METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

MEDDELANDEN FRÅN SKOGSFORSKNINGSINSTITUTET I FINLAND
MITTEILUNGEN DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT IN FINNLAND
PUBLICATIONS OF THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE RECHERCHES FORESTIÉRES DE LA FINLANDE

87

HELSINKI 1977

COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

87

87.1 Nousiainen, J. & Tiihonen, P. 1975. Linja-arviointiin ja ATK-karttaan perustuva maiden luokitusmenetelmä. Referat: Eine auf Linientaxierung und EDV-Karte fussende Methode zur Bodenklassifizierung ..... 1—40

87.2 Harstela, P. 1975. Työajan menekkiin ja työntekijän kuormittumiseen vaikuttavat tekijät eräissä metsätyömenetelmissä. Teoreettinen ja empiirinen analyysi. Summary: Factors affecting the consumption of working time and the strain on the worker in some forest work methods. A theoretical and empirical analysis 1—123

87.3 Juslin, H & Wager, P. 1975. Puutuotteiden markkinoinnin suunnittelu ja siinä koetut ongelmat. Summary: Marketing planning for wood based products and the problems involved 1—95

87.4 Juslin, H. & Valtonen, K. 1976. Sosio-ekonomiset tekijät pientalojen koon ja materiaalien valinnan selittäjinä. Summary: Socio-economic variables as explanators of choice of size and building materials for detached houses ..... 1—51

87.5 Kärkkäinen, M. 1976. Havutukkien kuoren tiheys ja kosteus. Summary: Density and moisture content of bark in pine and spruce logs ..... 1—23

87.6 Havukainen, L. 1976. Suomen selluloosan ja paperin vienti Isoon-Britanniaan vuosina 1958—1972. Moniyhtälömallin sovellutus. Summary: Exports of cellulose and paper from Finland to Great Britain in the period 1958—1972. An application of a multi-equation model ..... 1—56

LINJA-ARVIOINTIIN JA ATK-KARTTAAN PERUSTUVA MAIDEN LUOKITUS-MENETELMÄ

JUHANI NOUSIAINEN ja PAAVO TIIHONEN

DEUTSCHES REFERAT

EINE AUF LINIENTAXIERUNG UND EDV-KARTE FUSSENDE METHODE ZUR BODENKLASSIFIZIERUNG

HELSINKI 1975

ISBN 951-40-0042-0

Helsinki 1975. Valtion painatuskeskus

Alkusanat

Tämä tutkimus on valmistunut eräitä maanmittauksen ja metsänarvioinnin alojen tehtäviä koskeneiden selvitysten tuloksena. Työn aikana olemme saaneet runsaasti tukea ja apua erityisesti Maanmittaushallituksesta sekä käytännön maanmittaustehtävissä ja metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen tutkimusosastossa toimivilta henkilöiltä. Tutkimuksen käsikirjoituksen ovat lukeneet professorit Kullervo Kuusela ja Yrjö Vuokila. Tutkimuksen saksankielisen selostuksen ovat kääntäneet rouva Marianne Kahanpää ja fil. maisteri Yrjö Sihvo. Esitämme parhaat kiitokset saamastamme monipuolisesta tuesta.

Helsinki, toukokuu 1975

Juhani Nousiainen *Paavo Tiihonen*

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

Johdanto 5
Menetelmän laadinta 8
Yleistä 8
Arvioimislinjojen väliä koskeneet kokeet 9
Kokeiden valmistelu 9
Kokeiden suoritus 11
Kokeiden tulokset ja niiden käsittely 12
Menetelmän ATK-perusteet 16
Luokitusmenetelmän rakenne ja käyttö 20
Menetelmän rakenne 20
Kenttätyöt 21
ATK-järjestelmän tulostukset 22
Numeeriset tulostukset 22
ATK-kartta 24
Luotettavuuden tarkastelua 27
Päätelmiä 32
Kirjallisuusluettelo 34
Deutsches referat 36

JOHDANTO

Maiden luokittelu, erityisesti metsämaiden hyvyysluokittelu, on varsin keskeinen metsänarvioimisen alan tehtävä. Aikaisemmin yleisesti käytetyn kuvioittaisen ja yhtäjaksoisen linjoittaisen arvioinnin pohjalta on myöhemmin kehitetty erilaisia sovellutuksia. Esimerkkinä mainittakoon Ruotsin valtakunnan metsien III inventoinnissa yhtäjaksoisten linjojen asemesta käyttöön otetut ns. traktit (Instruktion . . . 1961). Uusilla sovellutuksilla on pyritty yksinkertaistamaan maastomittauksia, helpottamaan työn käytännöllistä suoritusta välttäen samalla liiallista tietojen keruuta jne. Käytännön kannalta ehkä merkittävin sovellutus on ilmeisesti tavanomaisen linja- ja koeala-arvioinnin yhdistelmä, jossa maiden luokittelun tuloksena saadaan myös puuston arvioinnin edellyttämät pinta-alatiedot, edelleen tietoja metsien rakenteesta, tilasta, tarpeellisista toimenpiteistä jne.

Toinen laaja maiden luokittelun työkenttä on maanmittauksen alalla, jolla tehtävää yleensä kutsutaan jyvitykseksi. Luokittelun piiriin kuuluvat useimmiten kaikki erilaiset maiden pääluokat, maankäyttölajit. Etenkin metsämaiden mutta myös joutomaihin kuuluvien turvemaiden luokittelu tapahtuu pääosiltaan samojen metsä- ja suotyyppien pohjalta kuin metsänarvioinnin alallakin. Metsätyyppien käyttö sekä maanmittauksen että metsänarvioinnin alalla perustuu lähinnä I l v e s s a l o n tutkimuksiin (mm. 1920 a, 1920 b, 1927, 1937 a, 1937 b, 1938).

Maiden luokittelun tulosten pohjalta on useissa käytännön tehtävissä, kuten metsätaloussuunnitelmien laadinnassa, metsämaiden veroluokituksessa ja erityisesti maanmittaustoimituksissa laadittu erilaisia karttoja. Toisena vaihtoehtona ovat numeeriset tulokset, joista ilmenee esim. eri luokkien sadannesosuudet, pinta-alat jne. Kartan lisäksi esitetään yleensä myös numeeriset tulokset. Maiden luokittelun samoin kuin metsien rakennetta kuvaavien tulosten esittäminen kartan avulla edellyttää huomattavasti enemmän työtä ja kustannuksia kuin rajoittuminen sopivalla otantamenetelmällä saatuihin numeerisiin tuloksiin. Kartan merkitystä tarkasteltaessa on otettava huomioon, että eri tehtäviä ja tarkoituksia varten on yleensä syytä valmistaa erilainen kartta. Niinpä esim. maanjakotoimituksiin liittyvässä luokittelussa on keskeisellä sijalla eri hyvyysluokkien, jyväluvun, kuvioiden muodostaminen. Metsätaloudessa taas tarvitaan usein ensi sijassa metsien

kehitysluokkasuhteita ja käsittelyn tarvetta valaisevia karttoja. Todettakoon myös, että maan eteläpuoliskosta ja osasta pohjoispuoliskoakin on käytettävissä veroluokituskartat. Niitä uusitaan edelleen vuosittain pienehkö määrä. Nykyiset peruskartat tarjoavat samoin erinomaisen perustan erilaisten luokitustehtävien suorittamiseen. Tässä yhteydessä on syytä viitata myös maastotöiden kustannusten jatkuvaan nousuun, samoin kenttätöihin tottuneiden ammattimiesten saannin vaikeutumiseen.

Mainitunlaisiin seikkoihin on sekä metsänarvioimisen että maanmittauksen alalla kiinnitetty jo kauan vakavaa huomiota. Tässä todettakoon lähinnä maanmittaushallituksen piirissä 1950-luvulla silloisen yli-insinööri, sittemmin pääjohtaja V i l j o N i s k a s e n aloitteesta tapahtuneet, metsätilien yksinkertaistamista koskeneet selvitykset. Puuston arvioinnin alalta mainittakoon erityisesti pyrkimys aikaisempaa suuremman minimiläpimitan soveltamiseen yksinpuinluvussa ja erilaisten otantanmenetelmien käyttöön (T i i h o n e n 1958, 1959). V. 1959 keskityttiin erilaisten puuston arvioimismenetelmien käyttömahdollisuuksien tutkimiseen erityisesti pienehköillä palstoilla (T i i h o n e n 1964). Näiden tutkimusten tuloksena todettiin mm. edellä mainitun yhdistetyn linja- ja koeala-arvioinnin käyttömahdollisuus ja edullisuus (T i i h o n e n 1964, s. 23). Edelleen mainittakoon jyvityksen perustaminen linja-arviointiin ja keskimääräisten jyvälukujen käyttö. Totunnaisen kartan korvaaminen linja-arvioinnin pohjalta laadittavalla kartalla tai palstoittaisten keskimääräisten jyvälukujen käyttö kartan asemesta ei kuitenkaan ollut vielä 1950—60-lukujen vaihteessa yleisemmin mahdollista. Syiden lähempi selvittely sivuutetaan tässä. Otantamenetelmien käyttö metsätileissä lienee rajoittunut lähinnä maan itä- ja pohjoisosissa 1950—60-luvuilla suoritettujen laajamittaisten jakotoimitusten yhteydessä tapahtuneisiin puuston arviointeihin.

Edellä mainittujen metsätilien käytännöllistä suoritusta koskeneiden selvitysten yhdistelmänä todettiin, että maiden luokittelun ja puuston arvioinnin yhdistämistä koskevien tutkimusten asemesta oli ainakin toistaiseksi syytä rajoittua vain kummankin osatehtävän perusteiden tarkasteluun. Ratkaisu olikin käytännön kannalta edullinen. V. 1971 Maanmittaushallituksen piirissä katsottiin, että metsätileissä käytettävään puuston arvioimismenetelmään oli syytä tehdä jo muuttuneiden ja lähiaikana muutettaviksi suunniteltujen mittausperusteiden mukaiset tarkistukset. Metsäntutkimuslaitoksen taholta suositeltiin muutosten teon ajankohdaksi vuoden 1972 loppua, jolloin perustaksi voitiin valita lähinnä leimikoiden pystymittauksia varten kehitetty, v. 1972 pääosiltaan uuden mittausjärjestelmän mukaisesti uusittu kuutioimismenetelmä (N o u s i a i n e n et al. 1972). V. 1973 menetelmään voitiin sisällyttää vielä koivutukkipuiden kuutioimismenetelmä (N o u s i a i n e n et al. 1973). Näin syntyneen Maanmittaushallituksen ja Metsäntutkimuslaitoksen yhteistyön pohjalta jatkoi sitten dipl.ins. M a t t i

Holmstén (Maanmittaushallitus) käytännön metsätileissä sovellettavan kuutioimismenetelmän yksityiskohtaista kehittämistä saaden työn alustavaan päätökseen jo kesällä 1973 (Maanmittaushallituksen . . . 1974). Todettiin, että puuston arvioinnin osalta oli päädytty käytäntöä tyydyttävään ratkaisuun.

Kuutioimismenetelmän ratkaisun jälkeen jatkoi allekirjoittanut Tiihonen Metsäntutkimuslaitoksessa maiden luokitusmenetelmää koskevia tutkimuksia. Pyrkimys yksinkertaiseen menetelmään ja kustannusten säästöön oli edelleenkin keskeisellä sijalla. Erityistä huomiota kiinnitettiin siihen, että oli laadittava sellainen menetelmä, jota voitiin käyttää sekä yksityisellä tilalla että laajamittaisessa toiminnassa. Kaikki näkökohdat puolsivat ATK:n käyttöä. Päädyttiin seuraavaan, aluksi lähinnä metsätileihin tarkoitettuun ratkaisuun. Maiden luokittelu suoritetaan linja-arvioinnilla. ATK:n avulla määritetään tarkastelluille osa-alueille, palstoille, keskimääräinen hyvyysluokka, jyväluku, ja toisaalta eri osa-alueita ja samalla koko aluetta peittävä ATK-kartta, mikäli sen laadinta on mahdollista. Metsänarvioimisen alan mittaustekniikka ja tulokset oli siis pyrittävä ilmaisemaan käytäntöä tyydyttävällä tavalla ATK:n avulla.

Edellä esitetyn tehtävän yksityiskohtaista suorittamista varten kirjoittajat muodostivat v. 1971 työryhmän. Päätettiin, että allekirjoittanut Nousiainen (VTKK, Oulun aluekeskus) keskittyy ATK:n käyttömahdollisuuden tutkimiseen, kun taas Tiihonen jatkaa metsänarvioimisen alan perusteiden täsmentämistä, jonka jälkeen osatehtävät yhdistetään.

Edellä hahmotellun ratkaisun pohjalta suoritti allekirjoittanut Nousiainen v. 1972—73 tehtävän edellyttämiä ATK:n käyttöä koskevia tutkimuksia päätyen helmikuussa 1974 jäljempänä lähemmin kuvattavaan ratkaisuun. Sen jälkeen yhdistettiin osatehtävien tulokset. Yhdistelyn pohjalta laadittiin oheisessa julkaisussa esitettävä, lähinnä maiden ja erityisesti metsämaiden luokitukseen tarkoitettu menetelmä. Ennen sen esittelyä selostetaan suppeasti menetelmän laadintaperusteita. Luokitusmenetelmää ja sen käyttöä koskevan kuvauksen lisäksi tarkastellaan tutkimuksen yhteydessä suoritettujen arvioimislinjojen väliä koskeneiden kokeiden tuloksia. Lopuksi esitetään eräitä päätelmiä menetelmän käytöstä maiden luokituksissa ja soveltamismahdollisuuksista muissa tehtävissä.

Tutkimustehtävässä päätettiin rajoittua lähinnä maan eteläpuoliskoon.

MENETELMÄN LAADINTA

Yleistä

Johdannossa esitetyn mukaisesti laadittavan luokitusmenetelmän perustaksi valittiin tavanomainen linjoittainen arviointi, linja-arviointi. Maiden luokitusta koskeva arviointi tapahtuu tällä menetelmällä tunnetusti siten, että tarkasteltavalle alueelle hahmotellaan ensin tietyn suunnan ja linjavälin mukainen linjaverkosto. Arviointia suorittava henkilö tai ryhmä etenee tietystä alkupisteestä ja -linjasta lukien viimeisen linjan loppuun mitaten samalla linjojen leikkaamien, sovelletun luokituksen mukaisesti erotettujen kuvioiden pituudet. Yhdistämällä mittauksen tuloksena saadut kuvioittaiset linjapituudet luokittain voidaan määrittää eri luokkien suhteelliset osuudet tarkasteltavasta kokonaisalasta, esim. osuudet koko maapinta-alasta, metsämaan alasta jne. Menetelmässä linjapituus kuvaa siis pinta-alaa.

Metsänarvioimisen alalla on linja-arviointia sovellettu jo kauan. Sitä on käytetty varsin laajamittaisissakin metsänarvioinneissa, esim. kahdessa ensimmäisessä Ruotsin valtakunnan metsien inventoinnissa (Vid andra ... 1947, s. 14), Suomessa mm. v. 1912 suoritetussa Sahalahden ja Kuhmalahden pitäjien arvioinneissa (Ilvessalo 1923) sekä myöhemmin eri tavoin soveltaen kaikissa valtakunnan metsien inventoinneissa. Linja-arviointia samoin kuin muunlaisiakin otantamenetelmiä koskevissa tutkimuksissa on päähuomio yleisesti keskitetty puuston arvioinnin suorittamismahdollisuuksien ja tarkkuuden tarkasteluun (esim. Lappi-Seppälä 1924; Ilvessalo 1935, 1961; Kuusela 1960; Tiihonen 1964; Nyyssönen, Kilkki, Mikkola 1967). Syynä on ilmeisesti ollut puustoa koskevien tietojen keskeinen merkitys ko. ajan tehtävissä. Yksinomaan maaluokkien osuuksien arviointia koskevista kotimaisista tutkimuksista on ilmeisesti merkittävin Nyyssösen ja Kilkin (1966) tutkimus. Koeala- ja linja-arvioinnin luotettavuutta kuvaavien tulosten lisäksi mainittakoon linja-arvioinnin käytön osalta saatu myönteinen kuva.

Johdannossa esitetyn mukaisesti luokitusmenetelmään liittyvä tulosten laskenta tapahtuu ATK-laskentana. Katsottiin, että tältäkin osin oli pyrittävä yksinkertaiseen, joustavaan menetelmään, jota tarvittaessa voitiin muuttaa ja täydentää.

Luokitusmenetelmän toinen keskeinen peruste on ATK-kartta, jolla voidaan havainnollisesti kuvata luokituksen tuloksia lähes, käytännöllisesti katsoen jopa täysin samalla tavalla kuin tavanomaisella kartalla. Maiden luokituksen lisäksi saatetaan kartalla samoin kuin numeerisilla tuloksilla luonnehtia maiden luokituksen lisäksi myös muunlaisia metsien ominaisuuksia, erityisesti metsänhoidollisia kysymyksiä. Tältä osin tutkimukset jatkuvat edelleen.

Arvioimislinjojen väliä koskeneet kokeet

Kokeiden valmistelu

Menetelmän kenttätöissä keskeisellä sijalla olevien, arvioimislinjojen välimatkaa koskevien keskimääräisohjeiden laadintaa varten oli kerättävä sopiva aineisto. Todettiin, että oli kaksi vaihtoehtoista mahdollisuutta. Maan eri osista voitiin valita joukko metsäalueita, joilla sitten, sopivaa karttaa käyttäen, määritettäisiin eri luokkia edustavat kuviot ja suoritettaisiin linjoittainen arviointi verraten pientä linjaväliä soveltaen. Toisena vaihtoehtona oli jo valmiiden, lähinnä maiden luokitusta silmällä pitäen laadittujen karttojen käyttö. Karttojen osalta saatettiin erottaa kaksi mahdollisuutta, toisaalta metsätaloussuunnitelmien yms. tehtävien yhteydessä laaditut kartat ja toisaalta erittäin laajan käyttömahdollisuuden sisältävät veroluokituskartat.

Vaihtoehtoja tarkasteltaessa katsottiin, että uusia maastotöitä oli syytä välttää jo tehtävän edellyttämien kustannusten vuoksi. Päädyttiin valmiiden karttojen käyttöön ja niistä edelleen veroluokituskarttoihin. Katsottiin, että eri veroluokkien kuviot soveltuivat hyvin perusteiksi sekä maanmittauksen että metsänarvioinnin alan tehtävissä. Usein oli erotettu ehkä liian pieniä kuvioita, mutta siitä tuskin aiheutui haittaa suunnitelluissa kokeissa. Sama henkilö oli yleensä luokittanut koko karttalehden alueen, joten voitiin erottaa varsin laajoja, erikokoisia tiloja käsittäviä alueita, joilla luokitusperusteet olivat olleet samat. Voitiin päätellä, että eri metsäveroluokkien kuviot usein luonnehtivat myös puuston rakenteen perusteella, metsänhoidollisin yms. perustein erotettavia kuvioita.

Tehdyn ratkaisun mukaisesti linjojen väliä koskevia kokeita oli mahdollista suorittaa käytännöllisesti katsoen kaikkialla Etelä-Suomessa ja varsin laajalla alueella myös Pohjois-Suomessa. Maan eteläpuoliskon veroluokituskartoista oli jo saatukin kokemuksia mm. valmisteilla olevan, samoin veroluokituskarttojen käyttöön perustuvan, suuralueiden arvioimismenetelmiä

koskevan tutkimuksen yhteydessä. Ylitarkastaja Paavo Ruismäeltä (Verohallitus) saatiin tietoja mm. veroluokituksen suoritusajoista eri kunnissa ja siitä missä kunnissa kaivattiin tarkistuksia. Eri näkökohtien yhdistelmänä päätettiin kokeita suorittaa kolmen kunnan veroluokituskarttojen avulla, valiten tarkastelukohteiksi kustakin kunnasta vaihtelevansuuria, useita erikokoisia tiloja sisältäviä alueita. Kunnat olivat Espoo, Padasjoki ja Jämsä, joten tutkimus rajoittuu tältä osin maan eteläpuoliskoon. Lähinnä vertailumielessä päätettiin lisäksi tarkastella maan pohjoispuoliskoa edustavalta koealueelta, Kemijärven kunnan pohjoisosasta saatuja vastaavanlaisia mittaustuloksia. Viimeksi mainitulla alueella suoritettiin kokeita yhteistoiminnassa Verohallituksen ja Koillis-Suomen pml:n kanssa tarkoituksella koota aineistoa valmisteilla olevaa, maan pohjoispuoliskon metsämaiden veroluokitusta koskevaa tutkimusta varten. Kemijärven alueen kokeen suoritusta valvoi ja ohjasi piirimetsänhoitaja Pekka Ruokonen (Koillis-Suomen pml). Kokeet tehtiin maan eteläpuoliskossa v. 1973—74, Kemijärvellä kesäkautena 1974.

Valmistelujen yhdistelmänä voitiin todeta, että suunniteltuihin kokeisiin oli saatu sisältymään seuraavat kolme ominaisuutta:

— veroluokituskarttojen tiloittaiset tai palstoittaiset kuviotiedot yhdistäen muodostuu koko ko. aluetta kuvaava »todellinen» luokitus, ilmaistuna hehtaareina, %-sarjana, metsäverolukujen kokonaismääränä, keskimääräisenä metsäverolukuna jne.

— kuvioittain ja linjoittain koottavat tiedot perustuvat samaan luokitukseen, joten tuloksiin ei liity eri henkilöistä, erilaisista olosuhteista yms. seikoista johtuvia eroja ja virhemahdollisuuksia

— kokeeseen voidaan sisällyttää erikokoisia ja erimuotoisia tiloja ja palstoja ja siten saada tietoja erityisesti siitä, millaiseen tarkkuuteen päästään käyttäen erisuuria linjavälejä erikokoisilla metsäalueilla.

Valittu kokeiden suoritustapa ja tavoitteet eroavat edellä (s. 8) mainitusta Nyyssösen ja Kilkin (1966) tutkimuksen menetelmästä erityisesti siinä, että tarkasteltavan luokitusmenetelmän laadinnassa päätettiin nojautua yksinomaan mittauksiin, lisäksi vielä varsin suurehkoon määrään mittauksia. Keskeisimmäksi tavoitteeksi asetettiin edelleen käytäntöön soveltuvien, linjaväliä osoittavien tulossarjojen laadinta. Katsottiin, että aineiston perusteella mahdolliset teoreettiset tarkastelut oli sisällytettävä myöhemmin valmistettavaan eri tutkimukseen.

Edellä esitetynlaisiin perusteisiin rakentuvia kokeita selostetaan lähemmin seuraavassa.

Kokeiden suoritus

Kuten edellä on mainittu, koealueet koostuvat kolmen kunnan veroluokituskartoilta erotetuista, vaihtelevankokoisista alueista, joihin vuorostaan sisältyy joukko erisuuria tiloja tai palstoja. Eri veroluokituskartoilta erotettujen alueiden lukumäärät ja pinta-alat nähdään seuraavasta asetelmasta. Siihen on otettu myös vertailumielessä tarkastellun Kemijärven alueen vastaavat luvut.

Kunta — *Kommune*	Alueiden lukumäärä — *Anzahl der Gebiete*	Maata kaikkiaan — *Boden insgesamt* ha	Metsämaata — *Waldboden*
Espoo	8	931	718
Padasjoki	7	2 253	2 171
Jämsä	9	2 692	2 488
Kemijärvi	30	20 237	13 751

Koealueisiin sisältyneiden tilojen lukumäärä oli Espoossa 67, Padasjoella 103 ja Jämsässä 113 eli yhteensä 283. Kemijärven alueella tiloja oli kaikkiaan 302.

Kokeet tapahtuivat kaikilla alueilla samalla tavalla. Ensimmäinen osatehtävä oli linjojen suunnan määrittäminen tavanomaisissa metsänarvioinneissa sovellettujen periaatteiden mukaisesti (ks. s. 21). Tämän jälkeen tarkasteltava alue täydennettiin valitun linjasuunnan mukaisesti suorakaiteeksi tai neliöksi (ks. s. 26), joten kaikki linjat tulivat yhtä pitkiksi. Linjaväliksi valittiin 100 m. Padasjoella kokeiltiin myös 120 m:n linjavälin käyttöä. Tulosten ryhmittelyn yhteydessä päätettiin lisäksi, että aivan pienialaisilla, alle 20 ha:n metsäalueilla sovelletaan myös 50 ja 70 m:n linjavälejä. Näissä täydennysmittauksissa rajoituttiin Espoon ja Padasjoen kuntien koealueisiin. Mainittakoon, että Kemijärven koealueella linjaväli oli 200 m.

Varsinaiset mittaukset tehtiin siten, että ensimmäisen linjan kohdalle asetettiin pitkä mm-asteikolla varustettu viivotin, jonka alla olevalta kartalta sitten luettiin linjaviivan leikkaamien eri tilojen perättäisten kuvioiden pääryhmä ja veroluokka sekä kuvion päättymiskohta linjan alkupisteestä lukien. Mittaustekniikasta johtuen alkupiste saattoi sijaita joko tarkasteltavan alueen reunassa tai sen ulkopuolella. Erotettiin seuraavat pääryhmät:

0 = ulkopuolinen alue
1 = metsämaa
2 = joutomaa
3 = maatalous-, tie- yms. maa
9 = vedet

Metsämaalla tarkoitetaan IA—IV veroluokkien kuvioita. Vertailumielessä muodostettiin metsämaa myös I—V veroluokkien mukaisesti. Tilan

raja edellytti aina uuden kuvion erottamista. Ensimmäisen linjan päätyttyä mittaukset jatkuivat toisella linjalla, mutta nyt päinvastaisessa suunnassa. Parittomilla linjoilla ilmaistiin kulkusuunta merkinnällä 1, parillisilla taas suunnan merkintä oli 2. Mittaukset jatkuivat sitten viimeisen linjan päätepisteeseen asti. Toistettakoon, että kaikki linjat olivat yhtä pitkiä. Linjojen sijainnin suhteen viitataan menetelmän ATK-tulostusta valaisevaan selostukseen sisältyvään kuvaan 5 b (s. 26). Mainittakoon, että linjojen mittauksen suoritti kaksi henkilöä käsittävä ryhmä. Voidaan todeta, että mittaukset tapahtuivat tavanomaisen linja-arvioinnin mittaustekniikan mukaisesti.

Kertyneiden mittaustietojen pohjalta laskettiin laaditulla ATK-laskentaohjelmalla tiloittain linja-arvioinnin mukaiset eri pääryhmien %-osuudet koko maapinta-alasta, eri veroluokkien osuudet metsämaaksi kutsutusta IA—IV-veroluokkien maiden kokonaisalasta sekä lopuksi metsämaiden keskihyvyyttä ilmaisevana tunnuksena keskimääräinen metsäveroluku, jyväluku, nojautuen tässä laskelmassa ko. metsäveroalueen eri veroluokkien metsäverolukuihin (ks. V ä ä n ä n e n 1971). Tulokset laskettiin maan eteläpuoliskossa ensin mittauksissa sovellettujen 50, 70 ja 100 m:n linjavälien mukaisesti ja sitten 200 ja 300 m:n linjavälejä käyttäen. Kemijärven mittaustiedot koottiin edellä esitetyn mukaisesti 200 m:n linjavälein, joista sitten siirryttiin 400 ja 600 m:n linjavälien mukaisiin tuloksiin. Tutkimustehtävän mukaisesti päähuomio kiinnitettiin eri linjavälejä käyttäen saatuihin keskimääräisiin metsäverolukuihin, joita verrattiin tiloittain, kullakin alueella tiloja yhdistäen ja lopuksi alueita yhdistäen vastaaviin, todellisia arvoja luonnehtiviin kuvioittaisten pinta-alojen mukaisesti laskettuihin tuloksiin. Tiloittaisia pinta-aloja (ha-määriä) valaisevat tiedot saatiin ko. kuntien verotoimistoista. Vertailun tuloksena saadut %-luvut osoittivat, millaisia + ja — suuntaisia eroja keskimääräisen metsäveroluvun määrittämisessä on syntynyt eri kokoisilla metsäalueilla 50, 70, 100, 200 ja 300 m:n, Kemijärven alueella lisäksi 400 ja 600 m:n linjavälejä käyttäen suoritetuissa linja-arvioinneissa. Toistettakoon, että jokaiselta tilalta saatiin myös eri pääryhmien ja veroluokkien osuuksia kuvaavat tulokset sekä kultakin alueelta myös ATK-kartta. Linjavälin määrittämistä koskevissa kokeissa karttoja käytettiin varsin vähäisessä määrin.

Kokeiden tulokset ja niiden käsittely

Seuraavassa asetelmassa havainnollistetaan kokeiden tuloksia eräältä esimerkiksi valitulta, 65 ha:n suuruiselta tilalta. Asetelman veroluokat on ilmaistu ko. kunnassa voimassa olevilla metsäveroluvuilla, tosin ilman desimaaleja.

Pääryhmä *Hauptgruppe*	Linjaa, *Länge der Linie,* m	%
0		
1	6 376	95.4
2	308	4.6
3		
9		
Yhteensä — *Insgesamt*	6 684	100.0

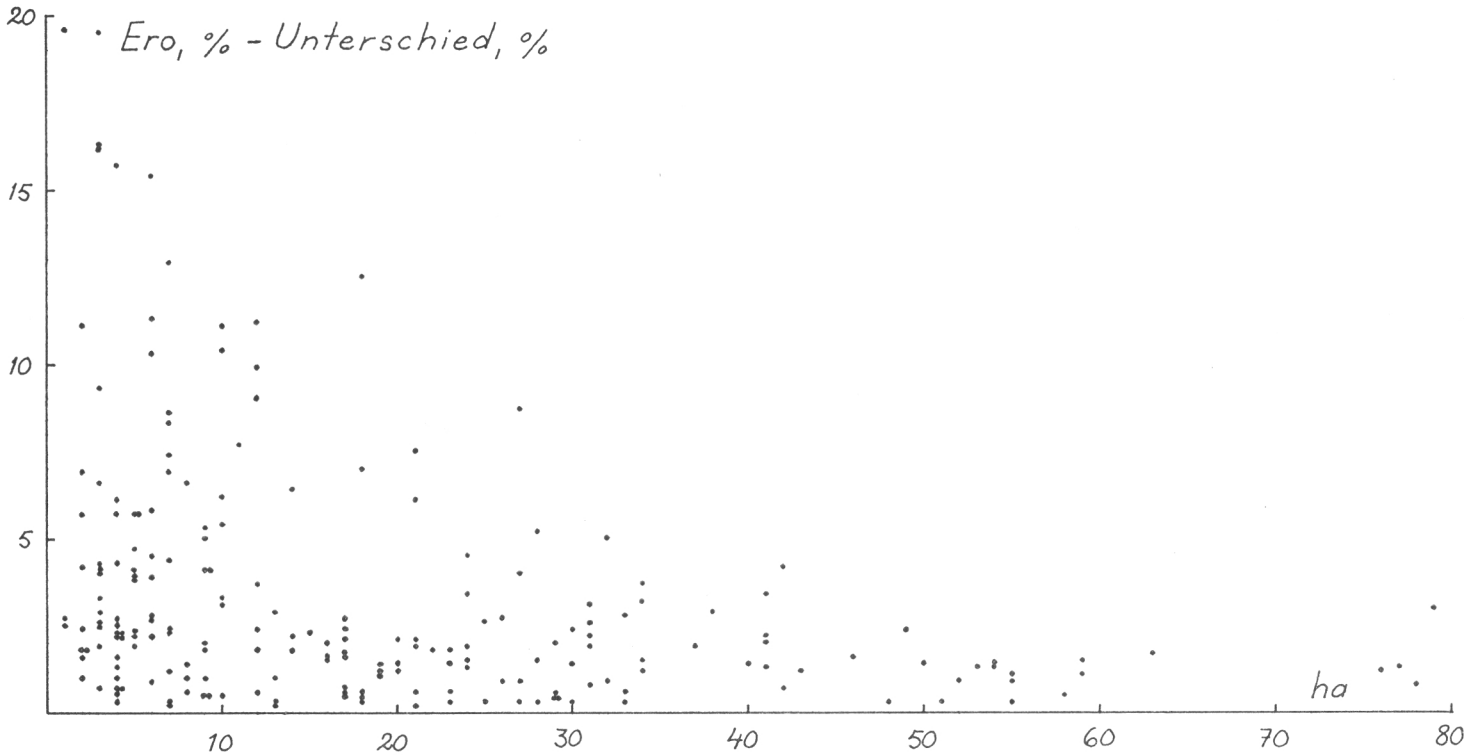
Veroluokka *Steuerklasse*	Linjaa, *Länge der Linie,* m	%
44	1 544	24.2
46	1 232	19.3
36	2 084	32.7
24	1 156	18.1
14	360	5.6
Yhteensä — *Insgesamt*	6 376	100.0

Keskimääräinen metsäveroluku / *Durchschnittliche Waldsteuerwertzahl* $= \frac{232\,416}{6\,376} = 3.65$ (m³/ha)

Asetelman tulokset on saatu 100 m:n linjavälejä käyttäen. Metsämaahan (I—IV verol.) luettujen kuvioiden veroluokkien ja pinta-alojen perusteella saadaan todelliseksi keskimääräiseksi metsäveroluvuksi 3.69, joten linja-arviointi on johtanut esimerkiksi valitulla tilalla tämän tunnuksen kohdalla 1.1 %:n ali-arviointiin. Mainittakoon, että esimerkiksi valitulla tilalla on metsämaan osuus maapinta-alasta kuvioittaisten pinta-alojen mukaan 95.4 % linja-arvioinnin perusteella taasen 91.0 %.

Keskeisimmän tuloksen, keskimääräisen metsäveroluvun osalta saatuja eroja tutkittiin ensin tila tilalta ja edelleen erilaisia linjavälejä soveltaen. Täsmällisempi kuva syntyi tarkastelemalla erojen itseisarvoja graafisesti. Kuva 1 havainnollistaa osaa kaikkien kolmen kunnan alueelta 100 m:n linjaväliä käyttäen saatuja tuloksia. Kuvan supistamista silmällä pitäen on rajoituttu enintään 80 ha:n suuruisten metsäalueiden tulosten esittelyyn. Havaitaan, että linja-arviointi on johtanut aivan pienillä, alle 10—15 ha:n metsäalueilla yleisesti varsin suuriinkin eroihin, mutta myös pieniä eroja ilmenee. Erot pienenevät keskimäärin selvästi pinta-alan suuretessa. Jos ero rajoitettaisiin enintään ± 5 %:iin, näyttäisi rajakohta 100 m:n linjavälin käytölle sijaitsevan kuvan 1 mukaan n. 20—25 ha:n kohdalla. Saatetaan päätellä, että 100 m:n linjavälin käyttömahdollisuus ulottuu siis verraten pienialaisillekin metsäalueille. Edellä mainittua rajakohtaa, 20—25 ha:a pienemmillä metsäalueilla näyttäisi toisaalta olevan perusteltua käyttää 100 m pienempää linjaväliä. Mainittakoon, että R u i s m ä e n (suullinen tiedonanto 1974) mukaan edellä sovellettu 5 %:n raja vastaisi metsämaiden veroluokituksessa hyvin riittävää luotettavuutta.

Sovelletun 5 %:n asemesta saatetaan eron enimmäismääräksi olettaa 3 %, 4 % jne. Todettiin, että ainakin yhden sadanneksen välein tapahtuva pinta-alojen määrittäminen muodostuu sekä graafisesti että ilmeisesti myös tilastomatemaattisien laskelmien avulla liian epävarmaksi. Katsottiin, että oli syytä keskittyä vain muutamiin virherajoihin, ehkä vain yhteenkin. Tarkastelujen tuloksena päätettiin, että oheisessa tutkimuksessa rajoitutaan kolmen virherajan, 3, 5 ja 10 %:n mukaiseen tarkasteluun.



Kuva 1. Linja-arvioinnilla (linjaväli 100 m) ja kuvioittaisella luokituksella saatujen keskimääräisten metsäverolukujen erot 1—80 ha:n metsäalueilla.
Abb. 1. Die Unterschiede der durch die Linientaxierung (Linienabstand 100 m) und die bestandesweise Klassifizierung erhaltenen durchschnittlichen Waldsteuerwertzahlen in Waldgebieten von 1—80 ha.

Muita linjavälejä käyttäen saadut erot täydensivät osaltaan kuvaa siitä, millaiseksi linjaväli näyttäisi muodostuvan eri suurilla metsäalueilla. Tuloksia tarkasteltiin samoin kuvan 1 osoittamalla tavalla graafisesti. Piirrosten lähempi esittely sivuutetaan tässä. Esimerkkinä tuloksista mainittakoon, että linja-arvioinnilla saadun ja todellisen keskimääräisen metsäveroluvun ero pienenee, vielä 300 m:n linjaväliäkin käytettäessä n. 100 ha:n metsäalasta alkaen varsin selvästi ja jää n. 250—300 ha:n metsätiloilla 2—3 %:iin. Metsäpinta-alan ylittäessä n. 250 ha olisi mahdollista, sovellettaessa edelleen 5 %:n suuruista tai sitä pienempääkin virherajaa, käyttää 300 m:ä suurempaa linjaväliä. Voitiin päätellä, että kysymyksen lähempi tarkastelu edellytti ensiksi linja-arvioinnin tulosten ATK-laskentaa yli 300 m:n linjavälin mukaisesti. Toisaalta katsottiin, että tässä tutkimuksessa oli syytä rajoittua lähinnä maatilametsälöillä, jakotoimituksissa yms. tehtävissä tapahtuviin maiden luokituksiin, joissa tilan tai palstan metsäpinta-ala on verraten pieni, yleisesti alle 100 ha, toisinaan muutama sata hehtaaria. Vielä todettiin, että N y y s s ö s e n ja T i i h o s e n yhteistyönä oli valmisteilla edellä viitattu, suurien metsäalojen arvioimismenetelmiä käsittelevä tutkimus. Sen yhteydessä voitiin tarkastelu aloittaa ilmeisesti jo 1 000—2 000 ha:n metsäpinta-aloista alkaen.

Edellisessä esitetyn tarkastelun yhdistelmänä päätettiin, että tutkimuksessa rajoitutaan enintään 300 ha:n laajuisiin metsäaloihin.

Saatuja keskimääräistuloksia verrattiin lopuksi maan pohjoispuoliskon koealueelta, Kemijärven pohjoisosista saatuihin, erityisesti 200 m linjavälin mukaisiin tuloksiin. Kemijärven tulosten mukaan 200 m linjavälin käyttö näytti olevan mahdollista likimäärin samasta pinta-alasta lukien kuin maan eteläpuoliskossakin. Tulokset vahvistivat myös edellä mainittuja suurempien tarkasteltujen pinta-alojen tuloksia.

Vertailujen yhdistelmänä saatiin ensiksi lukusarja, josta ilmenee, mihin ha-määrään asti 50, 70, 100, 200 tai 300 m:n linjavälin käyttö näyttäisi olevan mahdollista edellyttäen, että keskimääräisen metsäveroluvun enimmäisero on tehdyn päätöksen mukaisesti 3, 5 ja 10 %. Sijoittamalla rajakohdat pisteinä mm-paperille pyrittiin hahmottelemaan yksityiskohtaisempi kuva siitä, miten linjaväliä voidaan suurentaa pinta-alan laajetessa. Aluksi tavallaan »perussarjaksi» valitun 5 %:n eroa vastaavien tulosten molemmin puolin sijoittuneet 3 ja 10 %:n tulokset osoittivat siis, miten linjaväliä on muutettava, jos 5 %:n enimmäiseron asemesta sovelletaan 3 ja 10 %:n virherajoja.

Edellisessä esitetyssä tarkastelussa rajoituttiin aluksi vain suuruusluokkaa olevien, alustavien tulosten selvittämiseen. Näiden alustavien tulosten valossa tutkittiin, millaisiin eroihin päädyttäisiin I—IV veroluokkien mukaisesti määritetyn metsäsadanneksen ja eri veroluokkien osuuksien määrittämisessä. Molempien tunnusten tulossarjat ryhmitettiin lopuksi linjavälin lisäksi metsäpinta-alan mukaan seuraaviin luokkiin: alle 20 ha, 21—40, 41—

100 ja 101 + ha. Keskimääräistuloksena ilmeni, että alustavasti hahmoteltuja linjavälejä käytettäessä virhemahdollisuus näyttäisi olevan erityisesti metsäsadanneksella mutta pääosiltaan myös yksityisillä veroluokilla varsin yleisesti enintään ± 5 %, vähäisessä määrin ± 5—10 %. Tämä keskimääräispiirre vahvistui selvästi metsäpinta-alan ylittäessä 40—50 ha. Linjaarvioinnilla saatua metsäsadannesta voitaneen usein vertailla muilla perusteilla saatuihin arvioihin, ehkä varsin täsmällisiinkin arvioihin. Eri veroluokkien eroja tarkasteltaessa on otettava huomioon, että keskimääräisiä kasvulukuja käytettäessä jo varsin vähäinen määrällinen ero, esim. 0.1—0.2 m^3/ha, saattaa merkitä suurta suhteellista eroa. Todetut erot korostivat kuitenkin osaltaan sitä, että linja-arviointia suoritettaessa olisi mahdollisuuksien mukaan pyrittävä tarkastelemaan, näyttäisikö linjojen väliin jäävän sellaisia kuvioita, joiden vaikutus ei ehkä ilmene riittävän selvästi linjamittauksen tuloksissa. On ilmeistä, että linjavälin suuretessa mainitunlaisella tarkastelulla päädytään useinkin vain suuntaa osoittaviin, jopa epävarmoihinkin arvioihin. Mittausta täydentävän tarkastelun merkitystä ei ole kuitenkaan syytä väheksyä. Näin on erityisesti sellaisissa tehtävissä laita, joissa maiden luokituksen lisäksi tehdään esim. metsänhoidollisia havaintoja. Tätä kysymystä tarkastellaan lähemmin edellä mainitun valmisteilla olevan, maan pohjoispuoliskon metsämaiden veroluokitukseen tarkoitettua menetelmää käsittelevän tutkimuksen yhteydessä.

Metsäsadannesta ja eri veroluokkia koskevien tulosten tarkastelun jälkeen määritettiin lopulliset eri virherajojen mukaiset, graafisina piirroksina ilmaistut lukusarjat. Piirrosten perusteella päädyttiin jäljempänä (s. 21) esitettäviin keskimääräisiin lukusarjoihin ja niitä täydentäviin ohjeisiin.

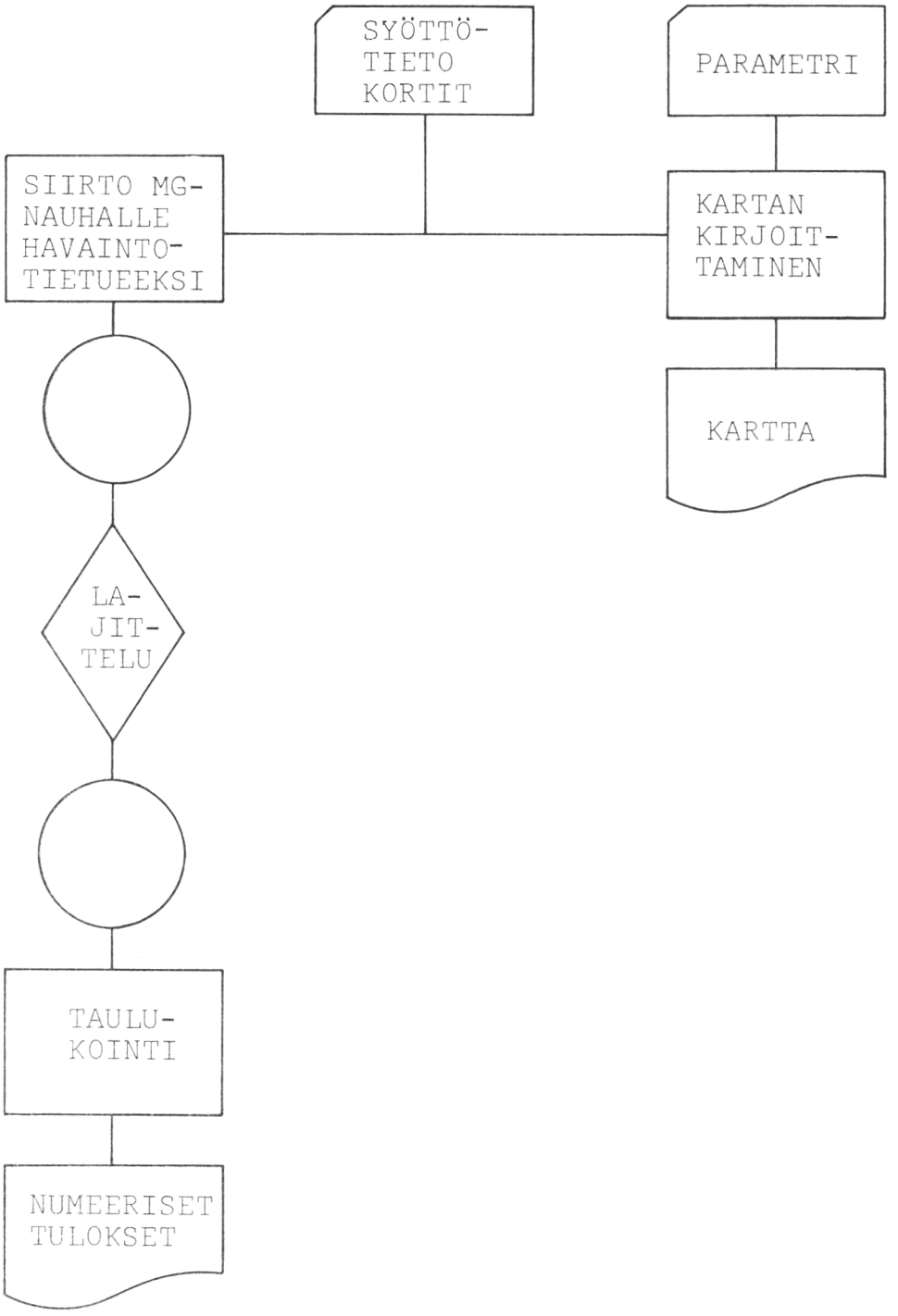
Menetelmän ATK-perusteet

Maiden luokitusmenetelmän ATK-järjestelmän tehtäväalueeseen sisällytettiin numeeristen tulosten laskenta sekä luokitusaluetta kuvaavan kartan kirjoittaminen. Molempien edellämainittujen osatehtävien toteuttamisessa tarvittavat syöttötietokortit lävistetään maiden luokituslomakkeilta.

Tietokoneajot suoritetaan kuvassa 2 esitetyn kaavion mukaisesti.

N u m e e r i s t e n t u l o s t e n laskenta aloitetaan siirtämällä syöttötiedot magneettinauhalle. Siirron yhteydessä muutetaan pääluokka- ja jyväluokohtainen havainto maastomittauksessa sovelletuista yksiköistä, paaluista, tikuista sekä metreistä pelkästään metreiksi. Käsittelyä jatketaan lajitteluohjelmalla, jonka lajitteluperusteet mainitussa järjestyksessä ovat kunta, luokitusalue, tila tai palsta, pääryhmä ja jyväluku. Lajittelun jälkeen taulukointiohjelmalla tulostuvat numeeriset taulukot.

Varsinainen laskenta on linjapituuksien taulukointia määrättyjen luokitustunnusten mukaan. Taulukoiduista linjapituusluvuista lasketaan prosen-

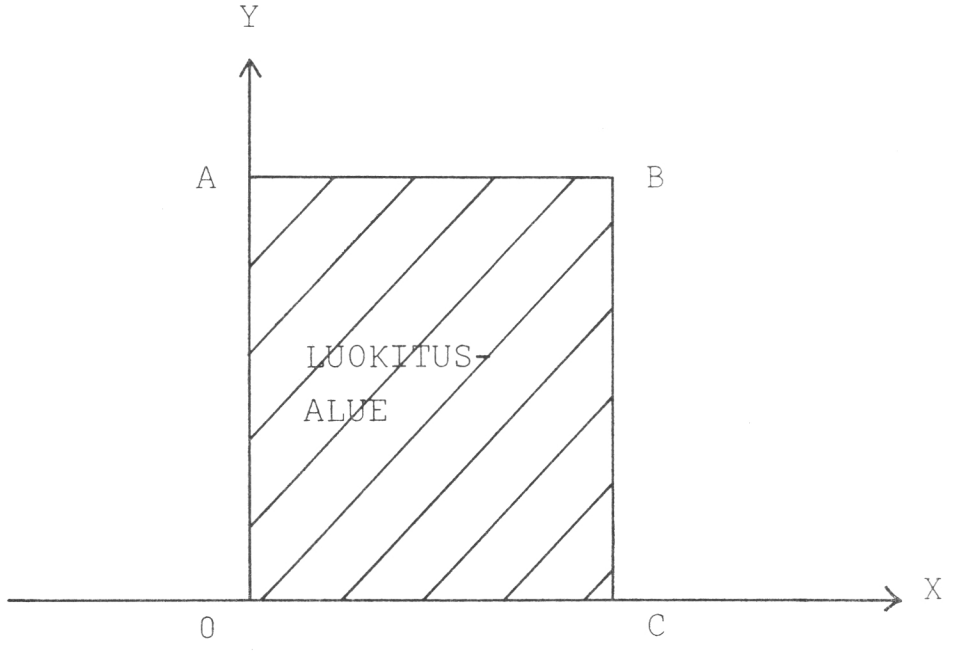


Kuva 2. Kaavio tietokoneajojen suorituksesta.

tuaaliset osuudet ja tiettyjä keskimääräisiä lukuja. Tulostuspapereita selostetaan tarkemmin jäljempänä (Kuva 4, s. 23).

K a r t a n kirjoittamiseen tarvitaan varsinaisten syöttötietokorttien lisäksi parametrikortti, jolla ilmoitetaan kunta, luokitusalue, linjavälin pituus metreinä, kartan haluttu mittakaava, linjapituus metreinä sekä kartan suuntakoodi. Viimemainitulla suuntakoodilla ilmoitetaan kartan yläreunasta käsin, kummin päin linjat on luokitettu, vasemmalta oikealle vaiko oikealta vasemmalle.

Itse kartan kirjoittaminen suoritetaan tietokoneen rivikirjoittimella. Maastossa tehdyt luokitusmerkinnät taulukoidaan ohjelmallisesti XY-koordinaatistossa luokitusaluekohtaisesti kuvassa 3 esitetyllä tavalla.



Kuva 3. ATK-kartan merkintöjen taulukointitapa (ks. teksti s. 18).
Abb. 3. Die Eintabellierungsweise der Aufzeichnungen der EDV-Karte.

Kuvan 3 esittämässä koordinaatiossa piste A kuvaa ensimmäisen linjan A0 lähtöpistettä. Toisen linjan lähtöpiste on linjavälin verran oikealla pisteessä 0 janalla 0C. Kolmannen linjan lähtöpiste on kaksi linjanväliä oikealle pisteestä A janalla AB jne. Koska tietokoneen rivikirjoittimen sekä kirjainettä rivivälit ovat vakiot, edellinen 1/10 tuumaa ja jälkimmäinen 1/8 tuumaa, ei käytetyissä mittakaavoissa päästä aivan tasaluvuille. Tarkka mittakaava lasketaan kaavalla

$$MK = \frac{M \cdot 0.002540\ m}{L},$$

missä MK = mittakaava
M = linjan merkkien määrä yhdellä rivillä (voi olla 4—8 ja sisältää myös tyhjiä)
L = linjavälin pituus metreinä.

Karttatulostusta valaistaan lähemmin jäljempänä tulostusta koskevassa kappaleessa.

LUOKITUSMENETELMÄN RAKENNE JA KÄYTTÖ

Menetelmän rakenne

Laadittu luokitusmenetelmä käsittää kaksi osatyövaihetta: tarkasteltavalla alueella linja-arviointina tapahtuvan luokituksen ja ATK-laskennan. Näiden kahden työvaiheen tuloksena saadaan yleensä kaikki käytännön luokittelussa tarvittavat tiedot. Aina on kuitenkin syytä vertailla ja arvostella tuloksia ja tehdä niihin kenttätöissä tai ATK-laskennassa ilmenneiden seikkojen mukaiset tarkistukset.

Linja-arviointina tapahtuva maiden luokittelu vastaa otantaa, jossa otantasadannes saattaa muodostua varsin suureksikin. Pienehkön linjavälin käyttö johtaa käytännöllisesti katsoen kuvioittaista luokittelua vastaavaan täydelliseen selvitykseen. Käytännössä linja-arviointi on edullisinta tehdä siten, että linjaviivasta erotetaan vaihtelevanpituisia, tehtävässä sovellettavan luokituksen mukaisia osia. Tarkastelussa rajoitutaan vain linjaviivan välittömään läheisyyteen, kuvioiden rajamailla jopa täysin linjaviivan mukaiseen luokitukseen. Linjaa mitattaessa voidaan kuitenkin tehdä havaintoja verraten leveältä alueelta linjaviivan molemmin puolin ja siten luonnehtia ainakin likimääräiskuva siitä, missä määrin linjaviivan mukaisesti saadut tulokset vastaavat ko. alueen ominaisuuksia.

Linjanmittauksessa sovelletaan muiltakin osin tavanomaisissa arvioimistehtävissä käytettyjä menetelmiä. Luokituksen voi siten suorittaa yksikin henkilö tai 2—3 henkilöä käsittävä mittausryhmä. Linjaverkoston suunnittelussa nojaudutaan jäljempänä (s. 21) esitettäviin linjaväleihin.

Toisessa osatyövaiheessa, ATK-laskennassa, yhdistetään linjanmittauksen tulokset tehtävän edellyttämällä tavalla. Tässä tutkimuksessa on rajoituttu lähinnä metsämaan tai metsä- ja joutomaan luokitukseen, jolta osin ensin lasketaan keskimääräinen metsäveroluku, jyväluku tai muu vastaava maiden keskimääräishyvyyttä tai -luokkaa ilmaiseva luku. Tulostuksesta ilmenee myös eri pääryhmien ja luokkien suhteelliset osuudet. Tulostusta valaistaan lähemmin jäljempänä (s. 23). Numeeristen tulosten lisäksi taulukoidaan uokitustiedoista ATK-kartta.

Kenttätyöt

Luokitusmenetelmän kenttätöissä voidaan erottaa seuraavat neljä osatehtävää:

— linjojen suunnan valinta
— tarkasteltavan alueen täydentäminen suorakulmioksi tai neliöksi
— linjavälin määrittäminen
— linjoja seuraten tapahtuva luokitus.

Maiden luokittelussa on tietysti tarpeen tehtävän edellyttämä kartta. Erilaisten karttojen saannin ja valmistamisen mahdollisuuksien lähempi tarkastelu sivuutetaan tässä. Laaditun luokitusmenetelmän yhteydessä olisi edullisinta käyttää sellaista karttaa, josta ilmenee osa-alueiden — tilojen, palstojen jne. — rajat.

Varsinaisen luokittelun ensimmäinen osatehtävä on siis tarkasteltavan alueen laajentaminen suorakaiteen tai neliön muotoiseksi. Kuva 5 b havainnollistaa tehtävän suoritusta. Kaikki linjat ovat aina yhtä pitkät.

Linjojen suunnan valinnassa sovelletaan tavanomaisissa metsänarvioinneissa käytettäviä perusteita (ks. N y y s s ö n e n 1971). Tässä todettakoon, että linjat pyritään sijoittamaan kohtisuoraan kuvioiden yleisintä pituussuuntaa vastaan. Voidaan erottaa myös osa-alueita, joissa linjojen suunta on erilainen.

Linjaväliä määritettäessä on otettava huomioon etenkin tarkasteltavan alueen pinta-ala, eri luokkien kuvioiden vaihtelu, haluttu tarkkuus ja käytännön mahdollisuudet. Jos luokittelu suoritetaan vain yhdellä tai muutamalla tilalla, palstalla tms. alueella, voidaan luotettavuutta ja töiden käytännöllistä suoritusta koskevat näkökohdat useinkin ottaa huomioon varsin hyvin ja tasapuolisesti. Useita tiloja tai osa-alueita käsittävässä laajamittaisessa toiminnassa, esim. suurehkolla jakoalueella, on toiminnan perustaksi valittava sopiva keskimääräinen linjaväli. Sen valinnassa saatetaan nojautua seuraavan asetelman lukusarjoihin.

Metsäpinta-ala, ha *Waldareal, ha*	Tavoiteltu tarkkuus keskimääräisessä luokka-arvossa [1]) *Zielgenauigkeit im durchschnittlichen Klassenwert* [1])		
	± 10 %	± 5 %	± 3 %
	Linjaväli, m — *Linienabstand*		
≤ 5	80	70	60
6— 20	100	80	70
21— 30	150	100	80
31— 40	200	140	90
41— 60	280	180	100
61— 90	350	250	150
91—140	430	300	200
141—200	500	350	250
201—300	550	400	300

[1]) Metsämaiden keskihyvyydessä, metsäveroluvussa yms.
[1]) *In der mittleren Bonität der Waldböden, der Waldsteuerwertzahl u. dgl. m.*

Keskimääräisen linjavälin käyttö saattaa aiheuttaa sen, että tietyille alueille (palstoille) tulee ehkä liian tiheä linjaverkosto, muutamilla alueilla taas olisi tarpeen tihentää linjastoa. Vähäisestä ylimääräisestä linjamäärästä aiheutuvaa työtä ei ole syytä liiaksi korostaa. Päähuomio on kiinnitettävä sellaisiin alueisiin, joilla ilmeisesti kaivattaisiin täydennystä. Se voidaan hankkia lähinnä kahdella tavalla. Maastomittausten aikana tarkkaillaan ko. alueita ja pyritään hahmottelemaan kuva siitä, luonnehtiiko kertynyt linjamäärä vähäisyydestään huolimatta alueen keskimääräispiirteitä riittävän hyvin. Toisena vaihtoehtona on linjaverkoston tihentäminen. Tähän mahdollisuuteen on syytä kiinnittää huomiota jo linjaston suunnitteluvaiheessa. Mahdollisuuksien mukaan olisi pyrittävä valitsemaan sellainen linjaväli, joka sellaisenaan soveltuu pääosalle tarkasteltavaa aluetta ja josta sitten yhdellä tai kahdella välilinjalla saadaan riittävän tiheä linjasto täydennystä kaipaaville osa-alueille. Linjavälien suhteen voidaan soveltaa inter- ja ekstrapolointia muunlaisin perustein. Esimerkkinä mainittakoon suurilla yhtenäisillä kuvioilla olevat pienialaiset tilat, joilla voidaan tyytyä keskimääräistä harvempaan linjaverkostoon. Runsaasti vesistöjä sisältävillä alueilla on taasen usein runsaasti rikkonaisia kuvioita jne.

Jos luokituksen suorittaa vain yksi henkilö, on askelpari ilmeisesti sopivin mittayksikkö linjanmittauksessa. Tämä mittaustapa soveltuu myös kahden henkilön ryhmälle, jolloin toinen ryhmän jäsenistä huolehtii linjan suunnasta ja mittauksesta, toinen varsinaisesta luokituksesta. Jos ryhmässä on kolme henkilöä, on mittanauhan käyttö varmaankin edullisin ratkaisu.

Jos luokitustehtävään sisällytetään ATK-kartan laadinta, on kaikkien linjojen oltava kuvan 5 b mukaisesti yhtä pitkiä. Tietyt linjanosat saattavat tällöin ulottua luokiteltavan alueen ulkopuolelle. Näiden linjanosien pituus mitataan yleensä kartalta.

Linjojen suunnan ja välimatkan valinnan lisäksi on kenttätöissä kiinnitettävä huomiota myös mahdollisiin mittausvirheisiin. Vertailemalla mitattuja linjapituuksia sopivin välein tai paikoin käytettävissä olevalta kartalta saataviin vastaaviin matkoihin voidaan yleensä välttää ainakin suuret mittausvirheet. Jokaisen työpäivän päätyttyä olisi tarkistettava, että kaikista erotetuista kuvioista on tehty kaikki tehtävän edellyttämät merkinnät.

ATK-järjestelmän tulostukset

Numeeriset tulostukset

Kuvan 4 tulossarjat havainnollistavat numeerista tulosta. Tulossarjat on saatu erään esimerkiksi valitun, tutkimusaineistoon sisältyvän tilan mittaustulosten perusteella.

Kunta 003 *Kommune*	Alue 43 *Gebiet*		Tila ja palsta 011 *Waldgut und Parzelle*		
			Metsämaa — *Waldboden*		
Pääryhmä *Hauptgruppe*	Linjaa, m *Länge der Linie, m*	% maa-alasta *% des Landareals*	Jyväluku *Bonität*	Linjaa m *Länge der Linie, m*	%
0	—		44	96	20.7
1	464	85.3	33	288	62.1
2	80	14.7	26	8	1.7
3	—		18	4	0.9
4	—		07	68	14.7
5	—		YHT	464	100.0
6	—				
7	—				
8	—				
9	—				
Yht. — *Insgesamt*	544				

LINJAPITUUS × JYVÄLUKU Länge der Linien × Steuerwertzahl	=	14484
LINJAPITUUS Länge der Linien	=	464
KESKIMÄÄRÄINEN JYVÄLUKU Mittlere Steuerwertzahl	=	3,12

Kuva 4. Esimerkki numeerisesta tulostuksesta.
Abb. 4. Ein Beispiel für die numerischen Resultate.

Tulostuksen tunnistustietoina ovat ensimmäisellä rivillä kunta, alue sekä tila tai palsta. Ensimmäinen vasemmanpuoleinen pystyrivi sisältää pääryhmien koodit. Seuraavassa pystyrivissä ovat mainittujen pääryhmien summatut linjapituudet sekä sitä seuraavassa niiden vastaavat %-osuudet. Oikealla on taulukko, johon on valittu yhden pääryhmän, tässä tapauksessa metsämaan, jyväluokituksen mukaisesti summatut linjapituudet ja vastaavat prosenttiosuudet. Alhaalla on lopuksi tulostettu metsämaan keskimääräinen jyväluku, joka on painotettu jyvälukuja vastaavilla linjapituuksilla. Selvennykseksi on ennen keskimääräistä jyvälukua tulostettu painotuksessa käytetyt summat.

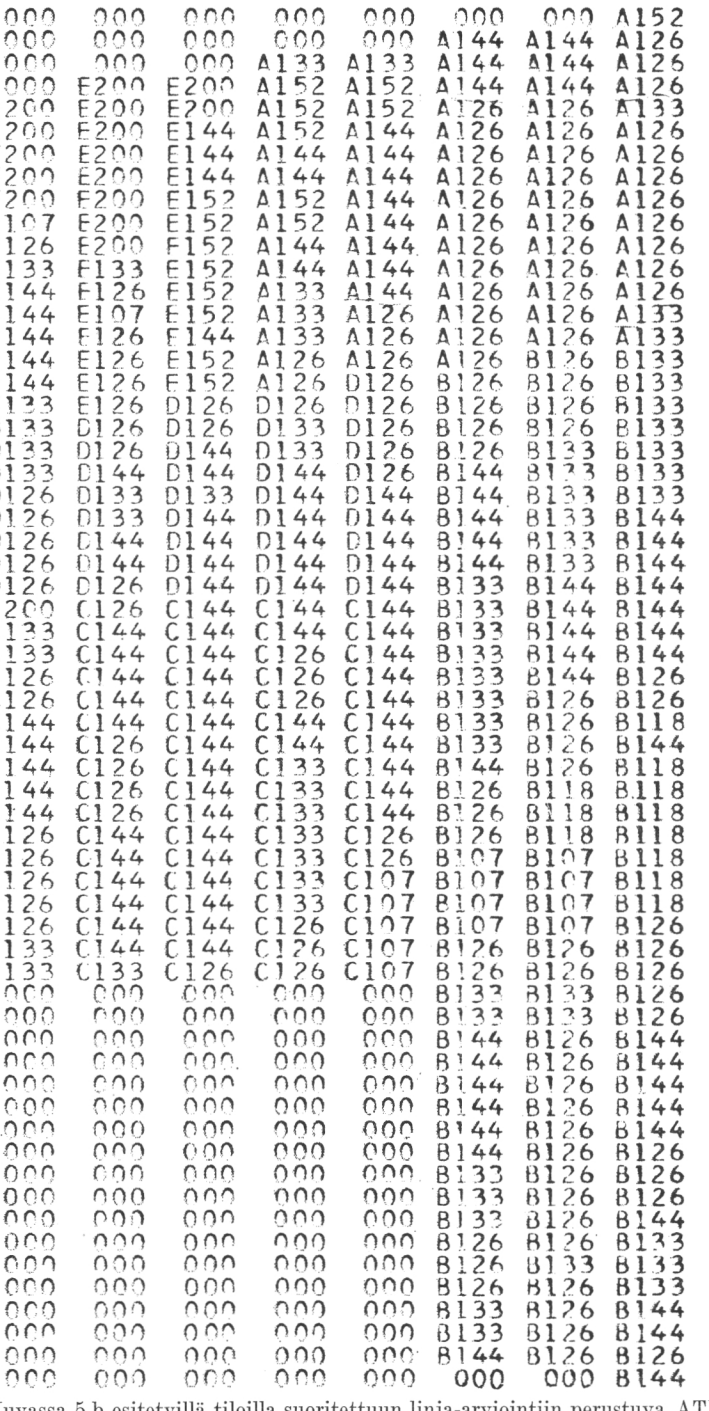
Tulostuksen molemmat taulukot ovat saatavissa myös erillisinä.

Selostettu tulostus on eräs esimerkki numeerisista tulostuksista. Muista mahdollisuuksista mainittakoon tulostus, jossa jyväluvun paikalla on veroluokkaa ilmaiseva merkintä (IA, IB jne.), metsä- ja suotyyppejä ilmaisevat luokat jne. Edelleen mainittakoon tulostukset, joissa pääluokituksen muodostavat kehitys-, toimenpide- ja kiireellisyysluokat.

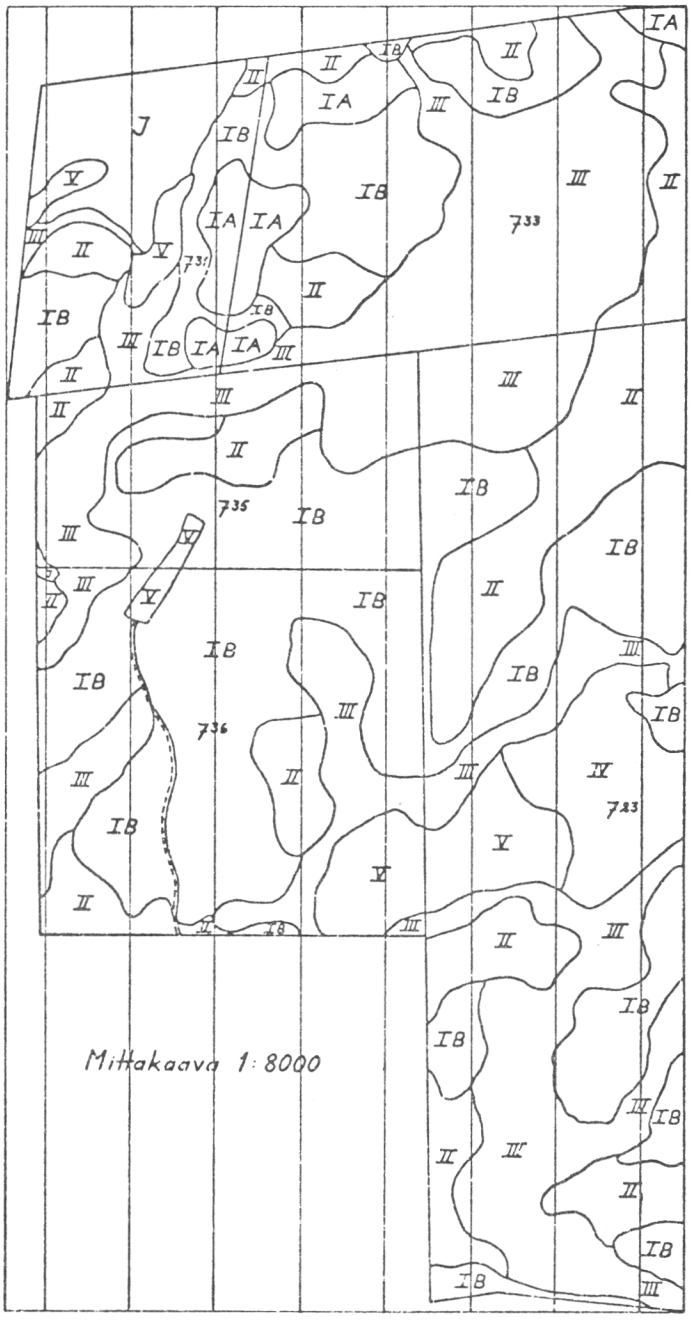
ATK-kartta

Kuva 5 a valaisee toisena osatuloksena saatavaa ATK-karttaa. Esimerkiksi valittu kartta on laadittu kuvassa 5 b esitetyillä tiloilla suoritetun linja-arvioinnin perusteella.

Karttamerkinnöissä kirjain merkitsee tilan tai palstan tunnusta sekä sitä seuraavan 3-numeroisen luvun ensimmäinen numero pääluokkaa ja kaksi seuraavaa jyvälukua. Kustakin linjasta kirjoittuu mainitut merkit sisältävä pystyrivi. Pystyrivien väliin jää 1—4 tyhjää merkkiä riippuen siitä, mitkä ovat kartan mittakaava ja linjaväli. ATK-kartta muodostuu siis vain linjaa edettäessä tehdyistä havannoista, kuvionselityslomakkeen tiedoista. Koska luokitusalue rajataan aina suorakaiteen tai neliön muotoiseksi, näkyy tulostuksessa tilan tai palstan ulkopuolelle jäävä linjan osa ilman tunnuskirjainta luokitustietojen ollessa nollia. Kartan suuruus ei aseta merkittäviä rajoituksia, sillä tulostus voidaan suorittaa osittain ja yhdistelemällä osat saadaan koko luokitusaluetta kuvaava kartta. Karttatulostuksia voidaan tulostaa myös numeeristen tulosten tapaan kehitys-, toimenpide- tai kiireellisyysluokittain. Tulostukset saatetaan tehdä myös määrättyjä luokka-arvoja koskevina.



Kuva 5 a. Kuvassa 5 b esitetyillä tiloilla suoritettuun linja-arviointiin perustuva ATK-kartta.
Abb. 5 a. Auf der in den Waldgütern von Abb. 5 b. durchgeführten Linientaxierung basierende EDV-Karte.



Kuva 5 b. Esimerkki linjaverkostosta, jonka mittaustietojen pohjalta on laadittu kuvassa 5 a esitetty ATK-kartta.

Abb. 5 b. Ein Beispiel für das Liniennetzwerk, aufgrund dessen Messdaten die in Abb. 5 a. angeführte EDV-Karte angefertigt worden ist.

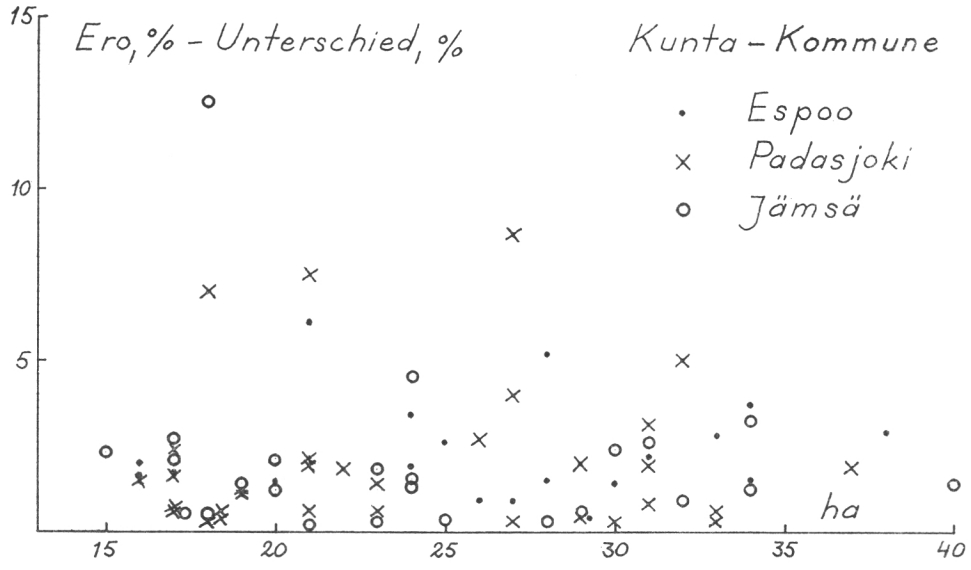
LUOTETTAVUUDEN TARKASTELUA

Laaditun luokitusmenetelmän luotettavuuden tarkastelu kohdistui seuraaville tahoille:

— linjaväliä osoittavien lukusarjojen määrittäminen
— eri kuntien tulosten vertailu
— keskimääräisten metsäverolukujen hajonta
— tarkistusarvioinnit.

L i n j a v ä l i n määrittämisen osalta kiinnitettiin huomiota siihen, että valitut 3, 5 ja 10 %:n luotettavuudet tarkoittavat eron enimmäismäärää. Kuvan 1 ja muiden graafisten piirrosten perusteella erotettuihin pinta-alan mukaisiin luokkiin sisältyy yleisesti sovelletun enimmäiseron alittavia tuloksia. Toisena tarkastelukohteena olivat pienille tiloille kertyneet linjat. Tutkimusaineiston keruuta koskevassa selostuksessa (s. 11) on jo esitetty, että koemittaukset tehtiin aluksi 100 m:n, myöhemmin myös 50 ja 70 m:n linjavälein useita erikokoisia tiloja tai palstoja käsittävillä alueilla. Lähinnä pienillä tiloilla saattoi linjamäärä jäädä ehkä liian vähäiseksi tai valittu linjansuunta ei ehkä ollut edullisin. Voidaan otaksua, että muuttamalla linjansuuntaa sopivasti olisi ilmeisesti eräillä pienehköillä tiloilla voitu parantaa tulosten tarkkuutta ainakin jossain määrin.

E r i k u n t i e n t u l o s t e n tarkastelussa rajoituttiin vain tutkimusaineistoon eli maan eteläpuoliskossa tarkasteltujen kolmen kunnan tuloksiin. Päähuomio kiinnitettiin eri kunnista kertyneiden keskimääräisten metsäverolukujen eroihin. Eri kuntien aineistoihin sisältyvien tilojen ja palstojen pinta-alat vaihtelivat siinä määrin, ettei tulosten vertailua voitu tehdä esim. 10 tai 20 ha:n laajuisien luokkien mukaisesti. Vertailussa keskityttiinkin aluksi aivan pieniin, ensin alle 10 ha:n ja sitten alle 20 ha:n metsäalueisiin, jonka jälkeen siirryttiin asteittain suureneviin, esim. 30—40 ha:n laajuisiin tilaryhmiin. Kuva 6 havainnollistaa vertailua eräässä esimerkiksi valitussa luokassa, arvioimislinjojen välin ollessa 100 m. Havaitaan, että tulokset vaihtelevat kaikissa kunnissa varsin paljon, eikä mistään kunnasta ole kertynyt ainakaan selvästi kaikkien tulosten luonnehtimasta keskimääräiskuvasta poikkeavia eroja.



Kuva 6. Eri kuntien aineistojen perusteella saadut keskimääräisten metsäverolukujen erot 15—40 ha:n metsäalueilla.
Abb. 6. Die Unterschiede der aufgrund der Daten von verschiedenen Kommunen erhaltenen durchschnittlichen Waldsteuerwertzahlen bei Waldflächen von 15—40 ha.

Kolmantena tarkastelukohteena olivat keskimääräisten metsäverolukujen hajontaluvut (ks. Mattila 1969), jotka ryhmitettiin metsäpinta-alan (I—IV verol.) mukaisesti neljään luokkaan, alle 20 ha, 21—40, 41—100 ja yli 100 ha:n metsäalueet. Luokkien erottamisessa nojauduttiin kuvan 1 ja muiden vastaavanlaisten kuvien osoittamiin keskimääräispiirteisiin. Pyrittiin erottamaan luokkia, joilla keskimääräisten metsäverolukujen erojen vaihtelu oli likimäärin samanlaista. Päähuomio kiinnitettiin 100 m:n linjaväliä käyttäen saatuihin tuloksiin, joiden osalta päädyttiin seuraaviin hajontalukuihin:

Metsäala, ha — *Waldareal, ha*	<20	21—40	41—100	101+
Hajonta, ± %-yksikköä — *Streuung, ± %-Einheit*	7.86	1.86	1.96	0.54

Pienimmän luokan hajontaluku eroaa selvästi muiden luokkien tuloksista. Kahdessa keskimmäisessä, tavanomaisia maatilametsälöiden metsäpinta-aloja edustavissa luokissa hajonnat ovat likimain samansuuruiset. Tämän jälkeen hajonta pienenee voimakkaasti myös muilla linjaväleillä saaduissa tuloksissa. Hajonnan pienentyminen metsäalan ylittäessä 100 ha ilmenee varsin havainnollisesti ja vakuuttavasti myös kuvan 1 mukaisista graafisista piirroksista.

Edellä esitetynlaista hajontalukujen tarkastelua jatkettiin vielä 70 m:n linjaväliä käyttäen saaduilla tuloksilla. Tällä linjavälillä erojen hajonnaksi saatiin 1.96 %-yksikköä, eli samaa suuruutta oleva tulos kuin 100 m:n linja-

väliä soveltaen 21—100 ha:n metsäalueilla. Saatetaan päätellä, että hajontaluvut osaltaan vahvistavat linjavälin valinnassa tehtyjä ratkaisuja.

Viimeisin ja laajin osaselvitys koostuu veroluokitus- ja metsätalouskartoilta tehdyistä tarkistusmittauksista. Ne suoritettiin kuten tutkimusaineistonkin keruussa siten, että kartoille hahmoteltiin sovelletun linjavälin mukainen linjaverkosto, jota seuraten mitattiin perättäisten kuvioiden pituudet. Mittauskohteiksi valittiin eri kokoisia metsäalueita, tiloja tai palstoja. Linjaväli määritettiin edellä (s. 21) esitettyjen tulossarjojen mukaisesti tavoitellen 3—5 %:n luotettavuutta. Tarkastelu kohdistui metsämaiden keskimääräistä hyvyyttä ilmaisevaan tunnukseen, joksi jälleen valittiin metsäveroluku, ja lisäksi eri veroluokkien osuuksiin.

Veroluokituskartoilla suoritetut kokeet tehtiin Laukaan verotoimistossa. Koekohteiden lukumäärä oli 20. Linjavälin valinnassa oli tavoitteena likimäärin 3—5 %:n luotettavuus. Keskimääräistä metsäverolukua koskevat tulokset nähdään taulukosta 1. Havaitaan, että ero on varsin yleisesti jäänyt alle 3 %:n, eikä ero ylitä 5 % millään alueella.

Taulukko 1. Linja-arvioinnilla ja kuvioittaisella luokituksella saadut keskimääräiset metsäveroluvut ja niiden erot Laukaan koetiloilla.

Tabelle 1. Die aufgrund der Linientaxierung und der bestandesweisen Klassifizierung erhaltenen durchschnittlichen Waldsteuerwertzahlen und deren Unterschiede in den Probegütern von Laukaa.

Metsäala, ha *Wald-areal, ha*	Linjaväli, m *Linien-abstand, m*	Linja-arv. saatu keskim. metsäveroluku, m³ *Linientaxierung*	Kuvioitt. luokit. metsäveroluku, m³ *Bestandesweise Klassifizierung*	Ero, %[1] *Unterschied, %*[1]
		Durchschnittliche Waldsteuerwertzahl, m³		
7.8	70	4.04	4.17	—3.1
13.1	70	2.68	2.78	—3.6
13.4	70	2.90	2.80	+3.6
16.9	70	2.97	2.99	—0.7
17.0	70	3.45	3.58	—3.6
18.5	70	3.83	3.88	—1.3
21.4	80	3.19	3.23	—1.2
22.7	100	4.01	4.03	—0.5
28.6	100	3.25	3.28	—0.9
31.6	100	3.94	3.89	+1.3
38.2	100	3.24	3.18	+1.9
40.2	100	3.78	3.66	+3.3
47.8	100	3.26	3.32	—1.8
55.5	120	3.32	3.34	—0.6
57.8	120	2.83	2.86	—1.0
67.0	150	3.13	3.03	+3.3
74.8	200	3.63	3.52	+3.1
80.4	200	4.04	3.86	+4.7
94.0	150	3.15	3.15	±0.0
126.2	200	3.95	3.94	+0.3

[1]) Kuvioittaisen luokituksen tulokseen verrattuna.
[1]) *Unterschied gegenüber dem Resultat der bestandesweisen Klassifizierung.*

Eri veroluokkien osuuksien luotettavuuden tarkastelua varten laskettiin ensin tiloittain linja-arvioinnilla saatujen ja toisaalta kuvioittaiseen luokitukseen perustuvien vastaavien sadannesten erot. Tiloittain ja veroluokittain tapahtuneen vertailun jälkeen kaikki erot koottiin seuraavan asetelman mukaisiin luokkiin, jonka jälkeen määritettiin eri luokkiin kertyneiden erojen lukumäärien sadannesosuudet kaikkien erojen (75) lukumäärästä.

Ero, ± %-yksikköä *Untershied, ± %-Einheit*	≤ 1	2—5	6—10	11+	Yhteensä
Erojen lukumäärä kaikista, % — *Anteil an allen Unterschieden*	47	41	8	4	100

Asetelman tulossarjan mukaan pääosa eroista, 88 %, on enintään 5 %. Laukaan veroluokituskartoilta tehdyt tarkistusmittaukset ovat siis johtaneet myös luokittain vähintään tyydyttäviin tuloksiin.

Metsätalouskartoilta suoritetut tarkistusmittaukset tehtiin prof. Aarne Nyyssösen ystävällisen tuen turvin Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitoksella metsätieteen ylioppilaiden harjoitustöinä valmistamilta kartoilta. Koekohteiksi otettiin kaikkiaan kymmenen metsäpinta-alaltaan (I—IV verol.) erikokoista, 1—3 palstaa käsittävää tilaa Kiuruvedeltä ja Savonlinnan ympäristöstä. Tarkastelukohteet olivat samat kuin edellisillä tiloilla, siis keskimääräinen metsäveroluku ja eri veroluokkien osuudet. Linjaväli valittiin samoin edellä esitettyjen tulossarjojen perusteella tavoitellen noin ± 4 %:n luotettavuutta.

Koemittausten tuloksena eri perustein saadut keskimääräiset metsäveroluvut ja niiden erot nähdään taulukosta 2. Erojen tulossarjasta ilmenee, että asetettuun tavoitteeseen, enintään 4 %:n eroon, on päästy kaikilla

Taulukko 2. Keskimääräiset metsäveroluvut ja niiden erot Kiuruveden ja Savonlinnan alueiden koetiloilla.

Tabelle 2. Die durchschnittlichen Waldsteuerwertzahlen und deren Unterschiede in den Probegütern von Kiuruvesi und Savonlinna.

Metsäala, ha *Waldareal, ha*	Linjaväli, m *Linienabstand, m*	Keskim. metsäveroluku, m³ *Durchschnittliche Waldsteuerwertzahl, m³*		Ero, % *Unterschied, %*
		Linja-arv. *Linientaxierung*	Kuvioitt. arv. *Bestandesweise Klassifizierung*	
46.5	140	4.05	3.98	+1.8
49.2	140	4.11	4.14	—0.7
54.8	140	3.45	3.50	—1.4
63.3	200	2.86	2.88	—0.7
72.6	200	2.50	2.43	+2.9
73.3	200	3.76	3.68	+2.2
78.4	200	3.28	3.39	—3.2
96.5	250	4.25	4.04	+3.0
105.8	250	4.00	3.96	+1.0
118.8	250	4.09	4.02	+1.7

tiloilla. Eri veroluokkien %-osuuksien erot on nytkin koottu edellä esitetynlaisiin luokkiin. Kaikkiaan 45:stä erosta koostuva tulossarja on seuraava.

Ero, ± %-yksikköä *Unterschied, ± %-Einheit*	≤ 1	2—5	6—10	11+	Yhteensä
Erojen lukumäärä kaikista, % — *Anteil an allen Unterschieden*	47	44	9	—	100

Asetelman sadannessarja viittaa jälleen varsin hyviin tuloksiin. Todettakoon, että ko. kartat on tehty metsätaloussuunnitelmia varten, välttäen aivan pienialaisten kuvioiden erottamista.

Molemmat tarkistusmittaukset samoin kuin muutkin luotettavuutta koskeneet tarkastelut viittaavat siis siihen, että tutkimuksessa esitetyt, linjaväliä osoittavat tulossarjat tarjoavat vähintään tyydyttävän perustan maiden luokitusta koskeviin tehtäviin. Tulossarjojen käyttökelpoisuutta on tietysti pyrittävä tarkkailemaan vastaisuudessa kaikin tavoin.

Laaditun luokitusmenetelmän toisen päätuloksen, ATK-kartan luotettavuudesta rajoitutaan tässä vain toistamaan, että käytetystä linjavälistä ja mittakaavasta riippuen kartalla voidaan kuvata tarkasteltavaa aluetta vaihtelevalla tarkkuudella.

ATK-kartan käyttömahdollisuuksien tutkiminen jatkuu edellä viitatun maan pohjoispuoliskon metsämaiden veroluokitusmenetelmää käsittelevän tutkimuksen yhteydessä. Tämän tutkimuksen yhteydessä on myös mahdollista jatkaa linjaväliä osoittavien tulossarjojen luotettavuuden tarkastelua.

Lopuksi toistettakoon, että aina on kiinnitettävä huomiota myös mahdollisiin mittausvirheisiin. Koulutuksen ja ammattitaidon merkitystä on siten syytä korostaa myös tässä julkaisussa esitettyä maiden luokitusmenetelmää käytettäessä.

PÄÄTELMIÄ

Tutkimus antaa aiheen erityisesti seuraaviin päätelmiin.

Linja-arvioinnin käytön pohjalta laadittu maiden luokitusmenetelmä lähenee, linjaväliä asteittain pienennettäessä, tavanomaista kuvioiden erottamiseen perustuvaa maiden luokittelua. Jos pyritään lähinnä keskimääräisen luokka-arvon, jyväluvun, metsäveroluvun yms. selvittämiseen, voidaan tehtävä suorittaa usein verraten suurta linjaväliä soveltaen. Työmäärän säästö kuvioittaiseen luokitukseen verrattuna on ilmeinen. Keskimääräistuloksen lisäksi saadaan yleensä varsin luotettava arvio myös eri luokkien suhteellisista osuuksista koko tarkasteltavasta maa-alasta.

Merkittävä työmäärän ja kustannusten säästö sisältyy myös tulosten laskentaan. Käytännön kannalta keskeisimmät tulokset, maiden keskimääräinen hyvyys, esim. jyväluku, ja eri luokkien osuudet voidaan määrittää yksinkertaisella laskennalla ja siten välttää huomattavasti vaivalloisempi ja kalliimpi kuvioittaisen arvioinnin edellyttämä pinta-alojen laskenta ja tulosten yhdistely.

Edellisessä mainituilla numeerisilla tuloksilla voidaan havainnollistaa eri hyvyysluokkien maiden esiintymisen runsaussuhteita vain tarkasteltavien osa-alueiden, kuten tilojen ja palstojen puitteissa. Laatimalla tutkimuksessa esitetty ATK-kartta saatetaan eri luokkien esiintymistä kuvata lähes kuvioittaiseen kartoitukseen verrattavalla tavalla. Tutkimuksen yhteydessä suoritettujen laskelmien perusteella voidaan päätellä, että ATK-kartan laadinnasta aiheutuivat varsin vähäiset kustannukset, joten kokonaiskustannukset jäävät ATK-kartan laadinnan jälkeenkin huomattavasti pienemmiksi kuin kuvioittaisessa luokituksessa.

Laadittua menetelmää voidaan käyttää maiden luokituksen asemesta myös metsien rakennetta kuvaavien tunnusten selvittämiseen. Esimerkkinä mainittakoon suurella metsäalueella esiintyvien eri kehitysluokan metsiköiden tai erilaisia hakkuu-, kunnostus- yms. toimenpiteitä kaipaavien alojen esiintymispaikkojen ja yleisyyden havainnollistaminen ATK-kartalla. Tiettyjen merkittävien piirteiden, esim. vajaatuottoisten alojen runsauden toteaminen voitaisiin tarvittaessa varmistaa sijoittamalla ko. alueelle lisälinjoja tai selventämällä yleiskuvaa paikallistuntemuksen perusteella, muunlaisella maastotarkastelulla, edelleen helikopteria käyttäen jne.

Sovellettaessa laadittua menetelmää erityisesti edellä esitetynlaisissa, metsien rakennetta koskevissa selvityksissä on merkittävää todeta, että ATK-laskennan tuloksena syntyy pysyvä rekisteri, jota voidaan käyttää tarvittavilta osin uudelleen. Rekisteriä saatetaan myös täydentää suoritettujen toimenpiteiden, uusien maastomittausten yms. muutosten mukaisesti.

Yhdistelmänä voitaneen päätellä, että laadittua menetelmää saatetaan käyttää hyvin monissa maiden luokitusta ja metsien rakenteen selvittämistä koskevissa tehtävissä erityisesti käytännön mutta myös tutkimuksen alalla. On ilmeistä, että tutkimuksessa esitettyä menetelmää käytettäessä saavutetaan huomattava työmäärän ja kustannusten säästö nykyisin sovellettaviin menetelmiin verrattuna.

KIRJALLISUUSLUETTELO

Ilvessalo, Yrjö. 1920 a. Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä nojautuen etupäässä kotimaiseen kasvutaulujen laatimistyöhön. Referat: Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen, hauptsächlich auf den Arbeiten für die Aufstellung der neuen Ertragstafeln Finnlands fussend. — AFF 15.

—»— 1920 b. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. Referat: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. — AFF 15.

—»— 1923. Tutkimuksia yksityismetsien tilasta Hämeen läänin keskiosissa. Sahalahden ja Kuhmalahden pitäjien metsät. Referat: Untersuchungen über den Zustand der Privatwälder in den mittleren Teilen des Regierungsbezirkes Häme (Tavastland). Die Wälder der Kirchspiele Sahalahti und Kuhmalahti. — AFF 26.

—»— 1927. Metsämaiden luokittelusta maanmittaustarkoituksissa. — Maanmittaus n:o 2.

—»— 1935. Käytännöllisistä metsänarvioimistavoista. — Silva Fennica 39.

—»— 1937 a. Jakotoimitusten metsätileistä. — Maanmittaus n:o 1.

—»— 1937 b. Perä-Pohjolan luonnonnormaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. Summary: Growth of natural normal stands in Central North-Suomi (Finland). — MTJ 24.2.

—»— 1938. Metsämaiden jyvityksen perusteet. — Maanmittaus n:o 2.

—»— 1961. Yksityismetsien puolivuosisatainen kehitys Sahalahden — Kuhmalahden koearviointipitäjissä. Summary: Semicentennial development of private forests in the experimental survey counties of Sahalahti — Kuhmalahti. — MTJ 53.3.

Instruktion för fältarbetet vid riksskogstaxeringen. År 1968.

Kuusela, Kullervo. 1960. Maan kuvioiden ja puuston vaihtelu sekä sen vaikutus metsän inventoinnin tarkkuuteen. Summary: Variation of the site pattern and growing stock and its effect on the precision of forest inventory. — AFF 72.

Lappi-Seppälä, M. 1924. Linja-arvioimisesta ja sen tarkkuudesta. Referat: Über die Linientaxierung und deren Genauigkeit. — MTJ 7.

Maanmittaushallituksen ohjeet metsätilin laatimisessa noudatettavasta menettelystä. Helsinki. 1974.

Mattila, Sakari. 1969. Tilastotiede I. Helsinki.

Nousiainen, Juhani—Rantanen, Väinö—Tiihonen, Paavo. 1972. Kiintokuutiometrin käyttöön perustuva kuitu- ja tukkipuiden kuutioimismenetelmä. Mänty, kuusi ja koivu. Referat: Ein Massenermittlungsverfahren für Faser- und Blochholz mit dem Festmeter als Masseinheit. Kiefer, Fichte und Birke. — MTJ 77.2.

Nousiainen, Juhani—Puranen, Juha—Tiihonen, Paavo. 1973. Koivutukkipuiden kuutioimismenetelmä. Referat: Eine Kubierungsmethode für Birkenblochholz. — MTJ 79.1.

Nyyssönen, Aarne and Pekka Kilkki. 1966. Estimation of strata areas in forest survey. — AFF 81.3.

Nyyssönen, Aarne, Pekka Kilkki and Erkki Mikkola. 1967. On the precision of some methods of forest inventory. Seloste: Eräiden metsänarvioimismenetelmien tarkkuudesta. — AFF 81.4.

Nyyssönen, Aarne. 1971. Metsän arvioiminen. — Tapion Taskukirja. 16. uudistettu painos.

Tiihonen, Paavo. 1958 a. Vöyrin metsätilikurssin luennot. — Moniste. Helsinki.

—»— 1958 b. Kannuksen metsätilikurssin luennot. — Moniste. Helsinki.

—»— 1964. Pohjanmaan uusjakoalueella suoritetuista puuston arvioimiskokeista. Summary: On the forest survey experiments carried out in the land redistribution area of Ostrobothnia. — MTJ 58.1.

Vid andra riksskogstaxeringen av Norrland åren 1938—1942 använd metodik och härom vunna erfarenheter. 1947. — 1937 års riksskogstaxeringsnämnd.

Väänänen, Sulo. 1971. Metsäverotus. — Tapion Taskukirja. 16. uudistettu painos.

AFF = Acta Forestalia Fennica
MTJ = Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja

EINE AUF LINIENTAXIERUNG UND EDV-KARTE FUSSENDE METHODE ZUR BODENKLASSIFIZIERUNG

Deutsches Referat

Einleitung

Untersuchungen über die Klassifizierung der Böden gehören seit langem fast ständig zum Arbeitsprogramm der Finnischen Forstlichen Forschungsanstalt/Abteilung Abschätzung. Für den Bedarf der forstlichen Praxis wurde nach einer einfachen und mit möglichst geringen Kosten durchführbaren Methode gesucht. In den 1960er Jahren wurden Untersuchungen gemacht mit dem Ziel, eine sowohl für Kleinbetrieb wie auch für Grossraum brauchbare Methode zu entwickeln. Als Anwendungsgebiet für die neuen Verfahren kommen u.a. Landesneuteilungen in Frage. Alles sprach für die Zuhilfenahme der EDV. Folgende Entscheidung wurde getroffen: Die Klassifizierung der Böden wird durch Linientaxierung vorgenommen. Mit Hilfe der EDV wird für das fragliche Gebiet bzw. Teilgebiet die durchschnittliche Bonität bestimmt, und ausserdem sollte eine EDV-Karte über das betreffende Gebiet angefertigt werden, sofern dies im Bereich der Möglichkeit liegt. Für diese Forschungsaufgabe bildeten die Verfasser i.J. 1971 eine Arbeitsgruppe; als Resultat dieser gemeinsamen Arbeit wurde bis Anfang des Jahres 1975 die hier veröffentlichte Methode zur Bodenklassifizierung ausgearbeitet.

Die Ausarbeitung der Methode

Die Linientaxierung, die den Feldarbeiten für die Klassifizierungsmethode zugrunde liegt, setzt voraus, dass der Abstand zwischen den Linien festgelegt wird. Zunächst musste daher ein Leitfaden dafür geschaffen werden, welcher Linienabstand auf Waldgebieten verschiedener Grösse anzuwenden wäre. Zu diesem Zweck wurden in den Jahren 1973—74 zahlreiche Probeabschätzungen anhand der Waldbesteuerungskarten einiger Kommunen in der südlichen Hälfte Finnlands durchgeführt. Bei diesen Versuchen wurden die mit unterschiedlichen Linienabständen erhaltenen Resultate, insbesondere die die mittlere Bonität der Waldböden anzeigenden Merkmale, z.B. die mittleren Waldsteuerwertzahlen, mit den wirklichen, aufgrund der bestandesweisen Klassifizierung erhaltenen Resultaten verglichen. Auch ein Material aus der nördlichen Hälfte des Landes wurde zum Vergleich herangezogen. Die Versuche führten u.a. zu folgenden drei Ergebnissen:

— Indem man die für einzelne Waldgüter oder Parzellen geltenden, Böden verschiedener Steuerklassen repräsentierenden Daten der Besteuerungskarten zusammennimmt, erhält man eine »wirkliche», das betreffende Gebiet darstellende Klassifizierung, die als Hektare, Prozentreihe, als gesamte Steuerwertzahlen oder als durchschnittliche Waldsteuerwert- bzw. Zuwachszahl ausgedrückt werden kann.

— Die bestandes - oder linienweise gesammelten Daten fussen auf ein - und derselben Klassifizierung, und die Resultate sind daher nicht mit Unterschieden oder Fehlern behaftet, die durch verschiedene Personen oder unterschiedliches Verfahren bedingt wären.

— In den Versuch können Waldgüter und Parzellen verschiedener Grösse und Form einbezogen werden, um Aufschluss darüber zu gewinnen, welcher Genauigkeitsgrad bei unterschiedlichen Linienabständen und bei verschieden grossen Waldflächen erzielt werden kann.

In der Südhälfte des Landes wurden in 24 verschiedenen Gebieten Versuche gemacht, in denen insgesamt 283 Waldgüter mit einem Gesamtareal von 5 377 ha inbegriffen waren. Das Vergleichsmaterial aus der Nordhälfte des Landes umfasste 30 Waldgebiete mit einer Gesamtfläche von 13 751 ha.

Auf den Karten wurden also Linientaxierungen nach den landesüblichen Prinzipien der Waldabschätzung durchgeführt. Vor den Messungen wurde das jeweilige Versuchsgebiet zu einem Rechteck bzw. Quadrat vervollständigt, so dass alle Linien stets die gleiche Länge hatten. Der Linienabstand war auf allen Gütern in Südfinnland anfänglich 100 m und in Nordfinnland 200 m. Später wurden weitere Versuche mit Linienabständen von 50, 70 und 80 m gemacht. Die Ergebnisse der Vergleiche sind in den Zahlenreihen der Übersicht auf S. 13 veranschaulicht. Die mit einem Linienabstand von 100 m erhaltenen Unterschiede sind aus der Abbildung I. 14 ersichtlich.

Als Resultat der Versuche konnten die drei Zahlenreihen (S. 21) ausgerechnet werden, aus denen die auf verschieden grossen Waldflächen anzuwendenden Linienabstände hervorgehen.

Die EDV-Grundlagen der Methode lassen sich in zwei Teile einteilen, nämlich die zahlenmässige Verarbeitung der Resultate und die Ausgabe der EDV-Karte (Abb. 7). Die eigentliche Berechnung besteht aus der Tabellierung der Linienlängen den angewandten Merkmalen gemäss. Die Schreibung der Karte wird bei der EDV mit dem Zeilenschreiber ausgeführt. Die im Gelände gemachten Klassifizierungsvermerke werden programmatisch nach ihren x- und y-Koordinaten bei je einem Klassifizierungsgebiet tabelliert (Abb. 3, S. 18).

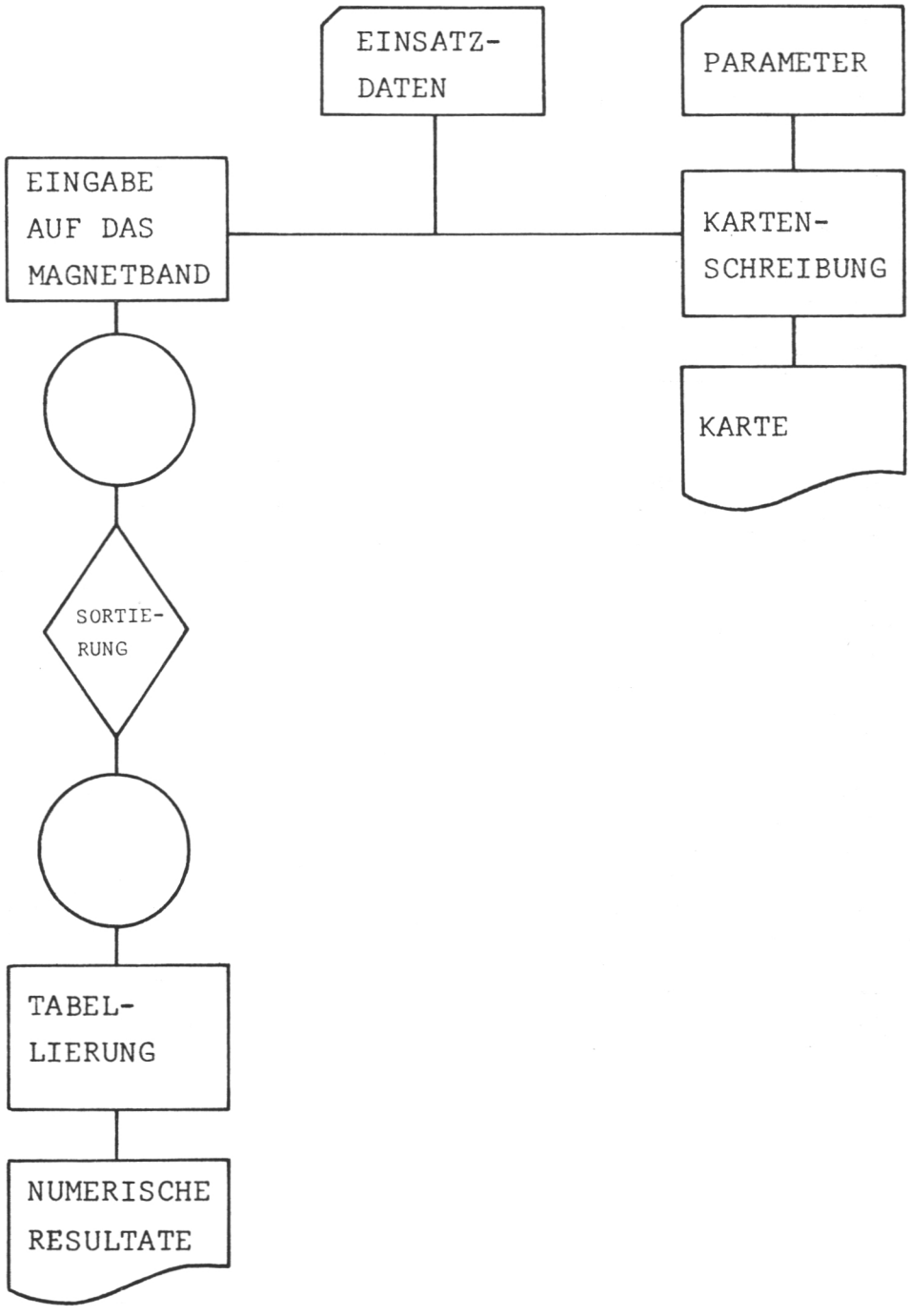


Abb. 7. Schema vom EDV-Prozess.

Struktur und Anwendung der Methode

Die vorliegende Klassifizierungsmethode umfasst zwei Arbeitsphasen, nämlich erstens eine als Linientaxierung auf dem betreffenden Gebiet ausgeführte Klassifizierung und zweitens die elektronische Verarbeitung der Daten, also Feld- und Berechnungsarbeiten.

In den Feldarbeiten sind folgende Teilaufgaben inbegriffen:

— Festlegung der Taxierungslinien
— Vervollständigung des fraglichen Gebiets zu einem Rechteck bzw. Quadrat (Abb. 5 b)
— Bestimmung des Linienabstandes
— Klassifizierung auf den Linien.

Der Linienabstand kann aufgrund der Zahlenreihen auf S. 21 festgelegt werden.

Wie oben erwähnt, ergibt die Methode zweierlei Resultate, nämlich numerische und »kartographische». Die ersteren sind auf Abb. 4 (S. 23) und die letzteren auf Abb. 5 a (S. 25) veranschaulicht.

Zur Zuverlässigkeit der Methode

Die Zuverlässigkeit der vorliegenden Klassifizierungsmethode wurde anhand folgender Punkte nachgeprüft:

— die den Linienabstand anzeigenden Zahlenreihen
— Vergleich zwischen den Resultaten in den einzelnen Kommunen
— die Streuung der durchschnittlichen Waldsteuerwertzahlen
— Kontrolltaxierungen.

Bei der Beurteilung der den Linienabstand betreffenden Resultate wurde die angewandte Mess- und Berechnungstechnik nachgeprüft, um aufzuklären, ob die Ergebnisse etwa durch Über- bzw. Unterschätzung beeinträchtigt wären. Die Übersicht der Unterschiede zwischen den Kommunen wurde auf die südliche Hälfte Finnlands beschränkt. Im Mittelpunkt dieser Teilaufgabe stand der Vergleich der in den verschiedenen Kommunen erhaltenen durchschnittlichen Steuerwertzahlen (Abb. 6, S. 28).

Für die mittleren Steuerwertzahlen (Zuwachszahlen) wurden einige deren Streuung anzeigende Werte ausgerechnet. Die Zahlenreihe auf (S. 28) veranschaulicht die mit einem Linienabstand von 100 m gewonnenen Resultate. Man sieht, dass auf Waldflächen von höchstens 20 ha die Streuung erheblich weiter ist als auf den grösseren Flächen. Durch Herabsetzung des Linienabstandes von 100 auf 70 m für die Waldgebiete von weniger als 20 ha konnte die Streuung auf 1.96 %-Einheiten vermindert werden. Zusammenfassend liess sich der Schluss ziehen, dass die Streuungszahlen ihrerseits die gewählten Linienabstände rechtfertigten.

Die umfangreichste Teiluntersuchung über die Zuverlässigkeit der Methode bestand in Kontrollmessungen, die mit Hilfe der Waldbesteuerungs- und Forstwirtschaftskarten durchgeführt wurden. Das erstere Material wurde anhand der Klassifizierungskarten vom Steueramt der mittelfinnischen Kommune Laukaa gesammelt, für das letztere wiederum wurden die von den Forststudierenden der Universität Helsinki zum Praktikum angefertigten Karten benutzt. Bei den Messungen wurden die Linienabstände

der auf S. 21 angegebenen Resultatsserie angewandt, wobei eine Genauigkeit von 3 bis 5 % angestrebt wurde. Die Hauptresultate sind aus den Tabellen 1 und 2 (S. 29—30) sowie aus den Zusammenstellungen auf S. 30—31 ersichtlich.

Die Ergebnisse der Kontrollmessungen weisen darauf hin, dass die in der vorliegenden Untersuchung angeführten, auf den Linienabstand bezogenen Zahlenreihen eine mindestens befriedigende Grundlange für die Aufgaben der Bodenklassifizierung abgeben.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Zum Schluss wird eine kurze Zusammenfassung von den hauptsächlichen Grundlagen der Methode gegeben. Ferner werden die Anwendungsmöglichkeiten und Kosten des Verfahrens besprochen. Es wird festgestellt, dass ausser der Klassifizierung der Böden bzw. anstelle von dieser in die Feldarbeiten auch Ermittlungen für den Bedarf des Waldbaus einbezogen werden können. Schliesslich wird bemerkt, dass die elektronische Datenverarbeitung ein beständiges Register ergibt, das bei Bedarf erneut ausgenutzt werden kann. Ausserdem lässt sich mit der Methode offenbar eine ganz beträchtliche Einsparung an Arbeitsaufwand und Konsten erzielen.

TYÖAJAN MENEKKIIN JA TYÖNTEKIJÄN KUORMITTUMISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT ERÄISSÄ METSÄTYÖMENETELMISSÄ

Teoreettinen ja empiirinen analyysi

PERTTI HARSTELA

Summary in english

FACTORS AFFECTING THE CONSUMPTION OF WORKING TIME AND THE STRAIN ON THE WORKER IN SOME FOREST WORK METHODS

A theoretical and empirical analysis

DOCTORAL DISSERTATION

TO BE PRESENTED, WITH THE PERMISSION OF THE FACULTY OF AGRICULTURE AND FORESTRY OF UNIVERSITY OF HELSINKI, FOR PUBLIC CRITICISM IN AUDITORIUM XII ON OCTOBER 31th, 1975, AT 12 O'CLOCK NOON

HELSINKI 1975

ISBN 951-40-0180-X

Helsinki 1975. Valtion painatuskeskus

ALKUSANAT

Tämä tutkimus kuuluu osana metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian osastossa suoritettaviin ergonomisiin ja työtieteellisiin tutkimuksiin. Vaikka osaston tutkimustoiminnan ensisijaisena päämääränä on tuottaa käytäntöä palvelevaa tietoa, on myös nyt kyseessä oleva perustutkimustyyppinen aihevalinta katsottu tarpeelliseksi. Erityisesti ergonomian mukaan tulo metsätyötieteellisiin tutkimuksiin on lisännyt työtieteen teorian kehittämistarvetta. Nopeasti kehittyvän teknologian edellyttämä tutkimuspanos tarvitsee myös tuekseen teorian muodostusta tulosten luotettavuuden takaamiseksi.

Tutkimuksessa käytettyjen psykologisten testien laadinnassa ja valinnassa olen saanut apua yht.tiet.maist. Orvokki Kammoselta ja hum.kand. Kaija Kanniselta. Työfysiologisista tuloksista minulla on ollut tilaisuus keskustella prof. Osmo Hännisen johtamissa Kuopion Korkeakoulun fysiologian seminaareissa. Fysiologisen kirjallisuuden läpi käymiseen sain apua lääk.tohtori Pekka Ojalta Työterveyslaitokselta. Maasto- ja laskentatöihin osallistuivat kenttämestari Sauli Takalo, metsäteknikko Pertti Laakso, työnjohtaja Kari Sauvala, tutkimusapulainen Heikki Korhonen ja koeapulainen Urpo Paananen. Enso-Gutzeitin metsäosasto ja metsäntutkimuslaitoksen kokeilualuetoimisto luovuttivat käyttööni koehenkilöt ja työmaat. Erityisesti avustivat aluemets.hoit. Teuvo Hinttala, piirityönjoht. Hannes Nenonen, metsäteknikko Antti Niemelä ja metsäteknikko Risto Helkiö.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet prof. Pentti Hakkila, prof. Veijo Heiskanen, prof. Kalle Putkisto, prof. Bror-Anton Granvik ja tekn.tohtori Heikki Heiskanen. Tohtori Heiskaselta sain myös apua M-67 metateorian soveltamiseen. Käännöstyön englanniksi suoritti maisteri Päivikki Ojansuu. Konekirjoituksesta huolehti neiti Raija Siekkinen. Emil Aaltosen Säätiö myönsi työn suorittamista varten apurahan. Kiitän kaikkia työn suorittamiseen vaikuttaneita. Erityisen kiitoksen osoitan vaimolleni Luk Eila Harstelalle kaikin puolisesta tuesta työn eri vaiheissa sekä vanhemmilleni, joiden tuki on ollut opintieni edellytys.

