden ja korprien pinta-alan suhde samana vuonna ojitettujen nevojen ja viljelysten pinta-alaan (kaivu vaikeus 1965 b) — *The ratio of shallow peat areas drained to those of deep peat in 1965*
- 15 Talvikaivun (joulu-maaliskuu) osuus koko vuoden kaivurityöpanoksesta (%) — *Proportion of winter drainage (December — March) from the annual total input of tractor-digger work*
- 16 Muuttuja 6/ muuttuja 5 (kpl/hanke) — *Variable 6/ variable 5*
- 17 Muuttuja 8/ muuttuja 5 (km/hanke) — *Variable 8/ variable 5*
- 18 Muuttuja 10/ muuttuja 5 (1000 m³/hanke) — *Variable 10/ variable 5*
- 19 Muuttuja 11/ muuttuja 5 (ha/hanke) — *Variable 11/ variable 5*
- 20 Muuttuja 10/ muuttuja 6 (100 m³/osakas) — *Variable 10/ variable 6*
- 21 Muuttuja 6/ muuttuja 8 (kpl/km) — *Variable 6/ variable 8*
- 22 Muuttuja 8/ muuttuja 3 (km/kaivuri) — *Variable 8/ variable 3*
- 23 Muuttuja 7/ muuttuja 9 (%) — *Variable 7/ variable 9*
- 24 Muuttuja 8/ muuttuja 9 (%) — *Variable 8/ variable 9*
- 25 Muuttuja 8/ muuttuja 11 (m/ha) — *Variable 8/ variable 11*
- 26 Muuttuja 9/ muuttuja 11 (m/ha) — *Variable 9/ variable 11*
- 27 Muuttuja 22/ muuttuja 5 (km/kaivuri/100 hanke) — *Variable 22/ variable 5*

LIITE 2 — APPENDIX 2

Correlations 1967

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1.000																			
2	-.585	1.000																		
3	-.435	.868	1.000																	
4	-.151	-.197	-.569	1.000																
5	-.020	-.221	-.192	-.123	1.000															
6	-.435	.850	.710	-.272	-.269	1.000														
7	-.442	.022	-.306	.600	.222	.076	1.000													
8	-.435	.765	.891	-.589	-.214	.695	-.393	1.000												
9	-.745	.519	.257	.247	.106	.534	.803	.232	1.000											
10	-.717	.584	.376	.102	.072	.627	.703	.367	.983	1.000										
11	-.763	.473	.203	.263	.148	.470	.823	.183	.987	.955	1.000									
12	.318	.132	.454	-.810	-.228	.292	-.676	.547	-.357	-.192	-.416	1.000								
13	.358	-.647	-.707	.252	.332	-.555	-.153	-.499	-.490	-.562	-.418	-.123	1.000							
14	.324	.566	-.433	-.200	.210	-.340	-.329	-.147	-.445	-.434	-.413	.326	.743	1.000						
15	.278	.252	.297	-.132	-.011	.222	-.051	.126	.043	.096	-.065	.074	-.555	-.493	1.000					
16	-.263	.683	.563	-.110	.643	.852	-.046	.536	.300	.385	.214	.328	-.545	-.351	1.80	1.000				
17	-.307	.711	.775	-.391	-.635	.760	-.299	.779	.190	.313	.105	.534	-.663	-.311	.178	.891	1.000			
18	-.524	.666	.478	.181	-.627	.746	.325	.451	.634	.679	.562	.028	-.656	-.513	.139	.855	.754	1.000		
19	-.613	.616	.368	.335	-.581	.663	.476	.335	.716	.725	.670	-.162	-.589	-.530	.046	.742	.608	.972	1.000	
20	-.289	-.327	-.487	.722	.234	-.428	.720	-.484	.446	.341	.461	-.698	.074	-.164	-.127	-.396	-.474	.053	.194	1.000
21	.152	-.464	-.647	.551	.195	-.207	.705	-.741	.271	.190	.257	-.478	.125	-.073	.094	-.153	-.469	.017	.098	.591
22	.087	.143	.248	-.460	-.225	.254	-.509	.630	-.137	-.043	-.136	.573	.172	.524	-.328	.226	.418	.069	-.012	-.450
23	-.646	1.000																		
24	-.271	-.209	-.504	.740	.205	-.157	.914	-.592	.582	.464	.619	-.775	.032	-.290	-.146	-.178	-.450	.189	.349	.823
25	.788	-.613	1.000																	
26	.266	.209	.502	-.736	-.218	.155	-.915	.595	-.582	-.465	-.617	.777	-.026	.294	.124	.179	.453	-.184	-.342	-.821
27	.793	.623	.999	1.000																
28	-.271	.234	.522	-.724	-.252	.183	-.909	.599	-.572	-.452	-.616	.779	-.074	.248	.179	.225	.491	-.141	-.307	-.822
29	.776	.594	.998	.997	1.000															
30	.152	.281	.358	-.126	-.338	.326	-.240	.302	-.045	.042	-.199	.384	-.454	-.200	.706	.499	.530	.384	.227	-.183
31	-.029	.008	-.360	.347	.409	1.000														
32	.103	.098	.124	-.124	-.801	.285	-.342	.279	-.186	-.115	-.240	.538	-.093	.198	-.160	.647	.655	.487	.380	-.372
33	-.264	.550	-.384	.393	.416	.381	1.000													