Suonenjoella huhtikuussa 1975

Pertti Harstela

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

1. Johdanto 7
   11. Työ tutkimuskohteena 7
   12. Työssä vallitsevat riippuvuussuhteet ja metsätyötieteessä omaksutut periaatteet 7
      121. Aikatutkimuksen periaatteet 7
      122. Työfysiologisen ja -psykologisen tutkimuksen periaatteet 9
   13. Tutkimustehtävä ja lähtökohtahypoteesit 12
2. Metsätyössä vaikuttavat tekijät 13
   21. Tutkimusotteen valinta 13
   22. Työsuoritusta kuvaava systeemimalli 13
   23. Työn systeemikuvaus ja metsätyö 18
      231. Puutavaran teko ihmistyövaltaisin menetelmin 18
      232. Metsäkuljetus ja puutavaran koneellinen valmistus 20
      233. Muu metsätyö 23
   24. Metsätyö kyberneettisenä järjestelmänä 24
      241. Avoin kyberneettinen järjestelmä 24
      242. Kynnysarvojen vaikutus muuttujien välisiin suhteisiin 25
      243. Muuttujien välisten riippuvuussuhteiden suunta 26
      244. Systeemin isomorfia ja vertailevan työntutkimuksen periaate 26
      245. Homomorfian ihanne 27
      246. Koodatun sanoman tulkinta 27
   25. Systeemikuvauksesta johdetut hypoteesit ja teorian muodostus 28
      251. Metsätyöntutkimuksen periaatteet 28
      252. Metateoreettinen teorian muodostus 30
3. Empiirinen tutkimus 35
   31. Tutkimustehtävä 36
   32. Tutkimusaineisto 37
      321. Tutkimukseen valitut työmenetelmät 37
      322. Aineiston keruu, laajuus ja laatu 38
         3221. Aineiston keruu 38
         3222. Aineiston laajuus ja laatu 38
      323. Koehenkilöt 39
         3231. Koehenkilöiden valinta 39
         3232. Koehenkilöiden fyysiset ominaisuudet 40
         3233. Koehenkilöiden psyykkiset ja psykomotooriset omaisuudet 41
   33. Aineiston käsittely 42
      332. Tilastollisten menetelmien käyttö 42
   34. Tutkimustulokset 44
      341. Työajan menekkiin vaikuttavat tekijät 44
         3411. Rullataimien leikkaus ja taimien nosto 44
         3412. Kuitupuun teko palstatien varteen 50

Sivu
342. Sydämen sykkeeseen vaikuttavat tekijät 54
3421. Rullataimien leikkaus ja taimien nosto 54
3422. Kuitupuun teko palstatien varteen 56
343. Suhteellinen työaika ja siihen vaikuttavat tekijät 60
3431. Rullataimien leikkaus ja taimien nosto 60
3432. Kuitupuun teko palstatien varteen 63
344. Suhteellinen syke ja kuormittuminen sekä niihin vaikuttavat tekijät 67
3441. Rullataimien leikkaus ja taimien nosto 67
3442. Kuitupuun teko palstatien varteen 72
345. Sykkeen vaihtelu työpäivän aikana kuitupuun teossa 78
346. Työajan menekin vaihtelu työpäivän aikana kuitupuun teossa 83
35. Tulosten systeemikuvaus ja teorian muodostus 85
36. Tulosten tarkastelua 91
4. Tiivistelmä 97
Kirjallisuusviitteet 102
Summary in English 112
Liitteet 124

1. JOHDANTO

11. Työ tutkimuskohteena

Ihmisen suorittama työ on tutkimuskohteena monitahoinen, ja monet perinteelliset tieteet käsittelevätkin tai sivuavat sitä. Tutkimuksissa voidaan huomio kiinnittää esim. työtä tekevään ihmiseen, itse työhön, työn seurauksiin, työnteon edellytyksiin, työhön vaikuttaviin seikkoihin tai työssä käytettäviin koneisiin ja välineisiin, syntyviin tuotteisiin tai työn tuottavuuteen eli työmäärän ja työpanoksen suhteeseen (vrt Skoglig . . . 1963, Hilf 1963, Nadler 1963, Mattson Mårn 1953, Mäkelä 1969, Aro 1945). Voidaan myös tutkia työn sosiaalisia vaikutuksia tai sosiaalisten vaikutusten suhdetta työhön.

Työtä tai työn vaikutuksia ja edellytyksiä tutkitaan mm. varsinaisessa työtieteessä ja ergonomiassa, työn psykologiassa, työn fysiologiassa, työhygieniassa, lääketieteessä, tekniikassa, teknologisissa tieteissä, oikeustieteessä, kansantaloustieteessä, sosiologiassa ja sosiaalipolitiikassa. Näin ollen kokonaisvaltainen työtieteellinen tarkastelu on poikkitieteellistä, ja varsinaisen työtieteen voidaan sanoa kattavan useiden perinteellisten tieteenhaarojen osia. Työtieteen on myös nähty saavan vaikutteita kaikista luonnon- ja kulttuuritieteen haaroista (vrt. Hilf 1957).

12. Työssä vallitsevat riippuvuussuhteet ja metsätyötieteessä omaksutut periaatteet

121. Aikatutkimuksen periaatteet

Työtieteen eri osien välillä tiedetään olevan riippuvuussuhteita siten, että esimerkiksi työn tuotokseen vaikuttavat yhtä aikaa työn fysiologiaan ja psykologiaan luettavat ilmiöt sekä työolosuhteet, tekninen osaaminen jne. (vrt. Hansson 1965, Burger 1969, Grope 1969, Harstela 1971).

Pohjoismaisessa metsätyötieteessä laajasti omaksutun ns. vertailevan aikatutkimuksen periaatteen mukaan oletetaan — jyrkästi tulkittuna —, että työnsuorittajasta riippumatta eri työmenetelmien ajanmenekin suhteet ovat yhtä suuret samoissa olosuhteissa ja eri olosuhteissa ajanmenekin suhteet ovat samanlaiset samaa työmenetelmää käytettäessä. (Almqvist 1945, Aro 1945, Mattson Mårn 1953)

Lievemmän tulkinnan mukaan edellä esitetty periaate pätee vain keskitasoisiin työntekijöihin sovellettuna (Makkonen 1954). Vertailevan aikatutkimuksen periaatteen tueksi esitetään aikatutkimustoiminnassa saatu kokemus. Onkin todettu, ettei periaate aina — esim. kahden työntekijän vertailussa — pidä paikkaansa (Kahala 1969, Harstela 1970). Lisäksi on ilmeistä, että ihmisen suorituskyky ei ole käytetystä työmenetelmästä tms. riippumatonta (esim. Steinlin 1955) ja työntekijöiden välillä on eroja eri työvaiheiden suoritusnopeudessa (esim. Steinlin 1955, Hansson 1965). Koska eri työmenetelmissä ovat työvaiheiden osuudet erilaisia, saadaan ilmeisesti myös eri työntekijöiden välille erilaisia suhteellisia ajan menekin eroja. Näiden suuruuden ja käytännöllisen merkityksen voi olettaa riippuvan siitä, kuinka paljon menetelmät eroavat toisistaan. Barnesin (1940) mukaan työn tuotokseen vaikuttavista yksilöllisistä tekijöistä erottuvat työntekijän taito, hänen yritteliäisyytensä ja tehollinen työvauhtinsa (vrt. Hansson 1965). Fornallaz (1950, 1952) esittää useissa teollisuustöissä lähinnä henkisiin ponnistuksiin riippuvuussuhteessa olevan työtaidon työnopeutta merkittävämmäksi työntuotoksen selittäjäksi.

Keskieurooppalaisessa metsätyötieteessä on teollisuuden työntutkimusten tapaan pyritty normaalisuorituksen määrittämiseen (Allgemeine ... 1959). Pohjoismaiset metsätyöntutkijat ovat voimakkaasti kritikoineet em. menettelyä, ja ns. joutuisuuden luotettavaa määrittämistä on metsäolosuhteissa pidetty mahdottomuutena (vrt. Makkonen 1954). Ainoastaan metsänviljely- ja taimitarhatyöhön on sovellettu normaaliaikatutkimusta (esim. Huusko 1971). Myös teollisuuden piirissä joutuisuuden objektiiviseen määrittämiseen suhtaudutaan kriittisesti (vrt. Pietola 1971).

Keskieurooppalaisessakin metsätyötieteellisessä krijallisuudessa on todettu ne vaikeudet, joita normaalisuorituksen mittaamiseen liittyy lähinnä työtaidon, työnopeuden, fyysisten tekijöiden ja ulkoisten hajontaa aiheuttavien tekijöiden monimutkaisten vaikutusten vuoksi (Hilf 1953, Steinlin 1955). Onkin todettava, ettei "normalisoinnin" periaate itsessään tarjonne mitään teoreettista lisäinformaatiota työssä vallitsevista riippuvuuksista vertailevaan aikatutkimuksen periaatteeseen verrattuna.

Pohjoismaisessa metsätyötieteessä on vertailevan aikatutkimuksen periaatteen rinnalla käytetty "keskimääräisen suoritustason" käsitettä, jolla tarkoitetaan usean ammattitaitoisen työntekijän tietyssä työssä ja tiettyjen olosuhteiden vallitessa saavuttamien työtulosten keskiarvoa (Vöry 1954, Mattsson Mårn 1953, Putkisto 1956). Keskimääräinen suoritustaso on pyritty määrittämään työaika- ja tuotostilastojen avulla tai menetelmätutkimusten yhteydessä tutkimalla useita työntekijöitä aikatutkimuksin. Tällöin tuloksiin on kehoitettu suhtautumaan varauksin (esim. Putkisto 1956).

Vöry (1954) on analysoinut joitakin metsätöiden raskaita, käsin suoritettavia työvaiheita. Tarkastelun kohteina olevissa töissä suhteelliset hajonnat olivat 30 ... 60 %. Näin ollen luotettavien työmenetelmäkohtaisten keskiarvojen saami-

nen edellyttää varsin suuria aineistoja, sillä suoritusaikojen ei todettu noudattavan mitään yksinkertaisia säännönmukaisuuksia. Fornallazin (1940) mukaan työajan hajonta on sitä suurempi mitä enemmän energiaa työ vaatii. Vöryn saama tulos on osittain päinvastainen. Hajonta on kasvanut sahauksessa käsisahalla katkaisuläpimitan kasvaessa, mutta ollut pienempää koivun kuin havupuiden sahauksessa. Pölkkyjen lastauksessa käsin hajonta on pienentynyt pölkyn koon kasvaessa, mutta purkamisessa suurentunut. Hajaantumiskuviot olivat saman suuntaisesti vinoja, mutta mitään yksinkertaisia lainalaisuuksia, esim. riippuvuutta kappaleen koosta, ei tunnusluvuista voitu havaita. Vinouden selitettiin johtuvan siitä, että työajan lyhenemisellä on luonnolliset rajansa, mutta pitenemisellä ei. Aritmeettista keskiarvoa Vöry pitää erilaisista keskiarvoista käyttökelpoisimpana, koska valta-arvo ja keskeisarvo johtavat systemaattiseen poikkeamaan aritmeettiseen keskiarvoon nähden.

Etenkin teollisuuden työntutkimuksissa puhutaan tutkimuksen suoritustavan mukaan liiketutkimuksista, työmenetelmätutkimuksista ja ajanmenekkitutkimuksista (vrt. Sällfors 1945, Kärkkäinen 1971). Metsätyöntutkimuksissa on menetelmätutkimuksella myös tarkoitettu tietyn työmenetelmän kehittämiseen tai menetelmän taloudellisuusvertailuun tähtäävää tutkimusta (esim. Putkisto 1956). Tällöin tutkimustekniikka voi olla periaatteessa mikä tahansa esim. aikatutkimus (Putkisto 1956, Harstela ym. 1970). Työmenetelmän kannattavuuslaskelmat voi perustaa joko vertailevan aikatutkimuksen periaatteelle, jolloin vertailumenetelmäksi valitaan esim. käytössä oleva vakiintunut työmenetelmä — jonka tutkittava menetelmä mahdollisesti korvaisi — tai keskimääräisen suoritustason periaatteelle.

Liiketutkimuksia ei ole paljon sovellettu metsätyöntutkimukseen, koska metsätyötä pidetään liian vaihtelevana ja vaihtelevissa olosuhteissa suoritettavana. Monet tutkijat pitävät epärealistisena olettamusta, että monimutkainen työ olisi pelkästään perusliikkeittensä summa (esim. Ghiselli ja Brown 1956). Viime aikoina on ns. systeemianalyysien yhteydessä käytetty myös MTM-tekniikkaa (esim. Berg ym. 1973). Työmenetelmätutkimuksiksi (Suurehkojen työsarjojen analysointia) voidaan laskea ns. systeemianalyysit, joilla pyritään ennustamaan hypoteettisten menetelmien tuotoksia ja kustannuksia (esim. Sundberg 1970, Berg ym. 1973). Työmenetelmiä ja työtapoja on vertailtu myös puhtaasti geometris-matemaattisin laskelmin (esim. Putkisto 1959) ja simulointimenettelyllä (esim. Kärkäinen 1973). Lisäksi on metsätyöntutkimuksissa käytetty työmenetelmien analysointia myös organisoinnin parantamiseen (esim. Pettersson 1966) sekä ryhmän ideointia työmenetelmien kehittämiseen (Harstela 1971 c).

122. Työfysiologisen ja psykologisen tutkimuksen periaatteet

Myös työfysiologiaa on tutkittu päämääränä suoritusasteen määrittäminen, ja onkin todettu fysiologisesti optimaalisen työtehokkuuden antavan tulokseksi pie-

nimmän aikahajonnan (Fonallez 1941). Ei ole kuitenkaan voitu osoittaa keinoja suoritusaste-erojen numeeriseen ratkaisuun työfysiologisin mittauksin. Fysiologinen kuormittavuus riippuu Gläserin (1952) mukaan paitsi työntekijän fyysisistä ominaisuuksista ja työtahdista myös työtä helpottavien keinojen tajuamisesta, työhön sopeutumisesta ja organisaatiokyvystä. Ensimmäinen metsätyön fysiologinen tarkastelu Suomessa lienee Kantolan ja Branvikin (1950) julkaisema hakkuun työtapojen analysointi.

Mälkiä (1974) jakaa metsätyön ergonomiaa ja metsätyöntekijöitä koskeneet tutkimukset seuraaviin ryhmiin: 1. Kuormitustutkimukset pyrkivät selvittämään metsätyön kuormitustekijöitä; nämä ovat yleensä yksilötason tutkimuksia. 2. Kuormittumistutkimukset koskevat työntekijäin kuormittumista työssään ja ovat yleensä väestötason tutkimuksia. 3. Kuormitettavuustutkimukset pyrkivät selvittämään ammattiryhmän fyysisiä ominaisuuksia. 4. Yhdistelmätutkimukset etsivät kuormituksen, kuormitettavuuden ja kuormittumisen välisiä yhteyksiä.

Metsätyötieteessä työfysiologista tutkimusta on pääasiassa sovellettu vertailevan aikatutkimuksen tapaan määrittämällä työmenetelmien välisiä suhteellisia kuormittavuusarvoja yhdellä tai harvalla työntekijöillä lähinnä kuormitustutkimuksina. Kuitenkin myös ominaisarvoja on tutkittu sitomalla syke- tai hapenkulutusarvoja työntekijän maksimaaliseen hapenkulutuskykyyn (Esim. Rönnholm ym. 1963, Kaminsky 1966, Johansson ym. 1969, Andersen ym. 1970, Harstela 1970, 1971 a, b, Levanto 1970, Levanto ym. 1971 a, Harstela ym. 1972). Maksimaalisen hapenottokyvyn käyttö indikaattorina perustuu siis ajatukseen, että veren hapenkuljettamiskyky on työntekoa eniten rajoittava tekijä. Raskaaseen ruumiilliseen työhön sovellettuna oletus lieneekin oikea. Muussa tapauksessa myös muut väsymyksen aiheuttajat mm. hermostolliset yhteydet olisi otettava huomioon. (Vrt. Asmussen 1972).

Työmenetelmä- tai olosuhdekohtaisten ominaisarvojen estimointiin on suositeltu käytettäväksi useita koehenkilöitä yksilöiden välisestä varianssista johtuen (Van Loon ym. 1971). Maksimaalisen hapenottokyvyn ja työssä havaitun hapenoton suhdetta on myös käytetty pyrittäessä määrittämään joko ylikuormittumista tai työn miellyttävyysrajaa (esim. Andersen ym. 1970, Levanto 1970). Vertailevan työntutkimuksen periaatteen relevanttiudesta ei ole esitetty tutkimustuloksia.

Työn kuormittavuuden analysointikeinoiksi ns. submaksimaalisessa työssä on suositeltu yleiskuvan luomiseen päivittäistä kuormittavuuskäyrää, samalla työntekijällä eri työmenetelmien tai -olosuhteiden vertailuun kumulatiivisia diagrammoja ja työvaiheiden vertailuun työvaiheittaisia keskiarvoja ja hajontalukuja (esim. Vik 1971). Viimeksi mainitun esittämistavan käyttöä vaikeuttavat käytännön työoloissa esiintyvät lyhyet työvaiheet, joiden aikana kuormittavuusindikaattorit eivät ehdi riittävästi reagoida. Työn kuormittavuuteen vaikuttavien tekijöiden tilastollisessa analysoinnissa on ollut vaikeuksia korrelaatioiden esille saamisessa. Työntekijäkohtainen analyysi on kuitenkin yleensä johtanut regressioanalyysi-tek-

niikalla tyydyttäviin tuloksiin (Vik 1971, Harstela ym. 1971). Tulkintavaikeuksia on kuormittavuustutkimuksissa todettu työssä esiintyvien anaerobisten energiankulutusjaksojen vuoksi (esim. Mälkiä 1971).

Mälkiä (1974) on todennut saman pituista työpäivää käytettäessä, että työntekijän iän lisääntyminen ja suorituskyvyn aleneminen ovat lisänneet kuormittumista puutavaran teossa. Myös työntekijän ikä ja työn tuotos ovat korreloineet negatiivisesti. Tulokset osoittivat niin ikään iän ja työtaidon välistä riippuvuutta, joten korkea kuormittuminen voi olla myös työtaidon ja suorituskyvyn yhteisvaikutusta. Lihasvoiman ja kuormittumisen välille ei Mälkiän tutkimuksessa saatu korrelaatiota. Hyvän suorituskyvyn omaavat työntekijät näyttivät usein lisäävän työpäivän pituutta huonomman suorituskyvyn omaaviin työntekijöihin verrattuna niin, että kontrolloimattomissa olosuhteissa suorityskyky saattoi korreloida positiivisesti kuormittumisen kanssa. Maitohapon määrä veressä jäi alhaiseksi, mikä tulkittiin johtuvaksi siitä, että eri työvaiheiden yhtäjaksoinen kesto oli yleensä alle puoli minuuttia. Mälkiä toteaa, ettei metsäergonomisissa tutkimuksissa ole yleensä huomioitu biologista varianssia, jolloin erilaisella koehenkilöjoukolla voidaan saada erilaisia tuloksia.

Muu ergonominen tutkimustoiminta on suurelta osin ollut koneiden ominaisuuksien mittaamista (esim. Kaminsky 1966, Aho 1970), työlääketieteellistä tutkimusta (esim. Gardell 1969, Lehtinen 1972), työn psyykkisen kokemisen mittaamista (esim. Hall 1973) tai koneiden hallintalaitteiden ergonomian ja oppimistapahtuman selvittelyä (esim. Mezals 1971, Lehtonen 1973).

Anderson ym. (1968) ovat todenneet teknis-mekaanisten kykyjen ennustavan tilastollisesti merkitsevästi metsätraktorin kuljettajien työn tuotosta. Työntekijän psyykkisten ominaisuuksien vaikutusta monitoimikonetyön tuotokseen ja oppimistapahtumaan ovat selvittäneet Hall ym. (1972). Saatujen heikkojen riippuvuuksien syynä pidettiin koehenkilöjoukon testitulosten pientä hajontaa ja tuotostulosten huonoa vertailtavuutta. Työpsykologiaa sivuaviksi voitaneen lukea myös eräät mielipidetutkimukset (Heikinheimo ym. 1971) sekä työntekijäin sosiaalista taustaa selvittelevät tutkimukset (esim. Følstad 1969).

Tapaturmien syitä tai estämistä käsittelevät tutkimukset ovat perustuneet pääasiassa joko tilastoaineistojen (esim. Pesonen 1974) tai tapaturmatilanteiden analysointiin (esim. Gustafsson 1974).

Etenkin ergonomisten tutkimusten yhteydessä on metsätyötieteelle pyritty hahmottamaan yleistä viitekehystä mm. kaaviotekniikkaa hyväksikäyttäen (esim. Köpf 1970), Hilf 1970, Harstela 1971 a, b, Heikinheimo ym. 1973). Tällöin on tarkasteltu tutkimustehtävän kannalta oleellisia tai mahdollisia riippuvuussuhteita puuttumatta tarkemmin riippuvuuksien luonteeseen.

13. Tutkimustehtävä ja lähtökohtahypoteesit

1. Useilla aloilla mm. organisaatioteorian kehittämisessä on kilpailevien koulukuntien näkemysten yhdistäminen, mm. systeemiteorian pohjalta, katsottu hedelmälliseksi (esim. Wiio 1970). Koska työtapahtumaan liittyy monien tekijöiden riippuvuussuhteita ja metsätyöntutkimuksen teoriaa on kehitetty lähinnä joillekin työn osa-alueille (esim. työajan menekin mittaamiseen), kokonaisuutta kuvaavan mallin tai viitekehyksen oletetaan osoittautuvan hyödylliseksi ajattelun apuvälineeksi.

Viitekehys-mallin laatimista perustellaan systeemiteoreettisesti sillä, että monimutkaisten, esim. biologisten, systeemien ominaisuudet poikkeavat usein huomattavasti systeemin osien ominaisuuksista (Ashby 1971): kokonaisuuden tulkinta voi erota systeemin osista saatujen tulosten tulkinnasta. Ensimmäisenä tutkimustehtävänä on laatia yleinen työtieteellinen viitekehys. Se laaditaan poikkitieteellisenä tarkasteluna tunnettujen teorioiden pohjalta erityisesti silmällä pitäen seuraavien tutkimustehtävien tarpeita.

2. Empiirisen aineiston avulla tutkitaan eräiden metsätyössä vaikuttavien inhimillisten, olosuhde- ja työmenetelmäkohtaisten muuttujien välisiä riippuvuussuhteita. Tarkastelun tarkoituksena on tutkia hypoteettisen työn systeemikuvauksen suhdetta empiiriseen todellisuuteen.

3. Lopullisena tavoitteena on testata työn systeemikuvauksen yhteydessä johdettavia työtieteellisiä hypoteesejä ja periaatteita empiirisessä aineistossa. Periaatteet pyritään ulottamaan työtieteen kokonaisuuden tasolle, siis yhtä aikaa työsaavutuksen, työn fysiologian ja psykologian alueille.

Erityisesti tutkitaan vertailevan aikatutkimuksen periaatteen toteutumista. Hypoteesina oletetaan, että suhteellisten aika-arvojen hajonta on eri henkilöiden kohdalla pienempi kuin työmenetelmä- tai olosuhdekohtaisten. Vertailevan aikatutkimuksen periaate toteutuisi sitä paremmin mitä lähempänä menetelmät tai olosuhteet ovat toisiaan so. mitä vaatimuksia ne työntekijälle asettavat. Lisäksi tutkitaan vertailevan aikatutkimuksen periaatteen soveltamista sykemittauksiin. Periaatteen nimenä käytetään vertailevan työntutkimuksen periaatetta.

Koehenkilön ominaisuuksien suhdetta työajan menekkiin ja työntekijän kuormittumiseen tutkitaan erityisesti pitäen silmällä mahdollisuuksia parantaa koehenkilöiden valintamenettelyn avulla työntutkimustulosten yleistettävyyttä. Koehenkilön erilaisten ominaisuuksien vaikutusta ei ole aikaisemmin metsästyötilanteessa tutkittu, ja näiden muuttujien vaikutusten tuntemisen oletetaan vaikuttavan hedelmällisesti sekä työntutkimuksen teorian kehittämiseen että tulosten soveltamiseen.

2. METSÄTYÖSSÄ VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

21. Tutkimusotteen valinta

Tutkimuksen tätä osaa varten omaksutaan kokonaisvaltainen tutkimusote, ja viitekehystä lähdetään rakentamaan systeemianalyyttiseltä pohjalta. Systeemimallin oletetaan osoittautuvan hedelmälliseksi siksi, että viitekehyksen kannalta kokonaisvaltaisuus lienee oikea lähestymistapa. Ergonomiaa on myös vaikea irrottaa ihmisten ja yhteisöjen tavoitteista ja arvoista. Esimerkiksi työviihtyvyys liittyy suoraan ihmisen asettamiin tavoitteisiin. Lisäksi, kun systeemiteoria nähdään eri tieteiden väliseksi analogiasillaksi, se palvelee erityisesti tätä tutkimusta sen poikkitieteellisen luonteen vuoksi.

Koska viitekehyksen tärkeimmäksi tehtäväksi nähdään tässä lähtökohtahypoteesien kehittäminen, sallitaan viitekehyksenkin hypoteettinen luonne. Sekä edellä mainitusta syystä että siksi, ettei ergonomian alalla ole pitkälle kehitettyä yleistä teoriaa, ei ole katsottu aiheelliseksi myöskään välttää abstrakteja ja teoreettisia rakennelmia. Sen sijaan tutkimuksen niissä osissa, joissa kehitellään erityisteorioita luovutaan suurelta osin systeemiteoreettisesta lähestymistavasta, koska teorian kehityksen tässä vaiheessa ei katsota olevan edellytyksiä ulottaa systeemiteoreettista metodia erityisteorioiden tasolle. (Vrt. Ahmavaara 1969, Hahtola 1973, Niitamo 1968).

22. Työsuoritusta kuvaava systeemimalli

Työsuorituksella tarkoitetaan tässä yhteydessä toimintaa, jossa ihminen henkisen ja fyysisen työsuorituksen avulla aikaan saa jonkin henkisen tai aineellisen hyödykkeen. Metsätyötä kuvaavia kaavioita ovat esittäneet: Hall ym. (1973) päätösprosessista työssä, Heikinheimo ym. (1973) työsuorituksen ja ansioiden välisistä suhteista, Harstela (1971) työtapahtumasta ja siihen vaikuttavista tekijöistä, Köpf (1970) tuotannon kulutuksen ja ergonomian suhteista, Hilf (1970) työsuorituksen, tekniikan ja talouden suhteista, Höfle (1973) työn, työn suunnittelun, työnjohdon ja tuotoksen suhteista. Näissä esitettyjä riippuvuussuhteita on käytetty lähtökohtana kuvassa 1. esitetyn työn systeemikuvauksen laadinnassa.

Malli on laadittu sen määritelmän pohjalta, jonka mukaan systeemi on alkioiden, niiden tilojen sekä alkioiden ja tilojen välisten riippuvuuksien muodostama järjestelmä. Alkiot voivat olla joko fysikaalisia tai abstrakteja (Hall ym. 1956, Niitamo 1968). Ihmisestä voisi periaatteessa muodostaa erittäin monimutkaisen systeemikuvauksen, mutta tässä pyritään selkeyden ja kokonaiskuvan luomisen helpottamiseksi hahmottelemaan verraten yksinkertainen, pääryhmiä alkioina käyttävä, kuvaus kuitenkin riittävän yksityiskohtainen osoittamaan ongelmien komplisoidun luonteen. Päämääränä on muodostaa sellaisia tekijäryhmiä, joiden tekijöitä voidaan työntutkijan keinoin mitata.

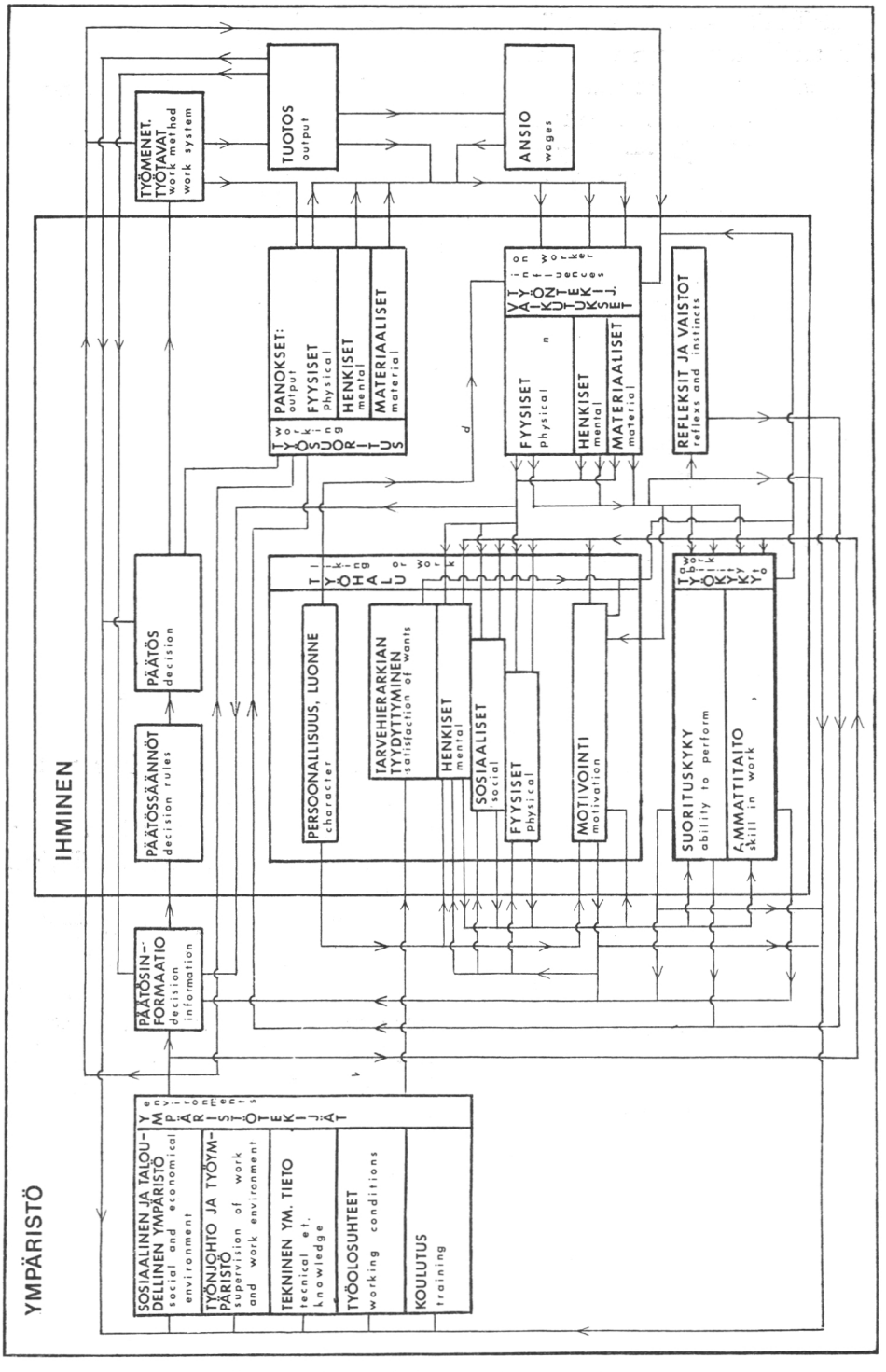
Riippuvuussuhteita kuvaava malli on esitetty kuvassa 1. Nuolet osoittavat vaikutusten otaksuttua suuntaa. Mallin viitekehysmäisestä luonteesta johtuen subjektiivisuutta ei ole voitu välttää. Seuraavassa perustellaan mallin riippuvuussuhteita aikaisempien tutkimusten ja loogisten päätelmien avulla. Osa riippuvuussuhteista jää rationaalisiksi yleistyksiksi (vrt. Ahmavaara 1969) niiden triviaalisuuden vuoksi.

Työkyky — työsuoritus — työn tuotos. Ihmisen työtehon ja sitä kautta syntyviin työn tuotoksiin vaikuttavat hänen suorituskykynsä eli kapasiteettinsa kuten fyysiset ja psyykkiset edellytykset sekä koulutus ja ammattitaito eli kyky käyttää kapasiteettiaan (Tiffin 1952, Hansson 1965, Oksala 1966). Työkyky sisältää myös luvussa 12 esitetyt ominaisuudet: työhön sopeutumisen, työtä helpottavien keinojen tajuamisen ja organisaatiokyvyn. Työn teosta syntyy aineellisia tai henkisiä hyödykkeitä eli tuotoksia. Työnteko taas on työntekijän fyysisten ja henkisten sekä aineellisten panosten uhraamista. Käsite työsuoritus sisältää myös työtieteessä keskeisellä sijalla olevan joutuisuuden [1]) (vrt. luku 12). Tuotos on tässä käsitetty työmääräksi, joka syntyy paitsi inhimillisen työpanoksen (taloustieteissä työpanos sisältää tavallisesti vain ihmistyöpanoksen) myös muiden tuotannon tekijöiden käytöstä (vrt. Mäkelä 1969).

Ympäristötekijät — työsuoritus. Motivointi — päätösmenettely — työsuoritus. Ihmisen suorituskyvyn lisäksi työnteon kiinteyteen vaikuttavat mahdollisuus ja halu työntekoon. Toisin sanoen ulkoiset tekijät kuten työolosuhteet, työnjohto, työympäristö jne. sekä työn motivointi (Ghiselli ym. 1955, Oksala 1966). Työn tuotoksen on mm. todettu olleen työntekijän motivaatioiden ja työolosuhteiden funktion (Mackworth 1947). Toisaalta motivaation on todettu olevan monimutkaisessa riippuvuussuhteessa työn tuotoksen ja muiden työhön vaikuttavien tekijöiden kanssa (vrt. Ghiselli 1955). Ympäristötekijöihin on sisällytetty myös työmenetelmät ja -tavat, jotka osittain ovat työntekijän valittavissa, mutta joihin myös vaikuttavat työympäristö, työnjohto, ammattikoulutus jne. Motivoinnin on katsottu vaikuttavan työsuoritukseen päätösmenettelyn välityksellä.

---

[1]) Joutuisuus on työtahtia kuvaava käsite.



Kuva 1. Työsuoritukseen vaikuttavat tekijät.
Figure 1. Factors that affect work performance.

Refleksit — vaistot — työsuoritus. Motivaation lisäksi tarkastellaan psyykkisellä tasolla toimintaan vaikuttavina tekijöinä refleksejä ja vaistoja, jotka eroavat tahdonalaisesta toiminnasta ja liittyvät fysiologisesti eri hermotoiminnan tasoihin kuin motivointi (vrt. Teitelbaum 1971).

Ympäristötekijät — työkyky. Ympäristötekijät — motivointi. Varsin lukuisat metsätyötieteelliset tutkimukset käsittelevät olosuhteiden tai työmenetelmien vaikutusta työn tuotokseen (vrt. Aro 1945, Kahala 1969). Tämän mallin mukaan olosuhteet, menetelmät ja muut ympäristötekijät vaikuttavat työntekijän kykyyn käyttää erilaisia panoksia tuotoksen aikaansaamiseksi. On mm. todettu saman tuotoksen aikaan saamisen erilaisissa olosuhteissa vaativan työntekijältä erilaisia fyysisiä ponnistuksia ja kuormittavan työntekijää erilailla. Toisaalta taas fyysinen kuormitus vähentää työkykyä, jos tietyt fysiologiset kynnysarvot saavutetaan (esim. Åstrand 1960, Burger 1969). Kun taas esim. ammattikoulutus lisää työkykyä työtaidon kehittymisen kautta.

Organisaatio- ja johtajuusteorioissa on laajasti käsitelty henkilösuhteiden, työnjohdon (sis. tässä myös organisaation) sekä työolosuhteiden vaikutusta työntekijän motivointiin. Viime aikoina näiden tekijöiden yhteisvaikutusta on lähestytty mm. systeemiteorian pohjalta. Yleensä näiden tekijöiden ja motivoinnin välille on saatu selvä riippuvuus (vrt. Koli 1960, Herzberg 1968, Wiio 1969). Myös yrityksen ulkopuolinen yhteiskunta ja sen arvostukset vaikuttavat työn motivointiin (vrt. Allardt 1964).

Päätösinformaatio — päätössäännöt — päätös — työsuoritus. Päätössääntöjen katsotaan muodostuvan aivojen valintajärjestelmän tuloksena pitkäaikaisesta ja lyhytaikaisesta muistista tulevasta informaatiosta (vrt. Broandbent 1962, Poulton 1969). Päätös on työsuorituksen tietoista ohjausta.

Ympäristötekijät, motivointi, työkyky, tarvehierarkian tyydyttäminen — vaikutukset työntekijään — päätösinformaatio. Ihminen saa aistiensa välityksellä informaatiota sekä ympäristöstä että itsestään.

Työsuoritus — vaikutukset työntekijään. Työ voidaan jakaa mm. fyysiseen, älylliseen, havainnointia vaativaan ja psykomotooriseen työhön (Tsaneva 1972). Fyysinen työ kuluttaa ennen kaikkea lihasenergiaa. Lisäksi työssä (ehkä korostetusti muussa kuin fyysisessä työssä) syntyy ns. henkistä rasitusta ja stressiä. Hermo- ja lihastoiminta, mutta myös henkinen rasitus ja neuroemotionaalinen stressi, ilmenevät ihmisessä mm. fysiologisten prosessien tuotteina, kunnon menetyksenä, psyykkisinä ja psykomotorisina vaikutuksina, suorituskyvyn alenemisena, psykosomaattisina vaikutuksina jne. Vaikutukset koetaan esim. väsymyksenä, kipuna, hermostuneisuutena ja depressiotiloina (vrt. Ganong 1971, Tsaneva 1972). Etenkin lihastyö tarvitsee energiaa ja energiantarve aiheuttaa kiihtynyttä toimintaa mm. verenkierrossa. Näitä verenkiertoon liittyviä vaikutuksia on yleisesti mitattu ergonomisissa tutkimuksissa. Myös neuroemotioonaliset rasitustilat on pyritty mittaamaan mm. hormoonien erittymistä, sykettä ja psykomotoorisia kykyjä mittaamalla (esim. Methods ... 1971).

Fysiologisissa reaktioketjuissa tapahtuu takaisinkytkentää siten, että jokin reaktioketjun tekijä vaikuttaa takaisin johonkin ketjun aikaisempaan tekijään (Nienstedt ym. 1972). Tässä mallissa takaisinkytkentä on kuvattu tapahtumaan vaikutusta ja työkykyä ilmentävien alkioiden kautta. Toisin sanoen fysiologinen vaikutus esim. maitohapon muodostuminen vereen vähentää elimistön työhönkäyttökykyä. Mallissa siis esitetään abstrakteja käsitteitä fyysisten käsitteiden rinnalla. Näin pyritään malliin luomaan käsitteistöä, joka katsotaan työtieteen teorian kehittämisessä tarpeelliseksi.

Tuotos — ansio. Ansio, tuotos — vaikutukset työntekijään. Urakkatöissä ansio on suoraan riippuvainen työn tuotoksesta. Myös muuta palkkaustapaa käytettäessä tuotos voi olla arvosteluperuste uralla etenemiseen ja siten vaikuttaa ansioon. Ansio taas käsitetään tässä työntekijään kohdistuvaksi materiaaliseksi vaikutukseksi.

Vaikutukset työntekijään — tarvehierarkian tyydyttyminen, motivointi. Työntekijään kohdistuvien välittömien (suoraan panoksesta) ja välillisten (tuotos, ansio) vaikutusten kautta työntekijä tyydyttää inhimillisiä tarpeitaan ja motivoituu (vrt. Ghiselli ym. 1955, Oksala 1966). Tarvehierarkiaa on kuvattu Maslowin (1954) esittämän teorian pohjalta. Mallin yksinkertaistamiseksi on fysiologiset ja turvallisuuden tarpeet yhdistetty fyysisiksi tarpeiksi, samoin liittymis- ja arvostuksen tarpeet sosiaalisiksi tarpeiksi ja maksimaalisen kehityksen ja tiedon tarpeet henkisiksi tarpeiksi.

Tarvehierarkian tyydyttyminen — motivointi, työkyky. Työviihtyvyysteorioiden mukaan tarpeiden tyydyttyminen motivoi työntekijää (Herzberg ym. 1956). Se vaikuttaa myös työntekijän työkykyyn. Esim. fysiolologisten tarpeiden tyydyttyessä ihminen ylläpitää työkykyään.

Ympäristö — tuotos, ansio, tarvehierarkian tyydyttyminen. Ympäristöstä esim. työnjohdon taholta määrättävät työedellytykset vaikuttavat suoraan tuotokseen. Ympäristö tavallisesti määrittää ansioperusteet. Myös osa yksilön työn yhteydessä kokemasta tarvehierarkian tyydyttymisestä tapahtuu suoraan ympäristön vaikutuksesta. Esim. sosiaalisen arvostuksen tarpeen tyydyttymiseen vaikuttaa se, kuinka ympäristö arvostaa ammattia ja työstä syntyviä hyödykkeitä (Ghiselli ym. 1969).

Tuotos — ympäristö. Syntynyt tuotos vaikuttaa ympäristöön. Esimerkiksi työnjohto valvoo laatua ja hyvä ammattimies saa työtovereilta arvostusta.

Päätös — työmenetelmä ja -tapa — työsuoritus. Työntekijän päätös esimerkiksi työtekniikan omaksumisesta vaikuttaa siihen, minkälaisia panoksia ja missä määrin hänen on käytettävä työn tuotoksen aikaansaamiseksi (esim. Harstela 1971 c).

Ympäristö — työmenetelmä ja -tapa — työn tuotos. Yleensä työmenetelmät määrää työnjohto, ja myös työtapoja koulutetaan työntekijöille. Voidaan myös ajatella, että työmenetelmän ja työtavan valitseminen jo asettaa tietyt rajat saavutettavissa olevalle työn tuotokselle.

Vaikutukset työntekijään — ympäristö. Vaikutukset työntekijään tulevat yleensä myös ympäristön tietoon esim. tapaturman, sairauden tai työntekijän ilmaiseman mielipiteen välityksellä.

Ympäristö — vaikutukset työntekijään. Ympäristö vaikuttaa myös suoraan työntekijään fyysisesti ja psyykkisesti. Esimerkiksi sääolosuhteet voivat kuormittaa työntekijää (Koivisto 1964). Ympäristön sosiaaliset vaikutukset voivat esiintyä paitsi tarpeiden tyydyttymiseen myös psyykkiseen kuormittumiseen vaikuttavina tekijöinä esim. sosiaalisten odotusten paineena (Allardt 1964).

23. Työn systeemikuvaus ja metsätyö

231. Puutavaran teko ihmistyövaltaisin menetelmin

Seuraavassa tarkastellaan lähinnä aikaisempien tutkimustulosten valossa metsätyön ja edellä hahmotellun systeemikuvauksen suhdetta.

Työajan menekkiä ja siihen vaikuttavia olosuhdetekijöitä hakkuutyössä on tutkittu varsin laajasti. Varhaisin aikatutkimus lienee 1800-luvulta, jolloin saksalaisten Micklitz-veljesten tiedetään tutkineen erilaisten sahojen käyttöä aikatutkimuksilla. Varhaisimmat aikatutkimukset pohjoismaissa ovat Lundgrenin 1926 julkaisemat hakkuutyöntutkimukset (vrt. Vöry 1954) ja Mattsson Mårnin (vrt. 1945) työsuoritusmittaukset. Ensimmäiset suomalaiset metsätyöntutkimukset ovat Lassilan (1930) ja Vuoriston (1933) suorittamia. Käsisahojen aikakaudelta on niiden lisäksi laajoja tutkimuksia suorittaneet myös mm. Makkonen (esim. 1947, 1950) ja Putkisto (1947).

Viimeisimmät laajat pohjoismaiset aikatutkimukset moottorisahatyöstä ovat Agerin (1967), Kahalan (1969) ja Samsetin ym. (1970). Sen lisäksi ovat ns. yksinkertaistetuista työmenetelmistä esittäneet tuloksia mm. Kahala (1966 a, b, 1967, 1968), Laitinen (1967), Silander (1967), Ahonen (1968), Kahala—Rantapuu (1968) ja Harstela (1970).

Työajan menekkiin on todettu sekä käsi- että moottorisahatyössä vaikuttavan puuston ominaisuuksien: koko, muoto, puulaji, oksaisuus. Oksaisuustekijöistä vaikuttavat latvuksen pituus, oksien lukumäärä, tiheys, paksuus ja kovuus. On viitteitä siitä, että kirveskarsintaan verrattuna moottorisahakarsinnassa ja erityisesti vajaakarsinnassa latvuksen pituuden merkitys kasvaa muihin oksaisuustekijöihin nähden (Tidenberg 1965, Harstela 1968). Lisäksi moottorisahatyössä vaikuttavat puuston tiheys, maaston laatu, käytetty työmenetelmä ja työtapa, lumiolosuhteet sekä työvälineet ja niiden kunto (ed. lisäksi Levanto 1965, 1968, Harstela 1971 c). Lumiolosuhteiden osalta ovat vaikuttaneet mm. lumen määrä ja sen upottavuus (Harstela 1970).

Puutavaran teossa moottorisahan käyttöön perustuvissa menetelmissä työntekijä käyttää verraten suuria fyysisiä, lähinnä lihasenergiaa kuluttavia, panoksia ja kokee työnsä tapaturma- ja ammattitautialttiiksi (vrt. Kaminsky 1966, Glomme ym. 1969, Harstela 1971, Heikinheimo ym. 1972). Kuormittavimmaksi työvaiheeksi on yleensä todettu kasaus (Kylin ym. 1968, Samset ym. 1969, Levanto 1970, Harstela 1971 c). Norjalaiset asettavat kuitenkin karsinnan rasittavuudessa kasauksen rinnalle (Samset ym. 1969). Siirtyminen ja kaato yli 50 cm lumihangessa on ollut kuormittavuudeltaan kasaukseen verrattavaa (Harstela ym. 1972). Tapaturma-alttiimpia työvaiheita taas ovat karsinta ja kaato (Pesonen 1974). Fyysiseen kuormittavuuteen vaikuttaviksi tekijöiksi on todettu mm. työmenetelmä, puuston koko, työtahti, lumiolosuhteet, käytetyt työvälineet ja työtapa sekä työntekijän ikä ja suorituskyky (Samset ym. 1969, Levanto 1970, Harstela 1970 b, 1971 c, Mälkiä 1974).

Turvallisuustarpeet voivat jäädä tyydyttämättä mm. työttömyyden uhan vuoksi, koska työvoima on vain osittain vakinaistettua (Heikinheimo ym. 1972, Harstela 1974). Työn psykomotoorista ja sensorista stressiä aiheuttavasta luonteesta ei ole juuri tutkimustuloksia käytettävissä. Ainoastaan havainnon tarkkuuden, nopeuden ja tilasuhteiden tajuamisen muutoksia on tutkittu moottorisahatyössä ja todettu havaitsemiskyvyn heikkenevän työpäivän lopulla (Kanécka 1972).

Edellä kuvatut panokset aiheuttavat työntekijälle ainakin väsymystä, työkyvyn heikkenemistä tai menetyksen. Nämä vaikutukset (esim. vanhenemisen tai muun syyn takia heikentynyt suorituskyky) voivat aiheuttaa sekä fysiologisten että turvallisuustarpeiden estymistä ja aikaisemman tyydyttymistason heikkenemistä. Työviihtyvyysteorioiden mukaan nämä vaikutukset voivat olla huomattavassa määrin työtyytymättömyyden aiheuttajia (Maslow 1954, Wolf 1970).

Haastattelututkimusten mukaan metsätyömiehet katsovat työoloissa olevan paljon korjaamisen varaa (esim. Heikinheimo ym. 1972), ja toisaalta palkkaus on koettu pieneksi (Heikinheimo ym. 1972, Harstela 1974). Kuitenkin urakkapalkkauksesta johtuen voidaan olettaa, ettei olosuhde- ja muilla työviihtyvyystekijöillä ole työn motivoinnin kautta työtuotokseen kovin suurta vaikutusta, koska ansio on suoraan riippuvainen työn tuotoksesta. Sosiaalisten ja henkisten tarpeiden tyydyttämiselle saattaa muodostua esteitä mm. syrjäisen asuinpaikan, tilapäismajoituksen tai pitkien työmatkojen sekä raskaasta työstä aiheutuvan väsymyksen vuoksi (vrt. Heikinheimo ym. 1972, Harstela 1974).

Työ on luonteeltaan verraten vapaata, vaihtelevaa ja ammattitaitoa vaativaa. Täten työssä kehittymismahdollisuudet ovat olemassa (vrt. Gardell 1972, Hall 1973). Tosin eräissä korjuuketjuissa hakkuumiehen työ on riippuvainen koneiden tahdista, mutta työn rytmitys on edelleen hakkuumiehen määrättävissä. Haastattelututkimuksissa työntekijät ovat yleisesti pitäneet työn vapaata luonnetta ammatin hyvänä puolena (Gardell 1971, Hall 1973, Harstela 1974).

Täten sellaisilla luonteenpiirteillä varustetut henkilöt, joille työn vapaa luonne on tärkeä, omaavat ilmeisesti parhaimmat edellytykset työssä viihtymiseen. Osallistuminen työolojen parantamiseen ja myös sosiaalisten tarpeiden tyydyttäminen voi nykyisin tapahtua eri osallistumisjärjestelmien avulla ja niitä kehittämällä. Ondruš (1972) onkin todennut tsekkoslovakialaisessa tutkimuksessaan tyytyväisyyteen vaikuttaneen eniten palkkauksen ja mahdollisuuden avoimesti esittää kritiikkiä työpaikalla sekä suhteiden lähimpään työnjohtoon.

Työkyvyn ja ammattitaidon on todettu hakkuussa vaikuttavan voimakkaasti työn tuotokseen (Hansson 1965). Samoin työolosuhteiden ja -menetelmien vaikutus on suuri (esim. Kahala 1969). Uhrattujen fyysisten panosten ja työn tuotoksen välillä on myös todettu selvä korrelaatio tutkittaessa työtahdin vaikutusta työn tuotokseen ja kuormittavuuteen (Levanto 1970).

232. Metsäkuljetus ja koneellinen puutavaran valmistus

Tässä yhteydessä käsitellään pääasiassa vain koneellista metsäkuljetusta, koska se nykyisessä puunkorjuun kehitysvaiheessa edustaa n. 80 %:a kuljetussuoritteesta ja sen osuus on ollut jatkuvasti kasvava (Mäkelä 1972). Hevoskuljetuksen tuotokseen vaikuttavista tekijöistä on analyysi mm. Makkosen (1956) tutkimuksessa.

Olosuhdetekijöiden, konetyypin ja työmenetelmän sekä tuotoksen ja kustannusten välisistä suhteista on julkaistu varsin paljon tutkimuksia. Varhaisimmat lienevät Pohjois-Amerikasta (esim. Cox 1935, Collet 1949, McColl 1950). Ensimmäisen varsinaisen tutkimuksen puutavarankuljetuksesta maataloustraktorilla on Suomessa julkaissut Putkisto (1956). Tuotoksen todettiin riippuvan tien laadusta, lumen määrästä, puulajista ja puutavaralajista, pölkkyjen tilavuuspainosta, kasausmuodostelmasta, maastosta, puuston tiheydestä ja palstatievälistä, sääolosuhteista, juontomatkasta, kalustosta, kuljettajan ammattitaidosta ja työryhmän koosta. Tämän jälkeen maataloustraktorijuontoa on tutkittu monenlaisin lisälaittein varustetuilla traktoreilla (esim. Haataja 1965, Haapamäki ym. 1969, Rysä 1970, Harstela ym. 1970). Vintturilla suoritettavan esijuonnon tuotoksen on todettu riippuvan kalustosta, työmenetelmästä, juontotaakkojen koosta, runkojen koosta, leimikon tiheydestä, maaston laadusta, vuodenajasta ja sääolosuhteista, juontomatkasta ja jäävästä puutosta. Vintturijuontoa ja muita alkukuljetustapoja on tutkinut mm. Kahala (1973).

Varsinaisia metsätraktoreita koskevia tutkimuksia on julkaistu pohjoismaiden lisäksi mm. Saksassa, Sveitsissä, Englannissa, Neuvostoliitossa ja Pohjois-Amerikassa. Yhteenveto niistä on esitetty mm. Haarlaan (1973) julkaisussa. Viimeisimmät tutkimukset laahusjuonnon tuotoksista Pohjois-Amerikassa ovat mm. Bartholomewin ym. (1965), Lucasin (1965) ja Silvesidesin

(1966), Norjassa Arvensenin (1970) ja Suomessa Kahalan ym. (1968). Tuotoksien on todettu riippuvan kalustosta, työmenetelmästä, työn organisoinnista, maaston laadusta, vuodenajasta ja sääolosuhteista, hakkuujärjestyksestä, leimikon koosta, juontomatkasta, puuston ominaisuuksista ja tiheydestä sekä varaston laadusta.

Kuormatraktorikuljetuksen tuotokseen vaikuttavista tekijöistä on tutkimustuloksia viimeksi esittäneet Ruotsissa Eld (1970) ja Suomessa Kahala ym. (1970) ja Kahala (1972). Kuormatraktorikuljetuksen tuotokseen on yleensä todettu vaikuttavan samat tekijät kuin laahusjuonnossakin. Kuitenkaan varaston laadulla ei ole yhtä suurta merkitystä, eikä puuston koko sinänsä vaikuta kuitupuun kuormajuontotuotokseen.

Maastotekijöiden vaikutusta ajonopeuteen ja tuotokseen on viimeksi analysoinut Haarlaa (1973). Hänen mukaansa pintamaastotekijät selittivät vain pienen osan kuljetustuotoksesta. Myös Asserståhl (1973) on aikatutkimuksilla todennut, että selitysaste yhden traktorityypin sisällä maastoluokan ja ajonopeuden välillä on kohtalaisen korkea, mutta useat traktorityypit ja kuljettajat lisäävät huomattavasti jäännöshajontaa. Toisaalta on todettu, että ns. makromaaston laatu vaikuttaa verraten paljon kuorman kokoon ja ajonopeuteen, esim. jyrkissä vastamäissä (Aho ym. 1971), ja että pintamaasto vaikuttaa traktorin ja kuljettajan heiluntaan varsin selvästi (Aho ym. 1972, Hansson ym. 1974). Heiluntaa taas voi Ahon ym. (1972) mukaan vaimentaa ajonopeutta pienentämällä. Koska heilunta-arvot liikkuvat esim. ISO:n normien mukaisten vaararajojen tuntumassa, on esitetty, että työterveydellisistä syistä heilunnan tulisi olla ajonopeutta rajoittava kriteeri.

Puutavaran koneellisen valmistuksen voidaan katsoa alkaneen kuorinnan koneellistamisella. Yhteenvetotutkimuksen tästä on Suomessa julkaissut mm. Salminen (1964). Ns. käsittelyasemien ja monitoimikoneiden sekä kaato- ja karsintakoneiden käyttöönotto on ajoittunut 60-luvun loppupuolelle (vrt. Malmberg 1968, Stenström ym. 1969). Viimeisimpiä kokoavia tutkimuksia monitoimikoneiden tuotoksiin ja taloudellisuuteen vaikuttavista tekijöistä ovat julkaisseet mm. Stenström (1966, 1970), Pölkki ym. (1970), Sundberg (1970), Jukkola ym. (1973, 1974). Monitoimikoneketjujen tuotokseen on todettu yleensä vaikuttavan samojen tekijöiden kuin metsäkuljetukseenkin.

Metsäkuljetuksessa ja monitoimikonetyössä kuljettajan lihasenergian kulutus on hakkuutyöhön verrattuna selvästi pienempää. Poikkeuksena ovat vintturijuonnossa apumiehen työ sekä käsin suoritettava lastaus ja purkaminen (Samset ym. 1969). Sen sijaan henkinen väsymys sekä heilunnan ja tärinän aiheuttamat psyykkiset ja fysiologiset häiriöt saattavat muodostua verraten suuriksi (vrt. Aho ym. 1971, Hansson ym. 1974). Tosin psyykkisestä kuormittumisesta ja heilunnan ja tärinän psyykkisistä ja fysiologisista vaikutuksista nimenomaan metsäkuljetuksissa ei ole tutkimustuloksia. Ammattitautivaara näyttää mahdolliselta myös uusilla metsätraktoreilla ja monitoimikoneilla työskenneltäessä ainakin koneen heilunnan

vaikutuksesta. Lisäksi eräillä traktorityypeillä melu ja tärinä ylittävät riskirajan (Vehviläinen 1972, Kättö ym. 1973, Turtiainen 1973). Traktorin heilunnan on todettu olevan riippuvuussuhteessa ajonopeuteen, pintamaastoon ja traktorin rakenteeseen. Edellä kuvatut tekijät voivat aiheuttaa häiriöitä fysiologisten ja turvallisuustarpeiden tyydyttämisessä ja siten aiheuttaa työtyytymättömyyttä.

Olosuhdetekijöiden sekä sosiaalisten ja henkisten tarpeiden tyydyttämisen osalta konetyö on suurelta osin rinnastettavissa ihmistyövaltaiseen puutavaran tekoon. Esim. pitkiä työmatkoja ja tilapäismajoitusta on pidetty haastattelututkimuksissa työn haittapuolina (Vehviläinen 1972). Työntekijä ei kuitenkaan ole tavallisesti suoranaisesti sääolosuhteiden vaikutuksen alaisena samassa määrin kuin hakkuussa. Konetyön mukanaan tuomaan vuorotyöhön liittyy Bradleyn ym. (1974) tutkimuksen mukaan sosiaalipsykologisia ja fysiologisia ongelmia myös 2-vuorotyössä. Erikoisesti aamuvuoron alussa fysiologiset prosessit eivät vielä ole sopeutuneet työntekoon. Sosiaalisista ongelmista suurimmat olivat unen tarpeen tyydytyksen estyminen perheen parissa sekä sosiaalisten kontaktien häiriintyminen.

Myös metsäkonetyötä on pidettävä yleisesti ottaen verraten vapaana, vaihtelevana ja ammattitaitoa vaativana. Koneenkuljettajat osoittivat Gardellin (1971) tutkimuksen mukaan suurempaa työmotivaatiota ja pienempää henkistä stressiä kuin hakkuumiehet. Yleensä metsätyöntekijät osoittivat parempaa psyykkistä motivaatiota työhönsä ja omasivat paremman itsensä toteuttamisen tason kuin teollisuustyöntekijät, mutta eivät eronneet itsekunnioituksen, yleisen tyytyväisyyden eivätkä neuroottisen tendenssin suhteen teollisuustyöntekijöistä. Sen sijaan jännittyneisyyttä esiintyi metsätyöntekijöillä enemmän kuin teollisuustyöntekijöillä.

Karsima- ja kuorimakonieden kuljettajat ilmoittivat Gardellin (1971) tutkimuksessa työnsä kontrolointimahdollisuuden ja riippumattomuuden muita metsätyöntekijöitä pienemmäksi. Jonkin verran ristiriitainen edellä esitetyn kanssa on Hallin (1973) saama tulos, jonka mukaan prosessorin kuljettajat ja käsittelyasemien kuormaajat suhtautuivat positiivisimmin työhönsä ja kuormatraktorin kuljettajat negatiivisimmin. Koska konetyön vaihtelevuutta lisääväksi tekijäksi tällöin katsottiin mm. maastoajo, on pääteltävissä että prosessorit eivät toimineet välivarastokoneina, vaan toimivat palstalla, jolloin työ muodostuu vaihtelevaksi. Kaiken kaikkiaan konemiehet kuitenkin katsoivat voivansa vaikuttaa työtilanteisiinsa enemmän kuin hakkuumiehet. Samoin he katsoivat palvelussuhteensa varmemmaksi ja työnsä psyykkisesti raskaammaksi, mutta fyysisesti kevyemmäksi. Kuljettajien työssä esiintyi myös päinvastaisia mielipiteitä ja negatiivisia asenteita, jotka voidaan tulkita persoonallisten tekijöiden aiheuttamaksi hajonnaksi. Kaiken kaikkiaan työn vaihtelevuus, osittain myös vapaa ryhmätyö, kehittymismahdollisuus työssä ja työn vapaa luonne tuotiin esille selvästi positiivisia asenteita lisäävinä tekijöinä. Kuitenkin metsätyön koneellistamisen katsottiin yleisesti ottaen

vähentäneen työntekijän riippumattomuutta, mikä koettiin negatiivisena. Toisaalta työolojen järjestäytyneisyys koettiin positiivisena kehityksenä.

Kuljettajan ammattitaito vaikuttaa voimakkaasti työn tuotokseen (Hall ym. 1973, Lehtonen 1975). Lisäksi voidaan olettaa työmotivaation vaikuttavan selvästi tuotokseen siitä huolimatta, että palkkaus on yleensä urakkapohjaista, koska mm. koneen käsittely vaikuttanee huomattavasti koneen kestävyyteen ja siten korjausaikoihin.

233. Muu metsätyö

Muut kuin edellä kuvatut työmuodot muodostavat suuren ja epähomogeenisen joukon, josta metsänviljelyä lukuunottamatta ei ole juuri ergonomisia tai työviihtyvyyteen liittyviä tutkimuksia käytettävissä. Samoin työn tuottavuuttakin koskevia tutkimuksia on niukasti.

Työn tuottavuuteen vaikuttavia olosuhdetekijöitä ovat taimien käsityökalu- ja koneistutuksessa tutkineet sekä amerikkalaiset, neuvostoliittolaiset että pohjoismaalaiset tutkijat. Viimeisimmistä laajoista tutkimuksista mainittakoon Bärringin (1967), Asplundin (1968), Appelrothin (1970), Appelrothin ym. (1970) ja Bäckströmin (1970) suorittamat. Työn tuotokseen on todettu vaikuttavan maan laadun, maaston, hakkuutähteiden, maan muokkausasteen, työkalujen ja -menetelmien, taimimateriaalin, työn organisoinnin ja istutusrivien pituuden.

Maaperän koneellisen käsittelyn tuotostutkimuksia on konelaikutuksesta tehnyt mm. Haarlaa (1973) ja lautasäestyksestä Tynkkynen (1974). Muista nykyisin käytettävistä maan muokkauslaitteista on tehty vain konetestauksia. Maastotekijöistä konelaikutuksen tuotokseen Haarlaan tutkimuksessa vaikuttivat merkitsevästi maalaji, maan kosteus, syvyysindeksi, pintakivisyys ja kaltevuus. Tuotokseen luonnollisesti vaikutti myös työmaan koko ja sijainti siirtymismatkojen vuoksi.

Tynkkysen mukaan lautasäestyksen tuotokseen vaikuttivat maaston mäkisyys ja kivisyys, maastokuvioiden muoto ja koko, käsiteltävän alueen koko ja äestyskalusto. Työjälkeen vaikuttivat hakkuutähteiden määrä ja ajonopeus.

Taimitarhatyön tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä on tutkittu eri puolilla maapalloa (vrt. Neugebauer 1971). Suomessa ovat tutkimuksia julkaisseet mm. Asplund ja Huusko (1971). Työn tuottavuuteen on todettu vaikuttaneen työmenetelmän, -välineiden, taimimateriaalin ja työryhmän kokoonpanon.

Putkisto (1956) on tutkinut maataloustraktoriajoa varten raivattavan palstatien teon työajanmenekkiä todeten tuotokseen vaikuttaviksi tekijöiksi tienpohjan laadun, juurimetsän ja lumiolosuhteet. Haarlaa (1974) on puolestaan tutkinut metsätien rakentamisen tuotokseen vaikuttavia tekijöitä. Puskumenetelmällä

rakennettaessa vaikuttivat merkitsevästi tehotyöaikaan maan sisäisten kivien määrä, maan kosteus ja kantoisuus. Kaivurityössä vaikuttivat edellisten lisäksi myös pituuskaltevuus ja pintakivisyys.

Työn vaatimia fyysisiä panoksia on tutkittu vain lähinnä metsänviljelytyössä (Callin ym. 1959, Appelroth ym. 1970, Hakkila 197 , Pettersson ym. 1972). Istutus ja taimikon raivaus on yleensä todettu sykkeen perusteella keskiraskaaksi työksi. Hakkilan tutkimuksessa työntekijät kokivat työnsä miellyttävimmäksi alueella, josta hakkuutähteet oli poistettu huolimatta siitä, että tällöin lisääntyneen työn tuotoksen mukana myös sykkeellä mitattu kuormitus nousi. Selitys ilmiöön saattaa olla se, että työ muuttui psyykkisesti miellyttävämmäksi, mutta fyysinenkään kuormitus ei noussut epämiellyttävän suureksi.

24. Metsätyö kyberneettisenä järjestelmänä

241. Avoin kyberneettinen järjestelmä

Luvussa 23. (s. 19) työ on kuvattu avoimena systeeminä, jossa systeemin muodostavat työtä tekevä ihminen sekä työn tuotokset ja systeemin työprosessiin vaikuttavat tekijät. Systeemi sisältää sekä fysikaalisia (esim. työpanokset, tuotokset, vaikutukset työntekijään) että abstrakteja alkioita (esim. tarvehierarkia, työkyky). Alkiot ovat "black-box"-tyyppisiä ja sisäiseltä rakenteeltaan erittäin monimutkaisia. Kokonaisuutena systeemi on luonteeltaan dynaaminen, laaja ja monimutkainen, joten sitä on tutkittava probabilistisena systeeminä. Systeemissä on takaisinkytkentöjä ja siihen liittyy itsesäätelyä.

Wienerin määritelmän mukaan kybernetiikka on vuorovaikutuksen ja ohjauksen tiedettä (vrt. Ashby 1969). Myös kun kybernetiikka määritellään komplisoitujen probabilististen systeemien, jotka käyttävät takaisinkytkentää, teoriaksi, vastaa luvun 23. malli kybernettistä systeemiä (vrt. Ahmavaara 1969). Alkioiden välinen vuorovaikutus voidaan käsittää informaatioksi kaikissa tapauksissa. Koska tässä muodostetaan vasta viitekehystä, alkioiden väliset vuorovaikutukset on kuvattu vain yhdellä kanavalla niiden monimutkaisuudesta huolimatta, ja informaatiota tarkastellaan vain tilan tai tapahtuman symbolisena ilmaisuna eli kuinka informaatiota käytetään ja mitä seurauksia on informaation vastaanotosta (vrt. Jahnukainen 1970, Palo 1971). Samasta syystä myös alkioita tarkastellaan "black-box"-tyyppisinä, mutta ne ovat itsessään mutkikkaita systeemejä.

Takaisinkytkentää on työntekijä-systeemin sisällä kuvattu vaikutusketjulla: työkyky, motivaatio, refleksit ja vaistot — (päätösmenettely) — työsuoritus — vaikutukset työntekijään — työkyky, motivaatio, refleksit ja vaistot. Mallissa työkyky on abstrakti käsite, jonka fysikaalisen vastineen muodostavat työntekijän ominaisuudet ja työn ja ympäristön vaikutukset työntekijään. Lisäksi takaisinkytkentää on kuvattu systeemin ja sen ympäristön välille.

Tietoista itsesäätelyä mallissa tapahtuu päätösprosessissa päätössääntöjen mukaisesti. Esimerkiksi työntekijä muuttaa työmenetelmää, työtapaa, työtahtia, tehostaa valppauttaan, ryhtyy työtaisteluun, käyttää erilaisia vaikutuskanavia tai vaihtaa ammattia. Inhimillisestä tiedostusprosessista riippumatonta, mutta silti tiedostusprosessiin mahdollisesti vaikuttavaa itsesäätelyä tapahtuu mm. refleksin ja vaistotoimintojen yhteydessä. Fyysisten ja henkisten panosten uhraaminen aiheuttaa muutoksia työkyvyssä esim. väsymyksen muodossa, joka takaisinkytkentänä vaikuttaa tiedostusprosessista riippumatta panoksiin. Samoin tarvehierarkian tyydyttyminen ja sen vaikutus motivointiin, työkykyyn ja ammattitaitoon voi olla ainakin osittain tiedostamatonta. Takaisinkytkentä ympäristöön aiheuttaa ympäristössä itsesäätelyä esim. sosiaalisten, taloudellisten, psykologisten ja yhteiskunnallisten lainalaisuuksien mukaisesti. Toisaalta taas ympäristöstä tulevat vaikutukset vaikuttavat systeemin sisäiseen itsesäätelyyn.

242. *Kynnysarvojen vaikutus muuttujien välisiin suhteisiin*

Systeemin muuttujien välillä voi vallita riippuvuuksia, jotka ovat voimassa vain tiettyjen kynnysarvojen ylä- tai alapuolella (Ashby 1971). Joidenkin muuttujien vaikutus toisiin voi taas olla niin vähäinen, että ne teorian muodostuksessa — kun teorian yhtenä tunnuksena käytetään yksinkertaisuutta (vrt. af Heurlin 1971) — voidaan sivuuttaa.

Testattaessa työtieteellisiä hypoteeseja tai teoriaa empiirisesti samoin kuin muodostettaessa hypoteeseja tai teoriaa empiirisen aineiston perusteella on kynnysarvot otettava huomioon seuraavasti. Koska kaikkia nykyisiä tai potentiaalisia työmenetelmiä ei voida tutkia kaikissa relevanteissa olosuhdekombinaatioissa, puhumattakaan siitä, että tutkittava koehenkilöjoukko olisi edustava näyte jostain laajasta populaatiosta, ei voida myöskään empiirisesti todeta kuin osa — mahdollisesti pieni osa — relevanteista tai potentiaalisesti relevanteista riippuvuussuhteista. Sama koskee kynnysarvojen toteamista. Tämän vuoksi empiirisen aineiston perusteella tehtäessä johtopäätöksiä on otettava huomioon:

— Jos jokin riippuvuussuhde osoittautuu merkittäväksi, on se ainakin aineiston edustamassa perusjoukossa ja mahdollisesti muissakin perusjoukoissa relevantti.

— Sen sijaan, jos ei havaita merkittävää riippuvuutta kahden muuttujan välillä, voi niiden välillä kuitenkin olla merkittävä riippuvuus jossain toisessa perusjoukossa tai joidenkin aineistosta puuttuvien kynnysarvojen jälkeen. Riippuvuussuhteiden merkittävyyden kriteerinä voi olla esim. tilastollinen merkitsevyys (vrt. Ashby 1971).

243. Muuttujien välisten riippuvuussuhteiden suunta

Systeemin toiminnan ymmärtämistä ja selittämistä varten on hyödyllistä tuntea syy- ja seuraussuhteet. Toisin sanoen mitkä alkion riippuvuussuhteista ovat input- ja mitkä outputtyyppisiä (Ahmavaara 1969). Riippuvuuksien suunnan tunteminen on välttämätöntä myös takaisinkytkentöjen selventämiseksi.

Teorian kehittämistä tukee myös mahdollisimman suuri vapautuminen "black-box"-tyyppisistä alkoista niiden sisäisen rakenteen selvittämisen avulla. Näistä syistä empiirisen analyysin tehtäväksi jää mahdollisuuksien mukaan:

— riippuvuussuhteiden suunnan määrittäminen
— alkioiden sisäisten lainalaisuuksien tutkiminen
— alkioiden sisäisten mekanismien selittäminen.

244. Systeemin isomorfia ja vertailevan työntutkimuksen periaate

Kaksi kyberneettistä systeemiä ovat isomorfisia mm. silloin, kun ne tuottavat samanlaisiin inputteihin samanlaiset outputit (vrt. Ashby 1971).

Luvussa 22. (s. 13) kuvatulla systeemimallilla on haluttu osoittaa työtä kuvaavan mallin monimutkaisuutta ja laajuutta, koska jokainen sen alkio on itsessään hyvin monimutkainen systeemi. Verrattaessa kahta eri työntekijöiden muodostamaa systeemiä, joihin inputina syötetään sama työmenetelmä samoissa olosuhteissa, todetaan usein outputina tulevan tuotoksen ja työntekijän kuormittumisen poikkeavan merkittävästi toisistaan. Systeemejä ei siis yleensä voida pitää tässä suhteessa isomorfisina. Systeemien rakenteen, lähinnä työntekijän fyysisen suorituskyvyn, psyykkisten edellytysten sekä työtahdin, on selitetty aiheuttavan isomorfian puuttumisen (esim. Fornallaz 1950, 1952).

Jos näihin kahteen systeemiin syötetään molempiin samat kaksi työmenetelmää syntyy molemmista systeemeistä suhteellinen työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen menetelmien välille. Vertailevan työntutkimuksen periaatteen mukaan erot näiden suhteellisten arvojen välillä ovat pienemmät — käytännön kannalta jopa merkityksettömän pienet — kuin saman työmenetelmän arvojen välillä. Toisin sanoen suhteellisten arvojen osalta systeemit olisivat lähes isomorfisia.

Työn tuotokseen ja työntekijän kuormittumiseen vaikuttavat toisistaan poikkeavat tekijäryhmät: fyysinen suorituskyky, psyykkiset edellytykset sekä kyky ja halu käyttää edellytyksiään. Voidaan olettaa, että eri työmenetelmät ja erilaiset olosuhteet vaativat erilailla em. tekijöiden käyttöä ts. eri tekijät saavat erilaisen painon. Niinpä voidaan olettaa, että suhteellisten arvojen isomorfian ihanteen toteutumiseen vaikuttavat:

— kuinka paljon verrattavat menetelmät tai olosuhteet asettavat samoja fyysisiä ja psyykkisiä edellytyksiä työntekijälle, ja mitkä ovat työntekijän asenteet;
— kuinka hyvin työntekijä on koulutettu ja kuinka hän on harjaantunut työmenetelmien käyttöön tai olosuhteiden huomioon ottoon.

Kun yhden työntekijän suhteellisten arvojen perusteella ennustetaan toisen työntekijän suhteellisia arvoja, edellisen mukaan ennustamismahdollisuuksia parantaisi työntekijöiden työkykyä ja asenteita kuvaavien ominaisuuksien tunteminen ts. systeemien työkyky ja motivointialkioiden rakenteen selittäminen.

Edellä esitetyn nojalla, ja koska käytännön metsäntutkimuksessa vertailevan työntutkimuksen periaate on nähty hyödylliseksi, oletetaan seuraavaa:

— työntekijän työkyvyn, työtahdin ja asenteiden selvittäminen ja käyttäminen selittävänä muuttujana edistää suhteellisten arvojen vertailtavuutta;

— sama pätee myös kahden tai useamman työntekijän arvojen vertailtavuuteen saman työmenetelmän tai samojen työolosuhteiden osalta.

245. Homomorfian ihanne

Koneeksi kuvatun dynaamisen systeemin ja sen yksinkertaistuksen välinen suhde käsitetään homomorfiseksi silloin, kun yksinkertaistetussa systeemissä säilyy deterministinen luonne (A s h b y 1971). Metsätyötä kuvaavan systeemin yksinkertaistuksen voi katsoa toteuttavan homomorfisena silloin kun siihen määrättyä kanavaa pitkin syötetty input aiheuttaa outputin aina samoja kanavia pitkin samoihin kolmansiin alkioihin.

Koska tässä kuvattu metsätyösysteemi on erittäin karkea yksinkertaistus erittäin monimutkaisesta elävän luonnon systeemistä, on sen riippuvuussuhteita tarkasteltava tilastollisina suureina. Voidaankin ajatella, että eri komponentit on homomorfian ihannetta ajatellen mahdollisimman tehokkaasti ryhmitelty systeemin alkioiksi silloin, kun alkion komponentit korreloivat mahdollisimman vähien toisten alkioiden kanssa ja jonkun alkion jokainen komponentti korreloi mahdollisimman samojen komponenttijoukkojen (alkioiden) komponenttien kanssa. Tällöin malli on mahdollisimman yksinkertainen ja deterministinen. Toisin sanoen sen reaktiot on mahdollisimman helppo ennustaa kun tiedetään sen joidenkin alkioiden tilat.

246. Koodatun sanoman tulkinta

Työntutkimustilanteessa mitataan usein välillisesti jotain systeemissä tapahtuvaa ilmiötä. Esimerkiksi energian kulutusta mitataan sykkeen avulla. Jos systeemin alkioiden vuorovaikutus käsitetään informaation siirroksi, on välillisen mittauksen tulos koodattu sanoma. Sanoman tulkinta on eksakti vain jos jokaista alkuperäisen sanoman alkiota vastaa oma ja muista poikkeava koodiparametri (A s h b y 1971). Kun hyvin mutkikkaasta systeemistä saadaan välillistä informaatiota, ei tilanne useinkaan ole tällainen. Esim. kun todetaan lihasjännitys ei tiedetä onko sen aiheuttanut aivoista tuleva tiedostettu käsky vai refleksi. Näin ollen työtieteen teoriaa empiirisesti muodostettaessa, joudutaan usein käyttämään "joko-tai tai sekä-että" -tyyppisiä selityksiä.

25. Systeemikuvauksesta johdetut hypoteesit ja teorian muodostus

251. Metsätyöntutkimuksen periaatteet

Kun siirretään luvussa 12. (s. 7) esitetyt työntutkimuksen periaatteisiin liittyvät tekijät luvun 22. (s. 13) systeemikaavioon, päädytään kuvan 2 esittämään systeemimalliin. Mallissa ei ole toistettu kaikkia kuvassa 1 esitettyjä riippuvuussuhteita, vaan kuvattu lähinnä vain työntutkimuksen periaatteisiin liittyvien tekijöiden ja alkuperäisen mallin alkioiden välisiä riippuvuuksia. Uudet alkiot ovat seuraavat:

— Joutuisuus. Mikä on fyysisten ja henkisten panosten uhraamista. Siihen vaikuttavat suoraan työpäätökset, refleksit ja vaistot sekä työntekijän työkyky (mm. organisaatiokyky, sopeutumiskyky, työn tajuaminen, voima ja hapenottokyky), työmenetelmä ja -tapa sekä ympäristön suomat mahdollisuudet. Välillisesti vaikuttavat mm. työn motivointi ja työntekijään kohdistuvat vaikutukset (takaisinkytkentä), sekä työntekijän persoonallisuus (mm. yritteliäisyys).

— Joutuisuuden suhde fysiologisesti edullisimpaan työvauhtiin. Tämän on todettu mm. vaikuttavan työajan menekin hajontaan. Suhteelliseen joutuisuuteen katsotaan vaikuttavan samojen tekijöiden kuin joutuisuuteenkin.

— Fyysinen kuormittuminen.[1]) Siihen vaikuttavat suoraan fyysiset panokset, olosuhteet sekä työntekijän työkyky (mm. hapenottokyky).

— Fyysisen kuormittumisen suhde maksimaaliseen suorituskykyyn ilmaisee lähinnä kuormittumisastetta. Vaikuttavat tekijät ovat samat kuin edellä.

— Työpäivän kokonaiskuormittuminen, mikä ilmaisee esim. kulutettua energiamäärää. Vaikuttavat tekijät ovat samat kuin edellä.

— Psyykkinen kuormittuminen, mihin vaikuttavat suoraan uhratut henkiset panokset, työntekijän persoonallisuus ja työn motivointi, ympäristötekijät, työkyky sekä välillisesti tarpeiden tyydyttyminen.

— Työntutkimustulokset:

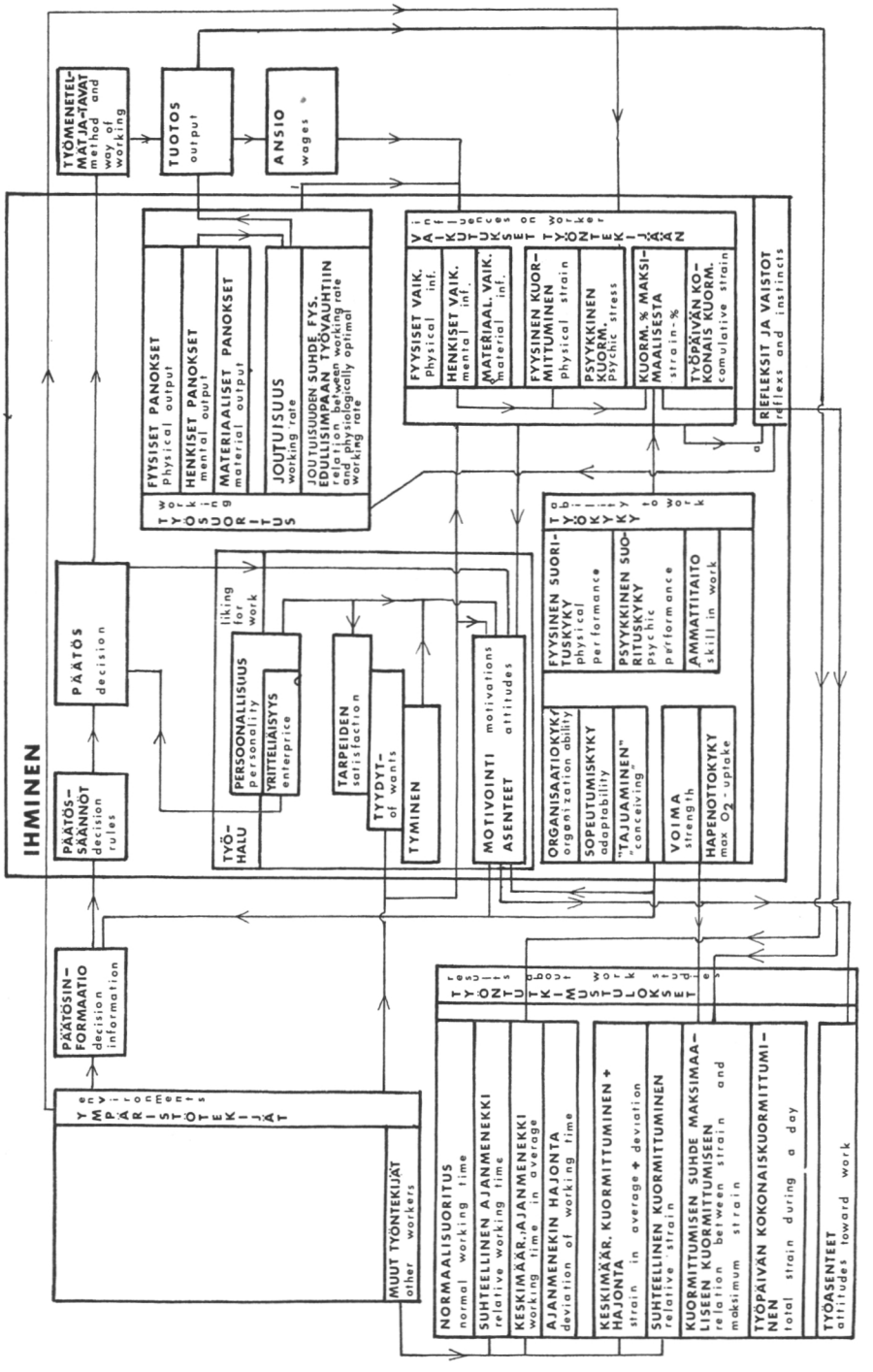
— Normaalisuoritus, suhteellinen ajanmenekki, keskimääräinen ajanmenekki ja ajanmenekin hajonta riippuvat mallin mukaan suoranaisesti työntuotoksesta, mihin taas vaikuttavat jotuisuus eli uhratut panokset ja ulkoiset olosuhteet. Välillisesti vaikuttavat mm. päätösmenettely, refleksit ja vaistot, työkyky ja motivointi. Täten aikatutkimushavainnot syntyvät takaisinkytkentää sisältävässä prosessissa, mihin vaikuttavat ympäristötekijät sekä työntekijän fyysiset ja psyykkiset ominaisuudet.

— Keskimääräinen kuormittuminen ja kuormittumisen hajonta sekä suhteellinen kuormittuminen riippuvat suoranaisesti työntekijän fyysisten panosten määrän, työolosuhteiden sekä työtavan ja -menetelmän seurauksena syntyvästä kuormittumisesta. Suhde maksimaaliseen kuormittumiseen riippuu luonnollisesti myös työntekijän suorituskyvystä.

— Työasenteet ovat motivoitumisen, työntekijän persoonallisuuden, tarpeiden tyydyttymisen ja työntekijään kohdistuvien vaikutuksien seurausta.

---

[1]) Kuormittumisella tarkoitetaan työn aiheuttamaa reaktiota ihmisessä, joka aiheuttaa elimistön tasapainotilassa muutoksen.



Kuva 2. Työsuoritukseen vaikuttavat tekijät ja työntutkimuksen periaatteet.

Figure 2. Factors that affect work performance and the principles of work study.

252. *Metateoreettinen teorian muodostus*

Työn systeemikuvaus perustuu suureen määrään kirjallisuustietoja, jotka sisältävät joukon käsitteitä. Näiden tarkempi analysointi oletetaan hyödylliseksi teoreettisen mallin täsmentämisen ja teorian muodostuksen kannalta. Teoria rajoitutaan tässä käsittämään kahdella tavalla. Toisen määritelmän mukaan teoria tarkoittaa tieteen tuloksia systemattisesti järjestettynä kokonaisuutena, ja toisen mukaan se tarkoittaa tutkijan apuvälineenä käytettävää loogista instrumenttia (Nagel 1961). Edellisessä tapauksessa teorian käsitetään muodostuvan useista toisistaan riippuvista väittämistä. Jälkimmäisessä tapauksessa teoria muodostaa kielen, jonka avulla tutkija operoi jakaessaan tutkittavaa asiaa osiin, kuvatessaan ja selittäessään sitä (Eskola 1962).

Tässä yhteydessä käytetään teorian laadintaan Heiskasen (1972) esittämää M-67-metateoriaa, jonka on osoitettu olevan "teorian-teorian" molemmissa edellä mainituissa merkityksissä. Systeemikuvauksen alkiot on esitetty analysoituina ja kirjallisuudessa mainittujen käsitteiden mukaisesti luetteloituina liitteessä 1. Systeemikuvauksessa pääalkioina oleville käsitteille suoritettiin formaalinen analyysi, jonka tuloksena päädyttiin seuraavaan luetteloon:

Määritelty käsite, Co_1^0	**Määrittelevä käsite, Co_1^1**	**"Co_1^0 :n aiheuttaa" eli määrittely-muuttuja, p_1**	**"Miksi aiheuttaa" eli määrittely-muuttuja, p_2**
tuotos	hyödyke	työsuoritus	—
ansio	korvaus	tuotos	—
työsuoritus	toiminta	työntekijä	tuotoksen aikaan saamiseksi
työkyky	resurssi	—„—	
vaikutukset		työsuoritus	—
työntekijään	muutos	työntekijä, vaiku-	
työhalu	tunteiden kombinaatio	tukset työntekijään	— —
ympäristötekijät	ulkoisia	—	
työmenetelmät ja -tavat	tekijöitä menettelytapoja	työntekijä, ympäristö	tuotoksen aikaan saamiseksi
päätösprosessi	hermotoimintaa	työntekijä	—„—
refleksit ja vaistot	—„—	—„—	—„—

Analysoidut käsitteet jaetaan ryhmiin käyttäen kriteerinä määrittelevän käsitteen "asia tai tapahtuma"-valintaa.

Asiat:

työn tuotos
ansio
työkyky
työhalu
ympäristötekijät
työmenetelmät ja -tavat

Tapahtumat (prosessit):

työsuoritus
vaikutukset työntekijään
päätösprosessi
refleksit ja vaistot

Asiat jaetaan edelleen kriteerin "resurssit tai tunteet" mukaan:

Resurssit	Tunteet	Muut
työkyky	työhalu	työn tuotos
		ansio
		ympäristötekijät
		työmenetelmät ja -tavat

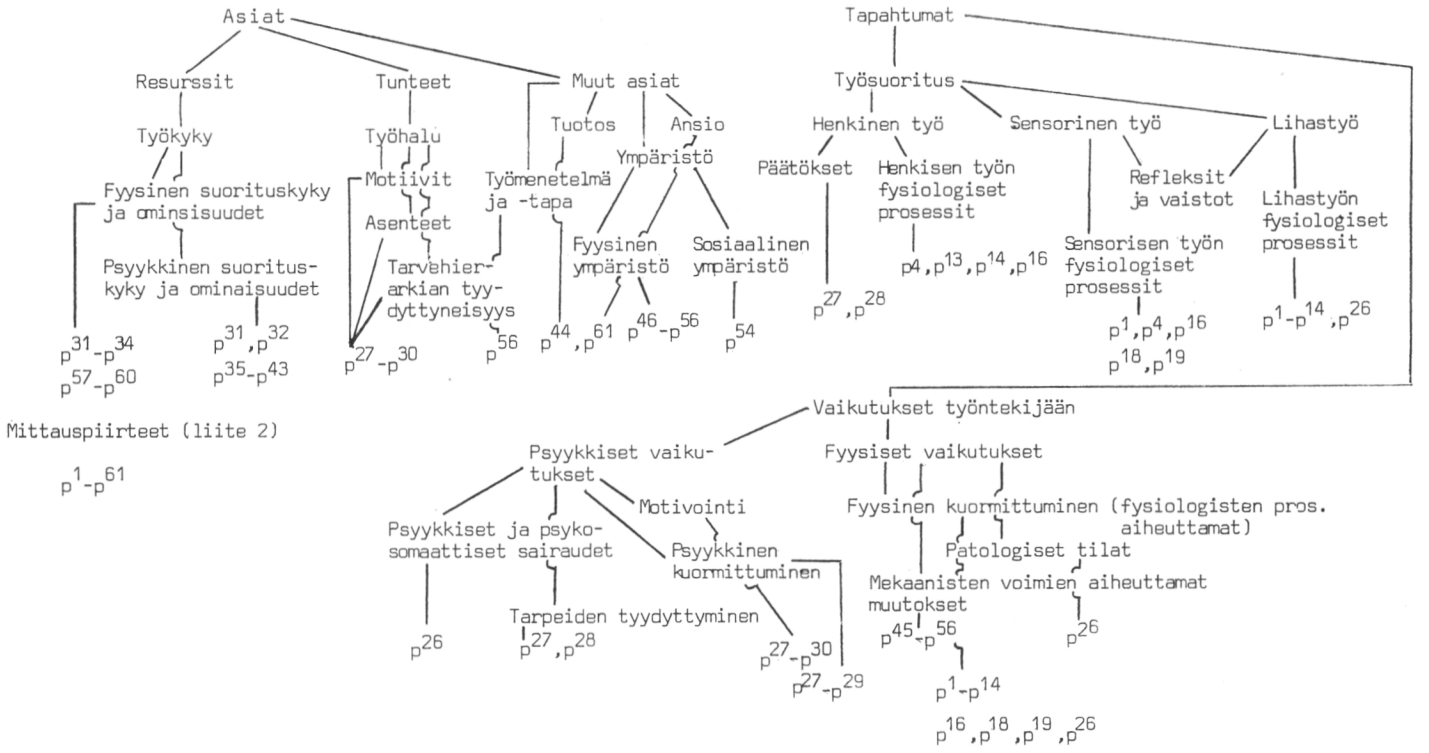
Käsitteet määritellään seuraavasti: "Työkyky" tarkoittaa niitä työntekijän fyysisiä ja psyykkisiä ominaisuuksia, jotka vaikuttavat työsuoritukseen. "Työhalu" tarkoittaa niitä motiivien asenteiden ja muiden psyykkisten tunteiden kombinaatioita, jotka määräävät sen, kuinka tehokkaasti työntekijä käyttää resurssejaan työntekoon. "Työn tuotos" on työsuorituksen tuloksena syntyvä hyödyke. "Ansio" on työntekijän saama korvaus työsuorituksesta. "Ympäristötekijät" ovat työntekoon vaikuttavia ulkoisia joko fyysisiä tai sosiaalisia tekijöitä. "Työmenetelmät ja -tavat" ovat työn suorittamiseen valittuja tai ympäristön määräämiä menettelytapoja.

"Työsuoritus" on työntekijän henkisen, sensorisen tai fyysisen kapasiteetin käyttöä työn tuotoksen aikaan saamiseksi. "Päätösprosessi' 'on henkisen kapasiteetin käyttöä työn tuotoksen aikaan saamiseksi. "Refleksit ja vaistot" ovat työntekijän sensorisen ja fyysisen kapasiteetin käyttöä. "Vaikutukset työntekijään" ovat työsuorituksen seurauksena työntekijään kohdistuvia fyysisiä, henkisiä, sensorisia tai aineellisia vaikutuksia.

Kuvassa 3 on käsitteet jaettu edelleen alakäsitteiksi. Käsitteiden analysointi osoittaa, että kuvassa 1 työhalun ala-alkioiksi kuvatut motivointi ja tarpeiden tyydyttyminen ovat tapahtumia ja työntekijään kohdistuvia vaikutuksia. Sen sijaan motiivit ja tarvehierarkian tyydyttyneisyys ovat työhaluun liittyviä työntekijän ominaisuuksia. Päätösprosessi taas on työsuoritukseen liittyvä ala-alkio. Metateoreettisen tulkinnan mukaan työntekijän työkyky, työhalu, työsuoritus, ympäristö, työmenetelmä ja -tapa, tuotos ja ansio ovat kvantitatiivisuuden tasoltaan korkeimpia systeemimallissa esiintyviä realiteoreettisia käsitteitä.

Analysoidut käsitteet on kuvassa 4 koottu oliomalliksi. Tässä tutkimuksessa mielenkiinto kohdistuu erityisesti työntekijän sisäisiin prosesseihin ja hänen vuorovaikutukseensa työnteon kohteen (raaka-aineen ja tuotteen) kanssa. Sen tähden oliomalliinkin on kuvattu työntekijän sisäinen vuorovaikutus työsuorituksen ja työntekijään kohdistuvien vaikutusten sekä työn tuotoksen ja työolosuhteiden välillä.

Elävä organismi on systeemi, joka pyrkii säilyttämään tietyn tasapainotilan. Jos jokin vaikutus aiheuttaa poikkeaman tasapainotilasta, pyrkii elimistö eliminoimaan kuormituksen haittavaikutuksen (esim. S e l e y 1950). Eliön olemassaolon kannalta on tärkeää, että mitä suuremmasta tasapainohäiriöstä on kysymys sitä ensisijaisempi on haittavaikutuksen eliminointi muihin saman aikaisiin vaikutuksiin verrattuna. Ergonomisella tasolla esimerkiksi elimistön kannalta liiallinen energian



Kuva 3. Työsuoritukseen vaikuttavat tekijät käsitehierarkiana.

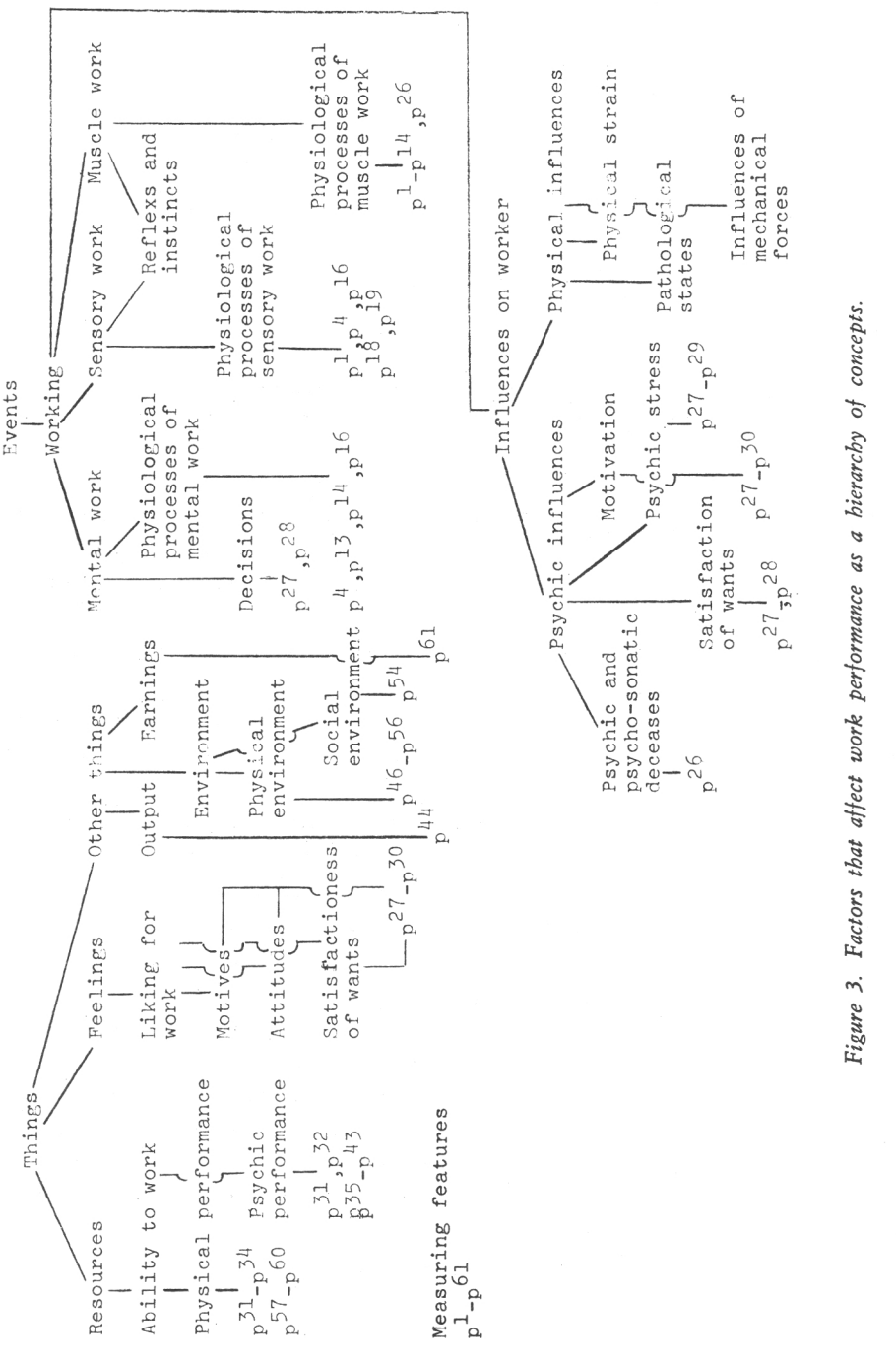
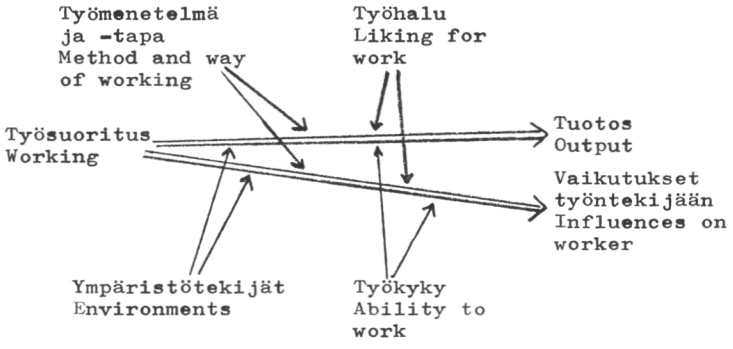


Figure 3. Factors that affect work performance as a hierarchy of concepts.



Kuva 4. Analysoidut käsitteet oliomallina.
Figure. 4. The analysed concepts as a being model.

kulutus rajoittaa työvauhtia, vaikka muut toiminnan ehdot eivät sitä edellytäkään. Voidaan olettaa, että jos jokin eliöön vaikuttava tekijä saa tiloja, jotka uhkaavat eliön tasapainotilaa enemmän kuin muut vaikutukset, niin kyseinen tekijä hallitsee eliön käyttäytymistä.

Tämä tahon käyttäytymisen hallinnan periaate näyttää soveltuvan selitysmalliksi paitsi fysiologisten myös psykologisten ilmiöiden kyseessä ollen. Esimerkiksi Wolfin (1970) työviihtyvyysteorian mukaan minkä tahansa aktiivisen tai tyydytetyn tarpeen tyydytysyrityksen estyminen aiheuttaa työtyytymättömyyttä. Voidaan selittää, että tuon tarpeen merkitys hallitsee muiden tarpeiden merkityksiä yksilön käyttäytymisessä. Vastaavasti voimakas fyysinen vaikutus paitsi, että se voi estää tai hidastaa työsuoritusta, voi estää tiettyjen tarpeiden tyydyttymistä.

Oliomallissa työsuoritus ja tuotos sekä työsuoritus ja työntekijään kohdistuvat vaikutukset ovat vaihdossa keskenään. Tuohon vaihtosuhteeseen vaikuttavat työntekijän käytössä olevat resurssit ja tunteet sekä työolosuhteet eli ympäristö. Edellä hahmotellun käyttäytymismallin mukaan mikä tahansa vaikuttavista tekijäryhmistä voi olla vaihtosuhdetta määräävä tekijä. Jos jonkin tekijän vaikutus on muita huomattavasti suurempi, on se tuotosta tai kuormittumista hallitseva tekijä. Oliomalliin ei ole kuvattu takaisinkytkentöjä. Kuitenkin vaikuttavat tekijät muuttuvat työnteon seurauksena ja tällöin niiden vaikutus vaihtosuhteeseen myös muuttuu.

Edellä hahmoteltuja periaatteita nimitetään tässä vaikutusten hallinnan teoriaksi. Todetaan metateorian tarjonneen yleistävän kielen, jonka avulla on laadittu hypoteettinen, riittävän yleinen teoria, jotta se kattaa koko tutkimustehtävän sen poikkitieteellisestä luonteesta huolimatta. Tätä teoriaa pyritään tutkimuksen empiirisessä osassa testaamaan ja soveltamaan.

3. EMPIIRINEN TUTKIMUS

31. Tutkimustehtävä

Tämän empiirisen osan tarkoituksena on rakentaa teoreettisessa osassa kuvatun viitekehyksen mukaiset mallit käytännön metsätyöstä kerätyillä aineistoilla. Täten tutkitaan viitekehyksen alkioiden relevanttiutta tutkittavien työmenetelmien ja olosuhdekombinaatioiden kyseessä ollen käytettävän mittaustekniikan puitteissa.

Koska luvussa 242 (s. 25) esitetyn periaatteen mukaan ei kaikkien riippuvuussuhteiden todennäköisyyttä voida todeta koko metsätyöpopulaatiossa, olennaisimmaksi tutkimustehtäväksi jää teoreettisessa osassa esitettyjen yleistävien periaatteiden edelleen kehittäminen empiirisestä aineistosta saatavien viitteiden perusteella.

32. Tutkimusaineisto

321. Tutkimukseen valitut työmenetelmät

Työmenetelmiksi valittiin kaksi taimitarhatyömenetelmää ja kaksi kuitupuun tekomenetelmää. Tekomenetelmät edustavat tyypillistä vaihtelevissa olosuhteissa tapahtuvaa harkintaa vaativaa työtä. Taimitarhan työmenetelmät taas edustavat verraten stabiileissa olosuhteissa suoritettavaa rutiininomaista työtä.

Taimitarhatyössä työmenetelmä 1 oli Nisula-rullataimien leikkaus ja niputus käsityövälinettä käyttäen. Työmenetelmä 2 oli avojuuristen männyntaimien nosto ja niputus. Rullataimien leikkaus suoritettiin leikkausveitsellä lyömällä. Työryhmän muodostivat kaksi työntekijää, joista tutkittiin työaikaan nähden minimitekijänä olevaa työntekijää. Hänen tehtävänään oli nostaa rulla pöydälle, avata se ja leikata taimet erilleen sekä puhdistaa pöytä. Taimien nosto suoritettiin käsin sen jälkeen, kun ne oli koneellisesti irrotettu maasta. Työvaiheina olivat taimen irrotus maasta, taimien niputus sekä nipun valeistutus.

Tekomenetelmä 2 oli kuitupuun hakkuu palstatien varteen kourakasoihin taksojen edellyttämiä laatuvaatimuksia käyttäen (Työvaihetaksat . . . 1974). Teko suoritettiin noin 3-metriseksi ja tynkäkarsituksi ajouravälillä 20 m. Tekomenetelmä 1 oli "vyöhykehakkuumenetelmä", jolla pyrittiin kasaustyön keventämiseen. Menetelmässä kourakasat tehdään sellaiselle vyöhykkeelle, jolle kuormain ulottuu palsta-

tieltä käsin. Vyöhykkeen leveys on siis riippuvainen käytettävissä olevan kuormaimen ulottuvuudesta. Tässä tutkimuksessa oli käytettävissä vain 5 m ulottuvuuden omaava vakiokuormain, joten vyöhyke jouduttiin määrittämään verraten kapeaksi. Jotta vyöhyke voitaisiin käyttää mahdollisimman tehokkaasti hyväksi, pienennettiin kasan kokovaatimusta. Kasauksessa käytettiin seuraavia työohjeita:

— Menetelmällä pyritään keventämään kasausta siten, että pölkkyjen kantamista vältetään mahdollisimman paljon. Sen tähden kasojen välimatkaa pyritään pienentämään muodostamalla normaalia pienempiä kouraisuyksiköitä leveämmälle alueelle. Kantamisen sijasta mahdollisimman moni pölkky "pyöräytetään" tai "suoritaan" kouraisutaakkaan nostokoukkua apuna käyttäen.

— Kouraisutaakkojen päät sijoitetaan 0,5 . . . 4,0 metrin etäisyydelle ajouran reunasta kuitenkin niin, että kourakuormain ulottuu niihin.

— Kouraisutaakkojen suunta määräytyy puiden kaatosuunnan mukaan. Kuitenkin on vältettävä kasaamasta selvästi kouraisua haittaavaan paikkaan.

— Hakkuutähteitä ei tarvitse raivata pois kasan alta.

— Kouraisutaakan toiseen päähän (n. 2,0 metrin päähän kasan päästä) sijoitetaan yksi aluspuu.

— Kouraisutaakan ajouran puoleinen pää pyritään saamaan tasaiseksi.

— Kouraisutaakan koon tulisi olla vähintään 0,3 m^3.

— Eri puulajit siirretään omiksi kouraisutaakoiksi.

— Kouraisutaakkojen muodostamisessa on suunnattua kaatoa käytettävä hyväksi tehokkaasti ja kaatosuunnat harkittava hyvin.

— Kouraisutaakan välissä tai päällä ei saa olla oksia.

Ajouraväli ja puutavaran laatuvaatimukset olivat samat kummassakin menetelmässä. Kasaus suoritettiin yhden rungon pöllit kerrallaan.

322. Aineiston keruu, laajuus ja laatu

3221. Aineiston keruu

Kenttätöissä suoritettiin aikatutkimus käyttäen sykemittauslaitteistoon yhdistettyä koodinäppäimistöä. Työvaiheet erotettiin seuraavasti:

Rullataimien leikkaus
— rullien nosto pöydälle
— Taimien irrotus
— Pöydän puhdistus
— Aputyöt
— Keskeytykset

Männyn taimien nosto

— Taimien irrotus lapiolla
— Taimien niputus
— Nipun sitominen
— Valeistutus
— Aputyöt
— Keskeytykset

Hakkuu

Runkokohtainen tehoaika
— Siirtyminen rungolta toiselle
— Tyven puhdistus
— Kaato
— Kaadon apuajat
— Karsinta
— Katkonta
— Aluspuun teko
— Kasaus
Keskeytykset
(vrt. Skoglig ... 1963)

Työvaihejaottelu katsottiin riittäväksi sen vuoksi, että tutkimustehtävän kannalta mielenkiinto kohdistuu tehoaikaan, eikä aineiston koko tee mahdolliseksi esim. keskeytysaikojen analyysiä.

Sykemittaus suoritettiin telemetrisesti Medinic Biotelemetry System IC-45:ttä käyttäen. Laitteisto on esitetty liitteessä 3. Työvaiheittainen koodaus suoritettiin aikatutkimuksen yhteydessä magneettinauhalle, jonne myös EKG-käyrä taltioitiin samanaikaisesti toiselle radalle. Kuormittumisen indikaattorina käytettiin siis sydämen sykettä, jota pidetään nykyään kaikkein käyttökelpoisempana ja kokonaiskuormitusta monipuolisimmin ilmaisevana (esim. van Loon ym. 1971, Rohmert 1973). Puutavaran teon kaltaisessa raskaassa ruumiillisessa työssä syke korreloi voimakkaimmin energian kulutuksen kanssa. Sen lisäksi siihen vaikuttavat lämpötila, ilman kosteus ja liike, koehenkilön ominaisuudet, tunnetila, väsymys ja stressi, kehon mukautuminen työhön, vuorokauden aika, ateriasta kulunut aika, tupakointi, kehon lämpötila, kuormittuvat lihasryhmät, staattisen työn osuus, työtahti ja ympäristön erilaiset ärsykkeet (vrt. Oja 1968, Burger 1969).

Työntekijöiden verenpaine mitattiin aamulla ennen työn aloittamista ja työpäivän päättyessä n. 5 min. levon jälkeen istuallaan ja sen jälkeen seisten verenkierron ylikuormittumisen toteamiseksi. Samalla mitattiin myös syke (vrt. Lundgren 1969). Tutkimuksen lopussa koehenkilöt testattiin submaksimaalisessa pyöräergometritestissä sekä suoritettiin psykologiset testit ja haastattelu.

Työvaikeustekijöinä mitattiin tai arvioitiin seuraavat tekijät:

Rullataimien leikkaus ja männyn taimien nosto:

— Taimien pituus
— Lämpötila
— Kelloaika

Hakkuu:

— Rungon $d_{1.3}$
— Käyttöosan pituus
— Pölkkyjen lukumäärä
— Oksaisuusluokka
— Kelloaika
— Siirtymismatka puulta puulle
— Ksm. kasausmatka/puu
— Lumen syvyys
— Jalan painuma lumeen
— Maaston kaltevuus
— Lämpötila
— Puuston pohjapinta-ala
— Puulaji

Rungon kuutiomäärä laskettiin Iivessalon pystypuiden kuutioimistaulukolla. Työvaikeustekijät olivat valinnaisina muuttujina aineiston regressioanalyysikäsittelyssä.

Hakkuussa yhtä työmenetelmää tehtiin puoli työpäivää ja taimitarhatyössä yksi tunti kerrallaan. Työmenetelmää vaihdettiin siten, että se sattui eri päivinä eri ajankohtiin. Työpäivän pituus sekä taukojen määrä ja ajoitus pyrittiin pitämään suunnilleen vakioina eri päivinä.

3222. Aineiston laajuus ja laatu

Hakkuussa yhtä koehenkilöä tutkittiin viikon ajan ja taimitarhatyössä kaksi päivää. Työmaat sijaitsivat Suonenjoen ja Padasjoen kunnissa. Aineiston koko ja tärkeimmät työvaikeustekijät on esitetty taulukossa 1.

Taimitarhatyöntekijät työskentelivät varsin samanlaisissa olosuhteissa. Työvaikeustekijöistä taimien laatu pysyi lähes vakiona koko tutkimuksen ajan, joten sen ei voi olettaa tulevan merkitsevänä tekijänä selitysmalleihin.

Kuitupuun teossa koko aineisto käsittää yli 1 500 puun teon. Kolme tekomiestä työskenteli mäntyvaltaisessa ja kaksi kuusivaltaisessa metsässä. Lunta oli kahden työntekijän palstoilla. Rungon koko, maastovaikeus, leimikon tiheys ja jäävän puuston määrä on kaikilla ollut samaa luokkaa. Samalle työntekijälle

Taulukko 1. Aineiston koko ja työmaiden työvaikeustekijät.
Table 1. The size of material and working conditions.

Työntekijä, no *Worker, no.*	Rullataimien leikkaus *Cutting of roll-seedlings*						Taimien nosto *Lifting of seedlings*					
	Rullien lukumäärä, kpl *Amount of rolls*	Puulaji *Specy of tree*	Taimien pituus, cm *Lenght of seedlings, cm*		Lämpötila, C° *Temperature, C°*		Nippujen lukumäärä, kpl *Amount of bunches*	Puulaji *Specy of tree*	Taimien pituus, cm *Lenght og seedlings, cm*		Lämpötila, C° *Temperature, C°*	
			$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s			$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	121	ku	30	2.0	15.1	3.6	118	mä	20	1.0	15.1	3.6
2	132	»	»	»	10.1	5.3	81	»	»	»	10.1	5.3
3	33	»	»	»	13.6	1.8	93	»	»	»	13.6	1.8
4	157	»	»	»	14.2	6.3	124	»	»	»	14.2	6.3
5	149	»	»	»	14.3	6.4	138	»	»	»	14.3	6.4

Hakkuu: Työmenetelmä 1, *Cutting: Work method 1*

Työntekijä, no *Worker, no.*	Runkoja, kpl *Stem, units*			Rungon keskikoko, m^3 *Average volume of trees*		Oks. lk, ksm *Branchiness class*	Maastoluokka *Terrain class*	Leimikon tiheys, m^3/ha *Density of stand, m^3/hc*	Jäävä puusto, m^3/ha *Remaining trees, m^3/hc*	Lumen syvyys, cm *Depth of snow, cm*		Upottavuus, cm *Impression of foot, cm*		Lämpötila, C° *Temperature, C°*	
	Mä *Pn.*	Ku *Sp.*	Ko *Br.*	$\bar{x}$	s					$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	263	—	7	0.06	0.05	1.2	I	45	120	45.1	5.2	5.5	0.1	5.2	7.1
2	270	—	9	0.07	0.06	1.3	I	44	120	38.5	5.3	5.0	0.1	5.3	7.2
3	66	—	14	0.07	0.09	2.4	I	42	140	—	—	—	—	18.5	2.8
4	1	76	8	0.08	0.09	2.2	I	50	140	—	—	—	—	12.1	2.4
5	—	139	2	0.06	0.05	1.7	I	55	130	—	—	—	—	10.0	0.2
Hakkuu: Työmenetelmä 2, *Cutting: Work method 2*															
1	87	4	8	0.07	0.07	1.6	I	40	120	40.6	7.2	6.0	0.1	8.4	7.5
2	262	—	11	0.07	0.06	1.6	I	46	120	50.3	6.3	7.0	0.1	5.8	7.3
3	107	—	14	0.07	0.06	2.1	I	44	140	—	—	—	—	21.1	1.9
4	—	61	10	0.07	0.05	2.2	I	55	140	—	—	—	—	10.8	1.2
5	—	140	3	0.10	0.07	2.6	I	47	130	—	—	—	—	7.9	1.3

$\bar{x}$ = Keskiarvo, *Mean* s = Keskihajonta, *Standard deviation*

valittiin kumpaakin työmenetelmää varten mahdollisimman samanlaiset palstat. Näin pyrittiin menetelmien väliset erot saamaan varmemmin esiin.

323. Koehenkilöt

3231. Koehenkilöiden valinta

Koehenkilöiksi valittiin kyseisiin töihin tottuneita, oman ilmoituksensa mukaan terveitä työntekijöitä. Muita vaatimuksia heille ei asetettu, vaan pyrkimyksenä oli satunnaisesti valita ominaisuuksiltaan erilaisia henkilöitä.

Taulukko 2. Koehenkilöiden fyysiset ominaisuudet.
Table 2. Physical charasteristics of the test subjects.

Koehenkilö, no *Subject, no*	Ikä, v *Age, year*	Pituus, cm *Height, cm*	Paino, kg *Weight, kg*	Hapenottokyky, ml/kg/min *Max. O_2 upptake*, ml/kg/min	Sukupuoli *Sex*	Näkö, 0 = huono 3 = hyvä *Sight, 0 = bad 3 = good*	Terveydentila *Health*	Verenpaine, mmHg *Blood pressure, mm Hg*
				Taimitarhatyöntekijät, *Nursery workers*				
1	46	165	63	37	♀	0	Raaja- ja hartiakipuja, muuten hyvä	118/83
2	36	167	65	35	♀	1	raajojen puutumista, vagotoninen reaktio	110/72
3	33	160	45	48	♀	2	hyvä	118/78
4	48	160	55	26	♀	1	koronaarimuutoksia, väsymystä	134/101
5	20	159	48	50	♀	3	hartiakipuja, muuten hyvä	111/72
				Tekomiehet, *Loggers*				
1	26	179	76	45	♂	—	hyvä	115/75
2	39	176	73	55	♂	—	hartia- ja jalkakipuja, muuten hyvä	114/68
3	32	168	78	30	♂	—	hyvä	130/75
4	52	170	73	48	♂	—	jalkojen väsymistä	148/98
5	32	178	69	43	♂	—	hyvä	124/74

3232. Koehenkilöiden fyysiset ominaisuudet

Koehenkilöiden fyysiset ominaisuudet on esitetty taulukossa 2. Hapenottokyky mitattiin submaksimaalisella pyöräergometritestillä, jonka yhteydessä suoritettiin EKG-tutkimus. Verenpaineet on mitattu aina työpäivän alussa. Muu terveydentila selvitettiin haastattelulla.

Neljän taimitarhatyöntekijän suorituskyky vastaa keskitasoa tai hyvää keskitasoa. Yhdessä tapauksessa suorituskyky on heikohko. Tällä työntekijällä 4 on myös todettu väsymystä aiheuttavia koronaarimuutoksia ja korkeahko verenpaine. Muilla työntekijöillä terveydentila on hyvä, vain joitakin kipuoireita on esiintynyt.

Hakkuumiesten suorituskyky on Åstrand-indeksillä [1]) mitattuna katsottava yhtä poikkeusta lukuunottamatta muuhun väestöön verrattuna hyvää tai hyvää keskitasoa vastaavaksi. Liikalihavuutta ei ($\frac{\text{paino}}{\text{pituus} - 100}$) -indeksillä mitattuna esiintynyt. Terveydentila on kaikilla ollut verraten hyvä ja verenpainearvot normaaleja (vrt. Heikinheimo ym. 1972). Ainoastaan työntekijällä 4 esiintyy jalkojen väsymistä.

[1]) Åstrand-indeksi ilmaisee työntekijän hapenottokyvyn suhteessa koehenkilön painoon.

Taulukko 3. Koehenkilöiden psyykkiset ja psykomotooriset piirteet.
Table 3. Psychologic and psycho-motoric charasteristics of the test subjects.

Koehenkilö, no, *Subject, no.*	Yleisälykkyys [1], *Intelligence*	Avaruudellinen kuvittelukyky [1] *Spatial performance*	Tekniset taipumukset [1] *Technical inclinations*	Havainnon valppaus [1] Perception	Käsien koordinointikyky [1], *Coordination ability of hands*	Epäneuroottisuus [1], *Non-neurotic tendency*	Elämänmyönteisyys [1], *Appreciative view of life*	Sosiaalinen aktiivisuus [1], *Social activity*	Tunnollisuus [1], *Conscientiousness*	Itsetietoisuus [1], *Self-confidence*	Suoriutumistarve [2], *Need for performance*	Työn suunnittelukyky [3], *Planning ability of work*	Asenne työtä kohtaan [4] *Attitude towards work*
Taimitarhatyöntekijät, *Nursery workers*													
1	4	1	1	3	3	4	5	3	3	4	3	2	44
2	4	2	1	2	1	3	2	2	4	4	2	2	35
3	4	4	1	4	4	4	3	2	4	2	2	2	53
4	4	2	1	2	1	1	2	4	4	3	4	4	42
5	5	3	1	4	3	3	1	3	4	1	2	4	33
Tekomiehet, *Loggers*													
1	4	6	2	4	2	6	3	3	5	5	1	4	107
2	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	1	139
3	4	3	4	5	4	4	2	3	3	3	3	5	109
4	1	2	1	2	3	2	3	3	4	6	4	3	93
5	1	2	1	4	4	3	3	3	5	4	2	2	119

[1]) 1 = kyseistä piirrettä vähän ... 7 = piirrettä paljon
[2]) 0 = » » » ... 4 = » »
[3]) Arvosteltu subjektiivisesti asteikolla 1 ... 5 (hyvä—huono).
[4]) Suuri arvo osoittaa positiivista asennetta. (Maksimit 150 ja 70).

3233. Koehenkilöiden psyykkiset ja psykomotooriset ominaisuudet

Koehenkilöt testattiin Työterveyslaitoksen testisarjalla, ja lisäksi suoritettiin asennetesti. Testatut ominaisuudet on työntekijöittäin esitetty taulukossa 3.

Asennetestillä mitattiin työntekijän asennetta taimitarha- ja hakkuutyötä kohtaan sekä suoriutumistarvetta työssään. Testien reliabiliteetti oli kysymysten karsinnan jälkeen 0.79 ... 0.82, mitä on pidettävä varsin hyvänä. Testiosioiden karsinta suoritettiin niiden ja koko testin pistemäärän välisten korrelaatiokertointen perusteella siten, että alle 0.2 kertoimen omaavat osiot poistettiin (vrt. Guilford 1965). Riliabiliteetti laskettiin kaavalla:

$$r = \frac{n}{n-1} \left(\frac{S_t^2 - pq}{S_t^2} \right)$$

jossa n = koehenkilöiden lukumäärä
S_t^2 = koko testin varianssi
pq = osioiden varianssien summa

Seuraavassa tarkastellaan testituloksia suhteessa Työterveyslaitoksessa teollisuustyöntekijä-populaatiosta saatuun normaalijakautumaan. Voidaan todeta taimitarhatyöntekijäin olleen älykkyydeltään keskitasoa. Avaruudellinen kuvittelukyky ja tekniset taipumukset ovat keskitason alapuolella. Havainnon valppaus ja käsien koordinointikyky on työntekijöillä ollut keskitasoa tai sen alapuolella. Neuroottisuutta on esiintynyt ja elämänmyönteisyys on vaihdellut lähes koko skaalan läpi. Sosiaalinen aktiivisuus, tunnollisuus ja itsetietoisuus on ollut keskitasoa tai keskitasoa heikompaa. Suoriutumistarve ja asenne työtä kohtaan näyttävät vaihtelevan verraten paljon.

Tekomiesten yleisälykkyys on havaittu keskitasoiseksi tai heikommaksi. Avaruudellinen kuvittelukyky ja havainnon valppaus vaihtelevat keskitason molemmin puolin. Tekniset taipumukset ja käsien koordinointikyky ovat olleet keskitasoa tai keskitasoa heikompia. Neuroottisuus on vaihdellut huomattavasti, samoin tunnollisuus ja itsetietoisuus. Elämänmyönteisyys ja sosiaalinen aktiivisuus olivat keskitason alapuolella. Suoriutumistarve, asenne työtä kohtaan ja arvioitu työn suunnittelukyky vaihtelivat huomattavasti työntekijästä toiseen.

33. Aineiston käsittely

Aikatutkimus- ja sykehavainnot tulostettiin Työterveyslaitoksen analysaattorilla. Sykearvona käytettiin kunkin työvaiheen lopussa havaittua arvoa. Käytäntö omaksuttiin sen vuoksi, että tällöin syke on parhaiten asettunut työvaiheen edellyttämälle rasittavuustasolle. Aineistosta piirrettiin myös jatkuvaa sykekäyrää.

Aineisto käsiteltiin pääasiassa tilastomatemaattisesti. Koska aineisto ei ole edustava näyte mistään tietystä populaatiosta, ei pyritty ominaisarvojen estimointiin, vaan lähinnä syy-seuraussuhteiden selvittämiseen. Tällöin ei helposti tehdä vääriä johtopäätöksiä, jos voidaan havaita kaikki oleelliset ominaisuudet, jotka vaikuttavat tutkittavien ominaisuuksien suhteisiin (vrt. Hoel 1964).

Tässä tapauksessa syysuhteiden selvittelyä vaikeuttaa paitsi vaikuttavien tekijöiden runsaus, myös eräiden tekijöiden vähäinen varianssi. Toisaalta juuri muuttujien runsauden ja aineiston käytännön syistä rajoitetun koon vuoksi vähemmän oleellisten tekijöiden vaihtelun minimointi ja pysyttäminen mahdollisimman saman suuruisena vertailtavien luokkien sisällä auttaa muiden tekijöiden riippuvuussuhteiden selville saamista toimien tilastomatematiikassa tunnetun "balancing"-ilmiön tapaan (Snedecor ym. 1967). Tähän pyrittiin muun muassa balansoimalla työvaikeustekijöiden vaihtelua työmenetelmien välillä.

332. Tilastollisten menetelmien käyttö

Tässä tutkimuksessa suurelta osin on kysymyksessä regressio-ongelma eli jonkin tekijän arvoihin vaikuttavien tekijöiden tutkiminen. Vaikuttavina tekijöinä voisivat periaatteessa olla sekä mitatut muuttujat että muuttujaryhmät, jos ryhmä

osoittautuisi hypoteesien täsmentämisen kannalta tarkoituksenmukaisemmaksi. Vaihtoehtoisia menetelmiä tässä tilanteessa on käsitellyt mm. Mäkelä (1972). Voidaan todeta valikoivan regressioanalyysin tarjoavan yksinkertaisempia menetelmiä tehokkaamman lähtökohdan suurehkon muuttujajoukon käsittelyyn.

Täysin koneellisesta valikoivan regressioanalyysin käytöstä on kuitenkin varoitettu, koska keskinäisten korrelaatioiden vuoksi malliin eivät saata tulla kaikki oleellisesti vaikuttavat tekijät. Lisäksi tuloksista voi tulla sekavia ja vaikeasti tulkittavia. Tässä yhteydessä on painotettu myös residuaalien tutkimisen tarpeellisuutta (Draper ym. 1968). Muuttujien valintaa on kehitetty teknologisissa tutkimuksissa mm. seuraavasti:

— Käytetään selittäjinä faktoripistemääriä (Mäkelä 1968)

— Valitaan mahdolliset selittäjät faktorianalyysin avulla (Harstela 1970)

— Luovutaan täysin automaattisesta ohjelmasta, jolloin voidaan kokeilla useampia selittäjäkombinaatioita seuraavan vaiheen pohjana (Kärkkäinen 1969)

— Tulosten tulkintavaiheessa tutkitaan, missä määrin mallista poisjääneet muuttujat selittävät jäännösvarianssia eri analyysivaiheissa (Harstela ym. 1971)

Jos muuttujajoukko on rajattu tai alkuperäisten hypoteesien mukaan jokin muuttuja, joka on jäänyt mallista, vaikuttaisi oleelliselta selittäjältä, voidaan riippuvuuksia tutkia myös yhden selittäjän mallilla. Tällöin voidaan käyttää tavanomaista regressioanalyysiä tehokkaampia menetelmiä esim. ekologisia muuttujia riippuvuuksien löytämiseksi (Kärkkäinen 1973).

Tässä tutkimuksessa tutkittava kenttä tunnetaan osittain hyvin ja osittain heikosti. Lähinnä erilaisten työvaikeustekijöiden ja työn tuotoksen väliset riippuvuussuhteet tunnetaan, mutta koehenkilön ominaisuuksien ja uusien työmenetelmien vaikutusta työajan menekkiin ja siten tuotokseen ei tunneta. Myös sykkeen ja kaikkien muiden tekijäryhmien väliset riippuvuussuhteet tunnetaan puutteellisesti. Faktorianalyysi regressiomallin lähtökohtana ei kuitenkaan vaikuta hyvältä yleismenetelmältä, koska suuri osa muuttujista on varsin konkreettisia ja niiden yhdistäminen vaikuttaa väkivaltaiselta. Esim. työvaikeustekijöiden keskinäiset korrelaatiot ovat usein satunnaisluonteisia.

Sen sijaan työntekijän ominaisuuksia, etenkin psyykkisiä ominaisuuksia, kuvaavat muuttujat ovat luonteeltaan abstrakteja, ja niiden sisältämän informaation tiivistäminen selityksen pohjaksi voi osoittautua teorian muodostuksen kannalta hedelmälliseksi. Faktorianalyysiä ei katsottu kuitenkaan voitavan käyttää tavanomaiseen tapaan, koska työntekijäjoukon pienen koon vuoksi, psykologiset ja fysiologiset muuttujat voivat korreloida satunnaisesti ja korrelaatiot eivät edusta mitään rajattua tai tunnettua populaatioa. Menettelyä on perusteltu ja selitetty luvussa 3411 (s. 44). Faktori- ja korrelaatioanalyysit perustuvat tässä tutkimuksessa lineaarisiin riippuvuuksiin ja muodostavat siten huonosti tunnetun kentän todellisuuden karkean aproksimaation (vrt. Vahervuo ym. 1958).

Selittäjien interkorrelaatioiden haitallista vaikutusta mallien selitettävyyteen pyritään faktorianalyysin käytön lisäksi vähentämään korrelaatioanalyysin ja osittain sidottujen mallien avulla. Koska joskus analyysin seuraavassa vaiheessa jokin muuttuja voi muuttua merkitseväksi selittäjäksi, on malleihin asetettu teorian muodostuksen kannalta tärkeitä sidottuja muuttujia (vrt. Draper ym. 1968).

Koska riippuvuuksien muotoa ei tarkasti tunneta tai ne saattavat vaihdella koehenkilöstä toiseen, on malleihin kokeiltu suurta joukkoa erilaisia transformaatioita. Työmenetelmien vaikutus on otettu malleihin mukaan muodostamalla dikotoomisia muuttujia. Erillisissä analyyseissä todettiin, että työmenetelmät ovat luonteeltaan niin lähellä toisiaan, että muuttujien yhteydet säilyvät samanlaisina eri työmenetelmissä.

Eräitä syy-seuraussuhteita on myös jouduttu tutkimaan tätä varten suunnitellulla, graafiseen tarkasteluun, iterointiin ja tilastollisiin menetelmiin perustuvalla laskentamenettelyllä, koska funktiomuoto osoittautui liian monimutkaiseksi regressio-analyysiä varten. Menettely on perusteltu luvussa 345.

34. Tutkimustulokset

341. Työajan menekkiin vaikuttavat tekijät

3411. Rullataimien leikkaus ja taimien nosto

Rulla- ja taiminippukohtaisia tehotyöaikoja kuvasivat seuraavat regressioyhtälöt:

	R^2
$y_1 = 127{,}6 - 62{,}4x_3^{**} - 1{,}0(+E14)\log x_{14}^{*}$	51,7 %
$y_2 = 117{,}4 - 36{,}9x_3^{*}$	6,5 %
$y_3 = 92{,}0 - 45{,}2x_3^{*} + 0{,}003x_7^{2}$	10,0 %
$y_4 = 78{,}5 + 26{,}1x_3^{*} + 0{,}1x_{14}^{*}$	3,2 %
$y_5 = 178{,}3 + 41{,}9x_3^{*} - 16{,}67\log x_{14}^{*} + 0{,}087x_{14}^{*}$	23,7 %
$y_A = 137{,}5 - 40{,}4x_3^{*} - 5{,}4x_{29}^{*}$	11,4 %

y_i = rulla- ja taiminippukohtainen tehotyöaika, cmin
i = työntekijän numero
A = kaikki työntekijät
x_3 = työmenetelmä 1=1, työmenetelmä 2=0
x_7 = lämpötila, 0.1 C°
x_{14} = aika työn aloittamisen jälkeen, 1/100 t
x_{29} = elämänmyönteisyys
R^2 = selitysaste

Malleissa olevat selittävät muuttujat selittävät F-testin mukaan jäännösvarianssia vähintään 5 % riskillä. Korrelaatiomatriisien tarkastelussa todettiin lämpötilan ja työn aloittamisesta kuluneen ajan korreloivan voimakkaasti keskenään, joten ei voida päätellä, kumpi tekijöistä vaikuttaa työajan menekkiin tai onko molemmilla todellista merkitystä työajan menekin suhteen. Malleissa y_2, y_4 ja y_A myös työmenetelmän ja lämpötilan sekä työmenetelmän ja ajan korrelaatiokertoimien itseisarvot olivat yli 0,4. Täten myös näissä tapauksissa lämpötila tai työpäivän ajankohta voisi selittää työajanmenekkiä toisenlaisen koejärjestelyn kyseessä ollen. Työntekijän ominaisuuksia kuvaavia muuttujia sallittiin tulla malleihin vain kaksi kerrallaan työntekijäin pienen lukumäärän vuoksi.

Testiedellytysten voimassaoloa kontrolloitiin suorittamalla mallien residuaalitarkastelu virheiden normaalijakautuneisuuden, varianssien samansuuruisuuden ja virheiden riippumattomuuden toteamiseksi. Residuaalien jakautuma todettiin graafisesti vain lievästi vinoksi, mutta varianssien havaittiin kasvavan y-muuttujan kasvaessa. Testien tarkastamiseksi suoritettiin analyysit käyttämällä y:n logaritmia. Virheiden riippumattomuutta testattiin Durbin—Watsonin-testillä (vrt. Durbin ym. 1951). Saadut testiarvot ylittivät testisuureen d_2, jolloin riippumattomuushypoteesia ei hylätä 5 % riskillä. Selitettävän muuttujan logaritmeille suoritettu analyysi antoi tulokseksi samat selittävät muuttujat ja eräissä tapauksissa korkeammat selitysasteet.

Selitysasteet ovat malleissa jääneet yhtä poikkeusta lukuunottamatta alhaisiksi. Näin ollen jotkin huomioimattomat tekijät ovat aiheuttaneet varianssia työajan menekkiin. Esimerkiksi työpäivän ajankohta saattaa olla tehokkaampi selittäjä kuin näissä analyyseissä tuli esiin, koska koejärjestely oli sellainen, että työtä tehtiin tunnin jaksoina. Työntekijän ominaisuudet korreloivat osittain voimakkaasti keskenään, joten pelkän valikoivan regressioanalyysin perusteella on vaikea selvittää työhön vaikuttavia ominaisuuksia. Tämän vuoksi suoritettiin ominaisuuksien ryhmittely faktoreiksi.

Työtieteen teorian muodostuksen kannalta on tarkoituksenmukaista määrittää "taipumus ja kyky tehdä kyseinen työ nopeasti tai vähän kuormittavasti" ja jakaa se toisistaan riippumattomiin aladimensioihin. Tällöin päädytään faktoreihin, jotka kuvaavat "taipumusta ja kykyä tehdä jokin työn osa nopeasti tai vähällä kuormittumisella". Näihin faktoreihin ei kuitenkaan päästä ryhmittelemällä toisen käsiteryhmän tekijöitä eli psykologisia tai fysiologisia muuttujia niiden keskinäisten korrelaatioiden avulla, kuten tavallisesti faktorianalyysissä tehdään (vrt. Vahervuo ym. 1958). Voihan esim. älykkyys ja koordinointikyky satunnaisesti korreloida voimakkaasti keskenään, mutta esim. työn suunnittelussa saattaa vain älykkyydestä olla oleellista apua ja sahan käsittelyssä vain koordinointikyvystä. Erityisesti tässä aineistossa tämä on otettava huomioon, koska koehenkilöjoukon pienuudesta johtuen kykyjen korrelointi voi osittain olla satunnaisluonteista, ja näin ollen ei voida olettaa, että korrelaatioiden syynä välttämättä on jokin yleiseksi lainalaisuudeksi luonnehdittava tekijä, jota muodostettava faktori kuvaisi.

Faktorianalyysi mahdollistaa testisuureiden keskinäisten korrelaatioiden tarkastelun siinä mielessä, että jos jokin muodostetulla faktorilla voimakkaan latauksen omaava muuttuja tai faktori itse selittää selitettävän muuttujan varianssia, voidaan päätellä, että myös muilla voimakkaan latauksen omaavilla muuttujilla voi olla merkitsevä selitysvoima y-muuttujan varianssiin nähden, vaikka ne eivät olisikaan tulleet esiin valikoivassa regressioanalyysissä.

Kuten edellä jo todettiin näiden faktoreiden muodostuksen on kuitenkin lähdettävä työtieteellisestä eikä psykologis-fysiologisesta käsitteistöstä liikkeelle. Sen tähden tässä kehitetään tekniikkaa, jolla voidaan muodostaa työn analysoinnista lähtevä käsitteistö ja faktorit niiden tekijöiden korrelaatioiden perusteella, joiden oletettiin vaikuttavan johonkin työn osaan.

Analyysin kulku on seuraava:

— työn osittelu erilaisten vaatimusten mukaan
— oletus niistä tekijöistä, jotka vaikuttavat kunkin työnosan suoritukseen
— faktoreiden muodostus em. tekijöistä
— faktorilatausten selitysvoiman tutkiminen selitettävän muuttujan suhteen.

Työ jaettiin seuraaviin osiin:

a) työnsuunnittelu ja järjestely
b) työvälineiden käyttö ja työnosien nopeatempoinen suoritus
c) työn fyysisesti raskaiden osien suoritus
d) kaikki työnosat.

Kohdan a katsottiin muodostuvan kaikista työvaiheista, kohdan c lähinnä rullien nostosta ja taimien irrotuksesta lapiolla ja kohdan b lähinnä taimien irrotuksesta ja nipun sitomisesta.

Gläserin (1952) mukaan työn fysiologisesti edullinen suoritus riippuu työtä helpottavien keinojen tajuamisesta ja työhön sopeutumisesta, organisaatiokyvystä, fyysisistä ominaisuuksista ja työtahdista. Tämän käsitteistön ja Ghisellin ym. (1969) esittämän kykytestijaottelun mukaan katsottiin em. työnosiin (a . . . d) vaikuttavan seuraavien tekijöiden ja kykyjen:

a) työtä helpottavien keinojen tajuaminen — älykkyys, avaruudelliset kyvyt
b) organisaatiokyky — avaruudelliset ja motoriset kyvyt
c) fyysiset ominaisuudet — fyysinen suorituskyky
d) työtahti — asenne, suoriutumistarve, luonne.

Ammatti- ja teollisuustyöntekijöiden ammattimenestyksen ennustamisessa on ammatista riippuen päättelyyn ja eliminointiin liittyvillä älykkyystesteillä avaruudellisiin suhteisiin ja havainnon valppauteen liittyvillä spatiaalisilla testeillä, motoorisilla testeillä sekä intressi- ja persoonallisuustesteillä saatu lupaavia validiteettejä (vrt. Ghiselli 1969). Kohdissa a—d mainituista kykyryhmistä valittiin jokaista kohtaa kuvaamaan 2—3 persoonallisuus- tai kykytestiä, joista muodostettiin faktori.

Faktorien muodostaminen pelkästään valittujen testivariaabelien korrelaatioiden perusteella ei ole perusteltua siksi, että näin kunkin variaabelin painotus

yhdistelmävariaabelin arvojen määritettäessä saattaa muodostua sattuman perusteella. Tämän vuoksi faktori pyrittiin asettamaan variaabelivektoreiden parvessa kahden parhaiten y-muuttujan kanssa korreloivan vektorin keskelle niiden määrittämässä avaruustasossa. Jos vain yksi variaabeli korreloi voimakkaasti y-muuttujan kanssa, asetettiin faktori tämän muuttujan suuntaiseksi. Menettely perustuu siihen ajatukseen, että näin parhaiten y:n varianssia selittävät variaabelit tulevat selittämään muita variaabeleita suuremman osan faktorin A varianssista, koska

$o_A^2 = \Sigma_1^n a_j^2$, jossa $n = Z_j$ variaabeleiden lukumäärä
o_A^2 = A:n varianssi
a_j = variaabelin Z_j lataus faktorilla A

$a_j = r_{Z_jA}$, jossa r = korrelaatiokerroin (vrt. Vahervuo ym. 1958).

Jos kolmen variaabelin tapauksessa faktori A asetetaan kahden parhaiten y:n kanssa korreloivan variaabelin keskelle ja variaabeleiden pituus oletetaan 1:ksi, niin:

$a_1 = a_2 = \cos\frac{\varphi}{2}$, $\varphi = \text{arc cos } r_{12}$

Soveltamalla vektorianalyysin kosinilausetta saadaan kolmannen variaabelin latauksen laskemiseen kaavat:

$$\varphi' = \text{arc cos } \frac{1 + (\cos\frac{\varphi}{2})^2 - x^2}{2\cos\frac{\varphi}{2}} \qquad \varphi' = \text{arc cos } r_{Z_3A}$$

$$x^2 = \tfrac{1}{2}(2\sin\tfrac{\beta}{2})^2 + \tfrac{1}{2}(\sin\tfrac{\varphi}{2})^2 + \tfrac{1}{2}(2\sin\tfrac{\delta}{2})^2, \quad \beta = \text{arc cos } r_{13}, \quad \delta = \text{arc cos } r_{23}$$

Uusi variaabeli, faktori A selittää tietyn osan o_A^2 muuttujan y varianssista, jonka ilmaisee korrelaatio r_{Ay}.

Näin päädytään uusiin matemaattisesti muodostettuihin variaabeleihin, joiden avulla voidaan jokaiselle koehenkilölle määrittää lähtövariaabeleiden eräällä tavalla painotettu yhdistelmä. Painotus ei luultavasti ole paras mahdollinen ja sitä voitaisiin periaatteessa parantaa kokeilemalla erilaisia rotaatioita. Periaatetasolla lienee kuitenkin todettavissa se, kuinka hyviä selittäjiä lähtövariaabeleiden yhdistelmät ovat, ja ovatko ne parempia selittäjiä kuin lähtövariaabelit yksin.

Koska lähtövariaabelit on käsitelty abstraktisuushierarkiassa alemalle tasolle kuuluviksi "reaalisemmiksi" suureiksi, ei synny faktorianalyysin käytön yhteydessä yleistä tulkintavaikeutta siitä, vaikuttavatko faktorit variaabeleihin vai päinvastoin. Luvussa 252 (s. 30) suoritetussa metateoreettisessa käsitteen muodostuksessa työkyky on kuvattu teoreettiseksi käsitteeksi, jonka määrittelevät psyykkiset ja fyysiset ominaisuudet. Työkykyä kuvaavat fysiologis-psykologiset ominaisuudet

ovat motivaation kanssa samalla kvantitatiivisuuden tasolla. Myös niiden mittauspiirteet ovat kaikki samalla tasolla, ja niistä vain yhdistetään uudet työkykyä ja -halua kuvaavat käsitteet.

Taimitarhatyötä suorittaneelle koehenkilöjoukolle saatiin seuraavat faktorit:

	lataus:
1. "Työn suunnittelukyky"	
— älykkyys	0,87
— avaruudellinen kuvittelukyky	0,87
— havainnon valppaus	0,56
2. "Työn nopeatempoisten osien suorituskyky"	
— havainnon valppaus	0,89
— käsien koordinointikyky	0,52
— näkö	0,89
3. "Työn fyysisesti raskaiden osien suorituskyky"	
— Åstrand-indeksi	0,90
— ikä	—0,90
4. "Asenne"	
— asenne työtä kohtaan	0,56
— elämänmyönteisyys	1,00
— tunnollisuus	—0,22
5. "Suoriutumistarve" -faktori	
— suoriutumistarve	0,92
— sosiaalinen aktiivisuus	0,92

Työtahti-tekijää selittämään muodostettiin kaksi faktoria: työmotivaatioon läheisesti liittyvä suoriutumistarpeen ja eräiden persoonallisuuden piirteiden sekä motiiveja määräävien asenteiden ja persoonallisuuden piirteiden muodostamat faktorit (vrt. Ghiselli ym. 1969). Nämä kaksi faktoria korreloivat keskenään verraten heikosti.

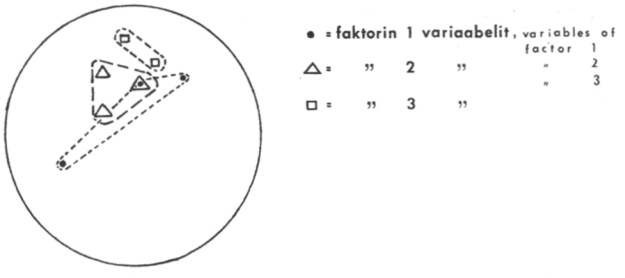
Faktoreiden muodostamistapa ei eliminoi faktoreiden keskinäisiä korrelaatioita, ja täten tulkintavaikeuksia voi syntyä, jos korrelaatiot ovat voimakkaita. Tässä tapauksessa korrelaatiot muodostuivat taulukon 4 mukaisiksi, kun kunkin koehenkilön testiarvot summattiin faktoreittain painottamalla ne faktorilatauksilla.

On todettava, että ainoastaan työmotivaatioon liittyvät faktorit lähestyivät lineaarisen riippumattomuuden tavoitetta. Vähemmän korreloivan faktorirakenteen muodostamismahdollisuuksia tutkittiin graafisesti kolmiulotteisessa avaruudessa, jolloin variaabeleiden sijainti pallomallissa vastasi suunnilleen kuvan 5 esittämää tapausta.

Kuvasta havaitaan, että vektoreiden virittämään avaruuteen on erittäin vaikea sijoittaa faktorivektoreita, jotka olisivat lähempänä ortogonaalista rakennetta ja kuvaisivat samalla hyvin kunkin vektorijoukon varianssia. Näin ollen on todettava, että muista psykologis-fysiologisista muuttujista on pystytty erottamaan

Taulukko 4. Faktoreiden 1—5 korrelaatiomatriisi.
Table 4. Correlations between factors 1—5.

Faktori *Factor*	1	2	3	4
1	—			
2	0.97	—		
3	0.83	0.90	—	
4	—0.26	—0.16	—0.40	—
5	—0.53	—0.47	—0.69	0.04



Kuva 5. Faktoreiden 1 ... 3 vektorijoukot pallomallissa.
Figure 5. The vector sets of factors 1 ... 3 in a pherical model.

niiden kanssa heikosti korreloiviksi vain "asenne"- ja "suoriutumistarve"-faktorien kuvaamat muuttujajoukot.

Hiukan ortogonaalisempaan suuntaan faktorirakennetta muutti faktorin 1 uudelleen konstruointi, kun avaruudellinen kuvittelukyky-muuttujalle, joka myös selitti parhaiten työajan varianssia, annettiin painoluku 1,00. Uusi korrelaatiomatriisi on seuraava:

Taulukko 5. Faktoreiden 1—5 lopullinen korrelaatiomatriisi.
Table 5. Final correlations between factors 1—5.

Faktori *Factor*	1	2	3	4
1	—			
2	0.93	—		
3	0.82	0.90	—	
4	—0.27	—0.16	—0.40	—
5	—0.51	—0.47	—0.69	0.04

Tämä uusi rakenne, jota jäljempänä käytetään, etsittiin faktorianalyysin ja Varimax-rotaation avulla.

Valikoiva regressioanalyysi, jossa muuten olivat samat muuttujat kuin aikaisemminkin esitetyissä, mutta työntekijän ominaisuudet oli kuvattu faktoreilla, antoi tulokseksi seuraavan mallin:

$$y_A = 111{,}6 - 27{,}3x_3^{**} - 0{,}71x_{24} + 0{,}031x_{14}^{2**} - 26{,}0x_{14}^{**} + 1187{,}\log x_{14}^{*} + 0{,}0051x_7^{2*}$$

R 12,0 %

x_{24} = "asenne"-faktori. Yhtälön selitysaste on vain hieman korkeampi kuin aikaisemmin esitetyn. Mukaan malliin on tullut myös muuttujia, jotka aikaisemmin esitetystä mallista puuttuvat. Elämänmyönteisyyden hallitsema asenne on siis ollut ainoa tilastollisesti merkitsevä työn tuotosta selittävä työntekijöiden ominaisuus.

Työajan menekin riippuvuutta faktoreista tarkasteltiin työmenetelmittäin myös korrelaatioanalyysillä käyttäen työajan regressio-tasoitettuja keskiarvoja. Asennefaktorin lisäksi ainoastaan "suoriutumistarve"-faktori korreloi yli 0,50 kertoimella taimien noston työajan menekin kanssa. Korrelaatiokerroin oli —0,56. Tuloksia selitetään lähemmin luvussa 35 (s. 85).

3412. Kuitupuun teko palstatien varteen

Vaikuttavia tekijöitä tutkittiin ensin työmenetelmittäin valikoivan regressioanalyysin tekniikkaa käyttäen. Koska molemmissa työmenetelmissä todettiin samat tekijät vaikuttaviksi, päädyttiin malleihin, joissa työmenetelmä on mukana dikotoomisena muuttujana. Selitysasteen suhteen parhaiten runkokohtaista työaikaa selittäviksi malleiksi saatiin seuraavat:

R^2

$$y_1 = 140{,}1 + 18{,}6x_{30}^{*} - 36{,}9x_{26}^{*} + 2{,}3x_{30} \cdot x_{31}^{*} - 0{,}2x_{30}^{2*} + 0{,}1x_{33}^{2*}$$ 62,1 %

$$y_2 = 64{,}4 + 16{,}3x_{30}^{*} + 7{,}7x_{31} + 1{,}8x_{33}^{*} - 0{,}2x_{30}^{2*} - 0{,}04x_{32} - 14{,}1x_{26}^{*}$$ 56,6 %

$$y_3 = 232{,}9 - 8{,}73x_{26} + 25{,}4x_{30}^{**} + 0{,}08x_{33} + 26{,}26x_{31}^{*} + 0{,}099\frac{x_5^{2**}}{x_{33}} - 0{,}37x_{30}^{2**} + 1{,}05x_{30}x_{33}^{**} - 6{,}25x_{38}^{*}$$ 74,2 %

$$y_4 = -48{,}81 - 17{,}63x_{26}^{*} + 4{,}73x_{30}^{*} - 1{,}00x_{33} + 22{,}26x_{31}^{**} + 85{,}57\log x_{30}^{**} + 1{,}62x_{30}x_{33} + 2{,}76\frac{x_5^{*}}{x_{33}}$$ 87,1 %

$$y_5 = 303{,}77 - 35{,}60x_{26}^{*} + 23{,}74x_{33}^{*} - 13{,}52x_{30}^{**} - 26{,}19x_{31}^{*} + 7{,}23x_{31}^{**} + 0{,}11x_{30}x_{32}^{**} + 1{,}99x_{30}x_{33}^{**} - 0{,}67x_{32}^{**} - 3{,}21x_{33}^{2*} - 85{,}00\log x_{40}^{*}$$ 88,4 %

$$y_A = 8{,}67 - 14{,}93x_{26}^{**} + 14{,}06x_{42}^{**} + 0{,}050\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right)^{2**} + 3{,}38x_{33}^{**} + 15{,}98x_{30}^{**} + 23{,}42x_{31}^{**} - 4{,}24x_{44}^{*}$$ 60,5 %

Kasaustyövaiheen työaikaa kuvaamaan saatiin seuraavat mallit:

$$y_1 = 29.77+2.74x_{30}^{**}-15.15x_{26}^{**}+0.005x_{30}x_{32}^{**}+1.03x_{30}x_{31}^{**} \qquad R^2 = 56.5\ \%$$

$$y_2 = 11.32+3.74x_{30}^{**}-3.84x_{26}^{*} \qquad 53.9\ \%$$

$$y_3 = 1.66+1.57x_{26}+10.50x_{30}^{**}+0.95x_{33}+4.93x_{21}-0.13x_{30}^{2**} \qquad 43.0\ \%$$

$$y_4 = 39.58-5.89x_{26}^{*}+7.48x_{30}^{**}-0.24x_{33}-3.63x_{31}^{*}-1.35x_{40}^{2**} \qquad 77.9\ \%$$

$$y_5 = 42.63-6.06x_{26}^{*}-3.00x_{32}-0.0031x_{30}-2.79x_{31}+0.024x_{30}x_{32}^{**} +0.66x_{30}x_{33}^{*} \qquad 63.1\ \%$$

$$y_A = 24.22-5.84x_{26}^{*}-2.72x_{42}^{**}+0.0022\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right)^2+0.63x_{33}^{*}+5.07x_{30}^{**} +2.44x_{31}^{*}+0.43x_{44} \qquad 45.6\ \%$$

y_i = runkokohtainen tehotyöaika, cmin
i = työntekijän no
A = kaikki työntekijät
x_{30} = rungon tilavuus, 1/100 m^3
x_{26} = työmenetelmä 1 = 1, työmenetelmä 2 = 0
x_{31} = oksaisuusluokka
x_{33} = siirtymismatka puulta puulle, m
x_{32} = ajankohta työpäivän aloittamisesta lukien, 1/100 tuntia
x_5 = siirtymisaika puulta puulle, cmin
x_{38} = lämpötila, C°+20
x_{40} = työpäivän järjestys no
x_{42} = avaruudellinen kuvittelukyky
x_{44} = havainnon valppaus
R^2 = selitysaste

Malleissa on tähdellä merkitty selittäjät, jotka vähintään 5 % riskillä selittävät merkitsevästi jäännösvarianssia. Kaikki mukana olevat selittäjät, työmenetelmää lukuunottamatta, ovat kuitenkin jossain analyysin vaiheessa olleet merkitseviä selittäjiä. Korrelaatiomatriisien tarkastelu osoitti, että työvaikeustekijöistä lämpötila on jäänyt pois useista malleista, vaikka se ei kaikissa tapauksissa olekaan voimakkaasti korreloinut muiden muuttujien kanssa. Pois jäänti on toisaalta

ymmärrettävää lämpötilan verraten pienen vaihteluvälin vuoksi. Työntekijää kuvaavista muuttujista ovat tulleet malliin mukaan spatiaalista kykyä kuvaavat havainnon valppaus ja avaruudellinen kuvittelukyky, joilla kuitenkin on toisella runkokohtaisen työajan ja toisella kasausajan mallissa hypoteesien vastainen kerroin.

Voidaan todeta, että tavallisimmat työvaikeutta kuvaavat muuttujat, rungon koko, oksaisuus, siirtymismatka ($\approx$ tiheys) ja osittain lämpötila ovat selittäneet merkitsevästi työajan menekkiä. Lisäksi merkitsevänä selittäjänä on yleensä joko siirtymisnopeutta tai työpäivän ajankohtaa kuvaava muuttuja, jotka molemmat, malliin yhdistettynä, kuvaavat työtahdin muutoksia. Työmenetelmä on muilla paitsi työntekijällä 3 ollut merkitsevä dikotoominen muuttuja. Luvun 22 (s. 12) systeemimalliin sovellettuna, voidaan todeta ympäristötekijöiden, työmenetelmän ja työsuoritusta säätelevän työntekijän sisäisen järjestelmän (päätös-, työkyky-, refleksit ja vaistot) vaikuttaneen työn tuotokseen.

Työntekijän ominaisuuksia kuvaavista muuttujista muodostettiin faktorit edellisessä luvussa kuvatulla tekniikalla. Faktoreiden keskinäisiä korrelaatioita pyrittiin alentamaan valitsemalla voimakkaimmin työajan menekin kanssa korreloivan ominaisuuden kanssa vektorin asettamistason määrittäjäksi eräissä tapauksissa muu kuin toiseksi parhaiten korreloiva ominaisuus. Ominaisuudet saivat seuraavat lataukset faktoreilla:

	lataus
1. "Työn suunnittelukyky"	
— älykkyys	0,83
— avaruudellinen kuvittelukyky	0,83
— havainnon valppaus	0,42
2. "Työn nopeatempoisten osien [1]) suorituskyky"	
— havainnon valppaus	0,79
— käsien koordinointikyky	0,79
— tekniset taipumukset	0,52
3. "Työn fyysisesti raskaiden osien suorituskyky"	
— Åstrand-indeksi	1,00
— ikä	— 0,40
4. "Asenne"	
— asenne työtä kohtaan	1,00
— elämänmyönteisyys	0,16
— tunnollisuus	— 0,30
5. "Suoriutumistarve"	
— suoriutumistarve	1,00
— epäneuroottisuus	— 0,83

Faktorien väliset korrelaatiot muodostuivat huomattavasti alhaisemmiksi kuin taimitarhatyössä, kuten taulukosta 6 nähdään.

[1]) Työn osa nimitystä käytetään tässä metsätyötieteen termistöön vakiintuneiden työvaiheiden sisältämistä tarkemmin määrittelemättömistä alaosista.

Taulukko 6. Faktoreiden 1—5 väliset korrelaatiot.
Table 6. Correlations between factors 1—5.

Faktori *Factor*	1	2	3	4
1	—			
2	0.44	—		
3	0.26	—0.23	—	
4	0.36	0.66	0.52	—
5	—0.56	—0.03	—0.35	—0.07

Työajan menekkiä kuvaavat regressiomallit saivat seuraavan muodon, kun selittäjinä käytettiin faktoreita:

Runkokohtainen työaika: R^2

$$y_A = 227.56 - 21.33x_{26}^{**} - 1.49x_{62}^{**} + 0.41\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right)^2 + 0.17x_{33}^{2*} - 2.63x_{60}^{**} + 16.21x_{30}^{**} \qquad 62.3\ \%$$

Kasausaika:

$$y_A = 84.66 - 6.75x_{26}^{**} - 0.17x_{62}^{**} - 0.0003\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right)^2 + 0.18x_{33}^{2*} - 1.78x_{60}^{**} + 5.13x_{30}^{**} \qquad 52.2\ \%$$

X_{60} = "Työn fyysisesti raskaiden osien suorituskyky"-faktori
X_{62} = "Asenne"-faktori

Mallien selitysasteet ovat hieman nousseet verrattuna malleihin, joissa alkuperäiset kykytestien tulokset olivat muuttujina.

Työntekijäkohtaisten mallien selitysasteet ovat, metsätyöntutkimusaineistoille ominaisen suuren hajonnan huomioon ottaen, verraten korkeita. Tosin niihin on päästy useilla transformaatioita ja suurta muuttujajoukkoa käyttäen, mutta vapausasteiden suuren lukumäärän huomioon ottaen menettely on perusteltua.

Residuaalitarkastelut osoittivat jakaantumat lievästi vinoiksi, mikä on tyypillistä työntutkimusaineistoille. Vinous oli kuitenkin niin lievää, ettei sen katsottu vaikuttavan tehtäviin johtopäätöksiin. Koska varianssi näytti kasvavan y-muuttujan kasvaessa, suoritettiin analyysit y:n logaritmitransformaatiolla. Se ei kuitenkaan vaikuttanut selittävien muuttujien merkitsevyyteen. Virheiden riippumattomuushypoteesi todettiin paikkansa pitäväksi 5 % riskillä Durbin—Watsonin testillä.

Työvaiheittaiset regressioanalyysit on esitetty liitteessä 4. Työntekijäkohtaisissa malleissa samat tekijät ovat selittäneet työajan menekkiä kuin runkokohtaistakin työaikaa. Työmenetelmä 1 on muilla paitsi työntekijällä 3 lyhentänyt merkitsevästi kasaustyöaikaa. Työntekijällä 3 työmenetelmä ei ole selittänyt merkitsevästi työaikaa. Silmävaraisesti voitiinkin huomioida, ettei työntekijä joko osannut tai

halunnut käyttää hyväksi työmenetelmän suomaa etua lyhentää kasausmatkaa. Työntekijöillä 3 ja 4 on kaatoaika ollut merkitsevästi pitempi työmenetelmässä 1 kuin 2. Tämän johtunee siitä, että on pyritty tarkempaan kaadon suuntaukseen. Työntekijällä 1 on menetelmän vaikutus kuitenkin ollut päinvastainen.

Työmenetelmittäisessä korrelaatioanalyysissä yli 0,5 kerroin saatiin työajanmenekin ja faktoreiden välille seuraavissa tapauksissa:

	Työm. 1	Työm. 2	Työm. 1	Työm. 2
	Runkokohtainen työaika		Kasausaika	
— "Työn fyysisesti raskaiden osien suorituskyky"-faktori	—	—	— 0,94	— 0,80
— "Asenne"-faktori	—	—	— 0,64	— 0,77
— "Suoriutumistarve"-faktori	— 0,54	— 0,61	—	—

Tuloksia on selitetty luvussa 35 (s. 85).

342. Sydämen sykkeeseen vaikuttavat tekijät

3421. Rullataimien leikkaus ja taimien nosto

Sydämen syketaajuutta kuvaamaan saatiin valikoivalla regressioanalyysillä seuraavat mallit:

	R^2
$y_1 = 71{,}9 + 32{,}6x_3^{***} + 5{,}45 \log x_{14}^{*} - 0.02x_{14}^{*}$	76,1 %
$y_2 = 175{,}3 + 28{,}5x_3^{*} + 0{,}0012x_7^{2*} - 2{,}28 \log x_7^{*}$	16,5 %
$y_3 = 1025{,}6 + 16{,}7x_3^{*} - 239{,}4 \log x_7^{*} + 1{,}8x_7^{*}$	55,0 %
$y_4 = 453{,}3 + 9{,}5x_3^{*} - 75{,}0 \log x_{14}^{**} + 0{,}2x_{14}^{*}$	70,0 %
$y_5 = 107{,}8 + 27{,}4x_3^{**} - 4{,}0 \log x_{14}^{*} + 0{,}0008x_7^{2*}$	57,3 %
$y_A = 267{,}3 + 21{,}3x_3^{***} + 0{,}9x_{22}^{**} - 75{,}9 \log x_7^{*} - 0{,}3x_{21}^{*}$ $- 0{,}004x_7^{2*} + 1{,}8x_7^{*} - 0{,}02x_{14}^{**} + 2{,}7 \log x_{14}^{*}$	53,7 %

y_i = työvaiheiden kestolla punnittu syketaajuus tehotyön aikana, kertaa/min
i = työntekijän numero
A = kaikki työntekijät
x_3 = työmenetelmä (1=1, 2=0)
x_7 = lämpötila, 0.1 C°
x_{14} = aika työn aloittamisesta lukien, 1/100 t
x_{21} = asennetestipistemäärä
x_{22} = Åstrand-indeksi
R^2 = selitysaste

Mallien selitysasteet ovat tyydyttäviä verrattuna siihen, mitä yleensä syketutkimuksissa on onnistuttu saamaan (esim. Vik 1971). Kaikki mukana olevat muuttujat ovat jossain analyysin vaiheessa selittäneet merkitsevästi y:n varianssia. Korrelaatioanalyysi osoittaa, että malleissa $y_1 \ldots y_4$ lämpötilan ja ajan korrelaatio on ollut korkea, joten niistä vain toinen on tullut mukaan malliin, vaikka molemmat saattavat olla merkitseviä selittäjiä kunkin työntekijän osalta. Mallissa y mukana olevat selittäjät x_{21} ja x_{22} korreloivat voimakkaasti useiden psykologisten ja fysiologisten muuttujien kanssa, joten johtopäätösten teko ilman faktoritarkastelua on erittäin vaikeaa.

Residuaalitarkastelu suoritettiin testiedellytysten voimassaolon selvittämiseksi. Virheiden jakautuma oli vain lievästi vino. Virheiden riippumattomuus oli Durbin—Watsonin-testin mukaan voimassa 5 % riskillä. Varianssien samansuuruisuus y-muuttujan arvojen suhteen näytti myös olevan voimassa.

Työntekijän ominaisuuksien vaikutuksen selvittämiseen käytettiin samoja faktoreita kuin työajanmenekinkin selvittämiseen. Käytettäessä faktoreita työntekijää kuvaavana muuttujana, saatiin valikoivassa regressioanalyysissä seuraava malli:

$$y_A = 92{,}9 - 7{,}59x_3^{**} + 0{,}34x_{23}^{**} + 0{,}19x_3x_7^{***} - 0{,}0057x_{14} + 0{,}15x_{24}^{**} - 0{,}00024x_7^{2**} \qquad R^2 = 53{,}4\ \%$$

x_{23} = "Työn raskaiden osien suorituskyky"-faktori
x_{24} = "Suoriutumistarve"-faktori

Mallin selitysaste on suunnilleen sama kuin mallin, jossa alkuperäiset testiarvot olivat selittäjinä. Korrelaatioanalyysi osoitti seuraavia korrelaatioiden olemassa olon faktoreiden ja sykkeen perusteella laskettujen kuormittumisprosenttien

välillä (vrt. lukua 3441). Asetelmaan on merkitty vain yli 0,5 arvoiset korrelaatiokertoimet. Asetelman luvut on laskettu ilman poikkeavaa työntekijää 4.

	Rullataimen leikkaus	Taimien nosto
"Työn suunnittelukyky"-faktori	— 0,67	—
"Työn nopeatempoisten osien suorituskyky"-faktori	— 0,56	—
"Työn fyysisesti raskaiden osien suorituskyky"-faktori	— 0,55	—
"Suoriutumistarve"-faktori	0,86	0,70

Regressiomallissa riippuvuuksien suunta on päinvastainen faktorin 3 osalta kuin korrelaatiotarkastelussa. Ero johtuu poikkeavan työntekijän 4 vaikutuksesta. Lähemmin tuloksia on selitetty luvussa 35. (s. 85).

3422. Kuitupuun teko palstatien varteen

Kuitupuun teossa sydämen syketaajuudelle saatiin seuraavat runkokohtaista, työvaiheiden kestolle painotettua, keskiarvoa kuvaavat regressiomallit:

$$y_1 = 141{,}96 + 0{,}10x_{30}x_{31}^{*} + 1{,}96x_{33}^{**} + 0{,}94x_{26} - 10{,}83\log x_{40}^{**} - 0{,}089x_{33}^{2**} + 0{,}23\frac{x_5}{x_{33}} \qquad R^2 = 31{,}0\ \%$$

$$y_2 = 112{,}13 + 0{,}98x_{26} + 0{,}17x_{30}^{*} + 0{,}26x_{33}^{*} + 0{,}90x_{31}^{*} + 0{,}55x_{38}^{**} \qquad R^2 = 10{,}1\ \%$$

$$y_3 = 130{,}73 - 10{,}96x_{26}^{*} + 0{,}21x_{30} - 0{,}82x_{33}^{*} + 10{,}24x_{31}^{**} - 0{,}000051x_{32}^{2*} + 1{,}36x_{40}^{2*} \qquad R^2 = 9{,}7\ \%$$

$$y_4 = 60{,}42 + 18{,}68x_{26}^{*} - 0{,}02x_{30} + 2{,}0x_{33}^{*} + 1{,}44x_{31}^{*} - 3{,}52x_{26}x_{33}^{*} - 0{,}79x_{40}^{2*} + 1{,}15x_{38}^{*} + 0{,}013\frac{x_5^{2*}}{x_{33}} \qquad R^2 = 12{,}0\ \%$$

$$y_5 = -142{,}34 - 8{,}70x_{26}^{*} - 0{,}76x_{33}^{*} + 0{,}30x_{30}^{*} + 1{,}61x_{31}^{*} + 9{,}75x_{38}^{*} - 0{,}0051\frac{x_5^2}{x_{33}} - 0{,}069x_{32}^{**} - 2{,}86x_{26}x_{31}^{*} \qquad R^2 = 68{,}2\ \%$$

$$y_A = 218{,}27 + 0{,}14x_{26} - 1{,}98x_{64}^{**} + 0{,}17\frac{x_5}{x_{33}} + 0{,}27x_{33}^{*} - 0{,}0045\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right)^{2*} - 3{,}52x_{40}^{**} - 2{,}54x_{46}^{**} \qquad R^2 = 36{,}6\ \%$$

Vastaavat yhtälöt kasaustyövaiheen lopussa havaituille sykearvoille ovat:

$$y_1 = 145{,}62 + 0{,}24x_{30}x_{31}^{**} + 0{,}40x_{33}^{**} + 0{,}89x_{26} - 0{,}75x_{40}^{2**} \qquad 29{,}5\ \%$$

$$y_2 = 109{,}18 - 3{,}72x_{26} + 0{,}72x_{30}^{**} + 0{,}15x_{33} - 1{,}26x_{31} + 0{,}58x_{38}^{**} \qquad 5{,}8\ \%$$

$$y_3 = 74{,}07 + 34{,}81x_{26}^{*} - 0{,}72x_{30}^{*} + 0{,}80x_{33}^{*} + 34{,}94x_{31}^{*} - 18{,}33x_{26}x_{31}^{**} - 0{,}14x_{32}^{*} + 14{,}62\ \log x_{30}^{**} - 4{,}84x_{31}^{2*} + 4{,}79\ \log x_{32}^{*} \qquad 27{,}8\ \%$$

$$y_4 = 101{,}53 + 2{,}85x_{26} + 0{,}20x_{30}^{*} - 0{,}0016x_{33} + 0{,}88x_{31} - 0{,}0097\frac{x_5^{2*}}{x_{33}} \qquad 6{,}4\ \%$$

$$y_5 = -90{,}40 + 11{,}79x_{26}^{*} + 15{,}4x_{33}^{**} + 1{,}36x_{30}^{**} + 2{,}74x_{31}^{*} - 1{,}47x_{33}^{2**} + 6{,}04x_{38}^{*} - 5{,}07x_{26}x_{33}^{*} - 0{,}0066\frac{x_5^{2*}}{x_{33}} \qquad 37{,}4\ \%$$

$$y_A = 115{,}10 - 3{,}60x_{26} + 0{,}69x_{30}^{**} + 0{,}16x_{33} - 1{,}20x_{31} + 0{,}60x_{38}^{*} + 0{,}12x_{51}^{*} - 2{,}1x_{46}^{*} \qquad 20{,}1\ \%$$

y_i = syke, kertaa/min, i = työntekijän n:o, A = kaikki työntekijät

x_{26} = työmenetelmä (1=1, 2=0)

x_5 = siirtymisaika, cmin

x_{30} = rungon tilavuus, 1/100 m^3

x_{31} = oksaisuusluokka

x_{32} = aika työpäivän alusta, 1/100 tuntia

x_{33} = siirtymismatka puulta puulle, m

x_{38} = lämpötila, C^o

x_{40} = työpäivän järjestysnumero

x_{46} = epäneuroottisuus

x_{51} = Åstrand-indeksi

x_{64} = ikä, v

R^2 = selitysaste

Taulukko 7. Kasojen koot ja keskimääräiset kasausmatkat työntekijöittäin ja menetelmittäin.
Table 7. Average volume of piles and bunching distances in different working methods.

Työntekijä, n:o *Worker, nr.*	Kasakoko, 0,01 m³ *Volume of pile, 0,01 m³*				Pölkkyjen kasausmatka, m *Bunching distance, m*			
	Työmenetelmä *Work method* 1		Työmenetelmä *Work method* 2		Työmenetelmä *Work method* 1		Työmenetelmä *Work method* 2	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	20.0	35.3	55.6	83.0	2.5	1.6	3.3	2.1
2	25.3	28.6	28.2	56.6	2.5	2.5	2.2	1.3
3	25.0	33.2	35.7	22.3	3,4	2,0	3,1	1.8
4	31.8	20.6	41.6	30.8	2.0	1.1	2.7	1.3
5	27.6	14.0	29.9	12.4	1.6	0.8	2.2	1.1
$\bar{x}$	25.9	26.3	38.2	41.0	2.4	1.6	2.7	1.5

$\bar{x}$ = keskiarvo, *mean*
s = keskihajonta, *standard deviation*

Kaikki tärkeimmiksi oletetut työvaikeustekijät esiintyvät malleissa. Yhtä poikkeusta lukuunottamatta rungon koon kasvu ja oksaisuuden lisääntyminen ovat lisänneet sykettä. Poikkeus työntekijän viisi osalta selittynee ainakin osittain rungon tilavuuden ja oksaisuuden välisen korrelaation avulla. Useimmissa malleissa esiintyy muuttujana myös joko työpäivän ajankohta tai työtahtia kuvaava siirtymisnopeus. Siirtymisnopeuden kasvu on luonnollisesti lisännyt sykettä. Samoin kuin työaikaakin kuvaavissa malleissa esiintyy myös eräissä tapauksissa työpäivän järjestysnumero osoittamassa sykkeen muutosta tutkimusjakson aikana.

Työmenetelmä ei ole vaikuttanut samanlailla kaikkien tekomiesten osalta. Työntekijöillä 1, 2 ja kasaussykkeen osalta 4 ei työmenetelmä ole merkitsevästi selittänyt sykkeen varianssia. Sen sijaan työntekijöiden 3 ja 5 syke on ollut työmenetelmää 1 tehtäessä alhaisempi kuin työmenetelmää 2. On mahdollista, että työntekijöiden 1, 2 ja 4 osalta syketaso on työmenetelmää 1 käytettäessä noussut kiivaamman työtahdin seurauksena, koska muissakin työvaiheissa kuin kasauksessa työmenetelmä on selittänyt työajan menekkiä merkitsevästi. Erityisesti työntekijöillä 2 ja 4 myös karsinta-aika on ollut pienempi työmenetelmässä 1.

Omalta osaltaan sitä, kuinka työntekijä on osannut käyttää kasausvyöhykettä ja kasan kokovaatimuksen alenemista hyväkseen, kuvaavat kasojen keskikoot ja keskimääräiset kasausmatkat eri menetelmissä.

Havaitaan, että työntekijöillä 2 ja 3 pölkkyjen kasausmatka on ollut työmenetelmää 1 tehtäessä suurempi kuin työmenetelmää 2 tehtäessä. Toisaalta heidän kohdallaan myös leimikon tiheys on ollut hieman pienempi työmenetelmää 1 tehtäessä. Tiheyttä kuvaava siirtymismatka onkin mukana regressiomalleissa. Kaikilla työntekijöillä on kasan koko pienempi käytettäessä työmenetelmää 1. Ero on t-testin mukaan tilastollisesti merkitsevä työntekijöillä 1, 3 ja 4.

Näin ollen kasojen kokoja ja keskimääräisiä pölkkyjen siirtelymatkoja tarkastelemalla ei löydetä syytä siihen, miksi joillakin työntekijöillä työmenetelmä ei ole selittänyt merkitsevästi sykettä. Sen sijaan aikaisempien tutkimusten palstalle ja ajouran varteen teon ajanmenekin eroon verrattuna (vrt. K a h a l a 1969) vyöhykekasauksen ja ajouran varteen kasauksen välillä työn tuotoserot eri menetelmissä ovat työntekijöillä 1, 2, 4 ja 5 suuret, joten on ilmeistä, että työmenetelmää 1 on tehty nopeammalla työtahdilla. Tähän viittaa myös se, että runkokohtaiset työajat ovat olleet prosentuaalisesti lähes yhtä paljon nopeampia kuin kasausajatkin työmenetelmää 1 tehtäessä. Kiivaampi työtahti voi selittää sen, ettei sykkeessä ole eroa kaikkien työntekijäin osalta.

Kun valikoivassa regressioanalyysissä käytettiin muuttujina faktoreita alkuperäisten testiarvojen sijasta päädyttiin malleihin:

Runkokohtainen syke:

$$y_A = 123{,}74 + 0{,}37x_{26} - 0{,}69x_{62}^{**} + 0{,}44x_{59}^{**} + 0{,}14\frac{x_5}{x_{33}} + 0{,}26x_{33}^{*} - 0{,}0034\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right)^{2*} - 2{,}79x_{40}^{**} \qquad R = 33{,}1\ \%$$

Kasaussyke:

$$y_A = 116{,}58 - 3{,}59x_{26} + 0{,}71x_{30}^{**} + 0{,}14x_{33} - 1{,}20x_{31} + 0{,}60x_{38}^{*} + 0{,}13x_{60} - 0{,}7x_{62} \qquad R = 22{,}7\ \%$$

x_{59} = "Työn nopeatempoisten osien suorituskyky"-faktori

x_{60} = "Työn fyysisesti raskaiden osien suorituskyky"-faktori

x_{62} = "Suoriutumistarve"-faktori

Selitysasteet ovat samaa suuruusluokkaa kuin mallien, joissa alkuperäiset testiarvot ovat muuttujina. Tuloksia on analysoitu tarkemmin luvussa 35. (s. 115).

Regressiomallien selitysasteet vaihtelevat verraten paljon, ja muutamaa poikkeusta lukuunottamatta selitysasteet ovat alhaisia. Residuaalitarkastelu osoitti, että testiedellytykset ovat voimassa.

Yli 0,5:n korrelaatiokertoimet työntekijän keskimääräisen kuormittumisprosentin ja eri faktoreiden välillä on esitetty seuraavassa asetelmassa.

	Runkokoht. k-%		K-% kasauksessa	
	Työmen. 1	Työmen. 2	Työmen. 1	Työmen. 2
"Työn suunnittelukyky"-faktori	0,99	0,83	—	—
"Työn nopeatempoisten osien suorituskyky"-faktorit	—	0,71	—	—
"Työn fyysisesti raskaiden osien suorituskyky"-faktori	—	—	0,89	0,73
"Asenne"-faktori	—	—	—	0,54
"Suoriutumistarve"-faktori	— 0,69	— 0,69	— 0,65	— 0,72
(Työtaito	—	—	— 0,76	— 0,64)

Voimakas, mutta alkuperäisen hypoteesin kanssa vastakkaismerkkinen korrelaatio vallitsee faktorin 1 ja runkokohtaisen kuormittumisen välillä. Eli työn suunnittelukyvyn, jossa tekijöinä ovat älykkyys, avaruudellinen kuvittelukyky ja havainnon valppaus, paraneminen on lisännyt kuormittumista. Koska vastaavaa negatiivista korrelaatiota työajan menekin suhteen ei ole havaittu, ei ilmiöitä voida selittää kiivaammalla työtahdillakaan, joten voidaan vain todeta, ettei alkuperäinen hypoteesi saa tukea. Sama voidaan todeta faktorin 2 ja kuormittumisen välisestä korrelaatiosta. Sen sijaan "asenne"-faktorin ja kuormittumisen positiivinen korrelaatio voidaan selittää kiivaamman työtahdin aiheuttamaksi.

Hyvä fyysinen suorituskyky näyttää nostaneen kuormittumista. Sen sijaan suoriutumistarpeen kasvu on sitä alentanut, samoin subjektiivisesti arvioitu työtaito kasaustyövaiheessa. Tarkemmin tuloksia on analysoitu luvussa 35 (s. 85).

343. Suhteellinen työaika ja siihen vaikuttavat tekijät

3431. Rullataimien leikkaus ja taimien nosto

Taulukossa 8 on esitetty rullataimien leikkauksen ja männyn taimien noston keskimääräiset ja suhteelliset työajan menekit sekä regressiomuuttujien suhteen tasoitetuista keskiarvoista lasketut suhteelliset työajan menekit rulla- ja nippukohtaisina tehoaikoina.

Keskiarvojen suhteellinen varianssi on tässä aineistossa pienempää kuin esim. Vöry (1954) raportoi puutavaran hakkuusta. Arvosteltaessa tuloksia variaatiokertoimella todetaan, että tehotyöaikojen keskiarvot ovat hajonneet vähemmän kuin suhteellinen työaika. Taimien noston osalta ero on tilastollisesti merkitsevä.

Keskiarvojen tasoitus regressiomuuttujilla on lisännyt suhteellista hajontaa molemmissa tapauksissa ja taimien noston kohdalla ero on 10 % riskillä tilastollisesti merkitsevä. Regressiomuuttujien suhteen tasoitetut suhteelliset työajat ovat hajonneet vähemmän kuin regressiomuuttujien suhteen tasoitetut tehotyöajat molemmissa työmuodoissa, mutta suurempikin ero, suhteellisen työajan ja rullataimien leikkauksen työajan välinen, on merkitsevä vasta 25 % riskillä.

Taulukko 8. Tehotyöajan menekit sekä suhteelliset työajat rullataimien leikkauksessa ja männyn taimien nostossa.

Table 8. Effective and relative working times in nursery work.

Työntekijä, no *Worker, no.*	Tehotyöaika, cmin *Effective working time*, cmin		Suhteellinen työaika *Relative working time*		Regr. muuttujien suhteen tasoitetut tehotyöajat *Effective working time, adjusted in relation to regression variables*		Regr. muuttujien suhteen tasoitetut suhteelliset työajat *Relative working time, adjusted in relation to regression variables*	
	Rullien leikkaus *Cutting of rolls*	Taimien nosto *Lifting of seedlings*	Rullien leikkaus *Cutting of rolls*	Taimien nosto *Lifting of seedlings*	Rullien leikkaus *Cutting of rolls*	Taimien nosto *Lifting of seedlings*	Rullien leikkaus *Cutting of rolls*	Taimien nosto *Lifting of seedlings*
1	70	117	100	167	65	127	100	195
2	110	117	100	106	80	117	100	146
3	72	119	100	165	103	149	100	145
4	78	140	100	180	79	105	100	133
5	112	118	100	105	53	95	100	179
$\bar{x}$	88.4	122.2	100	144.6	76.0	118.6	100	159.6
SD	20.8	10.1	—	36.2	18.7	20.9	—	26.1
CV	23.5	8.3	—	25.0	24.6	17.6	—	16.3
DI								

$\bar{x}$ = Keskiarvo, *Mean*
SD = Keskihajonta, *Standard deviation*
CV = Variaatiokerroin, *Coefficient of variation*
DI = Merkitsevät erot on merkitty hakasilla (riski 0,05) [1]). *Significant differences (risk 0,05).*

[1]) Erojen merkitsevyys on testattu kaavalla $F = (CV_1)^2/(CV_2)^2$ (vrt. Mäkinen 1974). Testaus on yhdensuuntainen eli onko $CV_1 > CV_2$.

Vertailevan aikatutkimuksen perinteellinen tulkinta ei saa tukea tästä aineistosta. Kuitenkin käytettäessä regressiomuuttujia keskiarvojen tasoitukseen näyttäisi suhteellisten työaikojen käyttö pienentävän suhteellista hajontaa, vaikka tätä hypoteesia ei ole voitu tilastollisesti hyväksyä. Toisaalta kuitenkin on huomattava vapausasteiden pieni lukumäärä, joka tekee testistä "varovaisen". Regressiotasoituksen käyttö työmenetelmiä verrattaessa on perusteltu lähtökohta, koska ei ole tarkoituksenmukaista suorittaa työajan menekkivertailua erilaisista olosuhteista kerätystä aineistosta yrittämättä muuntaa tuloksia samalla työvaikeustasolle. Kaikki työntekijäkohtaiset työaikojen erot ovat saman suuntaisia, joten siinä suhteessa vertailevan työntutkimuksen periaate näyttää relevantilta.

Suhteellisten työaikojen eroja pyrittiin selittämään samoilla faktoreilla kuin tehotyöaikojakin. Taulukossa 9 on esitetty keskiarvojen ja regressioyhtälöiden perusteella laskettujen suhteellisten tehotyöaikojen ja faktoreiden väliset korrelaatiot.

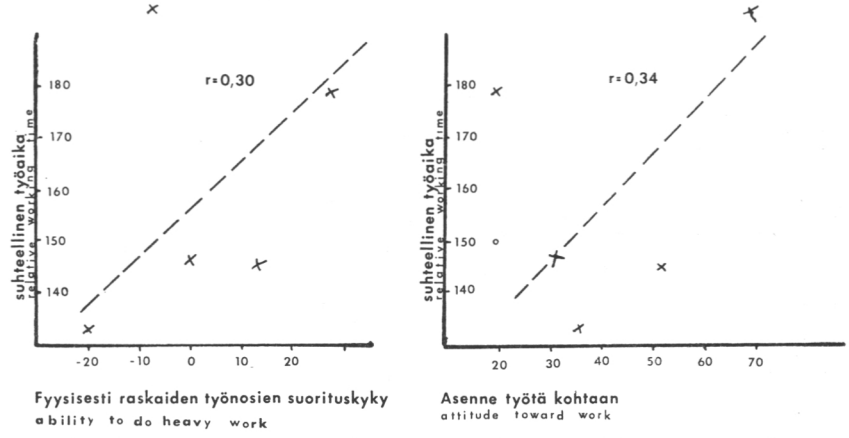
Parhaiten suhteellista työajan eroa on selittänyt "asenne"-faktori. Regressiomuuttujien suhteen tasoitettujen työaikojen eron ja faktoreiden 2 ja 3 välillä on

Taulukko 9. Suhteellisten tehotyöaikojen ja koehenkilöitä kuvaavien faktoreiden väliset korrelaatiokertoimet taimitarhatyössä.
Table 9. Correlations between relative working times and factors descriping workers in nursery work.

Suhteellinen tehotyöaika *Relative working time*	Faktori, no *Factor, no.*				
	1	2	3	4	5
Keskiarvojen perusteella ..... *Calculated by means*	—0.16	—0.22	—0.64	0.67	0.58
Regressiomuuttujien suhteen tasoitettuna *Adjusted in relation to regression variables* ..	0.07	0.27	0.30	0.34	—0.09

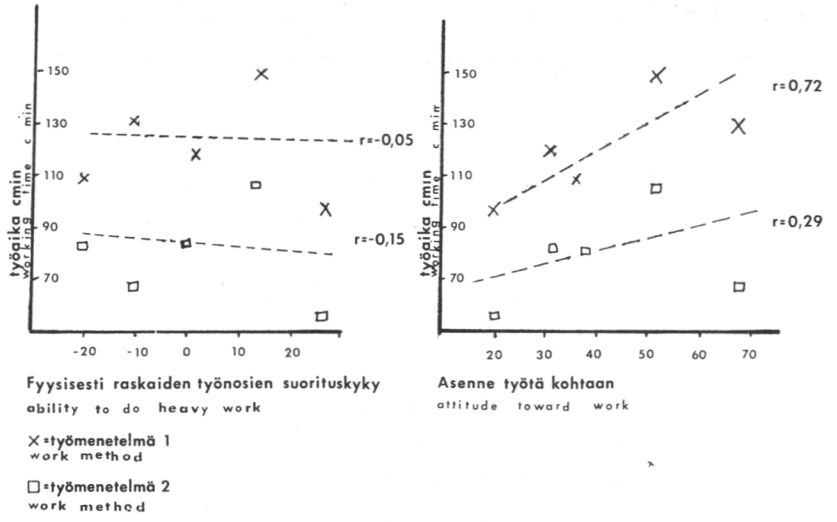
myös lievä riippuvuus, mutta mitkään korrelaatiokertoimet eivät osoittaudu merkitseväksi edes 10 % riskitasolla.[1])

Kuvassa 6 on esitetty regressiomuuttujien suhteen tasoitettujen työaikojen eron ja faktoreiden 3 ja 4 väliset riippuvuudet. Työmenetelmien työajanmenekkien suhteellinen ero näyttää kasvaneen sekä fyysisen suorituskyvyn että positiivisten asenteiden vahvistuessa. Kuvasta 7 voidaan todeta, ettei fyysinen suorituskyky näytä olevan selvästi riippuvuussuhteessa työajan menekin kanssa kummassakaan työmenetelmässä. Sen sijaan "asenne"-faktori näyttää selittävän työajan menekkiä paremmin. Korrelaatiokerroin "asenne"-faktorin ja taimien noston työajan menekin välillä on verraten vahva 0,72 ja poikkeaa n. 15 % riskillä nol-



Kuva 6. Suhteellisen tehotyöajan ja eräiden työntekijää kuvaavien faktoreiden väliset riippuvuudet taimitarhatyössä.
Figure 6. Correlations between relative productive working time and some factors illustrating the worker, nursery work.

[1]) Merkitsevyyttä testattiin kaavalla $t = |r| \cdot \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$



Kuva 7. Tehotyöajan ja eräiden työntekijää kuvaavien faktoreiden väliset riippuvuudet taimitarhatyössä.

Figure 7. Correlations between productive working time and some factors illustrating the worker, nursery work.

lasta. Toisin sanoen työtä kohtaan koettu asenne on vaikuttanut fyysisesti kevyemmän työmenetelmän kyseessä ollen siten, että positiivisen asenteen voimistuessa työn tuotos on pienentynyt. Sen sijaan fyysisesti raskaamman työmenetelmän eli rullataimien leikkauksen työajan menekkiin asenne-faktorilla ei ole ollut yhtä selvää vaikutusta.

Vastaavasti "suoriutumistarve"-faktorin ja työajan menekin välillä on negatiivinen korrelaatio taimien nostossa, mutta rullataimien leikkauksessa ei ole selvää korrelaatiota em. muuttujien välillä.

3432. Kuitupuun teko palstatien varteen

Taulukkoon 10 on koottu keskimääräiset ja suhteelliset työajan menekit sekä regressiomuuttujien suhteen tasoitetut keskiarvot ja niistä lasketut suhteelliset työajan menekit menetelmiä 1 ja 2 käytettäessä.

Keskiarvojen suhteellinen varianssi on ollut suunnilleen samaa luokkaa kuin taimitarhatyössä eli selvästi alle V ö r y n (1954) käsisaha-aikakaudelta raportoimien variaatiokertoimien. Sen sijaan S a m s t e i n ym. (1969) julkaisusta voidaan laskea vain n. 13 % variaatiokertoimia. Tehotyöaikojen keskiarvojen ja suhteellisen työajan hajontojen välillä ei ole samansuuntaista eroavuutta tai tilastollisesti merkitseviä eroja. Myöskään siitä, lisääkö tai vähentääkö regressiotasoitus suhteellista hajontaa, ei tulosten valossa voida tehdä johtopäätöksiä.

Taulukko 10. Tehotyöajan menekit sekä suhteelliset työajat runkokohtaisina ja kasaustyövaiheen osalta työmenetelmiä 1 ja 2 käytettäessä kuitupuun teossa.
Table 10. Effective and relative working times in making pulpwood.

Työntekijän no *Worker, no.*	Tehotyöaika, cmin *Effective working time, cmin*		Suhteellinen tehotyöaika *Relative working time*		Regr. muuttujien suhteen tasoitetut tehotyöajat, cmin *Effective working time, adjusted in relation to regression variables*		Regr. muuttujien suhteen tasoitetut suhteelliset työajat *Relative working time, adjusted in relation to regression variables*	
	Työmen. *Work method* 1 $\bar{x}$	Työmen. *Work method* 2 $\bar{x}$	Työmen. *Work method* 1	Työmen. *Work method* 2	Työmen. *Work method* 1	Työmen. *Work method* 2	Työmen. *Work method* 1	Työmen. *Work method* 2
Runkokohtaiset työajat, *Per-stem working times*								
1	220	293	100	133	268	305	100	114
2	176	185	100	105	189	202	100	107
3	242	250	100	103	307	316	100	103
4	220	227	100	103	157	175	100	111
5	171	304	100	178	337	373	100	111
$\bar{x}$	206	252	100	124	252	274	100	109
SD	30.8	48.7	—	32.5	76.6	82.9	—	4.2
CV	15.0	19.3	—	26.2	30.4	30.3	—	3.9
DI								
Kasauksen työajat — *Working times in bunching*								
1	45	70	100	156	59	74	100	125
2	41	43	100	105	38	41	100	108
3	79	84	100	106	87	86	100	99
4	71	72	100	101	70	76	100	109
5	50	77	100	154	71	77	100	108
$\bar{x}$	57	69	100	124	65	71	100	110
SD	16.7	15.6	—	28.0	18.1	17.2	—	9.4
CV	29.5	22.6	—	22.6	27.8	24.2	—	8.5
DI								

$\bar{x}$ = Keskiarvo, *Mean*
SD = Keskihajonta, *Standard deviation*
CV = Variaatiokerroin, *Coefficient of variation*
DI = Merkitsevät erot merkitty hakasilla (riski 0,05), *Significant differences (risk 0,05)*

Taulukko 11. Suhteellisten regressiomuuttujien suhteen tasoitettujen tehotyöaikojen ja koehenkilöitä kuvaavien faktoreiden väliset korrelaatiotoimet kuitupuun teossa.
Table 11. Correlations between relative, regression adjusted working times and factors describing workers in making pulpwood.

Suhteellinen tehotyöaika *Relative working time*	Faktori, no *Factor, no.*				
	1	2	3	4	5
Runkokohtainen — *Per-stem*	—0.11	—0.84✕	0.55	—0.33	—0.41
Kasaustyövaiheen — *In bunching*	0.38	—0.59	0.63	—0.17	—0.69

✕ Poikkeaa merkitsevästi nollasta 10 % riskillä — *Significant correlation (risk 0,10)*

Sen sijaan regressiomuuttujilla tasoitetuista keskiarvoista lasketut suhteelliset työajat ovat hajonneet 5 % riskillä merkitsevästi vähemmän kuin itse regressiomuuttujien suhteen tasoitetut työmenetelmittäiset keskiarvot. Näin ollen vertailevan aikatutkimuksen periaate saa siltä osin tukea, että työvaikeustekijöiden suhteen samalle tasolle tasoitettujen suhteellisten työaikojen käyttö tutkimustuloksina pienentää suhteellista hajontaa verrattuna siihen, että käytetään menetelmäkohtaisia työaikoja. Saman suuntainen, mutta tilastollisesti ei-merkitsevä tulos saatiin myös taimitarhatyössä. Kuitenkaan vertailevan aikatutkimuksen jyrkempi tulkinta, jonka mukaan suhteelliset työajat eivät työntekijöittäin tai pienien työntekijäryhmien keskiarvoina eroaisi toisistaan käytännöllisesti katsoen ollenkaan, ei saa tukea tästä aineistosta. Suurimmillaan ero kahden työntekijän välillä on 13 %.

On luonnollista, että vasta kun molempien työmenetelmien osalta tulokset "tasoitetaan" samalle työvaikeustasolle, menetelmien vertailu on oikeutettua. Täten se, ettei vertailevan aikatutkimuksen periaate toteutunut miltään osin pelkkiä aritmeettisiä keskiarvoja vertailemalla, on selitettävissä sillä, että työntekijöittäin menetelmien väliset työvaikeuserot ovat vaihdelleet.

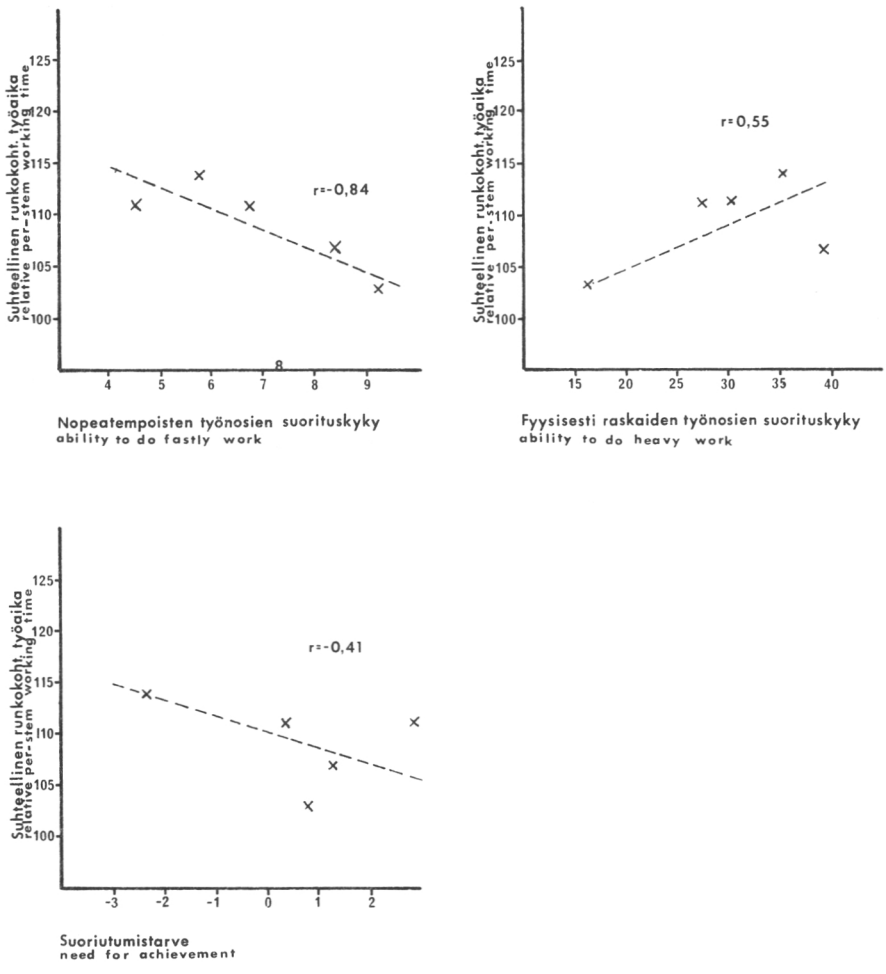
Suhteellisten työaikojen ja tehotyöaikojen analysoinnin yhteydessä esitettyjen faktoreiden korrelaatiot ilmenevät oheisesta taulukosta 11.

Faktorit näyttävät selittävän suhteellista työaikaa vähän paremmin kuin taimitarhatyössä. Kuitenkin pienistä vapausasteiden lukumääristä johtuen vain "työn nopeatempoisten osien suorituskyky"-faktori korreloi 10 % riskillä merkitsevästi suhteellisen runkokohtaisen työajan kanssa. Tämän faktorin lisäksi vähän heikompi, mutta molempien suhteellisten työaikojen suhteen samansuuntainen, riippuvuus näyttää olevan faktoreilla: "fyysisesti raskaiden työn osien suorituskyky" ja "suoriutumistarve".

Kuvassa 8 on havainnollistettu suhteellisten työaikojen ja faktoreiden välisiä riippuvuuksia. Kun samanaikaisesti tarkastellaan työmenetelmittäisten työaikojen ja faktoreiden välisiä riippuvuuksia, voidaan havaita faktorin 2 vaikuttaneen ennen kaikkea muuhun kuin kasaustyöhön. Korrelaatiot kasaustyöajan menekin kanssa ovat erittäin heikot. Kuvasta 9 voidaan havaita, että faktori 2:n arvon lisäys näyttää lisäävän työajan menekkiä suunnilleen yhtä paljon kummassakin menetelmässä, mutta korrelaatiot ovat verraten heikkoja. Täten mitä suuremmaksi työajat muodostuvat sitä pienemmäksi muuttuu niiden suhteellinen ero. "Työn nopeatempoisten osien suorituskyky"-faktori on siis korreloinut negatiivisesti työn tuotokseen muussa kuin kasaustyövaiheissa, josta suhteellisten työajan erojen korrelaatiokin sen kanssa johtuu.

Koska työaikojen ja faktorin 2 väliset korrelaatiot ovat heikkoja ja alkuperäisen hypoteesin suhteen vastakkaismerkkisiä, on kyseenalaista voidaanko näin pienen vapausastemäärän kyseessä ollen pitää suhteellisenkaan työajan ja faktorin 2 välistä korrelaatiota relevanttina.

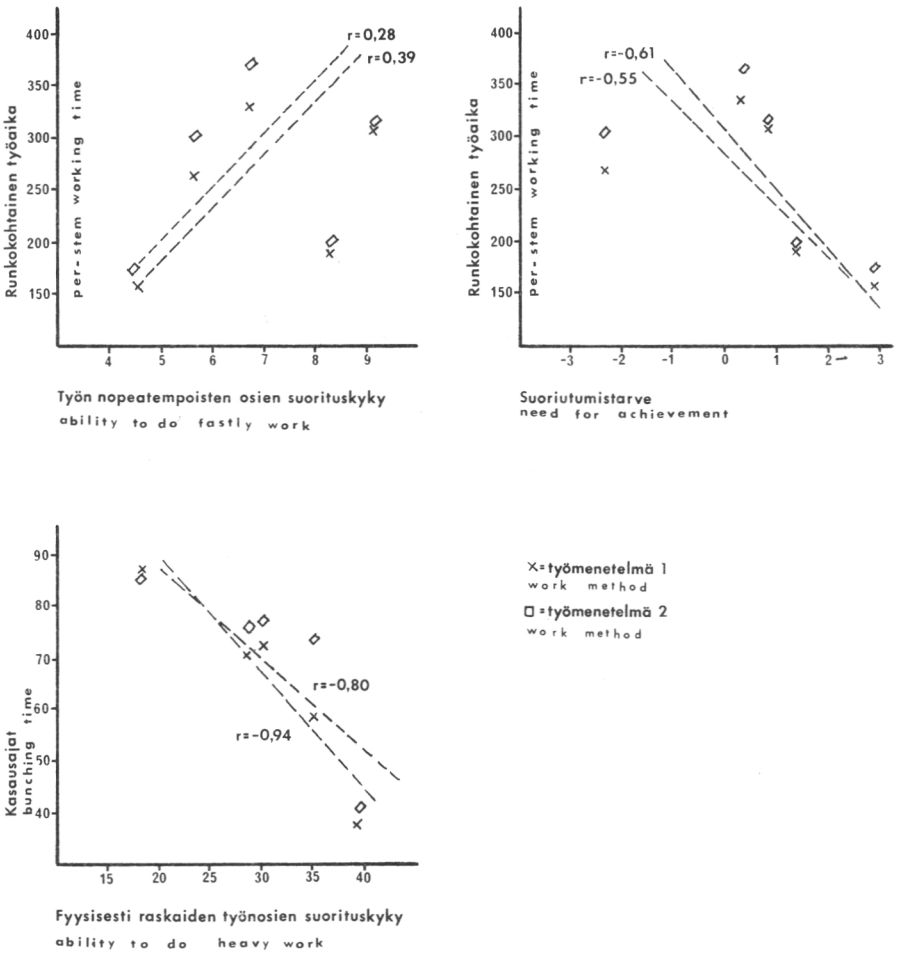
Kasausaikojen ja faktorin 3 väliset korrelaatiot ovat verraten vahvat ja regressio näyttää jyrkemmältä nopeammassa työmenetelmässä 1, mikä selittää sen, että



Kuva 8. Suhteellisten teho-työaikojen ja eräiden työntekijää kuvaavien faktoreiden väliset riippuvuudet kuitupuun teossa.

Figure 8. Correlations between relative productive working times and some factors illustrating the worker, cutting of pulpwood.

työaikojen kasvaessa ja fyysisen suorituskyvyn aletessa työaikojen suhteellinen ero pienenee. Suoriutumistarpeen ja työajan korrelaatio on saman suuntainen kuin edellä kuvattukin, mutta regressio on jyrkempi raskaamman työmenetelmän 2 kanssa, mikä selittää positiivisen korrelaation.



Kuva 9. Tehotyöaikojen ja eräiden työntekijää kuvaavien faktoreiden väliset riippuvuudet kuitupuun teossa.

Figure 9. Correlations between productive working time and some factors illustrating the worker, cutting of pulpwood.

344. Suhteellinen syke ja kuormittuminen sekä niihin vaikuttavat tekijät

3441. Rullataimien leikkaus ja taimien nosto

Taulukossa 12 on esitetty rullataimien leikkauksessa ja männyn taimien nostossa havaitut keskimääräiset ja suhteelliset sydämen syketaajuudet sekä regressiomuuttujien suhteen tasoitetut sykkeet sekä niistä lasketut suhteelliset sykkeet.

Taulukko 12. Sydämen syketaajuudet sekä suhteelliset sykearvot rullataimien leikkauksessa ja männyn taimien nostossa.

Table 12. Pulse rates and relative pulse rates in nursery work.

Työn tekijä, no *Worker, no.*	Syke/min *Pulse rate*		Suhteellinen syke *Relative pulse rate*		Regr. muuttujien suhteen tasoitetut sykkeet *Pulse rate, adjusted in relation to regression variables*		Regr. muuttujien suhteen tasoitetut suhteelliset sykkeet *Relative, regression adjusted pulse rate*	
	Rulla-taimien leikkaus *Cutting of rolls* $\bar{x}$	Taimien nosto *Lifting of seedling* $\bar{x}$	Rulla-taimien leikkaus *Cutting of rolls*	Taimien nosto *Lifting of seedling*	Rulla-taimien leikkaus *Cutting of rolls*	Taimien nosto *Lifting of seedling*	Rulla-taimien leikkaus *Cutting of rolls*	Taimien nosto *Lifting of seedling*
1	122	97	100	80	129	97	100	75
2	114	99	100	87	109	80	100	74
3	130	100	100	77	103	87	100	84
4	98	97	100	99	94	84	100	90
5	123	105	100	85	126	98	100	78
$\bar{x}$	117.4	99.6	100	85.6	112.0	89.2	100	80.2
SD	12.2	3.3	—	8.5	15.0	8.0	—	6.7
CV	10.4	3.3	—	9.9	13.3	8.9	—	8.3
DI								

$\bar{x}$ = Keskiarvo, *Mean*
SD = Keskivirhe, *Standard deviation*
CV = Variaatiokerroin, *Cofficient of variation*
DI = 5 % riskillä merkitsevät erot on merkitty hakasilla, *Significant differences (risk 0.05)*

Kevyemmässä työssä eli männyn taimien nostossa sykekeskiarvojen hajonta on ollut huomattavasti vähäisempää kuin rullataimien leikkauksessa, joskaan ero ei regressiotasoituksen jälkeen ole enää merkitsevä kuin 25 % riskillä. Puutavaran teossa sykkeen suhteelliset hajonnat ovat Loonin ym. (1971) mukaan olleet 9 % luokkaa, ja Samsetin ym. (1969) julkaisusta voidaan laskea 6 . . . 10 % suhteellisia hajontoja, joihin nähden tässä saadut hajonnat ovat samaa suuruusluokkaa. Variaatiokertoimella arvosteltuna suhteellisen sykkeen hajonta on merkitsevästi suurempi kuin taimien nostossa havaittu. Rullataimien leikkauksen suhteen ero on päinvastainen, mutta ei tilastollisesti merkitsevä. Regressiotasoitus on lisännyt suhteellista hajontaa. Regressiomuuttujien suhteen tasoitetuista keskiarvoista laskettu suhteellinen syke on hajonnut vähemmän kuin työmenetelmäkohtaiset tasoitetut keskiarvot. Kuitenkin suurempikin ero on merkitsevä vasta 25 % riskillä, mutta testituloksia arvosteltaessa on jälleen muistettava vapausasteiden pieni lukumäärä.

Vertailevan työntutkimuksen periaate on täten saanut tukea vain siltä osin, että työmenetelmien väliset syke-erot ovat samansuuntaisia ja regressiotasoituksen jälkeen suhteellisen sykkeen varianssi on vähän pienempi kuin työmenetelmäkohtaisten sykekeskiarvojen.

Taulukko 13. Regressiomuuttujien suhteen tasoitettuja sykekeskiarvoja vastaavat kuormittumisprosentit rullataimien leikkauksessa ja männyn taimien nostossa.
Table 13. Work strain procents corresponding regression adjusted pulse rates.

Työntekijä, no *Worker, no*	Kuormittumis-% *Work strain procent*		Suhteellinen kuormittumis-% *Relative work strain procent*	
	Rullataimien leikkaus *Cutting of rolls*	Taimien nosto *Lifting of seedling*	Rullataimien leikkaus *Cutting of rolls*	Taimien nosto *Lifting of seedling*
1	50	15	100	30
2	38	14	100	37
3	25	12	100	48
4	12	2	100	17
5	38	16	100	42
$\bar{x}$	23.6	11.8	100	34.8
SD	14.5	5.7	—	11.9
CV	44.5	48.3	—	34.2
DI				

$\bar{x}$ = Keskiarvo, *Mean*
SD = Keskihajonta, *Standard deviation*
CV = Variaatiokerroin, *Coefficient of variation*
DI = 5 % riskillä merkitsevät erot merkitty hakasillä, *Significant differences (risk 0.05)*

Työntekijöittäin määritettiin submaksimaalisella pyöräergometritestillä sykekeskiarvoja vastaavat kuormittumisprosentit, jotka saatiin työsykkeen ja leposykkeen erotuksen suhteena laboratoriossa mitatun maksimi- ja leposykkeen erotukseen. Tämän tunnuksen käyttökelpoisuus on seurausta siitä, että raskassa ruumiillisessa työssä hapenkulutus on yleensä lineaarisessa riippuvuussuhteessa sykkeen kanssa (esim. Samset ym. 1969).

Taulukosta 13 voidaan todeta, että kuormittumisprosentti on hajonnut suhteellisesti enemmän kuin sykekeskiarvot. Saman suuntainen tulos voidaan havaita myös Samsetin (1969) ja Loonin ym. (1971) julkaisuista. Näistä ensin mainitun mukaan voidaan laskea hapenkulutusprosentin variaatiokertoimeksi arvoja 13 . . . 21 % ja jälkimmäisessä energian kulutuksen sisäisen hajonnan on todettu nousevan yli 20 %. Tässä aineistossa variaatio oli vielä suurempaa, johon on voinut vaikuttaa submaksimaalisen testin epätarkkuus (vrt. esim. Partanen ym. 1969). Kaiken kaikkiaan raskaanpaa työtä eli rullataimien leikkausta on osittain tehty sellaisella kuormittumistasolla, joka lienee ylikuormittumisrajalla tai lähellä tuota rajaa ja samalla myös työn miellyttävyysrajan tuntumassa (vrt. Andersen ym. 1970).

Suhteellinen kuormittumisprosentin hajonta oli pienempi kuin menetelmäkohtaisten prosenttien, mutta suurempikin ero on vain 25 % riskillä merkitsevä. Vertailevan työntutkimuksen periaate saa tässäkin tapauksessa tukea vain erojen samansuuntaisuuden osalta, ja vain hypoteettisesti voidaan olettaa suhteellisten arvojen varianssi keskiarvojen varianssia pienemmäksi.

Suhteellisen sykkeen ja kuormittumisprosentin sekä työntekijöitä kuvaavien faktoreiden väliset korrelaatiot on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 14. Suhteellisten regressiomuuttujilla tasoitettujen sykekeskiarvojen ja kuormittumisprosenttien korrelaatiot työntekijää kuvaavien faktoreiden kanssa taimitarhatyössä.

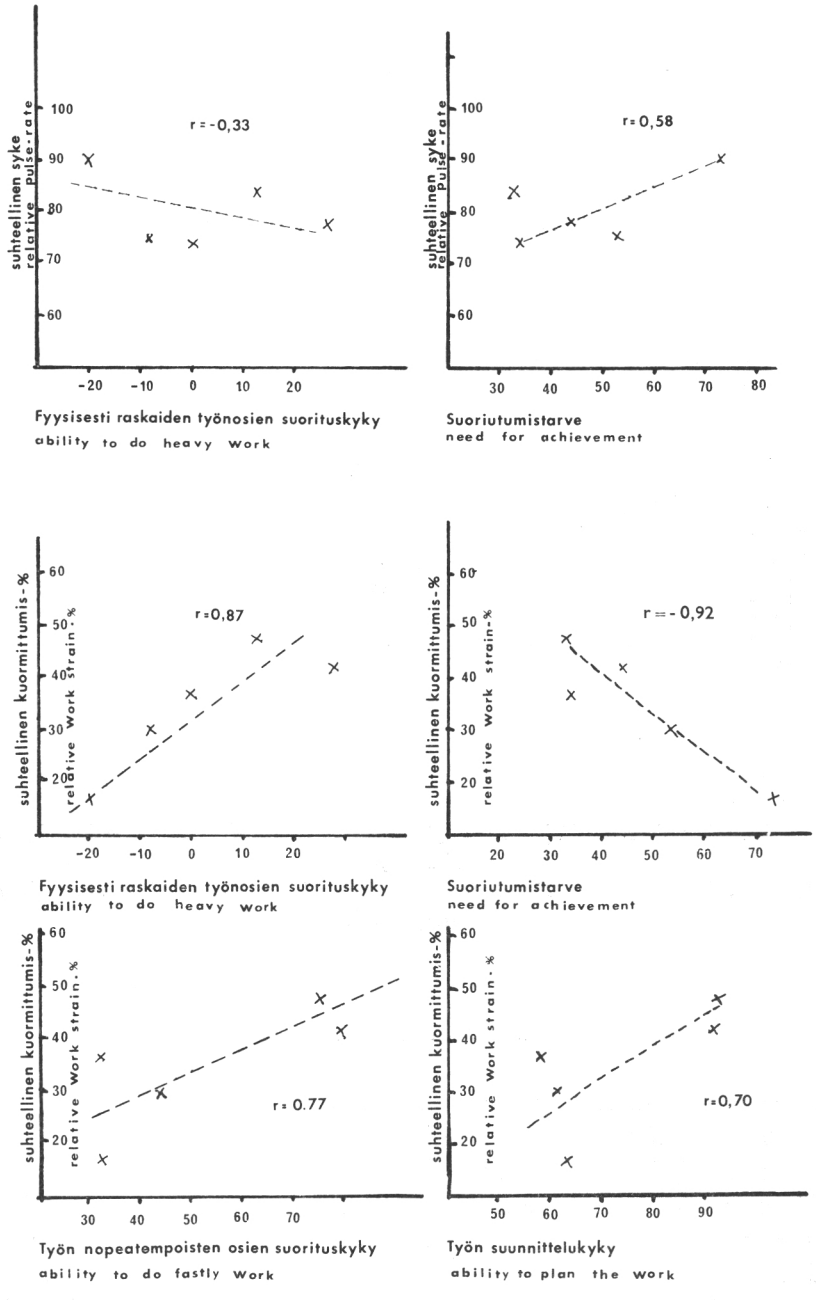
Table 14. Correlation between relative pulse rates, relative work strain procents and factors describing workers in nursery work.

	Faktori, no, *Factor, no.*				
	1	2	3	4	5
Syke — *Pulse rate*	0.18	0.01	—0.33	—0.10	0.58
Kuormittumis-% — *Work strain procent* ..	0.70	0.77	0.87✕	—0.07	—0.92✕

✕ Merkitsevästi nollasta poikkeavia 5 % riskillä
Significant correlations (risk 0,05)

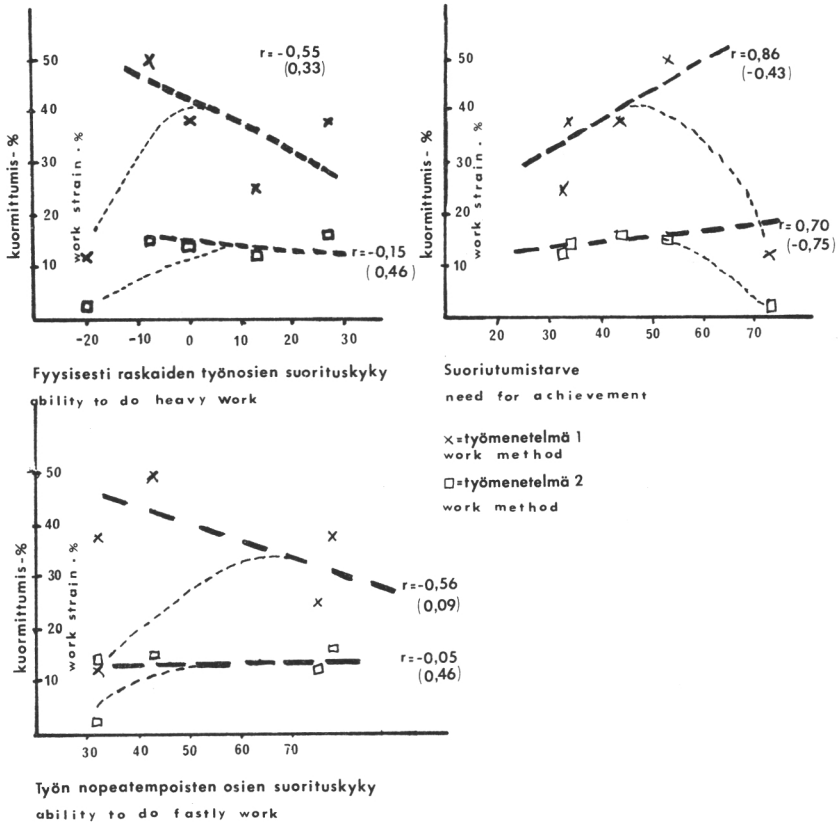
Sykekeskiarvojen suhteellisiin arvoihin näyttävät vaikuttaneen "suoriutumistarve"- ja "fyysisesti raskaiden työn osien suorituskyky"-faktorit. Korrelaatiot ovat kuitenkin verraten heikkoja ja kuormittumisprosentin vastaaviin korrelaatioihin nähden vastakkaismerkkisiä. Sen sijaan kuormittumisprosentin ja vastaavien faktoreiden korrelaatiot ovat tilastollisesti merkitseviä, ja myös faktoreiden 1 ja 2 osalta on saatu verraten suuri korrelaatiokerroin. Kuormittumisprosenttia pidetäänkin yleisesti sykettä parempana elimistön fysiologisen tilan selittäjänä (vrt. Lundgren 1969).

Kuvassa 10 on esitetty suhteellisten sykearvojen ja faktoreiden 3 ja 5 väliset riippuvuudet, joista voidaan todeta verraten heikot regressiot. Kuvasta 10 nähdään myös kuormittumisprosentin ja faktoreiden 1 . . . 3 ja 5 väliset riippuvuudet, joista erikoisesti faktorit 3 ja 5 näyttävät selittävän suhteellista kuormittumista voimakkaan regression välityksellä. Kuvassa 11 on havainnollistettu kuormittumisprosentin riippuvuutta faktoreista 2, 3 ja 4. Havaitaan, että työntekijän 4 arvot poikkeavat tasollisesti huomattavasti muista ja pienen vapausastemäärän vuoksi yksi poikkeava havainto muuttaa täysin regression ja huonontaa korrelaatiota (luvut suluissa). Jos poikkeava havainto jätetään ottamatta huomioon näyttää suorituskyvyn ja psykomotooristen kykyjen kasvaessa kuormittuminen alenevan raskaamman työmenetelmän kyseessä ollen. Sen sijaan suoriutumistarpeen voimistuessa näyttää työntekijä kuormittavan itsenään enemmän. Kevyemmän työmenetelmän yhteydessä eivät faktorit näytä yhtä hyvin selittävän kuormittumista.



Kuva 10. Suhteellisten sykearvojen ja kuormittumisprosenttien sekä eräiden työntekijää kuvaavien faktoreiden väliset riippuvuudet taimitarhatyössä.

Figure 10. Correlations between relative pulse-rate values and strain percentages and some factors illustrating the worker, nursery work.



Kuva 11. Kuormittumisprosentin ja eräiden työntekijää kuvaavien faktoreiden väliset riippuvuudet taimitarhatyössä.

Figure 11. Correlations between the strain percentage and some factors illustrating the worker, nursery work.

3442. Kuitupuun teko palstatien varteen

Syketaajuuksien keskiarvot ja suhteelliset arvot sekä regressiomuuttujien suhteen tasoitetut keskiarvot ja niistä lasketut suhteelliset arvot on esitetty taulukossa 15 työntekijöittäin ja työmenetelmittäin.

Sykkeen suhteelliset hajonnat ovat tässä aineistossa samaa suuruusluokkaa kuin aikaisemmissakin tutkimuksissa (vrt. Samset ym. 1969, Loon ym. 1971). Suhteellisten sykearvojen hajonta on merkitsevästi pienempää kuin työmenetelmäkohtaisten keskiarvojen. Sama suunta on havaittavissa myös regressiotasoituksen jälkeen, joskin ero on merkitsevä vasta 10 % riskitasolla. Saman suuntainen, mutta tilastollisesti ei-merkitsevä tulos saatiin myös taimitarhatyöstä regressiotasoituksen jälkeen.

Taulukko 15. Sydämen syketaajuudet sekä suhteelliset sykearvot työmenetelmittäin kuitupuun teossa.

Table 15. Pulse rates and relative pulse rates in making pulpwood.

Runkokohtaiset painotetut sykkeet, *Weighted, per-stem pulse rate*

Työntekijä, no *Worker, no.*	Syke/min *Pulse rate*		Suhteellinen syke *Relative pulse rate*		Regr. muuttujien suhteen tasoitetut sykkeet *Pulse rate, adjusted in relation to regression variables*		Regr. muuttujien suhteen tasoitetut suhteelliset sykkeet *Relative, regression adjusted pulse rate*	
	Työmen. *Work method* 1 $\bar{x}$	Työmen. *Work method* 2 $\bar{x}$	Työmen. *Work method* 1	Työmen. *Work method* 2	Työmen. *Work method* 1	Työmen. *Work method* 2	Työmen. *Work method* 1	Työmen. *Work method* 2
1	145	142	100	98	150	149	100	99
2	123	122	100	99	133	132	100	99
3	146	151	100	103	146	157	100	108
4	109	106	100	97	107	106	100	99
5	124	128	100	103	122	138	100	113
$\bar{x}$	129	130	100	100	132	136	100	104
SD	15.9	17.5	—	2.8	17.6	19.6	—	6.5
CV	12.3	13.5	—	2.8	13.3	14.4	—	6.3
DI								
Kasaussykkeet — *Pulse rates in buncing*								
1	144	143	100	99	150	149	100	99
2	128	127	100	99	129	133	100	103
3	147	152	100	103	114	125	100	110
4	106	105	100	99	107	104	100	97
5	132	132	100	100	133	147	100	111
$\bar{x}$	131	132	100	100	126	132	100	104
SD	16.3	17.9	—	1.7	16.9	18.4	—	6.3
CV	12.4	13.6	—	1.7	13.4	13.9	—	6.1
DI								

$\bar{x}$ Keskiarvo, *Mean*
SD = Keskihajonta, *Standard deviation*
CV = Variaatiokerroin, *Coefficient of variation*
DI = 5 % riskillä merkitsevät erot on merkitty hakasilla
Significant differences (risk 0,05)

Vertailevan työntutkimuksen periaate näyttää saavan tukea siinä muodossa, että kahden fyysisesti raskaan työmenetelmän vertailussa suhteellisten sykearvojen käyttö pienentää suhteellista varianssia työntekijöiden välillä työmenetelmäkohtaisiin keskiarvoihin verrattuna. Tässä aineistossa eivät kuitenkaan kaikki työntekijittäiset erot ole saman suuntaisia. Tilastollista päättelyä käyttäen erot menetelmittäisten kasaussykkeiden välillä ovat kahdessa tapauksessa tilastollisesti merkitseviä (samansuuntaisesti), mutta kolmessa tapauksessa tilastollisesti merkitsevää eroa ei ole havaittu.

Kuormittumisprosentit työmenetelmittäin laskettiin edellisessä luvussa esitetyllä tavalla ja ne on esitetty taulukossa 16.

Taulukko 16. Regressiomuuttujien suhteen tasoitettuja sykekeskiarvoja vastaavat kuormittumisprosentit kuitupuun teossa.
Table 16. Work strain procents corresponding regression adjusted pulse rates in making pulpwood.