Liite 2. Vuoden 1967 muuttujien korrelaatiomatriisi.
Appendix 2. Correlation matrix of 1967 variables.

PALO, MATTI

O.D.C. 651.78 & 732

1972 Competition among tractor-digger contractors and regional variation of forest drain prices. — ACTA FORESTALIA FENNICA 126. 50 p. Helsinki.

Correlation and regression analyses support the hypothesis that competition among tractor-digger contractors has decreased forest drain prices, especially in 1967. In the course of the last two years this competition effect has been lessening. The most significant other variables explaining price variation were the proportion of winter drainage, length of drainage work done for each participant in the project, and density of drains.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Kaisaniemenkatu 1 A, 00100 Helsinki 10, Finland.

PALO, MATTI

O.D.C. 651.78 & 732

1972 Competition among tractor-digger contractors and regional variation of forest drain prices. — ACTA FORESTALIA FENNICA 126. 50 p. Helsinki.

Correlation and regression analyses support the hypothesis that competition among tractor-digger contractors has decreased forest drain prices, especially in 1967. In the course of the last two years this competition effect has been lessening. The most significant other variables explaining price variation were the proportion of winter drainage, length of drainage work done for each participant in the project, and density of drains.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Kaisaniemenkatu 1 A, 00100 Helsinki 10, Finland.

PALO, MATTI

O.D.C. 651.78 & 732

1972 Competition among tractor-digger contractors and regional variation of forest drain prices. — ACTA FORESTALIA FENNICA 126. 50 p. Helsinki.

Correlation and regression analyses support the hypothesis that competition among tractor-digger contractors has decreased forest drain prices, especially in 1967. In the course of the last two years this competition effect has been lessening. The most significant other variables explaining price variation were the proportion of winter drainage, length of drainage work done for each participant in the project, and density of drains.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Kaisaniemenkatu 1 A, 00100 Helsinki 10, Finland.

PALO, MATTI

O.D.C. 651.78 & 732

1972 Competition among tractor-digger contractors and regional variation of forest drain prices. — ACTA FORESTALIA FENNICA 126. 50 p. Helsinki.

Correlation and regression analyses support the hypothesis that competition among tractor-digger contractors has decreased forest drain prices, especially in 1967. In the course of the last two years this competition effect has been lessening. The most significant other variables explaining price variation were the proportion of winter drainage, length of drainage work done for each participant in the project, and density of drains.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Kaisaniemenkatu 1 A, 00100 Helsinki 10, Finland.

ACTA FORESTALIA FENNICA

EDELLISIÄ NITEITÄ — PREVIOUS VOLUMES

VOL. 117, 1971. TAUNO KALLIO.