Työntekijä, no *Worker, no.*	Runkokohtainen *Per-stem procents*				Kasaustyövaiheen *Procents in bunching*			
	Kuormittumis-% *Work strain procent*		Suhteellinen k-% *Relative work strain procent*		Kuormittumis-% *Work strain procent*		Suhteellinen k-% *Relative work strain procent*	
	Työmen. *Work method* 1	Työmen. *Work method* 2	Työmen. *Work method* 1	Työmen. *Work method* 2	Työmen. *Work method* 1	Työmen. *Work method* 2	Työmen. *Work method* 1	Työmen. *Work method* 2
1	66	65	100	98	66	65	100	98
2	59	58	100	98	56	59	100	105
3	59	69	100	117	30	40	100	133
4	40	39	100	98	40	37	100	93
5	43	56	100	130	52	63	100	121
$\bar{x}$	53	57	100	108	49	53	100	110
SD	11.3	11.5	—	14.7	14.0	13.3	—	16.6
CV	21.3	20.2	—	13.6	28.6	25.1	—	15.1
DI								

$\bar{x}$ = Keskiarvo, *Mean*
SD = Keskihajonta, *Standard deviation*
CV = Variaatiokerroin, *Coefficient of variation*
DI = 5 % riskillä merkitsevät erot merkitty hakasilla
Significant differences (risk 0,05)

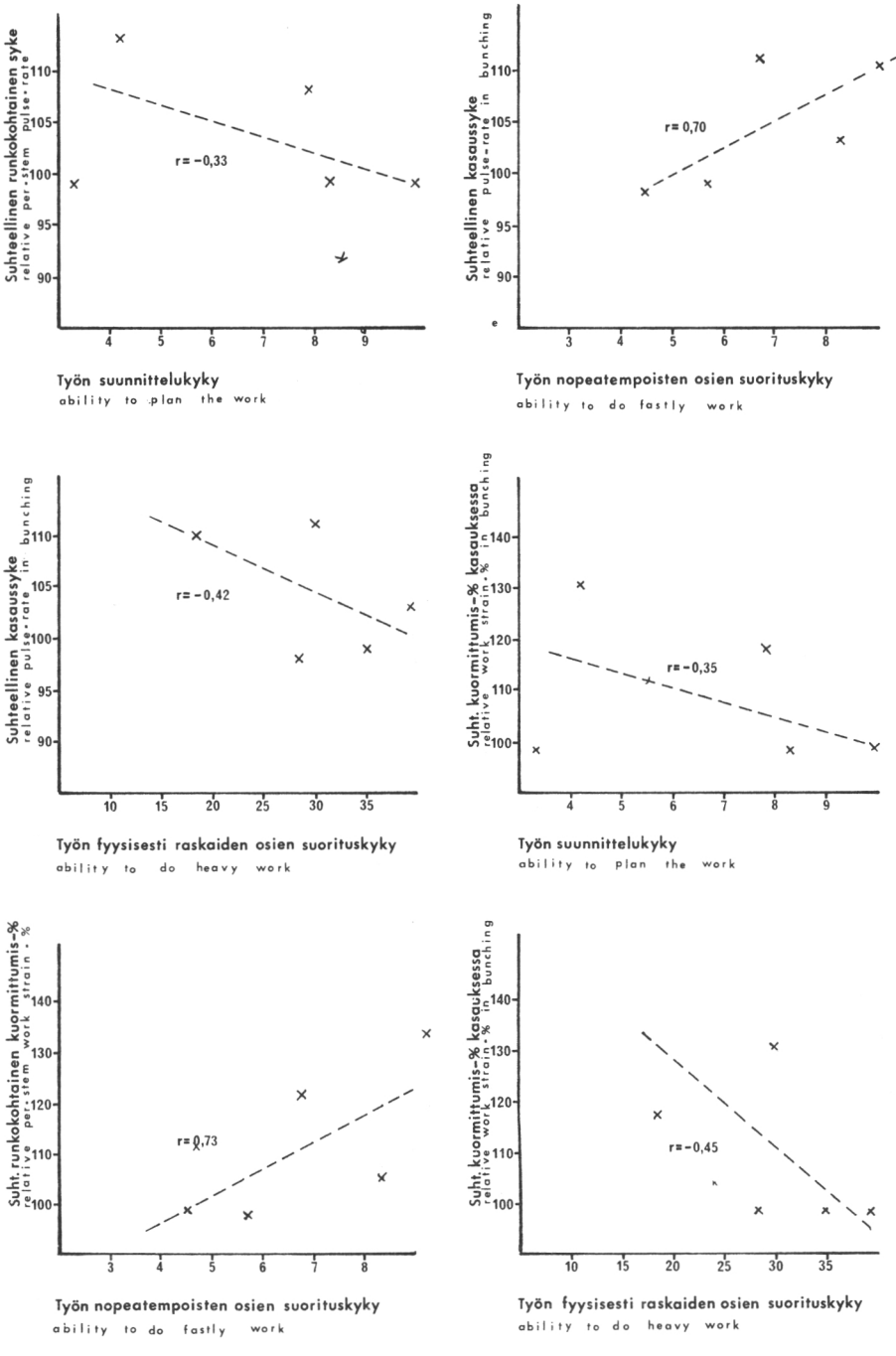
Taulukko 17. Suhteellisten regressiomuuttujilla tasoitettujen sykekeskiarvojen ja kuormittumisprosenttien korrelaatiot työntekijää kuvaavien faktoreiden kanssa kuitupuun teossa.
Table 17. Correlations between relative pulse rates, relative work strain procents and factors describing workers in making pulpwood.

	Faktori, no, *Factor, no.*				
	1	2	3	4	5
Syke: runkokohtainen — *Pulse rate: Per stem*	—0.33	0.36	—0.48	0.09	—0.03
kasaustyövaiheen — *In bunching*	—0.06	0.70	—0.42	0.38	—0.05
Kuormittumis-% — *Work strain procent*					
runkokohtainen — *Per stem*	—0.35	0.33	—0.45	0.09	—0.04
kasaustyövaiheen — *In bunching*	—0.03	0.73	—0.70	0.16	0.05

Kuten taimitarhatyössäkin kuormittumisprosentin suhteellinen hajonta on suurempi kuin sykearvojen. Variaatiokertoimet ovat samaa suuruusluokkaa kuin Samsetin ym. (1969) ja Loonin ym. (1971) tutkimuksissa.

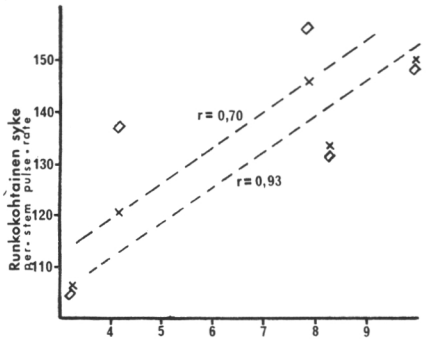
Suhteellinen kuormittumisprosentti on hajonnut suhteellisesti vähemmän kuin menetelmäkohtaiset kuormittumisprosentit, mutta erot ovat vain 10 . . . 25 % riskillä merkitseviä. Erojen samansuuntaisuuteen pätevät samat huomiot kuin sykearvoihinkin.

Suhteellisten sykearvojen ja kuormittumisprosenttien sekä työntekijää kuvaavien faktoreiden väliset korrelaatiot on esitetty taulukossa 17.

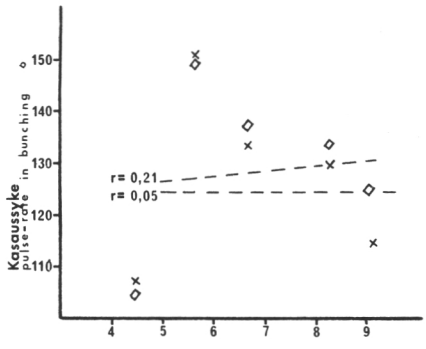


Kuva 12. Suhteellisten sykearvojen ja kuormittumisprosenttien sekä eräiden työntekijää kuvaavien faktoreiden väliset riippuvuudet kuitupuun teossa.

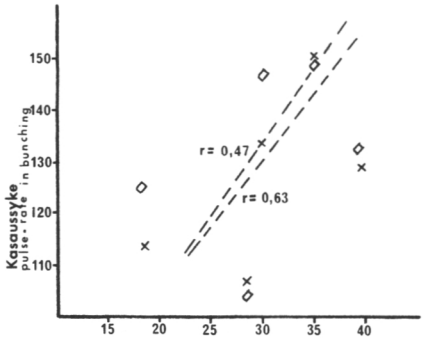
Figure 12. Correlations between relative pulse-rate values and strain percentages and some factors illustrating the worker, cutting of pulpwood.



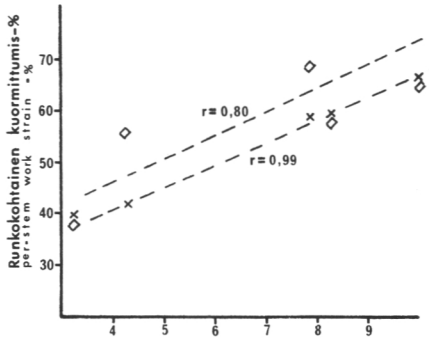
Työn suunnittelukyky
ability to plan the work



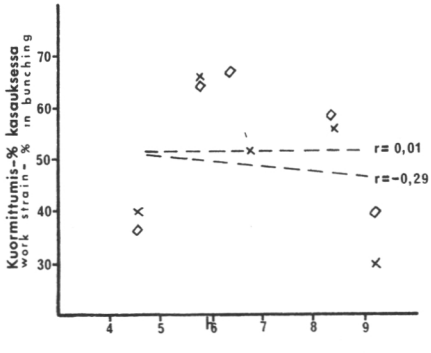
Työn nopeatempoisten osien suorituskyky
ability to do fastly work



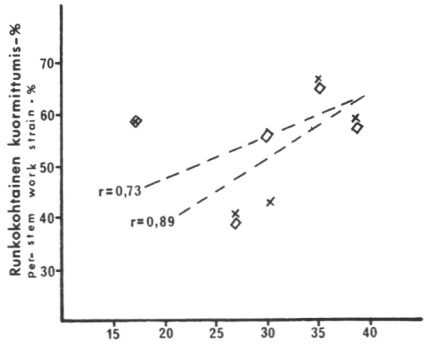
Työn fyysisesti raskaiden osien suorituskyky
ability to do heavy work



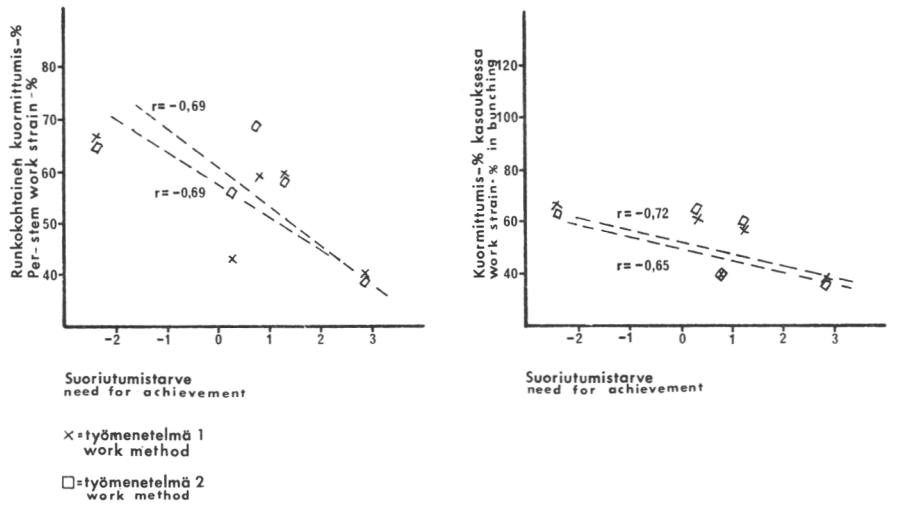
Työn suunnittelukyky
ability to plan the work



Työn nopeatempoisten osien suorituskyky
ability to do fastly work



Työn fyysisesti raskaiden osien suorituskyky
ability to do heavy work



Kuva 13. Sykearvojen ja kuormittumisprosenttien sekä eräiden työntekijää kuvaavien faktoreiden väliset riippuvuudet kuitupuun teossa.

Figure 13. Correlations between pulse-rate values and strain percentages and some factors illustrating the worker, cutting of pulpwood.

Suhteellisten sykearvojen ja faktoreiden väliset korrelaatiot ovat jääneet verraten heikoiksi. Voimakkain korrelaatio on "työn nopeatempoisten osien suorituskyvyn" ja suhteellisen kasaussykkeen välillä. Samaa voidaan sanoa kuormittumisprosentin ja faktoreiden välisistä korrelaatioista. Voimakkaimmin näyttävät korreloivan faktorit 2 ja 3 kasaustyövaiheen suhteellisen kuormittavuuden kanssa. Taimitarhatyöstä poikkeavasti suoriutumistarve ei ole korreloinut suhteellisen kuormittumisen kanssa. Toisaalta suhteellinen työaika korreloi verraten vahvasti suoriutumistarpeen kanssa.

Vaikka "työn suunnittelukyky" ei ole kovin selvästi korreloinut suhteellisen sykkeen ja kuormittumisen kanssa, ovat korrelaatiot varsin vahvoja kuormittumisen kanssa. Varsinkin työmenetelmässä 1 kuormittuminen on merkitsevästi noussut faktorin 1 arvojen kasvaessa. Kun molemmissa menetelmissä regressio näyttää samansuuntaiselta, selittää se suhteellisen kuormittumisen negatiivisen korrelaation (kuva 12 ja 13). Regressiot ovat kuitenkin alkuperäisten hypoteesien suhteen vastakkaismerkkisiä eli kuormittuminen on lisääntynyt työn suunnittelukyvyn parantuessa.

Vaikka suhteellinen kasaussyke näyttää korreloivan selvästi faktorin 2 kanssa, eivät kasaussykkeet ja kasaustyövaiheen kuormittuminen korreloi yhtä selvästi. Suunta on kuitenkin ollut se, että työmenetelmässä 1 korrelaatio on ollut lievästi negatiivinen. Tämä voitaisiin selittää hypoteettisesti sillä, että uudessa työmenetelmässä vaaditaan nopeaa huomiokykyä työn helpottamismahdollisuuksien tajuamiseksi, kun taas tavanomaista työmenetelmää tehdään rutiininomaisesti.

Faktori 3 korreloi positiivisesti sykearvoihin ja kuormittumiseen. Näyttää vielä siltä, että kuormittumisen kasvu on ollut voimakkaampaa työmenetelmässä 1 fyysisen suorituskyvyn lisääntyessä. Tämä selittää suhteellisen kuormittumisen ja faktorin 3 negatiivisen korrelaation. Paremman fyysisen suorituskyvyn omanneet työntekijät ovat kuormittaneet itseään enemmän. Tämän suuntaisia tuloksia on saatu aikaisemminkin (Levanto 1970). Kuvasta 9 voidaan havaita, että fyysisen suorituskyvyn kasvaessa kasaustyöajat pienenevät jyrkemmin työmenetelmässä 1 kuin 2, joten näyttäisi siltä, että työn helpottumista on kompensoitu työtahtia kiristämällä.

Vaikka suoriutumistarve ei ole selittänyt hyvin suhteellista kuormittumista, korreloi se negatiivisesti kuormittumisarvojen kanssa. Regressio on jyrkempi työmenetelmässä 2, joten suhteelliset arvot pysyvät suunnilleen samalla tasolla faktorien arvon muuttuessa. Koska suoriutumistarve vähentä myös työajan menekkiä runkokohtaisen työajan osalta, mutta ei kasausajan osalta, on ilmeistä, että korkea suoriutumistarve on lisännyt työn tuotosta muiden työvaiheiden kuin kasauksen osalta. Sen sijaan kasaustyövaiheeseen suoriutumistarve ei näytä vaikuttaneen. On mahdollista, että kuormittumisen lasku on seurausta siitä, että paremman suoriutumistarpeen omanneet työntekijät ovat suunnitelleet työnsä huolellisemmin ja siten välttäneet kuormittumista.

345. Sykkeen vaihtelu työpäivän aikana kuitupun teossa

Regressioanalyyseissa työpäivän ajankohta on tullut merkitseväksi selittäjäksi malleihin vain kahdella työntekijällä. Se on näissäkin tapauksissa selittänyt vain 2 . . . 7 % sykkeen varianssista. On kuitenkin mahdollista, että sykkeen vaihtelu työpäivän mittaan ei niinkään ole ajan kuin tehdyn työmäärän funktio, koska tietyt fysiologiset ilmiöt kuten verenkierron adaptaatio lienevät seurausta fyysisen kuormituksen suuruudesta (vrt. Vuori 1968). Lisäksi syke voi olla työmäärän tai/ja ajan monimutkainen funktio, joka ei ole yksinkertaisella muunnoksella palautettavissa lineaariseksi. Tämän vuoksi sykettä pyrittiin selittämään työntekijän fysiologisen tilan huomioonottavalla mallilla.

Sykkeen frekvenssiin tiedetään vaikuttavan mm. tehdyn lihasenergiaa vaativan työn määrän, mutta myös elimistön sopeutumisen työn aiheuttamaan rasitukseen. Yleensä raskaassa työssä sykintänopeus muuttuu suoraviivaisesti suhteessa rasituksen lisääntymiseen, mutta lähes maksimaalisessa työssä syke nousee suhteellisesti hitaammin. Rasituksen alkuvaiheessa sykefrekvenssi on nouseva, kunnes muutaman minuutin rasituksen jälkeen saavutetaan ns. stedy-state tila. Useita tunteja kestävässä työssä sydämen minuuttivolyymi pysyy vakiona tai nousee hapenkulutuksen pysyessä samana tai noustessa. Iskuvolyymi tällöin laskee, mutta sen kompensoi sykkeen kohoaminen. Täten syke yleensä nousee rasituksen kestäessä (esim. Ekelund 1967). Nousun voi aiheuttaa myös lämpöhaihdunnan tarve. Toisaalta

syke voi pitkäkestoisen rasituksen seurauksena laskeakin, kuten on todettu yli 90 km hiihdossa. Tämä ilmiö on selitetty verenkierron tehokkaan adaptaation seuraukseksi (Vuori 1968). Myös väsymyksen on todettu vaikuttavan sykkeeseen (Taylor ym. 1957). Lundgren (1946) on havainnut metsätyöntekijäin sykearvojen pyöräergometritestissä nousseen suhteessa kuormitukseen työpäivän jälkeen työpäivän alkuun verrattuna. Hän toteaa sykkeen riippuvan tehdyn työn määrästä. Åstrand (1960) on todennut 8-tuntisen pyöräergometrikokeen 50 % hapenkulutustasolla aiheuttavan sykkeen ja hapenkulutuksen nousun, joka on selitetty ylikuormittumisen aiheuttamaksi hyötysuhteen alenemiseksi. Vastaavan ilmiön ovat Michael ym. (1961) todenneet kävely- ja pyöräergometrikokeissa. Kahdella koehenkilöllä on syke alle 40 % hapenkulutustasolla ollut aluksi vakaa tai laskeva. Kävelykokeessa syke kääntyi nousevaksi 1 ... 2 tunnin ja pyöräergometrikokeessa 4 tunnin jälkeen. Suuremmilla rasituksilla syke on ollut nouseva lyhyitä laskevia jaksoja lukuunottamatta.

Sykkeen kuvaamista varten tarvitaan siis jokin muuttuja, joka kuvaa elimistön fysiologista tilaa työpäivän aikana. Tässä oletetaan, että tehty työmäärä kuvaa sitä fyysisesti raskaassa työssä. Jos kehityksen etenemistä merkitään kirjaimella M ja työmäärää kirjaimella X, voidaan fysiologinen tila s ajan hetkellä t määrittää seuraavasti:

$$(1)\quad s(t) = \int_0^t M(X(t))dt$$

Raskaassa työssä elimistön toimintaa kuvaa hyvin energian kulutus E, joten voidaan merkitä M = E. Energian kulutus taas ilmaistaan työmäärän funktiona. Sykemalli voidaan muotoilla seuraavaksi:

Olkoon t_j hetki, jolloin j:n puun teko alkaa ja e_j kyseisen puun teon kumulatiivinen energian kulutus. Tällöin

$$(2)\quad e_j = \int_{t_j}^{t_j+i} E(X(t))dt$$

Muuttuja e_j on j:n puun käsittelyn vaatiman työmäärän yleistys. Fysiologinen kehitystila j:n puun teon alussa olkoon s_j (määrätty yhtälön 1 avulla) ja g_j syke ko. puun teon lopussa. Kun oletetaan, että syke riippuu puun teon alussa olleesta fysiologisesta kehitystilasta (s_j) sekä myös kumulatiivisestä energian kulutuksesta (e_j) puun teon aikana, niin

$$(3)\quad g_j = g(s_j, e_j)$$

Vastaavan yhtälön operationaaliseksi saattamisen ja ratkaisun iterointimenettelyllä kasvifysiologisissa ongelmissa ovat esittäneet Hari ym. (1970). Yhtälö tulee operationaaliseksi, kun oletetaan, että g on e:n lineaarinen funktio.

$$(4)\quad g(s, e) = f(s) \cdot a \cdot e$$

Yhtälössä (2) esiintyvä aikaa kuvaava parametri t_j on periaatteessa eripituinen jokaisen puun j kohdalla. Näin ollen mallissa oletetaan, että työmäärä vaikuttaa aina samalla tavoin fysiologiseen tilaan riippumatta siitä kuinka nopeasti työ tehdään. Ilmeisesti yhtälöä (3) paremmin todellisuutta kuvaa yhtälö

$$(5)\quad g_j = g(s_j, e_j, h_j),$$

jossa h_j kuvaa puunteossa käytettyä työtahtia, ja s_j on s_j^1

$$(6)\quad s_j^1(t) = \int_0^t E(X(t), H(t))dt$$

Yhtälö (5) voitaisiin esittää myös muodossa, joka on paremmin operationaalinen

$$(7)\quad g(s_j^1, e_j, h_j) = f(s) \cdot (a_1 e + a_2 h)$$

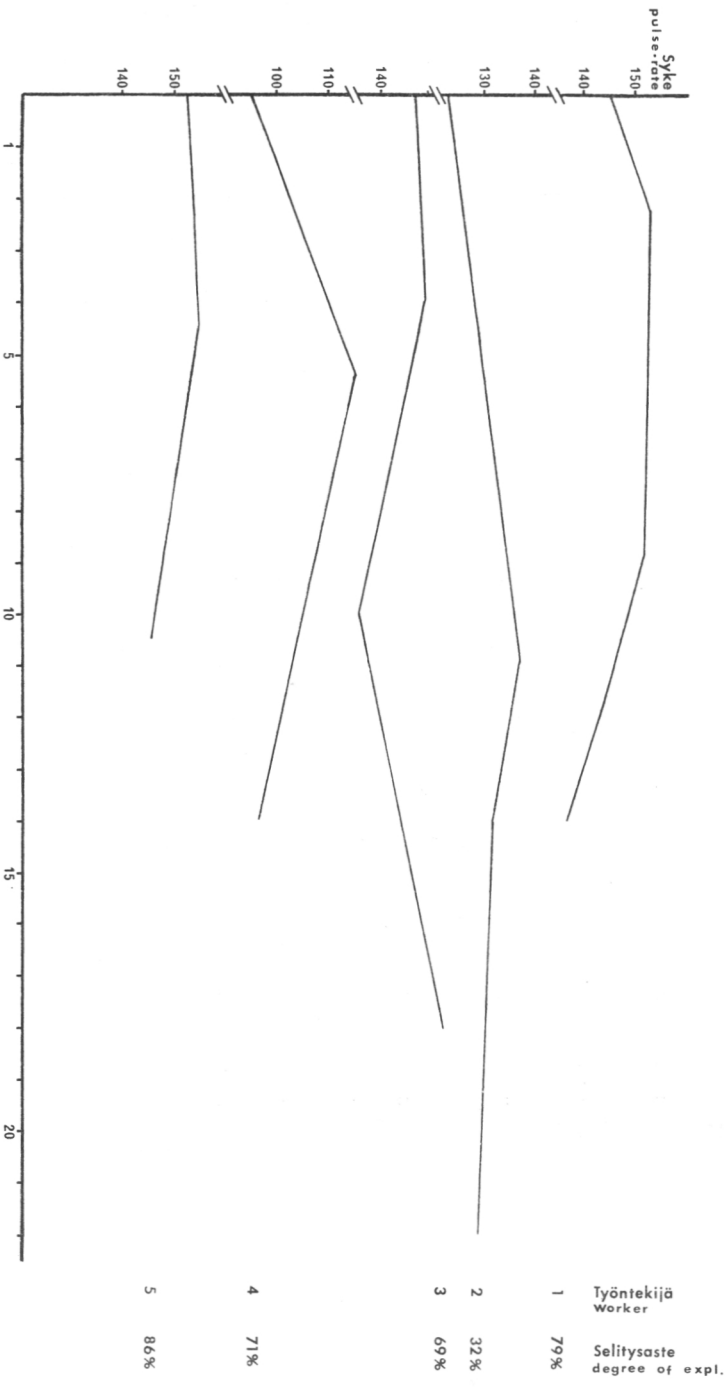
Funktio on monimutkainen s:n funktio, mutta oletetaan sen jakaantuvan kolmeen lineaariseen osaan. Vakiot a_1 ja a_2 määräävät sykkeen puukohtaisen tason. Puutavaran teossa energian kulutuksen ja tehdyn työmäärän suhde regressioyhtälöiden mukaan on lineaarinen.

Eksaktimman laskentamallin puuttuessa ongelmaa lähestyttiin määrittämällä sykekäyrän käännepisteet graafisesti, ja kullekin lineaariseksi oletetulle osalle laskettiin funktion

$$(8)\quad g = a_0 + a_1 s + a_2 x + a_3 h$$

paramentit pienimmän neliösumman menetelmällä. Tämän jälkeen määritettiin selitysaste alkuperäisten sykearvojen ja kunkin lineaarisen osan laskennallisten arvojen perusteella. Lopuksi iteroitiin parasta käännepisteiden paikkaa siirtymällä 1 havainto kumpaankin suuntaan erikseen jokaisesta käännepisteestä ja suorittamalla em. laskutoimitukset, jos selitysaste nousi jatkettiin samaan suuntaan kunnes selitysaste ei enää noussut.

Mallin avulla lasketut tulokset on esitetty kuvassa 14. Siitä näkyvät myös selitysasteet (38 . . . 86 %), joita voidaan pitää sekä aikaisempien tutkimusten (esim. Samset ym. 1969, Harstela ym. 1971), että tämän tutkimuksen luvussa 342 (s. 54) esitettyihin regressiomalleihin nähden korkeina. Yleensä



Kuva 14. Sykkeen ja työpäivän aikana tehdyn työmäärän riippuvuus kuitupuun teossa.

Figure 14. Correlation between pulse rate and the amount of work done during a working day, cutting of pulpwood.

regressiomalleilla on puutavaran teossa havaittujen sykearvojen varianssista pystytty selittämään alle 50 % ja usein alle 10 %. Näin ollen mallia voidaan pitää verraten onnistuneena.

Kun tarkastellaan työntekijöiden sykearvojen kehittymistä e:n ja h:n mukaan tasoitettuna, havaitaan työpäivän alussa olleen sykkeen nousevan jakson, joka on kestänyt n. 0,5 . . . 3 tuntia. Tämä jakso voi olla viileässä ilmastossa seurausta sydämen iskuvolyymin pienenemiseen johtavista prosesseista (vrt. Ekelund 1967). Sen jälkeen on seurannut laskeva jakso, joka voitanee selittää verenkierron tehokkaan adaptaation seuraukseksi (vrt. Vuori 1968). Tämän jakson jälkeen yhdellä työntekijällä on seurannut verraten jyrkkä nouseva jakso, yhdellä työntekijällä lähes vakaa jakso ja kolmella työntekiällä työpäivä on päättynyt laskevaan jaksoon.

Työpäivän aikana tehty työmäärä poikkeaa eri työntekijöillä huomattavasti. Koska kuutiomäärän ja kasausmatkan suhde ei yksin kuvaa työmäärää, korjattiin työmääriä oksaisuusluokan avulla. Jos keskimääräinen oksaisuusluokka oli 2 annettiin työmäärän pysyä samana, mutta oksaisuuden nousu 3:teen luokkaan lisäsi työmäärää 30 % (vrt. Työvaihetaksa 1974).

Sykekäyrän muoto ilmeisesti riippuu useista työntekijän ominaisuuksista esim. fyysisestä suorituskyvystä ja kuormitustasosta, jolla työtä tehdään. Mitään selviä riippuvuuksia tutkimuksessa mitattujen työntekijän ominaisuuksien ja käyrien muodon välillä ei työntekijäin pienen lukumäärän vuoksi voitu todeta. Ainoastaan se huomio, että huonoimman suorituskyvyn ja korkeimman kuormittumisasteen omanneen työntekijän sykekäyrä on työpäivän lopussa kääntynyt nousuun, viittaa väsymysreaktioon.

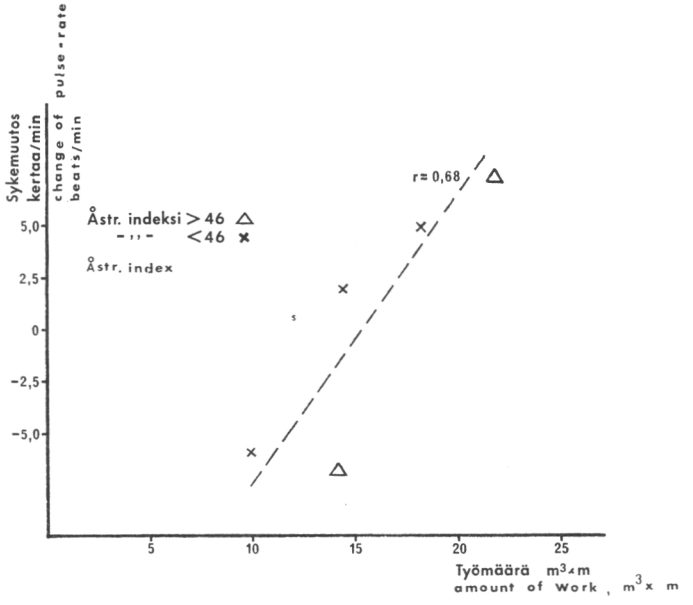
Sydämeen kohdistuvaa kuormitusta selvitettiin ennen työn alkua ja työn lopussa levossa mitattujen systolisten verenpaineiden ja työpäivän alussa ja lopussa havaittujen työsykkeiden tulona.

Työntekijä	1	työpäivän	alussa	16 917	lopussa	17 079
„	2	„	„	14 114	„	15 698 ×
„	3	„	„	18 522	„	19 760 ×
„	4	„	„	13 823	„	13 774
„	5	„	„	18 911	„	19 447

× ero merkitsevä t-testillä 5 % riskillä

Yhtä poikkeusta lukuunottamatta sydämeen kohdistuva kuormitus näyttää nousseen. Erot ovat kuitenkin Studentin t-testillä laskettuna tilastollisesti merkitseviä vain kahden työntekijän osalta.

Verrattaessa sykefrekvenssiä työpäivän alussa ja lopussa voidaan havaita muutoksen korreloivan verraten vahvasti tehdyn työmäärän kanssa siten, että hyvän suorituskyvyn omaavat (Åstr. ind. 46) sijoittuvat regressiota kuvaavan suoran alapuolelle (kuva 15). Tämä puolestaan viittaa siihen, että syketaso työpäivän lopussa on myös fyysisen suorituskyvyn funktio. Voidaan olettaa, että sykkeen nouseva jakso on väsymysreaktio, mutta koska tutkimustyöpäivä oli verraten



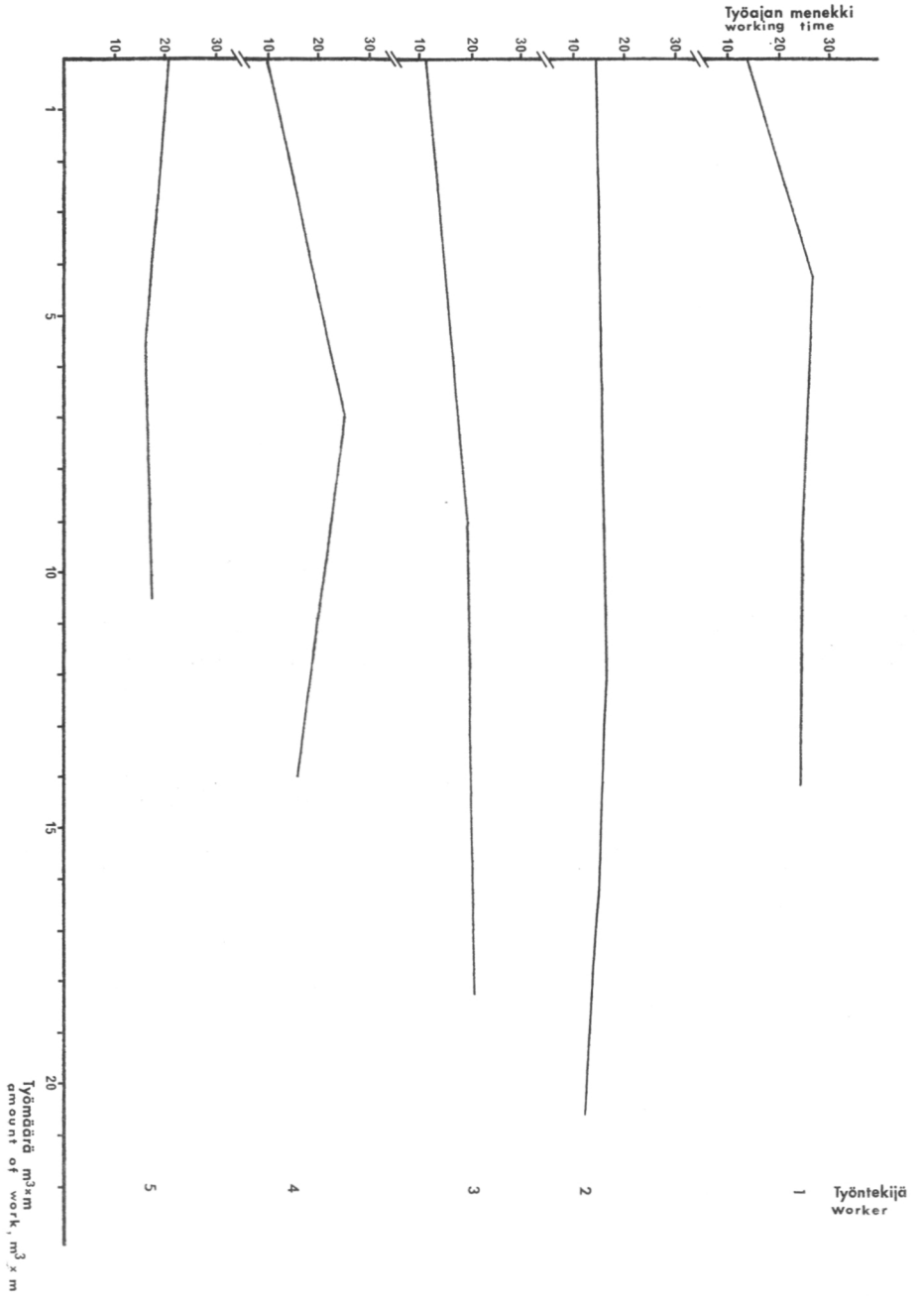
Kuva 15. Työpäivän aikana tapahtunut sykemuutos tehdyn työmäärän funktiona kuitupuun teossa.
Figure 15. Change in pulse rate during the working day as a function of the amount of work done, cutting of pulpwood.

lyhyt (n. 5 tehollista tuntia) vain suorituskyvyiltään heikoin työntekijä on saavuttanut tämän vaiheen.

Tämän hypoteesin mukaan työpäivän kumuloituva kuormittuminen on tehdyn työmäärän (energian kulutuksen) ja työntekijän fyysisen suorituskyvyn funktio. Vertailtaessa kahta työmenetelmää vaikuttaa suhteelliseen sykearvoon paitsi työntekijän ominaisuudet myös työtahti ja työpäivän pituus, jos työmenetelmissä energiankulutustaso poikkeaa toisistaan. Esimerkiksi, jos työmenetelmässä a saavutetaan sykkeen nouseva jakso, mutta työmenetelmässä b ei, alkaa syke-ero nopeasti kasvaa. Toisaalta taas koehenkilön valinta vaikuttaa siihen kuinka nopeasti tämä vaihe saavutetaan.

346. Työajan menekin vaihtelu työpäivän aikana kuitupuun teossa

Edellisessä luvussa kuvatun mallin mukaisesti tutkittiin myös työajanmenekin (cmin/m^3 × m) vaihtelua käyttäen s :n määrittämiseen työmäärää (m^3 × m) ja kumuloitua aikaa työpäivän alusta laskettuna. Päivän työtehokäyrän on suureen koehenkilöjoukkoon sijoitettuna todettu muodostuvan kahdesta huipusta aamu- ja iltapäivän aikana. Laskukohta sijoittuu ruokatunnin molemmin puolin. Tämän



Kuva 16. Työtahdin ja työpäivän aikana tehdyn työmäärän riippuvuus kuitupuun teossa.

Figure 16. Correlation between the speed of work and the amount of work done during the working day, cutting of pulpwood.

optimitilanteen selitetään olevan keskushermoston rytmillisen energiantuotannon seurausta (Oksala 1961). Työtahdin ei kuitenkaan tarvitse seurata tätä optimitilannetta. Voidaan olettaa työtahti raskaassa fyysisessä työssä myös energian kulutuksen aiheuttaman fysiologisen tilan funktioksi, jolloin mm. väsymys vaikuttaa takaisinkytkentänä työtahtiin.

Seuraavassa asetelmassa on esitetty selitysasteet käytettäessä kumpaakin s muuttujaa:

Työntekijä	Työmäärä	Aika	R (työmäärä, aika)
1	74 %	71 %	0,99
2	48 %	7 %	0,45
3	28 %	29 %	0,99
4	52 %	52 %	0,98
5	55 %	53 %	0,98

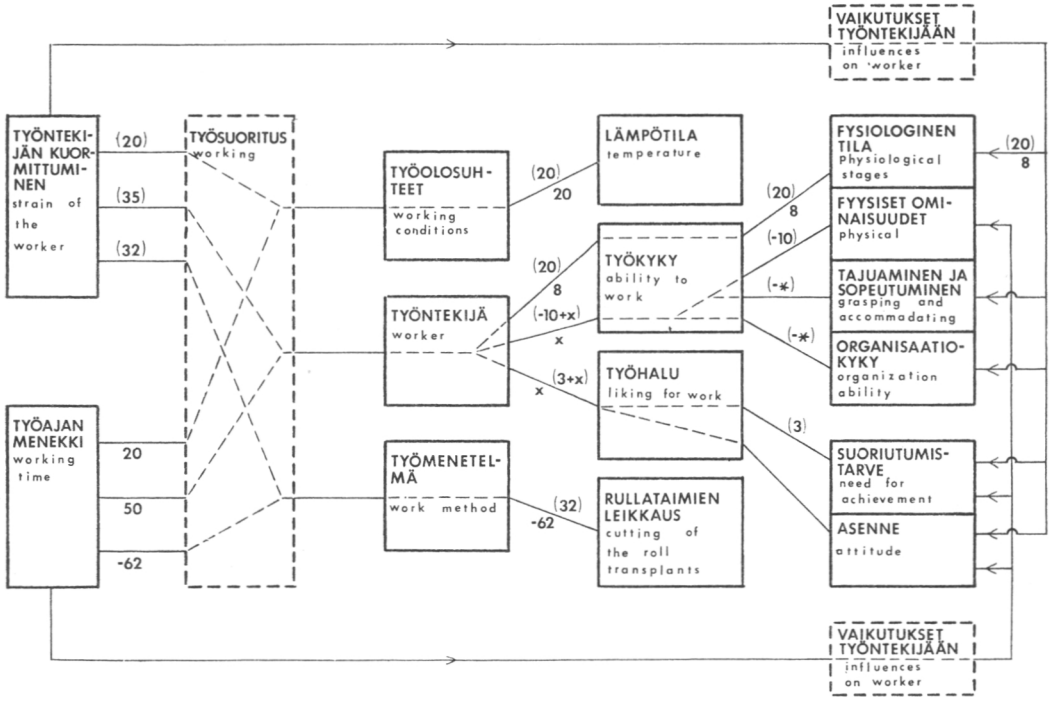
Mallien selitysasteet ovat hieman huonommat kuin vastaavien sykemallien. Yhtä poikkeusta lukuunottamatta on molemmilla laskutavoilla saatu lähes yhtä korkea selitysaste. Tämä on luonnollista, koska työmäärän ja ajan korrelaatio on tätä yhtä poikkeusta lukuunottamatta ollut hyvin korkea. Poikkeavassa yksityistapauksessa on tehty työmäärä kuitenkin osoittautunut kumuloitua työaikaa paremmaksi työtahdin selittäjäksi.

Kuvassa 16 on esitetty työajan menekki työmäärän funktiona. Työntekijällä 1, 3 ja 5 on työtahti ollut laskeva työpäivän lopussa, muilla se on ollut nouseva. Kun työntekijät 1 ja 3 työskentelivät muita korkeammalla kuormittumistasolla ja molemmilla työmäärä oli verraten suuri, viittaisi tulos väsymyksen aiheuttamaan reaktioon. Tämä selitys ei kuitenkaan sovi työntekijään 5. Sen sijaan kaikki nämä kolme työntekijää sijoittuvat kuvassa 15 sykemuutosta kuvaavan regressiosuoran yläpuolelle ja heillä oli huonompi fyysinen suorituskyky kuin työntekijöillä 2 ja 4.

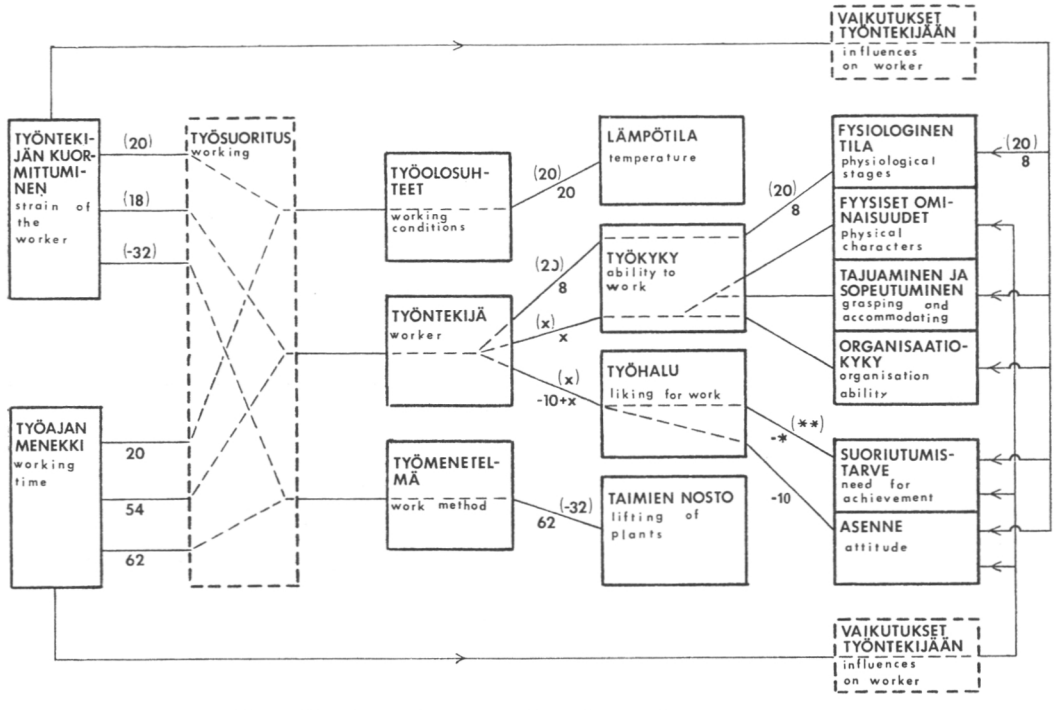
35. Tulosten systeemikuvaus ja teorian muodostus

Kuvissa 17, 18 ja 19 on esitetty työsuoritus systeeminä lähtien kuvassa 1 esitetystä kaaviosta. Kaaviota on kuitenkin yksinkertaistettu käyttämällä alkioina johdannossa mainittuja, Gläserin (1952) esittämiä, työn suoritukseen vaikuttavia tekijöitä. Näin on useita alkioita yhdistetty vastaamaan paremmin tässä tutkimuksessa käytettyjä mittauspiirteitä. Myös eräitä muita yksinkertaistuksia on suoritettu.

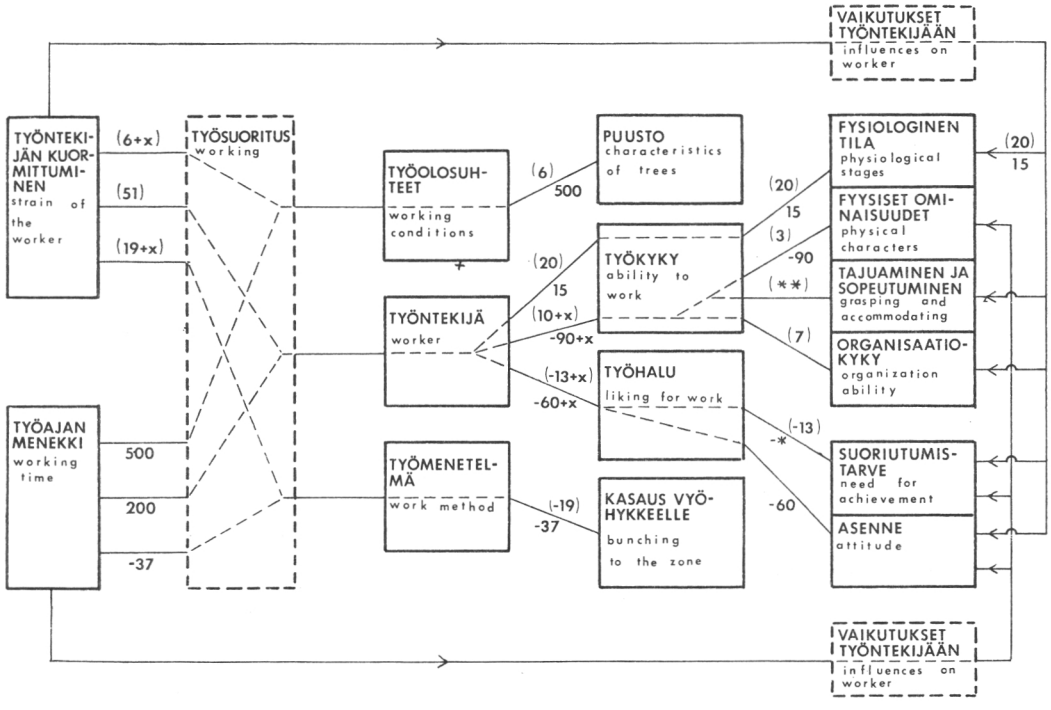
Metateoreettisesti kaavio vastaa vaikutussuhteiden verkkoa. Samalla kvantitatiivisuuden ja abstraktisuuden tasolla ovat työntekijän kuormittuminen, työn tuotos, työsuoritus, vaikutukset työntekijään, työntekijä, työolosuhteet ja työmenetelmä. Kolme viimeksi mainittua jakaantuvat alaolioihin ja työntekijän alaoliot vielä alaolioihin. Vaikutussuhteita kuvaavien nuolien viereen on merkitty suhteel-



Kuva 17. Työsuorituksen vaihtosuhteet rullataimien leikkauksessa.
Figure 17. Exchange relations of work performance in cutting of roll-seedlings.



Kuva 18. Työsuorituksen vaihtosuhteet taimien nostossa.
Figure 18. Exchange relations of work performance in lifting of seedlings.



Kuva 19. Työsuorituksen vaihtosuhteet kuitupuun teossa.
Figure 19. Exchange relations of work performance in cutting of pulpwood.

lisina arvoina se, kuinka paljon tämän tutkimuksen empiirisen aineiston mukaan kunkin olion piirteiden tiloissa tapahtuvat muutokset voivat suurimmillaan vaikuttaa joko työn tuotokseen tai työntekijän kuormittumiseen. Vaihtelurajat vastaavat tämän tutkimuksen perusteella päätelävissä olevia luonnollisia vaihtelurajoja. Em. maksimivaihtosuhdetta kuvaavat arvot eivät siis osoita esim. alaolion ja olion välistä muuntosuhdetta tai jonkin olion ja katkoviivoilla merkityn abstraktisen olion välistä muuntosuhdetta, vaan esim. alaolion mitattavissa olevien piirteiden vaikutusta työntekijän kuormittumisen ja työn tuotoksen mittauspiirteiden arvoihin. Etumerkki kuvaa korrelaation suuntaa.

Vaihtosuhteet on työolosuhteiden, -menetelmän ja työntekijän alaolioiden osalta saatu sijoittamalla mittauspiirteen vaihtelualueen ääriarvot regressioyhtälöihin ja laskemalla näin saatujen arvojen erotus. Tätä vaihtosuhdetta on käytetty vain sitä työmenetelmää kuvaavassa kaaviossa, jossa riippuvuus korrelaatioanalyysin mukaan näytti relevantilta. Työntekijän vaikutuksen ääriarvo laskettiin regressiotasoitettujen keskiarvojen erotuksena. Lisäksi merkittiin kaavioihin tähdellä ne riippuvuussuhteet, jotka korrelaatioanalyysin perusteella olivat joko merkitseviä tai hypoteettisia.

Muuntosuhteet ovat siis ennen kaikkea tätä aineistoa kuvaavia ja osittain hypoteettisia. Kuitenkin niistä nähdään tämän aineiston mukaan relevantit riippuvuussuhteet yleisten työntutkimusteorioiden mukaisessa viitekehyksessä. Muuntosuhteiden suuruus osoittanee vaikutusten keskinäistä suuruusjärjestystä. Niiden käyttö teorian kehittelyyn perustuu seuraaviin käsityksiin. Jos jokin työsuoritukseen vaikuttava kyky heikkenee, kuormittuu elimistö eli poikkeaa aikaisemmasta tasapainotilastaan. Mitä enemmän jollakin kyvyllä on vaikutusta työsuoritukseen, sitä enemmän se voi horjuttaa elimistön tasapainotilaa eli sitä hallitsevampi piirre se on yksilön käyttäytymisen suhteen.

Elimistön kuormittumista voidaan estää mm. hidastamalla työtahtia tai keskeyttämällä työnteko. Se, missä fyysisen tai henkisen kuormittumisen tasolla työtahtia muutetaan tai työ keskeytetään, määräytyy useimmiten työmotivaation mukaan. Näin yksilön käyttäytymistä eli tehtyä työmäärää ja elimistön käyttäytymistä eli kuormittumista säätelevien tekijöiden hallitsevuus määräytyy niiden vaikutuksen suuruuden mukaan. Lisäksi vaikutuksen määrän arvosteluperusteena käytetään sitä, missä järjestyksessä selittävät muuttujat ovat tulleet regressiomalleihin eli mitkä tekijät selittävät suurimman osan vaikuttavan muuttujan varianssista. Näin saadaan selville eniten vaikuttuvan muuttujan käyttäytymistä määräävät tekijät, jos voidaan olettaa selittävän tekijän myös aiheuttavan käyttäytymisen.

Taimitarhatyössä (kuvat 15 ja 16) työajan menekkiin on vaikuttanut voimakkaimmin työmenetelmä. Tämä on luonnollista, koska tutkittiin ajanmenekkiä erilaista tuotetta kohti varsin erilaisissa työmenetelmissä. Menetelmän vaikutus on verraten suuri myös sykkeeseen. Olosuhteiden vaikutusta ei voitu tutkia muuta kuin lämpötilan osalta olosuhdetekijöiden pienen varianssin vuoksi. Päähuomio kohdistuukin työntekijän vaikutukseen, joka onkin verraten suuri sekä työn tuotokseen että työntekijän kuormittumiseen.

Rullataimien leikkauksessa eivät työntekijää kuvaavat faktorit ole selittäneet työajan menekkiä, mutta kuormittumista ovat pienentäneet sekä fyysinen suorituskyky että psyykkiset ja psykomotooriset kyvyt. Suoriutumistarve on lisännyt hieman kuormittumista. Näyttää siltä, että kuormittumista ovat hallinneet fyysinen suorituskyky ja takaisinkytkentää kuvaava fysiologinen kehitystila. Viimeksi mainittu on myös vaikuttanut huomattavasti työn tuotokseen. Tätä fyysisen suorituskyvyn ensisijaisuutta tukee myös se, että se on tullut mukaan regressiomalliin ensimmäisenä faktoreista.

Taimien nostossa ei fyysinen suorituskyky ole vaikuttanut työn tuotokseen eikä kuormittumiseen. Fysiologisen tilankaan vaikutusta ei voida varmistaa, koska se on saatu molempia työmenetelmiä selittävästä mallista. Samaa on sanottava myös psyykkisten kykyjen vaikutuksesta. Tulokset ovatkin ymmärrettäviä, koska työ on fyysisesti kevyttä ja luonteeltaan yksinkertaista, joten työn tuotosta ja myös kuormittumista hallitsee työmotivaatio.

Kuitupuun teossa molemmat työmenetelmät olivat hyvin saman tapaiset, joten työmenetelmän vaikutus on jäänyt verraten pieneksi. Sen tähden myös samat tekijät vaikuttavat molempia menetelmiä tehtäessä. Näin ollen vaikutussuhteet voidaan esittää samassa kaaviossa. Työolosuhteiden vaikutus etenkin työn tuotokseen on suuri. Myös työntekijän vaikutus sekä työn tuotokseen että työntekijän kuormittumiseen on huomattava. Työn tuotokseen vaikuttaa hallitsevimmin fyysinen suorituskyky, mutta myös työn motivointi siten, että suoriutumistarpeen lisääntyminen ja positiivinen asenne lisäävät työn tuotosta. Asenne on vaikuttanut ennen kaikkea kasauksessa, mikä viittaa asenteen ja työn suunnittelun väliseen riippuvuuteen. Myös fysiologinen tila vaikuttaa tuotokseen. Regressiomalleihin tuli ensimmäisenä "työn fyysisesti raskaiden osien suorituskyky"-faktori.

Työntekijän kuormittumiseen on koehenkilön ominaisuuksista vaikuttanut hallitsevimmin fysiologinen kehitystila, mutta myös suoriutumistarve on vaikuttanut verraten paljon. Se tuli ensimmäisenä selittäjänä runkokohtaiseen regressiomalliin. Lisäksi vaikuttavat fyysinen suorituskyky, joka tuli ensimmäisenä kasaustyövaihetta kuvaavaan regressiomalliin, ja psyykkiset ominaisuudet. Viimeksi mainittujen ja kuormittumisen positiivinen korrelaatio on kuitenkin alkuperäisten hypoteesien vastainen.

Kuitupuun teossa hyvän fyysisen suorituskyvyn omaavat työntekijät ovat tehneet työtä nopeammin, mutta myös kuormittaneet itseään enemmän. Tulos ei vastaa Mälkiän (1974) esittämää tulosta, jonka mukaan kontrolloitua työpäivän pituutta käytettäessä huonokuntoiset työntekijät kuormittuivat enemmän, vaikka heidän ansionsa olivat alhaisemmat. Sen sijaan toisessa aineistossa, jossa työntekijät saattoivat säädellä työpäivän pituutta vapaasti, hyväkuntoisten työntekijäin kuormittuminen oli työpäivän aikana suurempi kuin huonokuntoisten. On osoitettu, että mitä parempi fyysinen suorituskyky koehenkilöllä on, sitä korkeampaa suhteellista hapenkulutusta hän voi ylläpitää ilman vakavia komplikaatioita (esim. Åstrand 1969). Levanto (1970) onkin todennut kolmen koehenkilön "normaalin työtahdin" kuormittavuuden korreloivan positiivisesti fyysisen suorituskyvyn kanssa. Tässä tutkimuksessa havaittu suoriutumistarpeen ja kuormittumisen negatiivinen korrelaatio voi johtua siitä, että suoriutumistarpeen lisääntyminen on motivoinut työn huolellisemman suunnittelun.

Käyttäen luvussa 252. (s. 30) hohmoteltua vaikutusten hallinnan teoriaa, oletetaan fyysisesti raskaimmassa työssä eli kuitupuun teossa fyysinen suorituskyky käyttäytymistä hallitsevaksi tekijäksi, josta pääasiassa riippuu elimistön tasapainotilan häiriintyminen eri työnopeuksilla. Mitä hyväkuntoisempi työntekijä on, sitä korkeammalla suhteellisella hapenkulutustasolla hän voi työskennellä eli sitä suuremmaksi jää pelivara motivaation vaikutukselle. Fyysisen suorituskyvyn säätelemissä rajoissa kuitenkin muut kyvyt esim. työtaito vaikuttavat käyttäytymiseen. Näin ollen vain hyvän fyysisen suorituskyvyn omanneet työntekijät ovat voineet nostaa työtahtiaan motivoinnin edellyttämälle tasolle.

Keskiraskaassa työssä eli rullataimien leikkauksessa fyysinen suorituskyky on myös hallinnut käyttäytymistä, mutta ei kuitenkaan yhtä voimakkaasti kuin kuitupuun teossa. Koska työ on nopeatempoista ja tarkkuutta vaativaa, ovat myös psyykkiset ja psykomotooriset kyvyt selittäneet merkitsevästi elimistön kuormittumista. Saattaa olla, että työsuorituksella on motoorisista kyvyistä riippuva yläraja, ja täten fyysisen suorituskyvyn kasvu ei pääse selvästi vaikuttamaan työn tuotokseen, mutta alentaa työntekijän kuormittumista.

Toisen käyttäytymisen selitysmallin tarjoaa käyttäytymisen suhde fysiologisesti optimaaliseen työtahtiin. Kuitupuun teossa ajanmenekin hajonta näytti lisääntyvän työntekijän kuormittumisen kasvaessa. Koska fyysinen suorituskyky ja kuormittuminen korreloivat positiivisesti, näyttää siltä, että työntekijän suorituskyvyn kasvaessa on poikettu yhä kauemmaksi fysiologisesti optimaalisesta työtahdista. Saman ilmiön on Levanto (1970) todennut kolmella koehenkilöllä, joista jokaisen "normaali työtahti" oli fysiologista optimia suurempi. Voi olla että metsätyössä jokin tekijä — esim. ansion tavoittelu — motivoi työntekijää ylläpitämään työtahtia, joka on yleensä yli fysiologisen optimin. Tässä aineistossa fyysisen suorituskyvyn kasvun suoma pelivara käytettiin työtahdin lisäämiseen, joka näkyy myös työmenetelmien 1 ja 2 suhteellisessa ajan menekissä. Kevyempää työmenetelmää 1 on tehty nopeammalla työtahdilla, jolloin kuormittavuusero on pienentynyt tai kokonaan hävinnyt. Kuitupuun teossa fysiologisesti optimaalisen työtahdin käyttöä saattaa häiritä se, että työ sisältää raskaita staattisia työjaksoja (esim. pölkyn kantaminen), joiden aikana työtahdin alentaminen pidentää staattisen jännityksen kestoaikaa.

Kuitupuun teon kuormitustutkimuksissa on puuston koon ja kasausmatkan selittämiskyky todettu yllättävän alhaiseksi (esim. Samset ym. 1969, Valonen 1975). Tämä selittyisi sillä, että työntekijöillä on edellä hahmoteltuun tapaan taipumus työskennellä ylikuormittumisrajalla, jolloin työvaikeuden helpottuminen kompensoidaan työtahtia lisäämällä.

Rullataimien leikkauksessa fysiologisesti optimaalinen työtahti saavutettaneen selvästi alemmalla kuormittumistasolla kuin kuitupuun teossa. Vaikka suoriutumistarpeen kuvaama motivaatio onkin lisännyt kuormittumista, on se tapahtunut fyysisestä suorituskyvystä riippumatta. Fyysinen suorituskyky ei toisin sanoen ole ollut niin voimakkaasti käyttäytymistä hallitseva tekijä, että se olisi työtahdin lisäämisen edellytys. Päinvastoin fyysinen suorituskyky on korreloinut negatiivisesti kuormittumisen kanssa.

Taimien nosto fyysisesti kevyenä ja yksinkertaisena työnä ei kuormita verenkiertoelimistöä, mutta saattaa työasennosta johtuen rasittaa tukielimiä. Lisäksi työ voi tuntua yksitoikkoiselta. Täten käyttäytymistä hallitsee motivaatio. Voi olla, että yksitoikkoisessa toistotyössä viihtymisen edellytyksenä olevat luonteenpiirteet, kuten pitkäjänteisyys ja kärsivällisyys, selittäisivät työn tuotosta tässä tutkimuksessa käytettyjä testejä paremmin (vrt. Elton 1973).

Työmenetelmien suhteelliset työajan menekit ja kuormittavuusarvot muodostuvat kahden, kuvissa 15...17 hahmotellun, systeemin outputtien osamääränä. Molempiin systeemeihin syötetään samat olosuhde- ja työntekijän ominaisuuskombinaatiot panoksina. Siitä kuinka paljon systeemien rakenteet poikkeavat toisistaan riippuu se, miten systeemit prosessoivat input-informaatiota. On todennäköistä, että kun systeemeihin syötetään erilaisia työntekijän ominaisuuskombinaatioita, saadaan tulokseksi suhteellisia out-putteja, joiden variaatio on sitä suurempi, mitä enemmän systeemit eroavat toisistaan. Mitä lähempänä systeemien rakenteet ovat toisiaan sitä todennäköisemmin vaikuttaa input-kombinaation muutos molempien systeemien outputtiin samansuuntaisesti ja suhteellisesti yhtä voimakkaasti. Suhteellinen output ei kuitenkaan pysy vakiona, ellei systeemien rakenne ole sellainen, että uusi input-kombinaatio aina tuottaa kummassakin systeemissä prosentuaalisesti yhtä suuren muutoksen edelliseen outputtiin. Tämä edellyttää todennäköisesti sitä, että juuri samat input-tekijät vaikuttavat molemmissa systeemeissä suhteellisesti yhtä paljon outputtiin. Tämä ei liene koskaan käytännössä mahdollista, koska työmenetelmät tai olosuhteet eroavat aina luonteeltaan toisistaan.

Tämän tutkimuksen tulokset tukevat edellä kuvattua selitystä. Taimitarhatyössä työmenetelmät erosivat enemmän toisistaan kuin kuitupuun teossa. Mm. koehenkilön eri ominaisuudet ovat vaikuttaneet käyttäytymiseen eri taimitarhatyömenetelmissä. Taimitarhatyössä myös suhteellisten ajanmenekkien ja kuormittumisprosenttien variaatiokertoimet olivat suuremmat suhteessa työmenetelmäkohtaisten keskiarvojen variaatiokertoimiin kuin kuitupuun teossa.

36. Tulosten tarkastelua

Vaikka empiirinen aineisto on työntutkimusaineistoksi verraten suuri, jäi työntekijöiden määrä kenttätöiden työläyden tähden menetelmää kohden viiteen, mikä oli, työntutkimusaineistoille tyypillisen suuren hajonnan vuoksi, liian pieni useiden tutkimuksessa johdettujen hypoteesien tilastolliseen testaukseen. Vaikka tutkimuksen hypoteesit pyrittiin sitomaan tutkimuksen alkuosassa koottuun systeemiteoreettiseen tarkasteluun, on empiirisen osan tulokset selvästi erotettava tilastollisesti merkitseväksi todettuihin riippuvuussuhteisiin ja toisaalta hypoteesien johtamiseen. Edelleen on muistettava luvussa 244 (s. 26) esitetty periaate, että jokin havaittu lainalaisuus ei välttämättä toteudu kaikissa metsätyöntutkimusaineistoissa, ja jokin tässä aineistossa toteamaton lainalaisuus voi olla relevantti jossain toisessa aineistossa.

Voitiin osoittaa, että suunnilleen kaikki tutkimuksen ensimmäisen osan systeemikuvauksessa käytetyt ylimmän kvantitatiivisuuden tason reaaliteoreettiset käsitteet tai niiden mittauspiirteet ovat vuorovaikutussuhteessa toisiinsa. Myös takaisinkytkentä työsuorituksesta työntekijään kohdistuvien vaikutuksien kautta

työkykyyn voitiin osoittaa. Verrattaessa tuloksia aikaisempiin työntutkimusteorioihin voidaan hyväksyä Gläserin (1952) käsitys siitä, että työntekijän kuormittuminen riippuu työntekijän fyysisistä ominaisuuksista ja työtahdista, mutta myös psyykkisperäisestä "tajuamisesta", työhön sopeutumisesta ja organisaatiokyvystä. Viimeksi mainittujen kykyjen todettiin tosin vaikuttavan alkuperäisen hypoteesin suuntaisesti vain rullataimien leikkaustyön kuormittavuuteen, mutta myös subjektiivisesti arvioitu työtaito korreloi verraten voimakkaasti kuitupuun teon kuormittavuuden kanssa. Työajanmenekin todettiin, Fornallazin (1940) tapaan, olevan työntekijän työtaidon, työnopeuden, fyysisten ja ulkoisten tekijöiden monimutkaisen funktion.

Havaittiin myös, että raskaamman taimitarhatyön työaikojen hajonta oli suurempi kuin kevyemmän työn. Sama näyttää soveltuvan sykkeeseen, mutta ei kuormittumisprosenttiin. Edellisessä luvussa hahmoteltu selitys erilaisissa työmenetelmissä käyttäytymistä hallitsevista työntekijän ominaisuuksista sopii yhteen aikaisempien hakkuututkimusten kanssa siltä osin, että työntekijän hapenottokyky on voimakkaasti työn tuotosta ja työntekijän kuormittumista selittävä tekijä (Hansson 1965, Mälkiä 1974). Selitys on sopusoinnussa myös Fornallezin (1940) esittämän teorian kanssa siinä, että fysiologisesti optimaalisen työtahdin tuloksena on pienin työajan hajonta. Levannon (1970) työtahdin vaikutusta selvittävän tutkimuksen tulokset tukevat osaltaan käsitystä, jonka mukaan hakkuutyössä fysiologisesti optimaalinen työtahti yleensä ylitetään.

Kinsman ym. (1974) ovat erottaneet raskaassa fyysisessä työssä kolme subjektiivista oireryhmää: "kyvykkyys tehdä työtä", "motivaatio" ja "tehtävän vastenmielisyys". Koska urakkapalkatussa työssä motivaatio lienee yleensä korkea työasenteista riippumatta on luonnollista, että "kyvykkyys tehdä työtä" hallitsee käyttäytymistä. Se vaikuttaa myös fyysisten tuntemusten voimakkuuteen, ja motivaatio ja asenne lopullisesti määräävät sen, kuinka paljon vastenmielisten tuntemusten sallitaan vaikuttaa käyttäytymiseen.

Työntekijän kuormittumisen riippuvuus kumuloituvasta työmäärästä oletettiin kuitupuun teossa sydämen iskuvolyymin lasku-verimäärän adaptaatio-väsymys ketjun vaikutukseksi. Tosin Vuori (1972) ei ole todennut mainittavia sydämen iskuvolyymin alentumiseen viittaavia oireita laturetkihiihdossa, jota on tehty suurella hapenkulutustasolla. Metsätyö poikkeaa kuitenkin hiihdosta mm. siten, että se sisältää hyvin raskaita ja suurta lihasvoimaa vaativia jaksoja, joihin liittyy myös staattista lihasjännitystä. Lundgren (1946) on jalkasiteitä käyttämällä päätellyt, että sykkeen nousu metsätyössä ainakin osittain johtuu keskeisen verenkierron vähenemisestä hydrostaattisesti pystyasennon vaikutuksesta.

Vuori (1972) ei laturetkihiihdossa myöskään todennut uupumuksen aiheuttamia komplikaatioita tai huomattavia fysiologisia, fatigue-ongelmatiikkaan liittyviä, muutoksia. Metsätyön luonteesta johtuen tälläisia muutoksia voi olettaa syntyvän helpommin mm. paikallisen lihasten ylikuormittumisen seurauksena. Sydämeen kohdistuvan kuormituksen voitiinkin, yhtä poikkeusta lukuunottamatta, todeta

nousseen työpäivän kuluessa sykkeen ja systolisen verenpaineen tulona ilmaistuna. Huolimatta korkeasta hapenkulutustasosta ja suurista lihas- ja luustorasituksista metsätyö on vaihtelevaa, raskaimpien jaksojen yhtäjaksoisten kestojen jäädessä usein alle 0,5 min (Harstela 1971 c, Mälkiä 1974). Täten lihasten aeropista energian käyttöä voidaan pitää verraten tehokkaasti yllä. Tähän viittaavat työn jaksottamisen kuormitusta alentava vaikutus, mikä voidaan selittää myoglobiinin happivarastojen täydentymisellä (Harstela 1971 c), ja havaitut pienet maitohappopitoisuudet veressä (Mälkiä 1974). Suuri energian tarve voinee kuitenkin ehdyttää energiavarastot.

Päivittäiset työtehokäyrät eivät olleet yhtä säännönmukaisia, kuin sykekäyrät. Työtehon muutokset onkin todettu hyvin yksilöllisiksi (Oksala 1966, Harstela ym. 1971). Yleensä työtehokäyrät on selitetty vuorokausirytmin ja taukojen vaikutukseksi. Tässä tutkimuksessa saadut tulokset kuitenkin viittaavat siihen, että raskaassa ruumiillisessa työssä työtehon muutoksetkin saattavat olla ensisijaisesti tehdyn työmäärä eikä työpäivän ajankohdan funktio. Tämä päättely on kuitenkin täysin hypoteettinen.

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella tulisi käytännön metsätyöntutkimuksessa huomioida seuraavaa:

— Verrattaessa eri työmenetelmiä tai työntekijöitä tulee työvaikeustekijöiden vaikutus eliminoida mahdollisimman tarkasti, koska työvaikeustekijöiden vaikutus tuloksiin on erittäin suuri.

— Kuormittumistason (menetelmien väliset erot ja työtahti) nousu lisää aikahavaintojen ja sykkeen hajontaa ja aiheuttaa aineiston koolle siten lisävaatimuksia. Myös työntekijän työtahdin vastaavuuteen eri työmenetelmiä tehtäessä tulisi kiinnittää huomiota, samoin poikkeamiseen fysiologisesti optimaalisesta työtahdista.

— Työntekijän fyysiset ominaisuudet — ainakin hapenottokyky — vaikuttavat voimakkaasti raskaan metsätyön tuotokseen ja kuormittumiseen.

— Ilmeisesti selvä vaikutus on eräissä työmenetelmissä psyykkisillä ominaisuuksilla ja lähes kaikissa olosuhteissa motivaatiolla. Koehenkilön tulisi siis omata keskimääräinen suoriutumistarve ja asenne työtä kohtaan.

— Työpäivän pituuden tulee olla normaalia työpäivää vastaava. Samoin tehdyn työmäärän tulee vastata keskimääräisen työpäivän työsuoritusta, koska täten saadaan esille myös normaali työtahtikäyrä ja sykekäyrä sekä kumuloituva kuormittuminen.

— Myös harjaantumisella työhön on vaikutus tuloksiin, mitä osoittanee työpäivän järjestysnumeron esiintyminen regressiomalleissa. Näin ollen työntekijät tulee harjaannuttaa työhön ennen työntutkimusta. Fyysisen työn vaatimista opetteluajoista ei tämän tutkimuksen perusteella voida kuitenkaan tehdä johtopäätöksiä.

— Työntutkimusten suunnittelussa tulisi ottaa huomioon kaikki kuvassa 1 (s. 15) esitetyt tekijäryhmät, jotka kaikki näyttävät olevan relevantteja työn tuotoksen ja työntekijän kuormittumisen selittäjiä metsätyössä.

Vertailevan työntutkimuksen periaate on kuitupuun teossa saanut tukea siinä muodossa, että regressiomuuttujilla tasoitettujen keskiarvojen suhteet ovat hajonneet merkitsevästi vähemmän kuin itse keskiarvot. Saman suuntainen, mutta tilastollisesti ei merkitsevä tulos saatiin myös taimitarhatyössä. Suhteellisten aika-arvojen variaatiokertoimet olivat kuitupuun teossa 3, 9 ja 8,5 ja taimitarhatyössä 16,3. Se, että taimitarhatyössä suhteellinen työaika oli hajonnut selvästi enemmän kuin kuitupuun teossa, tukee hypoteesia, jonka mukaan vertailevan työntutkimuksen periaate sopii paremmin sellaisten työmenetelmien vertailuun, jotka ovat samantapaisia eli joiden työn tuotosta selittävät samat työntekijän ominaisuudet ja ominaisuuksien vaikutus on lähes yhtä vahva molemmissa menetelmissä. Tällöin työntekijän vaihdos vaikuttaa molempien työmenetelmien työntuotokseen samansuuntaisesti ja suhteellisesti lähes yhtä vahvasti. Voitiinkin todeta, että kuitupuun teossa samat tekijät selittivät työn tuotosta molemmissa työmenetelmissä. Kun taas taimitarhatyössä näytti olevan eroja fakoreiden selityskyvyn välillä eri työmenetelmissä, tosin korrelaatiot kaiken kaikkiaan olivat heikkoja.

Sykearvojen ja kuormittumisprosenttien osalta vertailevan työntutkimuksen periaate näyttää saavan tukea samassa muodossa kuin työaikojenkin osalta eli suhteellisten arvojen käyttö pienentää suhteellista hajontaa. Erot eivät regressiotasoituksen jälkeen ole keskiarvojen ja suhteellisten arvojen variaatiokertoimien välillä yhtä selviä kuin työajan menekin kyseessä ollen. Tilastollinen merkitsevyys todettiin kuitupuun teossa sykearvojen osalta 10 % ja kuormittumisprosenttien osalta 10 . . . 25 % riskitasoilla. Kuormittumisprosentit näyttävät omaavan suuremman suhteellisen hajonnan kuin sykearvot. Taimitarhatyössä tulos oli samansuuntainen kuin kuitupuun teossakin, mutta erot olivat pienet, eivätkä tilastollisesti merkitsevät.

Suhteellisiin arvoihin vaikuttavien tekijöiden analysointi on pienen vapausastemäärän vuoksi ollut erittäin hypoteettista. Suhteellisen työajanmenekin tai kuormittumisarvon muutos jonkin tekijän funktiona ei ole yksiselitteisesti nouseva tai laskeva, vaan riippuu ko. tekijän ja kumpienkin työmenetelmien regressioista ja samanaikaisesti kummankin työmenetelmän työajan menekkien tai kuormittumisarvojen regressioiden tasosta toisiinsa nähden. Vasta kun tiedetään kuinka paljon kummankin työmenetelmän työajan menekki muuttuu prosentuaalisesti selittävän tekijän funktiona, tiedetään säännönmukaisuus ko. tekijän ja suhteellisen työajanmenekin välillä.

Tilastollisesti merkitsevät korrelaatiot vähintään 10 % riskillä saatiin taimitarhatyössä kuormittumisprosentin ja faktoreiden 5 ja 3 välille. Kuitupuun teossa vastaavasti vain työajan menekin ja faktorin 2 välillä oli tilastollisesti merkitsevä riippuvuus. Kuormittumisen osalta faktorit 3 ja 2 korreloivat kuitupuun teossa 25 % riskillä merkitsevästi.

Vain sellainen tekijä joka vaikuttaa suhteellisesti eri voimakkuudella vertailtavien työmenetelmien tuotos tai kuormittavuusarvoihin tai vaikuttaa vain toisen menetelmän arvoihin, on hyvä suhteellisten arvojen selittäjä. Faktoreiden 5, 3 sekä

hypoteettisesti 1 ja 2:n selittämiskyky taimitarhatyön suhteellisen kuormittavuuden suhteen perustuukin siihen, että ne vaikuttivat voimakkaammin rullataimien leikkaukseen kuin taimien nostoon. Kuitupuun teon suhteellisiin arvoihin merkitsevästi vaikuttanut faktori 2 ei selittänyt merkitsevästi työmenetelmäkohtaisia arvoja ja sen vaikutukset olivat suunnaltaan alkuperäisten hypoteesien vastaiset, joten sen suhteellisten arvojen selittävyys oletetaan sattuman aiheuttamaksi. Faktoreiden 3 ja 5 hypoteettinen selittävyys selitetään seuraavasti. Kevyemmässä työmenetelmässä 1 oli suurempi pelivara säädellä kuormittumista fysiologisen optimityötahdin yläpuolella, joten fyysinen suorituskyky on vaikuttanut suhteellisesti enemmän työmenetelmää 1 kuin työmenetelmää 2 tehtäessä. Faktori 5 on vaikuttanut suhteellisesti enemmän työmenetelmässä 2, koska siinä muun kuin kasaustyön osuus on seuurempi kuin työmenetelmässä 1 ja faktorin 5 todettiin korreloivan voimakkaimmin muissa kuin kasaustyövaiheissa.

Tässä tutkimuksessa esille tulleiden hajontalukujen perusteella täytyisi taimitarhatyöstä näytteen koon olla yksinkertainen satunnaisotannan kaavalla laskettuna yli 95 työntekijää, jos 95 % luotettavuudella halutaan, että saatu tehotyöajan keskiarvo poikkeaa korkeintaan 5 % todellisesta (vrt. Snedecor ym. 1972). Vastaavasti pitäisi kuitupuun teossa runkokohtaisen työajan osalta työntekijöiden lukumäärän olla yli 141 ja kasausajan kyseessä ollen yli 92. Suhteellisia arvoja käytettäessä näytteen koon tulisi taimitarhatyössä olla n. 41 ja kuitupuun teossa 2,3 ... 10,9 työntekijää vastaavan tarkkuuteen pääsemiseksi. Täten laadittaessa esim. taksataulukoita päästäisiin suhteellisilla arvoilla paljon pienemmillä työntekijämäärillä lopputulokseen, jossa uuden työmenetelmän hinnoitus on 95 % luotettavuudella $\pm$ 5 % virherajojen sisällä, jos voidaan määrittää toisen työmenetelmän "varma arvo" esim. tilastojen perusteella.

Vastaavasti kuormittumisprosentteja tutkittaessa pitäisi näytekokojen olla ominaisarvojen estimoinnissa taimitarhatyössä 316 ... 502 ja kuitupuun teossa 72 ... 108 työntekijää. Suhteellisten arvojen estimoinnissa näytekoon pitäisi taas olla taimitarhatyössä 187 ja kuitupuun teossa 25 ... 35. Suhteellisten sykearvojen osalta näytekooksi riittäisi vastaavin laskentaperustein taimitarhatyössä 3,3 ja kuitupuun teossa n. 2,4 työntekijää. Tällöin voitaisiin jo osoittaa toinen työmenetelmä toista kuormittavammaksi.

Sykekäyrille ominainen 2 ... 3-vaiheinen, työmäärän funktiona määräytyvä, muoto viittaa siihen että työpäivän pituus ja työtahti vaikuttavat suhteelliseen sykkeeseen, jos menetelmät eroavat rasittavuudeltaan toisistaan. Sama periaatteessa sopii työn tuotoskäyriin, mutta niiden muodon yksilöllinen hajonta vaikeuttaa säännönmukaisuuksien löytämistä.

Käytännön työntutkimuksen kannalta edellä esitetyt tulokset viittaavat seuraavaan:

— Työmenetelmien vertailussa vertailevan työntutkimuksen periaateetta voidaan soveltaa sitä paremmin, mitä lähempänä työmenetelmät ovat luonteeltaan

toisiaan. Toisin sanoen mitä enemmän ne edellyttävät työntekijältä samojen kykyjen hyväksikäyttöä.

— Tarvittavien koehenkilöiden lukumäärä luotettavien tulosten saamiseksi riippuu siitä, kuinka lähellä toisiaan työmenetelmät ovat luonteeltaan ja voidaanko valita työhön vaikuttavilta kyvyiltään keskitasoiset työntekijät. Näyttää siltä, että suhteellisten ajan menekkien selvittelyssä työntekijöitä tulisi olla 3:sta ylöspäin. Samaa voidaan sanoa kuormitustutkimusten osalta, jos tyydytään vain työmenetelmien keskinäisen kuormittavuusjärjestyksen määrittämiseen. Eron kvantifioiminen edellyttää koehenkilöjoukon huomattavaa lisäämistä. Metsätyössä näyttää myös vallitsevan se yleisessä työtieteessä tunnettu lainalaisuus, että mitä fyysisesti raskaampaa työ on, sitä suurempi on ajan menekin hajonta.

— "Keskimääräisten" työntekijöiden käyttö lisännee vertailevan työntutkimuksen periaatteen relevanttiutta. Raskaassa fyysisessä työssä yhtenä valintaperusteena voitanee käyttää työntekijän hapenottokykyä. Sen sijaan psyykkisten ja psykomotooristen ominaisuuksien ja kykyjen osalta ei tämän tutkimuksen perusteella voida vielä tehdä johtopäätöksiä. Huomiota kannattanee kiinnittää asenteisiin ja suoriutumistarpeeseen, mutta ilmeisesti myös työtaitoon ja mahdollisesti psykomotoorisiin ominaisuuksiin. Nykyisellä teorian muodostustasolla valinta voisi tapahtua fyysisen suorituskyvyn ja tilastoitujen työsaavutusten perusteella. Muiden ominaisuuksien kuin fyysisen suorituskyvyn merkitys korostunee voimakkaasti fyysisen kuormitustason laskiessa.

— Työvaikeustekijöiden vaikutus suhteellisiinkin työntutkimustuloksiin on suuri, joten työmenetelmien välisiä eroja vertailevan työntutkimuksen periaatteella tutkittaessa on mahdollisimman tehokkaasti työvaikeustekijät huomioon ottavien mallien käyttö hyödyllistä.

— Työpäivän pituus vaikuttanee myös suhteellisiin työntutkimustuloksiin ainakin raskaassa fyysisessä työssä, joten eri menetelmiä verrattaessa työpäivien tulisi olla yhtä pitkiä ja mahdollisimman tarkasti normaalia työpäivää vastaavia. Tulosten analysointi työmäärän funktiona on hyödyllinen varsinkin silloin, kun käytännön syistä ei edellä mainittua työpäivän pituusihannetta voida toteuttaa.

On ilmeistä, että vertailevan työntutkimuksen periaatetta on usein sovellettu liian kritiikittömästi käyttäen liian pieniä työntekijämääriä ja ottamatta huomioon työntekijöiden "keskimääräisyys"-vaatimusta. Samoin työmenetelmien eroavuuteen ei kirjallisuuden mukaan ole juuri kiinnitetty huomiota. Käytäntö onkin osoittanut, etteivät esim. palkkaperustutkimukset ole aina johtaneet toivottuihin tuloksiin, vaan taksarakennetta on jouduttu korjaamaan käytännön kokemusten perusteella. Tähän voi kuitenkin olla myös muita syitä, kuin tässä tapauksessa analysoidut. Pelkät aikatutkimukset eivät osoita työsuoritus-vaikutus työntekijään-työkyky takaisinkytkentäketjun pitkäaikaisia vaikutuksia. Voihan esim. raskaammassa työssä työntekijä ylikuormittaa itseään työntutkimuksen aikana, joka kestää yleensä muutamia päiviä, mutta käytännön työelämässä pitemmällä aikavälillä kuormittamistaso ja samalla työtahti ja työn tuotos laskevat. Näin ollen aikatutkimusten ja kuormittavuustutkimusten rinnakkainen käyttö sekä tutkimustulosten myöhempi tarkistaminen esim. tilastojen avulla näyttävät hyödyllisiltä tulosten käyttökelpoisuutta varmentavilta keinoilta.

4. TIIVISTELMÄ

Teoreettinen osa

Tutkimuksen tarkoituksena on ollut laatia yleisluonteinen työtieteellinen malli metsätyöstä viitekehykseksi teoreettista ja empiiristä tarkastelua varten, tutkia metsätyössä vaikuttavia inhimillisten, olosuhde- ja työmenetelmäkohtaisten muuttujien riippuvuussuhteita työajan menekin ja työntekijän fyysisen kuormittumisen kanssa. Empiirisessä aineistossa tarkastelu rajattiin rullataimien leikkaukseen ja taimien nostoon taimitarhalla sekä kuitupuun tekoon käytettäessä kahta työmenetelmää, eli keskiraskaaseen ja raskaaseen työhön. Lopullisena tavoitteena on ollut laatia ja testata metsätyötieteellisiä hypoteeseja, johtaa uusia hypoteeseja sekä hahmotella kokonaisvaltaista teoriaa systeemitarkastelun pohjalta. Erityisenä tavoitteena on ollut myös tutkia vertailevan aikatutkimuksen periaatteen toteutumista empiirisessä aineistossa ja samansisältöisen periaatteen toteutumista syketutkimuksissa. Tällöin siitä käytetään nimeä vertailevan työntutkimuksen periaate.

Työsuoritusta kuvattiin systeemikaaviolla (kuva 1). Kaavio muodostuu seuraavista alkioiden pääryhmistä: työntekijän työhalu, työkyky, refleksit ja vaistot sekä päätösmenettely, ympäristötekijät, työmenetelmät ja -tavat, työsuoritus, tuotos, ansio ja työnteon vaikutukset työntekijään. Malli muodostettiin rinnan abstrakteista ja konkreettisista käsitteistä päämääränä sen sopivuus työntutkimuksen teorian käsitteistöön ja teorian muodostuksen tasoon. Malli sisältää takaisinkytkennän vaikutukset työntekijään — alkioryhmästä työntekijän ominaisuuksiin.

Luvussa 23 (s. 18) suoritettiin kirjallisuuskatsaus niistä metsätyöntutkimuksista, joissa on tutkittu joitakin mallissa esitettyjä riippuvuussuhteita. Tuotostutkimusten lukuisuuden vuoksi on niitä käsitelty esimerkin omaisesti. Valtaosa tutkimustoiminnasta on ollut ympäristötekijäin — ja näistä lähinnä työvaikeustekijäin — ja työn tuotoksen välisten suhteiden analysointia.

Aikaisemmin hahmoteltua systeemikaaviota tarkasteltiin luvussa 24 (s. 24) kyberneettisenä, probabilistisena systeeminä, jolloin alkiot käsitettiin sinänsä mutkikkaita kytkentöjä sisältäviksi ja "black-box"-tyyppisiksi. Näiden alkioiden informaation siirto kuvattiin vain yhdellä kanavalla, joten informaatiota tarkastellaan vain tilan ja tapahtuman symbolisena ilmaisuna. Mallin itsesäätelymekanismeina tarkasteltiin päätösprosessia ja refleksien ja vaistojen vaikutuksia. Takaisinkyt-

kentöjä todettiin sekä työntekijän sisäisinä että työntekijän ja ympäristön välisinä ilmiöinä. Systeemin yleisten ominaisuuksien kuten kynnysarvojen, riippuvuussuhteiden, isomorfian ja homomorfian periaatteiden perusteella esitettiin työntutkimuksen teorian muodostukseen vaikuttavia periaatteita:

— Jos jokin riippuvuussuhde osoittautuu merkitseväksi, on se ainakin aineiston edustamassa perusjoukossa ja mahdollisesti muissakin perusjoukoissa relevantti.

— Sen sijaan, jos ei havaita merkittävää riippuvuutta joidenkin muuttujien välillä, voi niiden välillä kuitenkin olla merkittävä riippuvuus jossain toisessa perusjoukossa tai joidenkin kynnysarvojen jälkeen.

— Teorian kehittämisen kannalta on hyödyllistä selvittää riippuvuussuhteiden suunta ja alkioiden sisäiset lainalaisuudet ja mekanismit.

— Hypoteesinä oletetaan työntekijittäisten suhteellisten työaika- ja kuormittumisarvojen pysyvyyteen vaikuttavan sen, kuinka erilaisten kykyjen käyttöä verrattavat työmenetelmät ja työolosuhteet edellyttävät työntekijältä sekä sen, kuinka työntekijä asennoituu verrattaviin työmenetelmiin ja kuinka harjaantunut hän on.

— Luonnosta yksinkertaistusten kautta saatu malli on sitä käyttökelpoisempi mitä deterministisempi se on.

— Empiirisessä työntutkimuksessa haivainnoidaan yleensä koodattuja sanomia välillisin keinoin, joten harvoin on mahdollisuus todeta suoria fysiologisia syy-seuraus-suhteita, vaan joudutaan "joko-tai" tai "sekä-että"-tyyppisiin selityksiin.

Luvussa 25 (s. 28) kehitettiin edelleen työn systeemikuvausta sijoittamalla hypoteettisesti työntutkimuksen periaatteiden käsitteistön muodostamia alkioita malliin (kuva 2). Käsitteet ovat: työvauhti, fysiologisesti edullisin työvauhti, fyysinen kuormittuminen, fyysisen kuormittumisen suhde maksimaaliseen suorituskykyyn, työpäivän kokonaiskuormittuminen, psyykkinen kuormittuminen, normaalisuoritus, suhteellinen ajanmenekki, keskimääräinen ajanmenekki, ajanmenekin hajonta, keskimääräinen kuormittuminen, kuormittumisen hajonta, suhteellinen kuormittuminen ja työasenteet.

Mallin käsitteiden kvantitatiivisuuden ja abstraktisuuden tasoa tutkittiin käyttämällä M-67-metateoriaa. Kuvassa 3 (s. 32) esitettiin käsitehierarkiat sekä käsitteiden mittauspiirteet. Todettiin mittauspiirteitä prosessoitaessa empiirisessä osassa käytettävän teorian muodostukseen saman kvantitatiivisuuden tason käsitteitä, jotka ovat ylempien reaaliteoreettisten käsitteiden-työntekijän työkyky, työhalu, vaikutukset työntekijään, työmenetelmä ja -tapa, työsuoritus, tuotos ja ympäristötekijät-alakäsitteitä. Kuvassa 4 (s. 34) esitettiin oliomallina prosessit: työsuoritus — tuotos ja työsuoritus — vaikutukset työntekijään sekä näiden prosessien vaihtosuhteisiin vaikuttavat työntekijän resurssit (työkyky) ja tunteet (työhalu) sekä työolosuhteet (ympäristö).

Elävän organismin todettiin olevan systeemin, joka pyrkii säilyttämään tasapainotilan. Fysiologisiin ja psykologisiin teorioihin vedoten oletettiin, että jos jokin tekijä aiheuttaa suuremman poikkeaman organismin eli tahon tasapainotilassa kuin muut tekijät, niin kyseinen tekijä hallitsee tahon käyttäytymistä.

Tätä teoriaa pyrittiin empiirisessä osassa soveltamaan todettujen ilmiöiden selittämiseen.

Empiirinen osa

Empiirisessä osassa tarkasteltiin eri tekijöiden vaikutusta työajan menekkiin ja työntekijän fyysiseen kuormittumiseen sekä eräiden työntutkimusperiaatteiden toteutumiseen taimitarhalla rullataimien leikkauksessa ja männyn taimien nostossa sekä kuitupuun teossa kourakasoihin palstatien varteen (työmenetelmä 2) ja 4-metrin levyiselle vyöhykkeelle, jolloin kasojen koko vaatimusta alennettiin (työmenetelmä 1). Aineisto ja suoritetut mittaukset on selitetty luvussa 32 (s. 37).

Tulokset on testausta haitanneen pienen vapausastemäärän vuoksi jaettu tilastollisesti merkitseviin riippuvuuksiin ja hypoteettisiin riippuvuuksiin ja ne ovat seuraavat:

— Työajan menekkiä selittivät regressioanalyysissä merkitsevästi ns. työvaikeustekijät, työmenetelmä, työtahtia kuvaava siirtymisnopeus, työpäivän ajankohta, työpäivän järjestysnumero ja eräät työntekijää kuvaavat muuttujat.

— Taimitarhatyössä työntekijää kuvaavista muuttujista ainoastaan "asenne"-faktori selitti merkitsevästi työn tuotosta. Korrelaatioanalyysissä kevyemmän työmenetelmän eli taimien noston työajan kanssa korreloivat yli 0,5 kertoimella "asenne"- ja "suoriutumistarve"-faktorit ja raskaammassa työssä eli rullataimien leikkauksessa vain "asenne"-faktori.

— Kuitupuun teossa merkitsevästi työajanmenekkiä regressio-analyysissä selittävät "työn fyysisesti raskaiden osien suorituskyky"- ja "suoriutumistarve"-faktorit. Korrelaatio-analyysissä "työn fyysisesti raskaiden osien suorituskyky"- faktori korreloi merkitsevästi vähintään 10 % riskillä molempien työmenetelmien kasausajan kanssa. Lisäksi yli 0,5 korrelaatiokerroin oli "asenne"-faktorin ja kasausajan sekä "suoriutumistarve"-faktorin ja runkokohtaisen työajanmenekin kanssa molemmissa työmenetelmissä.

— Työpäivän ajankohdan ja tehdyn työmäärän vaikutusta työajan menekkiin kuitupuun teossa tutkittiin erityisellä 3-vaiheisella mallilla, josta saatiin 28 %—74 % selitysasteita. Tulokset viittasivat siihen, että tehty työmäärä saattaa olla kumuloituvaa työaikaa parempi selittäjä.

— Sydämen syketaajuuksien muutoksia selittivät regressioanalyysissä merkitsevästi työvaikeustekijät, työmenetelmä, työtahtia kuvaava siirtymisnopeus, työpäivän ajankohta, työpäivän järjestysnumero ja eräät työntekijää kuvaavat muuttujat.

— Työvaikeustekijöistä tulivat regressioanalyysissä merkitseviksi selittäjiksi taimitarhatyössä lämpötila ja kuitupuun teossa rungon tilavuus, oksaisuusluokka ja lämpötila.

— Taimitarhatyössä selittivät merkitsevästi sykettä työntekijää kuvaavista muuttujista "työn fyysisesti raskaiden osien suorituskyky"- ja "asenne"-faktorit. Rullataimien leikkauksessa oli yli 0,5 korrelaatiokerroin kuormittumisprosentin ja seuraavien faktoreiden välillä: "työn suunnittelukyky", "työn nopeatempoisten

osien suorituskyky", "työn fyysisesti raskaiden osien suorituskyky" ja "suoriutumistarve". Taimien nostossa vastaavasti korreloi vain "suoriutumistarve"-faktori.

— Kuitupuun teossa sykettä selittivät merkitsevästi "työn suunnittelukyky"-, "työn fyysisesti raskaiden osien suorituskyky"- ja "suoriutumistarve"-faktorit regressioanalyysissä. Korrelaatioanalyysissä vähintään 10 % riskillä merkitsevä korrelaatio kuormittumisprosentin kanssa oli molemmissa työmenetelmissä "työn suunnittelukyky"-faktorilla runkokohtaisen kuormittumisen suhteen ja "työn fyysisesti raskaiden osien suorituskyky"-faktorilla kasaustyövaiheen suhteen. Fyysinen suorituskyky korreloi positiivisesti kuormittumisen kanssa. Yli 0,5 korrelaatiokertoimet olivat lisäksi sekä "työn nopeatempoisten osien suorituskyky"- että "suoriutumistarve"-faktoreiden ja kuormittumisprosentin välillä. Lisäksi subjektiivisesti arvioitu työtaito korreloi kasaustyövaiheen kuormittumisen kanssa yli 0,6 kertoimella. "Työn suunnittelukyky"- ja "työn nopeatempoisten osien suorituskyky"-faktoreiden ja kuormittumisen korrelaatio oli positiivinen ja siten asetetun hypoteesin vastainen.

— Sykkeen vaihtelua työpäivän aikana tutkittiin kuitupuun teossa erityisellä mallilla käyttäen "fysiologisen tilan"-käsitettä. Selitysasteet olivat 32 . . . 86 %. Tulos osoittaa sykefrekvenssin vaihtelevan työpäivän aikana tehdyn työmäärän funktiona. Työntekijästä ja tehdystä työmäärästä riippuen sykekäyrä muodostui joko nousevasta ja laskevasta tai nousevasta, laskevasta ja uudelleen nousevasta (tai vakaasta) jaksoista.

— Vertailevan työntutkimuksen periaate näytti toteutuvan vain osittain. Kuitupuun teossa regressiomuuttujien suhteen tasoitettujen työajan menekin keskiarvojen suhteiden variaatiokerroin oli tilastollisesti merkitsevästi pienempi kuin työmenetelmittäin laskettujen keskiarvojen variaatiokertoimet. Taimitarhatyön osalta tulos oli saman suuntainen, mutta ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Sen sijaan sellainen vertailevan työntutkimuksen periaatteen tulkinta, että suhteellisten erojen hajonta on käytännön kannalta merkityksetöntä, ei saanut tukea.

— Regressiomuuttujien suhteen tasoitettujen sykekeskiarvojen suhteiden suhteellinen hajonta oli myös pienempää kuin työmenetelmittäisten keskiarvojen. Tilastollisesti merkitsevä ero saatiin kuitenkin vain kuitupuun teon osalta, kun käytettiin tasoittamattomia keskiarvoja. Samoin kuin työajanmenekinkin kyseessä ollen kuitupuun teossa suhteellisten arvojen käyttö työmenetelmittäisien keskiarvojen sijasta pienensi suhteellista hajontaa enemmän kuin taimitarhatyössä. Tämä tukee hypoteesia, jonka mukaan vertailevan työntutkimuksen periaate soveltuu yömenetelmien vertailuun sitä paremmin mitä lähempänä työmenetelmät ovat luonteeltaan toisiaan.

— Kuormittumisprosenttien suhteellinen hajonta oli suurempaa kuin sykekeskiarvojen. Suhteellisten arvojen käyttö näytti kaikissa tapauksissa pienentävän variaatiokerrointa, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi. Suhteelliset kuormittumisarvot hajosivat huomattavasti enemmän kuin suhteelliset sykearvot. Tämä osoittaa, että työmenetelmien välinen kuormittavuusjärjestys saadaan selville ver-

raten pienellä aineistolla, mutta eron kvantifioiminen vaatii huomattavasti suuremman koehenkilöjoukon.

— Suhteellisten arvojen riippuvuutta faktoreista selitettiin pienen vapausastemäärän vuoksi erittäin hypoteettisella tasolla luvuissa 343 (s. 60) ja 344 (s. 67).

Tulosten suhdetta teorian muodostukseen pohdittiin luvuissa 35 (s. 85) ja 36 (s. 91). Viimeksi mainitussa tarkasteltiin myös tuloksien soveltamista käytännön metsätyöntutkimukseen. Teoreettisessa osassa hahmotellun mallin ylimmän kvantitatiivisuuden tason alkiot todettiin kaikki näissä aineistoissa relevanteiksi muuttujiksi, mikä osoittaa mallin käyttökelpoisuutta viitekehyksenä, samoin malliin hahmoteltu takaisinkytkentä-ketju voitiin myös todeta relevantiksi.

Käyttäen selityksessä luvussa 252 (s. 30) hahmoteltua vaikutusten hallinnan teoriaa, pääteltiin fyysisesti raskaimmassa työssä eli kuitupuun teossa fyysinen suorituskyky käyttäytymistä hallitsevaksi tekijäksi, josta pääasiassa riippuu elimistön tasapainotilan häiriintyminen eri työnopeuksilla. Mitä hyväkuntoisempi työntekijä on sitä korkeammalle suhteellisella hapenkulutustasolla hän voi työskennellä eli sitä suuremmaksi jää pelivara motivaation vaikutukselle. Fyysisen suorituskyvyn säätelemissä rajoissa kuitenkin muut kyvyt esim. työtaito vaikuttavat käyttäytymiseen. Näin ollen vain hyvän fyysisen suorituskyvyn omanneet työntekijät ovat voineet nostaa työtahtiaan motivoinnin edellyttämälle tasolle.

Keskiraskaassa työssä eli rullataimien leikkauksessa fyysinen suorituskyky on myös hallinnut käyttäytymistä, mutta ei kuitenkaan yhtä voimakkaasti kuin kuitupuun teossa. Koska työ on nopeatempoista ja tarkkuutta vaativaa ovat myös psyykkiset ja psykomotooriset kyvyt selittäneet merkitsevästi elimistön kuormittumista. Saattaa olla, että työsuorituksella on motoorisista kyvyistä riippuva yläraja, ja täten fyysisen suorituskyvyn kasvu ei pääse selvästi vaikuttamaan työn tuotokseen.

Taimien nostossa ei fyysinen suorituskyky ole vaikuttanut työn tuotokseen eikä kuormittumiseen. Fysiologisen tilankaan vaikutusta ei voida varmistaa, koska se on saatu molempia työmenetelmiä selittävästä mallista. Samaa on sanottava myös psyykkisten kykyjen vaikutuksesta. Tämä onkin ymmärrettävää, koska työ on fyysisesti kevyttä ja luonteeltaan yksinkertaista, joten työn tuotosta ja myös kuormittumista hallitsee työmotivaatio.

Työntekijän sykkeen vaihtelua selitettiin hypoteettisesti sydämen iskuvolyymin lasku-verimäärän adoptaatio-väsymysvaiheina. Suhteellisten työajanmenekki- ja kuormittumisarvojen hajonnan selitettiin olevan sitä pienempää mitä enemmän vertailtavissa työmenetelmissä vaaditaan samoja kykyjä työntekijällä ja mitä enemmän työntekijät motivoituvat samalla tavoin kumpaankin työmenetelmään. Tällöin työntekijän vaihdos vaikuttaa molempien menetelmien tuloksiin samansuuntaisesti ja mahdollisimman paljon samalla suhteellisella vaikutustasolla.

Luvussa 36 (s. 91) suoritetun pohdinnan perusteella todettiin, että vertailevan työntutkimuksen periaatetta lienee sovellettu liian kritiikittömästi käyttäen liian pieniä työntekijämääriä ja kiinnittämättä huomiota työntekijäin valintaan sekä työmenetelmien eroavuuteen. Samoin työntutkimusten lyhytaikaisuus voi aiheuttaa tuloksiin harhaa etenkin, jos suoritetaan joko puhtaita aikatutkimuksia tai kuormitustutkimuksia.

KIRJALLISUUSVIITTEET

Ager, B. H:son. 1967. Tidformler för huggning baserade på fältstudier 1957—67. Skogsarbeten, redogörelse nr 12. Stockholm.

Ahmavaara, Y. 1969. Yhteiskuntatieteen kyberneettinen metodologia. Tammi. Helsinki.

Aho, K. Vibration Measurements of Chain Saws. Work-Environment-Health, Vol. 7. No 1. Helsinki.

—„— Kättö, J. 1971 a. Traktorityö ja työterveys. Vakolan tiedote. Helsinki.

—„— 1971 b. Tutkimus metsätraktorin heilumisen mittaus- ja arvostelumenetelmän kehittämiseksi. Summary: Experiment for developing a method how to measure and evaluate the rocking of the forest tractor. Maatalouskoneiden tutkimuslaitos, Tutkimusselostus 9. Helsinki.

—„— Rantapuu, K. 1971. Metsätraktorin veto- ja nousukyvystä rinteessä. Summary: On slope-elevation performance for forest tractors. Folia Foretalia 111. Helsinki.

Ahonen, M. 1968. Apteeraus- ja karsintatavan vaikutus mäntysahapuun hakkuuseen. Metsäntutkimuslaitos. Moniste.

Andersson, L., Bergström, L., Kranz, A., Lennerheim, G., Petterson, B. 1968. Usual av skogstraktorförare med psykologiska test. Summary: Selection of tractor operators by means of psychological tests. Skogsarbeten redogörelse 7. Stockholm.

Allardt, E. 1964. Yhteiskunnan rakenne ja sosiaalinen paine. Porvoo—Helsinki.

Allgemeine Anweisung für Leistungsuntersuchungen bei der Waldarbeit. 1959. GEFFA-Druchsache D 41.5. Auflage. Freiburg.

Almqvist, G. 1945. Några synpunkter på tidsstudierna och deras användning inom skogsbruket. SDA Meddelande nr. 18. Stockholm.

Andersen, K.L., Myhre, K., Vik, T. 1970. Likevekten i det inre kroppsmiljø ved langvarig muskelarbeid. Summary: Homeostasis (Internal Environment) during Prolonged Work. Det Norske Skogsforsøksvesen, Driftsteknisk rapport nr. 7. Vollebek.

Appelroth, S.-E. 1970. Tutkimus metsänistutuskoneista m/TTS, Ylö, ja Holkki. Summary: A Study of Tree Planting Machines m/TTS, Ylö and Holkki. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisu- ja 68.5. Helsinki.

—„— Harstela, P. 1970. Tutkimuksia metsänviljelytyöstä I. Kourukuokka, kenttälapio, taimivakka, taimilaukku sekä istutuskoneet Heger ja LDM-1 istutettaessa kuusta peltoon. Summary: Studies on afforestation Work I. The Use of semicircular hoe, the field spade, plant basket, plant bag and the Heger and LDM-1 tree planters in planting spruce in fields. Folia Forestalia 85. Helsinki.

Aro, P. 1945. Metsätyöntutkimukset. Niiden tarkoitus ja menetelmät. Metsätehon julkaisu no. 1. Helsinki.

Ashby, R. W. An Introduction to Cybernetics. University Paperbacks. London.

Asmussen, E. 1972. Väsymys ja fysiologinen työkyky. Väsymys työssä. Nes-konferenssi 5—6. 10. 1972. Työterveyslaitos. Helsinki.

Asplund, K. 1968. Työvaikeustekijöiden selvitys männyn taimien kourukuokkaistutuksessa. Metsähallinnon kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 90. Hirvas.

Asserståhl, R. 1973. Terrängtransport med skotare. Analys av terrängfaktorers inverkan på hastigheten. Skogsarbeten redogörelse nr. 2. Stockholm.

Barnes, R. M. 1940. Motion and Time Study. New York.

Barring, U. 1967. Studier av metoder för plantering av gran och tall på åkermark i södra och mellersta Sverige. Summary: Studies of Methods employed in the Planting of Picea abies (L.) H. Karst and Pinus silvestris L. on Farm Land in Southern and Central Sweden. Studia Forestalia Suecica 50. Stockholm.

Bartholomew, A. I. Bennet, W. D. I. Winer, H. J. 1965. Factors affecting productivity of wheeled skidders. Pulp Paper Mag. Can 4.

Berg, H., Bäckström, P.-O., Gustavsson, R., Hägglund, B. 1973. Några system för ungskogsröjning — en analys. Skogsarbeten redogörelse nr. 5. Stockholm.

Bradley, G., Patkai, P. 1974. Skiftarbete vid mekaniserad avverkning — Del 1. Socialpsykologiska och psykofysiologiska aspekter. Summary: Shiftwork in mechanized logging — Part 1. Socio-psychological and psycho-physiological aspects. Skogshögskolan. Institutionen för skogsteknik. Rapporter och Uppsatser nr. 66. Garpenberg.

Broadbent, D. E. 1962. Common principles in perception, reaction, and intellectual decision. Defense Psychology. Pergamon. Oxford.

Burger, G. C. E. 1969. Hearth Rate and the Concept of Circulatory load. Ergonomics, vol. 12. No. 6. Birmingham.

Bäckström, P.-O. 1970. Prestationer och kostnader vid maskinell plantering. Summary: Performance and costs of mechanized tree-planting. Skogshögskolan. Rapporter och uppsatser 19. Stockholm.

Callin, G., Hånsson, J.-E. 1959. Plantering av tall och gran. En jämförande arbetsstudie av manuella metoder. Summary: Planting of pine and spruce. Comparing studies of manual methods. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut. Band 48. Nr. 8. Stockholm.

Canong, W. F. 1971. Review of Medical Physiology. Lange Medical Publications. California.

Collet, M. H. 1949. Harvesting the forest crop in southern U.S.A. United Nations scientific conference on the conversation and utilisation of recources. Improvements in logging techniques in the United States. United Nations. IP. Moniste.

Cox, W. K. The use of diesel tractors on road constraction and logging operations in eastern Canada. Canadian Pulp and Paper Association. Montreal.

Draper, N. R., Smith, H. 1968. Applied Regression Analyses. New York — London — Sydney.

Dunnette, M. D., Campbell, J. P., Hakel, M. D. 1967. Factors contributing to job satisfaction and job dissatisfaction in six occupational groups. Organizational Behavior and Human Performance 2.

Durbin, J., Watson, G. S. 1951. Testing for serial correlation in mean squares regression. Biometrika, Desember -50 -51.

Ekelund, L. G. 1967. Circulatory and respiratory adaptation during prolonged exercise. Acta Physiol. Scand. 70.

Eld, L.-E. 1970. Metod- och organisationsstudier av kortvirkestransport med skotare. Summary: Methods- and organizations analyses of shortwood forwarding. Skogsarbeten. Redogörelse 17. Stockholm.

Elton, C. F., Rose, H. A. 1973. Relationship Between Variety of Work Experience and Personality. Journal of Applied Psychology. Vol. 58 no. 1.

Eskola, A. 1962 ja 1968. Sosiologian tutkimusmenetelmät I ja II. Porvoo — Helsinki.

Fornallaz, P. F. 1940. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung im Dienste der Arbeitsanalyse. Industrielle Organisation.

—„— 1950. Neue Untersuchungen auf dem Gebiete der Schätzung des Leistungsgrades. Industrielle Organisation.

—„— 1952. Die Schätzung des Leistungsgrades mit Hilfe des Films. Industrielle Organisation Nr. 9.

Friedlander, F., Walton, E. 1964. Positive and negative motivations toward work. Administrative Science Quartely, 9.

Følstad, Ø. 1969. En undersøkelse av menneskelige og tekniske faktorers innvirkning på tømmertransport med bil. Summary: A Study of the Influence of Human and Technical Factors on Today's Truck Transportation of Timber. Det Norske Skogforsøksvesen. Driftsteknisk rapport nr. 7. Vollebekk.

Gardell, B. 1971. Job satisfaction among forest workers. Methods in ergonomic research in forestry. IUFRO division No 3. 'Forest operations and techniques', publication No 2. Hurdal Norwey.

Ghiselli, E. E., Brown, C. W. 1955. Personnel and Industrial Psychology. McCraw — Hill Book Company Inc.

Glomme, J., Andersen, K. L. 1969. Behovet for arbeitsmedisinske og biologiske undersøkelser av skogsarbeidere. Summary: Health and Biology of Woods Workers. Der norske skogforsøkswesen. Driftsteknisk rapport nr. 7. Oslo.

Gläser, H. 1952. Untersuchungen über die Holzhavereiarbeiten am Steilhang. Holzzentralblatt Nr. 120.

Gorpe, P. 1969. Tämänpäivän liikkeenjohtoa. Helsinki.

Grounds, M. 1964. Raynand's Phenomen in Uses of Chainsaws. The Medical J. of Australia 1. 270.

Gustafsson, L. 1974. Tillbudsrapportering — en möjlighet att minska olycksfallen. Skogen nr. 4.

Haapamäki, A., Haataja, P. 1969. Tutkimus eräistä maataloustraktorin käyttöön perustuvista puunkorjuumenetelmistä väljennyshakkuissa. Työtehoseuran julkaisuja 137. Helsinki.

Haarlaa, R. 1973. The Effect of Terrain on the Output in Forest Transportation of Timber. Tiivistelmä: Maaston vaikutus puutavaran metsäkuljetustuotokseen. Acta Forestalia Fennica. Vol. 128. Helsinki.

—„— 1973. Maastotekijöiden vaikutuksesta metsämaan laikutukseen. Summary: On the Effect of Terrain to Scarifying of Forest Soils. Helsingin Yliopiston metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 23. Helsinki.

—„— 1974. Maaston vaikutuksesta metsäteiden rakennukseen. Summary: On the effect of terrain on forest road construction. Silva Fennica, Vol. 7, No. 4. Helsinki.

Haataja, P. 1965. Kolmen miehen puunkorjuumenetelmä maataloustraktorin vintturilla juonnettaessa. Työtehoseuran julkaisuja 108. Helsinki.

Hahtola, K. 1963. Metsänomistajien käyttäytymistutkimuksissa sovelletut tutkimusotteet. Summary: Recearch approaches applied in the finnish studies of forest owner's behavior. Silva Fennica. Vol. 7. No. 3. Helsinki.

Hakkila, P. 1973. The effect of shash on work difficulty in manual planting. Seloste: Hakkuutähteiden vaikutus käsinistutuksen työvaikeuteen. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 78. 1. Helsinki.

Hall, B. 1973. Skogsarbet ur psykologisk synvinkel. Skogsarbeten ekonomi nr. 11. Stockholm.

—„— Fagen, R. E. 1956. Definition of a system. Yearbook, Society for the advancement of general systems theory. Vol. 1.

Halpern, G. 1966. Relative contributions of motivator and hygiene factors to overall job satisfaction. Journal of Applied Psychology 50.

Hansson, J.-E. 1965. Samband mellan personvariabler och prestation vid huggningsarbete. Summary: The relationship between individual charasteristics of the worker and output of work in logging operations. Studia Forestalia Suecica No. 29. Stockholm.

—„— Wikström, B.-O. 1974. Vibrationsbelastning på skogsmaskinförare. Summary: Vibration stress on forest drivers. Skogshögskolan, Institutionen för skogsteknik. Rapporten och Uppsatser 67. Garpenberg.

Hari, P., Leikola, M., Räsänen, P. 1970. A dynamic model of the daily height increment of plants. Ann. Bot. Fennia 7.

Harstela, P. 1968. Tutkimus karsintatavoista ja karsinta-ajan kuvaajista mäntysahatukkien teossa. Metsäteknologian laudaturtyö metsätutkintoa varten. Konekirjoite.

—„— 1970 a. The effect of winter conditions on the preparation of rough-limbed spruce pulpwood of approximate length. Tiivistelmä: Talviolosuhteiden vaikutus tynkäkarsitun ja likipituisen kuusikuitupuun tekoon. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 69.2. Helsinki.

—„— 1970 b. Kasausajan ja valtimonlyöntitiheyden sekä tehollisen sahausajan määrittäminen järjestettyjen kokeiden, pulssitutkimuksen ja frekvenssianalyysin avulla. Summary: Determination of pulse repetation frequency and effective sawing time with set tests, pulce study, and frequency analysis. Folia Forestalia 80. Helsinki.

—„— 1970. Ks. Appelroth, S. E. ja Harstela, P. 1970.

—„— 1971 a. Metsätyömenetelmien ergonominen kehitys ja eräät työntekijään kohdistuvat fyysiset vaikutukset. Summary: The ergonomic development of the forest work methods and some physic effects on workers. Folia Forestalia 131. Helsinki.

—„— 1971 b. Työsuorituksen mittaaminen metsätyötutkimuksissa. Esitelmä Suomen Metsätieteellisen Seuran kokouksessa 18. 11. 1970. Metsä ja Puu 1. Helsinki.

—„— 1971 c. Työjärjestyksen vaikutus tynkäkarsitun ja likipituisen kuusikuitupuun teossa. Summary: The effect of the sequence of work on the preparation of approximately 3-m, rough-limbed spruce pulpwood. Folia Forestalia 105. Helsinki.

—„— 1971 c. Tehtäväkohtaisesti organisoidun ja osallistuvasti johdetun ryhmän ideointi metsätyön rationalisoinnissa. Systeemiteoreettinen tarkastelu ja erään ryhmän analyysi. Metsätalouden liiketieteen sivulaudaturtyö. Konekirjoite.

—„— 1974. Mielipidetutkimus Imatran ympäristön vakinaisten hakkuumiesten työoloista, työssä viihtymisestä sekä suhtautumisesta puunkorjuun kehitykseen. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian osasto. Konekirjoite.

Harstela, P., Ruoste, T. 1970. Kokonaisten puiden esijuonto kaksirumpuvintturilla käytävä- ja riviharvennuksessa. Laitteiden ja menetelmien kehittelyä sekä tuotoskokeita. Summary: Preliminary full-tree skidding by two-drum winch in strip and row thinning. Folia Forestalia 91. Helsinki.

—„— Valonen, P. 1971. Työn tuotos, työntekijän kuormittuminen ja tärinäalttius pelkässä kaadossa. Summary: The expenditure of working time, the stress of the worker and the stimulation of vibration during felling. Folia Forestalia 151. Helsinki.

Heikinheimo, L., Heikinheimo, M., Lehtinen, M., Reunala, A. 1972. Suomalainen metsätyömies. WSOY. Helsinki.

—„— Reunala, A. 1973. Earnings of Forest Workers in Scandinavia, Especially in Finland. Tiivistelmä. Metsätyömiesten ansiot Suomessa ja muissa pohjoismaissa. Folia Forestalia 175. Helsinki.

Herzberg, F., Mausner, B., Snyderman, B. 1956. Motivation to work. New York.

Heiskanen, H. 1972. Palkan muodostuksen teoriaa ja käytäntöä. Erään sisällönanalyysimenetelmän käyttö yleisen käyttäytymisteorian laadintaan ja tämän käytännölliseen soveltamiseen esimerkkinä palkan muodostuminen. Helsingin Teknillinen Korkeakoulu. Tieteellisiä julkaisuja 38. Helsinki.

Af Heurlin, L. O. 1971. Kansantaloustieteen tutkimuskohteet ja -menetelmät. Ylioppilastuki ry. Helsinki.

Hilf, H. H. 1953. Grundleistung oder Normalleistung. Zentralblatt für Arbeitswissenschaft und sosiale Betriebraxis. Heft 10.

—„— 1957. Arbeitswissenschaft. Grundlagen der Leistungsforsclung und Arbeitsgestaltung. München.

—„— 1963. Principles of work-science. Tabak technicum Hamburg. Technical-Scientific Series of Articles No 34 E.

—„— 1970. Forstliche Ergonomik und Forstliche Arbeitswissenschaft. Aufgaben der forstlichen Arbeitswissenschaft. Forstarchiv. Heft 5. Hamburg.

Hoel, P. 1964. Introduction to mathematical statistics. New-York — London.

Huusko, M. 1971. Taimitarhojen työsaavutustutkimus. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus N:o 106. Hirvas.

Huusko, M. 1971. Taimitarhojen työsaavutustutkimus. Tutkimusselostus N:o 106. Metsähallitus, Kehittämisjaosto. Hirvas.

Höfle, H. 1973. Was ist bei der Planung von Arbeitsversuchen zo beachten. Allgemeine Forst Zeitschrift 21. München.

Jahnukainen, M. 1970. Yrityksen informaatiosysteemin suunnittelun kehitysmetodi. Summary: A frane method for planning an information system for the firm. Kansantaloudellisia Tutkimuksia 30. Helsinki.

Johansson, G., Pettersson, B. 1969. Basträmetoden. Metodstudie 1967. Summary: The base-tree method. Method Study 1967. Skogsarbeten, redogörelse nr. 5. Stockholm.

Jukkola, S. 1966 a. Selvitys erilaisten hakkuumenetelmien käytöstä kuusipaperipuun hankinnassa. Summary: Report on the use of Different Methods for Logging Spruce Pulpwood: Metsätehon tiedotus 255. Helsinki.

—„— 1966 b. Tutkimus 2 . . . 8 m vaihtelevan pituisen ja 2 m kuusikuitupuun hakkuusta. Summary: A Study of the Felling of 2 . . . 8-m Length Spruce Pulpwood and 2-m Spruce Pulpwood. Metsätehon tiedotus 265.

—„— 1967. Selvitys erilaisten hakkuumenetelmien käytöstä kuusipaperipuun hankinnassa II. Summary: Report on the use of Different Methods for Logging Spruce Pulpwood II. Metsätehon Tiedotus 267. Helsinki.

—„— 1968. Pituuden mittauksen poisjäämisen ja karsinnan laadun vaikutuksesta mänty-, kuusi- ja koivupaperipuun hakkuuseen. Jatkotutkimus. Summary: Effect of the Omission of Length Measurement and influence of the Limbing Quality on the Cutting of Pine, Spruce and Birch Pulpwood. Continuation Study. Metsätehon tiedotus 281. Helsinki.

—„— Kaskinen, A. 1973. Pika 50-korjuuketjut. Summary: Pika 50 Harvesting Systems. Metsätehon tiedotus 320. Helsinki.

—„— 1974. Prosessori- ja harvesterikorjuuketjut. Summary: Processor and Harvester Systems. Metsätehon tiedotus 329. Helsinki.

Kahala, M. 1969. Tutkimus puutavaran valmistukseen vaikuttavista tekijöistä. Palkkaperustutkimus. Summary: A Study of the factors Influencing the cutting of Timber. Wage Base Study. Metsätehon julkaisu 44. Helsinki.

Kahala, M. 1972. Puutavaran metsäkuljetus kuormatraktorilla. Summary: Forest haulage of timber by forwarder. Metsätehon tiedotus 310. Helsinki.

—„— 1973. Järeän puutavaran alkukuljetus kasvatusmetsissä. Summary: Forest haulage of large-sized timber in thinnings. Metsätehon tiedotus 321. Helsinki.

—„— Rantapuu, K. 1968. Tutkimus sahapuun kokoisten runkojen ja kokopuiden hakkuusta, juonnosta ja varastokäsittelystä. Summary: Study on Cutting, Skidding and Handling at the landing of Sawlog-Sized and Full Trees. Metsätehon tiedotus 276. Helsinki.

—„— 1970. Tutkimus puutavaran valmistustavan ja leimikkotekijöiden vaikutuksesta hakkuuseen ja metsäkuljetukseen. Summary: Study of the effect of the method of timber praparation and marked-strand factors on cutting and forwarding with a forwarder. Metsätehon tiedotus 292. Helsinki.

Kaminsky, G. 1966. Arbeitsphysiologische Untersuchungen in der Forswirtschaft. Die ergonomische Betrachtung der Forstarbeit. Sammelreferat 1960—1965 Forstarchiv 3. Hannover-Waldhausen.

Kanecka, M. 1972. Physiological investigations on the fatigue of power-saw operators at the place of work. Prace Instytute Badawczego Lésnictwa. N:o 422/426.

Kantola, M., Granvik, B.-A. 1950. Fysiologisten näkökohtien huomioonottaminen metsänhakkuussa. Summary: Consideration of the physiological viewpoint in logging. Eripainos Työtehoseuran vuosikirjasta 1950.

Karvonen, M. J. 1954. Physiological research in Lumberjack's working competitions. Comptes rendus I lieme Congres, Rome 1953. IUFRO.

Kinsman, R. A., Weiser, P. C., Stamper, D. A. 1974. Multidimensional Analysis of Subjective Symptomatology during Prolonged Strenous Exercise. Ergonomics, vol. 16. N:o 2.

Koivisto, V. 1970. Metsätyöntekijän lämpötalous ja asusteet. Työtehoseuran metsätiedotus 165. Helsinki.

Koli, P. 1960. Organisaatio ja johtajuus. Porvoo — Helsinki.

Kylin, B., Gerhardsson, G., Hansson, J-E., Lindström, J-M., Liljenberg, B., Swensson, A., Åstrand, J. 1968. Hälso- och miljöundersökning bland skogsarbetare. Arbetsmedicienska instituter. Raport nr. 5. Stockholm.

Kärkkäinen, M. 1969. Metsän vaurioituminen kesäaikaisessa puunkorjuussa. Summary: The Amount of Injures Caused by Timber Transportation in the Summer. Acta Forestalia Fennica vol. 100. Helsinki.

Kärkkäinen, M. 1971. Johdatus metsätyötieteen tutkimusmenetelmiin. Summary: An Introduction to the Research Methods in Forest Work Science. Helsingin Yliopiston Metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 13. Helsinki.

—„— 1973. Näkökohtia kuitupuupölkkyjen siirtelymatkasta. Summary: A note on the moving distance of pulpwood bolts. Silva Fennica, Vol. 7, N:o 3. Helsinki.

—„— 1973. On the properties of tree wounds due to timber transportation in thinnings. Tiivistelmä: Harvennuspuutavaran kuljetuksen aiheuttamien puustovaurioiden ominaisuuksista. Helsingin Yliopiston metsäteknologian laitos. Tiedonantoja N:o 22. Helsinki.

Kättö, J., Salminen, H. 1973. Metsätraktorien melu, tärinä ja heilunta. Noise, vibration and rocking of forest tractors. Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos. Tutkimusselostus 10. Helsinki.

Köpf, E-U. 1970. Forstliche Ergonomik und Forstliche Arbeitswissenschaft. Eine sozialökonomische Betrachtung der Ergonomik. Forstarchiv Heft 5. Hamburg.

Laitinen, K. 1967. Runkoina hankinnan kokeilu v. 1966. Metsähallinnon Metsäteknillisen toimiston tutkimusselostus 75. Hirvas.

Lassila, I. 1930. Työtieteellisiä tutkimuksia metsätyöstä I. Pinopuun teko. Summary: Studies on Efficiency of Labour in Forest Work I. Preparation of Piled Wood. Acta Forestalia Fennica n:o 36. Helsinki.

Lehtinen, M., Karhunen, P., Karhunen, O. 1972. Metsätyömiesten terveys. Folia Forestalia. Helsinki.

Levanto, S. 1965. Tutkimuksia moottorisahakarsinnasta. Summary: Investigations into the lopping of felled trees by power saw. Työtehoseuran julkaisuja 109. Helsinki.

—„— 1968. Tutkimus moottorisahan polttonesteen ja teräöljyn kulutuksesta kuusipaperipuun teossa. Summary: An investigation into the consumption of fuel and chain oil by power saws in the preparation of spruce pulpwood. Työtehoseuran julkaisuja 125. Helsinki.

—„— 1970. Työtahdin vaikutus metsätyöntekijän kuormittumiseen. Summary: The effect of work pace on logger stress. Työtehoseuran julkaisuja 148. Helsinki.

—„— Mälkiä, E. 1971. Työn vaihtelun vaikutus metsätyöntekijän kuormittumiseen. Summary: The influence of work variation on physiological strain in loggers. Työtehoseuran julkaisuja 152. Helsinki.

Levine, E. L., Weitz, J. 1968. Job satisfaction among graduate students. Intrinsic versus extrinsic variables. Journal of Applied psychology, 58.

Van Loon, J. H., Spoelstra, L. H. 1971. Measurement of the emergy expenditure during work. Methods in ergonomic research in forestry. IUFRO division No 3. Forest operations and techniques' publication No 2. Hurdal.

Lucas, G. 1965. Wheeled skidder productivity study. Amer. Pulpw. Ass. Tech. Pap. October.

Lundgren, N. P. V. 1946. The physiological effects of time schedule work on lumberworkers. Acta Physiol. Scand., Suppl. 13.

Lundgren, N. 1969. Fysiologisk arbetsmätning. Handbok i ergonomi Uppsala.

Mackworth, N. H. 1947. High Incentives versus Hot and Humid Atmospheres in a Physical Effort Task. Medical Research Council of Great Britain.

Makkonen, O. 1947. Aikatutkimuksia pinopuutavaran teosta. Metsätehon julkaisu 7. Helsinki.

—„— 1950. Hakkuutöiden aikatutkimustulosten soveltaminen käytäntöön. Summary: Practical Application of the Results of Time Studies in Logging. Metsätehon julkaisu 25. Helsinki.

—„— 1954. Metsätöiden vertailevan aikatutkimuksen periaate. Summary: The principle of comparative time studies in forest work. Acta Forestalia Fennica 61.14. Helsinki.

—„— 1956. Puutavaran hevoskuljetus. Työntutkimus. Summary: Horse haulage of Timber. Work Study. Metsätehon julkaisu 33. Helsinki.

Malmberg, G. E. 1968. Avverkningsteknik i östra Nordamerika. Rapport från studieresa juli 1968. Summary: Logging Systems in Eastern North America. Skogsarbeten Redogörelse nr 10. Stockholm.

Maslow, A. H. 1954. Motivation and Personality. New York.

Mattsson Mårn, L. 1945. Skogarbetsstudier i Sverige. Metsätehon julkaisu n:o 1. Helsinki.

Mattsson Mårn, L. 1953. Arbetsstudier. — Ett av arbetslärans viktigaste hjälpmedel. Skogshögskolan. Moniste. Stockholm.

McColl, B. J. 1950. Recent developments in mechanical logging. Pulp and paper Magazine of Canada. Woodlands Review. April. Ottawa.

Methods in Ergonomic Research in Forestry. 1971. IUFRO Division no. 3 "Forest Operations and Techniques" Publication No. 2. Hurdal, Norway.

Mezals, J. 1971. Tutkimus työskentelyolosuhteista metsätaloudessa. (Issleclovanie uslovij truda a lesnom hozjaistve). Latvian metsäntutkimuslaitoksen tiedottaja. Riga. (Käännös).

Michael, E. D. Jr., Hutton, K. E., Horvath, S. M. 1961. Cardiorespiratory responses during prolonged exercise. J. Appl. Physiol. 16:6 997—1000.

Myers, S. M. 1964. Who are your motivated workers? Harvard Business Review, 42.

Mäkelä, J. 1969. Measurement of productivity seen from the forester's point of view. Tiivistelmä: Tuottavuuden mittaaminen. Työtehoseuran julkaisuja N:o 134. Helsinki.

—„— 1972. Viime 5-vuotiskauden puunkorjuuolot ja -menetelmät maassamme sekä niiden riippuvuus hakkuutavasta. Työtehoseuran metsätiedotus 191. Helsinki.

—„— 1972. Eräisiin puunkorjuukustannuksiin vaikuttavat tekijät yksityismetsätaloudessa. Summary: Factors affecting some charasteristics of logging in Finnish private forestry. Työtehoseuran julkaisuja N:o 164. Helsinki.

Mälkiä, E. 1971. Fyysisen rasituksen mittausmenetelmät metsätyössä. Työtehoseuran metsätiedotus 179. Helsinki.

—„— 1974. Iän ja fyysisen suorituskyvyn vaikutus työntekijän kuormittumiseen puutavaran teossa. Summary: The influence of age and physical performance on strain of the worker in making timber. Työtehoseuran julkaisuja N:o 173. Helsinki.

Nadler, G. 1963. Work design. Homewood.

Nagel, E. 1961. The structure of science. London.

Neeley, J. D. 1973. A Fest of the Need Gratification Theory of Job Satisfaction. Journal of Applied Psychology, Vol. 57. n:o 1.

Neugebauer, W. O. 1971. Mechanization in nurseries. In techniques in silvicultural Operations. Papers presented at the XV IUFRO Congress 1971. IUFRO Division No. 3. "Forest operations and techniques" Publication No 1.

Niensted, W., Hänninen, O., Arstila, A. 1972. Ihmisen fysiologia ja anatomia. WSOY. Helsinki.

Niitamo, O. 1968. Systeemiajattelun eräitä pääpiirteitä. Tilastollinen päätoimisto. Monistettuja tutkimuksia n:o 6. Helsinki.

Oja, P. 1968. Katsaus sydämen sykintätaajuutta ja hapenkulutusta submaksimaalisessa työssä muuttaviin tekijöihin. Stadion 3.

Oksala, O. 1966. Työn psykologia. Tietomies. Helsinki.

Ondrus, V. Faktory ovlivnujici uspokojeni z prace na lesnim Žavode, Faktoren welche die Arbeitssatisfaktion in einem Forstbetrel beeinflussen. Sunteza 3.

Palo, M. 1971. A systems-oriented frame moder for planning research projects in forestry. Tiivistelmä: Metsällisen tutkimusprojektin suunnittelun systeemiteoreettinen kehysmalli. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 72.4. Helsinki.

Pentti, L. 1967. Työn motivaatiotekijät tutkimuksen valossa. Tehostaja 8.

Pesonen, J. 1974. Hakkuutyö ja työtapaturmat. Sosiaali- ja terveysministeriö sosiaalipoliittinen tutkimusosasto. Tutkimuksia 6. Helsinki.

Pettersson, B. 1966. Metodstudier i skogen. Skogsarbeten. Ekonomi Nr. 5. Stockholm.

—„— Pettersson, B. 1972. Metodstudier av motormanuell ungskogsröjning. Skogsarbeten, redogörelse 9. Stockholm.

Poulton, E. C. 1969. Styr- och kontrolloperationer. Handbok i ergonomi. Stockholm.

Putkisto, K. 1947. Tutkimuksia vanerikoivujen hankinnasta II. Aikatutkimuksia vanerikoivujen rasiinkaadosta, karsimisesta ja katkomisesta. Summary: Investigations Concerning the Logging of Veneer Birches II. Time studies on the summer felling, branching and bucking of veneer birches. Metsätehon julkaisu 5. Helsinki.

—„— 1956. Tutkimuksia pyörätraktoreiden käytöstä puutavaran metsäkuljetuksessa. Teknillistaloudellinen selvittely. Summary: Investigations of the use of wheel tractors for the forest transport of timber. Metsätehon julkaisu 36. Helsinki.

—„— 1959. Pinotavaran tekijäin työskentelyjärjestelmän analysointia. Summary: Analysis of the working Method of Cordwood Loggers. Metsätehon tiedotuksia 162. Helsinki.

Pölkki, V., Väisänen, U. 1970. Monitoimikoneiden potentiaalinen taloudellisuus. Summary: The potential economicalness of processors. Metsätehon tiedotus 301. Helsinki.

Rainio, K. 1971. Käytännön psykologiaa. WSOY. Helsinki.

Rohmert, W. 1973. Pulsfrequenz und Dauerbistungsgrenze. Pulzfrequenz und Arbeitsuntersuchungen. Refa. Beuth-Vertrieb GmbH. Berlin.

Rosen, H. 1963. Occupational motivation of research and development personne. Personnel Administrtaion, 26.

Rysä, M. 1970. Paperipuurunkojen esijuonto harvennushakkuualalla. Summary: Preliminary Skidding of Pulpwood Logs on a Thinning Site. Helsingin Yliopiston Metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 5. Helsinki.

Rönnholm, N., Heinonen, A. O., Karvonen, M. J. 1963. Tutkimus hakkuumiehen kalorikulutuksesta ja sydämen toiminnasta koivupaperipuun siirrossa sekä sydämen toiminnasta hakkuun eri työvaiheissa. Pienpuualan toimikunnan tiedotus n:o 88. Helsinki.

Saarisalo, R. 1971. Metsänkorjuussa käytettävän monitoimikoneen ohjaamo käyttäjän kannalta. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu.

Salminen, J. 1964. Katsaus puutavaran kuorintaan. Summary: Review of debarking timber. Metsätehon tiedotus 231. Helsinki.

Samset, I., Strømnes, R., Vik, T. 1969. Hogstundersøkelser i norsk gran- og furuskog. Summary: Cutting studies in Norwegian spruce and pine forests. Meddelser fra Det norske skogforsøksvesen nr 95. Vollebekk.

Selge, H. 1950. Stress. Montrea, Acta inc.

Silander, S. 1967. Tutkimus eri karsinta-asteisten runkojen hakkuusta verrattuna pinotavaran palstatien varteen hakkuuseen. Metsähallinnon hankintateknillisen toimiston tutkimusselostus 77. Hirvas.

Silversides, C. R. 1966. Use of articulated wheeled tractors in logging. Unasylva 4.

Skoglig arbetsstudienomenklatur i Danmark, Finland, Norge och Sverige. 1963. Julk. Pohjoismaiden metsätyöntutkimusneuvosto. Tiedotus N:o 1.

Snedecor, G. W., Cochran, W. C. 1967. Statistical methods. Ames.

Steinlin, H. 1955. Zur Methodik von Feldversuchen im Havungsbetrieb. Mittailungen der schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, XXXI. Band, 2. Heft.

Stenström, F. 1969. Traktorlek och avverkningssystem. En ekonomisk jämförelse för två högmekaniserade avverkningssystem. Summary: The impact of Size of Operation on Logging Costs. An economic comparison of two highly mechanized logging systems. Skogsarbeten. Redogörelse 10. Stockholm.

—„— 1970. Virkesvärdet i högt mekaniserade avvrekningssystem. Foredragen vid rationaliseringskonferensen i Karlstad 4—5 december 1969 — Papers given at the rationalization conference held in Karlstad December 4—5, 1969. Skogsarbeten, Redogörelse 2. Stockholm.

—„— Svensson, A. 1969. Sundmobilen. Skogsarbeten, Teknik nr 10. Stockholm.

Sundberg, V. 1970. Intterim Report on a Study of the Full Mechanisation of the First Thinning. Delrapport över projektet "Helmekaniserad ungskogsgallring". Institutionen för skogsteknik. Skogshögskolan. Rapporter och Uppsatser 43. Stockholm.

Sällfors, T. 1945. Teollisuuden työntutkimukset. Helsinki.

Taylor, H. J., Buskirk, E. R., Brozek, J., Anderson, J. T., Grand, F. 1957. Performance capasity and effects of caloric restriction with hard physical work on young men. J. Appl. Physiol., 10.

Teitelbaum, P. 1971. Fysiologinen psykologia. Jyväskylä.

Tidenberg, V. 1965. Tutkimuksia moottorisahan käytöstä puutavaran valmistuksessa sekä sen soveltamisesta karsintatyöhön. Metsäteknologian laudaturtyö metsätutkintoa varten. Konekirjoite.

Tiffin, J. 1952. Industrial psychology. New York.

Tigerstedt, R. 1900. Skogsarbetarens föda i nordvästra delen av Ångermanland. Hugria Band LXII.

Tsaneva, N. 1972. Väsymys työssä. Nes-konferenssi. Työterveyslaitos. Helsinki.

Turtiainen, K., 1973. Traktori kestää kuskia paremmin. Työ-terveys-turvallisuus n:o 9. Helsinki.

Tynkkynen, M. 1974. Työvaikeustekijöiden vaikutus lautasauraukseen. Summary: Effect of work-difficulty factors on disk ploughing. Metsätehon tiedotus 330. Helsinki.

Vehviläinen, H. 1972. Palkkaus ja työolot metsäkonetöissä syksyllä 1971. Summary: The working conditions and earnings of forest-machine operators in autumn 1971 in Finland. Folia Forestalia 153. Helsinki.

Vik, T., Aalvik, M. 1969. Arbeittyngden vid hogst og stammelunning. Summary: Work load during cutting and treelength skidding. Det norske skogforsøksvesen. Driftsteknisk rapport nr. 7. Oslo.

Vuori, J. 1968. Verenkiertoelimistön mukautuminen ruumiilliseen rasitukseen. Summary in English. Stadion no 1.

Vuoristo, J. 1933. Sahateollisuuden työtehotutkimuksia III. Tukkien teko ja ajo Perä-Pohjolan mäntymetsissä. Summary: Investigations into the Efficiency of the Saw-Mill Industry III. Cutting and Hauling Logs in North-Ostrobothnian Pine Forests. Helsinki.

Vöry, J. 1954. Eräiden aikatutkimusaineistojen analyysiä. Summary: Analysis of the time study materials of some forest jobs. Metsätehon julkaisu 31. Helsinki.

Weissenberg, P., Gruenfeld, L. W. 1968. Relationship between job satisfaction and job involvment. Journal of Applied Psychology. 50.

Wiio, O. A. 1969. Yritysdemokratia ja muuttuva organisaatio. Helsinki.

Wild, R., Dawson, J. A. 1972. The relationship of Spesific Job Attitudes with overall Job Satisfaction and the Influence of Biographical Variables. The Journal of Management Studies. May-72.

Wolf, M. G. 1970. Need gratification theory: a theoretical reformulation of job satisfaction/ dissatisfaction and job motivation. Journal of Applied Psychology. Vol. 54 n:o 1.

Åstrand, I. 1960. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. Acta Physiology Scand. 49.

—„— 1969. Fysisk träning. Handbok i ergonomi. Stockholm.

SUMMARY

Theoretical part

The purpose of the study was to formulate an ergonomic model for forest work to serve as frame of reference for theoretical and empirical analysis, to examine the correlations of independent variables in play in forest work such as human, conditions and working method variables with consumption of working time and the physical strain on the worker. The investigation was confined in the empirical material to the cutting of roll-seedlings and the lifting of seedlings in the nursery, and to the cutting of pulpwood by two working methods, i.e. medium-heavy and heavy work. The final aim was to formulate and test hypotheses of forest work science, postulate new hypotheses and outline an overall theory on the basis of systems analysis. An additional special object was to study the application of the principle of comparative time study in an empirical material and to apply the same principle in pulse rate investigations. This is termed the principle of comparative work study.

The work performance was illustrated by a system scheme (Fig. 1). The scheme comprised the following main groups of elements: worker's inclination for work, working capacity, reflexes and instincts, decision process, environmental factors, working methods and habits, work performance, output, earnings, and effects on the worker. The model was made up parallelly from abstract and concrete concepts, the aim being to make it suitable for the set of concepts of the theory of work study and the level of theory formulation. The model included the feedback from the effects on the worker-sample element group to the worker's qualities.

The literature on forest work studies in which some correlations introduced in the model were investigated is reviewed in Chapter 23. Owing to the great number of output studies they were treated as an example. The greatest part of the research activity has been analysis of the relations between environmental factors — and of them primarily the work difficulty factors — and the work output.

The previously outlined system formula is examined in Chapter 24 as a cybernetic, probabilistic system in which the elements as such were conceived to embrace complex linkages and to be of the black-box type. The information

transfer of these sample elements was illustrated by only one channel and information was consequently analysed merely as a symbolical expression of space and event. The decision process and the effects of reflexes and instincts were examined as the self-regulatory mechanism of the model. Feedbacks were established both within the worker and between the worker and environment. Principles influencing the formulation of the theory of work science were postulated on the basis of the general properties of the system, such as threshold values, correlations, the principles of isomorphism and homomorphism:

— If a correlation proves to be significant it is relevant at least in the population represented by the material and possibly also in other populations.

— On the other hand, if no significant correlation is established between some independent variables there may nevertheless be a significant correlation in some other population or after some threshold values.

— It is useful for development of the theory to explain the trend of the correlations and the internal conformities to law and mechanism of the elements.

— It is assumed hypothetically that the constancy of the relative per-worker working time and strain value is influenced by the difference between the worker's capabilities that the working methods and working conditions require and by his attitude to the working methods under comparison and his experience.

— A model taken from nature through simplifications is the more servicable the more deterministic it is.

— Empirical work study generally observes coded messages by indirect means and it is therefore seldom possible to demonstrate direct physiological causal relationships; what results is explanations of the "either-or" or "both-and" type.

The system description of the work was developed in Chapter 25 by hypothetical insertion in the model of elements formed by the set of concepts of work study principles (Fig. 2). The concepts are: speed of work, physical strain, ratio between physical strain and maximal performance, total strain during the working day, psychic strain, relative consumption of time, average consumption of time, deviation of consumption of time, average strain, deviation of strain, relative strain, and attitudes to work.

The quantitative and abstract levels of the concepts of the model were studied using the M-67-meta theory. Fig. 3 shows the concept hierarchies and the measuring features of the concepts. In processing the measuring features for formulation of the theory in the empirical part, concepts of the same quantitativeness are used which are sub-concepts of the high real theoretical concepts: the worker's capacity and inclination for work, effects on the worker, performance, output and environmental factors. Fig. 4 shows the processes as a being model: performance — output and performance — effects on the worker, the worker's resources (capacity for work) and feelings (inclination for work) and working conditions (environment) which influence the interrelations of these processes.

The living organism was found to be a system which seeks to preserve a state of equilibrium. It was assumed from reference to physiological and psychological theories that if a factor causes a greater deviation in the equilibrium of the organism than the conditions of other factors, that factor dominates the behaviour of the organism. This theory was applied in the empirical part to explain the phenomena established.

Empirical part

In the empirical part the effect was examined of different factors on the consumption of working time, the physical strain on the worker, and the application of certain work study principles in the nursery to the cutting of roll-seedlings, the lifting of pine seedlings and the logging of pulpwood in grapple piles alongside the strip road (working method 2) and a 4-m wide zone for which the bunch size required was reduced (working method 1). The material and the measurements made are described in Chapter 32.

The most important results were as follows. Owing to the paucity of degrees of freedom which interfered with testing they were distributed into statistically significant correlations and hypothetical correlations:

— Consumption of working time was explained significantly in regression analysis by so-called work difficulty factors, working method, moving speed which illustrates the speed of the work, the time of the working day, the ordinal number of the working day and some independent variables that portray the worker.

— Of the independent variables describing the worker in nursery work, only the "attitude" factor explained the work output significantly. In correlation analysis the factors "attitude" and "need for achievement" correlated with a coefficient of over 0.5 with the working time of the lighter work method, i.e. the lifting of seedlings, while in heavier work, i.e. the cutting of roll-seedlings, only the "attitude" factor correlated similarly with the working time.

— In the cutting of pulpwood the consumption of working time was explained significantly in regression analysis by the factors "ability to perform heavy parts of the work" and "need for achievement". A significant correlation with at least 10 per cent risk was found in correlation analysis between the factor "ability to perform heavy parts of the work" and the bunching time of both methods of work. In addition, there was in both methods of work a correlation coefficient of over 0.5 for the "attitude" factor and bunching time and the "need for achievement" factor and per-stem consumption of working time.

— The effect of the amount of work done on the consumption of working time in pulpwood cutting was studied using a special 3-phase model that gave

28—74 per cent degrees of explanation. The results suggested that the amount of work done may be a better independent variable than cumulative time.

The pulse rate changes were explained significantly in regression analysis by the work difficulty factors, the working method, the moving speed illustrating the speed of the work, the time of the working day, the ordinal number of the working day and some independent variables that portray the worker.

— The following of the work difficulty factors were found to be significant independent variables: the temperature in nursery work, and in the cutting of pulpwood the stem volume, branchiness class and the temperature.

— In nursery work pulse rate was explained significantly by the following independent variables describing the worker: the factors "ability to perform heavy parts of the work" and "attitude". In the cutting of roll-seedlings the coefficient of correlation between the strain percentage and the following factors was over 0.5: "work-planning ability", "ability to perform quick-tempo parts of the work", "ability to perform heavy parts of the work" and "need for achievement". In the lifting of seedlings a corresponding correlation was established only with the factor "need for achievement".

— In regression analysis the factors "work-planning ability", "ability to perform heavy parts of the work" and "need for achievement" explained the pulse rate significantly in the cutting of pulpwood. Correlation analysis with at least 10 per cent risk gave a significant correlation in both methods of work between the strain percentage and "work-planning ability" for per-stem strain and between the strain percentage and the "ability to perform heavy parts of the work" for the bunching phase of the work. Physical performance showed a positive correlation with strain. In addition, the coefficients were over 0.5 for the correlation between both the "ability to perform quick-tempo parts of the work" and the "need for achievement" factors and the strain percentage. Subjectively assessed, work skill correlated with the strain of the bunching phase, the coefficient being over 0.6. The correlation between the factors "work-planning ability" and the "ability to perform quick-tempo parts of the work" and strain was positive and contrary to the hypothesis propounded.

— Variation of the pulse rate during the working day was studied in the cutting of pulpwood by a special model using the concept "physiological stage of development". The degrees of explanation were 32 ... 86 per cent. The pulse rate varied as a function of the amount of work done during the working day. Depending on the worker and the amount of work done, the pulse rate curve showed either ascending and descending, or ascending, descending and re-ascending (or stable) cycles.

— The principle of comparative work study seemed to be only partly valid. The variation coefficients for ratios of the consumption of working time means adjusted for the regression variables in the cutting of pulpwood was statistically significantly smaller than the variation coefficients of the means calculated by

methods of work. The result for nursery work was similar, but not statistically significant. On the other hand, interpretation of the principle of comparative work study to mean that the deviation of the relative differences is insignificant from the practical point of view was not substantiated.

— The relative deviation of the rations between the pulse rate means adjusted for the regression variables was also smaller than that of the means based on working methods. However, a statistically significant difference was established only for the cutting of pulpwood when unadjusted means were used. The use of relative values instead of methods of work means diminished the relative deviation more in the cutting of pulpwood than in nursery work, as it did for the consumption of working time. This sustains the hypothesis that the principle of comparative work study lends itself to comparison of working methods better the more alike the working methods are in character.

— The relative deviation of the strain percentages was greater than that of the pulse rate means. The use of relative values seemed to reduce the coefficient of variation in all the cases, but not statistically significantly. The relative strain values showed a considerably greater deviation than the relative pulse rate values. This shows that the order of strain of the working methods emerges from a relatively small material, whereas quantification of the difference requires a considerably greater test population.

Discussion

Although the empirical material is relatively large for a work study material, the number of workers was no more than five per method because the field work is laborious. Because of the great deviation typical of work study material, this was too few for the testing of several hypotheses postulated in the study. Although it was sought to link the hypotheses with the system-theoretical analysis in the first part of the study, the results of the empirical part must be clearly separated into inter-relations found to be statistically significant and the deduction of hypotheses. Furthermore, it is necessary to remember the principle expounded in Chapter 244 that a conformity to law that has been observed is not necessarily valid for all forest work study materials, and that a conformity to law not detected in this material may be relevant in another material.

It was shown that roughly all the real theory concepts of the uppermost quantitative level or their measuring features used in the system description of the first part have an interaction relationship. It was also possible to demonstrate feedback from work performance to capacity for work via the effects bearing on the worker. Of earlier work study theories, Gläzer's (1962) view that the strain on the worker depends on his physical properties and the speed of the work, but also on "comprehension" of psychic origin, adaptation to work and

organising ability, can be accepted according to the present results. The last-mentioned abilities were found to influence only the strain of cutting roll-seedlings in accord with the original hypothesis, whereas subjectively evaluated work skill correlated relatively strongly with the strain of pulpwood cutting. Consumption of working time was established in the manner of Fornallaz (1940) to be a complex function of the worker's skill, speed of the work, physical and external factors.

Consumption of working time in nursery work (Figs. 15 and 16) was influenced strongly by the working methods. This is natural as the expenditure of time on different products was studied in fairly dissimilar working methods. The work method also has a relatively great effect on the pulse rate. It was not possible to study the effect of conditions, temperature excluded, because of the small variation in these factors. The attention is attracted most in fact by the effect of the worker, which is also fairly great, and by the output of work and the strain on the worker. The factors describing the worker did not explain the consumption of working time in the cutting of roll-seedlings, but strain was diminished by both physical performance and psychic and psychomotor abilities. The need for achievement increased the strain somewhat. It seems that the strain was dominated by physical performance and by the physiological state of development which describes feedback. The last-mentioned also influenced the output of work appreciably. This primary nature of physical performance is supported by the fact that in the regression model it was the first of the factors.

Physical performance did not affect output and strain in the lifting of seedlings. Nor can the effect of the physiological condition be confirmed as it was obtained from a model that explains both methods of work. The same must be said also of the effect of psychic factors. The results are understandable, in fact, as the work was physically light and of a simple nature, so that motivation of work dominated the output of work and also the strain on the worker.

Both methods of work were very similar in the cutting of pulpwood and the effect of the method was therefore relatively small. The same factors were in play in both methods. The influence relationships can consequently be presented in the same formula. In contrast, the effect of working conditions was great, especially on work output. The effect of the worker on both output and the worker's strain was also considerable. The work output was affected most by physical performance, but also by motivation of work and thus the output was increased both by the strengthening of the need for achievement and by a positive attitude. Attitude exerted an influence above all in bunching, which is suggestive of the correlation between attitude and work planning. Physiological status also affected output. The factor "ability to perform heavy parts of the work" was the first to be included in the regression models.

The physiological state of development was the one of the test subject's qualities that influenced the strain on the worker most, but the need for

achievement also exerted a relatively great influence. It was the first independent variable in the per-stem regression model. Physical performance also had an influence and was the first factor to be included in the regression model that describes the buncing work phase; psychic qualities also had an effect. However, the positive correlation between the latter and strain is contrary to the original hypotheses.

Workers with a good physical performance worked faster in the cutting of pulpwood, but they also strained themselves more. The result does not concur with Mälkiä (1974) who reported that when a controlled length of working day was used workers with a poor physical performance were strained more although their earnings were lower. On the other hand, in another material in which the workers were permitted to regulate the length of the working day freely, the strain on those in good condition was greater during the working day than the strain on workers in poor condition. It has been shown that the better the physical performance of a test subject the greater the relative oxygen uptake he can maintain without serious complications (e.g. Åstrand 1969). Levanto (1970) reported that the strain of the "normal speed of work" of three test subjects showed a positive correlation with physical performance. The negative correlation between the need for achievement and strain may be due to the fact that a stronger need for achievement motivated more careful planning of the work.

Using the theory of the dominance of the effects outlined in Chapter 252, it is assumed that in the physically most strenuous work, i.e. cutting of pulpwood, the factor dominating behaviour is physical performance on which disturbance of the equilibrium of the organism under different rates of work is most dependent. The better the condition of the worker, the higher is the relative oxygen uptake level at which he is able to work, in other words the greater the scope left for the effect of motivation. However, other abilities, such as work skill, influence behaviour within the limits set by physical performance. Hence, only workers with a good physical performance were able to raise their working rate to the level foreseen by motivation.

Physical performance dominated behaviour also in medium-heavy work, i.e. the cutting of roll-seedlings, though not as strongly as in the cutting of pulpwood. Since the work has a quick tempo and requires accuracy, psychic and psychomotor abilities also explained significantly the strain on the organism. It is possible that the output has an upper limit dependent on motor abilities and, thus, the increase in physical performance is not able to influence the output of work distinctly, but lowers the strain on the worker.

A second explanation model for behaviour is offered by the relationship to the physiologically optimal speed of work. The deviation of time expenditure seemed to increase with the strain on the worker in the cutting of pulpwood. As there was a positive correlation between physical performance and strain, a

higher performance seemed to produce a wider deviation from the physiologically optimal speed of work. The same phenomenon was observed by Levanto (1970) in three test subjects all of whom had a higher "normal speed of work" than the physiological optimum. It is possible that in forest work some factor — e.g. pursuit of earnings — motivates the worker to maintain a working rate which is generally higher than the physiological optimum. In the present material, the scope created by the increase in physical performance was used to increase the speed of work, and this was seen also in the relative consumption of time in working methods 1 and 2. The lighter method 1 was performed at a higher speed and the difference in strain between methods was diminished or disappeared completely. Use of the physiologically optimal speed of work may be disturbed in pulpwood cutting by the heavy static phases in the work (e.g. the carrying of bolts) during which the reduction in the working rate prolongs the duration of static tension.

The explanatory power of the size of the growing stock and the bunching distance has been found to be amazingly low in studies on strain in the cutting of pulpwood (e.g. Samset et el. 1969, Valonen 1975). This would be explained by the tendency outlined above of the worker to work at the over-straining limit and when the diffeculty of the work eases he increases his working speed.

The physiologically optimal working speed in cutting roll-seedlings is probably achieved at a distinctly lower level of strain than in pulpwood cutting. Although the motivation described by the need for achievement increased the strain, it happened independently of physical performance. In other words, the factor physical performance did not dominate behaviour so strongly that it was the condition for stepping up the rate of work. On the contrary, physical performance showed a negative correlation with strain.

The physically light and simple work of lifting seedlings does not strain the circulatory system, but it may strain the skeletal system owing to the working position. The work may also appear to be monotonous. Behaviour is thus dominated by motivation. It is possible that the characteristics which are the conditions for job satisfaction in monotonous repeated work, that is capacity for sustained tension and patience, would explain work output better than the tests employed in the present study (cf. Elton 1973).

The explanation in the preceding chapters of the worker's qualities that dominate his behaviour in different working methods concurs with earlier logging studies on the point that the worker's oxygen uptake is a factor that explains strongly the work output and the strain on the worker (Hansson 1965, Mälkiä 1974). The explanation agrees also with the theory advanced by Fornallez (1940) that the physiologically optimal speed of work results in the smallest deviation of working time. The results of Levanto's (1970)

study on the effect of the working rate support the view that the physiologically optimal speed of work is generally exceeded in logging.

The relative consumptions of working time and the strain values of the working methods form the quotient of the outputs of the two systems in Figs. 15 . . . 17. The same combinations of conditions and worker's qualities are fed as input into both systems. The manner in which the systems process the input information depends on the degree of difference between the structures of the systems. It is probable that when different quality combinations of the worker are fed into the systems the relative outputs obtained and their variation are greater the more the systems differ. The more alike the structures of the systems, the more probably will the change in the input combination exert a similar and relatively equally strong effect on the outputs of both systems. However, relative output will not remain a constant unless the structure of the systems is such that a new input combination always produces in both systems a percentually equally great change from the previous output. This presupposes probably that just the same input factors influence output relatively equally much in both systems. This is not likely ever to be possible in practice as working methods or conditions always differ.

The results of the present work substantiate the explanation described in the foregoing. The working methods differed more in nursery work than in pulpwood cutting. Among other things, the different qualities of the test subject influenced behaviour in both nursery work methods. The coefficients of variation for both relative consumptions of time and strain percentages were also greater in nursery work than in pulpwood cutting in relation to the mean coefficients of variation for each working method.

The dependence of the heart rate level on the cumulating quantity of work was assumed in pulpwood cutting to be an effect of the chain decrease in heart stroke volume-adaptation-fatigue. However, Vuori (1972) observed no noteworthy symptoms indicative of a decreasing stroke volume during a skiing trip made at a high oxygen uptake level. But forest work differs from skiing in that it involves very heavy phases requiring great muscular skill with which static muscular tension is also associated. Using leg bandages, Lundgren (1946) concluded that an increasing pulse rate in forest work is due at least partly to the hydrostatic decrease in the amount of blood in the cardiopulmonary system on account of the erect position.

Nor were fatigue-induced complications or considerable physiological changes associated with the fatigue problem observed by Vuori (1972) during skiing trips. Owing to the nature of forest work changes of this type may be assumed to arise more readily as a consequence of e.g. local overstrain of the muscles. Indeed, with one exception heart strain expressed as the product of pulse rate and systolic blood pressure was found to have risen during the working day. In spite of the high oxygen uptake level and the great muscular and bone strain,

forest work is varied; the durations of the most strenuous phases are often less than 0.5 min. (Harstela 1971 c, Mälkiä 1974). It is thus possible to maintain fairly effectively the aerobic energy consumption of muscles. This is suggested by the strain-reducing effect of the phasing of work which can be accounted for by the replenishment of the oxygen stores of myoglobin (Harstela 1971 c) and by the low lactic acid content of the blood (Mälkiä 1974). However, the great energy requirement may exhaust the energy reserves.

The daily work efficiency curves were not as regular as the pulse-rate curves. Changes in work efficiency have in fact been found to be very individual (Oksala 1966, Harstela et al. 1971). Work efficiency curves have usually been explained as the effect of diurnal rhythm and work breaks. The present results, however, indicate that even the changes in work efficiency in heavy manual work may be primarily a function of the amount of work done and not of the time of the working day, but this is a completely hypothetical assumption.

According to the results of the present study, the following points should be taken into consideration in practical forest work study:

— When different working methods or workers are compared the effect of the work difficulty factors must be eliminated as completely as possible because their effect on the results is very great.

— An increase in the strain level (differences between the methods and the working speed) increase the deviation of the time observations and pulse rates thus placing additional demands on the size of the material. Attention should also be paid to the comparability of the worker's work speeds in the different working methods, and to deviation from the physiologically optimal speed of work.

— The worker's physical qualities — at least the oxygen uptake capacity — exert a pronounced effect on the output and strain of heavy forest work.

— An obvious effect is exerted in some working methods by psychic qualities and in nearly all circumstances by motivation. The test subject should thus possess a normal need for achievement and a normal attitude to work.

— The length of the working day must correspond to a normal day of work. Similarly, the amount of work done must correspond to the performance of a normal working day. This will make it possible to elicit also the normal working speed curve and pulse rate curve as well as cumulative strain.

— Experience of the work also influences the results, which is probably shown by the occurrence of the ordinal number of the working day in the regression models. The workers must therefore be accustomed to the work before the work study. However, the present study does not warrant any conclusions as to the training time required for physical work.

— All the factor groups in Fig. 1 should be taken into consideration in the planning of work studies. All of them appear to be relevant independent variables for the output of work and the strain on the worker in forest work.

— The principle of comparative work study can be better applied to the comparison of working methods the more alike the methods are. In other words, the more they foresee the use of the same capabilities by the workers.

— The number of test subjects required to obtain reliable results depends on how alike the working methods are and whether it is possible to select workers that are of average level in their abilities that affect work. It seems that the number of workers in a study of the relative consumptions of time should be upwards of 3. The same can be said of strain studies if it is sufficient to determine only the mutual order of strain of the working methods. Quantification of the difference requires a considerable increase in the test population.

— The use of "average" workers probably increases the relevance of the principle of comparative work study. The worker's oxygen uptake capacity can probably be employed as a criterion for selection in heavy physical work. The present study does not warrant conclusions regarding psychic and psychomotor qualities and capabilities. It may be worth devoting attention to attitudes and the need for achievement, and obviously also to working skill and, possibly, psychomotor properties. Further studies will be needed to develop a method of evaluating working skill and its effects on the consumption of working time and the strain on the worker. At the present theory-formulation level, the criteria for selection could by physical capability and statistical work achievements. The role of qualities other than physical performance is probably strongly accentuated when the physical strain level diminishes.

— The effect of work difficulty factors even on the relative work study results is great. Consequently, when the differences between working methods are studied according to the principle of comparative work study it is profitable to use models which take work difficulty factors into consideration in the most effective way possible.

— The length of the working day probably also affects the relative work study results, at least in heavy physical work, so when different methods are compared the working days should be equally long and correspond as accurately as possible to a normal day of work. Analysis of the results as a function of the amount of work is useful, especially when it is impossible for practical reasons to apply the above-mentioned ideal of the length of the working day.

It is apparent that the principle of comparative work study has often been applied too uncritically, using too few workers and disregarding the "average" worker requirement. Similarly, according to the literature, hardly any attention has been paid to the difference between working methods. Practice has shown that e.g. wage bases studies have not always led to the desired results and the tariff structure has had to be adjusted on the basis of practical experience. However, there can be also other reasons for this than those analysed here. Mere time studies do not reveal the long-term effects of the feedback chain work performance — effect on worker — working capacity. A worker may overstrain

himself by doing heavier work during the work study which usually lasts a couple of days, but in practical working life over the longer term the level of strain and at the same time the speed and output of the work decrease. In these circumstances parallel use of time studies and strain studies and later revision of the investigation results by means of, say, statistics seem to be useful expedients to corroborate the serviceability of the results.

Liite 1. Analysoitujen kirjallisuustietojen luettelo.

Vaikuttuva käsite	Vaikutus	Vaikuttava käsite
Työn tuotos	on riippuvuussuhteita	työn fysiologiset ilmiöt
		työn psykologiset ilmiöt
		työolosuhteet
		tekninen osaaminen jne.
		suoritusnopeus
Työn tuotos	vaikuttavat	suorituskyky
		— fyysinen
		— psyykkinen
		koulutus ja ammattitaito
Ansio	riippuu	tuotos
Fysiologinen kuormittuminen	riippuu	työntekijän fyysiset ominaisuudet
		työtahti
		keinojen tajuaminen
		työhön sopeutuminen
		organisaatiokyky
	on lisännyt	työpäivän pituus
		ikä
		suorituskyvyn heikkeneminen
Työsuoritus	vaikutus	työtaito
		työnopeus
		fyysiset tekijät
		ulkoiset tekijät
		mahdollisuus ja halu työn tekoon
		työn motivointi
		refleksit, vaistot
		työtapa
Työsuoritus	ohjausta	päätös
Työkyky	vähentää	fyysinen kuormitus
	vaikuttaa	fysiologisten tarpeiden tyydyttyminen
Motivointi	vaikutus	työolosuhteet
	vaikutusten kautta	ulkopuolinen yhteiskunta
		tarpeiden tyydyttyminen
Tarvehierarkia	tyydyttyy	ympäristö
		ansio
Vaikutukset työntekijään	kuluttaa	energia
	syntyy	henkinen rasitus, stressi
	ilmenevät	fysiologiset prosessit
	tuotteina	
	menetys	kunto
	vaikutus	psyykkinen, psykomotoorinen
	koetaan	väsymys
		kipu
		hermostuneisuus
		depressio
Fyysinen suorituskyky	vaikuttaa	ikä
	mitataan	hapenottokyky

Liite 2. Metateorian laadinnassa käytetyt mittauspiirteet.

p^1 = hermoimpulssit, EMG
p^2 = Lihasten supistuminen
p^3 = energian kulutus
p^4 = syke, EKG
p^5 = hikoilun määrä
p^6 = veren paine
p^7 = hengityskaasun määrä
p^8 = —„— Vo_2
p^9 = veren CO_2 pitoisuus
p^{10} = veren hematokriitti ja verimäärän jakaantuminen
p^{11} = veren maitohappo
p^{12} = veren hormoonit ja ionit
p^{13} = veren pH
p^{14} = virtsan hormoonit
p^{15} = lihasvoima
p^{16} = EEG
p^{17} = GSR
p^{18} = EOG
p^{19} = muut aistikuormituksen ind.
p^{20} = kehon osien liikeradat
p^{21} = lihasvoimat
p^{22} = liikkeiden nopeus
p^{23} = liikkeiden notkeus
p^{24} = liikkeiden koordinaatio
p^{25} = liikkeiden rytmi
p^{26} = fyys. ja psyyk. oireet
p^{27} = haastattelut
p^{28} = verbaaliset ilmaukset
p^{29} = käyttäytyminen
p^{30} = asenteet
p^{31} = sukupuoli
p^{32} = ikä
p^{33} = ruumiin mitat
p^{34} = hapenottokyky
p^{34a} = lihaksien voimakkuus
p^{35} = älykkyys
p^{36} = koordinoimiskyky
p^{37} = visuuaalinen hahmottamiskyky
p^{38} = tekninen kyvykkyys
p^{39} = luonne
p^{40} = havainnon valppaus
p^{41} = muut psyyk. ominaisuudet
p^{42} = ammattikokemus
p^{43} = ammattitaito
p^{44} = työaika
p^{45} = altistusaika
p^{46} = lämpötila
p^{47} = tärinä
p^{48} = melu
p^{49} = valaistus
p^{50} = paine
p^{51} = myrkyt
p^{52} = ilman epäpuhtaudet
p^{53} = käsiteltävien kappaleiden ominaisuudet
p^{53a} = muut fysikaaliset ymäristötekijät
p^{54} = sosiaalinen ympäristö
p^{55} = työmäärä
p^{56} = työmenetelmän ja -tavan kuvaus
p^{57} = näkö
p^{58} = kuulo
p^{59} = tunto
p^{60} = haistaminen
p^{61} = ansio

Liite 3. Sykemittauslaitteisto.

Medinik Biotelemetry System IC—45 Mk II
Channel Responce in ECG 0.5 . . . 50 Hz
Gain 1000 ± — 10 %
Transmitter 1C—45:

RF Power Output: 2mW into loop-antenna
Frequency Range: Carrier 224,6 . . . 224,9 MHz
Weight: 70 grms
Modulation: NBFM

Receiver Type G:
Antenna impedance: 50 ohms
Modulation: NBFM
Mating plug: Cannon MS 3106 B 145—5P
Power Requirements: 110/220 V ac ± 10 %, 50 . . . 60 Hz
or 50 mA dc 15 . . . 18 V

Liite 4. Runkokohtaista työaikaa kuvaavat työvaiheittaiset regressioyhtälöt

Siirtyminen ja tyven raivaus: R

$$y_1 = 59.81+1.02x_{30}^{*}-3.92x_{26}+0.00043x_{30}^{'}x_{32}+0.19x_{30}x_{31} \quad 10.0\ \%$$

$$y_2 = 33.52+0.80x_{30}^{**}+3.64x_{26}^{*} \quad 2.9\ \%$$

$$y_3 = -8.05+0.10x_{26}+0.089x_{30}^{*}+2.66x_{33}^{**}+0.25x_{31}+0.049\frac{x_5^{2}}{x_{33}}$$
$$+0.07x_{33}^{2**}+0.64\frac{x_5^{*}}{x_{33}}+3.17\log x_{40} \quad 91.5\ \%$$

$$y_4 = -1.50+0.97x_{26}-0.036x_{30}+2.92x_{33}^{**}-0.38x_{31}+0.66\frac{x_5^{2}}{x_{33}} \quad 86.9\ \%$$

$$y_5 = -30.04+6.72x_{26}+10.31x_{33}^{**}+0.15x_{30}-0.11x_{31}+3.06\frac{x_5^{**}}{x_{33}}$$
$$-0.53x_{33}^{2**}+0.0059\frac{x_5^{2*}}{x_{33}}-1.78x_{26}x_{33}^{**} \quad 89.3\ \%$$

$$y_A = 17.57-1.55x_{26}^{*}-0.68x_{62}^{**}+0.036\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right)^{2**}+0.12x_{xx}^{2**}+0.89x_{60}^{**} \quad 48.3\ \%$$

Kaato:

$$y_1 = 26.66+2.48x_{30}^{**}-7.73x_{26}^{*}-0.00027x_{30}x_{32}-0.23x_{30}x_{31}^{*} \quad 23.7\ \%$$

$$y_2 = 15.70+1.37x_{30}^{**}-0.47x_{26} \quad 33.9\ \%$$

$$y_3 = 9.20+3.73x_{26}^{*}+2.53x_{30}^{*}+1.47x_{33}^{**}-1.36x_{31}^{*}-0.12x_{30}x_{33}^{**}$$
$$-0.56x_{26}x_{30} \quad 43.5\ \%$$

$$y_4 = 8.97+7.38x_{26}^{*}+2.67x_{30}^{**}+0.11x_{33}-0.98x_{31}-1.62x_{26}x_{30}^{**} \quad 45.8\ \%$$

$$y_5 = 19.71-4.10x_{26}+0.52x_{33}-0.04x_{30}-0.64x_{31}+0.064x_{30}^{2} \quad 48.7\ \%$$

$$y_A = 25.97-2.60x_{26}^{*}-0.25x_{62}^{**}+0.00048\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right)^{2}+0.0061x_{33}^{2}$$
$$-0.025x_{60}+1.55x_{30}^{**} \quad 30.8\ \%$$

Karsinta: R

$$y_1 = 21.13+2.99x_{30}^{**}+2.64x_{26}+0.0033x_{30}x_{32}^{*}+1.68x_{30}x_{31}^{**} \quad 48.1\ \%$$

$$y_2 = 6.95+5.08x_{30}^{**}-3.83x_{26} \quad 56.7\ \%$$

$$y_3 = 123.97-0.61x_{26}+6.59x_{30}^{**}-2.32x_{33}^{*}+9.76x_{31}^{*}-3.62x_{38}^{*}$$
$$-0.23x_{30}^{2**}+2.52x_{30}x_{31}^{**}+0.47x_{30}x_{33}^{**}+0.0033x_{30}x_{32}^{*} \quad 74.7\ \%$$

$$y_4 = -49.91-3.35x_{26}-8.16x_{30}^{*}-1.78x_{33}+5.49x_{31}+4.57x_{30}x_{31}^{**}$$
$$+0.012x_{30}x_{32}^{**}+0.53x_{30}x_{33}^{**}+9.39x_{40}^{*}+46.35\log x_{30}^{**}+0.093x_{30}^{2*} \quad 77.1\ \%$$

$$y_5 = 69.67-16.03x_{26}-3.67x_{33}^{*}-2.60x_{30}-5.05x_{31}+4.81x_{30}x_{31}^{**}$$
$$+0.059x_{30}x_{32}^{**}-0.42x_{32}^{**}-0.27x_{30}^{2*}+0.65x_{30}x_{33}^{*} \quad 82.6\ \%$$

$$y_A = 77.01-3.28x_{26}^{*}-0.24x_{62}^{**}-0.00066\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right)^2+0.01x_{33}^2$$
$$-1.61x_{60}^{**}+6.55x_{30}^{**} \quad 49.7\ \%$$

Symbolit ovat samat kuin luvussa 3412

Liite 5. Työvaiheittaisia syketaajuuksia kuvaavat regressioyhtälöt

Siirtyminen ja tyven raivaus: R

$$y_1 = 148.0 - 0.73x_{30}^{*} - 0.000010x_{32}^{2} + 0.069x_{30}x_{31} - 0.79x_{40}^{2**} + 0.27x_{38} \qquad 10.8\ \%$$

$$y_2 = 103.17 - 0.19x_{30} - 0.000035x_{32}^{2} - 0.0023x_{5}^{2**} + 0.012\frac{x_5^{**}}{x_{33}} + 1.03x_{38}^{*} \qquad 8.2\ \%$$

$$y_3 = 71.66 + 2.01x_{26} - 0.13x_{30} + 3.92x_{33}^{**} - 0.047x_{31} + 7.11\frac{x_5^{**}}{x_{33}} - 0.075\frac{x_5^{2**}}{x_{33}} + 4.27\log x_{32}^{*} \qquad 14.1\ \%$$

$$y_4 = 62.50 - 3.09x_{26} + 0.049x_{30} + 8.93x_{33}^{**} + 0.38x_{31} + 3.25\frac{x_5^{**}}{x_{33}} - 0.051\frac{x_5^{2}}{x_{33}} - 0.46x_{33}^{2*} \qquad 17.1\ \%$$

$$y_5 = -275.50 - 7.92x_{26} + 2.41x_{33}^{**} + 0.0021x_{30} - 0.13x_{31} + 0.20x_{38}^{2} - 0.00076x_{32}^{2} - 0.0046\frac{x_5^{2*}}{x_{33}} \qquad 40.4\ \%$$

$$y_A = 109.86 + 0.40x_{26} - 0.69x_{62}^{**} + 0.32x_{59}^{*} + 2.37\frac{x_5^{**}}{x_{33}} + 1.79x_{33}^{*} - 0.023\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right)^{2**} - 2.37x_{40}^{**} \qquad 20.9\ \%$$

Kaato:

$$y_1 = 289.44 - 0.79x_{30}^{*} - 0.000017x_{32}^{2} + 0.46x_{30}x_{31}^{*} - 1.44x_{40}^{2**} + 0.50x_{33}^{*} \qquad 15.5\ \%$$

$$y_2 = 199.30 + 0.17x_{30} - 0.000024x_{32}^{2} - 0.0012x_{5}^{2} + 0.0058\frac{x_5^{*}}{x_{35}} + 1.67x_{38}^{**} \qquad 3.4\ \%$$

R

$$y_3 = 117.17+4.47x_{26}^{*}+0.99x_{30}^{*}+0.78x_{33}^{*}+3.39x_{31}^{*}-56.81\log x_{40}^{**}$$
$$-0.030\frac{x_5^{2**}}{x_{33}}+24.32x_{40}^{*}+1.52\frac{x_5^{*}}{x_{33}}-0.50x_{30}x_{31}^{*} \qquad 27.5\ \%$$

$$y_4 = 98.00+4.93x_{26}^{*}-0.18x_{30}^{*}-0.16x_{33}+0.28x_{31}-0.60x_{40}^{2*}$$
$$+1.54\log x_{32}^{*} \qquad 11.7\ \%$$

$$y_5 = 10.37-19.76x_{26}^{*}+2.41x_{33}^{**}+0.0021x_{30}-0.13x_{31}+0.20x_{38}^{2**}$$
$$-0.00076x_{32}^{2}-0.0046\frac{x_5^{2*}}{x_{33}} \qquad 40.4\ \%$$

$$y_A = 122.64+0.73x_{26}^{*}-0.71x_{62}^{**}+0.44x_{59}^{**}+0.30\frac{x_5^{*}}{x_{33}}+0.26x_{33}^{*}$$
$$-0.0069\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right)^{2**}-2.74x_{40}^{**} \qquad 51.5\ \%$$

Karsinta:

$$y_1 = 143.98-0.18x_{30}+0.000010x_{32}^{2}+0.13x_{30}x_{31}^{*}-0.75x_{40}^{2**}$$
$$+0.19x_{38}^{*} \qquad 21.9$$

$$y_2 = 105.16+0.79x_{30}^{**}+0.000005x_{32}^{2}+0.00030x_{5}^{2}-0.0022\frac{x_5^{*}}{x_{33}}$$
$$+0.60x_{38} \qquad 4.9\ \%$$

$$y_3 = 100.36+0.35x_{26}-6.45x_{30}^{**}-0.15x_{33}+5.87x_{31}^{*}+48.95\log x_{30}^{**}$$
$$+0.070x_{30}^{2*}-2.83\log x_{32}^{*} \qquad 23.0\ \%$$

$$y_4 = 93.30+3.32x_{26}^{**}-0.15x_{30}^{*}-0.25x_{33}^{*}-0.50x_{31}^{*}-3.35x_{40}^{**}$$
$$+1.07\log x_{32}^{*}+0.52x_{38}^{*} \qquad 25.7\ \%$$

$$y_5 = 192.58-23.48x_{26}^{*}+10.00x_{33}^{*}+0.57x_{30}^{*}+2.18x_{31}-1.25x_{33}^{2}$$
$$+10.78x_{33}^{**}-0.11x_{32}^{*} \qquad 24.5\ \%$$

$$y_A = 127.90-0.98x_{26}-0.68x_{62}^{**}+0.28x_{59}^{**}+0.20\frac{x_5}{x_{33}}+0.50x_{33}^{*}$$
$$-0.0029\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right)^{2}-2.29x_{40}^{**} \qquad 17.9\ \%$$

Symbolit samat kuin luvussa 3422

PUUTUOTTEIDEN MARKKINOINNIN SUUNNITTELU JA SIINÄ KOETUT ONGELMAT

HEIKKI JUSLIN
PETRI WAGER

SUMMARY:

MARKETING PLANNING FOR WOOD BASED PRODUCTS AND THE PROBLEMS INVOLVED

HELSINKI 1975

ISBN 951-40-0186-9

Helsinki 1976. Valtion painatuskeskus

ALKUSANAT

Tämä tutkimus on syntynyt Metsäntutkimuslaitoksen metsäekonomian tutkimusosaston puutuotteiden markkinointitutkimusryhmässä ryhmänjohtajan, MMT Heikki Juslinin ja tutkija, MH Petri Wagerin yhteistyönä.

Tutkimuksen ideointi ja yleissuunnittelu suoritettiin yhdessä. Yksityiskohtaisen suunnittelun samoin kuin aineiston keräyksen ja esikäsittelyn suoritti Petri Wager. Tutkimuksen lopullisessa toteutuksessa korostuu Heikki Juslinin osuus teoreettisissa ja metodisissa valinnoissa, kun taas Petri Wagerin osuus työn teknisessä toteutuksessa on ratkaiseva. Lopullisen käsikirjoituksen on laatinut Heikki Juslin.

Ylijohtaja, professori Viljo Holopainen ja professori Jouko Hämäläinen sekä KTL Uolevi Lehtinen ovat tutustuneet käsikirjoitukseen ja tehneet useita rakentavia ehdotuksia sen suhteen.

Englanninkielisen tiivistelmän on kääntänyt FM Hilkka Kontiopää ja sen ovat tarkastaneet B.Sc. Ashley Selby ja fil.yo Hannele Säynätjoki. Konekirjoitustyöt suorittivat rouva Laura Colliander ja neiti Hellin Taponen. Tutkimuksen käsikirjoitusvaiheessa ovat MH Riitta Hytönen-Kemiläinen ja metsäylioppilas Kaisa Laakkonen avustaneet työn teknisissä yksityiskohdissa.

Kuvat on piirtänyt mainosgraafikko Pentti Karvinen.

Kiitämme kaikkia tutkimukseen vaikuttaneita.

Helsinki, toukokuu 1975

Tekijät

13440/75

SISÄLLYS

Sivu

1. Tutkimuksen ongelman synty ja lähestymistapa 5

2. Tutkimuksen tarkoitus 6

3. Markkinointi ja markkinoinnin suunnittelu tutkimuksen kokoavana teoreettisena viitekehyksenä 7
   31. Markkinoinnin tehtävät 7
   32. Markkinoinnin suunnittelu 8
   33. Markkinointistrategia suunnittelun ja toiminnan muotouttajana 11
      331. Markkinointistrategian käsite 11
      332. Strategiakäsitteen operationalisoinnin periaatteet 13
   34. Markkinointikeinojen suunnittelu 15
      341. Suunnittelukohteet 15
      342. Tuotesuunnittelu 17
      343. Myynti- ja jakeluteiden suunnittelu 18
      344. Markkinointikommunikaation suunnittelu 19
      345. Markkinointikeinojen suunnitteluongelmien operationalisointi 22

4. Tutkimuksen metodiset puitteet 24
   41. Analyysiongelmat ja käytetyt menetelmät 24
   42. Analyysimenetelmien valinnan perustelu 26
      421. Faktorianalyysi 26
      422. Erotteluanalyysi 27

5. Tutkimusaineisto 29
   51. Perusjoukko ja otos 29
   52. Aineiston hankinta 29

6. Analyysi ja tulokset 31
   61. Markkinoinnin suunnittelun yrityskohtaiset puitteet 31
   62. Markkinointistrategia 34
      621. Markkinointistrategian kuvaus 34
      622. Markkinointistrategiat erilaisissa yrityksissä 37
   63. Markkinoinnin suunnittelun ongelmat 40
      631. Suunnittelun osa-alueet 40
      632. Erilaisia markkinointistrategioita luonnehtivat suunnitteluongelmat 44
      633. Eri toimialoja luonnehtivat markkinointiongelmat 46
      634. Suurimmiksi koetut ongelmat yleisesti ja toimialoittain 50

7. Tulosten yhteenveto ja tarkastelua 53

Lähdeluettelo 61

Summary 63

Liitteet 70

1. TUTKIMUKSEN ONGELMAN SYNTY JA LÄHESTYMISTAPA

Markkinoinnin suunnittelu vaatii onnistuakseen yhä kasvavan määrän informaatiota, mikä merkitsee uusia haasteita sekä tietoa tuottaville että sitä välittäville instituutioille.

Tämä tutkimus on lähtenyt liikkeelle pyrkimyksestä löytää ne puutuotteiden markkinoinnin suunnittelun alueet, jotka suomalainen puunjalostusteollisuus kokee ongelmallisiksi. Puutuotteilla ymmärretään tässä tutkimuksessa vaneri-, lastulevy-, kuitulevy-, saha- ja puutaloteollisuuden tuotteita (ks. Suomen Virallinen Tilasto 1971, s. 94). Markkinoinnin suunnittelun ongelma-alueiden osoittamisen tulisi helpottaa päätöksentekoa esimerkiksi siitä, mihin ongelmiin puutuotteiden markkinoinnin suunnittelua palvelevat tutkimukset tulisi lähitulevaisuudessa kohdistaa.

Puutuotteiden markkinointiin liittyvien ongelmien laatu ja tärkeysjärjestys riippuu siitä viitekehyksestä, jossa mainittuja ongelmia tarkastellaan. Ei voida sanoa, että tietyt ongelmat ovat yleisesti tärkeitä. Ongelmien tarkastelu on mielekästä ainoastaan sen toiminnan muodostamaa taustaa vasten, jonka tulokseen ongelmien ratkaisun katsotaan vaikuttavan.

Markkinoinnin suunnittelun valintaa tutkimuksen kokoavaksi viitekehykseksi voidaan perustella sillä ohjausvoimalla, jota markkinoinnin suunnittelulla on koko markkinointiprosessiin. Markkinoinnin suunnittelu on koko markkinointiprosessia voimakkaasti muotouttava tekijä. Markkinoinnin suunnittelun ongelmat ovat näin ollen markkinoinnin ongelmia.

Edellä esitetty pitää paikkansa nimenomaan silloin, kun markkinointia tarkastellaan tuottajan näkökulmasta. Kuluttajan näkökulmasta tarkasteltuna ongelmat ovat erilaisia. Puutuotteiden käyttäjien ongelmia tarkastellaan Metsäntutkimuslaitoksella suoritettavissa kuluttajatutkimuksissa. Keskeisellä sijalla näissä tutkimuksissa ovat ongelmat, jotka liittyvät kuluttajien päätöksentekoon tuotteita valittaessa (Juslin 1972, 1975 ja Simula 1974).

2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää

— mitkä ovat puutuotteiden kotimaan markkinoinnin suunnittelun keskeiset ongelmat ja
— kuinka ne liittyvät markkinoinnin suunnitteluprosessiin erilaisissa yrityksissä ja eri toimialoilla.

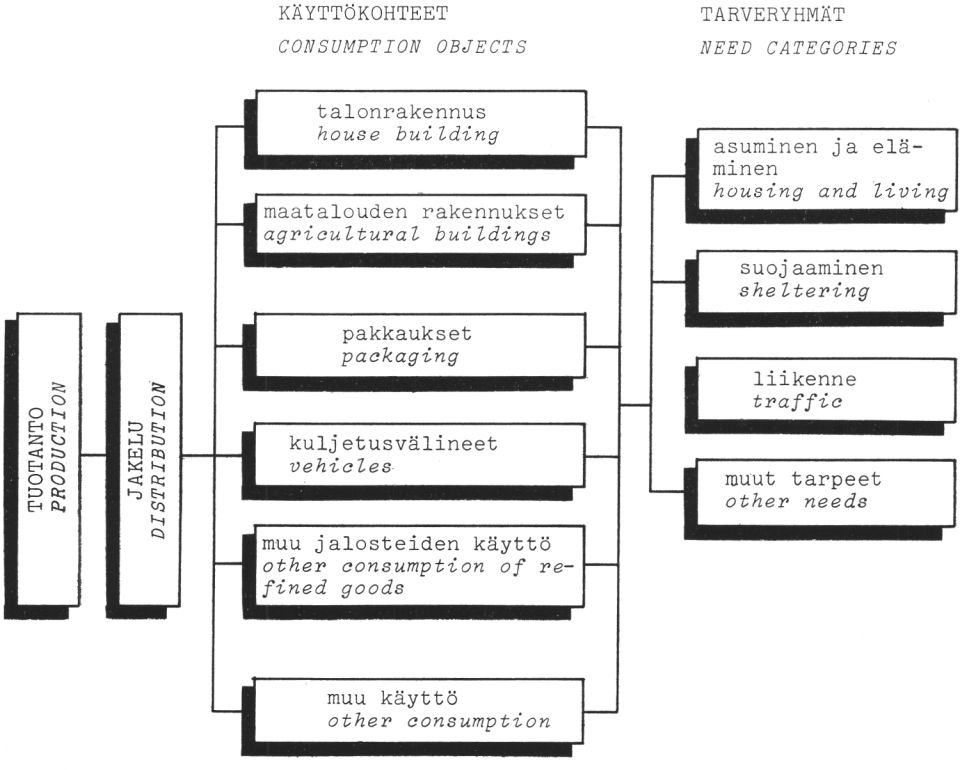
Tutkimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi:

1) Hahmotellaan *teoreettisella tasolla* markkinoinnin suunnittelun yleinen viitekehys ja tarkastellaan markkinointistrategioiden ja markkinoinnin keinojen asemaa ja keskinäisiä suhteita suunnitteluprosessissa.
2) Tarkastellaan *empiirisellä tasolla* markkinoinnin keinojen suunnittelussa esiintyviä ongelmia ja niiden suhteita käytettyihin strategioihin ja eräisiin yritystä kuvaaviin tekijöihin.

3. MARKKINOINTI JA MARKKINOINNIN SUUNNITTELU TUTKIMUKSEN KOKOAVANA TEOREETTISENA VIITEKEHYKSENÄ

31. Markkinoinnin tehtävät

Yleisesti ottaen markkinoinnin tehtävä on sopeuttaa yhteiskunnassa tuotantoprosessi kulutusprosessiin. Markkinoinnin ja yrityksen muiden toimintojen oleellisin ero on siinä, että markkinoinnin painopiste on yrityksen ja sen asiakkaiden välisessä vaihtosuhteessa (S t e i n e r 1971, s. 179). Markkinoinnin tulisi pyrkiä



Kuva 1. Puutuotteiden kulku kuluttajan tarpeita tyydyttämään
Figure 1. Wood based products' flow to meet the consumers' needs

yhteiskunnan asettamissa puitteissa kuluttajien tarpeiden tyydyttämiseen yrityksen kannattavuus- ym. tavoitteet huomioon ottaen.

Puutuotteiden markkinoinnin tehtävänä on omalta osaltaan kuluttajien *asumiseen ja elämiseen, suojaamiseen* sekä *liikenteeseen* liittyvien tarpeiden tyydyttäminen (kuva 1).

Pystyäkseen mahdollisimman hyvin tyydyttämään näitä tarpeita sekä saavuttaakseen toiminnalleen asettamansa päämäärät tulee puuteollisuuden markkinointia suunnitellessaan olla mahdollisimman hyvin selvillä tuotteiden käyttökohteista sekä niistä tarpeista, joita tuotteet eri käyttökohteissa voivat tyydyttää. Lisäksi kysynnän alueellisen rakenteen tunteminen helpottaa markkinoinnin suunnittelua *kilpailuanalyysin kohteiden* — nykyisten kilpailijoiden ja potentiaalisen kilpailun uhan — tunnistamisessa.

32. Markkinoinnin suunnittelu

Suunnittelu voidaan Steinerin mukaan määritellä seuraavasti (Steiner 1969, s. 7):

> Suunnittelu on tavoitteista alkava prosessi, jossa määritellään strategiat, politiikka ja yksityiskohtaiset suunnitelmat tavoitteiden saavuttamiseksi, jossa muodostetaan organisaatio päätösten täytäntöönpanemiseksi, ja joka sisältää seurannan ja palautteen uuden suunnittelukierroksen alkuunpanemiseksi.

Suunnittelun tasosta tai tyypistä riippumatta *suunnitteluprosessi* voidaan määritellä joukkona suunnitteluaskelia. Suunnitteluprosessi voisi koostua esim. seuraavasti (ks. Kotler 1967, s. 155, Foster 1972, s. 75):

Diagnoosi:
Missä yritys on ja miksi se on siinä missä on.

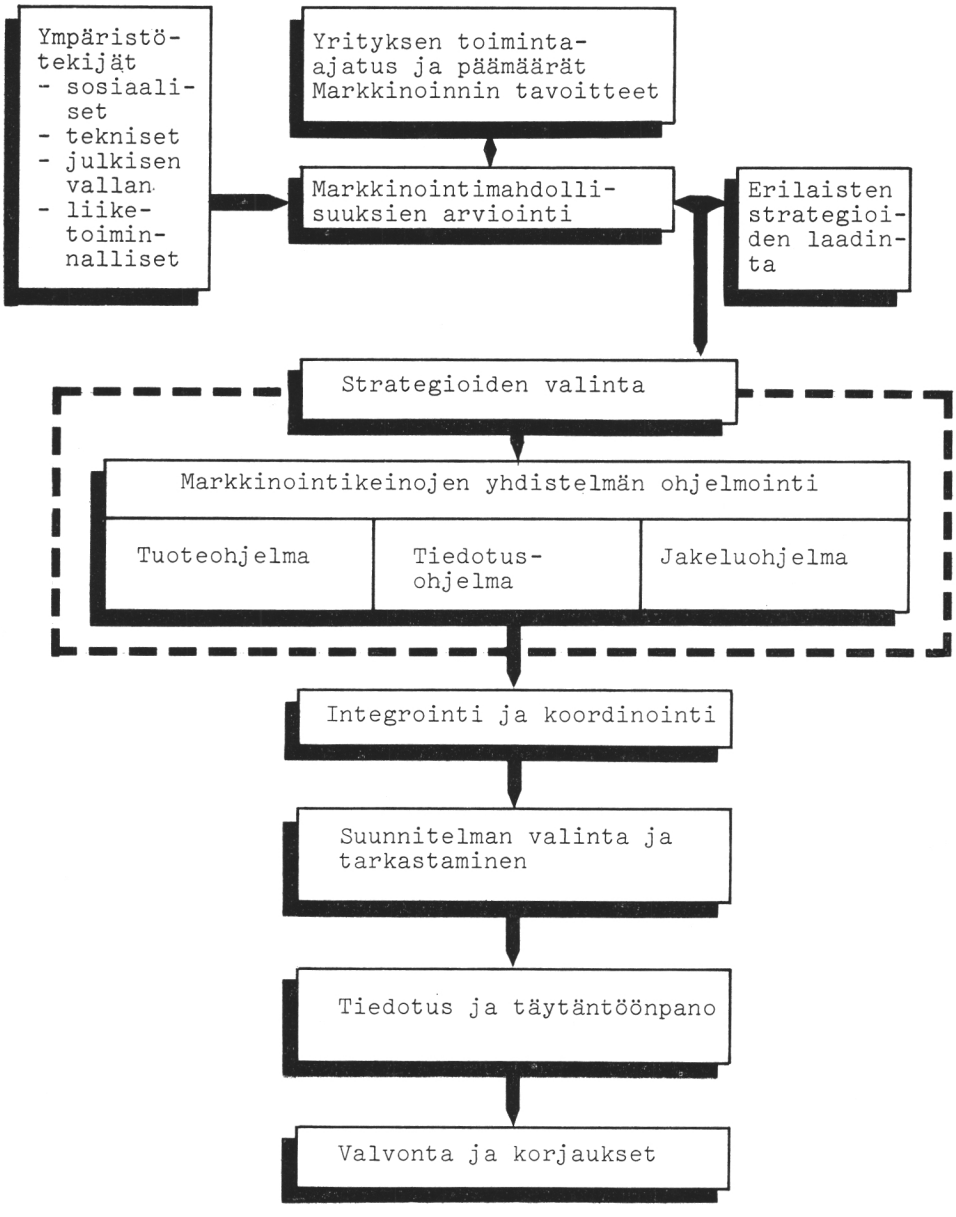
Prognoosi:
Mihin yritys on menossa ja mihin se haluaa. Mitkä ovat tavoitteet.

Strategia:
Mikä on paras tie päästä tavoitteeseen.

Taktiikka:
Mitä toimintaohjelmia tarvitaan.

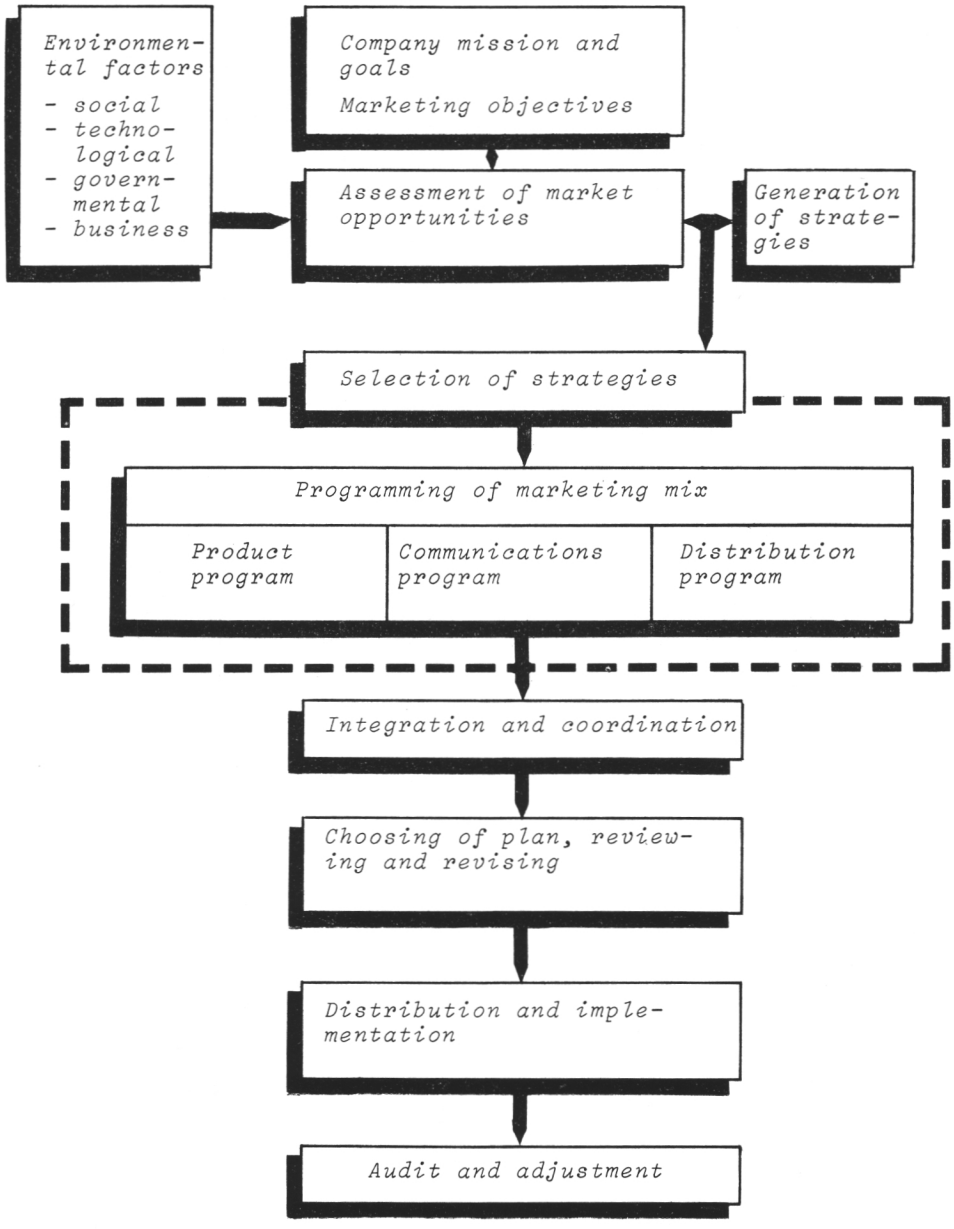
Kontrolli:
Mitä toimintoja tulee seurata, mitä tuloksia analysoida ja mitä muutoksia tarvitaan.

Oheisesta kaaviosta (kuva 2) ilmenee markkinoinnin suunnitteluprosessin tärkeimmät vaiheet. Tämän tutkimuksen ongelma-alue markkinoinnin suunnitteluprosessissa on rajattu katkoviivalla.



Kaavio on laadittu STERNin (1970, s. 28) esittämää prosessikaaviota mukaillen.

Kuva 2. Markkinoinnin suunnitteluprosessi



Adapted from STERN (1970, p. 28)

Figure 2. The marketing planning process

33. Markkinointistrategia suunnittelun ja toiminnan muotouttajana

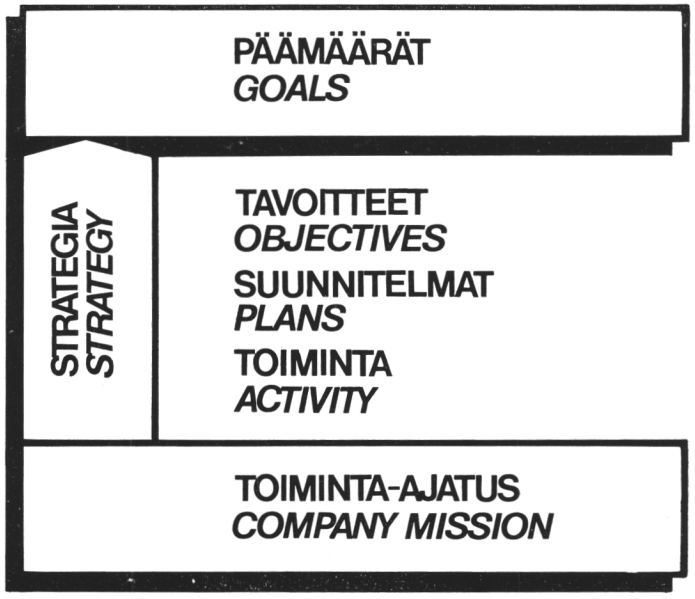
331. Markkinointistrategian käsite

Strategiakäsite on tuttu ja paljon käytetty suunnitteluterminologiassa. Sen luonnehdintoja löytyy käytännöllisesti katsoen kaikista markkinoinnin suunnittelua käsittelevistä kirjoituksista. Hankalaa sen sijaan on löytää operationaalisia määritelmiä strategialle. Strategia on puitekäsite, johon vaikuttavat monet tekijät. Strategia ilmenee monissa suunnittelun vaiheissa. Sen olemassaolo on tunnettua ja tunnustettua, mutta sen konkreettinen osoittaminen on hankalaa.

Tässä luvussa esitellään eri tutkijoiden käsityksiä ja luonnehdintoja strategiasta. Seuraavassa luvussa käsitellään sitä tapaa, jolla strategia tässä tutkimuksessa operationalisoidaan.

Markkinoinnin suunnitteluprosessissa strategia esiintyy tavoitteiden asettelun ja markkinointikeinojen välisenä portaana. Strategia ilmentää tällöin niitä toiminnan pääsuuntaviivoja, joita seuraten tavoitteisiin oletetaan päästävän (ks. Stern 1970, s. 12, Särkisilta 1969, s. 253). Strategian keinoluonne ei ole kuitenkaan selvä.

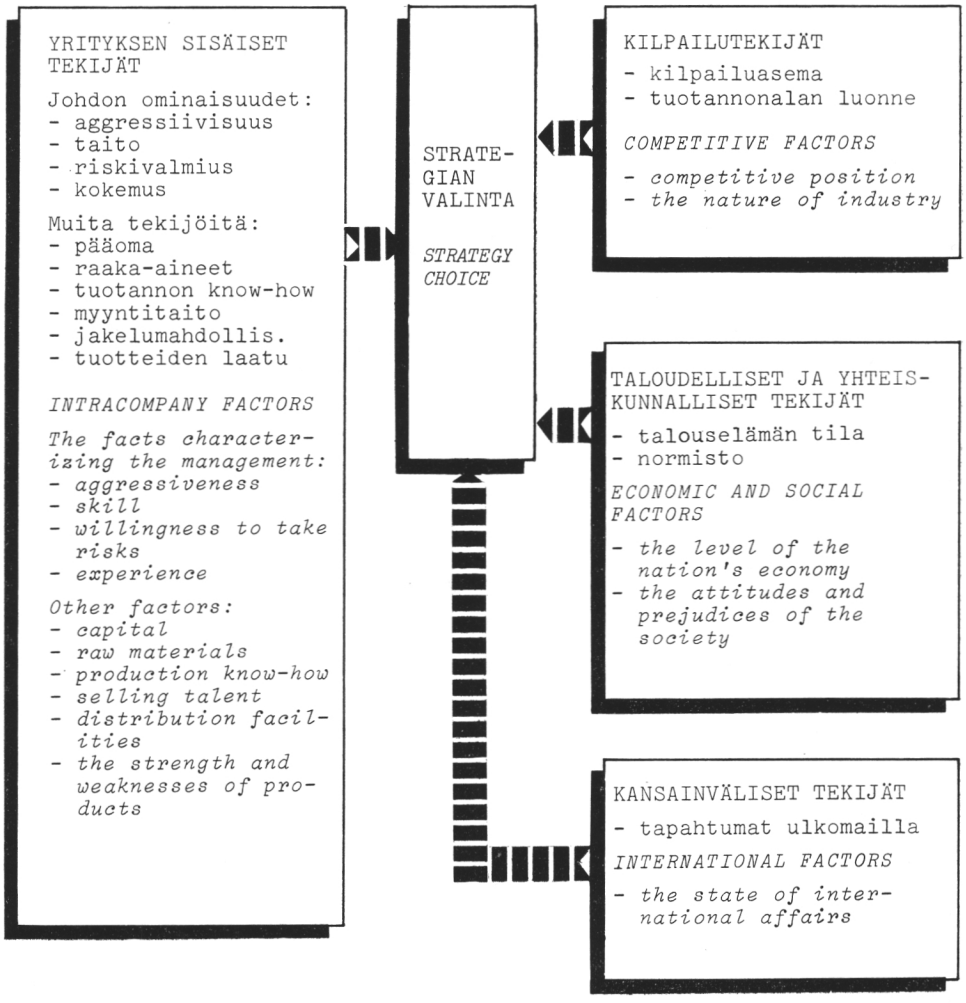
Strategiat ovat sekä tavoitteisiin pohjautuvia että niitä muotouttavia. "Markkinoinnin tavoitteet ovat osittain eräs markkinointistrategian valinnan tärkeimmistä lähtökohdista, osittain tulosta tietyn markkinointistrategian valinnasta. Tästä syystä markkinoinnin tavoitteiden asettaminen ja strategian valinta ovat ajallisesti jokseenkin rinnakkaisia tapahtumia." (Särkisilta 1969, s. 254).



Kuva 3. Strategia johtamisvälineenä
Figure 3. Strategy as an instrument of management

Strategian puiteluonnetta korostaa Kotlerin (1967, s. 160) luonnehdinta: "Strategia laskee pohjan niille yleisille periaatteille, joiden avulla yritys pyrkii turvaamaan etulyöntiaseman kilpailijoihinsa nähden, vetovoimansa kuluttajiin ja yrityksen resurssien täydellisen käytön". Luostarisen (1966, s. 13—15) strategiakäsitteessä korostuu erityisen selvästi sen puiteluonne. Luostarinen näkee strategian eräänä yritysjohdon käyttämänä ohjauskeinona. Strategia ohjaa tällöin suunnittelutoimintaa, joka tapahtuu yrityksen eri osissa ja tähtää päämäärien saavuttamiseen. Esitettyä käsitettä valaisee oheinen kuva (kuva 3).

Kuvasta ilmenee, että strategia vaikuttaa sekä tavoitteisiin että niitä toteuttaviin suunnitelmiin ja toimintaan.



Kuva 4. Strategioiden valintaan vaikuttavia tekijöitä
Figure 4. Factors affecting strategy choosing

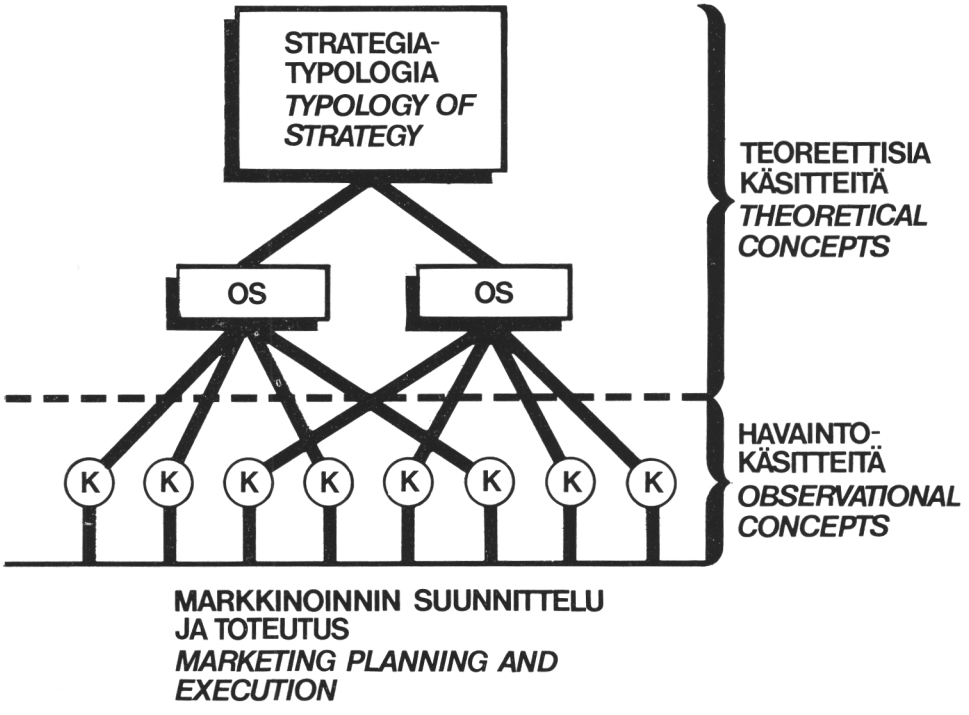
Strategia on olemassa, vaikka sitä ei oltaisi määriteltykään. Näin voi olla yrityksissä, joissa suunnittelu ei ole kovin pitkälle kehitetty tai jotka ovat niin pieniä, ettei strategian määrittelyä ole katsottu tarpeelliseksi. "Tällöin strategia muodostuu ikään kuin itsestään johdon määrittelemien tavoitteiden ja toimintaperiaatteiden summana." (Luostarinen 1966, s. 14).

Strategioiden käytön ja olemassaolon ymmärtäminen edellyttää käsitystä strategioiden valintaan vaikuttavista tekijöistä.

Oheinen kuva (kuva 4) hahmottaa esimerkinomaisesti näitä tekijöitä (ks. Stern 1970, s. 55—57).

332. Strategiakäsitteen operationalisoinnin periaatteet

Edellisessä kappaleessa esitetyt luonnehdinnat strategiasta antavat oikeuden olettaa, että strategiakäsite on operationalisoitavissa usealla mahdollisella tavalla. Operationalisointitapa riippuu siitä, mitä piirteitä ko. käsitteessä halutaan painottaa.



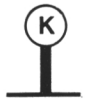
Kuva 5. Strategiakäsitteen operationalisointi
Figure 5. The operationalization of the strategy concept

Tässä tutkimuksessa korostuu strategian puiteluonne. Strategia koostuu niistä yleisistä tiedostetuista tai tiedostamattomista, määritellyistä tai määrittelemättömistä periaatteista, jotka ohjaavat markkinoinnin osatavoitteiden asettelua, suunnittelua sekä markkinointitoimintaa. Markkinoinnin strategian oletetaan selvimmin ja primäärisimmin ilmenevän suhtautumisessa markkinoinnin kilpailukeinoihin. Kulloinkin vallitseva strategia on siis se taustalla oleva tekijä, joka muotouttaa suhtautumista kilpailukeinoihin ja vaikuttaa näin ollen myös niiden valintaan ja yrityksen käyttäytymiseen yleensä.

Strategian keinoluonnetta korostettaessa tuodaan esiin ajatus lukuisten strategioiden samanaikaisesta käytöstä (ks. S t e r n 1970). Strategian puiteluonteeseen kuuluu, että strategia on ilmaistavissa yhtenä (tai muutamana) kokoavana suunnittelua ja toimintaa ohjaavana periaatteena.

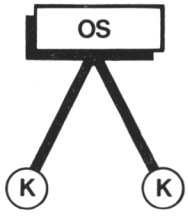
Oheisessa kuvassa (kuva 5) on esitetty tapa, jolla strategiakäsite on tässä tutkimuksessa operationalisoitu. Kuva ilmentää tieteen kaksitasoteorian mukaista näkemystä siitä, kuinka teoreettiset käsitteet saavat merkityksensä.

Selitys:
Explanation:



ilmentää sitä mittausoperaatiota, jonka avulla selvitetään markkinoinnin suunnittelijoiden ja/tai toteuttajien suhtautuminen tiettyjen kilpailukeinojen käyttöön. Mittauksen konkreettinen suoritus ilmenee kyselylomakkeesta (liite 1).

indicates the measuring operation to study the attitudes of marketing planners and/or executors to the use of certain means of competition. The concrete techniques of measurement are evident from the questionnaire (Appendix 1).



Suhtautumisen kilpailukeinojen käyttöön oletetaan heijastelevan tiettyjä taustalla olevia tiedostettuja tai tiedostamattomia tekijöitä, joita tässä kutsutaan osastrategioiksi. Kilpailukeinoihin suhtautumisen ja osastrategioiden välisen suhteen selvittäminen on laskennallinen ongelma, johon palataan analyysiongelmia käsiteltäessä (luku 41).

The attitude to the use of the means of competition is assumed to reflect cartoin background factors, recognized or unrecognized, hereinunder termed component strategies. The relationship between attitude to means of competition and component strategies is a calculative problem which will be discussed later in connection with analytical problems (Chapter 41).



Osastrategioista kombinoidaan typologia, joka sisältää strategioiksi nimitettävät yleiset markkinoinnin suunnittelua ja toteutusta ohjaavat periaatteet. Kombinointi on laskennallinen ongelma, johon palataan analyysiongelmia käsiteltäessä (luku 41).

Component strategies are combined into a typology containing the general principles quiding marketing planning and execution. The combination is calculative problem, to be discussed in connection with analytical problems (Chapter 41).

Edellä kuvattua strategiakäsitteen operationalisointitapaa käytettäessä jää ongelmaksi niiden muuttujien valinta, joiden avulla mitataan suhtautumista markkinoinnin kilpailukeinoihin. On siis kysymys strategian mittausvälineen valinnasta. Luettelot kilpailukeinoista eivät välttämättä sellaisinaan ole käyttökelpoisia suhtautumismittojen pohjaksi. Tämä esimerkiksi sen vuoksi, että kilpailukeinoluettelot osoittavat kilpailun alueen mutta eivät kovinkaan konkreettisesti tapaa (laatua), jolla kilpailu tapahtuu. Kilpailun laatu on strategian ilmenemistä ajatellen hyvin keskeinen.

Strategian ilmenemistä mittaavien muuttujien valintaongelma ratkaistiin tässä tutkimuksessa soveltamalla jo kokeiltua mittaria (Sitra 1973). Mittarin sisältö ilmenee kyselylomakkeesta (liite 1).

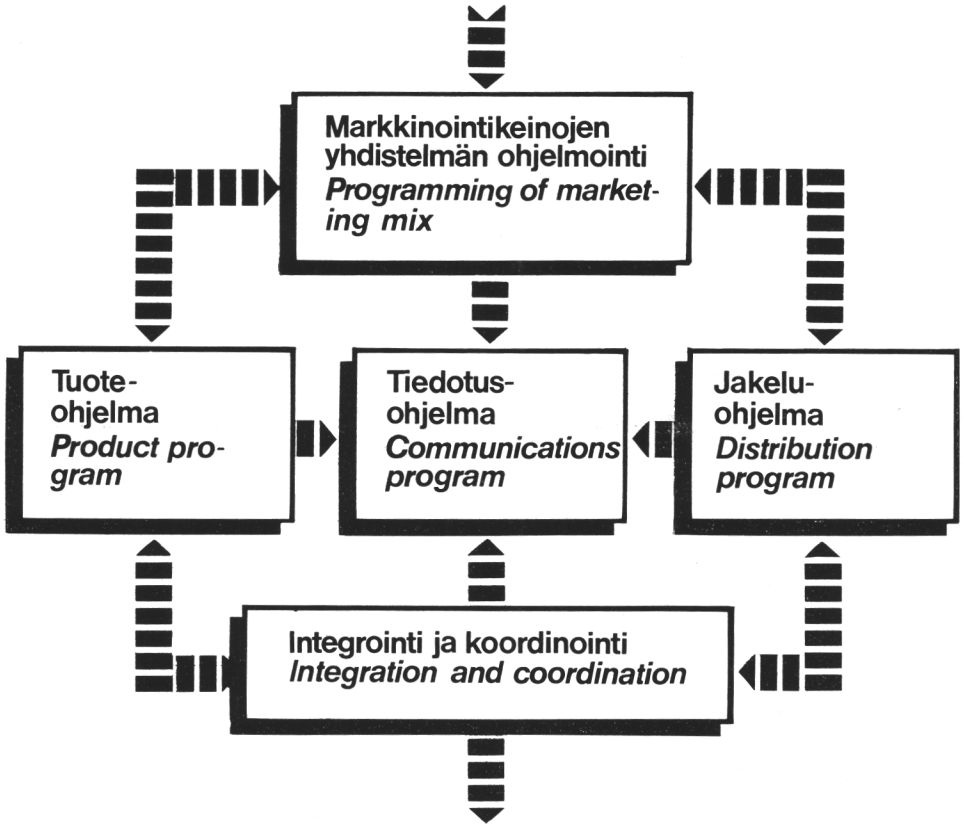
34. Markkinointikeinojen suunnittelu

341. Suunnittelukohteet

Luvussa 313 esitetyssä markkinoinnin suunnittelun prosessikuvauksessa seurasi markkinointistrategioiden valintaa markkinointikeinojen yhdistelmän ohjelmointi. Tässä tutkimuksessa oletetaan markkinoinnin suunnittelun konkreettisten ongelmien ilmenevän juuri markkinointikeinojen suunnittelussa. Tutkimus tähtää näiden ongelmien paljastamiseen ja niiden luonteen analysointiin markkinointistrategian ja yritystaustan muodostamaa taustaa vasten.

Markkinoinnin suunnittelun nyt tarkasteltavaa vaihetta esittää kuva 6 (ks. Stern 1970, s. 28).

Markkinointikeinojen käytön suunnittelun tavoitteena on tuottaa ne yksityiskohtaiset ohjelmat, joiden avulla markkinoinnille asetetut tavoitteet pyritään saavuttamaan vallitsevia strategioita toteuttaen. Tässä yhteydessä on vielä syytä korostaa strategian kaksinaista luonnetta. Strategia toimii puitteina markkinointikeinoja suunniteltaessa ja toimintaohjelmia tuotettaessa mutta toisaalta markki-



Kuva 6. Markkinointikeinojen suunnittelun osa-alueet
Figure 6. The components of marketing planning

nointikeinojen suunnittelu voi muotouttaa vallitsevia markkinointistrategioita. Mm. tämän vuoksi tässä tutkimuksessa tarkastellaan markkinointikeinojen suunnittelussa ilmenevien ongelmien ja vallitsevien markkinointistrategioiden välisiä suhteita.

Markkinointikeinojen yhdistelmän suunnittelussa on tavallista jakaa käytettävät markkinointikeinot kolmeen alaryhmään:

1) tuotesuunnittelu
2) myynti- ja jakeluteiden suunnittelu
3) markkinointikommunikaation suunnittelu

Markkinoinnin suunnittelussa koettujen ongelmien operationalisointia varten suoritetaan myös tässä tutkimuksessa mainitunlainen jako. Aineiston analyysin tehtävänä on sitten osoittaa, ryhmittyvätkö markkinointikeinojen suunnittelun

ongelmat niiden vaikeuden kokemisen perusteella edellä mainittuihin luokkiin vai onko ryhmitysperuste joku toinen. Analyysiongelmiin palataan luvussa 321.

Ennen markkinointikeinojen suunnittelun ongelmien operationalisoinnin esittelyä käsitellään kutakin alaryhmää erikseen.

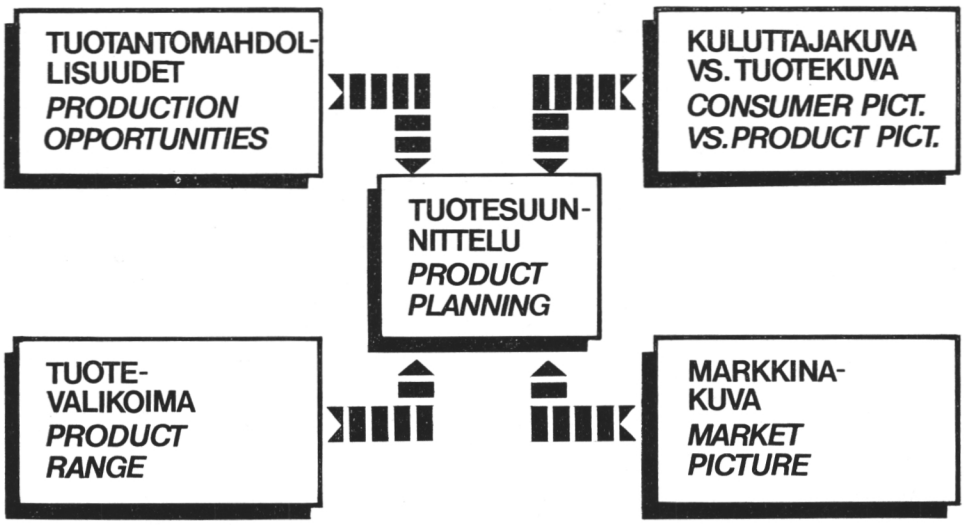
342. Tuotesuunnittelu

Tuotesuunnittelun alaan kuuluvia markkinointikeinoja suunniteltaessa on kysymys konkreettisesta tuotannon ja kulutuksen välillä tapahtuvasta sopeutustyöstä. Oheinen kuva esittää tuotesuunnittelutyössä sopeutettavia asioita (kuva 7).

T u o t a n t o m a h d o l l i s u u d e t. Etenkin metsäteollisuudessa tuotanto ja tuotesuunnittelu toimivat usein raaka-ainerajoitteiden alaisina. Vastaavanlaisia rajoituksia synnyttävät määrällinen ja laadullinen tuotantokapasiteetti, työvoima, pääoma jne.

T u o t e v a l i k o i m a. Tuotesuunnittelussa yritys joutuu jatkuvasti muiden tuotesuunnitteluun vaikuttavien tekijöiden muodostamaa taustaa vasten harkitsemaan tuotevalikoimansa relevanttiutta. Pohdittavia kysymyksiä ovat tällöin innovointi yleensä, tuotteiden muuntaminen ja tuotteiden karsiminen.

K u l u t t a j a k u v a v s. t u o t e k u v a. Tietojen hankkiminen kuluttajasta tuotesuunnittelupäätösten pohjaksi on yksi tuotesuunnittelun primäärisimpiä tehtäviä. Tuotesuunnittelun perustana tulisi aina olla tietty kuva kuluttajasta, onhan ostopäätöksen tekijä aina viime kädessä kuluttaja. Kuluttajakuva viittaa kuluttajan käyttäytymistä kuvaavaan malliin, joka sisältää informaatiota kuluttajan tarpeista



Kuva 7. Tuotesuunnittelun sopeutustehtävä
Figure 7. Product planning as an adjustor

ja niistä prosesseista, jotka johtavat päätöksiin näitä tarpeita tyydyttävien hyödykkeiden hankinnasta (Juslin 1972, s. 16). Kuluttajan käyttäytymistä kuvaava malli voi sisältää esim. markkinointitoimenpiteiden kohteena olevan kuluttajan tarpeita, sosiaalista taustaa sekä kommunikaatio- ja päätäntäkäyttäytymistä kuvaavia muuttujia. Kuluttajakuvaan perustetaan tuotesuunnittelupäätökset, joiden tarkoituksena on kuluttajan tarpeita tyydyttävien tuotteiden luominen. Kuluttajakuvaan perustuvat myös ne päätökset, jotka liittyvät tuotteiden tai niitä koskevan informaation siirtämiseen tuotantosysteemistä kulutussysteemiin.

Puhuttaessa kuluttajakuvan yhteydessä tuotekuvasta viitataan tuotteen tyydytys- ja hyötyominaisuuksien kombinaatioon, joka on johdettavissa tuotteen käytöstä ja kulutuksesta. Kun tuote käsitetään edellä esitetyn kaltaisena, voidaan kulutusta Lancasterin mukaan pitää toimintana, jossa tuotteet tai tuotekombinaatiot ovat panoksia ja tuotoksena on yhdistelmä ominaisuuksia. Näiden ominaisuuksien tunteminen on ensiarvoisen tärkeää tuotesuunnittelussa. Jotta kuluttajan kokema tuote (tuotekuva) vastaisi mahdollisimman hyvin kuluttajan tuotteeseen kohdistamia odotuksia, tulee yrityksen selvittää esim. tuotteen lopullinen käyttökohde ja -tarkoitus sekä tutkia niitä mielipiteitä ja odotuksia, joita kuluttajat tuotteeseen sen eri käyttökohteissa liittävät.