Protection of Spruce Stumps against *Fomes annosus* (Fr.) Cooke by some Wood-inhabiting Fungi. Seloste: Kuusen kantojen maannousemasieni-infektion estäminen muutamia puussa kasvavia sieniä käyttäen.

VOL. 118, 1971. EINO OINONEN.

The Time Table of Vegetative Spreading in Oak Fern (*Carpogymnia dryopteris* (L.) LÖVE & LÖVE) and May-Lily (*Mainthemum bifolium* (L.) F. W. SCHMIDT) in Southern Finland. Seloste: Kasvullisen leviämisen aikataulu metsäimarteella (*Carpogymnia dryopteris* (L.) LÖVE & LÖVE) ja oravanmarjalla (*Maianthemum bifolium* (L.) F. W. SCHMIDT) Etelä-Suomessa.

VOL. 119, 1971. LEO AHONEN.

Diskonttausarvo ja hakkuiden ajallinen tahdistus. Referat: Diskontierungswert und zeitliche Einordnung des Einschlags.

VOL. 120, 1971. MATTI KELTIKANGAS.

Time Factor and Investment Calculations in Timber Growing. Theoretical Fundamentals. Seloste: Aikatekijä ja investointilaskelmat puunkasvatuksessa. Teoreettisia perusteita.

VOL. 121, 1971. PAAVO HAVAS.

Injury to Pines in the Vicinity of a Chemical Processing Plant in Northern Finland. Seloste: Männyn vaurioista erään Pohjois-Suomen kemiallisen tehtaan läheisyydessä.

VOL. 122, 1971. PEKKA KILKKI.

Optimization of Stand Treatment Based on the Marginal Productivity of Land and Growing Stock. Seloste: Maan ja puuston rajatuottavuuksiin perustuva metsikön käsittelyn optimointi.

VOL. 123, 1971. MATTI KELTIKANGAS.

Sarkaleveyden vaikutus ojitusinvestoinnin taloudelliseen tulokseen. Summary: Effect of Drain Spacing on the Economic Results of Forest Drainage Investments.

VOL. 124, 1971, TAUNO KALLIO.

Incidence of the Conidiophores of *Fomes annosus* (Fr.) Cooke on the Logging Waste of Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Seloste: *Fomes annosuksen* kuromankanttien esiintyminen kuusen hakkuutähteissä.

VOL. 125, 1972. KUSTAA SEPPÄLÄ.

Ditch Spacing as a Regulator of Post-Drainage Stand Development in Spruce and Pine Swamps. Seloste: Sarkaleveys korpi- ja rämemet-siköiden ojituksen jälkeisen kehityksen säätelijänä.

KANNATTAJAJÄSENET — UNDERSTÖDANDE MEDLEMMAR

CENTRALSKOGSNÄMNDEN SKOGSKULTUR
SUOMEN METSÄTEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO
OSUUSKUNTA METSÄLIITTO
KESKUSOSUUSLIIKE HANKKIJA
SUNILA OSAKEYHTIÖ
OY WILH. SCHAUMAN AB
OY KAUKAS AB
KEMIRA OY
G. A. SERLACHIUS OY
KYMIN OSAKEYHTIÖ
SUOMALAISEN KIRJALLISUUDEN KIRJAPAINO
UUDENMAAN KIRJAPAINO OSAKEYHTIÖ
KESKUSMETSÄLAUTAKUNTA TAPIO
KOIVUKESKUS
A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ
TEOLLISUUDEN PAPERIPUUYHDISTYS R.Y.
OY TAMPELLA AB
JOUTSENO-PULP OSAKEYHTIÖ
TUKKIKESKUS
KEMI OY
MAATALOUSTUOTTAJAIN KESKUSLIITTO
VAKUUTUSOSAKEYHTIÖ POHJOLA
VEITSILUOTO OSAKEYHTIÖ
OSUUSPANKKIEN KESKUSPANKKI OY
SUOMEN SAHANOMISTAJAYHDISTYS
OY HACKMAN AB
YHTYNEET PAPERITEHTAAT OSAKEYHTIÖ