Markkinakuva. Markkinakuvan vaikutus tuotesuunnittelussa muistuttaa siitä, ettei yritys toimi yksin markkinoilla ja että markkinat eivät ole staattiset. Tuotesuunnittelun markkinakuva sisältää ainakin tietoja markkinoiden kehityssuunnasta ja kilpailijoista.

Markkinoiden *kehityssuuntaan* liittyvät mm. seuraavat kysymykset. Ovatko markkinat nousevat, laskevat, kyllästetyt vai uudet markkinat.

Kilpailutekijöistä on tuotesuunnittelua varten syytä selvittää kilpailijoiden määrä, vahvuus, kilpailun luonne ja markkinaosuudet. Edelliseen liittyvät ennakoinnit siitä, kuinka kilpailijat vastaavat tuotesuunnittelun alaan liittyvien markkinoinnin keinojen käyttöön.

343. Myynti- ja jakeluteiden suunnittelu

Myynti- ja jakeluteiden suunnittelun keskeisenä sisältönä on tuotteiden saatavuuden varmistaminen. Kotlerin (1967, s. 417) mukaan myynti- ja jakeluteiden suunnittelun tehtävänä ei tulisi olla ainoastaan pyrkimys kustannusten optimointiin, vaan ennen kaikkea pyrkimys toimituskyvyn säilyttämiseen tai parantamiseen, mikä asettaa jakelulle myös myynnin edistämiseen tähtääviä tehtäviä.

Saatavuuden varmistamiseen liittyen käsitellään tässä tutkimuksessa myynti- ja jakeluteiden suunnittelun keskeisinä lähtökohtina

— tuotannon ja kulutuksen paikallisen ja ajallisen eron voittamista
— asiakaspalvelun tason säilyttämistä tai parantamista
— markkinarakenteen huomioonottamista

Paikallisen ja ajallisen eron voittaminen on fyysisen jakelun ongelma, joka liittyy tuotannon ja kulutuksen välisen etäisyyden ongelmaan. Etäisyys merkitsee tuotantopaikan ja kuluttajan välistä matkaa. Käytännössä tämän eron voittaminen vaatii kuljetuksen ja kuljetus puolestaan vaatii tietyn ajan. Etäisyyden ongelmat sisältyvät näin ennen muuta kysymykseen, miten suunnittelussa voidaan myynti- ja jakelutieongelmat ratkaista siten, että kuljetus- ja varastointikustannukset saadaan mahdollisimman edullisiksi. Edelliseen ratkaisuun liittyvät kysymykset siitä, miten toimitustapaa ja toimitusten nopeutta koskevat toivomukset pystytään samalla täyttämään (Wager 1973, s. 19—24).

Asiakaspalvelun taso ja markkinoiden rakenne liittyvät läheisesti toisiinsa. Myynti- ja jakeluteitä suunniteltaessa joudutaan hakemaan vastaukset ainakin seuraaviin markkinoiden rakennetta koskeviin kysymyksiin:

— Mikä on kuluttajien sijainti.
— Mitkä ovat kuluttajien ostotavat ja ostovoima.
— Ovatko kuluttajat uusia vai vanhoja asiakkaita ja mistä he ostavat tai haluavat ostaa.

Myynnin ja jakelun keskeiset ongelmat syntyvät pyrittäessä jakelun kustannukset huomioon ottaen asiakaspalvelun tason säilyttämiseen tai parantamiseen.

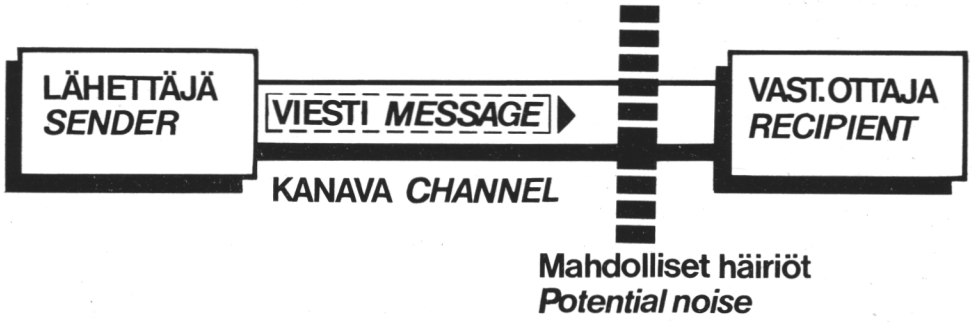
344. Markkinointikommunikaation suunnittelu

Tuotanto- ja kulutussysteemin vuorovaikutusta voidaan yleisesti nimittää kommunikaatioksi. Kommunikaatiokäsitteeseen sisältyy nykyisen kuluttajakeskeisen markkinoinnin perusajatus: yritys vaikuttaa markkinoihin ja markkinat yritykseen. Vaikka kommunikaatiokäsitteen alaa rajoitettaisiin tarkoittamaan vain informaation vaihtoa, säilyttäisi kommunikaatio keskeisen merkityksensä markkinoinnissa. Yrityksen ja markkinoiden välillä kulkeva hyödykkeiden ja maksusuoritusten virta on ratkaisevasti riippuvainen ns. psykososiaalisesta tasosta, jolla informaation vaihto tapahtuu (ks. Bråten 1968, s. 18).

Tarkasteltaessa tätä informaation vaihtoa tuotantosysteemin näkökulmasta voidaan puhua markkinointikommunikaatiosta. Markkinointikommunikaation piiriin lukee esim. Särkisilta (1969 b, s. 612) seuraavat markkinoinnin osatoiminnat:

— myynti
— mainonta
— myynninedistäntä (SP)
— tiedotus- ja suhdetoiminta (PR)

Markkinointikommunikaation suunnittelu liittyy elimellisesti muiden markkinointikeinojen suunnitteluun (ks. Särkisilta 1969, s. 612). Markkinointi-



Kuva 8. Kommunikaation perusmalli
Figure 8. Basic model of the communications process

kommunikaation suunnittelun tulee olla jatkuvassa vuorovaikutuksessa tuote- ja saatavuusratkaisujen suunnittelun kanssa. Tarkastelun selväpiirteistämiseksi käsitellään markkinointikommunikaatiokysymyksiä tässä tutkimuksessa kuitenkin omana erityisenä lohkonaan.

Markkinointikommunikaation suunnittelussa esiintyvät ongelmat ovat paikallistettavissa kommunikaation perusmallista.

Markkinointikommunikaation suunnittelussa esiintyvät ongelmat luokitellaan tässä yhteydessä seuraaviin kolmeen ryhmään:

— kohderyhmän valinta
— viestin valinta
— kanavan valinta

K o h d e r y h m ä n v a l i n t a. Kohderyhmä koostuu niistä henkilöistä, joille viesti halutaan välittää. Markkinointikommunikaation kohteina voivat olla ostopäätöksen tekijät tai henkilöt, joiden kautta viestin oletetaan välittyvän ostopäätöksen tekijöille. Viimeksi mainitussa tapauksessa puhutaan usein tiedon kaksivaiheisesta kulusta ja ns. mielipidejohtajista (ks. K a t z and L a z a r s f e l d 1966). Tiedon välittäjinä voidaan käyttää jakeluportaiden jäseniä tai muita henkilöitä, joilla oletetaan olevan esimerkiksi asiantuntijavaltaa kuluttajiin nähden.

Kohderyhmän valinta edellyttää tietoja siitä, kuinka lopullinen päätöksentekijä tuotetietoutensa hankkii tai saa. Kun on kysymys tiedon useampivaiheisesta kulusta, joudutaan selvittämään ne henkilöryhmät, joiden välityksellä informaatio lopulliselle päätöksentekijälle kulkee. Tällöin joudutaan kartoittamaan myös mielipidejohtajien kommunikaatiokäyttäytymistä. Edellä esitetystä jo huomataan, että kohderyhmän valinta liittyy läheisesti viestin ja kanavan valintaan.

V i e s t i n v a l i n t a edellyttää lähetettävän sanoman muotoon ja sisältöön liittyviä ratkaisuja. Lähtökohdan sisällön luomiselle muodostavat ne tuotteet, joista sanoma kommunikoi sekä valitut kohderyhmät. Sanoman muoto käsittää

sekä kielellisiä että ei-kielellisiä merkkejä ja ilmaisee sen sisällön, jonka lähettäjä haluaa välittää vastaanottajalle. Sisällön valinnan on siten tapahduttava ennen muodon valintaa. Lisäksi sanoman muodon valinta edellyttää tietoa niistä kanavista, jotka tulevat kuljettamaan sanoman. Sanoman muoto on mukautettava kunkin kanavan erityisolosuhteisiin (ks. Möller 1972, s. 65—96).

Ryhdyttäessä suunnittelemaan sanoman sisältöä voidaan yhdeksi lähtökohdaksi ottaa ne tarpeet, joita tuotteiden katsotaan tyydyttävän. Tarpeisiin nojaava sanoman suunnittelu mahdollistaa niiden ominaisuuksien tunnistamisen, jotka liittävät tuotteen tiettyyn käyttökohteeseen. Mainitut tuoteominaisuudet kuvaavat tällöin niitä vaatimuksia, joita tuotteelle tässä käyttökohteessa asetetaan. Sanoman sisällöstä tulisi käydä ilmi myös ne erikoisominaisuudet, joita tuotteella katsotaan olevan muihin samaan käyttökohteeseen tarkoitettuihin tuotteisiin verrattuna. Sanoman sisällön ja muodon valinta edellyttää siten paitsi lopullisen käyttökohteen ja siihen liittyvien tarpeiden tuntemista myös kilpailevien tuotteiden ja niiden mainonnan selvittämistä.

Tuotteen käyttökohteen ja siihen liittyvien tarpeiden ohella muodostavat kommunikaation kohderyhmät toisen pääkriteerin sisällön valinnassa. Sanomien sisältöön vaikuttaa esimerkiksi se, kohdistetaanko ne tuotteen lopulliselle kuluttajalle vai henkilölle, jonka oletetaan välittävän tietoa kuluttajalle. Kohderyhmien merkkituntemuksesta voi esimerkiksi riippua, minkälaisia muotoja käyttäen sisällöt ilmaistaan. Toisaalta kohderyhmän tekninen tietämys vaikuttaa sisällön monipuolisuuteen ja perustelujen laatuun ja määrään esiteltäessä vaikkapa jonkin rakennuslevyn lujuusominaisuuksia. Kohderyhmästä riippuu myös, mikä on asiatiedon ja suostuttelevan tiedon suhde viestissä.

Kanavan valintaa on edellä sivuttu sekä kohderyhmien valinnan että viestin valinnan yhteydessä. Kohderyhmän valinta edellyttää tietoja siitä miten lopulliset päätöksentekijät tuotetietoutensa hankkivat. Viestin valinnassa joudutaan taas ottamaan huomioon eri kanavien ominaisuudet viestien sisältöjä ja muotoja ajatellen.

Kanavien valintaan vaikuttavat ratkaisevasti eri kanavien ominaisuudet. Juslin (1974, s. 55) esittää tuotekommunikaatiokanavien ominaisuuksiin ja kontrolliin perustuvan kanavaluokittelun, jossa kommunikaatiokanavat luokitellaan luonnollisiin ja keinotekoisiin, kaupallisiin ja ei-kaupallisiin kanaviin. Kun tässä tutkimuksessa markkinointikommunikaatio-ongelmaa tarkastellaan yrityksen markkinoinnin suunnittelun näkökulmasta, rajataan muuttujavalinnat käsittämään yrityksen hallinnassa olevien kaupallisten kanavien suunnitteluun liittyviä ongelmia.

Kaupallisten kanavien (luonnolliset ja keinotekoiset) valinta edellyttää Möllerin (1972, s. 89) mukaan kanavien ajallisten, taloudellisten ja peittävyysmitallisten ominaisuuksien selvittämistä. Tällöin tarkastellaan kanavien ajallisia käyttömahdollisuuksia, niiden kustannuksia sekä levinneisyyttä (kuinka suuren henkilömäärän ne saavuttavat). Tämä luokittelu on alunperin esitetty lähinnä joukkotiedotuskanavien tarkastelun yhteydessä, mutta sitä voidaan yhtä hyvin

soveltaa myös henkilökanaviin. Voidaan esimerkiksi tarkastella, kuinka suuri vaikutus rakennustarkastajalla on omakotitalon rakennusmateriaalin valinnassa ja kuinka moni omakotitalon rakentaja kysyy neuvoa rakennustarkastajalta rakennusmateriaaleja valitessaan (ks. Aho 1971). Ajallisille, taloudellisille ja peittävyysmitallisille ominaisuuksille asetettuihin vaatimuksiin vaikuttavat yrityksen käytettävissä olevat varat, kohderyhmän sijainti ja tavoitettavuus.

Mainittuja kanavan valintaan vaikuttavia tekijöitä voidaan myös tarkastella kanavien huomio- ja symbolointiominaisuuksien sekä suhtautumis- ja muistamisominaisuuksien pohjalta (Bråten 1968, s. 90). Huomio- ja symbolointiominaisuudet tarkoittavat sitä, kuinka hyvin kanava tavoittaessaan vastaanottajan vangitsee hänen huomionsa. Tämä puolestaan riippuu siitä, kuinka moninaisia ja huomiotaherättäviä merkkimuotoja kanava kykenee kuljettamaan. Suhtautumis- ja muistamisominaisuudet osoittavat eri kanavamuotojen vaikutusta niissä esitettyjen sanomien muistettavuuteen (ks. Möller 1972, s. 65—96).

345. Markkinointikeinojen suunnitteluongelmien operationalisointi

Tutkimuksen tavoitteena on puutuotteiden markkinoinnin suunnittelun keskeisten ongelmien selvittäminen. Ongelmien oletetaan syntyvän nimenomaan markkinointikeinoja suunniteltaessa. Edellä on käsitelty markkinointikeinojen suunnittelua pyrkimyksenä muodostaa kuva siitä toiminnasta, jossa markkinoinnin suunnittelun ongelmat syntyvät.

Potentiaaliset ongelma-alueet on operationalisoitu seuraaviksi muuttujiksi:

Tuotesuunnittelun ongelmat

43) tuoteinnovoinnin ongelmat
44) tuotteiden muuntamisen ,,
45) tuotevalikoiman karsimisen ,,
46) raaka-aineiden saannin ,,
47) valmistukseen liittyvät ,,
48) tuotteiden hinnoittelun ,,
49) loppukäyttöön liittyvät ,,
50) kilpailijoiden tuotteisiin liittyvät ,,
51) kuluttajien vaatimuksiin liittyvät ,,
52) kysyntä-tarjonta ,,

Myynnin ja jakelun suunnittelun ongelmat

53) kuljetuskustannuksiin liittyvät ongelmat
54) toimitusaikoihin ,, ,,
55) varastointiin ,, ,,
56) kuluttajien toivom. (jakelu) liittyvät ongelmat
57) kuluttajien ostokäytt. ,, ,,
58) kilpailij. jakelun tuntem. ,, ,,

Markkinointikommunikaation suunnittelun ongelmat

59) sanoman sisällön valintaan liittyvät ongelmat
60) sanoman muodon „ „ „
61) kanavan valintaan „ „
62) vastaanottajan ominaisuuksiin „ „
63) kohderyhmän valintaan „ „
64) kommunikaation ajoitukseen „ „
65) kilpailijoiden tiedotukseen „ „
66) kommunikaation kustannuksiin „ „
67) kuluttajavalistukseen „ „

Koettujen markkinoinnin suunnittelun ongelmien suhteellista suuruutta mittaavien mittareiden muoto ilmenee kyselylomakkeesta (liite 1).

4. TUTKIMUKSEN METODISET PUITTEET

41. Analyysiongelmat ja käytetyt menetelmät

Analyysin tavoitteet ovat johdettavissa tutkimuksen *tarkoituksesta.* Analyysimenetelmien valintaa ja analyysien teknistä toteutusta ohjaa puolestaan se teoreettinen *viitekehys,* jonka puitteissa tutkimuksen tarkoitus pyritään toteuttamaan.

Tutkimuksen *tarkoituksena* on selvittää

— mitkä ovat puuteollisuustuotteiden markkinoinnin suunnittelun keskeiset ongelmat ja
— kuinka ne liittyvät markkinoinnin suunnitteluprosessiin erilaisissa yrityksissä ja eri toimialoilla.

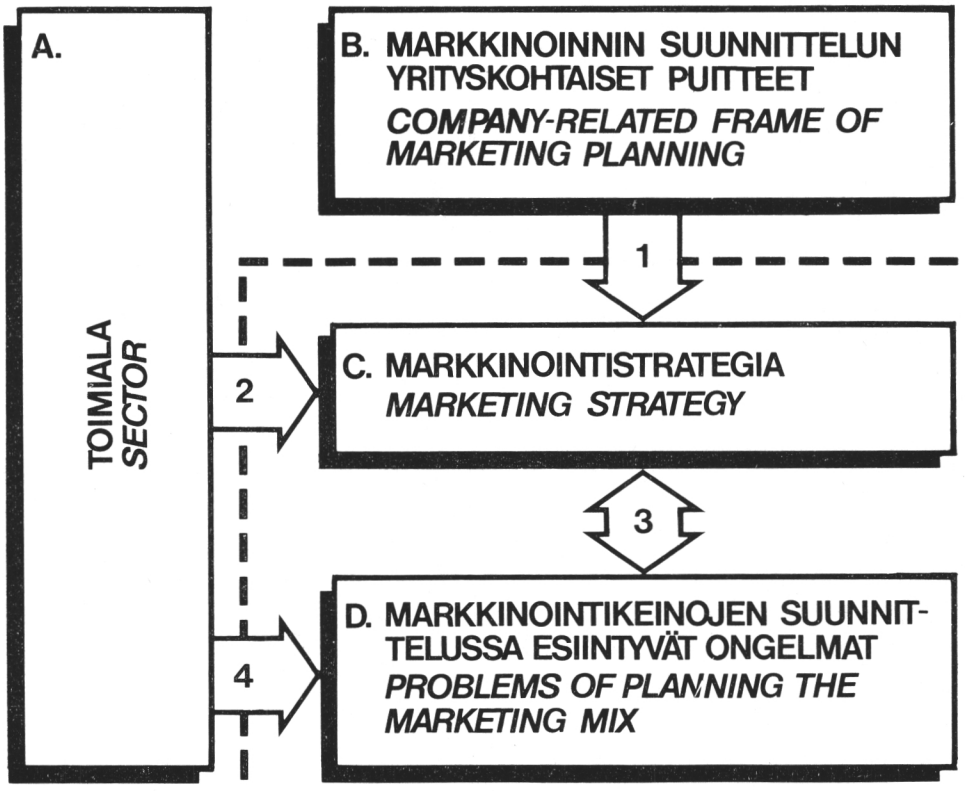
Tutkimuksen toteutusta ohjaavana viitekehyksenä toimii markkinoinnin suunnitteluprosessi, josta yksityiskohtaisemman tarkastelun kohteeksi irroitettiin markkinointistrategia ja sen puitteissa tapahtuva markkinointikeinojen suunnittelu. Markkinoinnin suunnitteluprosessia muotouttavina tekijöinä tarkastellaan tutkimuksen tarkoituksen mukaisesti toimialaa ja eräitä yritystä kuvaavia tekijöitä.

Analyysiongelmien paikallistamista varten on oheisessa kuvassa (kuva 9) hahmoteltu se kehys, jonka puitteissa tutkimuksen empiiristä aineistoa analysoidaan. Kukin lohko kuvaa tarkastelun kohteena olevaa muuttujaa tai muuttujajoukkoa. Nuolet kuvaavat niitä suhteita lohkojen välillä, joista ollaan kiinnostuneita.

Lohkoa A kuvaa yksi muuttuja ja sen sisällön määrittelyssä ei ole ongelmia.

Lohko B koostuu joukosta yritystä kuvaavia muuttujia. Tämän muuttujajoukon avulla pyritään hakemaan yleisempää ja ekonomisempaa kuvausasua markkinoinnin suunnittelun yrityskohtaisille puitetekijöille. Analyysimenetelmänä on faktorianalyysi.

Lohkon C operationalisointia on käsitelty jo luvussa 3142. Yhdeksi laskennalliseksi ongelmaksi jäi kilpailukeinoihin suhtautumista muotouttavien tiedostettujen tai tiedostamattomien tekijöiden selvittäminen (näitä kutsuttiin osastrategioiksi). Tähän selvittämistehtävään soveltuu faktorianalyysi. Toiseksi laskennalliseksi ongelmaksi jäi strategiatypologian kombinointi osastrategioista. Kom-



Kuva 9. Analyysiongelmat
Figure 9. Problems of analysis

binointi suoritetaan dikotomisoimalla faktorianalyysin pohjalta tuotettavat faktoripistemuuttujat ja ristiintaulukoimalla ne.

Lohko D on operationalisoitu vallitsevan käytännön mukaisesti kolmen muuttujaryhmän puitteissa:

— tuotesuunnittelun ongelmat
— myynnin ja jakelun suunnittelun ongelmat
— markkinointikommunikaation suunnittelun ongelmat

Yhtenä analyysiongelmana tarkastellaan järjestyvätkö ko. ongelmamuuttujat vastaavanlaisiin ryhmiin sen perusteella, kuinka ne koetaan markkinoinnin suunnittelussa. Tähän analyysiongelmaan sopii faktorianalyysi.

Markkinoinnin suunnittelun ongelmien yleinen suuruusjärjestykseen asettelu tapahtuu keskiarvoihin perustuen.

Nuoli 1 kuvaa sitä analyysivaihetta, jossa tarkastellaan markkinointistrategioita erilaisissa yrityksissä. Kiinnostuksen kohteena on nimenomaan se, mitkä yritys-

kohtaiset tekijät erottelevat erilaisten strategioiden pohjalta toimivia yrityksiä toisistaan. Analyysimenetelmänä käytetään erotteluanalyysiä.

Nuoli 2 kuvaa sitä analyysivaihetta, jossa tarkastellaan toimialan ja käytetyn markkinointistrategian suhdetta. Koska tässä vaiheessa kumpaakin lohkoa kuvaa vain yksi muuttuja, sopii näiden muuttujien suhteen tarkasteluun ristiintaulukointi.

Nuoli 3 kuvaa sitä analyysivaihetta, jossa tarkastellaan markkinointistrategioiden ja markkinointiongelmien välisiä suhteita. Tavoitteena on selvittää, mitkä ongelmat ovat tyypillisiä tarkasteltaville strategioille, mitkä ongelmat erottelevat eri strategioita käyttäviä yrityksiä toisistaan. Analyysimenetelmänä käytetään erotteluanalyysiä.

Nuoli 4 sisältää kahdenlaisia analyysiongelmia. Toisaalta ollaan kiinnostuneita siitä, mikä on markkinoinnin suunnitteluongelmien tärkeysjärjestys puuteollisuudessa yleensä ja sen eri toimialoilla. Tämä selviää keskiarvoja tarkastelemalla. Toisaalta halutaan selvittää ne markkinoinnin suunnittelun ongelmat, jotka luonnehtivat tiettyä toimialaa, ts. ne ongelmat, joiden perusteella toimialat on erotettavissa toisistaan. Erotteluanalyysi tuottaa tietoa näistä toimialoja erottelevista ongelmista tai ongelmaryhmistä.

42. Analyysimenetelmien valinnan perustelu

421. Faktorianalyysi

Faktorianalyysiä käytetään tässä tutkimuksessa kolmessa analyysitilanteessa:

1) Markkinoinnin suunnittelun yrityskohtaisille puitetekijöille haetaan yritystä kuvaavasta muuttujajoukosta yleisempää ja ekonomisempaa kuvausasua.
2) Kilpailukeinoihin suhtautumista mittaavan muuttujajoukon avulla pyritään selvittämään kilpailukeinoihin suhtautumista muotouttavia tekijöitä. Näitä muotouttavia tekijöitä kuvaava hypoteettinen rakenne (markkinointistrategian ilmeneminen) on esitetty teoreettisessa viitekehyksessä.
3) Markkinoinnin suunnittelun ongelmia kuvaavaa muuttujajoukkoa analysoimalla pyritään selvittämään järjestyvätkö ko. muuttujat markkinoinnin suunnittelun teoriassa esiintyviin ryhmiin myös sen perusteella kuinka ne koetaan markkinoinnin suunnittelussa suomalaisessa puuteollisuudessa.

Faktorianalyysin käytössä erottuu kaksi toisistaan selvästi poikkeavaa lähestymistapaa:

A. Faktorianalyysiä voidaan käyttää pyrittäessä ilman ennakkohypoteeseja kuvaamaan tietyn muuttujajoukon sisältämää informaatiota ekonomisemmin (ko. muuttujajoukkoa harvempilukuisemmin dimensioin). Faktorianalyysin käyttöä tällaisessa tapauksessa kuvaavat hyvin sen lempinimet. Green ja Tull (1970, s. 404) puhuvat dataredusoinnin työjuhdasta. Nunnally (1967, s. 371) antaa lähestymistavalle nimen haulikkoempirismi.

B. Faktorianalyysin toinen käyttötapa liittyy tilanteisiin, joissa on olemassa hypoteeseja muuttujajoukon rakenteesta. Nämä hypoteesit voivat koskea myös sitä taustalla olevaa rakennetta, jonka oletetaan olevan syynä muuttujien vaihteluun (esim. Green and Tull 1970, s. 402—430, Nunnally 1967, s. 288—371, Riihinen 1965, s. 86—87).

Kummassakin mainituista tapauksista voidaan analyysiä jatkaa muodostamalla yhdistettyjä muuttujia faktorianalyysien tulosten pohjalta.

Toisessa ja kolmannessa edellä mainituista analyysitilanteista on tehty oletukset muuttujajoukon rakenteesta tai siitä taustalla olevasta rakenteesta, jonka oletetaan aiheuttavan muuttujien vaihtelun. Faktorianalyysiä käytetään tällöin lähinnä lähestymistavan B mukaisesti.

Ensimmäisessä edellä mainituista analyysitilanteista ei etukäteisoletuksia muuttujajoukon rakenteesta sen sijaan ole tehty. Faktorianalyysin käyttö tässä analyysitilanteessa vastaa lähinnä lähestymistapaa A.

422. Erotteluanalyysi

Koska erotteluanalyysiä ei ole kovin paljon käytetty tämän kaltaisissa tutkimuksissa, on syytä luonnehtia erotteluanalyysin tehtäviä, sen käyttöä, tulkintaa ja toteutusta.

Erotteluanalyysiä voidaan soveltaa tilanteessa, jossa aineisto on etukäteen luokiteltu kahteen tai useampaan luokkaan $A_1 \ldots A_g$ (esim. strategiatyypit tai toimialat). Nämä luokat muodostuvat m muuttujan havainnoista (markkinoinnin suunnittelun ongelmat tai yritystä kuvaavat muuttujat). Erotteluanalyysin tehtävä on muodostaa alkuperäisistä muuttujista $x_1, x_2, \ldots x_m$ uudet muuttujat $y_1, y_2 \ldots y_r$ $(r < m)$, jotka erottelevat ryhmät $A_1, A_2, \ldots A_g$ "mahdollisimman hyvin" toisistaan. Toisin sanoen ryhmien uusilla muuttujilla saamat arvot siirryttäessä ryhmästä toiseen muuttuvat "mahdollisimman paljon" ja kunkin ryhmän sisällä "mahdollisimman vähän" (Arosalo—Myllynen 1970, s. 1). Uudet muuttujat $y_1, y_2, \ldots y_r$ joita kutsutaan diskriminaattoreiksi eli erottelijoiksi, kuvaavat niitä ominaisuuksia, jotka parhaiten erottelevat ryhmät toisistaan. Erottelijoita saadaan yksi vähemmän kuin on ryhmiä. Erottelufunktioiden muodostamiseen liittyvät myös ryhmäerojen merkitsevyystestaukset, joiden suorittamisen esimerkiksi Nunnally (1967, s. 388) mainitsee yhtenä erotteluanalyysillä ratkaistavana erillisenä ongelmana.

Erotteluanalyysin käyttökelpoisuus tässä tutkimuksessa perustuu pääasiassa sen kykyyn tiivistää tutkittavia ryhmiä kuvaavien lukuisten muuttujien keskiarvoerojen sisältämä informaatio. Erotteluanalyysin monimuuttujamenetelmille ominainen luonne tulee erityisesti esille sen tavassa ottaa huomioon alkuperäisten muuttujien väliset korrelaatiot. Muuttujakohtaisessa ryhmäerojen tarkastelussa muuttujien korrelatiiviset yhteydet jäävät tarkastelun ulkopuolelle. Tämä puolestaan vaikeuttaa ryhmäerojen kokonaisvaltaista luonnehdintaa.

Erotteluanalyysin tulosten tulkinta perustuu pääasiassa alkuperäisten muuttujien lineaarikombinaatioina muodostettuihin erottelijoihin, joiden sisällön alkuperäisten muuttujien painokertoimet määrittelevät. Tulkintaa ajatellen on muistettava, että muuttujien painokertoimet erottelijoilla eivät ole rinnastettavissa faktorianalyysin faktorilatauksiin, joihin faktoreiden tulkinta perustuu. Erotteluanalyysissä muuttujien painokertoimet erottelijoilla vastaavat regressiokertoimia kaikkine heikkouksineen (Kulokari 1970, s. 50). Painokertoimet osoittavat vain, miten alkuperäisiä muuttujia on painotettava erottelufunktion maksimoimiseksi. Painokertoimet eivät ilmaise kovinkaan paljon alkuperäisten muuttujien ja erottelijoiden välisistä riippuvuuksista, joihin esimerkiksi faktorilatausten tulkinta perustuu (Konttinen 1970, s. 11). Erottelijoiden tulkintaa varten voidaan laskea alkuperäisten muuttujien korrelaatiot erottelijoihin. Nämä korrelaatiot vastaavat tulkinnallisesti faktorianalyysin faktorilatauksia.

Erotteluanalyysin teknisen suorituksen ensimmäisessä vaiheessa valitaan ne muuttujat, joita käytetään erottelufunktioiden muodostamisessa. Muuttujien valinta perustuu sen seikan selvittämiseen, missä määrin kukin muuttuja tuo lisäinformaatiota ryhmien erotteluun. Erottelun voimakkuuden testin avulla valitaan tietystä muuttujajoukosta ne muuttujat, joiden sisältämä erotteluinformaatio on oleellisesti sama kuin koko muuttujajoukon. Muuttujat valitaan laskemalla vaiheittain Wilksin lambda siten, että kullakin askeleella lambdan arvo paranee mahdollisimman paljon.

Erottelufunktioiden laskemisessa käytetään muuttujia, joiden sisältämä erotteluinformaatio on edellisessä vaiheessa todettu annetun riskiprosentin puitteissa merkitseväksi. Erottelufunktioiden suorittaman erottelun merkitsevyys testataan erottelun voimakkuuden testillä. Ryhmien tasoerojen suuruutta kuvaavat erottelijoiden ominaisarvot, joiden merkitsevyys testataan khi^2 -testillä. Ryhmien sijainti erotteluavaruudessa ilmenee ryhmien keskiarvoista ja hajonnoista erottelijoilla. Ryhmien välisten peruserojen laatu on tulkittavissa alkuperäisten muuttujien ja erottelijoiden välisistä korrelaatioista.

5. TUTKIMUSAINEISTO

51. Perusjoukko ja otos

Tutkimuksen perusjoukon muodostivat kaikki Suomen mekaanisen puunjalostusteollisuuden tuotantolaitokset, jotka valmistavat *puutuotteita.* Perusjoukko luetteloitiin vuoden 1971 Teollisuustilastosta (Suomen virallinen...) ja siihen kuului 472 tuotantolaitosta.

Otosyksikkönä oli yritys. Mikäli yrityksellä oli useita samaan teollisuushaaraan kuuluvia tuotantolaitoksia, muodosti yritys yhden otosyksikön. Perusjoukkoon saatiin näin 338 toiminimeä (= yritystä) seuraavasti:

Vaneriteollisuus	21	toiminimeä
Kuitulevyteollisuus	6	„
Lastulevyteollisuus	7	„
Puutaloteollisuus	54	„
Sahateollisuus		
— suuret	59	„
— pienet	191	„

Ns. piensahojen (tuotanto <15 000 m^3/v) osalta otos poimittiin perusjoukon luettelosta yksivaiheista satunnaisotantaa käyttäen. Muut toiminimet otettiin mukaan totaaliaineistona. Otoksen suuruus oli 117 piensahaa, joten piensahojen kohdalla otantaosuus oli 61,3 %. Havaintoyksiköitä oli näinollen kaikkiaan 264.

52. Aineiston hankinta

Toiminimille lähetettiin postitse kyselylomake (liite 1), jonka rakenteelliset ja sisällölliset heikkoudet oli pyritty poistamaan koetiedustelun avulla (Wager 1973, s. 43—46).

Kahden palautuskehotuksen jälkeen oli lomakkeita palautettu 185 kappaletta palautusprosentin ollessa 70. Katoa tutkittiin puhelintiedustelulla, jolloin satunnaisesti tiedusteltiin kymmeneltä vastaamatta jättäneeltä vastaamattomuuden syytä. Katoa aiheutui lähinnä kahdesta seikasta:

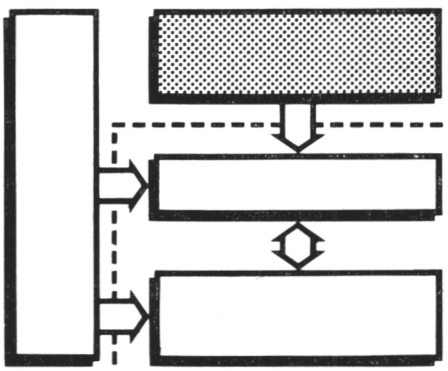
1. toiminimi oli lopettanut toimintansa tai toimi eri sektorilla
2. lomakkeen kysymysten ei katsottu soveltuvan ko. yrityksen toimintaan, koska kysyttyjä ongelmia ei pystytty tiedostamaan

Samansuuntaiseen tulokseen päädyttiin hylättyjä vastauksia analysoitaessa.

Puutteellisten havaintojen vuoksi jouduttiin analyysistä poistamaan 31 toiminimeä. Puutteelliset vastaukset aiheutuivat edellä kohdassa 2 mainitusta syystä. Kahdessa tapauksessa oli puutteellisuuden syynä kielteinen asenne tutkimusta kohtaan.

6. ANALYYSI JA TULOKSET

61. Markkinoinnin suunnittelun yrityskohtaiset puitteet



Yritystä kuvaavasta muuttujajoukosta pyritään hakemaan yleisempää ja ekonomisempaa kuvausasua markkinoinnin suunnittelun yrityskohtaisille puitetekijöille. Analyysimenetelmä on faktorianalyysi.

Yritysten ominaisuuksia kuvaavan muuttujajoukon (14 muuttujaa) korrelaatiomatriisi (liite 3) faktoroitiin ja varimaxrotaatiot suoritettiin 2—5 faktoria sisältävistä ratkaisuista (pääakseliratkaisu liitteessä 4). Rotaatioratkaisuista valittiin jatkotarkasteluun kolmen faktorin ratkaisu. Sekä tulkinnalliset että muodolliset tekijät puolustavat tätä valintaa. Faktoriratkaisu on esitetty taulukossa 1 sivulla 32.

Faktorikuvauksen tulkinnan helpottamiseksi on muuttujat asetettu suuruusjärjestykseen niiden kullakin faktorilla saamien latausten suhteen. Tulkinta perustuu sekä vertikaaliseen että horisontaaliseen tarkasteluun (ks. J u s l i n 1972, s. 76).

Yrityskohtaisten puitteiden I faktori

(2)	*toimihenkilöiden lukumäärä*	.69
(4)	*kotimaan myyntihenkilökunnan lukumäärä*	.68
(7)	*tuotantolaitosten lukumäärä*	.68
(12)	kotimaan myynnin vastuualuejako	.57
(24)	oma henkilö hoitamassa mainontaa	.48

Taulukko 1. Markkinoinnin suunnittelun yrityskohtaisten puitteiden kuvaus. Kolmen faktorin varimax-ratkaisu

Table 1. Description of company-related framework in marketing planning. Three-component varimax solution

	I	II	III	h_3^2
(2) toimihenkilöiden lukumäärä — *the number of officials*	.69	.22	.34	.65
(4) kotimaan myyntihenkilökunnan lukumäärä — *the number of inland selling personnel*	.68	—.12	.23	.53
(5) suoran myynnin suht. osuus koko kotim. myynnistä — *the relative share of direct sales in the whole inland selling*	—.01	—.55	—.35	.42
(7) tuotantolaitosten lukumäärä — *the number of production units*	.68	.17	.04	.49
(8) uusien tuotantolaitosten lukumäärä — *the number of new production units*	.35	—.36	.29	.33
(12) kotim. myynnin vastuualuejako — *the division into areas of responsibility in inland sales*	.57	.16	.37	.50
(15) kotimaan myynnin suhteellinen osuus liikevaihdosta v. 1972 *inland sales' relative share in the business volume in the year* 1972	—.06	—.69	.07	.49
(17) liikevaihto v. 1972 — *business volume in* 1972	.43	.60	.42	.73
(19) tuotesuunnittelun organisaatioaste — *the organizational level of product planning*	.16	.13	.56	.35
(24) oma henkilö hoitamassa mainontaa — *a corporate official attending to advertising*	.48	—.21	.32	.37
(25) oma osasto hoitamassa mainontaa — *a corporate department managing the advertising*	.33	.24	.29	.26
(26) ulkopuolisten mainostoimistojen käyttö — *advertising agencies employed to advertising*	.20	.04	.70	.53
(27) ei organisoitua mainontaa — *no organized advertising*	—.28	—.05	—.82	.75
(69) kotimaan jakelun alueellinen peittävyys — *the areal coverage of inland distribution*	.27	.02	.65	.49

Kolmen faktorin ratkaisu selittää koko muuttujajoukon kokonaisvaihtelusta 49 %.

The three-component solution explains 49 per cent of the total variation of the population of variables.

Ensimmäisellä faktorilla saavat korkeita latauksia yrityksen kokoa kuvaavat muuttujat. Puhtaimpia latauksia saaneiden muuttujien (kuten muidenkin) sisältö liittyy joko suoraan tai epäsuorasti organisaation määrälliseen miehitykseen. Kyseessä oleva faktori voidaan näin ollen nimittää *henkilöstön lukumäärän* faktoriksi.

Yrityskohtaisten puitteiden II faktori

(15) *kotimaan myynnin suhteellinen osuus liikevaihdosta v. 1972*	—.69
(17) liikevaihto vuonna 1972	.60
(5) suoran myynnin suht. osuus koko kotimaan myynnistä	—.55

Toisella faktorilla saavat korkeita latauksia kotimaan myynnin suhteellista osuutta liikevaihdosta, liikevaihtoa ja suoran myynnin suhteellista osuutta koko

kotimaan myynnistä kuvaavat muuttujat. Puhtain lataus on kotimaan myynnin suhteellista osuutta liikevaihdosta v. 1972 kuvaavalla muuttujalla. Negatiiviset lataukset huomioon ottaen nimitetään markkinoinnin suunnittelun yrityskohtaisten puitteiden toista faktoria *suhteellisen vientiosuuden* faktoriksi. Etenkin liikevaihto saa huomattavia latauksia muillakin faktoreilla. Sen suuri lataus tällä faktorilla ilmentää vain, että suurissa yrityksissä suhteellinen vientiosuus on suurempi kuin pienissä yrityksissä. Suhteellisen vientiosuuden faktorin merkitys markkinoinnin suunnitteluympäristön kuvaajana on ilmeinen. Esimerkiksi Sitran suorittamassa selvityksessä Suomen teollisuuden markkinointiongelmista päädyttiin käyttämään taustamuuttujana viennin osuutta kokonaisliikevaihdosta verrattaessa nopean ja hitaan kasvun yrityksiä keskenään (Sitra 1973, s. 27—29).

Yrityskohtaisten puitteiden III faktori

(27)	*ei organisoitua mainontaa*	—.82
(26)	*ulkopuolisten mainostoimistojen käyttö*	.70
(69)	kotimaan jakelun alueellinen peittävyys	.65
(19)	*tuotesuunnittelun organisaatioaste*	.56

Markkinoinnin suunnittelun yrityskohtaisia puitteita kuvaavan faktoriratkaisun kolmannella faktorilla saavat suurimmat latauksensa yrityksen *organisaatiota* kuvaavat muuttujat.

Suurimmat ja puhtaimmat lataukset saaneet muuttujat (kursiivilla) liittyvät kommunikaation ja tuotesuunnittelun organisoimiseen. Muuttuja 27, joka kuvaa markkinointikommunikaatioon liittyvän mainonnan ja tiedotustoiminnan alhaisinta organisaatioastetta, saa faktorilla negatiivisen latauksen. Korkean ja suhteellisen puhtaan positiivisen latauksen faktorilla saa muuttuja 26, joka kuvaa mainonnan verraten korkeata organisoinnin astetta. Kun myös muuttujien 19 ja 69 sisältö liittyy organisaation kehittyneisyyteen, voidaan markkinoinnin suunnittelun yrityskohtaisten puitteiden kolmas faktori nimetä *markkinointiorganisaation kehittyneisyyden* kuvaajaksi.

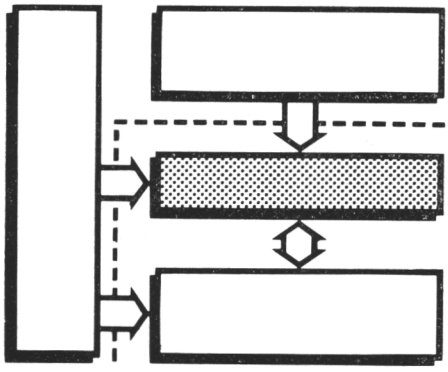
Markkinoinnin suunnittelun yrityskohtainen ympäristö on näin ollen kuvattavissa seuraavilla kolmella dimensiolla:

— henkilöstön lukumäärä (organisaation koko)
— suhteellinen vientiosuus (vs. kotimaan myynti)
— markkinointiorganisaation kehittyneisyys

Markkinoinnin suunnittelun yrityskohtaisiin puitteisiin tullaan palaamaan tarkasteltaessa markkinointistrategioita erilaisissa yrityksissä.

62. Markkinointistrategia

621. Markkinointistrategian kuvaus



Markkinointistrategian oletetaan ilmenevän suhtautumisessa markkinoinnin kilpailukeinoihin. Faktorianalyysi paljastaa suhtautumisen taustalla olevia rakenteita (näitä rakenteita on edellä kutsuttu osastrategioiksi).

Kilpailukeinoihin suhtautumista mittaavien muuttujien (8 muuttujaa) korrelaatiomatriisi (liite 5) faktoroitiin ja varimax-rotaatiot suoritettiin 2—5 faktoria sisältävistä ratkaisuista (pääakseliratkaisu on liitteessä 6). Lähinnä tulkittavuuden ja teoreettisen mielekkyyden vuoksi valittiin kaksi faktoria sisältänyt ratkaisu jatkotarkasteluihin. Tässä yhteydessä on syytä mainita, että kahden ensimmäisen faktorin tulkinta pysyi samana kaikissa rotaatioratkaisuissa.

Taulukko 2. Osastrategioiden kuvaus. Kahden faktorin varimax-ratkaisu
Table 2. Description of component strategies. Two-component varimax solution

	I	II	h_2^2
(28) kyky olla ensimmäisenä markkinoilla — *ability to be the first on the market*	.14	.71	.53
(29) kyky vastata nopeasti markkinoilla tapahtuviin muutoksiin *ability to react quickly to the changes on the market*	.13	.71	.52
(30) asiakkaiden tarpeiden huomioonottaminen ja tyydyttäminen — *considering and meeting the customers' needs*	.52	.22	.32
(31) tuotteen korkea laatutaso — *the high quality of the product*	.63	.06	.40
(32) tehokas ja edullinen valmistus — *effective and profitable manufacture*	.50	.14	.27
(33) nopeat ja täsmälliset toimitukset — *quick and punctual deliveries*	.44	.11	.20
(34) tehokas markkinointi — *effective marketing*	.35	.51	.38
(35) tehokas huolto ja palvelu — *effective service*	.52	.34	.38

Kahden faktorin ratkaisu selittää kyseessä olevien muuttujien kokonaisvaihtelusta 37,5 %.

Osastrategioita kuvaavan faktoriratkaisun tulkintaa varten on muuttujat asetettu suuruusjärjestykseen niiden kullakin faktorilla saamien latausten suhteen.

Osastrategioiden I faktori

(31) *tuotteen korkea laatutaso* ..... .63
(30) asiakkaiden tarpeiden huomioonottaminen ..... .52

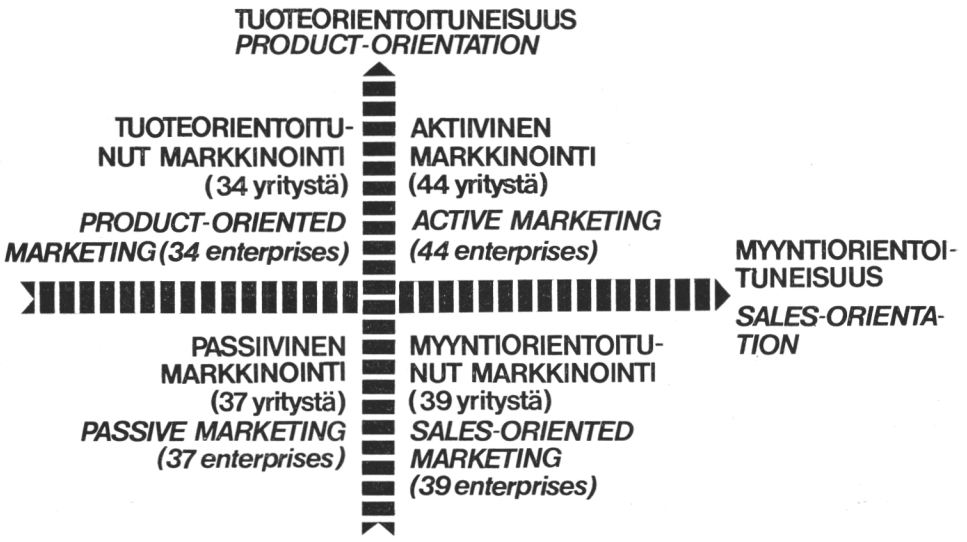
(35) tehokas huolto ja palvelu ..... .52
(32) *tehokas ja edullinen valmistus* ..... .50
(33) *nopeat ja täsmälliset toimitukset* ..... .44

Osastrategioita kuvaavan faktoriratkaisun ensimmäisellä faktorilla saavat suurimmat ja puhtaimmat latauksensa tuotteeseen, valmistukseen ja toimituksiin liittyvät muuttujat. Mielenkiintoista on havaita, että myös asiakkaiden tarpeiden huomioonottaminen latautuu voimakkaasti tällä faktorilla. Se siis liittyy korkeaan laatutasoon, tehokkaaseen ja edulliseen valmistukseen, tehokkaaseen huoltoon ja palveluun sekä nopeisiin ja täsmällisiin toimituksiin. Faktori on oikeutettua nimetä *tuoteorientoituneisuuden* faktoriksi.

Osastrategioiden II faktori

(28) kyky olla ensimmäisenä markkinoilla ..... .71
(29) *kyky vastata nopeasti markkinoilla tapahtuviin muutoksiin* ..... .71
(34) tehokas markkinointi ..... .51

Osastrategioita kuvaavan faktoriratkaisun toisella faktorilla saavat korkeita latauksia markkinoinnin tehokkuutta kuvaavat muuttujat. Kyky olla ensimmäisenä markkinoilla ja nopeat vastaukset markkinoilla tapahtuviin muutoksiin saavat sekä korkeita että puhtaita latauksia ko. faktorilla. Faktorin sisältö vastaa sitä mielikuvaa, joka syntyy myyntikorosteisesta markkinoinnista. Faktori nimetään *myyntiorientoituneisuuden* faktoriksi.



Kuva 10. Strategiatyypit
Figure 10. The types of strategies

Osastrategiat kombinoimalla päästään vallitsevia strategioita kuvaavaan strategiatypologiaan. Teknisesti kombinointi suoritetaan laskemalla havaintokohtaiset faktoripisteet muodostettujen faktoreiden pohjalta. Faktoripistemuuttujat dikotomisoidaan ja ristiintaulukoidaan. Kuva 10 esittää syntyvää strategiatypologiaa (s. 35). Kuvaan on myös merkitty, kuinka monta yritystä kuhunkin strategialuokkaan tuli. Typologian muodostustavasta johtuen luokat ovat likimain yhtä suuria.

Selitys: (Kuvaan 10)
Explanation: (Figure 10)

Tuoteorientoituneen markkinointistrategian edustajiksi katsotaan yritykset, jotka saavat keskiarvon yläpuolella olevia arvoja tuoteorientoituneisuus-faktoripistemuuttujalla mutta keskiarvon alapuolella olevia arvoja myyntiorientoituneisuus-faktoripistemuuttujalla.

Product-oriented marketing strategy is considered to be represented by enterprises fetching scores above the mean value on the factor score variable indicating product-orientation but scores below the mean value on that indicating sales-orientation.

Aktiivisen markkinointistrategian edustajiksi katsotaan yritykset, jotka saavat keskiarvon yläpuolella olevia arvoja kummallakin faktoripistemuuttujalla.

Active marketing strategy is considered to be represented by enterprises fetching scores above the mean value on both factor score variables.

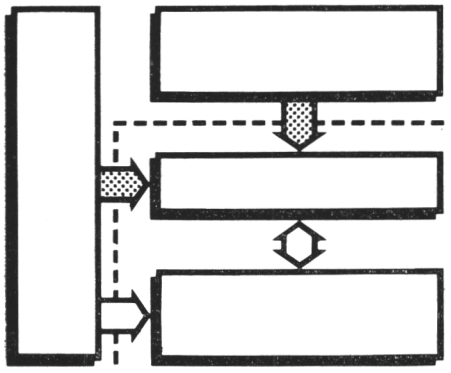
Passiivisen markkinointistrategian edustajiksi katsotaan yritykset, jotka saavat keskiarvon alapuolella olevia arvoja kummallakin faktoripistemuuttujalla.

Passive marketing strategy is considered to be represented by enterprises fetching scores below the mean value on both factor score variables.

Myyntiorientoituneen markkinointistrategian edustajiksi katsotaan yritykset, jotka saavat keskiarvon yläpuolella olevia arvoja myyntiorientoituneisuus-faktoripistemuuttujalla mutta keskiarvon alapuolella olevia arvoja tuoteorientoituneisuus-faktoripistemuuttujalla.

Sales-oriented marketing strategy is considered to be represented by enterprises fetching scores above the mean value on the factor score variable indicating sales-orientation but scores below the mean value that indicating product-orientation.

622. *Markkinointistrategiat erilaisissa yrityksissä*



Tarkoituksena on selvittää, mitkä yrityskohtaiset tekijät erottelevat erilaisten strategioiden edustajia toisistaan. Analyysimenetelmänä käytetään erotteluanalyysiä.

Analyysi aloitettiin valitsemalla erottelun voimakkuuden testin avulla erottelufunktioiden muodostamisessa käytettävät muuttujat. Annetun riskiprosentin puitteissa valituiksi tulivat seuraavat kuusi muuttujaa:

(26) ulkopuolisten mainostoimistojen käyttö
(5) suoran myynnin suhteellinen osuus koko kotimaan myynnistä
(15) kotimaan myynnin suhteellinen osuus liikevaihdosta v. 1972
(13) kotimaan myynnin suhteellinen osuus liikevaihdosta v. 1967
(24) oma henkilö hoitamassa mainontaa
(4) kotimaan myyntihenkilökunnan lukumäärä

Lisäinformaation merkitsevyyttä kuvaavat F-arvot ja vastaavat riskiprosentit ovat liitteessä 7.

Erilaisia strategioita edustavien yritysluokkien erottelu mainituista kuudesta muuttujasta muodostettujen erottelufunktioiden avulla on merkitsevää todennäköisyydellä 1.00. Erottelun voimakkuutta kuvaavat testisuureet ovat liitteessä 7. Erottelufunktiot erottelevat siis yritysluokat merkitsevästi toisistaan ja luokkien välisten erojen tarkempi analysointi on mielekästä.

Yritysluokkien tasoerojen suuruus ilmenee seuraavasta taulukosta 3.

Taulukko 3. Erilaisia markkinointistrategioita edustavien yritysluokkien tasoerojen suuruus erotteluanalyysissä. Erottelu yrityskohtaisten puitetekijöiden suhteen

Table 3. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among enterprise categories with different marketing strategies. Discrimination regarding company framework

Erottelija *Discriminant function*	I	II	III
Ominaisarvo — *Eigenvalue*	.18	.07	.03
Erotteluprosentti — *Percent trace*	66	24	10
Khi²-arvo — *Chi-square value*	24.81	9.55	3.90
Vapausasteita — *NDF*	8	6	4
Merkitsevyys — *Probability*	1.00	.86	.58

Markkinointistrategioiltaan erilaisten yritysten erot yrityskohtaisten puitetekijöiden suhteen kuvautuvat kahdeksi merkitseväksi peruseroksi. Jatkossa tarkastellaan näitä kahta ensimmäistä erottelijaa.

Yritysluokkien sijainti I ja II erottelijalla ilmenee taulukosta 4, johon on merkitty niiden keskiarvot ja hajonnat kahdella ensimmäisellä erottelijalla.

Taulukko 4. Erilaisia markkinointistrategioita edustavien yritysluokkien keskiarvot ja hajonnat (suluissa) erottelijoilla. Erottelu yrityskohtaisten puitetekijöiden suhteen

Table 4. Mean values and standard deviations (in brackets) of enterprise categories with different marketing strategies, on discriminant functions. Discrimination regarding company framework

Strategiatyyppi *Type of strategy*	Erottelija *Discriminant function* I	Erottelija *Discriminant function* II
Passiivinen markkinointi — *Passive marketing*	.87 (1.03)	—.36 (1.01)
Tuoteorientoitunut markkinointi — *Product-oriented marketing*	1.67 (1.07)	—.43 (1.07)
Myyntiorientoitunut markkinointi — *Sales-oriented marketing*	1.18 (.95)	.22 (.98)
Aktiivinen markkinointi — *Active marketing*	1.93 (.96)	—.08 (.95)

Erilaisia markkinointistrategioita edustavien yritysluokkien välisten peruserojen tulkintaa varten on taulukkoon 5 merkitty analyysissä käytettyjen muuttujien korrelaatiot erottelijoihin. Tulkinnan tueksi on korrelaatioiden rinnalle merkitty ryhmittäin standardoiduille muuttujille lasketut painokertoimet erottelijoilla. Standardoimattomille muuttujille lasketut painokertoimet ovat liitteessä 7.

Taulukko 5. Erilaisia markkinointistrategioita edustavien yritysluokkien välisten peruserojen laatu (yrityskohtaisten puitetekijöiden suhteen)

Table 5. Nature of differences between enterprise categories with different marketing strategies (regarding company framework)

Muuttuja *Variable*	Erottelija I *Discriminant function I*		Erottelija II *Discriminant function II*	
	korrel. *Correlation*	painok. *Coefficient*	korrel. *Correlation*	painok. *Coefficient*
(4) kotim. myyntihenkilökunnan lukumäärä — *the number of inland selling personnel*	.05	—.49	—.44	—.64
(5) suoran myynnin osuus kotim. myynnistä — *the share of direct sales in inland selling*	.40	.59	—.40	—.49
(13) kotimaisen myynnin osuus liikev. 1967 — *inland sales' share in the business volume of* 1967	.33	.83	.19	—.14
(15) kotimaisen myynnin osuus liikev. 1972 — *inland sales' share in the business volume of* 1972	.04	—.79	.41	.77
(24) oma henkilö hoitamassa mainontaa — *a corporate official attending to advertising*	.44	.61	—.19	—.07
(26) ulkopuolisten mainostoim. käyttö — *advertising agencies employed to advertising*	.47	.73	.42	.56

Ensimmäinen erottelija erottelee selvimmin toisistaan aktiivisen markkinointistrategian ja passiivisen markkinointistrategian edustajat. Erottelijaa luonnehtii organisaation kehittyneisyys sekä kotimaan myynnin ja suoran myynnin osuus. Kehittyneet organisaatiot, joilla kotimaan myynnin ja suoran myynnin osuus on huomattava, ovat todennäköisimmin aktiivisen markkinointistrategian edustajia. Vientiin suuntautuneet kehittymättömät organisaatiot, joilla suoraa myyntiä on vähemmän, edustavat puolestaan todennäköisimmin passiivista markkinointistrategiaa.

Ensimmäinen erottelija erotteli aktiivisen ja passiivisen markkinointistrategian edustajat toisistaan. Toinen erottelija erottelee puolestaan tuoteorientoituneen ja myyntiorientoituneen markkinointistrategian edustajat toisistaan. Toinen erottelija rakentuu samoin kuin ensimmäinenkin monenlaisista aineksista. Sitä luonnehtii yrityksen koko, kotimaan myynnin ja suoran myynnin osuus sekä mainostoimistojen käyttö. Pienet, kotimaahan myyvät, välikäsiä ja mainostoimistoja käyttävät yritykset ovat todennäköisimmin myyntiorientoituneen markkinointistrategian edustajia. Suuret vientiin suuntautuneet yritykset ovat puolestaan todennäköisimmin tuoteorientoituneita.

Kappaleessa 51 todettiin, että markkinoinnin suunnittelun yrityskohtaiset puitteet ovat kuvattavissa seuraavilla kolmella dimensiolla:

— henkilöstön lukumäärä (organisaation koko)
— suhteellinen vientiosuus (vs. kotimaan myynti)
— markkinointiorganisaation kehittyneisyys

Markkinointiorganisaation kehittyneisyys liittyneenä huomattavaan kotimaan myyntiin näyttää johtavan aktiiviseen markkinointistrategiaan, strategiaan, jossa sekä tuote että myynti nähdään tärkeinä. Tässä yhteydessä on syytä muistuttaa, että asiakkaiden tarpeiden huomioon ottaminen liittyi nimenomaan tuoteorientoituneisuuteen.

Markkinointiorganisaation koko (yrityksen koko) liittyneenä vientisuuntautuneisuuteen näyttää johtavan tuoteorientoituneeseen tai passiiviseen markkinointistrategiaan.

Erittäin mielenkiintoista informaatiota antaa suoran myynnin osuus — muuttujan käyttäytyminen. Yrityksen suorat kontaktit kuluttajiin näyttävät yrityksen suureen kokoon liittyessään johtavan tuoteorientoituneisuuteen. Markkinointiorganisaatioltaan kehittyneet yritykset, joilla on runsaasti asiakaskontakteja, näyttävät käyttävän aktiivista markkinointistrategiaa. Vastaavasti vähäiset kontaktit asiakkaisiin liittyvät myyntiorientoituneisuuteen.

Markkinoinnin yrityskohtaisten puitetekijöiden ja omaksuttujen markkinointistrategioiden välillä näyttää edellisen perusteella vallitsevan tiettyjä säännönmukaisuuksia. Seuraava taulukko (taulukko 6) kuvaa millainen yhteys vallitsee toimialan ja markkinointistrategian välillä.

Toimialajoukon ja strategiajoukon välillä ei vallitse tilastollisesti merkitsevää yhteyttä. Näyttää siltä, että puulevyteollisuus edustaa todennäköisimmin aktiivista

Taulukko 6. Markkinointistrategiat eri toimialoilla (taulukon luvut ovat frekvenssejä)

Table 6. Marketing strategies in different sectors (the figures in the table are frequencies)

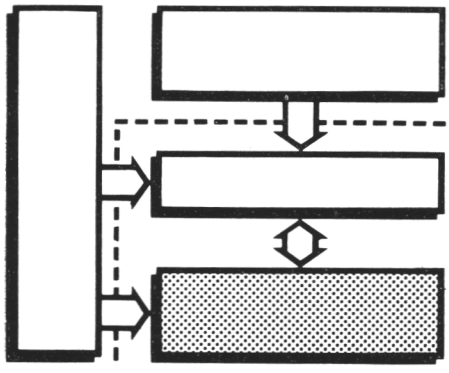
Toimiala *Sector* / Markkinointistrategia *Marketing strategy*	Passiivinen markkinointi *Passive marketing*	Tuoteorientoitunut markkinointi *Product-oriented marketing*	Myyntiorientoitunut markkinointi *Sales-oriented marketing*	Aktiivinen markkinointi *Active marketing*	Yhteensä *Total*
Puulevyteollisuus — *Panel board industry*	7	3	10	9	29
Puutaloteollisuus — *Wooden house industry*	5	10	6	9	30
Suursahat — *Large-scale sawmills*	11	7	11	11	40
Piensahat — *Small-scale sawmills*	14	14	12	15	55

$Khi^2 = 6.9$, vapausasteita 6
$Chi^2 = 6.9$, *NDF 6*

tai myyntiorientoitunutta strategiaa kun taas puutaloteollisuus edustaa todennäköisimmin aktiivista tai tuoteorientoitunutta markkinointistrategiaa. Suursahojen ja piensahojen edustamissa markkinointistrategioissa ei näytä olevan minkäänlaista säännönmukaisuutta.

63. Markkinoinnin suunnittelun ongelmat

631. Suunnittelun osa-alueet



Kuten luvussa 3155 esitettiin, markkinoinnin suunnittelun ongelmat on operationalisoitu kolmen ryhmän puitteissa:

— tuotesuunnittelun ongelmat
— myynnin ja jakelun suunnittelun ongelmat
— markkinointikommunikaation suunnittelun ongelmat

Analyysiongelmana on tarkastella järjestyvätkö ko. ongelmamuuttujat vastaavanlaisiin ryhmiin sen perusteella, kuinka ne koetaan markkinoinnin suunnittelussa. Analyysimenetelmänä on faktorianalyysi.

Markkinoinnin suunnittelussa koettuja ongelmia mittaavien muuttujien (ongelmamuuttujien) (23 muuttujaa) korrelaatiomatriisi (liite 8) faktoroitiin ja varimax-rotaatiot suoritettiin 2—5 faktoria sisältävistä ratkaisuista (pääakseliratkaisu liitteessä 9). Sekä teknisten että tulkinnallisten kriteerien perusteella valittiin kolmen faktorin ratkaisu jatkotarkasteluihin.

Taulukko 7. Markkinoinnin suunnittelun osa-alueet. Ongelmamuuttujien faktorianalyysi. Kolmen faktorin varimax-ratkaisu

Table 7. The components of marketing planning. Factor analysis of problem variables. Three-component varimax solution

Muuttuja *Variable*	Faktori *Factor*			
	I	II	III	h_a^2
(43) tuoteinnovoinnin ongelmat — *problems of product innovation*	.32	.62	.15	.51
(44) tuotteiden muuntamisen ongelmat — *problems of product modification*	.02	.74	.22	.59
(45) tuotevalikoiman karsimisen ongelmat — *problems of reducing product range*	—.01	.37	.44	.33
(47) valmistukseen liittyvät ongelmat — *problems connected with manufacture*	.03	.07	.51	.27
(48) tuotteiden hinnoittelun ongelmat — *problems of product pricing*	.15	.03	.51	.29
(49) loppukäyttöön liittyvät ongelmat — *problems connected with end use*	.07	.50	.06	.26
(50) kilpailijoiden tuott. liittyvät ongelmat — *problems connected with competitors' products*	.40	.54	.07	.46
(51) kuluttajien vaatim. liitt. ongelmat — *problems connected with consumers' wants and desires*	.41	.39	.09	.33
(53) kuljetuskustannuksiin liittyvät ongelmat — *problems connected with transportation charges*	.04	.25	.49	.30
(54) toimitusaikoihin liittyvät ongelmat — *problems connected with times of delivery*	.26	.22	.46	.33
(55) varastointiin liittyvät ongelmat — *problems connected with stocks held*	.26	—.00	.54	.36
(56) kulutt. toivom. (jakelu) liittyvät ongelmat — *problems connected with comsumers' desires (distribution)*	.44	.19	.28	.31
(57) kuluttajien ostokäytt. liittyvät ongelmat — *problems connected with consumers' buying behaviour*	.40	.43	.13	.37
(58) kilpailijoiden jakelun tuntemiseen liittyvät ongelmat — *problems connected with knowledge of competitors' distribution*	.35	.48	.23	.40
(59) sanoman sisällön valintaan liittyvät ongelmat — *problems connected with choosing the message content*	.63	.26	.17	.49
(60) sanoman muodon valintaan liittyvät ongelmat — *problems connected with choosing the message presentation*	.77	.23	.04	.65
(61) kanavan valintaan liittyvät ongelmat — *problems connected with channel choosing*	.73	.15	.21	.60
(62) vastaanottajan ominaisuuksiin liittyvät ongelmat — *problems connected with the recipient's characteristics*	.63	.14	.11	.43
(63) kohderyhmän valintaan liittyvät ongelmat — *problems connected with choosing intended audience*	.66	—.02	.18	.47
(64) kommunikaation ajoitukseen liittyvät ongelmat — *problems connected with communication timing*	.72	.19	.05	.56
(65) kilpailijoiden tiedotukseen liittyvät ongelmat — *problems connected with competitors' communication*	.60	.44	.02	.55
(66) kommunikaation kustannuksiin liittyvät ongelmat — *problems connected with communication costs*	.46	.39	.12	.37
(67) kuluttajavalistukseen liittyvät ongelmat — *problems connected with consumer education*	.60	.09	.17	.39

Kolmen faktorin ratkaisu selittää kyseessä olevien muuttujien vaihtelusta 41,8 %.

The three-component solution explains 41,8 per cent of the variation of the relevant variables.

Tulkintaa varten on kullakin faktorilla suurimpia latauksia saaneet muuttujat asetettu faktoreittain järjestykseen latausten suuruuden suhteen.

Ongelmamuuttujien I faktori

(60) *sanoman muodon valinta* ..... .77
(61) *kanavan valinta* ..... .73
(64) *kommunikaation ajoitus* ..... .72
(63) kohderyhmän valinta ..... .66
(62) *vastaanottajan ominaisuudet* ..... .63
(59) sanoman sisällön valinta ..... .63
(65) kilpailijoiden tiedotus ..... .60
(67) kuluttajavalistus ..... .60
(66) kommunikaation kustannukset ..... .46
(56) kuluttajien toiveet jakelun suhteen ..... .44
(51) kuluttajien tuotteeseen kohdistamat vaatimukset ..... .41

Ongelmamuuttujien ensimmäisellä faktorilla saavat suurimman latauksensa mainontaan ja myynnin edistämiseen liittyvät ongelmat. Puhtaimpia latauksia saavat markkinointikommunikaation muotoon, ajoitukseen, kanavan valintaan ja kuluttajien tiedon vastaanottamisominaisuuksien selvittämiseen liittyvät muuttujat. Faktori kuvaa selvästi *markkinointikommunikaation suunnittelun ongelmia.* Faktorin sisältö ilmentää selvästi markkinointikommunikaatiokäsitteen laaja-alaisuutta.

Ongelmamuuttujien II faktori

(44) *tuotteiden muuntaminen* ..... .74
(43) *tuoteinnovointi* ..... .62
(50) kilpailijoiden tuotteet ..... .54
(49) *loppukäytön selvittäminen* ..... .50
(58) kilpailijoiden jakelun tunteminen ..... .48
(57) kuluttajien ostokäyttäytyminen ..... .43

Markkinoinnin suunnittelun ongelmia kuvaavan muuttujajoukon faktoriratkaisun toisella faktorilla saavat korkeita latauksia lähinnä tuotesuunnittelun ongelmia kuvaavat muuttujat. Puhtaimpia latauksia saavat muuttujat, jotka kuvaavat tuotteiden muuntamiseen, innovaatioihin ja loppukäytön selvittämiseen liittyviä ongelmia. Faktori voidaan nimetä *tuotesuunnittelun ongelmien kuvaajaksi.* Faktorin sisältö heijastelee hyvin sitä teoreettista kuvaa, joka tuotesuunnittelusta edellä annettiin (luku 3152).

Ongelmamuuttujien III faktori

(55)	varaston optimointi	.54
(47)	*valmistus*	*.51*
(48)	*tuotteiden hinnoittelu*	*.51*
(53)	kuljetuskustannusten optimointi	.49
(54)	toimitusajat	.46
(45)	tuotevalikoiman karsiminen	.44

Ongelmamuuttujien kolmannella faktorilla latautuvat voimakkaimmin muuttujat, jotka kuvastelevat lähinnä markkinoinnin rutiinien suunnitteluun liittyviä ongelmia. Tällöin markkinoinnin rutiineiksi katsotaan huolenpito siitä,

— että valmistus tuottaa tuotteita markkinoitaviksi,

— että tuotteet on hinnoiteltu,

— että varastot ovat sopivia,

— että valmiit tuotteet siirretään tuotannosta kulutukseen.

Faktorin katsotaan kuvaavan *markkinoinnin rutiinien suunnittelun ongelmia.* Tarkasteltavaa markkinoinnin suunnittelun osa-aluetta kutsutaan markkinoinnin rutiinien suunnitteluksi, koska tämänkaltaisiin ongelmiin joudutaan ottamaan kantaa kaikissa puutuotteita markkinoivissa yrityksissä. Yritys voi toimia ilman eksplisiittistä tuotesuunnittelua tai markkinointikommunikaation suunnittelua, mutta edellä mainitut markkinoinnin rutiinit joudutaan suorittamaan. Myynnin ja jakelun suunnittelua ajatellen markkinoinnin rutiinien suunnittelun faktorilla esiintyvät vain tuotannon ja kulutuksen ajallisen ja paikallisen eron voittamiseen liittyvät suunnitteluongelmat. Asiakaspalvelun tasoon ja markkinoiden rakenteeseen liittyvät suunnitteluongelmat painottuvat voimakkaammin muilla faktoreilla (= suunnittelun osa-alueilla).

Markkinoinnin suunnittelu on siinä koettujen ongelmien perusteella lohkotettavissa seuraaviin kolmeen osa-alueeseen:

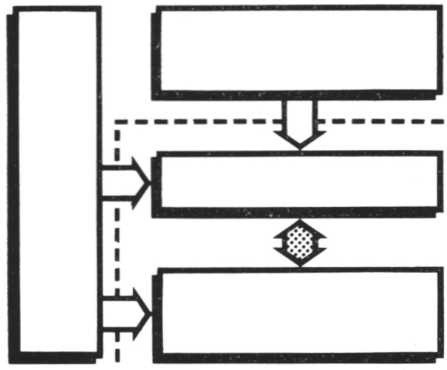
— markkinointikommunikaation suunnittelu (mainonta ja myynnin edistäminen)

— tuotesuunnittelu

— markkinoinnin rutiinien suunnittelu

Näihin osa-alueisiin palataan seuraavissa luvuissa.

632. *Erilaisia markkinointistrategioita luonnehtivat suunnitteluongelmat*



Tavoitteena on selvittää, mitkä ongelmat ovat tyypillisiä tarkasteltaville markkinointistrategioille, mitkä ongelmat erottelevat eri strategioita edustavia yrityksiä toisistaan. Analyysimenetelmänä on erotteluanalyysi.

Analyysi aloitettiin valitsemalla erottelun voimakkuuden testin avulla erottelufunktioiden muodostamisessa käytettävät muuttujat. Annetun riskiprosentin puitteissa valituiksi tulivat seuraavat kymmenen muuttujaa:

(48)	tuotteiden hinnoittelun	ongelmat
(64)	kommunikaation ajoituksen	,,
(51)	kuluttajien vaatimuksiin liittyvät	,,
(53)	kuljetuskustannuksiin liittyvät	,,
(54)	toimitusaikoihin liittyvät	,,
(60)	sanoman muodon valintaan liittyvät	,,
(47)	valmistukseen liittyvät	,,
(52)	kysyntä ja tarjonta	,,
(44)	tuotteiden muuntamisen	,,
(65)	kilpailijoiden tiedotukseen liittyvät	,,

Lisäinformaation merkitsevyyttä kuvaavat F-arvot ja vastaavat riskiprosentit ovat liitteessä 10.

Erilaisia markkinointistrategioita edustavien yritysluokkien erottelu mainituista kymmenestä muuttujasta muodostettujen erottelufunktioiden avulla on merkitsevää todennäköisyydellä 1.00. Erottelun voimakkuutta kuvaavat testisuureet ovat liitteessä 10.

Yritysluokkien tasoerojen suuruus erotteluanalyysissä ilmenee seuraavasta taulukosta 8.

Taulukko 8. Erilaisia markkinointistrategioita edustavien yritysluokkien tasoerojen suuruus erotteluanalyysissä. Erottelu ongelmamuuttujien suhteen

Table 8. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among enterprise categories with different marketing strategies. Discrimination regarding problem variables

Erottelija *Discriminant function*	I	II	III
Ominaisarvo — *Eigenvalue*	.25	.20	.08
Erotteluprosentti — *Percent trace*	47	37	16
Khi²-arvo — *Chi-square value*	32.82	26.27	11.70
Vapausasteita — *NDF*	12	10	8
Merkitsevyys — *Probability*	1.00	1.00	.84

Markkinointistrategialtaan erilaisten yritysten erot koettujen markkinointiongelmien suhteen kuvautuvat kahdeksi merkitseväksi peruseroksi. Jatkossa tarkastellaan näitä kahta ensimmäistä erottelijaa.

Erilaisia markkinointistrategioita edustavien yritysluokkien sijainti I ja II erottelijalla ilmenee taulukosta 9, johon on merkitty ko. yritysluokkien keskiarvot ja hajonnat kahdella ensimmäisellä erottelijalla.

Taulukko 9. Erilaisia markkinointistrategioita edustavien yritysluokkien keskiarvot ja hajonnat (suluissa) erottelijoilla. Erottelu ongelmamuuttujien suhteen

Table 9. Mean values and standard deviations (in brackets) of enterprise categories with different marketing strategies, on discriminant functions. Discrimination regarding problem variables

Strategiatyyppi *Type of strategy*	Erottelija *Discriminant function* I	Erottelija *Discriminant function* II
Passiivinen markkinointi — *Passive marketing*	.25 (.92)	—.61 (1.02)
Tuoteorientoitunut markkinointi — *Product-oriented marketing*	.86 (.96)	—1.68 (1.19)
Myyntiorientoitunut markkinointi — *Sales-oriented marketing*	.41 (.86)	—.75 (1.04)
Aktiivinen markkinointi — *Active marketing*	1.48 (1.19)	—.57 (.76)

Ryhmien välisten peruserojen tulkintaa varten on taulukkoon 10 merkitty analyysissä käytettyjen muuttujien korrelaatiot erottelijoihin sekä ryhmittäin standardoiduille muuttujille lasketut painokertoimet erottelijoilla. Standardoimattomille muuttujille lasketut painokertoimet ovat liitteessä 10.

Taulukko 10. Erilaisia markkinointistrategioita edustavien yritysluokkien välisten peruserojen laatu (ongelmamuuttujien suhteen)

Table 10. Nature of differences between enterprise categories with different marketing strategies (regarding problem variables)

Muuttuja *Variable*	Erottelija I *Discriminant function I*		Erottelija II *Discriminant function II*	
	korrel. *Correlation*	painok. *Coefficient*	korrel. *Correlation*	painok. *Coefficient*
(44) tuotteiden muuntaminen — *product modification*	—.19	—.49	.14	.09
(47) tuotteiden valmistus — *product manufacture*	—.31	—.42	—.13	—.07
(48) tuotteiden hinnoittelu — *product pricing*	.01	—.07	—.68	—.74
(51) kuluttajien vaatimukset — *consumers' wants and desires*	.49	.52	.22	.28
(52) kysyntä ja tarjonta — *supply and demand*	.40	.43	—.25	—.27
(53) kuljetuskustannukset — *transportation charges*	—.31	—.43	.27	.44
(54) toimitusajat — *times of delivery*	.30	.48	—.14	—.22
(60) kommunikaatiosanoman muoto — *message presentation*	.10	—.43	—.10	—.31
(64) kommunikaation ajoitus — *communication timing*	.30	.01	.39	.65
(65) kilpailijoiden tiedotus — *competitors' communication*	.40	.52	.25	.02

Ensimmäinen erottelija erottelee selvimmin toisistaan aktiivisen markkinointistrategian ja passiivisen markkinointistrategian edustajat. Suurimmat negatiiviset korrelaatiot erottelijalla saavat muuttujat, joiden edellä todettiin kuvaavan markkinoinnin rutiinien suunnittelun ongelmia. Suurimmat positiiviset korrelaatiot puolestaan liittyvät muuttujiin, joiden edellä todettiin kuvaavan markkinointikommunikaation (mainonta ja myynnin edistäminen) suunnittelun ongelmia. Passiivisen markkinointistrategian edustajia luonnehtivat nimenomaan ongelmat markkinoinnin rutiinien suunnittelussa. Aktiivisen markkinointistrategian edustajia puolestaan luonnehtii ongelmien kokeminen markkinointikommunikaation suunnittelussa.

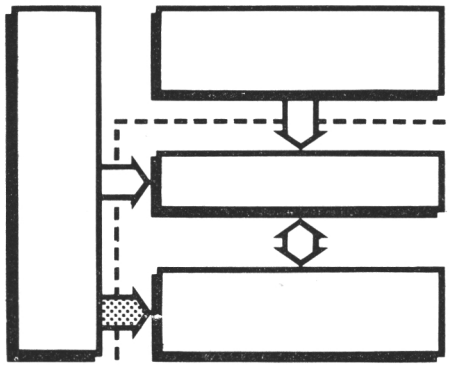
Toisella erottelijalla erottuvat muista tuoteorientoituneen markkinointistrategian edustajat. Hinnoittelu, joka edellä todettiin markkinointirutiinien suunnitteluun kuuluvaksi, ei kuulunut ensimmäistä erottelijaa luonnehtiviin tekijöihin. Se sen sijaan hallitsee toista erottelijaa. Hinnoitteluun liittyvien ongelmien kokeminen luonnehtii nimenomaan tuoteorientoituneen markkinointistrategian edustajia.

Esitetyn erotteluanalyysin tulokset voidaan tiivistää seuraavasti:

1. Aktiivisen markkinointistrategian edustajia luonnehtivat markkinointikommunikaation (mainonta ja myynnin edistäminen) suunnittelussa koetut ongelmat.
2. Passiivisen markkinointistrategian edustajia luonnehtivat markkinoinnin rutiinien suunnittelussa koetut ongelmat.
3. Tuoteorientoituneen markkinointistrategian edustajia luonnehtivat tuotteiden hinnoittelussa koetut ongelmat.

Eri markkinointistrategioita edustavien yritysten erojen tulkinta ei ole kovin selväpiirteistä, mutta koko strategiakäsitekään ei ole kovin selväpiirteinen.

633. Eri toimialoja luonnehtivat markkinointiongelmat



Tavoitteena on selvittää ne markkinoinnin suunnittelun ongelmat, jotka luonnehtivat tiettyä toimialaa, joiden avulla eri toimialat on eroteltavissa toisistaan. Analyysimenetelmä on erotteluanalyysi. Erotteluanalyysin tuottamaa kuvaa pyritään tarkentamaan lisäksi muuttujakohtaisella tarkastelulla (ristiintaulukointi).

Erotteluanalyysi aloitettiin valitsemalla erottelun voimakkuuden testin avulla erottelufunktioiden muodostamisessa käytettävät muuttujat. Annetun riskiprosentin puitteissa valituiksi tulivat seuraavat yhdeksän ongelmamuuttujaa:

(66) kommunikaation kustannuksiin liittyvät ongelmat
(49) loppukäyttöön liittyvät ,,
(62) vastaanottajan ominaisuuksiin liittyvät ,,
(55) varastointiin liittyvät ,,
(56) kuluttajien toivomuksiin (jakelu) liittyvät ,,
(59) sanoman sisällön valintaan liittyvät ,,
(63) mainonnan kohderyhmän valintaan liittyvät ,,
(44) tuotteiden muuntamiseen liittyvät ,,
(45) tuotevalikoiman karsimisen ,,

Lisäinformaation merkitsevyyttä kuvaavat F-arvot ja vastaavat riskiprosentit ovat liitteessä 11.

Ryhmien erottelu mainituista yhdeksästä muuttujasta muodostettujen erottelufunktioiden avulla on merkitsevää todennäköisyydellä 1.00. Erottelun voimakkuutta kuvaavat testisuureet ovat liitteessä 11.

Eri toimialojen tasoerojen suuruus erotteluanalyysissä ilmenee taulukosta 11.

Taulukko 11. Toimialojen tasoerojen suuruus erotteluanalyysissä. Erottelu ongelmamuuttujien suhteen

Table 11. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among sectors. Discrimination regarding problem variables

Erottelija *Discriminant function*	I	II	III
Ominaisarvo — *Eigenvalue*	.56	.24	.03
Erotteluprosentti — *Percent trace*	68	29	3
Khi²-arvot — *Chi-square value*	65.89	31.56	4.35
Vapausasteita — *NDF*	11	9	7
Merkitsevyys — *Probability*	1.00	1.00	.26

Toimialojen erot markkinointiongelmien kokemisessa kuvautuvat kahdeksi merkitseväksi peruseroksi. Jatkossa tarkastellaan näitä kahta ensimmäistä erottelijaa.

Taulukko 12. Toimialojen keskiarvot ja hajonnat (suluissa) erottelijoilla. Erottelu ongelmamuuttujien suhteen

Table 12. Mean values and standard deviations (in brackets) of sectors on discriminant functions. Discrimination regarding problem variables

Toimiala *Sector*	Erottelija *Discriminant function* I	Erottelija *Discriminant function* II
Puulevyteollisuus — *Panel board industry*	1.93 (.90)	—2.09 (1.30)
Puutaloteollisuus — *Wooden house industry*	2.31 (.99)	—.60 (1.02)
Suursahat — *Large-scale sawmills*	.98 (.81)	—1.44 (.76)
Piensahat — *Small-scale sawmills*	.46 (1.17)	—1.11 (.96)

Toimialojen sijainti I ja II erottelijalla ilmenee taulukosta 12, johon on merkitty niiden keskiarvot ja hajonnat kahdella ensimmäisellä erottelijalla.

Toimialojen välisten peruserojen tulkintaa varten on taulukkoon 13 merkitty analyysissä käytettyjen muuttujien korrelaatiot erottelijoihin sekä ryhmittäin standardoiduille muuttujille lasketut painokertoimet erottelijoilla. Standardoimattomille muuttujille lasketut painokertoimet ovat liitteessä 11.

Taulukko 13. Toimialojen välisten peruserojen laatu (markkinoinnin suunnittelussa koettujen ongelmien suhteen)

Table 13. Nature of differences between sectors (regarding problems encountered in marketing planning)

Muuttuja *Variable*	Erottelija I *Discriminant function I*		Erottelija II *Discriminant function II*	
	korrel. *Correlation*	painok. *Coefficient*	korrel. *Correlation*	painok. *Coefficient*
(44) tuotteiden muuntaminen — *product modification*	.45	.37	—.40	—.33
(45) tuotteiden karsiminen — *reducing product range*	.02	—.23	.03	.29
(49) loppukäytön selvittäminen — *tracing the end use*	.05	—.17	—.83	—.83
(55) varaston optimointi — *optimation of stocks held*	—.20	—.32	.21	.22
(56) kulutt. toiveet jakelun suhteen — *consumers' desires regarding distribution*	—.07	—.46	—.11	—.16
(59) kommunik. sanoman sisällön valinta — *choosing the message content*	.51	.54	—.10	—.03
(62) vastaanottajan ominaisuudet — *receiver's characteristics*	.46	.42	.32	.48
(63) kohderyhmän valinta — *choosing intended audience*	.04	—.38	.00	—.10
(66) kommunikaation kustannukset — *communication costs*	.69	.68	—.07	.02

Ensimmäinen erottelija erottelee selvimmin toisistaan puutaloteollisuuden ja piensahat. Erottelijaa luonnehtivat markkinointikommunikaation suunnittelun ongelmat sekä tuotteiden muuntamiseen liittyvät ongelmat. Nämä ongelmat erottelevat puutalo- ja puulevyteollisuutta sahateollisuudesta ja ovat siis tyypillisiä puutalo- ja puulevyteollisuudelle. Sahateollisuudessa näyttävät sen sijaan korostuvan varastotoimintojen optimointiin liittyvät ongelmat.

Toisella erottelijalla erottuvat puutaloteollisuus ja puulevyteollisuus selvimmin toisistaan. Erottelijaa hallitseva piirre on loppukäytön (tuotteiden lopullisten käyttökohteiden) selvittämiseen liittyvät ongelmat (ilmeisesti tuotesuunnitteluun liittyen). Puulevyteollisuutta siis luonnehtivat ongelmat loppukäytön selvittämisessä. Puutaloteollisuudella ei näitä ongelmia ole (tai niitä ei ainakaan koeta). Lähinnä loppukäytön ongelmien kokemista kuvaavalla toisella erottelijalla suursahat asettuvat suurin piirtein puulevyteollisuuden ja puutaloteollisuuden puoliväliin.

Seuraavissa kolmessa taulukossa (taulukot 14, 15 ja 16) pyritään konkretisoimaan erotteluanalyysin antamaa kuvaa markkinoinnin suunnittelun ongelmien kokemisesta eri toimialoilla. Taulukoihin on koottu yhdeksän markkinoinnin suunnittelun ongelmia kuvaavan muuttujan toimialoittaiset jakaumat. Näiden ongelmien kokeminen on merkitsevästi toimialasta riippuvainen.

Taulukko 14. Eri toimialojen erot tuotesuunnittelun ongelmien kokemisessa
Table 14. Differences between sectors in experiencing the problems of product planning

Toimiala *Sector*	Ongelma — *Problem*											
	(43) tuoteinnovointi *product innovation*			(44) tuotteiden muuntaminen *product modification*			(49) loppukäytön selvittäminen *tracing the end use*			(51) kuluttajien vaatim. tuotteille *consumers' wants and desires*		
	II	III	IV	II	III	IV	II	III	IV	II	III	IV
	%			%			%			%		
Puulevyteollisuus *Panel board industry* ..	10	45	45	14	45	41	41	35	24	7	45	48
Puutaloteollisuus — *Wooden house industry* ..	17	40	43	40	37	23	77	23	00	33	17	50
Suursahat — *Large-scale sawmills*	35	48	17	43	40	17	60	30	10	25	40	35
Piensahat — *Small-scale sawmills*	47	17	36	57	27	16	75	15	10	29	49	22
	$Khi^2 = 24.20$ *Chi²* v.a. = 6 *NDF*			$Khi^2 = 16.20$ *Chi²* v.a. = 6 *NDF*			$Khi^2 = 15.79$ *Chi²* v.a. = 6 *NDF*			$Khi^2 = 16.47$ *Chi²* v.a. = 6 *NDF*		

II = ongelmat erittäin pieniä tai pieniä
problems negligible or small
III = ongelmat kohtalaisia
problems moderate
IV = ongelmat suuria tai erittäin suuria
problems big or very big

Taulukosta 14 ilmenee, että tuotesuunnittelun ongelmat ovat tyypillisiä nimenomaan puulevy- ja puutaloteollisuudelle. Ongelmat loppukäytön selvittämisessä ovat selvästi puulevyteollisuuden ongelmia. Kuluttajien vaatimukset tuotteelle näyttävät askarruttavan eniten puutaloteollisuutta.

Taulukko 15. Eri toimialojen erot markkinoinnin rutiinien suunnittelun ongelmien kokemisessa
Table 15. Differences between sectors in experiencing the problems of planning market routines

Toimiala *Sector*	(55) varastojen optimoinnin ongelmat *problems of optimating the stocks held*		
	II	III	IV
	%		
Puulevyteollisuus — *Panel board industry*	54	39	7
Puutaloteollisuus — *Wooden house industry*	41	45	14
Suursahat — *Large-scale sawmills*	32	40	28
Piensahat — *Small-scale sawmills*	39	28	33
	$Khi^2 = 10.66$ *Chi²* v.a. = 6 *NDF*		

II = ongelmat erittäin pieniä tai pieniä
problems negligible or small
III = ongelmat kohtalaisia
problems moderate
IV = ongelmat suuria tai erittäin suuria
problems big or very big

Markkinoinnin rutiinien suunnittelun ongelmista vain varastointiin liittyvien ongelmien kokeminen on merkitsevästi toimialasta riippuvainen. Varastojen optimoinnin ongelmat ovat nimenomaan sahateollisuuden ongelmia.

Taulukko 16. Eri toimialojen erot markkinointikommunikaation suunnittelun ongelmien kokemisessa

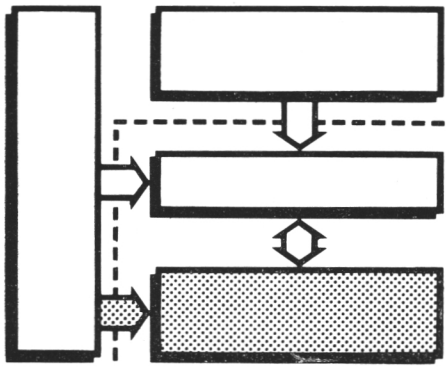
Table 16. Differences between sectors in experiencing the problems of planning marketing communication

Toimiala *Sector*	Ongelma — *Problem*											
	(59) sanoman sisällön valinta *choosing the message content*			(62) vastaanottajan ominais. *recipient's characteristics*			(64) kommunikaat. ajoitus *communication timing*			(66) kommunik. kustannuks. *communication costs*		
	II	III	IV	II	III	IV	II	III	IV	II	III	IV
	%			%			%			%		
Puulevyteollisuus — *Panel board industry* ..	34	59	7	59	27	14	75	11	14	38	45	17
Puutaloteollisuus — *Wooden house industry* ..	43	40	17	32	36	32	62	17	21	43	23	34
Suursahat — *Large-scale sawmills*	58	39	3	58	37	5	66	31	3	71	26	3
Piensahat — *Small-scale sawmills*	67	26	7	61	28	11	69	25	6	72	19	9
	$Khi^2 = 14.00$ *Chi²* v.a. = 6 *NDF*			$Khi^2 = 12.71$ *Chi²* v.a. = 6 *NDF*			$Khi^2 = 11.15$ *Chi²* v.a. = 6 *NDF*			$Khi^2 = 23.67$ *Chi²* v.a. = 6 *NDF*		

II = ongelmat erittäin pieniä tai pieniä
problems negligible or small
III = ongelmat kohtalaisia
problems moderate
IV = ongelmat suuria tai erittäin suuria
problems big or very big

Markkinointikommunikaation suunnittelun ongelmat koetaan puutalo- ja puulevyteollisuudessa suurempina kuin sahateollisuudessa. Puutaloteollisuudesta löytyy selvästi eniten sellaisia yrityksiä, joissa markkinointikommunikaation suunnittelun ongelmia pidetään suurina tai erittäin suurina.

634. Suurimmiksi koetut ongelmat yleisesti ja toimialoittain



Tavoitteena on selvittää, mitkä markkinoinnin suunnittelun ongelmat koetaan suurimmiksi koko puuteollisuuden piirissä ja mitkä eri toimialoilla. Analyysi tapahtuu ongelmamuuttujien keskiarvoja ja ryhmittäisiä keskiarvoja tarkastelemalla. Ryhmittelyperusteena on toimialajako.

Taulukkoon 17 on merkitty keskiarvoihin perustuvassa suuruusjärjestyksessä kymmenen suurimmaksi koettua markkinointiongelmaa suomalaisessa puuteollisuudessa.

Taulukko 17. Suurimmiksi koetut markkinointiongelmat suomalaisessa puuteollisuudessa
Table 17. The marketing problems felt to be the worst in Finnish timber industry

Ongelma *Problem*	Keskiarvo *Mean value*
1. Sopivan raaka-aineen saanti — *Supply of suitable raw material*	3.37
2. Kuluttajien vaatimukset tuotteille — *Consumers' demands of the products*	3.14
3. Tuotteiden tuleva kysyntä ja tarjonta — *Future supply and demand of products*	3.11
4. Tuoteinnovointi — *Product innovation*	3.03
5. Toimitusaikojen nopeuttaminen — *Cutting delivery times*	2.96
6. Tuotteiden valmistus — *Product manufacture*	2.88
7. Varastotoimintojen optimointi — *Optimation of stocks held*	2.81
8. Kuluttajavalistus — *Consumer education*	2.75
9. Kuluttajien toiveet jakelulle — *Consumers' wishes regarding distribution*	2.73
10. Tuotteiden muuntaminen — *Product modification*	2.72

Kuusi ensimmäistä ongelmaa taulukossa 14 esiintyvät kaikkien toimialojen kymmenen suurimman ongelman joukossa.

The first six problems of Table 14 are among the biggest ten problems of all sectors.

Taulukko 18. Suurimmiksi koetut markkinointiongelmat puulevyteollisuudessa
Table 18. The marketing problems felt to be the worst in panel board industry

Ongelma *Problem*	Keskiarvo *Mean value*
1. Tuoteinnovointi — *Product innovation*	3.48
2. Kuluttajan vaatimukset tuotteille — *Consumers' demands of the products*	3.45
3. Tuotteiden muuntaminen — *Product modification*	3.28
4. Tuotteiden tuleva kysyntä ja tarjonta — *Future supply and demand of products*	3.21
5. Sopivan raaka-aineen saanti — *Supply of suitable raw material*	3.17
6. Toimitusaikojen nopeuttaminen — *Cutting delivery times*	3.07
7. Tuotteiden valmistus — *Product manufacture*	3.03
8. Kuljetuskustannusten alentaminen — *Cutting the cost of transport*	3.00
9. Loppukäytön selvittäminen — *Tracing the end use*	2.83
10. Markkinointikommunikaation kustannukset — *Cost of market communikation*	2.79

Erityisesti tuotesuunnitteluun liittyvät ongelmat korostuvat ja ovat leimaantavia puulevyteollisuudessa.

Especially the problems of product planning are emphasized in and characteristic of panel board industry.

Taulukko 19. Suurimmiksi koetut markkinointiongelmat puutaloteollisuudessa
Table 19. The marketing problems felt to be the worst in wooden house industry

Ongelma *Problem*	Keskiarvo *Mean value*
1. Sopivan raaka-aineen saanti — *Supply of suitable raw material*	3.43
2. Tuoteinnovointi — *Product innovation*	3.40
3. Toimitusaikojen nopeuttaminen — *Cutting delivery times*	3.28
4. Kuluttajien vaatimukset tuotteille — *Consumers' demands of the products*	3.27
5. Tuotteiden tuleva kysyntä ja tarjonta — *Future supply and demand of products*	3.24
6. Kuluttajien tuotekomm. vastaanotto-ominais. — *Characteristics of the product information receiver*	3.07
7. Kuluttajavalistus — *Consumer education*	3.00
8. Markkinointikommunikaation kustannukset — *Cost of market communication*	2.90
9. Tuotteiden muuntaminen — *Product modification*	2.87
10. Tuotteiden valmistus — *Product manufacture*	2.87

Taulukko 20. Suurimmiksi koetut markkinointiongelmat suursahoilla
Table 20. The marketing problems felt to be the worst in large-scale sawmills

Ongelma *Problem*	Keskiarvo *Mean value*
1. Sopivan raaka-aineen saanti — *Supply of suitable raw material*	3.48
2. Kuluttajien vaatimukset tuotteille — *Consumers' demands of the products*	3.15
3. Tuotteiden tuleva kysyntä ja tarjonta — *Future supply and demand of products*	3.11
4. Toimitusaikojen nopeuttaminen — *Cutting delivery times*	3.00
5. Varastotoimintojen optimointi — *Optimation of stocks held*	2.98
6. Tuoteinnovointi — *Product innovation*	2.88
7. Kuluttajavalistus — *Consumer education*	2.87
8. Tuotteiden valmistus — *Product manufacture*	2.85
9. Kuljetuskustannusten alentaminen — *Cutting the cost of transport*	2.80
10. Kuluttajien toiveet jakelulle — *Consumers' wishes regarding distribution*	2.78

Taulukko 21. Suurimmiksi koetut markkinointiongelmat piensahoilla
Table 21. The marketing problems felt to be the worst in small-scale sawmills

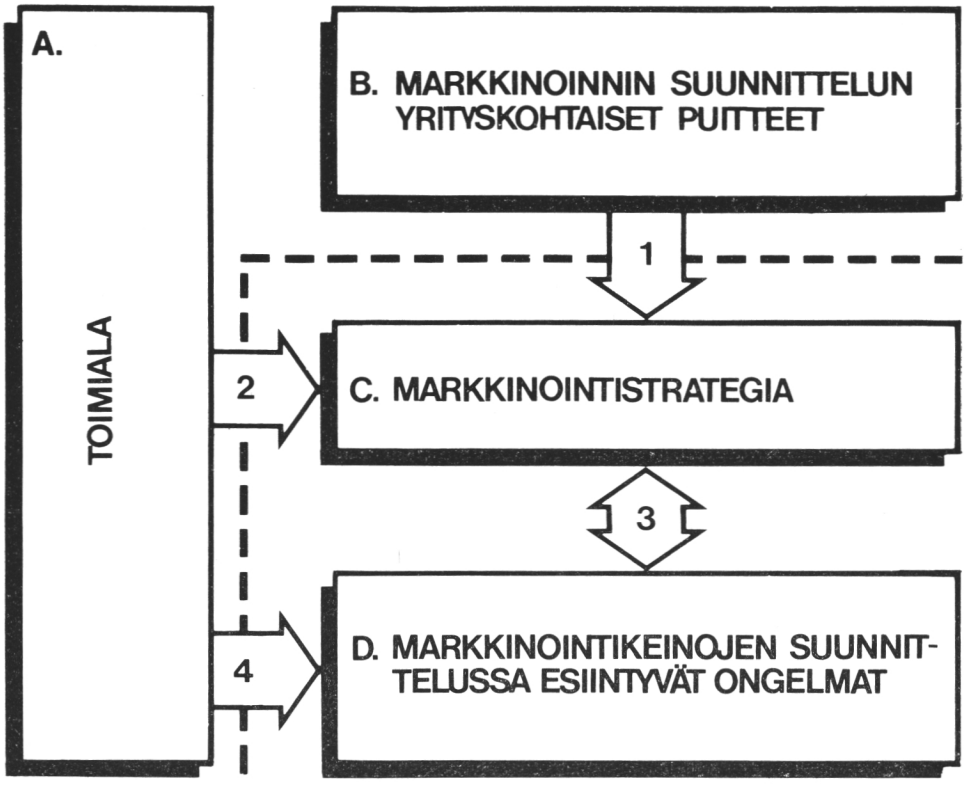
Ongelma *Problem*	Keskiarvo *Mean value*
1. Sopivan raaka-aineen saanti — *Supply of suitable raw material*	3.35
2. Tuotteiden tuleva kysyntä ja tarjonta — *Future supply and demand of products*	3.00
3. Kuluttajien vaatimukset tuotteille — *Consumers' demands of the products*	2.91
4. Varastotoimintojen optimointi — *Optimation of stocks held*	2.89
5. Tuotteiden valmistus — *Product manufacture*	2.85
6. Kuluttajien toiveet jakelulle — *Consumers' wishes regarding distribution*	2.75
7. Tuoteinnovointi — *Product innovation*	2.71
8. Toimitusaikojen nopeuttaminen — *Cutting delivery times*	2.69
9. Tuotteiden hinnoittelu — *Product pricing*	2.64
10. Kuluttajavalistus — *Consumer education*	2.58

Ongelmajärjestysten pienipiirteisiin eroihin ei kannata kiinnittää huomiota, sillä ne voivat olla seurausta tilastollisesta sattumasta. Taulukot antanevat kuitenkin hyvän yleiskäsityksen. Kun taulukkoja lukiessa pitää mielessä sen, mitä edellä tässä tutkimusraportissa on kerrottu, pitäisi kuvan suomalaisen puuteollisuuden markkinointiongelmista muodostua suhteellisen monipuoliseksi.

7. TULOSTEN YHTEENVETO JA TARKASTELUA

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää:

— mitkä ovat puuteollisuustuotteiden markkinoinnin suunnittelun keskeiset ongelmat ja
— kuinka ne liittyvät markkinoinnin suunnitteluprosessiin erilaisissa yrityksissä ja eri toimialoilla.



Kuva 11. Tutkimuksen analyysikehys

Yhteenvedossa viitataan analyysikehyksen lohkoihin ja nuoliin ao. kirjain- tai numerosymbolein.

A. Toimiala

1) Puulevyteollisuus
2) Puutaloteollisuus
3) Suursahat
4) Piensahat

B. Markkinoinnin suunnittelun yrityskohtaiset puitteet

Markkinoinnin suunnittelun yrityskohtaisia puitteita (= yritysten ominaisuuksia) mitattiin 15 muuttujalla. Faktorianalyysillä tämän muuttujajoukon kuvausinformaatio tiivistettiin seuraaviin kolmeen dimensioon:

1. markkinointiorganisaation kehittyneisyys
2. suhteellinen vientiosuus (vs. kotimaan myynti)
3. henkilöstön lukumäärä (yrityksen koko)

C. Markkinointistrategia

Yritysten edustamaa markkinointistrategiaa mitattiin kahdeksalla kilpailukeinoihin suhtautumista kuvaavalla muuttujalla. Markkinointistrategian oletettiin ilmenevän parhaiten suhtautumisessa kilpailukeinoihin. Suhtautumisen taustalla olevat rakenteet pyrittiin paljastamaan faktorianalyysillä. Näitä rakenteita kutsutaan osastrategioiksi. Faktorianalyysi paljasti kilpailukeinoihin suhtautumista kuvaavan muuttujajoukon taustalta kaksi dimensiota (= tiivisti muuttujajoukon informaation kahteen dimensioon, faktoriin):

1. tuoteorientoituneisuus
2. myyntiorientoituneisuus

Mainittujen dimensioiden avulla kombinoitiin markkinointistrategiatypologia. Teknisesti se tapahtui tuottamalla ensin ko. faktoreita vastaavat faktoripistemuuttujat. Sitten faktoripistemuuttujat dikotomisoitiin ja ristiintaulukoitiin. Kombinoinnin tuloksena syntyi seuraavanlainen markkinointistrategiatypologia:

1.	Passiivinen markkinointi	(37 yritystä)
2.	Tuoteorientoitunut markkinointi	(34 „)
3.	Myyntiorientoitunut markkinointi	(39 „)
4.	Aktiivinen markkinointi	(44 „)

1. Markkinointistrategiat erilaisissa yrityksissä

Erotteluanalyysin avulla selvitettiin, mitkä yrityskohtaiset tekijät erottelevat erilaisia markkinointistrategioita edustavia yrityksiä toisistaan. Erotteluanalyysin keskeiset tulokset ilmenevät oheisesta kuvasta (kuva 12).

Erilaisia markkinointistrategioita edustavien yritysluokkien sijainti erottelijalla *Position of enterprise categories with different marketing strategies on discriminant function*	Erottelijaa luonnehtiva ominaisuus *The characteristic of discriminant function*
① ③ ② ④ →	markkinointiorganisaatioiden kehittyneisyys ja suoran myynnin osuus kotimaan myynnistä *developmental level of marketing organization and share of direct sale in inland selling*
③ ④ ① ② →	yrityksen suuruus, suhteellinen vientiosuus ja suoran myynnin osuus kotimaan myynnistä *size of enterprise, relative exports share and share of direct sale in inland selling*

Erottelijaa luonnehtiva ominaisuus kasvaa nuolen suunnassa.

The characteristic of discriminant function increases towards the arrowhead.

① Passiivisen markkinointistrategian yritykset
Enterprises with passive marketing strategy

② Tuoteorientoituneen markkinointistrategian yritykset
Enterprises with product-oriented marketing strategy

③ Myyntiorientoituneen markkinointistrategian yritykset
Enterprises with sales-oriented marketing strategy

④ Aktiivisen markkinointistrategian yritykset
Enterprises with active marketing strategy

Kuva 12. Erilaisia markkinointistrategioita edustavien yritysluokkien erottelu yrityskohtaisten puitetekijöiden suhteen

Figure 12. Discrimination of enterprise categories with different marketing strategies regarding enterprise-related framework factors

Selitys:

Markkinointiorganisaatioltaan kehittyneet suoria asiakaskontakteja omaavat yritykset edustavat todennäköisimmin aktiivista markkinointistrategiaa.

Markkinointiorganisaatioltaan kehittymättömät, välittäjien kautta myyvät edustavat todennäköisimmin passiivista markkinointistrategiaa.

Suuret vientiin suuntautuneet yritykset edustavat todennäköisimmin tuoteorientoitunutta markkinointistrategiaa.

Pienet, kotimaahan välittäjien avulla myyvät edustavat todennäköisimmin myyntiorientoitunutta markkinointistrategiaa.

2. Markkinointistrategiat eri toimialoilla

Yrityksen toimialan ja sen edustaman markkinointistrategian välillä ei vallitse tilastollisesti merkitsevää yhteyttä. Näyttää siltä, että puulevyteollisuus edustaa todennäköisimmin aktiivista tai myyntiorientoitunutta strategiaa kun taas puutaloteollisuus edustaa todennäköisimmin aktiivista tai tuoteorientoitunutta markkinointistrategiaa. Suursahojen ja piensahojen edustamissa markkinointistrategioissa ei näytä olevan minkäänlaista säännönmukaisuutta.

D. Markkinointikeinojen suunnittelussa esiintyvät ongelmat

Markkinoinnin suunnittelun ongelmia mitattiin 23 muuttujalla. Faktorianalyysin avulla ko. muuttujajoukko ryhmitettiin kolmeen ryhmään sen perusteella, kuinka ko. ongelmat koetaan markkinoinnin suunnittelussa. Muuttujat ryhmittyivät seuraavasti:

1. markkinointikommunikaation suunnittelun ongelmat
2. tuotesuunnittelun ongelmat
3. markkinoinnin rutiinien suunnittelun ongelmat

Faktorianalyysin avulla saatuja tietoja muuttujien käyttäytymisestä käytettiin hyväksi seuraavissa erotteluanalyyseissä.

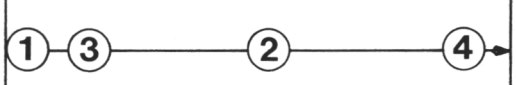
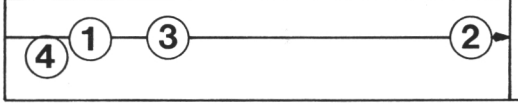
Keskiarvojen perusteella markkinoinnin suunnittelun ongelmat asettuivat seuraavanlaiseen tärkeysjärjestykseen.

Taulukko 22. Suurimmiksi koetut markkinointiongelmat suomalaisessa puuteollisuudessa

Ongelma	Keskiarvo
1. Sopivan raaka-aineen saanti	3.37
2. Kuluttajien vaatimukset tuotteille	3.14
3. Tuotteiden tuleva kysyntä ja tarjonta	3.11
4. Tuoteinnovointi	3.03
5. Toimitusaikojen nopeuttaminen	2.96
6. Tuotteiden valmistus	2.89
7. Varastotoimintojen optimointi	2.81
8. Kuluttajavalistus	2.75
9. Kuluttajien toiveet jakelulle	2.73
10. Tuotteiden muuntaminen	2.72

3. Markkinoinnin suunnittelun ongelmat erilaisia markkinointistrategioita soveltavissa yrityksissä

Erotteluanalyysin avulla selvitettiin, mitkä markkinointiongelmat ovat tyypillisiä eri markkinointistrategioita edustaville yrityksille, mitkä ongelmat erottelevat eri strategioita käyttäviä yrityksiä toisistaan. Erotteluanalyysin keskeiset tulokset ilmenevät oheisesta kuvasta (kuva 13).

Erilaisia markkinointistrategioita edustavien yritysluokkien sijainti erottelijalla *Position of enterprise categories with different marketing strategies on discriminant function*	Erottelijaa luonnehtiva ominaisuus *The characteristic of discriminant function*
	Markkinointikommunikaation suunnittelun ongelmat (vs. markkinoinnin rutiinien suunnittelun ongelmat) *Problems of marketing communication planning (vs. problems of planning marketing routines)*
	Hinnoittelun ongelmat *Pricing problems*

Erottelijaa luonnehtiva ominaisuus kasvaa nuolen suunnassa.

The characteristic of discriminant function increases towards the arrowhead.

① Passiivisen markkinointistrategian yritys
Enterprises with passive marketing strategy

② Tuoteorientoituneen markkinointistrategian yritys
Enterprises with product-oriented marketing strategy

③ Myyntiorientoituneen markkinointistrategian yritys
Enterprises with sales-oriented marketing strategy

④ Aktiivisen markkinointistrategian yritys
Enterprises with active marketing strategy

Kuva 13. Erilaisia markkinointistrategioita edustavien yritysluokkien erottelu ongelmamuuttujien suhteen

Figure 13. Discrimination of enterprise categories with different marketing strategies regarding problem variables

Selitys:

Aktiivisen markkinointistrategian edustajia luonnehtivat markkinointikommunikaation suunnittelussa koetut ongelmat.

Passiivisen markkinointistrategian edustajia luonnehtivat markkinoinnin rutiinien suunnittelussa koetut ongelmat.

Tuoteorientoituneen markkinointistrategian edustajia luonnehtivat tuotteiden hinnoittelussa koetut ongelmat.

4. Markkinoinnin suunnittelun ongelmat eri toimialoilla

Erotteluanalyysin avulla selvitettiin, mitkä markkinointiongelmat ovat tyypillisiä eri toimialoille, mitkä markkinoinnin suunnittelussa koetut ongelmat erotte-

levat eri toimialoja toisistaan. Erotteluanalyysien keskeiset tulokset ilmenevät oheisesta kuvasta (kuva 14).

Eri toimialoja edustavien yritysluokkien sijainti erottelijalla *Position on discriminant function of enterprise categories with different marketing strategies*	Erottelijaa luonnehtiva ominaisuus *The characteristic of discriminant function*
	Markkinointikommunikaation suunnittelun ja tuotteiden muuntamisen ongelmat *Problems of marketing communication planning and product modification*
	Loppukäytön selvittämiseen liittyvät ongelmat (tuotesuunnitteluun liittyen) *Problems connected with tracing the end use (associated with product planning)*

Erottelijaa luonnehtiva ominaisuus kasvaa nuolen suunnassa.
The characteristic of discriminant function increases towards the arrowhead.

1. Puulevyteollisuus
   Wooden board industry
2. Puutaloteollisuus
   Wooden house industry
3. Suursahat
   Large-scale sawmills
4. Piensahat
   Small-scale sawmills

Kuva 14. Eri toimialojen erottelu ongelmamuuttujien suhteen
Figure 14. Discrimination of sectors regarding problem variables

Selitys:

Puutaloteollisuudelle ja puulevyteollisuudelle ovat luonteenomaisia markkinointikommunikaation suunnitteluun ja tuotteiden muuntamiseen liittyvät ongelmat. Sahateollisuudessa näitä asioita ei koeta ongelmiksi. Sahateollisuudessa näyttävät sen sijaan korostuvan varastotoimintojen optimointiin liittyvät ongelmat.

Puulevyteollisuus ja puutaloteollisuus eroavat toisistaan suhtautumisessa tuotteiden loppukäytön selvittämiseen. Puulevyteollisuudessa tuotteiden loppukäytön selvittäminen koetaan suurena tuotesuunnitteluun liittyvänä ongelmana.

Ongelma *Problem*	Puulevyteollisuus *Panel board industry*	Puutaloteollisuus *Wooden house industry*	Suursahat *Large-scale sawmills*	Piensahat *Small-scale sawmills*
	kymmenen tärkeintä ongelmaa *ten problems of greatest importance*			
(43) tuoteinnovointi — *product innovation*	+	+	+	+
(44) tuotteiden muuntaminen—*product modification*	+	+		
(46) raaka-aineen saanti — *raw material supplies* ..	+	+	+	+
(47) valmistus — *manufacture*	+	+	+	+
(48) tuotteiden hinnoittelu — *product pricing*				+
(49) loppukäyttö — *end use*	+			
(51) kuluttajien vaatimukset — *consumers' wants and desires*	+	+	+	+
(52) kysyntä-tarjonta — *supply and demand*	+	+	+	+
(53) kuljetuskustannukset — *transportation charges*	+		+	
(54) toimitusajat — *times of delivery*	+	+	+	+
(55) varastointi — *stocks held*	+		+	+
(56) kulutt. toivom. jakelulle — *consumers' desires regarding distribution*			+	+
(62) kommunik. vast. ottaja — *recipient of communication*		+		
(66) kommunik. kustannukset — *costs of communication*		+		
(67) kuluttajavalistus — *consumer education*		+	+	+

Kuva 15. Markkinoinnin suunnittelussa koetut ongelmat eri toimialoilla
Figure 15. The essential problems encountered in marketing planning in various sectors

Markkinoinnin suunnittelussa koettujen ongelmien oletettiin helpottavan päätöksentekoa esimerkiksi siitä, mihin ongelmiin puutuotteiden markkinoinnin suunnittelua palvelevat tutkimukset tulisi lähitulevaisuudessa kohdistaa. Tämän kysymyksen lähempää tarkastelua varten on kuvaan 15 koottu markkinoinnin suunnittelussa koettujen ongelmia kuvaavien muuttujien keskiarvotarkastelun keskeiset tulokset.

Raaka-aineen saantiin sekä *tuotteiden tulevaan kysyntään ja tarjontaan* liittyvät ongelmat koetaan suuriksi koko suomalaisessa puuteollisuudessa. Nämä ongelmat eivät liity muihin markkinoinnin suunnittelussa koettuihin ongelmiin, eivätkä ne ole luonteenomaisia millekään erityiselle markkinointistrategialle.

Markkinoinnin rutiinien suunnittelun ongelmista *toimitusaikoihin* ja *valmistukseen* liittyy ongelmia kaikilla toimialoilla. *Varastojen kierron* ja *koon suunnitteluun* sekä *hinnoitteluun* liittyvät ongelmat ovat nimenomaan sahateollisuuden ongelmia. Yleensäkin markkinoinnin rutiinien suunnittelun ongelmat luonnehtivat juuri sahateollisuutta. Nämä ongelmat ovat luonteenomaisia passiivista tai tuoteorientoitunutta markkinointistrategiaa edustaville yrityksille. Markkinoinnin rutii-

nien ongelmat näyttävät olevan useimmiten luonteeltaan erilaisia optimointiongelmia.

Kuluttajien tuotteille asettamat vaatimukset näyttävät liittyvän sekä tuotesuunnittelun että markkinointikommunikaation suunnittelun ongelmiin. Kuluttajan vaatimusten tunteminen koetaan ongelmaksi kaikilla toimialoilla. *Tuoteinnovointiin, tuotteiden muuntamiseen* ja *loppukäyttöön* liittyvät ongelmat ovat luonteenomaisia puulevy- ja puutaloteollisuudelle. Loppukäyttöön liittyvien ongelmien tiedostaminen on tyypillistä nimenomaan puulevyteollisuudelle.

Markkinointikommunikaation suunnittelussa koetut ongelmat ovat tyypillisiä nimenomaan puutaloteollisuudelle. Keskeisimpiä näistä ongelmista ovat *kuluttajavalistukseen, kommunikaation kustannuksiin* ja *kommunikaation vastaanottajan ominaisuuksien tuntemiseen* liittyvät ongelmat. Markkinointikommunikaation suunnittelussa koetut ongelmat ovat luonteenomaisia aktiivista markkinointistrategiaa soveltaville yrityksille.

Tutkimuksen aineisto on kerätty keväällä 1973. Ongelmien absoluuttisen suuruuden kokeminen (siis muuttujien keskiarvotiedot) on todennäköisesti aikaan sidottua. Keskiarvotarkasteluihin perustuvia tuloksia pohdittaessa tulee ottaa huomioon kevään 1973 markkinatilanne. Riippuvuussuhteisiin aika ei vaikuttane samalla tavalla kuin keskiarvotietoihin, joten tulokset tältä osin eivät ole yhtä voimakkaasti aikaan sidottuja.

LÄHDELUETTELO

Aho, Markku. 1971. Vaikuttajayksilön merkitys pienasuintalojen rakennusmateriaalien valintaprosessissa. Puumarkkinatieteen laudaturtyö metsätutkintoa varten. Helsinki.

Arosalo, U. ja Myllynen, T. 1970. Monimuuttujaisen erotteluanalyysin eräs metodologinen kehitelmä ja sen empiirisiä esimerkkejä. Tampereen yliopiston tutkimuslaitos C opetusmonisteita, n:o 16/1970.

Bråten, Stein. 1968. Marknadskommunikation. Stockholm.

Foster, Douglas, W. 1972. Planning for products and markets. Ed. by Bernard Taylor. Cox and Wyman Ltd. London.

Juslin, Heikki. 1972. Omakotitalojen rakennusmateriaalien valinta. Valintaprosessin rakennekartoitus. Puumarkkinatieteen lisensiaattitutkielma. Helsinki.

Juslin, Heikki. 1975. Selection of building materials for detached houses: Marital roles and communication behaviour in decision making. Seloste: Päätöksenteko ja kommunikaatiokäyttäytyminen omakotitalon rakennusmateriaalien valinnassa. MTJ 83.5.

Katz, Elihu and Lazarsfeld, Paul, F. 1966. Personal Influence. New York.

Konttinen, Raimo. 1970. Monimuuttujamenetelmien ja painokerrointen tulkinnasta. Summary: On the interpretation of coefficients in multivariate analysis. Jyväskylän yliopiston psykologian laitoksen julkaisuja n:o 99. Jyväskylä.

Kotler, Philip. 1967. Marketing Management: analysis, planning, and control. Englewood Cliffs, New Jersey.

Kotler, Philip. 1971. Marketing decision making — a model building approach. Hult Rinehart and Winston Inc. USA.

Kulokari, Hannu. 1970. Tilastollisesta tietojenkäsittelystä Helsingin yliopiston laskentakeskuksessa. Helsinki.

Luostarinen, Reijo. 1966. Vientiprojektin suunnittelu. Vientikoulutussäätiön julkaisuja. Helsinki.

Möller, Kristian. 1972. Markkinointi ja kommunikaatio. Kuluttajasta, kommunikaatiosta, palvelusta. Lehtinen, U. — Möller, K., toim. Helsinki.

Numminen, Juhani. 1971. Puulevyjen käyttö Uudenmaan talousalueella v. 1967 valmistuneissa rakennuksissa. Folia Forestalia n:o 123. Helsinki.

Nunnally, Jum, C. 1967. Psychometric Theory. USA.

Riihinen, Olavi. 1965. Teollistuvan yhteiskunnan alueellinen erilaisuus. Helsinki.

Sitra. 1973. Selvitys Suomen teollisuuden markkinointiongelmista. Tiivistelmät. Helsinki.

Steiner, George, A. 1971. Yrityssuunnittelu. Helsinki.

Steiner, George, A. 1969. Top management planning. USA.

Stern, Mark, E. 1970. Markkinoinnin suunnittelu. Helsinki.

Suomen virallinen tilasto XVIII A:86. 1971. Teollisuustilasto osa I. Helsinki.

Särkisilta, Martti. 1969 a. Markkinointistrategian valinta suunnittelu- ja päätöksentekotapahtumana. Liiketaloudellinen aikakauskirja II. 1969. Helsinki.

Särkisilta, Martti. 1969 b. Toiminnallisen markkinointikäsitteen määrittelymahdollisuuksista. Liiketaloudellinen aikakauskirja III. 1969. Helsinki.

Wager, Petri. 1973. Puuteollisuustuotteiden markkinointiongelmat. Yritysten informaatiotarpeen kartoittaminen. Puumarkkinatieteen laudaturtyö metsätutkintoa varten. Helsinki.

MARKETING PLANNING FOR WOOD BASED PRODUCTS AND THE PROBLEMS INVOLVED

SUMMARY

Background of the study

This study started from a desire to pinpoint those sectors in planning the marketing of wood based products which the Finnish wood processing industry finds the most problematic. Such pinpointing should facilitate decisions concerning the problems that should be covered in the near future by investigations intended to serve the marketing planning of wood based products.

The type and order of importance of the problems involved in marketing planning of wood based products depend on the frame of reference in which the problems are examined. Their examination is meaningful only against the background of the activities the result of which the solution of the problems is considered to affect. The present study will consider marketing problems from the point of view of marketing planning.

Purpose of the study

The purpose of the study is to find out

— the essential problems of planning the domestic marketing of wood based products
— their mode of connection with the process of marketing planning in different enterprises and different sectors

To achieve the goals of the study:

(1) On *a theoretical level,* the general frame of reference of marketing planning is outlined, and the role and mutual relations of the methods of marketing in the planning process are reviewed
(2) on an *empirical level,* the problems of the planning of the methods of marketing, their relations to the strategies used and to certain factors describing the enterprise are examined

Theoretical framework of the study

The marketing planning process is the frame of reference for the study in practice. The most important phases of marketing planning process can be seen in Fig. 2 (p.). The components of the marketing planning process now studied are marked by a broken line. The study thus encompasses marketing strategy and programming the corresponding marketing mix. In accordance with the purpose of the study, the operating sector and certain factors describing the enterprise are considered since they affect the shaping of the marketing planning process.

Strategy is a well-known and frequently used concept in planning terminology. Its verbal characterization involves no difficulties, whereas operational definitions are less easy to find. Strategy is a framework concept affected by many factors. Strategy is manifest in several phases of planning. Its existence is known and recognized but its concrete demonstration is difficult.

Characterizations of strategy in the literature justify the assumption that the concept can be operationalized in several ways. The mode of operationalization depends on the aspects of the concept that are to be emphasized.

The framework nature of strategy receives the emphasis in the present study. Strategy is composed of the general recognized or unrecognized, defined or undefined principles that guide the determination and planning of component goals in marketing, and the marketing activity. Marketing strategy is assumed to manifest itself most clearly and most primarily in attitudes to the competition methods in marketing. The prevailing strategy is therefore the background factor that modifies the attitude to methods of competition and consequently also affects their choice and the corporate behaviour in general. The framework nature of strategy implies that it can be expressed in one (Dr. a few) integrating principles guiding the planning and operations.

Fig. 5 (p. 13) illustrates the way in which the concept of strategy is operationalized in the present study. The figure expresses the view, according to the two-level theory of science, of how theoretical concepts obtain their meaning.

Planning the marketing mix. In the description of the process of marketing planning, the choice of marketing strategies is succeeded by programming the marketing mix. In the present study, the concrete problems of marketing planning are expected to manifest themselves in the planning of marketing methods. Its components are shown in Fig. 6 (p. 16).

The planning of marketing methods is usually reviewed within the following sub-sections:

(a) product planning
(b) planning of sales and distribution channels
(c) planning of marketing communication

A division of this kind is carried out even in the present study for operationalization of the problems encountered in marketing planning.

Planning of the marketing methods in the field of product planning is concrete adjustment between production and consumption. Fig. 7 (p. 17) illustrates factors to be adjusted in the product planning work.

The main content of the planning of sales and distribution channels is making sure that products are available. Associated with the ensuring of availability, certain important starting points for the planning of the channels of selling and distribution are discussed in the present study, viz.

— how to overcome the geographical and temporal difference between production and consumption,
— how to maintain or improve the level of customer service,
— how to consider the market structure.

The problems of the planning of marketing communication can be traced from the basic model of the communications process Fig. 8 (p. 20). These problems are connected with

— choosing the intended audience
— choosing the message
— choosing the channel

The problems encountered in planning the marketing methods are measured by the following variables (see the list of variables, Appendix 12):

(a) product planning	variables 43—52
(b) planning the sales and distribution channels	—„— 53—58
(c) planning the marketing communication	—„— 59—67

Methodological framework of the study

The following illustration outlines the frame within which the empirical material of the study is analysed, for purposes of helping in the survey of the methodological solutions. Each block describes a variable or population of variables examined.

The arrows describe the relations between the blocks that are of interest.

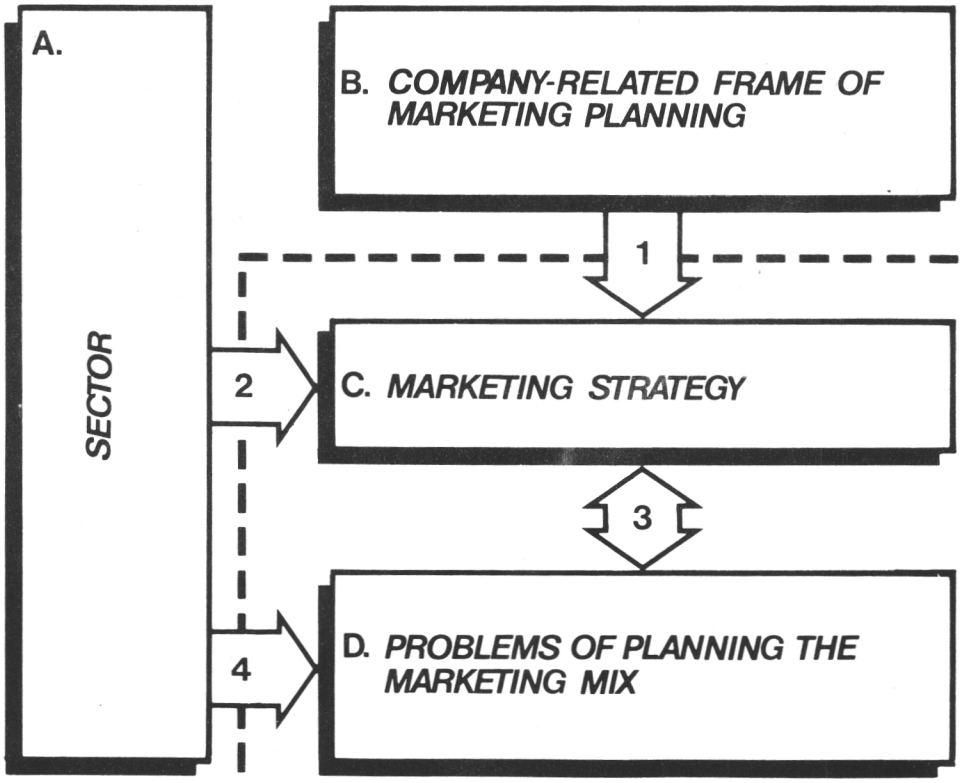


Figure 11. Analytical frame of the empirical material

Block A is described by one variable, and definition of its contents presents no problems.

Block B is composed of a number of variables describing the company. With this population of variables, a more general and economical mode of description is being sought for the company-related frame factors of marketing planning. The analytical methods is factor analysis.

The operationalization of *Block C* was discussed above. A calculative problem remained:

the pinpointing of the recognized or unrecognized factors modifying the attitudes to methods of competition (they were called component strategies). Factor analysis suits this purpose well. Another calculative problem that remained is the combination of typology of strategies from component strategies. The combination is effected by dichotomizing and cross-tabulating the factor score variables produced on the basis of factor analysis.

Block D is operationalized, in accordance with prevailing practice, within three groups of variables:

— product planning problems
— sales and distribution planning problems
— marketing communication planning problems

An analytical problem studied is whether the problem variables from groups conforming with the way in which they are encountered in marketing planning. Factor analysis suits this problem.

Marketing planning problems are sequenced in general order of magnitude on the basis of mean values:

Arrow 1 describes that phase of analysis in which marketing strategies in different companies are surveyed. The point of interest is which factors per company discriminate between companies operating on the basis of various strategies. The method of analysis used is discriminant analysis.

Arrow 2 describes that phase of analysis in which the relationship between sector and the marketing strategy used is examined. Since both blocks in this phase are described by only one variable, these variables can suitably be examined by cross-tabulation.

Arrow 3 describes that phase of analysis in which relations between marketing strategies and marketing problems are examined. The objective is to find out the problems typical of the strategies under review and those that discriminate between companies using different strategies. The method of analysis used is discriminant analysis.

Arrow 4 contains analytical problems of two types. On the one hand, it is interesting to know the sequence of importance of the marketing planning problems in different sectors. This is ascertained by studying the mean values per group. On the other hand, it is desired to find out those marketing planning problems that characterize a certain sector, in other words, those on the basis of which the sectors can be discriminated. Discriminant analysis supplies information on these problems or groups of problems discriminating between sectors.

RESULTS

The results are presented within the analytical frame of the empirical material of the study described above.

A. Sector

The sectors examined in the study were:

(1) Panel board industry
(2) Wooden house industry
(3) Large-scale sawmills
(4) Small-scale sawmills

B. Company-related framework of marketing planning

The company-related framework of marketing planning (= qualities of the companies) was measured by means of 15 variables. By factor analysis the descriptive information on this population of variables was condensed into the following three dimensions (see Table 1, p. 32).

1. stage of development of marketing organization
2. relative share of exports (vs. domestic sales)
3. number of personnel (size of enterprise)

C. Marketing strategy

The marketing strategy represented by the enterprises was measured by means of eight variables describing attitudes to methods of competition. Marketing strategy was assumed to manifest itself best in the attitude to methods of competition. The structures behind the attitudes were to be disclosed by factor analysis. These structures are called component strategies. Factor analysis discerned two dimensions from the background of the population of variables describing the attitude to the methods of competition (= condensed the information of the population of variables into two dimensions, factors) (see Table 2, p. 34).

1. product orientation
2. sales orientation

The typology of marketing strategies was combined with the aid of these dimensions. The techniques involved the production, first, of the factor score variables corresponding to the factors concerned. The factor score variables were then dichotomized and cross-tabulated. Combination resulted in the following types of marketing strategy (see Fig. 10, p. 35):

1. *Passive marketing* (37 enterprises)
2. *Product-oriented marketing* (34 „)
3. *Sales-oriented marketing* (39 „)
4. *Active marketing* (44 „)

1. Marketing strategies in different enterprises

Discriminant analysis was used to find out the enterprise-related factors discriminating between enterprises representing different marketing strategies (see Tables 3—5, p. 37—38). The most essential results of discriminant analysis can be seen from Fig. 12, p. 55.

Fig. 12 reveals connections of the following kind between factors describing the enterprise (enterprise qualities) and the marketing strategy applied by it:

Enterprises with advanced marketing organization and with direct customer contacts most probably represent active marketing strategy.

Enterprises with undeveloped marketing organization, selling through middlemen, most probably represent passive marketing strategy.

Big export-oriented enterprises most probably represent product-oriented marketing strategy.

Small enterprises practising domestic sales through middlemen most probably represent sales-oriented marketing strategy.

2. Marketing strategies in different sectors

No statistically significant connection prevails between the enterprise sector and the marketing strategy it represents. It seems that panel board industry most probably represents an active or sales-oriented strategy whereas wooden house industry most probably represents an active or product-oriented strategy. No regularity can be traced in the marketing strategies represented by the large-scale and small-scale sawmills (see Table 6, p. 40).

D. Problems present in the planning of marketing mix

Marketing planning problems were measured with 23 variables. Factor analysis was used to divide the population of variables into three groups on the basis of how the problems are experienced in marketing planning. The variables fell into the groups as follows (see Table 7, p. 41):

1. problems of marketing communication
2. problems of product planning
3. problems of planning the routines of marketing

Information obtained by factor analysis on the behaviour of the variables was utilized for the interpretation of the results of the later discriminant analyses.

The marketing problems felt to be the worst in Finnish wood processing industry in general and its various sectors are presented in Tables 17—21 (p. 51—52).

3. Marketing planning problems in enterprises with different marketing strategies

Discriminant analysis was used to trace the marketing problems typical of enterprises representing different marketing strategies, the problems discriminating between enterprises with different strategies (see Tables 8—10, p. 44—45). The main results of the discriminant analysis can be seen from Fig. 13 (p. 57).

Fig. 13 reveals connections of the following kinds between the marketing planning problems of the enterprise and the marketing strategy it uses:

Representatives of active marketing strategy are characterized by problems encountered in planning marketing communication.

Representatives of passive marketing strategy are characterized by problems encountered in planning marketing routines.

Representatives of product-oriented marketing strategy are characterized by problems encountered in pricing the products.

4. Marketing planning problems in different sectors

Discriminant analysis was used to trace the marketing problems typical of the different sectors, those discriminating between the sectors (see Tables 11—13, p. 47—48). The main results of the discriminant analyses are shown in Fig. 14 (p. 58).

Fig. 14 reveals connections of the following kinds between the marketing planning problems encountered by the enterprise and the sector:

Wooden house industry and panel board industry are characterized by problems associated with planning of marketing communications and modification of the products. In sawmill industry these are no problems, whereas problems associated with optimation of stocks held seem to receive emphasis.

Panel board industry and wooden house industry differ in their attitudes to ascertaining the end use of their products.

Panel board industry experiences the study of the end use of its products as a major problem of product planning.

Liite 1. Kyselylomake

METSÄNTUTKIMUSLAITOS THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Metsäekonomian osasto
Forest Economics Dept.

Kaisaniemenkatu 1
00100 Helsinki 10

Helsinki 1973-05-02

Arvoisa vastaanottaja

Viime vuosina on Metsäntutkimuslaitoksen metsäekonomian osastolla suunnattu resursseja myös puuteollisuustuotteiden markkinointiin ja lopulliseen kulutukseen liittyviin tutkimuksiin. Näitä tutkimuksia ja tämän tutkimustoiminnan suuntaamista varten tarvitaan tietoja puuteollisuustuotteiden markkinoinnista ja markkinointiongelmista.

Tämä kysely on osa tutkimusta, jonka avulla pyritään kartoittamaan puuteollisuustuotteiden K O T I M A A N M A R K K I N O I N T I - O N G E L M I A. Se tulisi helpottamaan päätöksentekoa siitä, mihin metsäntutkimuksen tämä osa tulisi kohdistaa. Samalla se antaisi myös Teille uutta tietoa puuteollisuustuotteiden kotimaan markkinoinnin nykytilanteesta.

Koska markkinointiongelmat ovat erilaisia eri toimialoilla, pyytäisimme Teitä täyttämään tämän lomakkeen ainoastaan S A H A - teollisuuden osalta. Mikäli itse ette katso voivanne vastata tähän lomakkeeseen, toivomme Teidän antavan tehtävän henkilölle, joka yrityksessänne hoitaa kyseisen toimialan tuotteiden kotimaan markkinointia.

Lomakkeen esitestaus suoritettiin helmikuussa 1973, jolloin useat yritykset antoivat hyödyllisiä neuvoja tämän lomakkeen laatimiseksi. Samalla kun kiitämme kaikkia esitiedusteluun osallistuneita henkilöitä toivomme, että myös tällä kertaa suhtautuminen olisi yhtä myönteistä ja vastaukset saataisiin kaikilta tutkimukseen valituilta yrityksiltä. Lomakkeen voitte maksutta palauttaa mukana seuraavassa palautuskuoressa.

Lomake on postitettu n. 300:lle puuteollisuustuotteiden kotimaan myynnistä vastuussa olevalle henkilölle. Nimiluettelon laatimisessa ovat alanne yhdistykset antaneet apuaan.

Antamanne tiedot ovat luottamuksellisia ja niitä käytetään vain tieteellisiin tarkoituksiin. Tulokset pyritään julkaisemaan kuluvan vuoden loppuun mennessä, jolloin myös Teille lähetetään raportti tutkimuksesta.

Tutkimusta suorittaa Metsäntutkimuslaitoksella metsänhoitaja Petri Wager. Kyselyyn liittyvät tiedustelut pyydämme osoittamaan hänelle puh. 90-661401/278.

Kunnioittaen

professori Lorenzo Runeberg

metsänhoitaja Petri Wager

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Metsäekonomian osasto

SELVITYS PUUTEOLLISUUSTUOTTEIDEN MARKKINOINTIONGELMISTA

Tarkoituksena on se, että vastaatte kysymyksiin toimipaikka- tai toimialakohtaisesti sen teollisuusryhmän kohdalta, joka edellisellä sivulla mainittiin. Useimpiin lomakkeessa esiintyviin kysymyksiin voitte vastata rastia (x) käyttämällä. Toivomme Teidän vastaavan kaikkiin kysymyksiin.

1. Kuinka monta toimihenkilöä yrityksessänne on keskimäärin kyseisen toimialan tehtävissä? (Toimihenkilöillä tarkoitamme tässä kaikkia muita henkilöitä paitsi ruumiillisen työn tekijöitä).

   Kyseisellä toimialalla on yrityksessämme ..... toimihenkilöä.

2. Kuinka monta näistä toimihenkilöistä toimii markkinointitehtävissä? (Vientimarkkinointi + kotimaan markkinointi).

   Kyseisen toimialan markkinointitehtävissä toimii ..... henkilöä.

3. Kuinka monta henkilöä kuuluu kotimaan myyntiorganisaatioonne? (Ilmoittakaa niiden henkilöiden lukumäärä, jotka hoitavat ko. toimialan tuotteiden kotimaan myyntiin liittyviä tehtäviä).

   Kotimaan myyntiorganisaatioomme kuuluu ..... henkilöä.

4. Miten tuotteidenne kotimaan myynti on järjestetty? Merkitkää rasti (x) sopivan vaihtoehdon kohdalle. (Jos myynti tapahtuu pääasiassa muualta kuin suoraan tuotantolaitokselta, ilmoittakaa konttorin (konttoreiden) sijainti).

   Kotimaan myyntimme tapahtuu pääasiassa:

   ( ) suoraan tuotantolaitoksilta
   ( ) myyntikonttorin (konttoreiden) kautta
   konttoreiden postitoimipaikat: _____

   _____

5. Vastaajan nimi: _____ Puh: _____/____

   -"- asema : _____

   Yrityksen toiminimi: _____

6. Kuinka kotimaan myyntiorganisaationne vastuualueet on jaettu?

( ) sekä tuoteryhmittäin että alueittain
( ) vain tuoteryhmittäin
( ) vain alueittain
( ) ei ole jaettu lainkaan

7. Miten ko. tuotantolaitoksen (laitosten) tuotteiden myynti jakautuu kotimaan ja viennin kesken?

tuotteista meni v. 1967	ja	v. 1972
kotimaahan n. _____ % (myös oma käyttö)		kotimaahan n. _____ %
vientiin n. _____ %		vientiin n. _____ %

8. Missä tuotantolaitoksenne sijaitsee (sijaitsevat)? Ilmoittakaa niiden tuotantolaitosten postitoimipaikat, jotka valmistavat ko. toimialan tuotteita.

Postitoimipaikat:	_____	Perustamisvuosi:	_____
-"-	_____	-"-	_____
-"-	_____	-"-	_____
-"-	_____	-"-	_____
-"-	_____	-"-	_____
-"-	_____	-"-	_____
-"-	_____	-"-	_____

9. Mikä on yrityksenne kyseessä olevan toimialan liikevaihto? (Mikäli toimialaan kuuluu useampia toimipaikkoja, ilmoittakaa toimipaikkojen yhteinen liikevaihto).

Toimialan liikevaihto v. 1972 oli
( ) alle 500.000 mk
( ) 500.000 - 2.000.000 mk
( ) 2.000.000 - 10.000.000 mk
( ) 10.000.000 - 25.000.000 mk
( ) yli 25.000.000 mk

10. Kuinka monta prosenttia toimialan liikevaihto on kasvanut viimeisen viiden vuoden aikana (1967-1972)?

Toimialan liikevaihto kasvoi keskimäärin _____ % vuodessa viimeisen viiden vuoden aikana.

11. Kuinka tuotesuunnittelu on yrityksessänne järjestetty?

Yrityksessämme on

( ) nimetty henkilö, joka käyttää vähintään puolet työajasta tuotesuunnitteluun

( ) oma osasto tuotesuunnittelua varten

( ) muu elin tuotesuunnittelua varten ("aivoriihi" tms.)

mikä? _____

( ) yrityksessämme ei suoriteta tuotesuunnittelua lainkaan

12. Suoritetaanko yrityksessänne seuraavia tuotesuunnitteluun liittyviä toimintoja? Merkitkää rasti (x) kaikkien niiden vaihtoehtojen kohdalle, jotka liittyvät yrityksenne toimintaan.

( ) uusien tuoteideoiden etsiminen, seulonta, tekninen kehittäminen ja kaupallistaminen

( ) nykyisten tuotteiden muuntamistoiminta

( ) kannattamattomien tai heikosti kannattavien eli marginaalituotteiden lopettamistoiminta

( ) ei mikään mainituista

13. Miten yrityksenne mainonta ja muu tiedotustoiminta on organisoitu?

( ) tehtäviä hoitaa henkilö, joka käyttää vähintään puolet työajastaan ko. kysymysten hoitamiseen

( ) yrityksessä on oma osasto tms. ko. tehtävien hoitamiseksi

( ) yritys käyttää ulkopuolisten mainostoimistojen palveluksia

( ) ei mikään mainituista vaihtoehdoista

14. Seuraavassa on lueteltu eräitä markkinoinnin kilpailukeinoja. Kuinka tärkeinä Te pidätte näitä tekijöitä oman toimialanne tuotteiden kotimaan markkinoinnissa? Merkitkää rasti (x) käsitystänne vastaavalle kohdalle.

	erittäin tärkeä	tärkeä	kohtalaisen tärkeä	ei kovinkaan tärkeä	ei ollenkaan tärkeä
- kyky olla ensimmäisenä markkinoilla	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- kyky vastata nopeasti markkinoilla tapahtuviin muutoksiin	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- asiakkaiden tarpeiden huomioon ottaminen ja tyydyttäminen	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- tuotteiden korkea laatutaso	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- tehokas ja edullinen valmistus	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:

	erittäin tärkeä	tärkeä	kohtalaisen tärkeä	ei kovinkaan tärkeä	ei ollenkaan tärkeä
- nopeat ja täsmälliset toimitukset	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- tehokas markkinointi	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- tehokas huolto ja palvelu	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- edulliset maksuehdot	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:

15. Alla esitetään kolme markkinoinnin suunnitteluun liittyvää osa-aluetta. Kuinka paljon ongelmia yrityksessänne esiintyy näillä osa-alueilla tapahtuvassa suunnittelussa. Merkitkää rasti (x) käsitystänne vastaavalle kohdalle sen mukaan, kuinka paljon ongelmia on nimenomaan kotimaan markkinoinnin suunnittelussa.

yrityksessämme on ...	melko paljon	jonkin verran	vain vähän	ei lainkaan
- tuotesuunnitteluun liittyviä ongelmia	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- myynnin ja jakelun suunnitteluun liittyviä ongelmia	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- mainonnan ja muun tiedotustoiminnan suunnitteluun liittyviä ongelmia	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:

16. Mikä seuraavista markkinoinnin suunnittelutilanteista koetaan yrityksessänne tärkeimmäksi? Merkitkää sulkuihin tärkeimmäksi pitämänne kohdalle n:o 1, seuraavaksi tärkeimmän n:o 2 jne. Numeroisitteko jokaisen vaihtoehdon.

( ) tuotesuunnittelu

( ) myynnin ja jakelun suunnittelu

( ) mainonnan ja muun tiedotustoiminnan suunnittelu

17. Seuraavassa on lueteltu eräitä tuotesuunnitteluun liittyviä ongelma-alueita. Merkitkää rasti (x) käsitystänne vastaavalle kohdalle taulukkoon sen mukaan, kuinka suurina näihin kysymyksiin liittyvät ongelmat yrityksessänne k o t i m a a n osalta koetaan. Toivomme Teidän vastaavan kaikkiin kysymyksiin.

Kuinka suuriksi ongelmiksi yrityksessänne koetaan...	eritt. suuria	suuria	kohtalaisia	pieniä	erittäin pieniä
- uusien tuoteideoiden etsiminen, seulonta, tekninen kehittäminen ja kaupallistaminen	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- nykyisten tuotteiden muuntamistoiminta	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:

	eritt. suuria	suuria	kohta- laisia	pieniä	erittäin pieniä
- kannattamattomien ja heikosti kannattavien tuotteiden lopettamis-toiminnat	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- sopivan raaka-aineen saantiin liittyvät kysymykset	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- tuotteen valmistukseen liittyvät kysymykset	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- tuotteen hinnoitteluun liittyvät kysymykset	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- omien tuotteiden lopullisten käyttökohteiden selvittäminen	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- minkälaisia ovat kilpailijoiden tuotteet ja mihin niitä käytetään	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- minkälaisia vaatimuksia kuluttajat asettavat tuotteillenne	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- miten ko. toimialan tuotteiden kysyntä ja tarjonta tulee kehittymään	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:

18. Seuraavassa on lueteltu eräitä myynnin ja jakelun suunnitteluun liittyviä ongelma-alueita. Merkitkää rasti (x) käsitystänne vastaavalle kohdalle taulukkoon sen mukaan, kuinka suurina näihin kysymyksiin liittyvät ongelmat yrityksessänne k o t i m a a n osalta koetaan. Toivomme Teidän vastaavan kaikkiin kysymyksiin.

Kuinka suuriksi ongelmiksi yrityksessänne koetaan ...	eritt. suuria	suuria	kohta- laisia	pieniä	erittäin pieniä
- miten tuotteet voitaisiin siirtää kuluttajille mahdollisimman alhaisin kustannuksin	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- miten toimitusaikoja voisi nopeuttaa	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- mikä olisi paras varaston koko ja kiertoaika	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- minkälaisia toivomuksia kuluttajilla on myynnin ja jakelun suhteen	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- miten ja mistä kuluttajat ostavat ko. toimialan tuotteita	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- miten kilpailijoiden myynti ja jakelu on järjestetty	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:

19. Seuraavassa on lueteltu eräitä mainonnan ja muun tiedotustoiminnan suunnitteluun liittyviä ongelma-alueita. Merkitkää rasti (x) käsityst-tänne vastaavalle kohdalle taulukkoon sen mukaan, kuinka suurina näihin alueisiin liittyvät ongelmat yrityksessänne k o t i m a a n osalta koetaan. Toivomme Teidän vastaavan kaikkiin kysymyksiin.

Kuinka suuriksi ongelmiksi yrityksessänne koetaan ...	eritt. suuria	suuria	kohta-laisia	pieniä	erittäin pieniä
- mitä kuluttajat haluavat tuotteistanne tietää	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- millaisessa muodossa kuluttajat haluavat tiedon (sana, kuva jne.)	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- millaisia kanavia pitkin sanoma menee parhaiten perille	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- kuluttajien psykologiset ominaisuudet sanoman vastaanottajina	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- mitkä ovat ne kuluttaja-ryhmät, joihin sanoma kannattaa kohdistaa	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- kuinka mainonta ja muu tiedotustoiminta tulisi ajoittaa	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- kuinka kilpailijat tiedottavat tuotteistaan	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- mainonnan ja muun tiedotustoiminnan kustannukset	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:
- millaista tulisi olla tuotealanne kuluttajavalistuksen	:__:	:__:	:__:	:__:	:__:

20. Kuinka laaja on tuotteittenne kotimaan myynti- ja jakeluverkosto?

Tuotteidenne myynti ja jakelu kattaa:

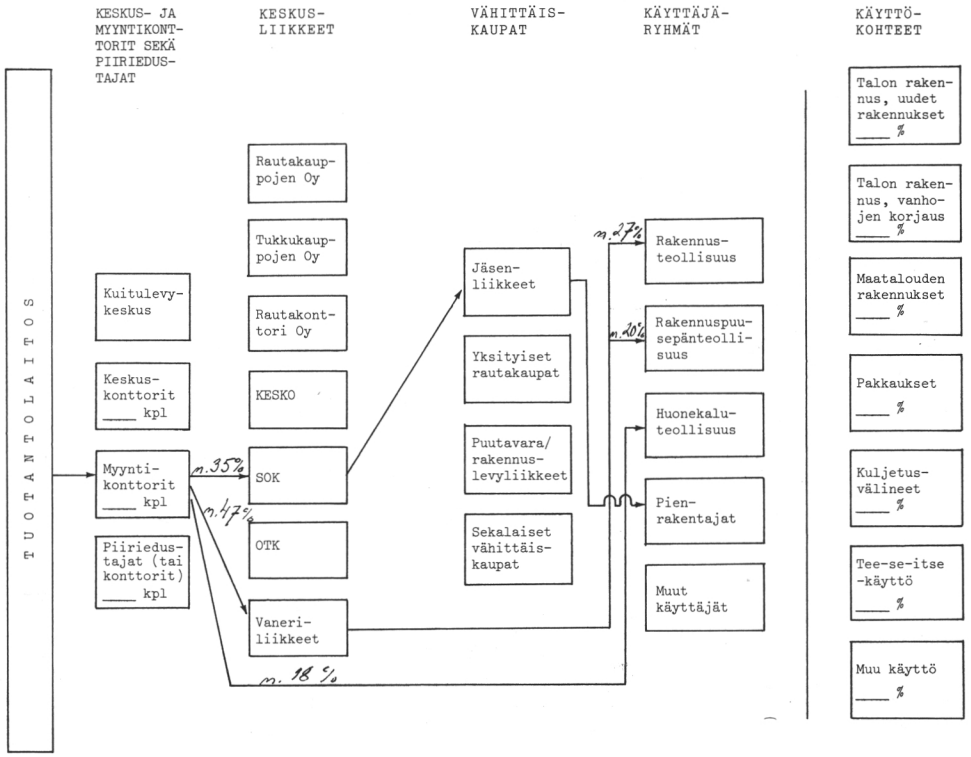
( ) vain tuotantolaitosten lähiympäristön

( ) osan Suomea (merkitsisittekö viimeisellä sivulla olevaan karttaan minkä osan)

( ) käytännöllisesti katsoen lähes koko Suomen

21. Seuraavalla sivulla kuvataan pääpiirteittäin puuteollisuustuotteiden vaihtoehtoiset kulkureitit tuotantolaitokselta eri käyttäjä- ja kuluttajaryhmille sekä tuotteiden lopulliset käyttökohteet. Merkitkää tähän kaavioon yleisimmin käyttämänne myynti- ja jakelutiet edustamanne toimialan tuotteiden osalta. Käyttäkää piirroksessa apuna nuolia sekä merkitkää esimerkin mukaan eri nuoliin määrät prosentteina. Esittäkää myös arvionne käytön määristä eri käyttökohteissa.

ESIMERKKI: Alla on kuvattu erään tuotantolaitoksen tuotteiden vaihtoehtoiset kulkureitit tuotantolaitokselta eri käyttäjä- ja kuluttajaryhmille sekä arviot käytön jakautumisesta käyttökohteittain.



TUOTANTOLAITOS
KESKUS- JA MYYNTIKONTTORIT SEKÄ PIIRIEDUSTAJAT
Kuitulevykeskus
Keskuskonttorit ___ kpl
Myyntikonttorit ___ kpl
Piiriedustajat (tai konttorit) ___ kpl
KESKUSLIIKKEET
Rautakauppojen Oy
Tukkukauppojen Oy
Rautakonttori Oy
KESKO
SOK
OTK
Vaneriliikkeet
VÄHITTÄISKAUPAT
Jäsenliikkeet
Yksityiset rautakaupat
Puutavara/rakennuslevyliikkeet
Sekalaiset vähittäiskaupat
KÄYTTÄJÄRYHMÄT
Rakennusteollisuus
Rakennuspuusepänteollisuus
Huonekaluteollisuus
Pienrakentajat
Muut käyttäjät
KÄYTTÖKOHTEET
Talon rakennus, uudet rakennukset ___ %
Talon rakennus, vanhojen korjaus ___ %
Maatalouden rakennukset ___ %
Pakkaukset ___ %
Kuljetusvälineet ___ %
Tee-se-itse-käyttö ___ %
Muu käyttö ___ %

22. Mikä Teidän mielestänne oli vaikeinta edellisellä sivulla olevaa kaaviota täyttäessänne? Merkitkää sulkuihin vaikeimman ongelman kohdalle n:o 1, seuraavaksi vaikeimman n:o 2 jne. Numeroikaa jokainen vaihtoehto.

( ) tuotteiden kulkureittien selvittäminen
( ) eri kulkureittien kautta siirtyvien tuotteiden määrien selvittäminen
( ) tuotteiden käyttökohteiden selvittäminen
( ) tuotteiden käyttäjäryhmien selvittäminen
( ) käytön määrien selvittäminen käyttökohteittain

23. Metsäntutkimuslaitos voisi mielestänne tutkia seuraavia yritystänne kiinnostavia tutkimusaiheita, jotka kokemuksenne perusteella tuntuvat ajankohtaisilta ja tarpeellisilta tutkia:

AIHEET:

_____

_____

_____

_____

_____

Seuraavat rivit ovat mahdollisia huomautuksianne varten:

_____

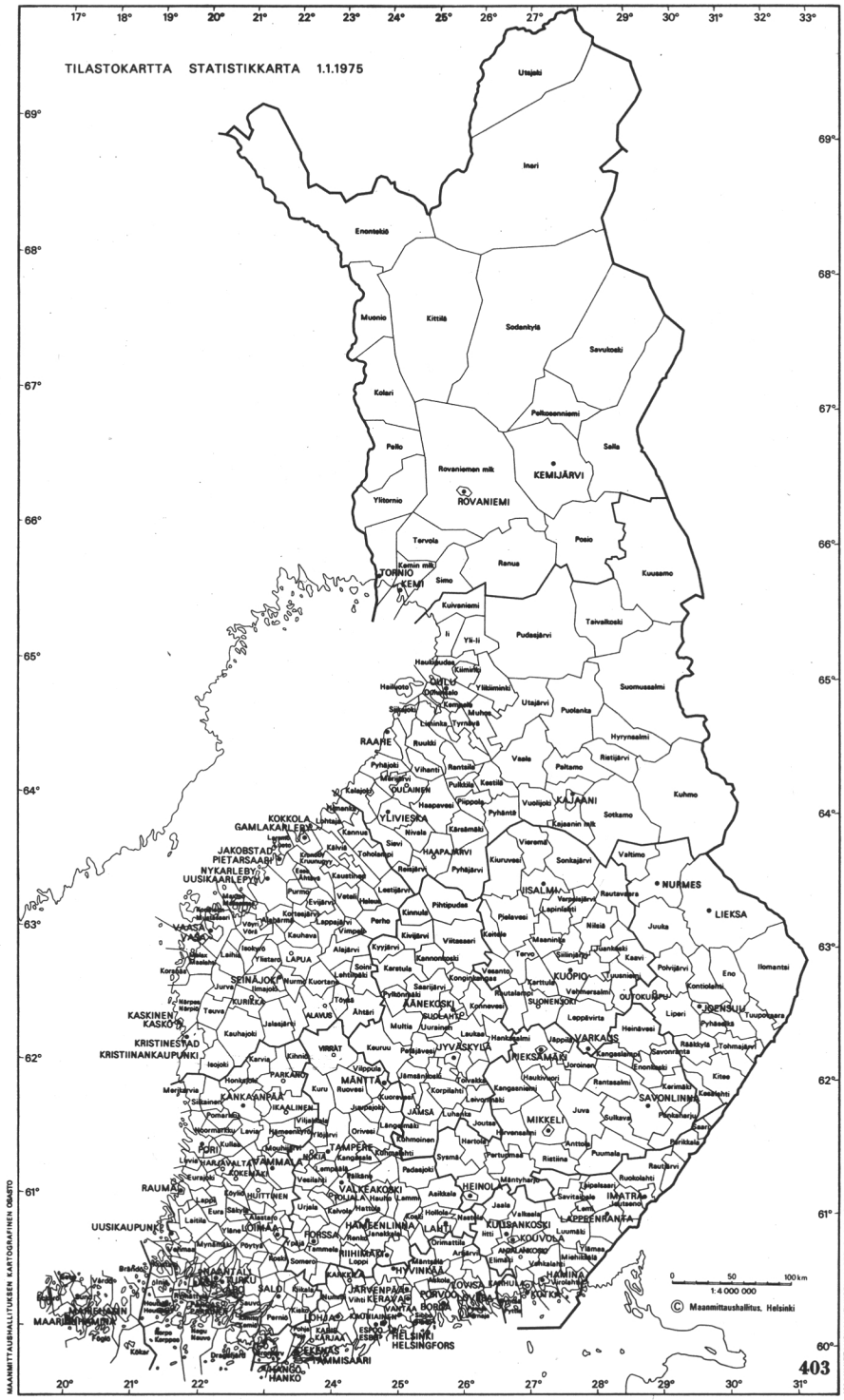
_____

_____

_____

_____

KIITOS YHTEISTYÖSTÄ


TILASTOKARTTA STATISTIKKARTA 1.1.1975
KEMIJÄRVI
ROVANIEMI
KAJAANI
NURMES
LIEKSA
JOENSUU
KUOPIO
VARKAUS
IISALMI
SAVONLINNA
MIKKELI
IMATRA
LAPPEENRANTA
KOUVOLA
KOTKA
HAMINA
HELSINKI
HELSINGFORS
TURKU
ÅBO
RAUMA
POORI
PORI
VAASA
NIVALA
OULU
TORNIO
KEMI
KOKKOLA
JYVÄSKYLÄ
JYVÄSKYLÄ
LAHTI
HEINOLA
HYVINKÄÄ
KERAVA
JÄRVENPÄÄ
TAMPERE
TAMMERFORS
HANKO
KARJAA
LOHJA
SALO
NOKIA
PORVOO
KOTKA
HAMINA
0 50 100 km
1:4 000 000
© Maanmittaushallitus, Helsinki
403
MAANMITTAUSHALLITUKSEN KARTOGRAFINEN OSASTO
MAANMITTAUSHALLITUKSEN KARTTAPAINO HELSINKI 1976

Liite 2. Muuttujien keskiarvot ja hajonnat

Muuttuja	Keskiarvo	Hajonta
1 ...	4.68	1.34
2 ...	17.72	27.16
3 ...	4.16	5.27
4 ...	3.37	4.25
5 ...	69.14	37.59
6 ...	31.38	37.75
7 ...	1.34	1.09
8 ...	.31	.59
9 ...	.39	.58
10 ...	.19	.43
11 ...	.33	.53
12 ...	1.58	.95
13 ...	46.88	34.41
14 ...	47.00	34.38
15 ...	47.27	31.81
16 ...	52.73	31.81
17 ...	2.90	1.29
18 ...	122.65	26.31
19 ...	2.21	1.00
20 ...	.56	.50
21 ...	.59	.49
22 ...	.44	.50
23 ...	.22	.41
24 ...	.16	.36
25 ...	.14	.35
26 ...	.29	.45
27 ...	.55	.50
28 ...	2.95	1.19
29 ...	3.91	1.00
30 ...	4.28	.79
31 ...	4.36	.71
32 ...	4.44	.70

Muuttuja	Keskiarvo	Hajonta
33 ...	4.50	.66
34 ...	3.68	1.06
35 ...	3.39	1.03
36 ...	2.93	1.11
37 ...	2.70	1.21
38 ...	2.57	1.00
39 ...	2.13	1.03
40 ...	1.57	.67
41 ...	1.66	.70
42 ...	2.72	.52
43 ...	3.03	1.22
44 ...	2.72	1.02
45 ...	2.16	1.10
46 ...	3.37	1.22
47 ...	2.89	.87
48 ...	2.62	.96
49 ...	2.25	.97
50 ...	2.30	.83
51 ...	3.14	1.10
52 ...	3.11	.90
53 ...	2.71	.99
54 ...	2.95	.94
55 ...	2.81	1.03
56 ...	2.73	.89
57 ...	2.37	.91
58 ...	2.24	.91
59 ...	2.45	.85
60 ...	2.43	.94
61 ...	2.53	1.10
62 ...	2.48	.99
63 ...	2.50	.99
64 ...	2.20	.98
65 ...	2.15	.95
66 ...	2.31	1.08
67 ...	2.76	1.02
68 ...	2.01	.81
69 ...	7.53	6.70

Liite 3. Yritystä kuvaavien muuttujien (= yrityskohtaisten puitetekijöiden) korrelaatiomatriisi

2														
4	.54													
5	-.31	.03												
7	.53	.45	-.09											
8	.31	.28	.04	.19										
12	.58	.45	-.23	.37	.23									
15	-.17	.07	.37	-.14	.20	-.08								
17	.62	.32	-.46	.41	.02	.52	-.51							
19	.27	.23	-.24	.17	.09	.32	.01	.43						
24	.41	.42	-.01	.26	.40	.34	.06	.27	.27					
25	.30	.31	-.23	.35	.06	.36	-.06	.39	.29	.03				
26	.50	.35	-.23	.16	.28	.35	-.04	.42	.29	.16	.11			
27	-.40	-.35	.28	-.23	-.30	-.45	.00	-.54	-.52	-.47	-.45	-.69		
69	.39	.31	-.30	.23	.31	.40	.04	.37	.40	.31	.33	.46	-.56	
	2	4	5	7	8	12	15	17	19	24	25	26	27	69

Liite 4. Yritystä kuvaavien muuttujien (= yrityskohtaisten puitetekijöiden) faktorianalyysi. Viiden faktorin pääakseliratkaisu

	I	II	III	IV	V	h_5^2
2 ...	.76	-.03	-.27	-.19	.06	.69
4 ...	.59	.29	-.32	.03	.10	.55
5 ...	-.38	.49	-.19	.04	.05	.43
7 ...	.52	-.01	-.47	.09	.08	.50
8 ...	.35	.46	-.02	-.17	-.07	.37
12 ...	.69	.01	-.16	.06	.01	.50
15 ...	-.16	.67	.14	.22	.11	.55
17 ...	.73	-.44	-.06	-.04	-.08	.74
19 ...	.53	-.02	.27	.28	-.21	.48
24 ...	.50	.34	-.11	-.11	-.39	.54
25 ...	.48	-.13	-.05	.45	.18	.49
26 ...	.64	.09	.35	-.35	.30	.74
27 ...	-.77	-.11	-.37	-.05	.02	.75
69 ...	.64	.12	.26	.08	.01	.50
Ominais-arvo	4.66	1.34	.89	.55	.37	7.80
Ominais-arvo %	33.29	9.57	6.36	3.93	2.64	
Kumulatiivinen ominaisarvo	33.29	42.86	49.22	53.15	55.79	

Liite 5. Kilpailukeinoihin suhtautumista mittaavien muuttujien korrelaatiomatriisi

28							
29	.53						
30	.23	.26					
31	.17	.09	.40				
32	.16	.22	.22	.32			
33	.14	.10	.18	.24	.27		
34	.42	.36	.23	.23	.17	.33	
35	.27	.31	.35	.34	.33	.19	.40
	28	29	30	31	32	33	34

Liite 6. Kilpailukeinoihin suhtautumista mittaavien muuttujien faktorianalyysi. Viiden faktorin pääakseliratkaisu.

	I	II	III	IV	V	h_5^2
28 ...	.57	-.46	.00	.00	-.10	.55
29 ...	.60	-.42	.11	-.15	.01	.56
30 ...	.59	.18	.27	.09	-.11	.48
31 ...	.58	.36	.09	.06	-.07	.49
32 ...	.56	.25	-.03	-.26	.08	.45
33 ...	.50	.23	-.30	-.05	-.12	.40
34 ...	.61	-.16	-.23	.17	.04	.49
35 ...	.62	.06	.05	.11	.24	.46
Ominais-arvo	2.69	.69	.24	.14	.11	3.87
Ominais-arvo %	33.63	8.63	3.00	1.75	1.38	
Kumulatiivinen ominaisarvo	33.63	42.26	45.26	47.01	48.39	

Liite 7. Erilaisia markkinointistrategioita edustavien yritysluokkien erottelu yrityskohtaisten puitetekijöiden suhteen

Erottelussa merkitsevästi lisäinformaatiota tuoneet muuttujat

Muuttuja	F-arvo	Riskip.
(26) ulkopuolisten mainost. käyttö	F(3,164)	1.00
(5) suoran myynnin suht. osuus kotimaan myynnistä	F(6,324)	1.00
(15) kotim. myynnin suhteellinen osuus liikevaihdosta v. 1972	F(9,389)	1.00
(13) kotim. myynnin suhteellinen osuus liikevaihdosta v. 1967	F(12,418)	1.00
(24) oma henkilö hoitamassa main.	F(15,431)	.95
(4) kotimaan myyntihenkilök. määrä	F(18,436)	.51

Erottelun voimakkuus

WILKS'in lambda = .774
F(18,410) = 2.17 Prob. = 1.00

Muuttujien painokertoimet (alkuperäisille muuttujille)

Muuttuja	Painokerroin	
	Erottelija I	Erottelija II
4	-.12	-.15
5	.02	-.01
13	.02	-.00
15	-.03	.02
24	1.70	-.19
26	1.63	1.26

Liite 8. Markkinoinnin suunnittelussa koettuja ongelmia mittaavien muuttujien (ongelmamuuttujien) korrelaatiomatriisi

43																						
44	.65																					
45	.29	.44																				
47	.14	.20	.20																			
48	.09	.07	.29	.25																		
49	.25	.37	.21	.07	.15																	
50	.36	.38	.22	.04	.14	.40																
51	.30	.30	.19	.12	.12	.28	.38															
53	.27	.28	.21	.35	.14	.10	.18	.13														
54	.35	.29	.23	.27	.21	.09	.19	.20	.37													
55	.12	.12	.25	.23	.39	.10	.22	.13	.22	.30												
56	.21	.11	.17	.09	.22	.15	.29	.45	.18	.37	.26											
57	.36	.19	.14	.03	.18	.32	.46	.36	.25	.27	.19	.47										
58	.33	.30	.20	.13	.23	.24	.52	.32	.29	.24	.26	.35	.55									
59	.35	.23	.16	.19	.14	.21	.36	.44	.17	.31	.23	.41	.36	.36								
60	.40	.22	.09	.08	.15	.20	.42	.41	.06	.27	.20	.37	.45	.35	.57							
61	.44	.22	.20	.20	.15	.08	.37	.25	.24	.33	.26	.27	.29	.34	.56	.64						
62	.31	.20	.14	-.04	.12	.11	.32	.36	.07	.35	.29	.28	.30	.27	.38	.61	.57					
63	.25	.09	.05	.11	.21	.10	.32	.26	.14	.12	.32	.32	.21	.18	.43	.45	.59	.38				
64	.42	.16	.04	.10	.15	.12	.32	.34	.11	.25	.21	.35	.35	.35	.51	.56	.57	.34	51			
65	.43	.33	.17	.14	.14	.22	.48	.38	.12	.26	.14	.27	.41	.46	.51	.49	.55	.39	.40	.64		
66	.45	.33	.21	.06	.20	.17	.40	.30	.18	.31	.12	.33	.21	.39	.41	.39	.39	.33	.34	.48	.50	
67	.32	.16	.16	.13	.19	.11	.31	.31	.09	.23	.22	.31	.29	.23	.37	.57	.45	.46	.38	.44	.29	.29
	43	44	45	47	48	49	50	51	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66

Liite 9. Markkinoinnin suunnittelussa koettuja ongelmia mittaavien muuttujien faktorianalyysi. Viiden faktorin pääakseliratkaisu.

	I	II	III	IV	V	h_5^2
43	.62	-.26	-.24	.33	.02	.62
44	.48	-.54	-.26	.31	.13	.70
45	.33	-.45	.13	.09	.19	.37
47	.23	-.28	.37	.14	-.16	.31
48	.31	-.17	.40	-.16	.01	.31
49	.34	-.29	-.24	-.18	.11	.30
50	.62	-.12	-.24	-.19	.00	.49
51	.55	-.03	-.14	-.18	.11	.37
53	.33	-.36	.25	.05	-.18	.33
54	.48	-.20	.25	.07	.02	.34
55	.38	-.10	.45	-.11	.08	.37
56	.54	.02	.13	-.33	.02	.42
57	.59	-.08	-.13	-.42	-.02	.54
58	.60	-.19	-.09	-.29	-.18	.52
59	.69	.15	.02	-.00	-.09	.50
60	.73	.33	-.06	.01	.18	.68
61	.72	.26	.12	.27	-.04	.68
62	.61	.26	.04	.07	.37	.58
63	.57	.34	.19	.09	-.09	.49
64	.68	.31	-.04	.09	-.26	.63
65	.70	.10	-.21	.07	-.27	.63
66	.60	-.01	-.11	.13	-.16	.41
67	.57	.23	.11	.05	.28	.47
Ominaisarvo	7.01	1.53	1.07	.86	.60	11.07
Ominaisarvo %	30.48	6.65	4.65	3.74	2.61	
Kumulatiivinen ominaisarvo	30.48	37.13	41.78	45.52	48.13	

Liite 10. Erilaisia markkinointistrategioita edustavien yritysluokkien erottelu markkinoinnin suunnittelussa koettujen ongelmien suhteen

Erottelussa merkitsevästi lisäinformaatiota tuoneet ongelmamuuttujat

Muuttuja	F-arvo	Riskip.
(48) tuotteiden hinnoittelu	F(3,174) = 47.37	1.00
(64) kommunikaation ajoitus	F(6,344) = 16.87	1.00
(51) kuluttajien vaatim. (tuote)	F(9,413) = 9,61	1.00
(53) kuljetuskustannukset	F(12,444) = 6.22	1.00
(54) toimitusajat	F(15,458) = 4.27	1.00
(60) sanoman muodon valinta	F(18,464) = 3.09	1.00
(47) valmistus	F(21,465) = 2.33	1.00
(52) kysyntä ja tarjonta	F(24,464) = 1.81	.99
(44) tuotteiden muuntaminen	F(27,462) = 1.42	.92
(65) kilpailijoiden tiedotus	F(30,458) = 1.05	.60

Erottelun voimakkuus

WILKS'in lambda = .618
F(30,414) = 2.46 Prob. = 1.00

Muuttujien painokertoimet (alkuperäisille muuttujille)

Muuttuja	Painokerroin	
	Erottelija I	Erottelija II
44	-.47	.09
47	-.48	-.08
48	-.07	-.79
51	.53	.29
52	.49	-.30
53	-.43	.45
54	.51	-.24
60	-.47	-.34
64	.01	.69
65	.57	.02

Liite 11. Toimialojen erottelu markkinoinnin suunnittelussa koettujen ongelmien suhteen

Erottelussa merkitsevästi lisäinformaatiota tuoneet ongelma-muuttujat

Muuttuja	F-arvo	Riskip.
(66) kommunikaation kustannukset	F(3,174) = 58.45	1.00
(49) loppukäytön selvittäminen	F(6,344) = 18.19	1.00
(62) vastaanottajan ominaisuudet	F(9,413) = 10.10	1.00
(55) varaston optimointi	F(12,444) = 6.23	1.00
(56) kulutt. toiv. jakelun suht.	F(15,458) = 4.32	1.00
(59) kommunik. sanom. sis. valinta	F(18,464) = 2.96	1.00
(63) kohderyhmän valinta	F(21,465) = 2.06	1.00
(44) tuotteiden muuntaminen	F(24,464) = 1.54	.95
(45) tuotteiden karsiminen	F(27,462) = 1.19	.76

Erottelun voimakkuus

WILKS'in lambda = .50
F(27,415) = 4.10 Prob. = 1.00

Muuttujien painokertoimet-(alkuperäisille muuttujille)

Muuttuja	Painokerroin	
	Erottelija I	Erottelija II
44	.38	-.34
45	-.23	.29
49	-.19	-.92
55	-.32	.22
56	-.52	-.18
59	.68	-.04
62	.45	.51
63	-.38	-.10
66	.69	.03

Liite 12. Muuttujaluettelo

1 toimiala
2 toimihenkilöiden lukumäärä
3 markkinointihenkilöiden lukumäärä
4 kotimaan myyntihenkilökunnan lukumäärä
5 suoran myynnin suht. osuus koko kotim. myynnistä
6 myynti välittäjien kautta
7 tuotantolaitosten lukumäärä
8 uusien tuotantolaitosten lukumäärä
9 tuotantolaitoksista 10-30 vuotta vanhoja (kpl)
10 - " - 30-50 vuotta vanhoja (kpl)
11 - " - yli 50 vuotta vanhoja (kpl)
12 kotimaan myynnin vastuualuejako
13 kotimaan myynnin suhteellinen osuus liikevaihdosta v. 1967
14 viennin suhteellinen osuus liikevaihdosta v. 1967
15 kotimaan myynnin suhteellinen osuus liikevaihdosta v. 1972
16 viennin suhteellinen osuus liikevaihdosta v. 1972
17 liikevaihto vuonna 1972 (vv. 1967-1972)
18 liikevaihdon vuotuinen kasvuprosentti
19 tuotesuunnittelun organisaatioaste
20 uusien tuotteiden etsiminen, kehittäminen ja kaupallistaminen
21 nykyisten tuotteiden muuntaminen
22 kannattamattomien tuotteiden karsiminen
23 ei tuotesuunnittelua
24 oma henkilö hoitamassa mainontaa
25 oma osasto hoitamassa mainontaa
26 ulkopuolisten mainostoimistojen käyttö
27 ei organisoitua mainontaa
28 kyky olla ensimmäisenä markkinoilla
29 kyky vastata nopeasti markkinoilla tapahtuv. muutoksiin
30 asiakkaiden tarpeiden huomioonottam. ja tyydyttäminen
31 tuotteen korkea laatutaso
32 tehokas ja edullinen valmistus
33 nopeat ja täsmälliset toimitukset
34 tehokas markkinointi
35 tehokas huolto ja palvelu
36 edulliset maksuehdot
37 tuotesuunnittelun paino
38 myynnin ja jakelun paino

39 kommunikaation paino
40 tuotesuunnittelun järjestys
41 myynnin ja jakelun järjestys
42 kommunikaation järjestys

43 tuoteinnovoinnin ongelmat
44 tuotteiden muuntamisen -"-
45 tuotevalikoiman karsimisen -"-
46 raaka-aineiden saannin -"-
47 valmistukseen liittyvät -"-
48 tuotteiden hinnoittelun -"-
49 loppukäyttöön liittyvät -"-
50 kilpailijoiden tuotteisiin liittyvät -"-
51 kuluttajien vaatimuksiin liittyvät -"-
52 kysyntä-tarjonta -"-
53 kuljetuskustannuksiin liittyvät -"-
54 toimitusaikoihin -"- -"-
55 varastointiin -"- -"-
56 kuluttajien toivom. (jakelu) liittyvät -"-
57 kuluttajien ostokäyttäytymiseen liittyvät -"-
58 kilpailij. jakelun tuntemis. -"- -"-
59 sanoman sisällön valintaan -"- -"-
60 sanoman muodon valintaan -"- -"-
61 kanavan valintaan -"- -"-
62 vastaanottajan ominaisuuksiin -"- -"-
63 kohderyhmän valintaan -"- -"-
64 kommunikaation ajoitukseen -"- -"-
65 kilpailijoiden tiedotukseen -"- -"-
66 kommunikaation kustannuksiin -"- -"-
67 kuluttajavalistukseen -"- -"-
68 jakelun laajuus
69 kotimaan jakelun alueellinen peittävyys

Appendix 12. List of variables

1 *sector*
2 *number of officials*
3 *number of marketing personnel*
4 *number of inland selling personnel*
5 *relative share of direct sales in the whole inland selling*
6 *sales through middlemen*
7 *number of production units*
8 *number of new production units*
9 *number of 10-30-year old production units*
10 *-"- " 30-50-year old production units*
11 *-"- " production units over 50 years of age*
12 *division of answerable areas in inland selling*
13 *relative share of inland sales in 1967 business volume*
14 *relative share of exports in 1967 business volume*
15 *relative share of inland sales in 1972 business volume*
16 *relative share of exports in 1972 business volume*
17 *business volume in 1972 (in 1967-1972)*
18 *annual growth percentage of business volume*
19 *organizational level of product planning*
20 *search, development and commercialization of new products*
21 *modification of current products*
22 *elimination of unprofitable products*
23 *no product planning*
24 *corporate official attending to advertising*
25 *corporate department attending to advertising*
26 *advertising agencies employed to advertising*
27 *no organized advertising*
28 *ability to be the first on the market*
29 *ability to respond quickly to changes on the market*
30 *considering and meeting the customers' needs*
31 *high quality of the product*
32 *effective and profitable manufacture*
33 *quick and punctual deliveries*
34 *effective marketing*
35 *effective service*
36 *favourable terms of payment*

37 weight of product planning
38 weight of sale and distribution
39 weight of communication
40 sequence of product planning
41 sequence of sale and distribution
42 sequence of communication
43 problems of product innovation
44 -"- " -"- modification
45 -"- " reducing product range
46 -"- " raw material supplies
47 -"- associated with manufacture
48 -"- of product pricing
49 -"- connected with end use
50 -"- -"- " competitors' products
51 -"- -"- " consumers' wants and desires
52 -"- of supply and demand
53 -"- connected with transportation charges
54 -"- -"- " times of delivery
55 -"- -"- " stocks held
56 -"- -"- " consumers' desires regarding distribution
57 -"- -"- " consumers' buying behaviour
58 -"- -"- " knowledge of competitors' distribution
59 -"- -"- " choosing the message content
60 -"- -"- " choosing the message presentation
61 -"- -"- " channel choosing
62 -"- -"- " receiver's characteristics
63 -"- -"- " choosing intended audience
64 -"- -"- " communication timing
65 -"- -"- " competitors' communication
66 -"- -"- " communication costs
67 -"- -"- " consumer education
68 areal coverage of distribution
69 areal coverage of inland distribution

SOSIOEKONOMISET TEKIJÄT PIENTALOJEN KOON JA MATERIAALIEN VALINNAN SELITTÄJINÄ

HEIKKI JUSLIN JA KARI VALTONEN

SUMMARY:

SOCIO-ECONOMIC VARIABLES AS EXPLANATORS OF CHOICE OF SIZE AND BUILDING MATERIALS FOR DETACHED HOUSES

HELSINKI 1976

ISBN 951-40-0201-6

Helsinki 1976. Valtion painatuskeskus

ALKUSANAT

Tämä tutkimus on syntynyt Metsäntutkimuslaitoksen metsäekonomian tutkimusosaston puutuotteiden markkinointitutkimusryhmässä ryhmän johtajan, MMT Heikki Juslinin ja tutkija, MMK Kari Valtosen yhteistyönä. Tutkimuksen ideoi Heikki Juslin. Yleissuunnittelu suoritettiin yhdessä. Tutkimuksen toteutus jakautuu tutkijoiden osalle pääpiirteissään niin, että yksilötasoisen tarkastelun on suorittanut Heikki Juslin ja yhteisötasoisen Kari Valtonen. Alaluvut 11, 121 ja 122 sekä luvut 2, 3 ja 5 on kirjoittanut Heikki Juslin. Luvun 4 ja alaluvun 123 on kirjoittanut Kari Valtonen. Tiivistelmä on kirjoitettu yhdessä.

Professorit Seppo Ervasti, Lauri Heikinheimo ja Jouko Hämäläinen ovat tutustuneet käsikirjoitukseen ja tehneet siihen rakentavia korjausehdotuksia.

Englanninkielisen tiivistelmän ovat kääntäneet MMK Kari Valtonen ja fil.kand. Heljä Valtonen ja sen on tarkistanut B. Sc. Ashley Selby. Konekirjoitustyöt on huolella suorittanut rouva Laura Colliander.

Kiitämme kaikkia tutkimukseen vaikuttaneita.

Tekijät

SISÄLLYS

Sivu

Summary 5

0. Tiivistelmä 8

1. Johdanto 11
11. Tämän tutkimusraportin synty 11
12. Rakentaja rakennusmateriaalien markkinointitoimenpiteiden kohteena 11
121. Markkinoinnin kohderyhmä ja mahdollisuudet sen tunnistamiseen 11
122. Sosioekonominen tausta kuluttajien käyttäytymisen selittäjänä 13
123. Kuluttajaa kuvaavien muuttujien aggregoinnin ongelmia 14

2. Tutkimuksen tarkoitus 16

3. Pientalojen koon ja materiaalien valinnan selittäminen rakentajien sosioekonomista taustaa kuvaavilla tekijöillä 17
31. Empiirisen tarkastelun metodinen toteutus 17
311. Käytettävät muuttujat 17
312. Käytettävät menetelmät 18
32. Tutkimusaineisto 21
321. Perusjoukko ja otos 21
322. Tiedustelu ja haastattelu sekä kato 21
323. Sekundaariaineiston hankinta 21
33. Pientalorakentajien sosioekonomisen taustan kuvaus 22
34. Pientalojen ominaisuuksien kuvaus 23
35. Pientalojen ominaisuuksien suhteet rakentajien sosioekonomiseen taustaan 25

4. Pientalotyypin ja talon koon valinnan selittäminen yhteisötasoisilla tekijöillä 28
41. Viitekehys talotyypin ja talon koon valinnan alueellisiin eroihin vaikuttavista tekijöistä 28
42. Metodiset valinnat 32
421. Muuttujien valinta 32
4211. Periaatteet 32
4212. Valitut muuttujat ja tilastoaineisto 33
422. Havainto- ja analyysiyksikön valinta 36
423. Analyysimenetelmien valinta 36
43. Tulokset talotyypin ja talon koon valinnan selittämisestä yhteisötason sosioekonomisilla tekijöillä 37
431. Rakentajien sosioekonomista taustaa kuvaavan aluetason muuttujajoukon rakenteen kuvaus 37
432. Sosioekonomista taustaa kuvaavan aluetason muuttujajoukon suhteet suoritettuun talotyypin ja talon koon valintaan 41
4321. Selitettävän ja selittävän muuttujajoukon kanoninen analyysi 41
4322. Regressiomallikokeilut puutalojen osuuden ja keskimääräisen rakennuspinta-alan selittämisessä 42
4323. Puu- ja tiilitalojen osuudet sekä keskimääräiset rakennuspinta-alat alueittain ja kuntamuodoittain 44

5. Tulosten tarkastelua 48

Viitekirjallisuus 50

Liitteet 52

SUMMARY

INDIVIDUAL AND AGGREGATE LEVEL SOCIO-ECONOMIC VARIABLES AS EXPLANATORS OF CHOICE OF SIZE AND BUILDING MATERIALS FOR DETACHED HOUSES

The problems of marketing planning as background of the study

Buildings are a major consumer of forest industry products both domestically as well as on the export market. A great part of the products of the mechanical wood processing industry are building materials. For this reason more knowledge is required concerning the selection and use of building materials in planning the production and marketing of forest industry products. Further, it is especially important in marketing planning to know the factors influencing the selection of materials.

It hardly needs saying that a marketer should have a lucid perception of the structure of the consumers (target-group) to whom he is marketing his products. Figure 1 (p. 12) shows the state of the target-group in the planning of consumer-oriented marketing. The need to know characteristic features of the target-group is clear. But many problems arise as soon as we ask what kind of characteristic features of a target-group it is necessary and sufficient for us to know. In principle it can be supposed that a model of consumer behavior should form a basis for planning of parameters in marketing. This model should include information about the consumers' needs and about the processes which result in decision to purchase commodities satisfying these needs. The requirement for a complete model of consumer behavior is, however, unrealistic in this phase of the development of consumer behavior theory. (Ways to investigate and describe the target-groups in marketing are presented in the introduction.)

Before it is possible to describe the target-group, it has to be identified. Identification assumes presence of such consumer features which characterize bodies of consumers (target-groups) who are homogeneous with respect to consumer behaviour. In figure 2 (p. 13) the approach towards identification of the target-group in marketing is described.

Variables characterizing consumer behavior can be classified in three ways:

— socio-economic variables
— variables describing internal characteristic features of a consumer
— variables describing internal processes of a consumer

Variables describing a consumer are presumed characterize classes of consumers homogeneous with respect to consumer behavior. One further condition for their use is that they should be easy to observe and measure.

Socio-economic variables describing a consumer are easy to observe and measure. This study is a review of how these variables characterize some features of consumer choice behavior.

Purpose of the study

The purpose of this study is to investigate whether the choice of materials for, and the size of, a detached house is explained by individual or aggregate level socio-economic variables. To solve the problem under study, attempts to reveal the value and importance of socio-economic variables in problems of marketing planning, especially in identification of target-group are made. The purpose of the study is thus primarily to investigate the usefulness of the socio-economic variables in choosing and identifying target-groups in marketing.

The solve this problem the following theoretical and empirical analyses are made at both individual and aggregate level:

1) the characteristics of socio-economic variables and their interrelationship
2) the relationships between socio-economic variables and variables characterizing the choice of size and building material of detached houses

The material

The present study-report is based on material collected during two different study projects. One of the studies was a review of relationships among socio-economic variables characterizing builders of detached houses (small houses of 1 or 2 dwellings) and variables characterizing their houses at individual level. This analysis was based on regionally restricted (the City of Lappeenranta) and quantitatively small sample (113 families). The other study was an analysis of the relationships among socio-economic variables and variables describing the choice of size and type of detached houses at the aggregate (commune) level. This analysis was made on the basis of statistical material collected from all Finnish communes.

The results of the study

Analysis at the individual level

Figure 3 (p. 19) seeks to concretize and systematize the framework within which the choice of the size and material for detached houses is analyzed at the individual level.

Analysis (principal-components analysis) of the individual level variables characterizing the socio-economic background of the builder families and relationships among them revealed that the socio-economic background could be portrayed by three district dimensions (Table 1, p. 22):

1) education and income
2) life cycle of the family
3) living environment

Variables characterizing the detached houses in this study could be portrayed by two dimensions (Table 2, p. 24):

1) size and price of the house
2) material used for the house

The analysis of variables characterizing the detached houses revealed that large and expensive houses are probably built of brick. The larger and more expensive the house is the lesser extent is the owner's participation in actual construction work. Such wood materials as for example board, paneling, parquetry are more frequently used as indoor surfacing material in larger and more expensive houses. The smaller and less expensive the house is the greater is the use of both normal and special particle and fibre board.

The interrelations of builder-families' socio-economic background and characteristics of their houses are analyzed by the canonical correlation analysis using composite variables (principal component score variables) and with correlation analysis using original variables. The analyses show that only social position, education and income (social and economic resources at families disposal) are relevant predictors of the characteristics of the detached house (Tables 3 and 4, p. 25—26). Further education and income are significant predictors of the size and price of a detached house. The material used for the house, however, could not be satisfactorily explained by socio-economic variables, although the correlation analysis displayed a few statistically significant correlations between the socio-economic background variables and variables measuring the material used. The generalized conclusion can be drawn that the use of brick as the building material seems to be more frequent in the upper social strata. In the upper social strata the use of wood (board, paneling, parquetry) as indoor surfacing material is more frequent as in lower social strata. On the contrary various particle and fibre boards are more used in lower strata.

Analysis at the aggregate level

The theoretical framework of this study at the aggregate level is based on the generally accepted theory of the cumulative development of regional differentiation.

All variables at the aggregate level affecting the choice of size and type of house were assumed to join together. The purpose of the analysis was to find the various dimensions of regional differentiation and to investigate their relationship to the type and size of the house. The general frame of this study at the aggregate level is shown in figure 6 (p. 31). The Figure shows that various variables are assumed to join together according to a cumulative model. The choice of this basic model notably affected the choice of analysis methods and variables.

The purpose of the factor analysis used was to make the information concerning the socio-economic background describing the living environment of the builder-families more concise and to form composite variables describing regional differentiation.

The analysis (factor analysis) of intercorrelations within the aggregate level socio-economic variables revealed that the socio-economic background could be displayed with six factors (Appendix 10, p. 59):

1) level of urbanization and education
2) level of industrialization
3) Finnish-Swedish culture dominance
4) southern location
5) supply of brick
6) supply of timber

In figure 7 (p. 41) the structure of the space of the variables explaining the choice of size and type of the house based on factor analysis is shown. The results of factor analysis clearly reveal cumulation of variables describing regional differentiation.

Two dimensions characterizing the choice of the house at the aggregate level were chosen:

1) proportion of wood-framed detached houses (choice of materials)
2) average floor area of detached houses (size of house)

The relationships between socio-economic variables at the aggregate level describing the living environment of the builder-families and chosen type and size of the house were analyzed by canonical correlation analysis and further by regression analysis and cross-tabulation. The results of canonical analysis show that the socio-economic variables at the aggregate level explain the choice of size and type of detached house, but the correlation squared remains on a rather low level (Table 5, p. 42).

Of the regression models (Appendix 12) it can be said that the »explaining capacities» remained very low. However, the models do adequately describe the relationship between the predictors and criterions. Furthermore it can be seen that the regression models are structurally almost homogeneous regardless whether the predictors were the original variables or factor score variables.

The best predictor at the aggregate level in this study is the level of urbanization and education. Also at the aggregate level the socio-economic variables generally seem to be more suitable for explaining the size of the house than the choice of building materials. The results suggest that the higher the level of development of the commune and the more southern its location the larger will be the average floor area of the houses and the higher will be the percentage of brick-built houses. The same conclusions can be made based on the cross-tabulations made in this study (see Tables 6, 7 and 8).

Conclusion

A comparison of results of the two analyses shows that the content of independent variables explaining the size (and price) of detached houses is very similar at both individual and aggregate levels. The similarity can also be found in explaining the use of building materials.

Based on the results of the present study the socio-economic variables seem to be useful for the purpose of identifying market segments which are homogeneous with respect to the consumers' choice of the size and price of detached houses. Segmentation by means of individual level socio-economic variables seems to be more useful than by means of aggregate level variables. The aggregation tends to reduce the discrimination power of the variables.

0. TIIVISTELMÄ

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää voidaanko pientalojen koon tai materiaalien valintaa selittää yksilö- tai yhteisötasoisten sosioekonomisten tekijöiden avulla. Tutkimusongelman ratkaisemiseksi tarkastellaan sekä yksilö- että yhteisötasolla sosioekonomisten muuttujien ominaisuuksia ja keskinäisiä suhteita sekä sosioekonomisten muuttujien yhteyksiä pientalojen koko- ja materiaalivalintoihin.

Tutkimusraportti perustuu kahden eri tutkimusprojektin yhteydessä tehtyihin havaintoihin. Toisessa mainituista projekteista tarkasteltiin omakotirakentajia kuvaavien yksilötasoisten sosioekonomisten tekijöiden yhteyksiä heidän rakentamansa pientalon ominaisuuksiin. Analyysi perustui alueellisesti suppeaan (Lappeenranta) ja määrällisesti pieneen (113 perhettä) näytteeseen. Toisessa projektissa tarkasteltiin yhteisötasoisten (kunta-) sosioekonomisiksi luokiteltavien tekijöiden yhteyksiä yhteisötasoisiin pientalorakentamista kuvaaviin muuttujiin. Analyysi kohdistui kaikkia Suomen kuntia kuvaavaan aineistoon.

Koska sekä yksilötasoisten että aggregoitujen sosioekonomisten tunnusten asema markkinoinnin suunnittelussa on keskeinen, päätettiin mainittujen kahden tarkastelutason analyysitulokset julkaista samassa raportissa. Tämä mahdollistaa yksilö- ja yhteisötasolla mitattujen sosioekonomisten muuttujien käyttökelpoisuuden vertailun. Käsillä olevan tutkimuksen katsotaan selvittävän sosioekonomisten muuttujien käyttökelpoisuutta nimenomaan markkinoinnin kohderyhmien valinnassa ja identifioinnissa.

Tarkasteltaessa yksilötasolla omakotirakentajien taustaa kuvaavien muuttujien ominaisuuksia ja keskinäisiä suhteita (pääkomponenttianalyysi) havaittiin, että omakotirakentajien sosioekonominen tausta on kuvattavissa kolmella selväpiirteisellä dimensiolla:

1) koulutus ja tulot
2) perheen elinvaihe
3) asuinympäristö

Perheen hankkiman omakotitalon ominaisuudet olivat tässä tutkimuksessa käytettyjen muuttujien pohjalta kuvattavissa kahdella dimensiolla:

1) talon koko ja hinta
2) talon materiaalikäyttö

Pientalojen ominaisuuksien tarkastelu toi esiin esimerkiksi seuraavia asioita. Suuremmat ja kalliimmat talot ovat todennäköisesti tiilestä rakennettuja. Mitä suurempi ja kalliimpi talo sitä vähemmän omakotirakentaja itse osallistuu rakentamiseen. Puumateriaalien (lauta, paneli, parketti) käyttö sisäpinnoissa on yleisempää suuremmissa ja kalliimmissa taloissa. Sekä normaalien että erikoislevyjen käyttö puolestaan liittyy pienempiin ja halvempiin taloihin.

Omakotirakentajien sosioekonomisen taustan ja heidän hankkimansa pientalon ominaisuuksien suhteita tarkasteltaessa havaittiin, että sosioekonomisen taustan osatekijöistä ovat ainoastaan koulutus ja tulot (perheen sosiaaliset ja ekonomiset mahdollisuudet) relevantteja hankitun pientalon ominaisuuksien selittäjiä. Koulutuksella ja tuloilla pystytään tyydyttävästi selittämään vain hankitun pientalon kokoa ja hintaa. Sen sijaan näyttää siltä, että rakentajien sosioekonomista taustaa kuvaavat muuttujat eivät riitä haettaessa tyydyttävää selitystä materiaalivalinnoille. Eräitä tilastollisesti merkitseviä riippuvuuksia rakentajien sosioekonomista taustaa ja pientalojen materiaalikäyttöä kuvaavien muuttujien välillä tosin löytyy. Yleisesti voidaan todeta, että tiilen käyttö näyttää suhteellisesti lisääntyvän siirryttäessä ylempiin sosiaalisiin kerrostumiin.

Talon kokoa ja materiaalien valintaa mahdollisesti selittävät yhteisötason muuttujat ryhmittyvät (faktorianalyysi) seuraaviksi kuudeksi dimensioksi:

1) kaupunkimaisuus ja tiedon taso
2) teollistuneisuus
3) ruotsinkielisyys
4) eteläisyys
5) tiilen tarjonta
6) puun tarjonta

Suoritettua valintaa kuvaamaan valittiin aluetason tarkastelussa kaksi dimensiota:

1) puutalojen suhteellinen osuus (materiaalien valinta)
2) keskimääräinen rakennuspinta-ala (talon koko)

Tarkasteltaessa yhteisötason sosioekonomisia tekijöitä pientalojen koon ja materiaalien valinnan selittäjinä voidaan todeta, että yhteisötason tekijät selittävät talon kokoa ja materiaalien valintaa, mutta selitysaste ei nouse kovin korkeaksi. Paras aluetason selittäjä näyttää tämän tutkimuksen mukaan olevan kaupunkimaisuus ja tiedon taso. Myös yhteisötasolla voidaan selvästi paremmin selittää talon kokoa kuin valittua talotyyppiä. Tuloksista voidaan todeta, että mitä korkeampi on alueen kehittyneisyys ja mitä etelämpänä kunta sijaitsee, sitä suurempia pientaloja keskimäärin rakennetaan ja sitä suurempi on myös tiilitalojen osuus.

Verrattaessa yksilö- ja yhteisötasolla suoritettujen analyysien tuloksia havaitaan, että pientalojen kokoa (ja hintaa) selittävät tekijät ovat yksilö- ja yhteisötasolla hyvin samansisältöisiä. Samaa voidaan sanoa materiaalikäytön selityksestä.

Tutkimuksen tulosten perusteella näyttää siltä, että sosioekonomisten muuttujien käyttö on mahdollista pyrittäessä segmentoimaan markkinat hankittavien pientalojen koon ja hinnan suhteen homogeenisiin luokkiin. Yksilötasoiset sosioekonomiset muuttujat näyttävät olevan segmentointikriteereinä parempia kuin alueellisesti aggregoidut muuttujat. Alueellisen aggregoinnin keskiarvoistava vaikutus näyttää heikentävän muuttujien erottelukykyä.

1. JOHDANTO

11. Tämän tutkimusraportin synty

Metsäntutkimuslaitoksen metsäekonomian tutkimusosastolla on kahden tutkimusprojektin yhteydessä selvitetty omakotitalon rakennusmateriaalien valintaa. Kummassakin tapauksessa valintoja on pyritty selittämään myös rakentajien sosioekonomista taustaa kuvaavilla tai niihin rinnastettavilla muuttujilla. Mainittujen selitysyritysten suurin ero on siinä, että toisessa valintoja pyritään selittämään yksilötasoisin tekijöin, toisessa yhteisötasoisin tekijöin.

Kun otetaan huomioon sosioekonomisten muuttujien käyttö markkinoinnin kohderyhmäkuvauksissa, tuntuu tarkoituksenmukaiselta julkaista kummankin selitysyrityksen tulokset samassa tutkimusraportissa, mikä mahdollistaa yksilö- ja yhteisötasoisen tarkastelun vertailun. Mainitut tutkimusprojektit poikkeavat tutkimusasetelmiltaan siinä määrin, että kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä ei vertailuissa ole syytä tehdä. Suuntaa-antavina voitaneen tuloksia kuitenkin pitää.

Selvyyden vuoksi korostettakoon, että yksilötason tarkastelussa valintoja kuvaavat muuttujat sekä valtaosa sosioekonomista taustaa kuvaavista muuttujista on yksittäistä omakotirakentajaa kuvaavia. Yhteisötason tarkastelussa sekä valintoja että sosioekonomista taustaa kuvaavat muuttujat ovat aggregaatteja (kuntatasolla).

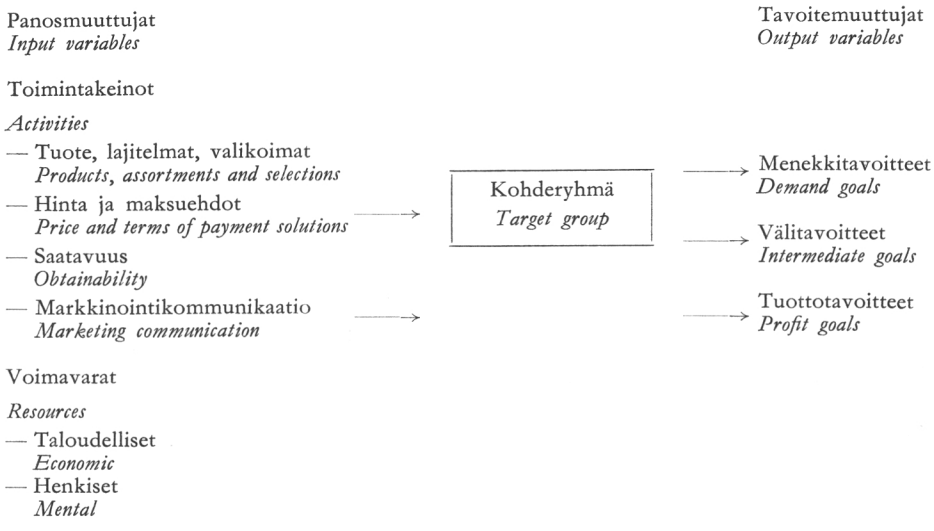
12. Rakentaja rakennusmateriaalien markkinointitoimenpiteiden kohteena

121. Markkinoinnin kohderyhmä ja mahdollisuudet sen tunnistamiseen

Tuntuu lähes triviaalilta edellyttää, että markkinoijalla tulisi olla selkiintynyt kuva (käsitys) siitä kuluttajajoukosta, jolle hän tuotteitaan markkinoi. Markkinointitoimenpiteiden kohteena olevaa kuluttajajoukkoa on tapana nimittää kohderyhmäksi. Kohderyhmävalinta muodostaa merkittävän lähtökohtapäätöksen markkinoinnin suunnittelussa (S ä r k i s i l t a 1974, s. 64). Kohderyhmän asema ns. kysyntäsuuntaisen markkinoinnin suunnittelussa ilmenee kuvasta 1.

Vaatimus kohderyhmän ominaisuuksien tuntemisesta tuntuu ongelmattomalta. Ongelmat nousevat sen sijaan esiin heti, kun kysytään, minkälaisten kohderyhmän

Kuva 1. Kohderyhmä markkinoinnin suunnittelussa
Figure 1. Target group in marketing planning

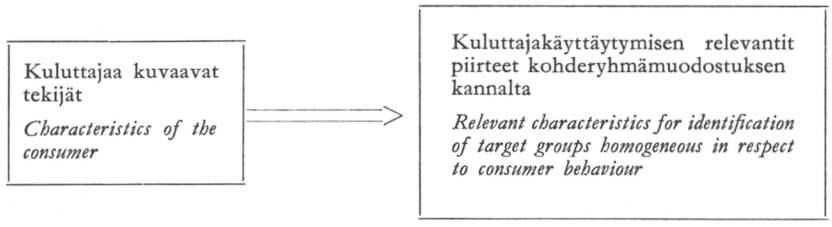


Lähde: Särkisilta 1974, s. 64
Source:

ominaisuuksien tunteminen on välttämätöntä tai riittävää markkinoinnin suunnittelijalle. Periaatteessa voidaan edellyttää, että markkinoinnin toimintakeinojen suunnittelun pohjana tulisi olla kuluttajakuva, joka sisältäisi informaatiota kuluttajien tarpeista ja niistä prosesseista, jotka johtavat päätöksiin näitä tarpeita tyydyttävien hyödykkeiden hankinnasta. Vaatimus täydellisestä kuluttajakuvasta on kuitenkin kuluttajakäyttäytymisen teoriakehityksen tässä vaiheessa epärealistinen. Tavanomaista on kutsua mainittuja kuluttajakuvia malleiksi ja niitä tekijöitä, joilla kuluttajien käyttäytymistä selitetään, muuttujiksi. Kuluttajakäyttäytymisen tutkimus on tuottanut suuren joukon kuluttajien käyttäytymistä selittäviä tai kuvaavia malleja.

Edellä esitetyn perusteella voidaan olettaa, että erilaisten mallien käyttökelpoisuus markkinoinnin kohderyhmän kuvauksissa riippuu siitä, kuinka hyvin mallin muuttujat liittyvät kulloiseenkin suunnittelutilanteeseen ja kuinka hyvin ne selittävät niitä käyttäytymismuotoja, joista markkinoinnin suunnittelija on kulloinkin kiinnostunut. Ennen kuin kohderyhmän kuvaaminen on mahdollista, tarvitaan kuitenkin keinoja kohderyhmän tunnistamiseen. Tunnistaminen edellyttää sellaisten tekijöiden olemassaoloa, jotka luonnehtivat tiettyjen käyttäytymispiirteiden suhteen homogeenisia kuluttajaryhmiä (= kohderyhmiä). Markkinoinnin kohderyhmän tunnistaminen edellyttää seuraavanlaista tutkimusasetelmaa (kuva 2).

Kuva 2. Markkinoinnin kohderyhmän tunnistaminen
Figure 2. Identification of target group in marketing



Kuluttajaa kuvaavat tekijät voidaan luokitella kolmeen luokkaan:

— sosioekonomiset tekijät
— kuluttajan sisäisiä ominaisuuksia kuvaavat tekijät
— kuluttajan sisäisiä prosesseja kuvaavat tekijät

Kuluttajaa kuvaavilta tekijöiltä edellytetään, että ne luonnehtivat tiettyjen käyttäytymispiirteiden suhteen homogeenisia kuluttajaluokkia. Toinen niiden käyttöön liittyvä edellytys on, että ne olisivat helposti havaittavia ja mitattavia.

Kuluttajaa kuvaavat sosioekonomiset tekijät ovat helposti havaittavia ja mitattavia. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan, kuinka ne luonnehtivat tiettyjä kuluttajan valintakäyttäytymisen piirteitä.

Koska valintakäyttäytymiseen vaikuttavia sosioekonomisia tekijöitä on mahdollista mitata sekä yksilö- että yhteisötasolla, on tarkoituksenmukaista vertailla näiden eritasoisten operationalisointien käyttökelpoisuutta kuluttajien valintakäyttäytymisen selittämisessä.

122. Sosioekonominen tausta kuluttajien käyttäytymisen selittäjänä

Sosioekonomista taustaa kuvaavien muuttujien käytöstä kuluttajien käyttäytymisen selittämisessä ja näin myös markkinoinnin kohderyhmien tunnistamisessa on olemassa kahdenlaisia selvästi toisistaan poikkeavia näkemyksiä. Hansen (1972, s. 371—372) viittaa tutkimuksiin, joissa sosioekonomiset ja demografiset muuttujat eivät ole osoittautuneet kovin hyviksi kuluttajakäyttäytymisen selittäjiksi.

Tarkasteltuaan monipuolisesti sosioekonomisen taustan vaikutuksia kuluttajakäyttäytymiseen Engel et al. (1968, s. 263—308) päätyvät pitämään sosioekonomista taustaa, etenkin sosiaaliluokkaa, tärkeimpänä segmentoinnin perustana. Näkemystään he perustelevat esimerkiksi seuraavilla syillä (Engel et al. 1968, s. 305):

1. Sosiaaliluokat ovat homogeenisia ryhmiä.
2. Sosiaaliluokat ovat kvantifioitavissa.
3. Sosiaaliluokat ovat identifioitavissa maantieteellisin perustein.
4. Sosiaaliluokkiin kohdistuvalla tutkimuksella on vankka asema kuluttajakäyttäytymisen teoriassa.

Edellä esitetyt, toisistaan ratkaisevasti poikkeavat kannanotot ilmentävät olemassa olevia ristiriitaisia näkemyksiä sosioekonomisten muuttujien käytöstä kuluttajien käyttäytymisen selityksissä. Näistä ristiriitaisista näkemyksistä huolimatta sosioekonomisten muuttujien käyttö kuluttajan käyttäytymistä selvittävissä tutkimuksissa on hyvin yleistä. Niiden käyttöön on olemassa ainakin kaksi yleistä syytä. Sosioekonomista taustaa kuvaavat tekijät ovat helposti havaittavissa ja suhteellisen luotettavasti mitattavissa. Toisaalta näiden muuttujien on todettu olevan melko hyviä yksilön elämän olosuhteiden ja ympäristön vaikutusten indikaattoreita etenkin taloudellista käyttäytymistä selitettäessä (ks. Hill 1961, s. 67—69).

Vaikka sosioekonomisten muuttujien avulla ei pystyttäisikään suoraan selittämään tiettyjä käyttäytymispiirteitä, voidaan niitä käyttää ympäristön vaikutusten tai ryhmäjäsenyyden ilmaisijoina, indikaattoreina (ks. Valkonen 1970, s. 7). Sosioekonomisten muuttujien voidaan tulkita ilmentävän yksilöiden asemaa sosiaalisessa rakenteessa, joka puolestaan vaikuttaa yksilöiden käyttäytymiseen. Ihmisten, joilla on samanlainen asema sosiaalisessa rakenteessa, voidaan olettaa olevan alttiina samanlaisille sosiaalisille ärsykkeille ja tuloksena syntyy suhteellisen samanlaista käyttäytymistä (De Fleur 1970, s. 123). Esimerkkinä suomalaisista tutkimuksista, joissa kerrostumaeroja on käytetty kuluttajakäyttäytymisen selittämiseen, mainittakoon Koskisen (1971) tutkimus »Jokapäiväinen leipämme».

On syytä korostaa, että tässä tutkimuksessa käsitettä sosioekonominen tausta käytetään hyvin laajassa merkityksessä. Se käsittää suuren joukon kuluttajaa ja hänen asuinympäristöään kuvaavia tekijöitä. Sosioekonomisen taustan operationaalista sisältöä tarkastellaan yksityiskohtaisesti muuttujien valinnan käsittelyn yhteydessä.

123. Kuluttajaa kuvaavien muuttujien aggregoinnin ongelmia

Kuluttajayhteisöön kohdistuvaa tutkimusta nimitetään makrotaloudelliseksi kuluttajan käyttäytymisen tutkimukseksi. Nicosian (1966, s. 51) mukaan makrotaloudellisen tutkimuksen havaintoyksikkönä on aggregaatti ja näissä tutkimuksissa tarkastellaan nimenomaan aggregaattien valintakäyttäytymistä.

Yleisin selittävä tekijä näissä tutkimuksissa on tulot; tutkitaan tulojen ja kulutuksen välistä yhteyttä. Seuraavaksi tutkitaan, mitkä tekijät selittävät tulo-kulutussuhteessa havaittavaa vaihtelua. Tällaisina tekijöinä käytetään muita taloudellisia tekijöitä, kuten hintoja, tulotyyppejä jne., sosiodemografisia tekijöitä, kuten ikää, rotua,

asuinpaikkaa, koulutusta jne. sekä sosiaalipsykologisia tekijöitä. Nicosian (1966, s. 52) mukaan makrotaloudelliset tutkimukset ovat kuitenkin useimmiten tulo-kulutussuhteen analysointia kuin kuluttajan käyttäytymisen tutkimista. Analyysi johtaa pikemminkin erilaisiin kuvausmalleihin kuin varsinaisiin eri tekijöiden suhteita selittäviin malleihin.

Valintateorian pohjalta johdettujen kysyntäfunktioiden soveltamista aggregaattitason tutkimuksiin on kuitenkin kritisoitu. Arvostelu kohdistuu ennen kaikkea siihen, että ekonominen kuluttajamalli lähtee täysin annetuista preferensseistä, ts. oletetaan, että kaikilla kuluttajilla on tietyt samanlaiset preferenssit. Tämä oletus on ilmeisen epärealistinen ja sulkee pois tärkeitä kulutukseen vaikuttavia riippuvuuksia (Hämäläinen 1972, s. 31). Tämän takia empiirisissä kysyntätutkimuksissa on jouduttu käyttämään monia lisämuuttujia, joiden pohja on enemmänkin erilaisissa käyttäytymistieteellisissä, lähinnä sosiologisissa malleissa. Näiden mallien käyttöä makrotaloudellisen tutkimuksen pohjana katsotaan rajoittavan sen, että ne on rakennettu kuvaamaan kuluttajan käyttäytymistä yksilötasolla.

Makrotason tarkastelussa havaittujen eri muuttujien välisten suhteiden voidaan luonnollisesti ajatella selittävän tutkimuksessa käytettyjen havaintoyksiköiden, aggregaattien, valintakäyttäytymistä. Ongelmallisempi on sen sijaan kysymys, kuinka aggregaattitasolla löydettävät muuttujien väliset suhteet voidaan tulkita yksilötasolle. Nicosia (1966, s. 54) korostaa suurta varovaisuutta tämänlaatuisen tulkinnan tekemisessä.

Useat tutkijat suhtautuvat hyvin varauksellisesti juuri ekologisten korrelaatioiden [1]) tulkintaan kuvata yksilöiden käyttäytymistä. Eskolan (1967, s. 98—99) mukaan ekologisissa tutkimuksissa ei ole tulkintavaikeuksia silloin, kun pyritään selittämään kokonaisiin alueisiin tai yhteisöihin liittyviä ilmiöitä, ei myöskään silloin, kun aluekohtaisia tietoja käytetään kuvaamaan yksilöiden elinympäristöä. Riihisen (1965, s. 88—91) mukaan ekologisiin korrelaatioihin perustuvissa yksilöihin kytketyissä tulkinnoissa ei kyetä tekemään syysuhteita koskevia kausaalisia päätelmiä, vaan on turvauduttava kausaaliseen tulkintaan. Tulkinnassa joudutaan käyttämään apuna lähinnä yksilöpsykologiselta pohjalta johdettuja välittäviä mekanismeja.

Yksilö- ja yhteisötasoisten sosiaalista taustaa kuvaavien muuttujien käyttöön todettiin edellä liittyvän monenlaisia ongelmia. Ongelmat korostuvat, kun joudutaan liikkumaan rinnan molemmilla muuttujatasoilla. Tässä tutkimuksessa mainitut ongelmat tulevat tarkastelun kohteiksi pyrittäessä selittämään pientalon hankintaan liittyviä valintoja (koko, materiaalikäyttö) yksilö- ja yhteisötasoisilla sosioekonomisilla tekijöillä.

[1]) Ekologisiksi korrelaatioiksi nimitetään aluetta tai yhteisöä kuvaavien muuttujien välisiä korrelaatioita (Eskola 1967, s. 98).

2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää:

voidaanko pientalojen koon tai materiaalien valintaa selittää yksilö- tai yhteisötasoisten sosioekonomisten tekijöiden avulla.

Mainitun ongelman ratkaisun katsotaan selvittävän sosioekonomisten muuttujien arvoa ja merkitystä markkinoinnin suunnitteluun liittyvissä ongelmissa, etenkin kohderyhmän määrittelyssä. Tutkimuksen tarkoituksena on siis lähinnä selvittää sosioekonomisten muuttujien käyttökelpoisuutta markkinoinnin kohderyhmän valinnassa ja identifioinnissa.

Tutkimuksen ongelman ratkaisemiseksi tarkastellaan sekä yksilö- että yhteisötasolla:

1) sosioekonomisten muuttujien ominaisuuksia ja keskinäisiä suhteita
2) sosioekonomisten muuttujien yhteyksiä pientalojen koko- ja materiaalivalintoihin.

3. PIENTALOJEN KOON JA MATERIAALIEN VALINNAN SELITTÄMINEN RAKENTAJIEN SOSIOEKONOMISTA TAUSTAA KUVAAVILLA TEKIJÖILLÄ

31. Empiirisen tarkastelun metodinen toteutus

311. Käytettävät muuttujat

Koska yksilötason tarkastelussa selvitellään pientalojen koon ja materiaalikäytön ja rakentajien sosioekonomisen taustan välisiä suhteita, tarvitaan analyyseissä sekä rakentajaa että taloa kuvaavia muuttujia.

Omakotirakentajien sosioekonomista taustaa kuvaava muuttujaryhmä on tässä tutkimuksessa (kuten yleensäkin) kovin kirjava. Se sisältää omakotirakentajan sosiaalisia, demografisia ja ekonomisia ominaisuuksia kuvaavia muuttujia sekä eräitä heidän asuinympäristöään kuvaavia ekologisia muuttujia. Muuttujien valinnan perusteita on tarkemmin selvitetty toisaalla (J u s l i n 1972 a). Analyyseissä käytettiin seuraavia muuttujia:

(1) kuntamuoto
(2) asuinympäristön kaupunkimaisuus (etäisyys kaupungin keskustasta)
(4) aviopuolisoiden keski-ikä
(6) miehen sosiaaliluokka
(9) ero aviopuolisoiden sosiaalisessa taustassa
(11) lasten lukumäärä
(12) lapsista alle 15 v.
(15) miehen koulutus
(20) ero aviopuolisoiden koulutustasossa
(179) aravalaina
(190) verotettava tulo
(193) velat

Omakotitaloa kuvaavina muuttujina käytettiin seuraavia koko talokokonaisuutta kuvaavia sellaisenaan mitattuja muuttujia:

(13) talotyyppi
(14) talon rakentamistapa
(173) asuntopinta-ala
(174) huoneiden lukumäärä
(178) kustannusarvio

Näiden lisäksi muodostettiin talon eri rakennuskohteissa käytetyistä materiaaleista tehtyihin havaintoihin nojautuen seuraavat omakotitaloa kuvaavat yhdistetyt muuttujat:

(181) puun käytön runsaus
(182) kivimateriaalien käytön runsaus
(184) lastu- tai kuitulevyn käytön runsaus
(185) erikoislevyjen käytön runsaus

Muuttujien muodostamiseen liittyvää metodista lisävalaistusta saa esimerkiksi Juslinin (1972 b) tuotekuvauksia käsittelevästä artikkelista.

312. Käytettävät menetelmät

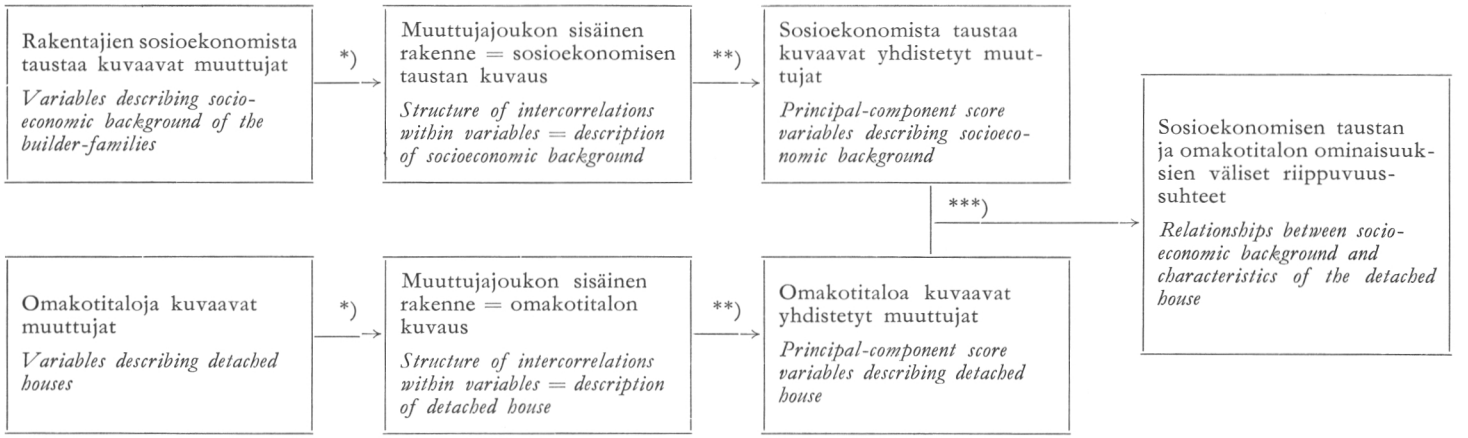
Yksilötason tarkastelussa käytettävät menetelmät ilmenevät kuvasta 3.

Rakentajien sosioekonomista taustaa ja pientaloja kuvaavien muuttujajoukkojen sisäisen rakenteen selvittämisessä vaihtoehtoisia menetelmiä ovat faktorianalyysi ja pääkomponenttianalyysi. Pääkomponenttianalyysin käyttöön päädyttiin, koska sen todettiin kuvausominaisuuksiltaan vastaavan faktorianalyysiä ja koska se tuottaa keskenään korreloimattomia yhdistettyjä muuttujia ja on näin ollen edullisempi yhdistettyjen muuttujien muodostamisessa. Yhdistettyjen muuttujien korreloimattomuus on huomionarvoinen kanonista analyysiä ajatellen. Faktorianalyysin ja pääkomponenttianalyysin vaihtoehtoista käyttöä on yksityiskohtaisemmin tarkasteltu toisaalla (Juslin 1975).

Tarkasteltavien muuttujajoukkojen sisäisen rakenteen analysointia seuraa näiden muuttujajoukkojen välisten riippuvuussuhteiden tarkastelu. Kummankin muuttujajoukon sisäisen rakenteen perusteella muodostetaan yhdistetyt muuttujat, jotka toimivat jatkoanalyysissä omakotirakentajien sosioekonomisen taustan ja pientalojen ominaisuuksien operationaalisina vastineina. Analyysiongelmaksi muodostuu täten mainituista yhdistetyistä muuttujista koostuvien muuttujaryhmien välisen riippuvuuden tarkastelu. Tällaisessa analyysitilanteessa tarjoaa kanoninen analyysi eräitä etuja muihin analyysimenetelmiin verrattuna. Ennen kanonisen analyysin lähempää

Kuva 3. Pientalojen koon ja materiaalien valinnan selittäminen rakentajien sosioekonomista taustaa kuvaavilla tekijöillä, analyysikaavio

Figure 3. Framework within which the study objective is analyzed at the individual level. Explanation of the choice of the size and materials for detached houses by variables describing socioeconomic background



*) pääkomponenttianalyysi
principal-components analysis

**) pääkomponenttipisteiden lasku
formation of principal-component score variables

***) kanoninen analyysi täydennettynä alkuperäisten muuttujien välisten korrelaatioiden tarkastelulla
canonical analysis completed with analysis of correlations between original variables

käsittelyä on syytä lyhyesti tarkastella eräitä muita ko. analyysitilanteessa mahdollisia menetelmävaihtoehtoja.

Kahden pääkomponenttipistemuuttujaryhmän välisiä suhteita olisi voitu tarkastella korreloimalla nämä muuttujat keskenään ja analysoimalla muodostunutta korrelaatiomatriisia. Tätä analysointia voidaan syventää käyttämällä hyväksi elaboraatiota (ks. Järveläinen 1971). Korrelaatiomatriisin sisältämän informaation hyväksikäyttöä voidaan kuitenkin täydentää kanonisella analyysillä.

Kahden muuttujaryhmän välisiä suhteita voitaisiin tarkastella myös asettamalla vuoronperään kukin toisen muuttujaryhmän variaabeli kriteeriksi regressioanalyysiin. Vaikkakin regressioanalyysi tuottaa eräissä suhteissa täydellisempää informaatiota kuin kanoninen analyysi, ei sitä ole mahdollista käyttää kokonaisvaltaisesti kahden muuttujaryhmän välisen suhteen analysoinnissa, jos kummassakin näistä muuttujaryhmistä on useampia muuttujia kuin yksi. Kanonisen analyysin tuottamaa informaatiota on mahdollisuus täydentää regressioanalyysein.

Mikäli tässä tutkimuksessa olisi kiinnitetty huomiota pelkästään tutkittavien osa-alueiden välisen riippuvuuden voimakkuuteen, olisi kanoninen analyysi kannattanut toteuttaa alkuperäisillä muuttujilla (ks. Juslin 1970). Tällöin olisi analyysitulosten tulkittavuus kuitenkin huomattavasti kärsinyt. Kanonista analyysiä on moitittu sen tulosten hankalan tulkittavuuden suhteen. Tämä hankaluus on kuitenkin ainakin osittain poistettavissa käyttämällä analyysissä sopivassa muodossa olevia, harvalukuisia muuttujia. Hedelmällisimmät tulkintamahdollisuudet tarjoaa kanoninen analyysi silloin, kun molemmat muuttujaryhmät muodostuvat korreloimattomista pääkomponenttipistemääristä (ks. Kulokari 1970, s. 49).

Vaikkakin muuttujien kanonisilla variaateilla saamat painokertoimet vastaavat tyypiltään regressiokertoimia, voidaan ne eräissä tapauksissa Konttisen (1969) mukaan tulkita samalla tavalla kuin lataukset faktorianalyysissä. Kun kanoninen analyysi toteutetaan täydellisen pääkomponenttianalyysin tuottamista komponenteista, voidaan saatavia kanonisia variaatteja pitää suorakulmaisina komponentteina tai faktoreina, jotka on rotatoitu niin, että rotaation jälkeen ensimmäiset faktorit korreloivat voimakkaimmin keskenään, toiset faktorit toiseksi voimakkaimmin jne. (Konttinen 1969, s. 6). Jos Konttisen (1969) mainitsemat ehdot eivät ole täytetty, voidaan kanonisen analyysin yhteydessä tulkinta kuitenkin suorittaa faktoritulkintaa muistuttavalla tavalla. Tällöin tarkastellaan analyysissä käytettyjen muuttujien korrelaatioita kanonisiin variaatteihin. Nämä korrelaatiot vastaavat faktorianalyysin latauksia, jotka voidaan tulkita muuttujien korrelaatioiksi muodostuneisiin faktoreihin.

Tutkimuksessa käytettävien analyysimenetelmien kyky informaation voimakkaaseen tiivistämiseen tuo mukanaan myös eräitä ongelmia. Tiivistäessään hyvin voimakkaasti informaatioita käytetyt menetelmät vähentävät ratkaisevasti detaljitarkastelun mahdollisuuksia. Mainittuja haittoja pyritään vähentämään tarkastelemalla kanonisen analyysin tulosten rinnalla alkuperäisten muuttujien välisiä korrelaatioita.

32. Tutkimusaineisto

321. Perusjoukko ja otos

Tutkimuksen perusjoukon muodostivat kaikki Lappeenrannassa ja Lauritsalassa vuosina 1964—1967 uusiin omakotitaloihinsa muuttaneet perheet. Uutena pidettiin omakotitaloa, jonka rakennusvaiheen loppukatselmus oli suoritettu tuona aikana. Omakotitaloiksi luettiin kaikki 1 tai 2 huoneistoa käsittävät pientalot. Perusjoukko luetteloitiin Lappeenrannan kaupungin rakennustarkastusviraston kortistoista ja siihen kuului n. 470 omakotitalon omistavaa perhettä.

Otos poimittiin perusjoukon luettelosta yksivaiheista satunnaisotantaa käyttäen. Otoksen suuruus oli 150 perhettä (300 aviopuolisoa), joten otantaosuudeksi tuli n. 30 %.

322. Tiedustelu ja haastattelu sekä kato

Näyteperheille lähetettiin postitse tiedustelulomakkeet, jotka sisälsivät kysymyksiä edellä mainituista muuttujaryhmistä (luku 311). Kadon minimoimiseksi kerättiin lähetetyt tiedustelulomakkeet henkilökohtaisesti. Samalla, kun näihin lomakkeisiin annetut vastaukset tarkastettiin, otettiin reliabiliteettihavainnot sekä merkittiin muistiin talon eri rakennuskohteissa käytetyt materiaalit.

Edellä kuvatun menettelyn jälkeen jäi kadon suuruudeksi 17 perhettä. Vastaamisprosentin suuruudeksi tuli näin ollen 89. Katoa aiheuttivat lähinnä omistajan vaihtuminen (syynä poismuutto tai kuolema) ja vastaamatta jättäminen. Puutteellisten havaintojen vuoksi jouduttiin analyysistä poistamaan kaksikymmentä perhettä. Puutteellisia vastauksia aiheuttivat eräät tavallisuudesta poikkeavat piirteet joko talossa tai talon hankinnassa (esim. kellari puuttui, jolloin ei ole voitu päättää kellarirakenteesta tai talo oli hankittu valmiina tai puolivalmiina, jolloin omaa mielipidettä ei oltu saatu esiin kaikissa materiaalivalinnoissa). Kadon ja hylkäämisen jälkeen analyysiin tuli mukaan 113 perhettä, mikä on 75 % otoksesta. Koska prosenttiluku on näinkin korkea, ei analyysin ulkopuolelle jääviä havaintoja ole katsottu aiheelliseksi ottaa huomioon tutkimuksen tuloksia tulkittaessa.

323. Sekundaariaineiston hankinta

Tiedustelulomakkeen lyhentämiseksi, yksinkertaistamiseksi sekä neutraloimiseksi kerättiin jo olemassa oleva, perheitä ja omakotitaloja koskeva tieto sekundaariaineistona kysely- ja haastattelutilanteen ulkopuolelta. Kappaleessa 311 mainitut talokokonaisuuksia kuvaavat muuttuja-arvot saatiin Lappeenrannan Rakennustarkastusvirastosta talonrakennustilaston peruslomakkeilta.

Perheiden taloudellista asemaa kuvaavat muuttuja-arvot (tulot, verot, velat) saatiin Lappeenrannan verotoimistosta. Kunkin perheen kohdalla käytettiin sen vuoden tietoja, jolloin omakotitalo oli ollut rakenteilla. Havaintojen välinen vertailtavuus pyrittiin saavuttamaan muuntamalla havaintoarvot yhteismitallisiksi elinkustannusindeksin avulla (Suomen . . . 1968).

33. Pientalorakentajien sosioekonomisen taustan kuvaus

Omakotirakentajien sosioekonomista taustaa mittaavat muuttujat (12 muuttujaa) sisältävä korrelaatiomatriisi (liite 2) komponentoitiin ja varimax-rotaatiot suoritettiin 2—4 pääkomponenttia sisältävistä ratkaisuista (pääakseliratkaisu liitteessä 3). Sekä teknisten että tulkinnallisten kriteerien perusteella valittiin omakotirakentajien sosiaalista taustaa kuvaamaan kolme pääkomponenttia sisältänyt ratkaisu. Teknisiä kriteereitä olivat ominaisarvojen suuruudet sekä niiden pienenemistä faktorimäärän kasvaessa kuvaavan käyrän muoto. (Pääkomponenttimäärän määräämisessä käytettiin hyväksi vastaavia faktoriratkaisuja.)

Tulkintaa varten on muuttujat ryhmitelty niin, että ensimmäisellä pääkomponentilla voimakkaasti latautuvat muuttujat ovat ensimmäisessä ryhmässä, toisella pääkomponentilla latautuvat toisessa ryhmässä ja kolmannella pääkomponentilla latautuvat kolmannessa ryhmässä. Painopiste tulkinnassa asetetaan muuttujiin, jotka

Taulukko 1. Omakotirakentajien sosioekonomisen taustan kuvaus.
Kolmen pääkomponentin varimax-ratkaisu

Table 1. Description of the socioeconomic background of builder-families. Three principal components solution

	I	II	III	h^2_3
(15) miehen koulutus — *husband's educational level*	.90	—.04	.14	.82
(6) miehen sosiaaliluokka — *husband's social class*	—.84	.10	.08	.73
(190) verotettava tulo — *taxable income*	.78	—.20	.12	.66
(9) ero aviop. sos.taustassa — *difference in social background of spouses*	.65	.12	—.38	.58
(20) ero aviop. koulutustasossa — *difference in educational level of spouses*	.62	.13	—.30	.49
(193) velat — *debts*.	.51	.24	.17	.35
(12) lapsista alle 15 v. — *children under 15 years*	.15	.87	.02	.77
(11) lapsia — *children*	.19	.79	—.00	.65
(4) aviopuolisoiden keski-ikä — *spouses' mean age*	.22	—.59	—.25	.45
(179) arava — *arava (State Housing Board) loan* ..	—.09	.58	—.12	.36
(1) kuntamuoto — *form of commune*	.00	.06	—.86	.74
(2) asuinympär. kaupunkim. — *degree of urbanization of living environment*	.02	.12	.83	.71

Pääkomponenttiratkaisu selittää muuttujien kokonaisvaihtelusta 61 %.

saavat suuria latauksia (>.50) tarkasteltavilla pääkomponenteilla (ks. N u n n a l l y 1967, s. 368—371).

Ensimmäisellä pääkomponentilla (ks. taulukko 1) saavat suurimmat ja puhtaimmat latauksensa koulutusta, sosiaalista asemaa ja tuloja mittaavat muuttujat, minkä vuoksi sitä luonnehditaan nimellä »k o u l u t u s j a t u l o t». Koulutuksen, sosiaaliluokan ja tulojen voidaan katsoa yhdessä ilmentävän omakotirakentajan sosiaalisia ja taloudellisia valintamahdollisuuksia. Pääkomponentin mukaan ylemmissä sosiaalisissa kerrostumissa ovat näin ollen aviopuolisoiden koulutuserot suuremmat kuin alemmissa kerrostumissa. Velat-muuttujan lataus osoittaa sen, että parempipalkkaisilla omakotirakentajilla on huonompipalkkaisia suuremmat velat.

Toisella pääkomponentilla (ks. taulukko 1) saavat lasten lukumäärää ilmaisevat muuttujat voimakkaan keskinäisen korrelaationsa perusteella keskeisen aseman. Aviopuolisoiden keski-ikä ja aravalainan määrä sopivat tulkinnallisesti hyvin samalle pääkomponentille lasten lukumäärän kanssa. Mielenkiintoista on havaita, että aravamuuttuja painottuu nimenomaan tällä pääkomponentilla eikä koulutusta ja tuloja kuvaavalla pääkomponentilla. Selitys ko. muuttujan käyttäytymiseen löytyy aravalainan myöntämisperusteista. Toista pääkomponenttia luonnehditaan nimellä »p e r h e e n e l i n v a i h e».

Kolmannella pääkomponentilla (ks. taulukko 1) saavat merkittäviä latauksia ainoastaan kuntamuotoa (kaupunki—kauppala) sekä asuinympäristön kaupunkimaisuutta kuvaavat muuttujat. Tämän pääkomponentin perusteella muodostettavan pääkomponenttipistemuuttujan tulevaa käyttöä ajatellen on syytä huomata muuttujien suunnat. Kuntamuoto koodattiin niin, että kaupunki sai koodin 3 ja kauppala koodin 2. Asuinympäristön kaupunkimaisuutta kuvaavat lukuarvot puolestaan kasvavat kaupungin keskustasta poispäin edettäessä. Asuinympäristöä kuvaava yhdistetty muuttuja tulee siis saamaan sitä suurempia arvoja mitä kauempana omakotitalo on kaupungin keskustasta. Kolmatta pääkomponenttia luonnehditaan nimellä »a s u i n y m p ä r i s t ö».

Suoritetun pääkomponenttianalyysin mukaan omakotirakentajien sosioekonominen tausta on tässä tutkimuksessa käytettyjen muuttujien pohjalta kuvattavissa kolmella dimensiolla:

1) k o u l u t u s j a t u l o t
2) p e r h e e n e l i n v a i h e
3) a s u i n y m p ä r i s t ö

34. Pientalojen ominaisuuksien kuvaus

Pientalojen ominaisuuksia mittaavat muuttujat (9 muuttujaa) sisältävä korrelaatiomatriisi (liite 4) komponentoitiin ja varimax-rotaatiot suoritettiin 2—4 pääkompo-

nenttia sisältävistä ratkaisuista (pääakseliratkaisu liitteessä 5). Sekä muodollisten että tulkinnallisten kriteerien perusteella vaikutti kaksi pääkomponenttia sisältävän ratkaisun valinta jatkotarkasteluihin perustellulta.

Pientalojen ominaisuuksia kuvaavalla ensimmäisellä pääkomponentilla (ks. taulukko 2) saavat suurimmat latauksensa talon kokoa, kustannusarviota sekä rakentamistapaa kuvaavat muuttujat. Talon rakentamistapamuuttujan negatiivinen lataus on merkki siitä, että mitä suurempi ja kalliimpi talo sitä todennäköisemmin se teetetään ammattimiehillä (sitä vähemmän omakotirakentaja itse osallistuu talon rakentamiseen). Materiaalikäyttöä kuvaavien muuttujien tällä pääkomponentilla saamien latausten tarkastelu osoittaa, että suuremmat ja kalliimmat talot ovat todennäköisesti tiilestä rakennettuja. Koska muuttujissa 181, 182, 184 ja 185 painottuvat voimakkaasti nimenomaan sisäpintoihin käytetyt materiaalit, voidaan näiden muuttujien latauksista päätellä vielä, että puun käyttö (lauta, paneli ja parketti) sisäpinnoissa on yleisempää suurissa ja kalliissa taloissa. Sekä normaalien että erikoislevyjen käyttö puolestaan liittyy pienempiin ja halvempiin taloihin. Pientalojen ominaisuuksia kuvaavaa ensimmäistä pääkomponenttia luonnehditaan nimellä »talon koko ja hinta».

Pientalojen ominaisuuksia kuvaavalla toisella pääkomponentilla (ks. taulukko 2) saavat suurimmat latauksensa kaikki materiaalikäyttöä kuvaavat muuttujat. Selvimmin toisen pääkomponentin sisältöä luonnehtivat kivimateriaalien käytön runsaus, lastu- tai kuitulevyjen käytön runsaus ja talotyyppi. Nämä muuttujat erottelevat pientaloja lähinnä kivitalo-puutalo -dimensiolla. Materiaalikäytön kuvaus jää näin ollen suhteellisen yleiselle tasolle. Materiaalikäytön yksityiskohtainen analysointi edellyttäisi tarkempien ja monipuolisempien mittojen kehittelyä. Pientalojen ominaisuuksia

Taulukko 2. Pientalojen ominaisuuksien kuvaus. Kahden pääkomponentin varimax-ratkaisu
Table 2. Description of the characteristics of detached houses. Two principal components solution

	I	II	h^2_2
(173) asuntopinta-ala — *floor area of the living spaces*	.83	.18	.72
(174) huoneiden lukumäärä — *number of rooms*	.80	.02	.65
(178) kustannusarvio — *cost estimate*	.79	.30	.72
(14) talon rakentamistapa — *family participation in construction*	—.63	—.04	.40
(182) kivimateriaalien käytön runsaus — *extent of use of stone materials*	.26	.85	.79
(184) lastu- tai kuitul. käytön runsaus — *extent of use of particle board or fibreboard*	—.15	—.76	.30
(13) talotyyppi — *type of house*	.37	.74	.69
(181) puun käytön runsaus — *extent of use of timber*	.35	—.50	.37
(185) erikoislev. käytön runsaus — *extent of use of special boards*	—.41	.42	.34

Pääkomponenttiratkaisu selittää muuttujien kokonaisvaihtelusta 59 %.

kuvaavaa toista pääkomponenttia luonnehditaan nimellä »talon mareriaalikäyttö».

Suoritetun pääkomponenttianalyysin mukaan pientalojen ominaisuudet ovat tässä tutkimuksessa käytettyjen muuttujien pohjalta kuvattavissa kahdella dimensiolla:

1) talon koko ja hinta
2) talon materiaalikäyttö

35. Pientalojen ominaisuuksien suhteet rakentajien sosioekonomiseen taustaan

Pientalojen ominaisuuksien ja rakentajien sosioekonomisen taustan välisen riippuvuussuhteen tarkastelussa käytettiin kanonista analyysiä. Tulkinnan tukena ja detaljitarkastelussa käytetään pientalojen ominaisuuksia ja rakentajien sosioekonomista taustaa kuvaavien alkuperäisten muuttujien korrelaatiomatriisia.

Taulukossa 3 mainitut kanoniset variaatit ovat tarkasteltavia osa-alueita kuvaavia muuttujia, jotka on muodostettu siten, että tarkastelun kohteena olevia kahta muuttujaryhmää kuvaavien kanonisten variaattien välinen riippuvuus on mahdollisimman suuri. Kanoninen korrelaatio on tämän riippuvuuden mitta. Kanonisen korrelaation

Taulukko 3. Pientalojen ominaisuuksien suhteet rakentajien sosioekonomiseen taustaan. Kanonisten variaattien välinen korrelaatio sekä yhdistettyjen muuttujien korrelaatiot kanonisiin variaatteihin

Table 3. Relationships between characteristics of detached houses and socioeconomic background of builder-families at individual level. Correlation between canonical variables and correlations of composite variables with canonical variables

	Kanoniset variaatit *Canonical variables*	
	Sosioekonominen tausta *Socioeconomic background*	Pientalon ominaisuudet *Characteristics of detached house*
Kanoninen korrelaatio — *Canonical correlation*	.65	
Korrelaation neliö — *Correlation squared*	.42	
Khi²-arvot — *Chi square*	62.7 (v.a. 6) d.of. fr.	
Yhdistetut muuttujat — *Principal component score variables*	Muuttujien korrelaatiot kanonisiin variaatteihin *Correlations with variables*	
Koulutus ja tulot — *Education and income*	.97	.63
Perheen elinvaihe — *Life cycle of the family*	—.13	—.08
Asuinympäristö — *Living environment*	.22	.15
Talon koko ja hinta — *Size and price of the house*	.64	.98
Talon materiaalikäyttö — *Material use of the house*	.12	.19

neliö puolestaan ilmaisee sen kuinka suuren osan toisen muuttujaryhmän vaihtelusta toinen muuttujaryhmä selittää. Muuttujien korrelaatiot kanonisiin variaatteihin ilmentävät puolestaan sitä, millainen yhteys kullakin yhdistetyllä muuttujalla on kanonisiin variaatteihin.

Rakentajien sosioekonomista taustaa kuvaavan kanonisen variaatin korrelaatio pientalon ominaisuuksia kuvaavaan variaattiin on .65 (merkitsevä 1 %:n riskitasolla). Tällöin sosiaalista taustaa kuvaa lähes pelkästään rakentajien tulo- ja koulutustaso. Omakotitaloa puolestaan kuvaavat sen koko ja hinta.

Kanonisen analyysin tuloksiin nojautuen voidaan sanoa, että omakotirakentajien sosioekonomisen taustan osatekijöistä ovat ainoastaan

Taulukko 4. Pientalojen ominaisuuksia ja rakentajien sosioekonomista taustaa kuvaavien alkuperäisten muuttujien väliset korrelaatiot [1])

Table 4. Correlation matrix of the original variables describing characteristics of the detached houses and socioeconomic background of builderfamilies [1])

2	—.17	—.07	.09	.10	—.15	.25	—.14	—.11	.06
4	.10	—.26	.15	.06	.22	—.00	.07	—.01	.04
6	—.24	.31	—.40	—.35	—.48	—.06	—.25	.11	.21
11	—.05	.04	.17	.23	—.01	.06	—.08	—.11	.05
15	.27	—.46	.59	.48	.62	.15	.22	—.17	—.13
179	—.03	.18	—.09	—.04	—.22	—.01	.00	—.03	.07
190	.33	—.45	.59	.35	.70	.17	.23	—.17	—.23
193	.27	—.20	.31	.31	.36	—.01	.23	—.22	—.06
	13	14	173	174	178	181	182	184	185

Korrelaatioiden merkitsevyys: jos r > .18 niin p > .05,
Significance of correlations: *if* *so*

jos r > .24 niin p > .01
if *so*

[1]) Muuttujien nimet: — *Names of variables:*

(2) asuinympäristön kaupunkimaisuus — *degree of urbanization of living environment*
(4) aviopuolisoiden keski-ikä — *spouses' mean age*
(6) miehen sosiaaliluokka — *husband's social class*
(11) lasten lukumäärä — *number of children*
(13) talotyyppi — *type of house*
(14) talon rakentamistapa — *family participation in construction*
(15) miehen koulutus — *husbands educational level*
(173) asuntopinta-ala — *floor area of the living spaces*
(174) huoneiden lukumäärä — *number of rooms*
(178) kustannusarvio — *cost estimate*
(179) aravalaina — arava *(State Housing Board) loan*
(181) puun käytön runsaus — *extent of use of timber*
(181) kivimateriaalien käytön runsaus — *extent of use of stone materials*
(184) lastu- tai kuitulevyn käytön runsaus — *extent of use of particle board or fibreboard*
(185) erikoislevyjen käytön runsaus — *extent of use of special boards*
(190) verotettava tulo — *taxable income*
(193) velat — *debts.*

koulutus ja tulot (perheen sosiaaliset ja ekonomiset mahdollisuudet) relevantteja heidän hankkimansa pientalon ominaisuuksien selittäjiä.

Koulutuksella ja tuloilla pystytään tyydyttävästi selittämään vain hankitun pientalon kokoa ja hintaa. Sen sijaan näyttää siltä, että rakentajien sosioekonomista taustaa kuvaavat muuttujat eivät riitä haettaessa tyydyttävää selitystä materiaalivalinnoille.

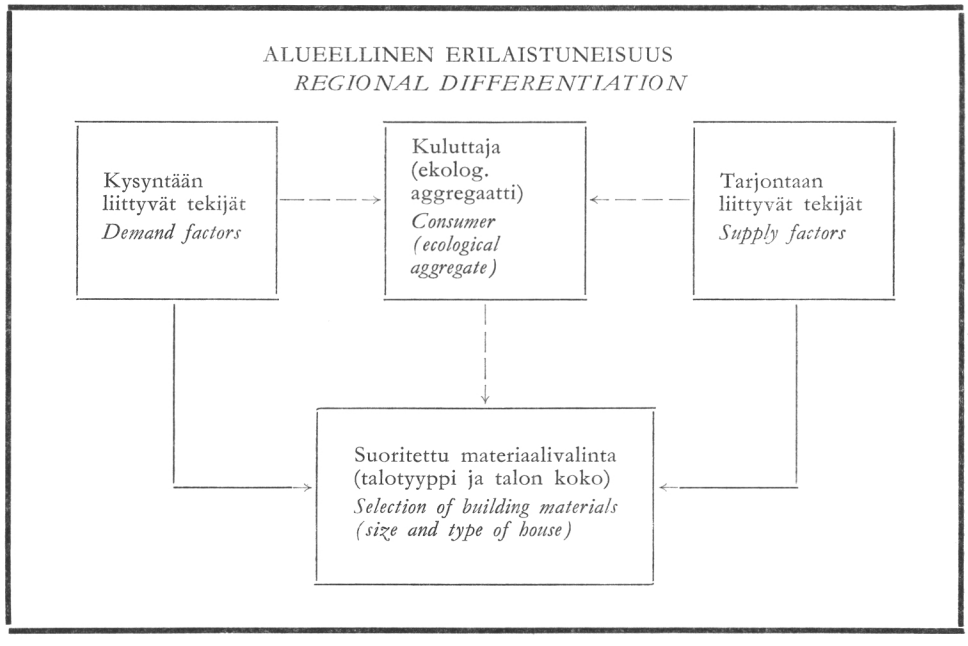
Alkuperäisten muuttujien korrelaatiomatriisi (taulukko 4) valaisee kanonisten variaattien ja niiden välisen korrelaation syntyä. Tulot, koulutus ja sosiaaliluokka korreloivat suhteellisen voimakkaasti kaikkiin pientalojen kokoa ja hintaa kuvaaviin muuttujiin. Suurin osa muista korrelaatiomatriisissa esiintyvistä tilastollisesti merkitsevistä korrelaatioista ilmentää sitä, että tiilestä rakentaminen lisääntyy siirryttäessä ylempiin sosiaalisiin kerrostumiin. Samalla kaikenlaisten levyjen käyttö rakentamisessa suhteellisesti vähenee.

4. PIENTALOTYYPIN JA TALON KOON VALINNAN SELITTÄMINEN YHTEISÖTASOISILLA TEKIJÖILLÄ

41. Viitekehys talotyypin ja talon koon valinnan alueellisiin eroihin vaikuttavista tekijöistä

Viitekehyksen tarkoituksena on liittää tutkimusongelma yleisiin olemassaoleviin teorioihin. Tutkimuksen tämän osan tarkoituksena on selvittää talotyypin valintaan vaikuttavia yhteisötason tekijöitä ja tämän takia havaintoyksiköksi valitaan ekologinen aggregaatti [1]). Ts. tässä pyritään selvittämään talotyypin valinnan alueellisiin eroihin vaikuttavia tekijöitä ja niiden suhdetta toisiinsa.

Kuva 4. Tutkimuksen elementtien kuvaus yhteisötason analyysissä
Figure 4. Description of study elements in aggregate level analysis

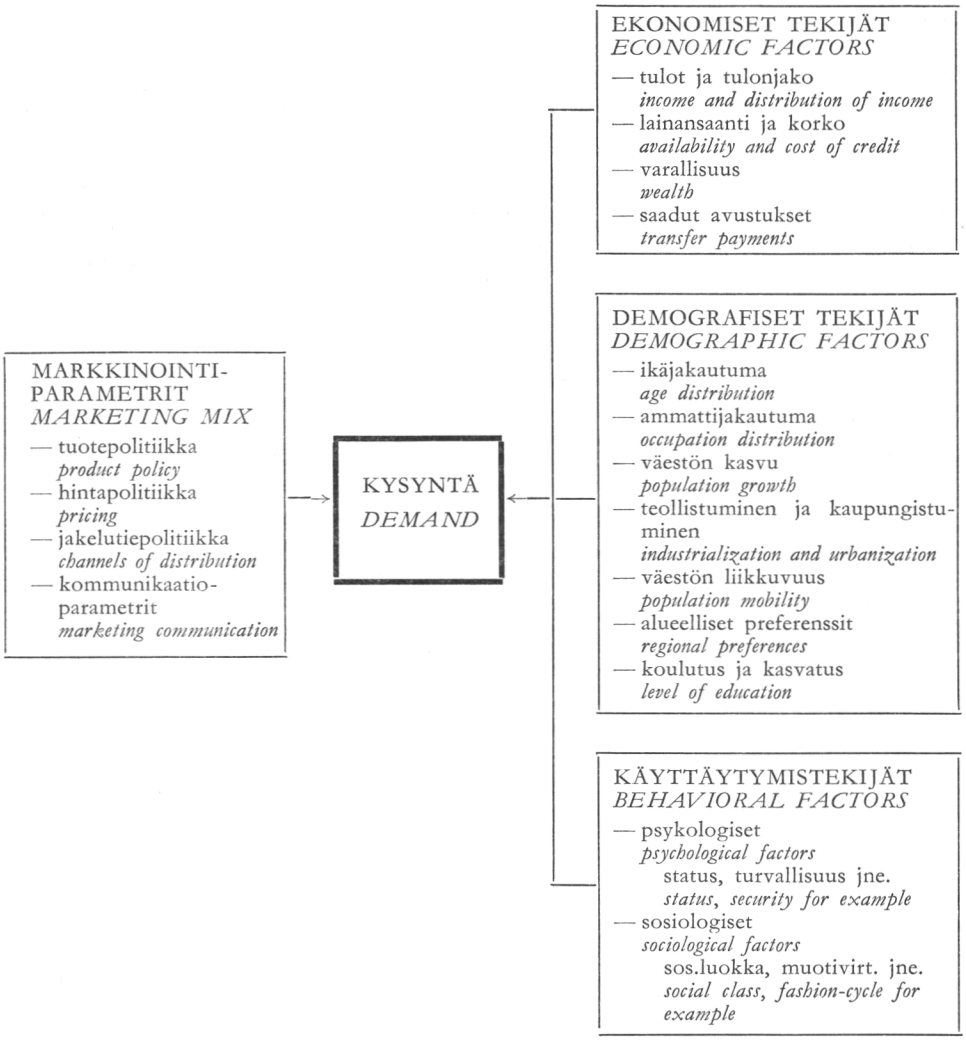


←——— = tutkimuksessa analysoitava suhde
relationship under study

← — — — = vaikutussuhde
relationship under influence

[1]) Ekologisella aggregaatilla tarkoitetaan mitä tahansa maantieteellisesti rajattua ryhmää, yhteisöä, organisaatiota, yhdyskuntaa tai kokonaista yhteiskuntaa, joka muodostuu jäsenistä (Valkonen 1970).

Kuva 5. Metsäteollisuustuotteen kysyntään vaikuttavat tekijät (R i c h i n, 1970 mukaan)
Figure 5. Factors influencing the demand for forest products (according to R i c h, 1970)



Tutkimuksessa edellytetään valintaan vaikuttavien tekijöiden selvittämistä. Tämä tapahtuu yleisten valinta- ja kysyntäteorioiden pohjalta. Mahdollisista valintaan vaikuttavista tekijöistä on valittava ne, jotka 1) alueellisesti vaihtelevat ja 2) ovat mielekkäitä materiaalien valintaa selittävinä aggregaattimuuttajina. Tämä puolestaan edellyttää paitsi valintaan vaikuttavien tekijöiden selvittämistä, myös alueellista erilaisuutta Suomessa selvittäneiden tutkimusten ja yleisten teorioiden tuntemista. Tutkimuksen elementtejä ja niiden suhteita toisiinsa voidaan kuvata seuraavalla viitekehyksellä (kuva 4).

Hypoteeseja materiaalien valintaan vaikuttavista tekijöistä voidaan löytää yleisistä kysyntä- ja valintateorioista. Mielenkiintoinen on esimerkiksi Richin (1970, s. 33—50) luokittelu. Hän jakaa metsäteollisuustuotteiden kysyntään vaikuttavat tekijät kahteen ryhmään sen mukaan, voiko markkinoija vaikuttaa ko. tekijään vai ei. Kysyntään vaikuttavia tekijöitä ovat erilaiset markkinointiparametrit. Kontrolloimattomat tekijät Rich jakaa ekonomisiin, demografisiin ja käyttäytymistekijöihin. Seuraavassa kuvassa on esitetty nämä eri muuttujaryhmät (kuva 5).

Tässä tutkimuksessa tarkasteltavat alueellista erilaisuutta koskevat teoriat ja tutkimustulokset on poimittu lähinnä Riihisen (1965) ja Palmgrenin (1964) tutkimuksista. Alueellisen erilaistumisen teoreetikkoina on Durkheimilla ja Myrdalilla keskeinen asema. He ovat kiinnittäneet huomion kasautuvaan, kumulatiiviseen kehitykseen, joka ei tarkoita pelkästään väestön määrällistä kasautumista ja keskittymistä, vaan myös sosiaalisen ja taloudellisen rakenteen ominaisuuksien kasautumista. Kasautumisella tarkoitetaan useiden muuttujien välisiä riippuvuuksia, joiden otaksutaan syntyvän siten, että muuttujat vaikuttavat toisiinsa vastavuoroisesti tai kausaalisen kiertokulun välityksellä (Riihinen 1965, s. 3).

Yleisesti hyväksytty näkemys kasautuvasta kehityksestä ohjaa myös tämän tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen muodostusta. Kaikkien valintaan vaikuttavien tekijöiden oletetaan liittyvän toisiinsa, ja analyysissä pyritään etsimään muuttujatasolla alueellisen erilaisuuden eri ulottuvuuksia ja selvittämään niiden suhdetta valittuun talotyyppiin ja talon kokoon. Tämä perusmallin valinta vaikuttaa merkittävästi myös analyysimenetelmien ja muuttujien valintaan.

Valintaan vaikuttavien alueellisen erilaisuuden eri dimensioiden voidaan olettaa ryhmittyvän seuraavasti:

1. Tarjontaan liittyvät tekijät
2. Kysyntään liittyvät tekijät

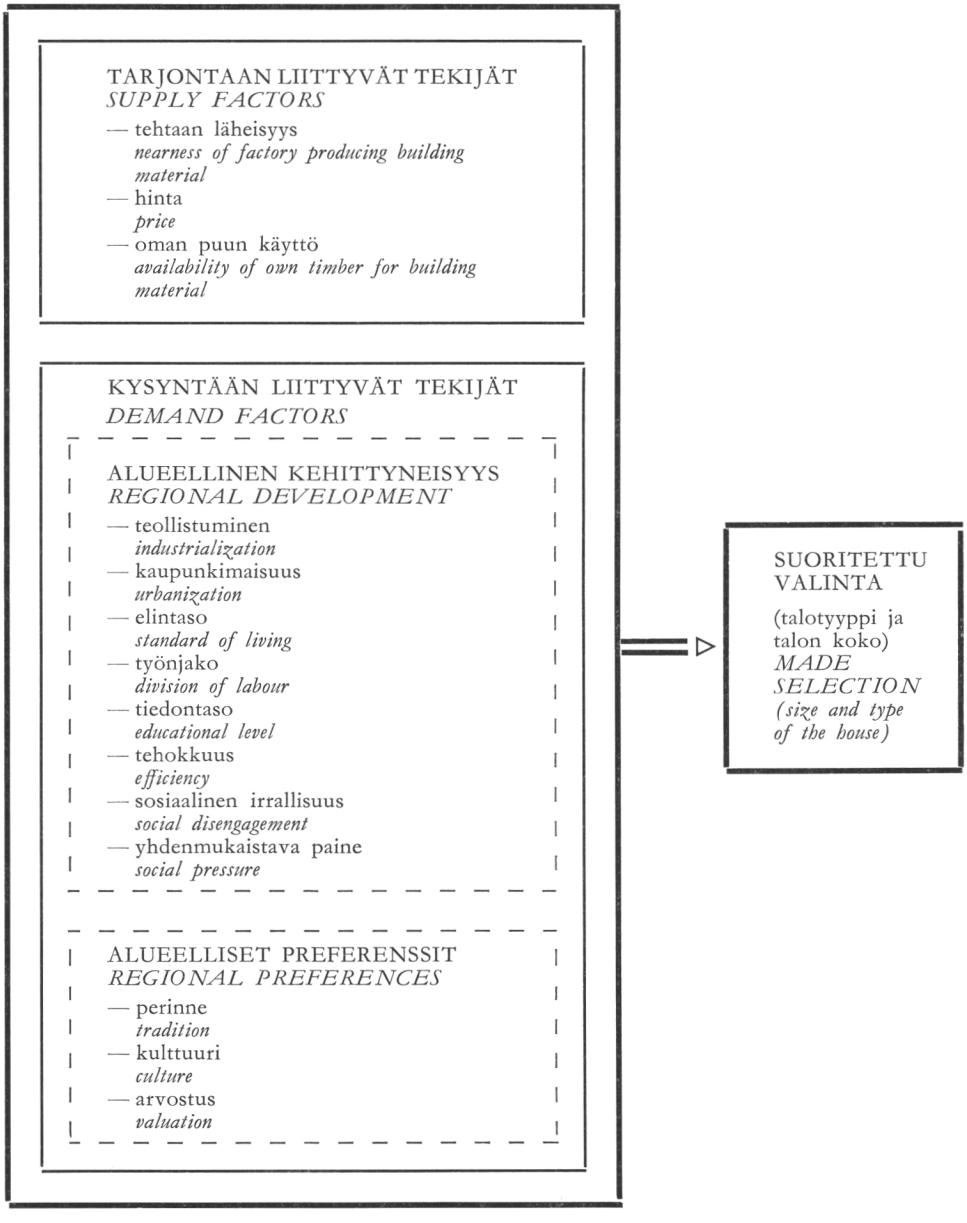
Tekijöiden ryhmittely tapahtuu tarkastelun helpottamiseksi ja systematisoimiseksi. Toisaalta nämä kaksi ryhmää ovat myös merkitykseltään ja tulkinnaltaan erilaisia. Tarjontaan liittyvät tekijät ilmentävät eri materiaalien tarjonnassa havaittavia alueellisia eroja ja ovat markkinoijien kontrollin alaisia. Kysyntään liittyvät tekijät kuvaavat puolestaan kuluttajien (rakentajien) sosiaalista ympäristöä, ja ne ovat tulkittavissa kuluttajaa kuvaavien sosioekonomisten muuttujien aggregaateiksi.

Kuvassa 6 on esitetty tutkimuksen viitekehys materiaalin valinnan alueellisiin eroihin vaikuttavista tekijöistä. Kuvassa pyritään ilmentämään myös eri tekijöiden liittymistä toisiinsa kasautuvan mallin mukaisesti.

Tarjontaan liittyvät tekijät voidaan valita yleisistä markkinointiparametreistä. Peruskeinoja ovat tuote, hinta, maksuehdot, jakelutieratkaisut ja palvelu. Kommunikaatiokeinoja ovat myynti, mainonta, myynninedistäntä, tiedotus- ja suhdetoiminta. Kommunikaatiokeinojen tehtävänä on huolehtia peruskeinojen tunnetuksi tekemisestä.

Kuva 6. Tutkimuksen viitekehys. Rakennusmateriaalin valinnan alueellisiin eroihin vaikuttavat tekijät.

Figure 6. Framework of the study at the aggregate level. Factors influencing on regional differences in consumers' selection of building materials.



Valittaessa tekijöitä tähän viitekehykseen joudutaan käyttämään lähinnä kahta kriteeriä: tutkitaan, vaihteleeko ko. tekijä alueellisesti ja onko siitä käytettävissä sekundääristä tietoa (valmiita tilastoja). Molemmat kriteerit yhdessä ovat siksi anka-

rat, että tarjonnan alueellisia eroja kuvaamaan valittiin viitekehykseen eksplisiittisesti vain kolme tekijää: hinta, tehtaan läheisyys ja oman puun käyttömahdollisuus.

VTTK:ssa (ent. VTTL) suoritetun tutkimuksen mukaan sahatavaran hinta vaihteli alueellisesti siten, että se oli Etelä-Suomessa huomattavasti korkeampi kuin Pohjois-Suomessa ja tiilen hinta oli puolestaan Keski- ja Pohjois-Suomessa selvästi korkeampi kuin Etelä-Suomessa (Railonkoski 1968). Tiilitehtaan ja sahan läheisyyden voidaan ajatella kuvaavan implisiittisesti monia markkinointiparametreja. Kaikkialla maassamme on tosin saatavissa kummankin tuoteryhmän tuotteita, mutta niillä alueilla, missä toimii saha tai tiilitehdas, lienee ko. materiaali tunnetumpi ja perinteisesti enemmän käytetty rakennusmateriaali. Tutkimuksen kannalta on mielenkiintoista huomata tiiliteollisuudesta suuren osan sijaitsevan melko pienellä alueella Etelä-Suomessa (Palmgren 1962). Sahojen sijainnissa vastaavaa keskittymistä ei sen sijaan voida todeta. Omasta metsästä hankitun sahatavaran käyttömahdollisuus on otettu viitekehykseen siksi, että se lisää sahatavaran käytön edullisuutta, koska se on hankintakustannuksiltaan huomattavasti halvempaa kuin ostettu sahatavara. Hankintakustannuksiltaan omasta metsästä saatavaan sahatavaraan verrattavaa on myös vieraasta metsästä ostettu ja omalla kustannuksella sahattu sahatavara. Railonkosken (1968) 100 pientaloa käsittäneen selvityksen mukaan sahatavarasta hankittiin 24 % omista metsistä ja 18 % ostetuista leimikoista.

Kysyntään vaikuttavat kuluttajien asuinympäristöä kuvaavat tekijät on jaettu kahteen ryhmään: alueellista kehittyneisyyttä kuvaaviin tekijöihin ja ns. alueellisiin preferensseihin. Edellinen ryhmä pyrkii nimensä mukaisesti kuvaamaan alueellisen kehittyneisyyden eri ulottuvuuksia, ja esitetyt kehittyneisyyden osatekijät, teollistuminen, kaupunkimaisuus, elintaso jne.on valittu Riihisen (1965) tutkimuksen perusteella.

Alueelliset preferenssit kuvaavat puolestaan kuluttajien taipumusta asettaa materiaalit tiettyyn suosituimmuusjärjestykseen alueella vallitsevan perinteen, kulttuurin, arvostuksen jne. mukaisesti. Koska tätä ryhmää operationaalisesti kuvaavien muuttujien on ajateltu olevan lähinnä sijaintialuetta ilmaisevia muuttujia, voitaisiin tätä ryhmää pitää jonkinlaisena »jäännösryhmänä», joka kuvaa muiden tekijöiden kuvaaman kentän ulkopuolelle jäävää alueellista erilaisuutta. Kuitenkin lähtökohdaksi valitun kasautuvan erilaisuuden mallin mukaisesti kaikki tekijät liittyvät toinen toisiinsa, eikä voida selvästi rajata jonkin tekijän kuvausta jostakin toisesta tekijästä.

42. Metodiset valinnat

421. Muuttujien valinta

4211. Periaatteet

Tämän kaltaisessa tutkimusasetelmassa muuttujien valinta on vaikea tehtävä, koska valinnan pohjana oleva viitekehys on hyvin väljä, eikä se anna varmoja ohjeita valintapäätöksille. Lisäksi tutkimuksen tässä osassa joudutaan käyttämään valmista

tilastoaineistoa eikä muuttujia voida muodostaa yhtä vapaasti kuin esim. haastattelututkimuksessa. Koska tässä ei pyritä varsinaisesti hypoteesien testaukseen, voitaneen sallia myös muuttujien valinnan kokeilunomaisuus.

Vaikka muuttujien valinnassa ei ole käytetty eri valintakriteerejä systemaattisesti, on kuitenkin pyritty kiinnittämään huomiota seuraaviin tekijöihin (ks. Riihinen 1965, s. 97—100):

1) Muuttujia valittaessa on pyritty muuttujien ja viitekehyksen vastaavuuteen. Koska tutkimuksen tämän osan lähtökohtana on kasautuvan mallin mukainen viitekehys talotyypin valinnan alueellisiin eroihin vaikuttavista tekijöistä, ei voida osoittaa, että tietty muuttuja yksin olisi jonkin käsitteen operatiivinen vastine. Päinvastoin ekologiset muuttujat yleensä mittaavat useita käsitteitä, ja näitä kuvaamaan on pyritty valitsemaan riittävästi muuttujia.

2) Muuttujat on pyritty valitsemaan mahdollisimman läheltä samaa ajankohtaa, koska tavoitteena on poikkileikkausanalyysi talotyypin valinnan alueellisiin eroihin vaikuttavista tekijöistä.

3) Muuttujat on pyritty muodostamaan laskentateknisesti toisistaan riippumattomiksi. Teknistä riippuvuutta kuitenkin on niiden suhdelukumuuttujien välillä, joissa yhteisenä nimittäjänä on sama luku (esim. asukasluku, pinta-ala). Kuitenkin ekologisissa tutkimuksissa yhteisnimittäjäisten suhdelukumuuttujien käyttö on hyvin yleistä ja välttämätöntäkin, koska alkuperäismuuttujat ovat havaintoyksikköjen väkilukujen tai pinta-alojen suuren vaihtelun vuoksi epätarkoituksenmukaisia. Suhdelukumuuttujien nimittäjä on pyritty valitsemaan niin, että se on alkuperäismuuttujaan nähden mielekäs.

4212. Valitut muuttujat ja tilastoaineisto

Seuraavissa kappaleissa esitetään varsinaisissa analyyseissä käytetyt muuttujat. Muuttujien sisältö ja aineiston lähteet on tarkemmin esitetty toisaalla (Valtonen 1975).

Tutkimuksen tässä osassa on selitettävää talotyypin ja talon koon valintaa kuvaamaan valittu yhteensä 9 muuttujaa. Aineisto on saatu Tilastokeskuksen vuoden 1971 talonrakennustilaston työtauluista. Kolme muuttujaa kuvaa puutalojen ja 3 tiilitalojen, puutalojen tärkeimmän kilpailijan, osuutta kaikista vuonna 1971 rakennetuista pientaloista. Talotyypin valintaa kuvaavat muuttujat ovat:

1. puutalojen osuus talojen lukumäärän mukaan
2. » » huoneistojen » »
3. » » rakennuspinta-alan »
4. tiilitalojen » talojen lukumäärän »
5. » » huoneistojen » »
6. » » rakennuspinta-alan »

Tässä yhteydessä on huomattava, ettei puu- ja tiilitalojen summa ole tilastoissa sama kuin kaikki talot yhteensä, vaan lisäksi on pieni osuus muista materiaaleista rakennettuja taloja (esim. betonista). Materiaalien käyttö rakentamiseen riippuu paitsi rakennettavasta talotyypistä myös talon koosta. Talon koon valintaa kuvaamaan on valittu seuraavat muuttujat:

52. pientalojen keskimääräinen rakennuspinta-ala
54. puutalojen » »
55. tiilitalojen » »

Tarjonnan alueellisia eroja kuvaamaan voitiin valita vain hintaan, tehtaan läheisyyteen ja oman puun käyttömahdollisuuteen liittyviä muuttujia, koska valmiiden tilastojen käyttö ei anna muuta mahdollisuutta. Materiaalien tarjontaa kuvaavina muuttujina pidetään lähinnä seuraavia:

36. tiilen hintaindeksi
37. puun »
38. tiilitehtaan läheisyys
39. metsäisyys
47. sahojen lukumäärä
48. sahateollisuuden työntekijämäärä
49. sahatavaran kotimaan toimitukset

Materiaalien hintoja kuvaavat indeksit on saatu VTTK:ssa suoritetusta tutkimuksesta (Railonkoski 1968). Tiilitehtaan läheisyyttä kuvaava muuttuja on muodostettu mittaamalla kunnan keskipisteen etäisyys lähimmästä Suomen Tiiliteollisuusliiton jäsentehtaasta. Sen sijaan sahojen läheisyyttä kuvaavaa muuttujaa oli vaikea muodostaa, koska tutkimuksen kannalta tärkeät piensahat sijaitsevat hajallaan ympäri Suomea eikä niiden sijainnista ole käytettävissä tarvittavia tietoja. Sen takia on otettu mukaan 3 eri muuttujaa kuvaamaan sahatavaran tarjonnan eroja. Aineisto sahojen lukumäärää ja kotimaan toimituksia kuvaaviin muuttujiin on saatu Metsäntutkimuslaitokselta (Huttunen 1973) ja sahateollisuuden työntekijämäärä Halmekosken (1960) tutkimuksesta. Oman puun käyttömahdollisuutta kuvaamaan on valittu kunnan metsäisyys, joka on muodostettu siten, että Metsäntutkimuslaitoksen tilastosta saatu kunnan metsäpinta-ala on jaettu kunnan koko maapinta-alalla.

Kysyntään liittyvät muuttujat voidaan jakaa viitekehyksen mukaisesti kahteen ryhmään: alueellista kehittyneisyyttä ja alueellisia preferenssejä kuvaaviin muuttujiin. Kuitenkin alueellista kehittyneisyyttä kuvaavat muuttujat liittyvät hyvin läheisesti toisiinsa. Tämän takia luetellaan kehittyneisyyttä kuvaavat muuttujat, ja kunkin muuttujan kohdalla mainitaan, mitä kehittyneisyyden tekijää sen ensisijaisesti oletetaan kuvaavan:

13. kuntatunnus: kaupunkimaisuus
17. maa- ja metsätalousväestön osuus: teollistuneisuuden ja kaupunkimaisuuden vastasuure, maaseutumaisuus
18. teollisuusväestön osuus: teollistuneisuus, työnjako
20. palveluelinkeinoväestön osuus: teollistuneisuus, työnjako, tehokkuus
26. vuokra-asuntojen osuus: teollistuneisuus, sosiaalinen irrallisuus, yhdenmukaistava paine
27. huoneistoala henkilöä kohden: elintaso, tehokkuus
31. keskikoulun käyneiden osuus: tiedon taso, tehokkuus
32. ylioppilaiden osuus: tiedon taso, tehokkuus
33. yleisten teiden tiheys: elintaso, tehokkuus
34. vasemmiston osuus: yhdenmukaistava paine
35. vähittäiskaupan vilkkaus: teollistuneisuus, työnjako, elintaso
40. tulotaso: elintaso, teollistuneisuus, tehokkuus
41. taajama-aste: kaupunkimaisuus, työnjako
42. kuntaan muuttaneiden osuus: teollistuminen, liikkuvuus, yhdenmukaistava paine
45. sähköistystiheys: teollistuneisuus, elintaso, tehokkuus
46. viemäritiheys: teollistuneisuus, elintaso, tehokkuus
50. työikäisen väestön osuus: tehokkuus
51. asukastiheys: kaupunkimaisuus, työnjako, teollistuneisuus
53. pientalojen rakentamisaktiviteetti: elintaso

Alueellisia preferenssejä operationaalisesti kuvaamaan valitut muuttujat ilmaisevat kunnan maantieteellistä sijaintia. Näitä muuttujia ovat:

10. lääni
12. tilastoalue
30. ruotsinkielisten osuus

Ryhmään kuuluvaksi on otettu myös ruotsinkielisten osuus, joka kuvaa suomen-ruotsalaisen kulttuurin vaikutusaluetta. Alueellista kehittyneisyyttä ja alueellisia prefesenssejä kuvaavien muuttujien aineisto on saatu Suomen Virallisesta Tilastosta ja Tilastokeskuksen työtauluista.

Varsinaisiin analyyseihin jäi yhteensä 38 muuttujaa. Muuttujien valinnassa tavoitteena oli mahdollisimman suuri samanaikaisuus. Kaikkiaan 17 muuttujalla oli sama havaintoajankohta 31. 12. 1970. Vaikka tavoitteeseen ei täydellisesti onnistuttu pääsemään, voidaan muuttujien samanaikaisuutta pitää tyydyttävänä. Mukana oli myös 14 ajanjaksoa koskevaa muuttujaa, jotka voidaan kuitenkin tulkita rakennemuuttujien tapaan (tarkemmin V a l t o n e n 1975).

422. Havainto- ja analyysiyksikön valinta

Kunnan valitsemista havaintoyksiköksi voidaan perustella kahdella syyllä. Tutkimuksessa halutaan selvittää talotyypin valinnan alueelliseen erilaisuuteen vaikuttavia tekijöitä mahdollisimman pieniä alueyksikköjä käyttäen, ja kunta on pienin alueellinen ja hallinnollinen yksikkö, josta on saatavissa suhteellisen runsaasti tilastotietoja. Toisaalta viitekehyksen mukaisesti analyysissä pyritään etsimään muuttujatasolla alueellisen erilaisuuden eri ulottuvuuksia ja selvittämään niiden suhdetta valittuun talotyyppiin. Tällöin analyysimenetelmänä tullaan käyttämään monimuuttujamenetelmiä, jotka edellyttävät useita muuttujia ja havaintoja. Kulokarin (1970, s. 27) mukaan esim. faktorianalyysiä ei kannata tehdä kahta—kolmea sataa pienemmällä havaintomäärällä. Tämän takia ei voida käyttää kunnan asemasta esim. lääniä tai talousaluetta havaintoyksikkönä.

Kuntayksikköjen erisuuruuden aiheuttamia haittoja pyritään poistamaan suhteuttamalla käytettävät muuttujat esim. väestön määrään tai pinta-alaan. Suoritettavasta suhteuttamisesta huolimatta pysyvät havaintoyksiköt, kunnat, eriaineksisina. Käytettävissä olevan tilastoaineiston perusteella ei kuitenkaan ole mahdollista jakaa kuntia vähemmän eriaineksisiin osiin. Huomionarvoista on lisäksi todeta, että kunta suomalaisessa yhteiskunnassa muodostaa luonnollisen sosiaalisen kokonaisuuden, joka perinteineen, keskuksineen ja monipuolisine paikallishallintoineen erottautuu ympäristöstään. Monet muut jaot, esim. seurakuntajako ja järjestöjen paikallisosastojako yhtyvät kuntajakoon, ja kunta muodostaa näin myös sosiaalisten normien tarkastelun kannalta luonnollisen kokonaisuuden (Riihinen 1965, s. 93).

Analyysiyksiköllä tarkoitetaan sitä havaintoyksikköjen kokonaisuutta, johon valittua analyysimenetelmää sovelletaan (Riihinen 1965, s. 93). Tutkimuksen tämän osan tavoitteena on koko Suomea koskevan pientalotyypin valinnan alueellisen erilaisuuden selvittäminen ja näin analyysiyksiköksi valitaan koko Suomi. Myös havaintoyksikköjen riittävä määrä edellyttää kaikkien kuntien käyttämistä samanaikaisessa analyysissä.

423. Analyysimenetelmien valinta

Tutkimusongelma, sen lähestymistapa ja teoreettinen viitekehys määrittelevät ne yleiset suuntaviivat, joiden mukaan analyysimenetelmä valitaan. Alueellisen erilaisuuden eri osatekijöitä kuvaamaan on valittu monia muuttujia. Tällöin on tarkoituksenmukaista käyttää sellaista analyysimenetelmää, jonka avulla voidaan tiivistää tietoa ja etsiä siitä järjestystä.

Analyysimenetelmät eroavat toisistaan suuresti siinä tehokkuudessa, millä ne kykenevät tiivistämään informaatiota (kuvaamaan aineistoa). Kokonaismalleissa tarkastellaan samanaikaisesti koko havaintomatriisia. Esimerkkinä voidaan mainita faktorianalyysi. Osittaismallit hajottavat havaintomatriisin kuvaamisen toisistaan riippumattomiksi osatehtäviksi. Esim. ristiintaulukoinnissa tarkastellaan kerrallaan vain kahta—kolmea muuttujaa. Kokonaismallit soveltuvat käytettäviksi, kun jäsenneltävää informaatiota on paljon, osittaismallit, kun tutkimusasetelma on suppea.

Jos aineisto ei täytä tehokkaampien kokonaismallien vaatimuksia, joudutaan käyttämään osittaismalleja. Kokonais- ja osittaismallit eivät ole toisiaan poissulkevia, vaan useissa tutkimuksissa on syytä käyttää molempia (ks. Koskinen 1973, s. 22).

Tiedon tiivistäminen tai järjestäminen ei ole kuitenkaan ensisijaisesti tekninen tehtävä, metodologisesti ratkaistavissa. Tutkimuksen taustalla tulee olla teoreettinen näkemys siitä, millaiset muuttujien ja havaintoyksiköiden tiivistelmät tai selitysmallit ja rakennemallit ovat ko. tutkimusalalla keskeisiä (Koskinen 1973, s. 6). Riihisen (1965) tutkimuksessa on käytetty faktorianalyysiä alueellisen kehittyneisyyden eri ulottuvuuksien määrittämiseen tiivistämällä kehitystä kuvaavien muuttujien määrää muutamaksi perusulottuvuudeksi, faktoriksi.

Tässä tutkimuksessa jakautuu aineiston analysointi seuraaviin vaiheisiin:

1) Suoritetaan faktorianalyysi talotyypin valintaa selittävillä, rakentajien asuinympäristöä kuvaavilla muuttujilla. Näin pyritään tiivistämään korrelaatiomatriisin sisältämää informaatiota ja muodostamaan talotyypin valintaa selittäviä alueellisen erilaisuuden ulottuvuuksia, faktoreita. Kokemukset puoltavat erillisiä analyysejä eritasoisilla muuttujilla (ks. Valkonen 1970). Informaation tiivistäminen muilla menetelmillä suoritettavia jatkoanalyysejä varten on faktorianalyysin hedelmällisin käyttötapa (Hahtola 1971, s. 8).

2) Kanonisessa analyysissä pyritään selvittämään koko selittävän muuttujapatteriston yhteyttä tehtyyn talotyypin valintaan. Kahdesta muuttujaryhmästä muodostetaan painokertoimilla kummastakin omat summamuuttujansa, ja painokertoimet lasketaan niin, että summamuuttujien välinen ns. kanoninen korrelaatio on suurin mahdollinen (Kulokari 1970, s. 49). Toisena muuttujaryhmänä tässä käytetään selittävästä muuttujajoukosta muodostettuja faktoripistemuuttujia ja toisena puutalojen suhteellista osuutta ja keskimääräistä rakennuspinta-alaa. Kulokarin (1970, s. 49) mukaan kanoninen analyysi soveltuu hyvin juuri silloin, kun muuttujaryhmät muodostuvat mahdollisimman korreloimattomista muuttujista, esim. faktoripistemääristä.

3) Regressioanalyysillä pyritään selvittämään valittua talotyyppiä ja keskimääräistä rakennuspinta-alaa, kun selittävinä muuttujina käytetään a) faktorianalyysissä tuotettuja »alueellisen erilaisuuden ulottuvuuksia», faktoripistemuuttujia ja b) eri faktoreilla suurimpia latauksia saaneita ja teoreettisesti mielenkiintoisia muuttujia.

4) Ristiintaulukoinnilla selvitetään muutamien tulkinnallisesti mielenkiintoisten muuttujien suhdetta valittuun talotyyppiin ja keskimääräiseen rakennuspinta-alaan.

43. Tulokset talotyypin ja talon koon valinnan selittämisestä yhteisötason sosioekonomisilla tekijöillä

431. Rakentajien sosioekonomista taustaa kuvaavan aluetason muuttujajoukon rakenteen kuvaus

Faktorianalyysin tehtäväksi määriteltiin alueellista erilaisuutta kuvaavien perusdimensioiden muodostaminen.

Faktorointi suoritettiin korrelaatiomatriisista, joka on esitetty liitteessä 8. Muuttujien keskiarvot ja hajonnat on esitetty liitteessä 7. Korrelaatiomatriisissa oli 28 talotyypin valintaa selittävää alueellista erilaisuutta kuvaavaa muuttujaa. (Muuttuja 49, »sahojen kotimaan toimitukset» on jätetty pois, koska saatu tietoaineisto osoittautui puutteelliseksi ja samaa asiaa kuvaavat muuttujat 47 ja 48). Ennen faktorointia korrelaatiomatriisista poistettiin vielä muuttuja 20, »palveluelinkeinoväestön osuus» muuttujien 17, 18 ja 20 teknisen yhteyden takia (havaintokohtainen summa on 100).

Faktoroinnissa oli siis mukana 27 muuttujaa. Suoritetussa 8 faktorin pääakseliratkaisussa olivat faktorien ominaisarvot seuraavat:

1 F	2 F	3 F	4 F	5 F	6 F	7 F	8 F
9.271	3.966	1.735	1.255	.854	.753	.328	.281

Koko faktorisaatio selittää kokonaisvarianssista 68 % ja ensimmäinen faktori 34 %. Pääakseliratkaisu on esitetty liitteessä 9. Matriisi osoittaa, että kyseessä ei ole yksiulotteinen muuttujajoukko, vaan useiden muuttujien korkeimmat lataukset sijoittuvat jollekin muulle kuin ensimmäiselle faktorille.

Pääakseliratkaisusta rotatoitiin 5—8 faktoria sisältävät ratkaisut. Rotatointi tapahtuu HYLPS-käyttöjärjestelmässä varimax-menetelmällä pääakseliratkaisusta (ks. HYLPS - 1972, s. 195—196). Suorakulmaisessa rotaatiossa korreloivat faktorit yleisesti vain vähän keskenään ja pyrkimyksenä on tulkinnan selkeys.

Teknisten ja tulkinnallisten kriteerien perusteella valittiin talotyypin valintaa selvittäviä aluetason tekijöitä kuvaamaan 6 faktoria sisältänyt ratkaisu. Faktoriluku määritettiin lähinnä Roosin (1971, s. 119) esittämien teknisten periaatteiden mukaisesti. Kuuden faktorin varimax-ratkaisu tuntui myös tulkinnallisesti hedelmällisimmältä. Vaikka pääakseliratkaisussa viidennen ja kuudennen faktorin ominaisarvot jäivät alle yhden, oli niiden mukaanotto perusteltua, koska ko. faktoreilla saivat korkeita latauksia tulkinnan kannalta hyvin mielenkiintoiset muuttujat, joiden informaatio olisi muuten jäänyt käyttämättä.

Kuuden faktorin varimax-ratkaisu on esitetty liitteessä 10. Faktoriratkaisu selittää ko. muuttujien kokonaisvaihtelusta 66 %. Saatujen faktoreiden tulkintaa ja lähempää tarkastelua varten asetetaan kullakin faktorilla suurimpia latauksia saaneet muuttujat suuruusjärjestykseen saamiensa latausten suhteen. Tulkinta perustuu lähinnä muuttujien latausten tarkasteluun sekä vertikaalisessa että horisontaalisessa suunnassa (ks. Juslin 1972 a, s. 76).

FAKTORI 1

26	Vuokra-asuntojen osuus	.842
31	Keskikoulun käyneiden osuus	.837
32	Ylioppilaiden osuus	.816
51	Asukastiheys	.801
40	Verotettava tulo/asukas	.724
41	Taajama-aste	.716
35	Vähittäiskaupan vuosivaihto/asukas	.672
17	Maa- ja metsätalousväestön osuus	—.670
46	Viemäritiheys	.618
13	Kuntamuoto	—.587

Faktorilla saavat hyvin monet alueellista kehittyneisyyttä kuvaavat muuttujat korkeita latauksia, mikä on odotettavissakin teoreettisessa viitekehyksessä esitetyn kasautuvan kehityksen mallin mukaisesti. Suurimpia latauksia saavat tiedon tasoa kuvaavat muuttujat 31 ja 32 sekä kaupunkimaisuutta kuvaavat muuttujat 51, 41 ja 13 (huom. muuttujan suunta). Myös muuttujien 26, 40, 35 ja 46 voidaan tulkita kuvaavan kaupunkimaisuuteen kuuluvia piirteitä. Faktori kuvaakin tutkimuksen viitekehyksessä mainittua kysynnän lohkoon kuuluvaa alueellista kehittyneisyyttä, ja siinä ensisijaisesti k a u p u n k i m a i s u u t t a j a t i e d o n t a s o a. Tukea tälle tulkinnalle antaa maa- ja metsätalousväestön osuuden saama korkea negatiivinen lataus.

FAKTORI 2

12 Tilastoalue	—.942
10 Lääni	—.940
36 Tiilen hinta-indeksi	—.655

Toisella faktorilla saavat suuria negatiivisia latauksia havaintoyksikön alueellista sijaintia kuvaavat muuttujat. Vaikka muuttujat ovat lähinnä luokitteluihin rinnastettavia, voidaan niiden ajatella mittaavan pohjois-etelä -suuntaa. Faktori voidaan tulkita a l u e e n e t e l ä i s y y t t ä kuvaavaksi faktoriksi, koska muuttujat 12 ja 10 saavat suurempia arvoja pohjoisessa. Myös tiilen hintaa kuvaava muuttuja vahvistaa tätä tulkintaa, koska se saa suurempia arvoja Pohjois-Suomessa. Faktori kuvaa viitekehyksessä lähinnä kysyntään liittyviä alueellisia preferenssejä.

FAKTORI 3

30 Ruotsinkielisten osuus	.805
27 Huoneistoala henkeä kohden	.673
46 Viemäritiheys	.424

Ruotsinkielisten osuutta kuvaavan muuttujan saaman suuren positiivisen latauksen takia voidaan faktorin tulkita kuvaavan selvästi S u o m e n r u o t s i n k i e l i s t ä a l u e t t a. Viitekehyksen elementeistä kuvaa faktori 3 kysyntään liittyviä alueellisia preferenssejä kuten toinen faktorikin.

FAKTORI 4

18 Teollisuusväestön osuus	.772
17 Maa-ja metsätalousväestön osuus	—.619
42 Kuntaan muuttaneiden osuus	.608
34 Vasemmiston osuus	.578
41 Taajama-aste	.469
53 Pientalojen rakentamisaktiviteetti	.410

Neljännellä faktorilla korkeimman latauksen saa teollisuusväestön osuus, joten faktoria voidaan nimittää teollistuneisuusfaktoriksi. Teollistuneisuudella ymmärretään tässä lähinnä tutkimuksen viitekehyksessä mainittua alueellisen kehittyneisyyden yhtä osatekijää, työnjakoa. Vasemmiston osuuden ja kuntaan muuttaneiden osuuden korkeat positiiviset lataukset viittaavat puolestaan teollistuneisuuteen läheisesti liittyvään yhdenmukaistavaan paineeseen ja sosiaaliseen irrallisuuteen. Tulkintaa tukee myös maa- ja metsätalousväestön osuuden saama korkea negatiivinen lataus.

FAKTORI 5

38	Tiilitehtaan läheisyys	—.700
37	Puun hintaindeksi	.635
45	Sähköistystiheys	.587
36	Tiilen hintaindeksi	—.560

Viides faktori voidaan tulkita tiilen tarjontaa kuvaavaksi faktoriksi. Korkeimman latauksen saa tiilitehtaan läheisyyttä kuvaava muuttuja (muuttuja saa sitä suurempia arvoja, mitä kauempana tiilitehdas on). Seuraavaksi korkeimmat lataukset saa puun ja tiilen hintaa kuvaavat muuttujat (huom. latausten merkit ja muuttujien suunnat ovat loogiset). Sähköistystiheyden saama melko korkea positiivinen lataus tukee osaltaan tehtyä tulkintaa, koska muuttuja saa suurempia arvoja juuri Etelä-Suomessa, missä tiilitehtaatkin sijaitsevat.

FAKTORI 6

48	Sahojen työntekijämäärä	.564
47	Sahojen lukumäärä	.460
39	Metsäisyys	.421

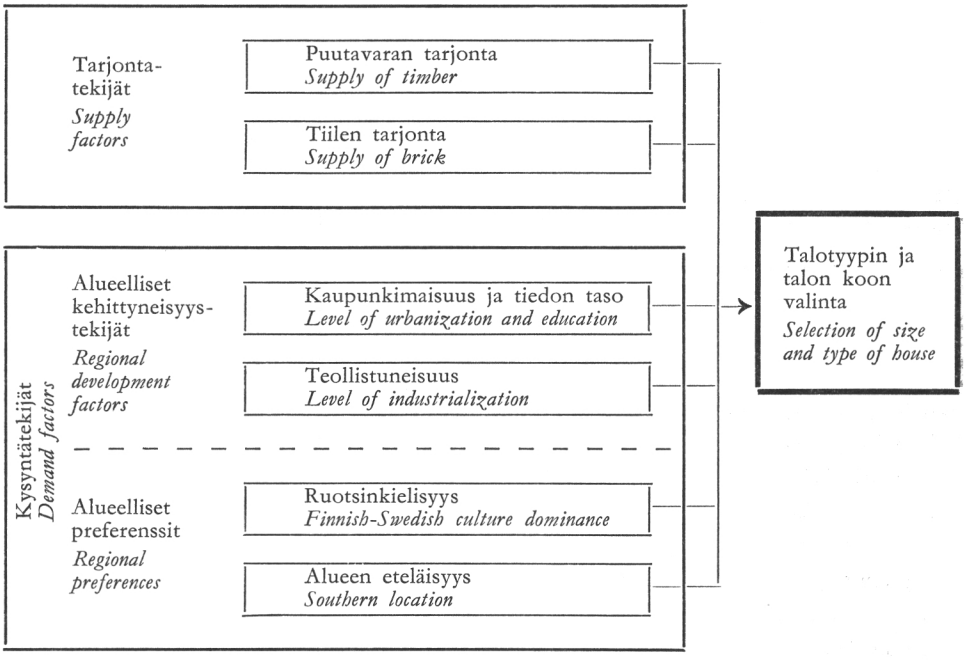
Kuudes faktori voidaan puolestaan tulkita puun tarjontaa kuvaavaksi faktoriksi. Korkeimmat positiiviset lataukset saa alueen sahateollisuuden aktiviteettia kuvaavat muuttujat (48 ja 47). Tulkintaa tukee myös metsäisyyden saama melko korkea lataus. Viitekehyksessä metsäisyyden ajateltiin kuvaavan oman puutavaran käyttömahdollisuutta, mikä lisää puutavaran tarjonnan aktiviteettia.

Talotyypin valintaa selittävien aluetason muuttujien faktorianalyysin tulosten voidaan katsoa vahvistavan tutkimuksen viitekehyksessä esitettyä käsitystä muuttujajoukon rakenteesta. Kuvassa 7 on esitetty faktorianalyysin perusteella laadittu selittävien muuttujien rakennekuvaus.

Faktorianalyysistä käy selvästi ilmi alueellista erilaisuutta kuvaavien tekijöiden kasautuminen. Tulkituista kuudesta faktorista kaksi kuvaa pientalon rakentajien asuinympäristön alueellisen kehittyneisyyden osatekijöitä ja kaksi alueellisia preferenssejä. Lisäksi omat faktorinsa saavat tiilen ja puun tarjontaa kuvaavat tekijät.

Kuva 7. Talotyypin ja talon koon valintaa selittävän aluetason sosioekonomisen muuttujajoukon rakennekuvaus.

Figure 7. Description of the structure of the space of socioeconomic variables explaining selection of size and type of the house



432. Sosioekonomista taustaa kuvaavan aluetason muuttujajoukon suhteet suoritettuun talotyypin ja talon koon valintaan

4321. Selitettävän ja selittävän muuttujajoukon kanoninen analyysi

Edellä analyysimenetelmien valintaa kuvaavassa kappaleessa määriteltiin kanonisen analyysin tehtäväksi selvittää koko selittävän muuttujapatteriston suhdetta tehtyyn valintaan. Kanonisella analyysillä pyritään siis kokonaisvaltaisesti selvittämään selittävän muuttujajoukon selitysvoimaa.

Analyysissä oli selittävinä muuttujina 6 faktorianalyysin perusteella laskettua faktoripistemuuttujaa ja selitettäviä muuttujia oli 2, puutalojen suhteellinen osuus ja puutalojen keskimääräinen rakennuspinta-ala. Kanonisia muuttujapareja laskettiin yksi. Taulukossa 5 on esitetty kanonisen korrelaation arvo ja sen neliö, merkitsevyystestauksessa tarvittava khi-neliö sekä käytettyjen muuttujien korrelaatiot kanonisiin variaatteihin.

Taulukosta 5 ilmenee, että kanoninen korrelaatio .599 on merkitsevä 0.1 %:n riskitasolla. Korrelaatiokertoimen varianssitulkinnan mukaan (Peltonen 1969, s. 67)

Taulukko 5. Valintaa selittävien sosioekonomisten muuttujien suhteet valittuun talotyyppiin ja rakennuspinta-alaan yhteisötasolla. Kanonisten variaattien välinen korrelaatio ja muuttujien korrelaatiot kanonisiin variaatteihin

Table 5. Relationships between composite variables describing socioeconomic background of detached house builders and chosen type and size of the house at the aggregate level. Correlation between canonical variables and correlations of composite variables with canonical variables

	Sosio-ekonominen tausta *Socioeconomic background*	Pientalon tyyppi ja koko *Type and size of detached house*
Kanoninen korrelaatio — *Canonical correlation*	.599***	
Korrelaation neliö — *Correlation squared*	.259	
Khi-neliö — *Chi square*	159.1 (v.a. 12) d.of fr.	
	Muuttujien korrelaatiot kanonisiin variaatteihin *Correlations with variables*	
101. kaupunkim. ja tiedon taso — *level of urbanization and education*	.87	.44
102. eteläisyys — *southern location*	.19	.10
103. ruotsinkielisyys — *Finnish-Swedish culture dominance*	.26	.13
104. teollistuneisuus — *level of industrialization*	.26	.13
105. tiilen tarjonta — *supply of brick*	.34	.17
106. puun tarjonta — *supply of timber*	.14	.07
1. puutalojen osuus — *proportion of wood-framed detached houses*	—.26	—.50
54. puutalojen keskim. rak.p-ala — *average floor area of wood-framed detached houses*	.46	.89

selittävät käytetyt valintaan vaikuttavat aluetason muuttujat suoritetusta talotyypin ja rakennuspinta-alan valinnasta 26 %. Voidaan todeta, että yhteisötason muuttujat selittävät talotyypin ja talon koon valintaa, joskaan selitysaste ei nouse kovin korkeaksi.

Valintaa selittävää muuttujajoukkoa kuvaava kanoninen variaatti kuvaa lähes pelkästään kaupunkimaisuus- ja tiedontasofaktoria. Suoritettua valintaa kuvaava kanoninen variaatti kuvaa puolestaan lähinnä puutalon kokoa. Puutalojen osuus sen sijaan korreloi negatiivisesti variaatin kanssa. Talotyypin ja rakennuksen koon valinnan voidaan näin ollen katsoa olevan riippuvainen alueellisesta erilaisuudesta ja tämän analyysin mukaan ennen kaikkea alueen kehittyneisyydestä ja kaupunkimaisuudesta.

4332. Regressiomallikokeilut puutalojen osuuden ja keskimääräisen rakennuspinta-alan selittämisessä

Regressioanalyysin tehtäväksi määriteltiin selittää valittua talotyyppiä ja keskimääräistä rakennuspinta-alaa, kun selittävinä muuttujina käytetään faktoripiste-

muuttujia ja toisaalta eri faktoreilla suurimpia latauksia saaneita ja tulkinnallisesti mielenkiintoisia alkuperäismuuttujia.

Regressiomallien rakentamisessa käytettiin HYLPS-käyttöjärjestelmän valikoivaa regressioanalyysiohjelmaa (ks. tarkemmin HYLPS - 1972, s. 167—177). Tässä käytettiin ns. vapaata mallirakennetta, jossa tietokone valitsee malliin tulevat muuttujat automaattisesti annettujen testiarvojen perusteella. Selittäjien poistaminen ja lisääminen tapahtuu annetun kriteerin mukaan, jona on tässä käytetty Fisherin testin arvoa F = 2.0. Selitettävinä muuttujina regressioanalyyseissä käytettiin seuraavia muuttujia:

1 puutalojen osuus lukumäärän mukaan
52 pientalojen keskimääräinen rakennuspinta-ala

Selittävinä muuttujina käytettiin seuraavia faktoripistemuuttujia:

101 kaupunkimaisuus ja tiedon taso
102 eteläisyys
103 ruotsinkielisyys
104 teollistuneisuus
105 tiilen tarjonta
106 puun tarjonta

Liitteessä 11 on esitetty regressioanalyyseissä käytettyjen muuttujien korrelaatiomatriisi. Analyysin tuloksena saatiin liitteessä 12 esitetetyt regressiomallit. Puutalojen osuuden regressiomallissa selitysaste jää hyvin pieneksi (6.8 %). Puutalojen osuus on sitä suurempi mitä pohjoisempana kunta sijaitsee ja mitä alhaisempi on alueen kehittyneisyys (kaupunkimaisuus ja tiedon taso). Keskimääräistä rakennuspinta-alaa selittävän regressiomallin selitysaste on 19.1 %, mikä on korkein tässä tutkimuksessa saaduista selitysasteista. Kunnan kaupunkimaisuus, kehitysaste, eteläisyys ja alueen tiilen tarjonnan tehokkuus näyttävät lisäävän keskimääräistä asuntopinta-alaa, joskin regressiokertoimet ovat melko pieniä. Saman suuntainen vaikutus näyttää olevan ruotsinkielisten osuudella.

Regressioanalyysin toisena tehtävänä oli selittää valittua talotyyppiä ja talon kokoa, kun selittävinä muuttujina käytetään tulkinnallisesti mielenkiintoisia alkuperäismuuttujia. Selitettävinä muuttujina oli siis samat kuin edellisissäkin regressiomalleissa. Lasketut regressiomallit vastasivat rakenteeltaan edellä esitettyjä faktoripistemuuttujilla saatuja malleja. Puutalojen osuuden selitysmallissa puutalojen osuus pienenee, kun keskikoulun käyneiden osuus kasvaa, ja puutalojen osuus suurenee, kun tilastoalueen tunnus kasvaa. Mitä pohjoisempana kunta sijaitsee ja mitä alhaisempi on alueen kehittyneisyys (tiedon taso), sitä suurempi on puutalojen osuus.

Rakennuksen kokoa kuvaavan keskimääräisen rakennuspinta-alan regressiomallissa pientalojen keskimääräinen asuntopinta-ala kasvaa, kun keskikoulun käyneiden osuus suurenee. Ruotsinkielisten osuudella ja sahojen työntekijämäärällä on samansuuntainen vaikutus. Tilastoalueen tunnuksen suureneminen sen sijaan pienentää asuntopinta-alaa. Mitä etelämpänä kunta sijaitsee ja mitä suurempi on alueen kehittyneisyys, sitä suurempia pientaloja keskimäärin rakennetaan. Ruotsinkielisellä alueella rakennetaan tämän mukaan myös hieman suurempia taloja kuin muualla maassa.

Lasketuista regressiomalleista voidaan yleisesti todeta, että niiden selitysasteet jäivät perin alhaisiksi eikä malleilla niin ollen ole merkitystä ennustemalleina. Mallit kuitenkin kuvaavat melko hyvin käytettyjen selittävien muuttujien suhdetta selitettäviin muuttujiin. Lisäksi voidaan huomata, että saadut regressiomallit ovat rakenteeltaan lähes yhdenmukaisia käytettiinpä muuttujina joko eri faktoreilla suurimpia latauksia saaneita alkuperäismuuttujia tai faktorianalyysissä muodostettuja faktoripistemuuttujia. Käytettäessä faktoripistemuuttujia oli selitysaste vähän korkeampi kuin alkuperäismuuttujilla saaduissa malleissa.

4323. Puu- ja tiilitalojen osuudet sekä keskimääräiset rakennuspinta-alat alueittain ja kuntamuodoittain

Jo analyysimenetelmien valintakappaleessa mainittiin kokonais- ja osittaismallien rinnakkaisen käytön tarkoituksenmukaisuudesta monissa tutkimustilanteissa. Niinpä 2—3 muuttujan ristiintaulukointi antaa tässäkin tapauksessa selvän ja yksinkertaisen kuvan talotyypin valinnan alueellisesta vaihtelusta.

Edellä esitetyistä regressiomalleista kävi melko selvästi ilmi kunnan alueellisen sijainnin ja kaupunkimaisuuden vaikutus talotyypin valintaan ja talon kokoon. Kunnan sijaintia kuvaavat muuttujat tilastoalue (12) ja lääni (10) ovat luonteeltaan luokkamuuttujia, joten ne soveltuvat hyvin ristiintaulukointiin. Kaupunkimaisuutta

Taulukko 6. V. 1971 rakennettujen pientalojen jakautuminen eri talotyyppeihin talojen lukumäärän mukaan kuntamuodoittain

Table 6. Number of new detached houses by types of house and by forms of commune in 1971

Kuntamuoto *Form of commune*	Puutaloja *Wood-framed houses*		Tiilitaloja *Brick-framed houses*		Kaikkiaan *Grand total*	
	lkm *number*	%	lkm *number*	%	lkm *number*	%
Kaupunki — *City*	1 903	70	696	26	2 724	100
Kauppala — *Small town*	454	70	175	27	645	100
Maalaiskunta — *Rural commune*	4 831	80	1 153	19	6 057	100
Koko maa — *Whole country*	7 188	76	2 024	21	9 426	100

kuvaa puolestaan hyvin kuntatunnus (13), joka myös on luonteeltaan luokkamuuttuja. Kaupunkimaisuutta kuvaavan kuntatunnuksen voidaan ajatella kuvaavan myös monia muita alueellisen kehityksen osatekijöitä.

Liitteenä 13 on taulukko, jossa esitetään rakennettujen pientalojen määrät ja suhteelliset osuudet talojen lukumäärän mukaan talotyypeittäin eri lääneissä. Läänijako soveltuu tilastoaluejakoa paremmin alueellisen sijainnin merkityksen kuvaamiseen, koska käytettyjä luokkia on huomattavasti vähemmän. Yleisesti voidaan todeta, että puutaloja rakennetaan Pohjois-Suomessa suhteellisesti enemmän kuin Etelä-Suomessa. Tämä käy ilmi myös liitteenä 14 olevasta kartakkeesta, joka pyrkii havainnollistamaan puutalojen suhteellisen osuuden vaihtelua Suomen eri osissa. Kartakkeen laadinnassa on laskenta-alueyksikkönä tilastoalue.

Kaupunkimaisuuden merkitys käy ilmi taulukosta 6 (s. 44), jossa on esitetty eri talotyyppien osuudet kuntamuodoittain. Kaupungistuneissa kunnissa, kaupungeissa ja kauppaloissa, rakennetaan suhteellisesti vähemmän puutaloja ja enemmän tiilitaloja kuin maalaiskunnissa.

Edellä on tarkasteltu talotyyppien osuuksien vaihtelua ensin lääneittäin ja sitten kuntamuodoittain. Koska eri kuntamuotojen suhteellinen merkitys vaihtelee voimakkaasti maamme eri osissa, on mielenkiintoista tarkastella talotyyppien osuuksia samanaikaisesti sekä lääneittäin että kuntamuodoittain. Talotyyppien osuuksien läänien välinen vaihteluhan voisi johtua pelkästään eri kuntamuotojen erilaisesta merkityksestä Suomen eri osissa.

Seuraavassa taulukossa 7 on esitetty puu- ja tiilitalojen suhteelliset osuudet lääneittäin ja kuntamuodoittain. Edellä esitettyä kuntamuotojen luokittelua on muutettu siten, että kaupunki ja kauppala on yhdistetty yhdeksi luokaksi. Myöskään kaupunkimaisuuden mittarina kaupungilla ja kauppalalla ei liene eroa nykyaikana.

Kuntamuotojen erilainen merkitys maan eri osissa ei yksin selitä talotyypin valinnan alueellista vaihtelua. Puutalojen osuus on kaupungeissa selvästi pienempi kuin maalaiskunnissa kaikissa muissa lääneissä paitsi Mikkelin läänissä. Vastaavasti tiilitalojen osuus on kaupungeissa ja kauppaloissa yleensä suurempi kuin maalaiskunnissa. Sekä kaupungeissa että maalaiskunnissa rakennetaan puutaloja Pohjois-Suomessa suhteellisesti enemmän kuin Etelä-Suomessa.

Tutkimuksen tehtävänä on paitsi talotyyppien valinnan myös rakennuksen koon alueelliseen vaihteluun vaikuttavien tekijöiden selvittäminen. Taulukossa 8 esitetään pientalojen keskimääräiset rakennuspinta-alat eri talotyypeissä ja kaikissa pientaloissa kuntamuodoittain.

Koko maan tiilitalot ovat keskimäärin lähes 20 m² suurempia kuin puutalot. Edelleen voidaan todeta, että kaupungeissa rakennettavat pientalot ovat keskimäärin 20 m² suurempia kuin maaseudulla. Kuitenkin tiilitalot ovat lähes yhtä suuria niin maalla kuin kaupungeissakin, mutta nimenomaan puutalot ovat kaupungeissa suurempia.

Keskimääräisen rakennuspinta-alan alueellisesta vaihtelusta antaa havainnollisen kuvan liitteenä 16 oleva kartake. Lisäksi liitteenä 15 on taulukossa esitetty keskimääräiset asuntopinta-alat eri talotyypeissä ja kaikissa pientaloissa lääneittäin. Etelä-Suomessa, etenkin Länsi-Suomessa, pientalot ovat selvästi suurempia kuin Pohjois-Suomessa.

Alueellinen kehittyneisyys näkyy sekä talotyypin valinnassa että talon koossa. Etelä-Suomen kehittyneillä ja kaupungistuneilla

Taulukko 7. V. 1971 puusta ja tiilestä rakennettujen pientalojen suhteelliset osuudet lääneittäin ja kuntamuodoittain

Table 7. Proportional shares of new wood-framed detached houses and of new brick-framed detached houses by administrative districts and by forms of commune in 1971

Lääni *Administrative district*	Kuntamuoto [1]) *Form of commune* [1])	Puutalojen osuus % [2]) *Proportion of wood-framed houses* % [2])	Tiilitalojen osuus % [2]) *Proportion of brick-framed houses* % [2])
Uudenmaan	Kau	60	34
	Maa	72	26
Turun ja Porin	Kau	79	19
	Maa	82	17
Ahvenanmaan	Kau	44	22
	Maa	65	12
Hämeen	Kau	53	37
	Maa	67	31
Kymen	Kau	76	22
	Maa	80	19
Mikkelin	Kau	85	13
	Maa	80	19
Pohjois-Karjalan	Kau	74	25
	Maa	81	18
Kuopion	Kau	76	23
	Maa	77	23
Keski-Suomen	Kau	72	28
	Maa	78	21
Vaasan	Kau	72	28
	Maa	83	16
Oulun	Kau	86	14
	Maa	87	12
Lapin	Kau	73	20
	Maa	92	8
Koko maa *Whole country*	Kau	70	26
	Maa	80	19

[1]) Kau = kaupungit ja kauppalat — *cities and small towns*
Maa = maalaiskunnat — *rural communes*

[2]) Puu- ja tiilitalojen prosenttisten osuuksien summa ei ole 100, koska lisäksi on pieni osuus muista materiaaleista rakennettuja taloja — *Sum of percentile shares of wood-framed and brick-framed houses is not 100, because there is a little share of houses built of other materials*

alueilla rakennetaan tiilitaloja suhteellisesti enemmän ja lisäksi keskimäärin suurempia taloja. Pohjois- ja Itä-Suomen kehitysalueilla rakennetaan taas suhteellisesti enemmän puutaloja ja keskimäärin pienempiä.

Taulukko 8. Vuonna 1971 rakennettujen pientalojen keskimääräiset asuntopinta-alat eri talotyypeittäin ja kaikissa pientaloissa kuntamuodoittain

Table 8. Average floor areas in new detached houses by types of house and by forms of commune in 1971

Kuntamuoto *Form of commune*	Puutalojen keskim. p-ala m²:nä [1] *Average floor area of wood-framed houses* [1]	Tiilitalojen keskim. p-ala m²:nä [2] *Average floor area of brick-framed houses* [2]	Kaikkien pientalojen keskim. p-ala m²:nä [3] *Average floor area of all detached houses* [3]
Kaupunki — *City*	121	128	125
Kauppala — *Small town*	106	119	110
Maalaiskunta — *Rural commune*	100	122	104
Koko maa — *Whole country*	106	124	110

[1]) puutalojen pinta-ala yhteensä/puutalojen lukumäärä — *total floor area of wood-framed houses/number of wood-framed houses*

[2]) tiilitalojen pinta-ala yhteensä/tiilitalojen lukumäärä — *total floor area of brick-framed houses/number of brick-framed houses*

[3]) kaikkien talojen pinta-ala/talojen lukumäärä — *total floor area of all detached houses/number of all detached houses*

5. TULOSTEN TARKASTELUA

Yksilö- ja yhteisötasoisen tarkastelun tuloksia verrattaessa on syytä pitää mielessä se varaus, joka tämän raportin alussa esitettiin. Mainitut tarkastelut poikkeavat perusteiltaan toisistaan siinä määrin, että johtopäätöksiä tehtäessä on syytä olla varovainen. Yksilö- ja yhteisötasoisen tarkastelun perusteiden suurin ero lienee niissä käytetyissä aineistoissa. Yksilötasoinen tarkastelu perustuu alueellisesti suppeaan ja määrällisesti pieneen näytteeseen, kun taas yhteisötasoisen tarkastelun kohteena on koko maa. Näiden kahden tason analyysin tuloksissa on kuitenkin eräitä yhtymäkohtia, joita on syytä tarkastella.

Kummallakin tasolla suoritetuissa analyyseissä tuli esiin se, että sosioekonomista taustaa kuvaavilla muuttujilla voidaan tyydyttävästi selittää vain pientalon kokoa (yksilötason tarkastelussa kokoa ja hintaa). Selitysprosentit tosin jäivät alhaisiksi, mutta tämä on yleinen piirre sekä sosioekonomista taustaa että alueellista erilaisuutta kuvaavilla muuttujilla suoritetuissa selityksissä. Mainitut muuttujat liittyvät voimakkaasti toisiinsa (niiden keskinäiset korrelaatiot ovat suuret). Selitysmalleissa jäävät selitysasteet näin ollen alhaisiksi, vaikka yksittäisten selittäjien korrelaatiot selitettäviin olisivat »tyydyttäviä».

Yksilötason tarkastelussa ainoa relevantti pientalon kokoa selittävä muuttuja oli omakotirakentajan tuloja ja koulutusta kuvaava yhdistetty muuttuja. Tämä muuttuja on tulkittavissa omakotirakentajien sosiaalisten ja taloudellisten mahdollisuuksien mitaksi. Yhteisötasolla vastaavanlainen pientalojen pinta-alaa selittävä yhdistetty muuttuja oli kaupunkimaisuutta ja tiedon tasoa mittaava muuttuja. Yksilötason tulot ja koulutus -muuttuja ja yhteisötason kaupunkimaisuus ja tiedon taso -muuttuja ovat sisällöllisesti hyvin samansuuntaisia. Rakentajien sosiaaliset ja taloudelliset mahdollisuudet, joita tulot ja koulutustaso hyvin mittaavat, selittävät heidän hankkimansa pientalon kokoa (ja hintaa).

Materiaalikäytön (kivi—puu) selitys jäi sekä yksilö- että yhteisötason tarkastelussa heikoksi. Tulokset olivat kummallakin tasolla kuitenkin hyvin yhtäpitäviä. Yksilötason analyysissä havaittiin, että tiilestä rakentaminen lisääntyy siirryttäessä ylempiin sosiaalisiin kerrostumiin. Samalla kaikenlaisten levyjen käyttö rakentamisessa suhteellisesti vähenee. Yhteisötasolla suoritetussa analyysissä havaittiin vastaavasti, että tiilestä rakentamisen osuus lisääntyy siirryttäessä alueille, joilla kaupunkimaisuus ja tiedon taso ovat korkeampia. Pääosin samat tekijät, jotka vaikuttavat rakennettavien pientalojen kokoon suurentavasti, lisäävät tiilen käytön suhteellista osuutta rakentamisessa.

Tutkimusongelmaa formuloitaessa herätettiin kysymys eri tasoilla mitattujen sosioekonomisten muuttujien käytöstä segmentointiperusteina. Tutkimuksen tulosten perusteella näyttää siltä, että sosioekonomisten muuttujien käyttö on mahdollista pyrittäessä segmentoimaan markkinat hankittavien pientalojen koon ja hinnan suhteen homogeenisiin luokkiin. Yksittäisiä kuluttajia kuvaavat sosioekonomiset muuttujat näyttävät olevan segmentointikriteereinä parempia kuin alueellisesti aggregoidut muuttujat. Alueellisen aggregoinnin keskiarvoistava vaikutus näyttää heikentävän muuttujien erottelukykyä.

VIITEKIRJALLISUUS — REFERENCES

De Fleur, Melvin, L. 1970. Theories of Mass Communication. New York.

Engel, James, F., Kollat, David, T. and Blackwell, Robert, D. 1968. Consumer Behavior. New York.

Eskola, Antti. 1967. Sosiologian tutkimusmenetelmät II. Porvoo.

Hahtola, Kauko. 1971. Faktorianalyysi metsänomistajien käyttäytymistutkimuksissa. Silva Fennica Vol. 5., n:o 3, s. 247—275. Helsinki.

Halmekoski, Matti. 1960. Metsäteollisuuden alueittaisesta sijainnista ja rakenteesta Suomessa vuonna 1956. Valtakunnansuunn.tston julk.sarja A : 4. Helsinki.

Hansen, Flemming. 1972. Consumer Choice Behavior. New York.

Hill, Reuben. 1961. Patterns of Decision-Making and the Accumulation of Family Assets. Household Decision-Making. N. N. Foote, editor. New York.

Huttunen, Terho. 1973. Teollisuustilaston sahojen tuotanto ja kotimaan toimitukset piirimetsälautakunnittain. Metsäntutkimuslaitos. Konekirjoite.

HYLPS-käsikirja. 1972. Helsingin Yliopiston Laskentakeskus. Helsinki.

Hämäläinen, Sirkka. 1972. Kysyntäanalyysin kuluttajamalli. Kuluttajasta, kommunikaatiosta, palvelusta. Toim. Lehtinen, U. ja Möller, K. Rastor YTKT-julkaisu n:o 2. Helsinki.

Juslin, Heikki. 1970. Kuluttajan valintakäyttäytyminen tuoteluokittelun perustana. Summary: Consumer Choice Behavior as a Basis for Product Classification. Liiketaloudellinen Aikakauskirja n:o IV. Helsinki.

—»— 1972 a. Omakotitalon rakennusmateriaalien valinta. Valintaprosessin rakennekartoitus. Puumarkkinatieteen lisensiaattitutkielma. Helsinki.

—»— 1972 b. Tuoteominaisuudet, markkinointi ja tuotesuunnittelu. Kuluttajasta, kommunikaatiosta, palvelusta. Toim. Lehtinen, U. ja Möller, K. Rastor YTKT-julkaisu n:o 2. Helsinki.

—»— 1975. Selection of building materials for detached houses. Marital roles and communication behaviour in decision making. Seloste: Päätöksenteko ja kommunikaatiokäyttäytyminen omakotitalon rakennusmateriaalien valinnassa. MTJ 83.5. Helsinki.

Järveläinen, Veli-Pekka. 1971. Factors influencing silvicultural activity. A Study of the influence of attitudes, individual farm backgrounds and regional conditions of the silvicultural activity of forestowners in Karstula and Jämsä, Finland. Helsinki.

Konttinen, Raimo. 1969. Faktorianalyysin käyttö kanonisen analyysin yhteydessä. Summary: Canonical analysis of principal components and factor scores. Jyväskylän yliopiston psykologian laitoksen julkaisuja n:o 91. Jyväskylä.

Koskinen, Tarmo. 1971. Jokapäiväinen leipämme. Tutkimus yhteiskunnan rakenteen ja perheiden ateria nvalinnan yhteyksistä. Summary: A Study of the Connections between the Structure of Society and Family Diet. Acta Universitatis Tamperensis A 43. Tampere.

—»— 1973. Tiedon tiivistäminen ja järjestäminen. Monimuuttujamenetelmien vertailu laadullisen tiedon analyysimenetelmiin. Vaasan Kauppakorkeakoulun julk. Opetusmoniste n:o 9. Vaasa.

Kulokari, Hannu. 1970. Tilastollisesta tietojenkäsittelystä Helsingin yliopiston laskentakeskuksessa. Helsinki.

Kuntanumerot lääneittäin 1. 1. 1972. Tilastokeskus. Konekirjoite.

Metsäntutkimuslaitoksen kuntaluettelo piirimetsälautakunnittain ja osa-alueittain. 1972.

Nicosia, Francesco, M. 1966. Consumer Decision Prosesses. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.

Nunnally, Jum, C. 1967. Psychometric Theory. USA.

Palmgren, Kai. 1962. Teollisuuden sijainti ja rakenne Suomessa vuonna 1957. II Teollisuuden eri toimialat. Valtakunnansuunn.tston julk.sarja A : 10. Helsinki.

—»— 1964. Kehittyneisyyden alueittaisista eroavuuksista Suomessa. Valtakunnansuunn.tston julk.sarja A : 15. Helsinki.

Peltonen, Matti. 1969. Johdatus kokeellisen kasvatustieteen menetelmiin. Tampereen Yliopiston Kasvatustieteen laitos. Julk.sarja B: opetusmonisteet n:o 2.

Railonkoski, Jorma. 1968. Pientalojen rakentamiskustannukset eri paikkakunnilla. VTTL:n tiedotus, sarja III-rakennus 129. Helsinki.

Rich, Stuart, U. 1970. The Marketing of Forest Products. Mc Graw-Hill, Inc. New York.

Riihinen, Olavi. 1965. Teollistuvan yhteiskunnan alueellinen erilaisuus. Helsinki.

Roos, J. P. 1971. Monimuuttujamenetelmien perusteet. Helsingin Yliopiston Sosiaalipolitiikan laitoksen tutkimuksia. Helsinki.

Salokangas, Raimo — Ahokas, Jorma — Hämäläinen, Olli. 1973. Rakentaminen kansantaloudessa. VTTK:n Rakennustalouden laboratorio, tiedonanto 9. Otaniemi.

Salokangas, Raimo — Hyttinen, Rainer — Immonen, Kari — Sandberg, Pertti. 1970. Puun käyttö rakennusalalla. VTTL:n tiedotus, sarja III-rakennus 146. Helsinki.

Suomen Tiiliteollisuusliitto ry:n jäsenet 1. 1. 1973. Konekirjoite.

Suomen Tilastollinen Vuosikirja 1967. 1968. Statistical yearbook of Finland 1967. Helsinki.

Suomen Tilastollinen Vuosikirja 1972. 1973. Tilastokeskus. Helsinki.

SVT. Suomen Virallista Tilastoa:

— VI A: 130 Väestön muutokset 1968. 1970. Helsinki.
— VI A: 131 Väestön muutokset 1969. 1972. Helsinki.
— VI A: 132 Väestön muutokset 1970. 1973. Helsinki.
— VI C: 104 Väestölaskenta 1970 osa 1. 1973. Yleiset demografiset tiedot. Helsinki.
— XIX: 86 Tie- ja vesirakennukset 1970. 1972. Helsinki.
— XXIX A: 32 Kansanedustajain vaalit 1972. 1973. Helsinki.
— XXIX B: 3 Kunnallisvaalit 1968. 1969. Helsinki.
— XXXI: 43 Kuntien Finanssitilasto 1970. 1972. Helsinki.
— Tilastotiedotus KA 1970: 10 Tilastollinen Päätoimisto.

Särkisilta, Martti. 1974. Panos-tuotos- ja struktuurianalyyttiset mallit markkinoinnin strategisessa suunnittelussa. Liiketaloudellinen Aikakauskirja 1/1974. Helsinki.

Teollisuustilaston sahojen osoitehakemisto. Metsäntutkimuslaitos. Konekirjoite. Helsinki.

Tilastokeskuksen työtaulut:

— Talonrakennustilasto. Taulu n:o 40. Vuonna 1971 valmistuneet rakennukset kunnittain.
— Väestölaskenta 1970. Asuinhuoneistot talotyypin, hallintaperusteen, pinta-alan ja pinta-alayhdistelmän mukaan 31. 12. 1970.
— Väestölaskenta 1970. Taulu 131. Asuinhuoneistot talotyypin ja huoneistojen varusteiden mukaan 31. 12. 1970.
— Väestölaskenta 1970. Taulu 023.C. Koko väestö elinkeinon, ammattiaseman ja sukupuolen mukaan kunnittain 31. 12. 1970.
— Väestölaskenta 1970. Taulu 029. Väestö pääasiallisen toimeentulon lähteen, siviilisäädyn sekä iän mukaan 31. 12. 1970.

Valkonen, Tapani. 1970. Yhteisön vaikutukset yksilöön ja niiden kvantitatiivinen tutkiminen. Summary: Contextual Effects and Their Qvantitative Analysis. Helsingin Yliopiston Sosiologian Laitoksen Tutkimuksia 71. Vammala.

Valtonen, Kari. 1975. Yhteisötasoiset sosioekonomiset tekijät pientalojen koon ja materiaalien valinnan selittäjinä. Puumarkkinatieteen laitoksen pro gradututkielma. Helsinki.

Liite 1. Luettelo analyyseissä käytetyistä yksilötasoisista muuttujista
Appendix 1. List of variables used in the individual level analyses

1. Kuntamuoto — *Form of commune*
2. Asuinympäristön kaupunkimaisuus — *Degree of urbanization of living environment*
4. Aviopuolisoiden keski-ikä — *Spouses' mean age*
6. Miehen sosiaaliluokka — *Husband's social class*
9. Ero sosiaalisessa taustassa — *Difference in spouses' social background*
11. Lapsia — *Children*
12. Lapsista alle 15 v. — *Children under 15 years*
13. Talotyyppi — *Type of house*
14. Talonrakentamistapa — *Family participation in construction*
15. Miehen koulutus — *Husband's educational level*
20. Ero koulutustaustassa — *Difference in spouses' educational level*
173. Asuntopinta-ala — *Floor area of the living spaces*
174. Huoneiden lukumäärä — *Number of rooms*
178. Kustannusarvio — *Cost estimate of the house*
179. Aravalaina — *Arava (State Housing Board) loan*
181. Puun käytön runsaus — *Extent of use of timber*
182. Kivimateriaalien käytön runsaus — *Extent of use of stone materials*
184. Lastu- tai kuitulevyn käytön runsaus — *Extent of use of particle or fibreboard*
185. Erikoislevyjen käytön runsaus — *Extent of use of special boards*
190. Verotettava tulo — *Taxable income*
193. Velat — *Debts*

Liite 2. Omakotirakentajien sosiaalista taustaa kuvaavien muuttujien korrelaatiomatriisi
Appendix 2. Correlation matrix of variables describing social background at the individual level

	1	2	4	6	9	11	12	15	20	179	190	193
1												
2	—.61											
4	.06	—.18										
6	—.07	.05	—.18									
9	.22	—.14	.13	—.62								
11	—.04	.08	—.13	—.04	.16							
12	.06	.09	—.42	—.04	.12	.76						
15	—.03	.08	.14	—.70	.37	.12	.14					
20	.16	—.11	.18	—.38	.53	.21	.13	.47				
179	.05	.02	—.20	.08	.11	.29	.27	—.15	.02			
190	—.09	—.03	.28	—.58	.33	.04	.04	.72	.25	—.16		
193	—.01	.06	—.25	—.32	.18	.10	.12	.50	.24	.14	.28	

Liite 3. Sosiaalinen tausta. Neljän pääkomponentin pääakseliratkaisu

Appendix 3. Four principal components solution. Variables describing social background at the individual level

	I	II	III	IV	h^2_4
1	.12	.13	—.84	—.23	.79
2	—.09	—.30	.78	.15	.73
4	.20	.64	—.08	.54	.75
6	—.83	—.16	—.08	.04	.73
9	.70	.00	—.29	.10	.59
11	.25	—.75	—.14	.43	.84
12	.22	—.84	—.14	.19	.81
15	.86	.05	.28	—.09	.83
20	.66	—.02	—.23	.16	.52
179	—.02	—.55	—.25	—.10	.37
190	.73	.20	.28	.07	.66
193	.50	—.24	.20	—.66	.78
Ominaisarvo	3.34	2.21	1.75	1.09	8.40
Ominaisarvo %	27.83	18.42	14.58	9.08	
Kumulatiivinen ominaisarvo	27.83	46.25	60.83	69.91	

Liite 4. Omakotitaloa kuvaavien muuttujien (tehdyt valinnat) korrelaatiomatriisi

Appendix 4. Correlation matrix of variables describing selected building materials in individual analysis

13									
14	—.20								
173	.37	—.39							
174	.24	—.31	.77						
178	.49	—.54	.64	.50					
181	—.21	—.10	.08	.20	.09				
182	.77	—.17	.26	.14	.43	—.27			
184	—.44	.09	—.26	—.20	—.26	—.01	—.65		
185	—.03	.12	—.10	—.16	—.15	—.28	—.04	—.39	
	13	14	173	174	178	181	182	184	185

Liite 5. Tehdyt valinnat. Neljän pääkomponentin pääakseliratkaisu

Appendix 5. Four principal components solution. Variables describing selected building materials in individual analysis

	I	II	III	IV	h^2_4
13	—.74	—.39	—.32	.10	.81
14	.54	—.33	.07	.31	.50
173	—.78	.33	.22	—.20	.81
174	—.67	.45	.30	—.80	.74
178	—.82	.22	—.08	—.11	.73
181	.00	.61	.28	.68	.92
182	—.70	—.54	—.30	.23	.93
184	.57	.53	—.42	—.37	.91
185	.08	—.58	.70	—.29	.92
Ominaisarvo	3.37	1.90	1.08	.90	7.27
Ominaisarvo %	37.44	21.11	12.00	10.00	
Kumulatiivinen ominaisarvo	37.44	58.55	70.55	80.55	

Liite 6. Luettelo yhteisötason analyyseissä käytetyistä muuttujista
Appendix 6. List of variables used in aggregate level analyses

1. Puutalojen osuus vuonna 1971 rakennetuista pientaloista talojen lukumäärän mukaan — *Proportion of wood-framed detached houses by number of houses*
2. Puutalojen osuus vuonna 1971 rakennetuista pientaloista huoneistojen lukumäärän mukaan — *Proportion of wood-framed detached houses by number of dwellings*
3. Puutalojen osuus vuonna 1971 rakennetuista pientaloista rakennuspinta-alan mukaan — *Proportion of wood-framed detached houses by floor area of houses*
4. Tiilitalojen osuus vuonna 1971 rakennetuista pientaloista talojen lukumäärän mukaan — *Proportion of brick-framed detached houses by number of houses*
5. Tiilitalojen osuus vuonna 1971 rakennetuista pientaloista huoneistojen lukumäärän mukaan — *Proportion of brick-framed detached houses by number of dwellings*
6. Tiilitalojen osuus vuonna 1971 rakennetuista pientaloista rakennuspinta-alan mukaan — *Proportion of brick-framed detached houses by floor area of houses*
10. Lääni — *Administrative district*
12. Tilastoalue — *Statistical region*
13. Kuntamuoto — *Form of commune*
17. Maa- ja metsätaloudesta toimeentulonsa saavan väestön osuus 31. 12. 1970 — *Proportion of population employed in agriculture and forestry*
18. Teollisista elinkeinoista toimeentulonsa saavan väestön osuus 31. 12. 1970 — *Proportion of population employed in industry and construction*
20. Palveluelinkeinoista toimeentulonsa saavan väestön osuus 31. 12. 1970 — *Proportion of population employed in services*
26. Vuokrahuoneistojen osuus 31. 12. 1970 — *Proportion of rented dwellings*
27. Huoneistoala henkilöä kohden 31. 12. 1970 — *Per capita floor area*
30. Ruotsinkielisten osuus 31. 12. 1970 — *Proportion of population speaking swedish*
31. Keskikoulun käyneiden osuus 31. 12. 1970 — *Proportion of population completing middle-school*
32. Ylioppilastutkinnon suorittaneiden osuus 31. 12. 1970 — *Proportion of population completing high-school*
33. Yleisten teiden tiheys (maantiet ja paikallistiet km/km^2) — *Density of roads*
34. Vasemmistopuolueita äänestäneiden osuus kansanedustajainvaaleissa 1972 — *Proportion of persons voting left*
35. Vähittäiskaupan vilkkaus (vuosivaihto asukasta kohden vuonna 1968) — *Intensity of retail trade*
36. Tiilen hintaindeksi — *Price-index of brick*
37. Puun hintaindeksi — *Price-index of timber*
38. Tiilitehtaan läheisyys 1. 1. 1973 — *Nearness of brick-works*
39. Metsäisyys (kunnan metsäpinta-ala jaettuna koko maapinta-alalla ha/km^2 — *Proportion of wooded area of commune*
40. Verotettava tulo asukasta kohden vuonna 1970 — *Per capita income*
41. Taajamissa asuvan väestön osuus 1. 1. 1972 — *Proportion of population living in centers of commune*
42. Kuntaan vuosina 1968—1970 muuttaneiden osuus — *Proportion of population moved in commune in 1968—1970*
45. Sähköistettyjen huoneistojen osuus 31. 12. 1970 — *Proportion of electrified dwellings*
46. Viemäröityjen huoneistojen osuus 31. 12. 1970 — *Proportion of dwellings with indoor drainage*
47. Teollisuustilaston sahojen lukumäärä 1. 1. 1973 — *Number of sawmills*
48. Sahateollisuuden työntekijämäärä 31. 12. 1956 — *Number of workers in sawmills*
49. Sahojen kotimaan toimitukset vuonna 1973 — *Deliveries of sawnwood on domestic market*
50. Työikäisen (15—64) väestön osuus 31. 12. 1970 — *Proportion of the population aged 15—64*
51. Asukastiheys 31. 12. 1970 — *Population density*
52. Vuonna 1971 rakennettujen pientalojen keskimääräinen rakennuspinta-ala — *Average floor area of detached houses*
53. Pientalojen rakentamisaktiviteetti vuonna 1971 — *Building activity of detached houses*
54. Vuonna 1971 rakennettujen puutalojen keskimääräinen rakennuspinta-ala — *Average floor area of wood-framed detached houses*
55. Vuonna 1971 rakennettujen tiilitalojen keskimääräinen rakennuspinta-ala — *Average floor area of brick-framed detached houses*

Liite 7. Yhteisötason muuttujien keskiarvot, hajonnat ja havaintojen lukumäärät
Appendix 7. The mean values, standard deviations and numbers of observations of variables used in the aggregate level analyses

Muuttuja *Variable*	Keskiarvo *Mean value*	Hajonta *Standard deviation*	Havaintoien lukumäärä *Number of observations*
1	79.98	20.16	492
2	79.85	20.96	492
3	77.72	21.68	492
4	18.50	19.11	492
5	18.67	19.33	492
6	20.65	20.76	492
10	5.11	3.71	515
12	21.96	9.83	515
13	3.90	1.73	515
17	32.39	16.16	515
18	22.97	12.79	515
20	24.02	9.70	515
26	145.33	102.78	515
27	194.35	34.20	515
30	120.13	293.96	515
31	62.15	22.99	515
32	28.18	18.27	515
33	.38	.17	499
34	336.44	152.98	515
35	2 188.68	1 333.87	515
36	87.38	10.94	515
37	101.68	3.57	515
38	6.48	4.66	515
39	61.58	25.27	515
40	3.39	1.04	515
41	3.15	2.75	515
42	11.51	6.41	515
45	908.73	99.76	515
46	594.13	141.90	515
47	.81	1.01	515
48	36.98	115.38	515
50	64.73	2.01	515
51	73.07	218.29	515
52	105.28	18.91	492
53	26.86	21.77	515
54	100.98	18.73	486
55	124.24	35.16	342

Liite 8. Tutkimuksessa käytettyjen yhteisötason muuttujien korrelaatiomatriisi
Appendix 8. Correlation matrix of variables used in analysis at the aggregate level

	1 36	2 37	3 38	4 39	5 40	6 41	10 42	12 45	13 46	17 47	18 48	20 50	26 51	27 52	30 53	31 54	32 55	33	34	35
1	1 000																			
2	977	1 000																		
3	985	971	1 000																	
4	—950	—929	—943	1 000																
5	—943	—931	—942	994	1 000															
6	—924	—910	—943	978	981	1 000														
10	142	131	145	—106	—103	—113	1 000													
12	155	145	155	—120	—117	—123	935	1 000												
13	177	174	168	—149	—143	—133	— 39	— 66	1 000											
17	211	202	190	—179	—172	—157	234	197	484	1 000										
18	—178	—166	—158	180	173	165	—232	—200	—270	—840	1 000									
20	—169	—169	—155	113	111	94	— 72	— 37	—536	—763	331	1 000								
26	—225	—223	—205	205	198	179	—124	—125	—596	—816	597	766	1 000							
27	— 98	— 93	— 92	19	24	17	—599	—579	182	—149	75	85	— 83	1 000						
30	2	— 8	7	— 85	— 77	— 90	— 75	— 75	63	— 47	— 64	98	—103	636	1 000					
31	—222	—216	—207	193	189	174	—139	—116	—461	—761	540	754	818	94	— 40	1 000				
32	—238	—229	—217	187	184	166	—229	—204	—427	—624	406	667	676	123	— 84	815	1 000			
33	—119	—112	— 99	101	95	82	—411	—423	—132	—423	383	298	364	254	— 6	385	353	1 000		
34	—109	—103	—104	150	142	145	—198	—167	—324	—682	750	314	636	—195	—354	500	406	303	1 000	
35	—133	—133	—118	109	106	92	—110	— 90	—374	—441	200	550	572	132	18	546	478	233	175	1 000
36	123	116	123	—101	—100	—103	727	748	— 99	147	—193	1	— 33	—563	—138	—132	—159	—369	— 28	— 72
	1 000																			
37	— 90	— 89	— 82	65	70	57	— 445	—446	119	—206	267	50	16	635	255	180	165	286	9	86
	—602	1 000																		

38	80	81	77	—119	—113	463	474	— 59	135	—241	36	—104	—235	133	—215	—221	—346	—232	— 73					
	692	—542	1 000																					
39	48	54	47	— 22	— 29	— 23	191	176	— 41	47	— 14	— 77	8	—250	—172	— 91	—108	— 34	168	— 89				
	233	—165	63	1 000																				
40	—253	—249	—231	200	198	177	—374	—332	—425	—825	675	679	749	350	207	766	717	452	519	416				
	—265	305	—192	—102	1 000																			
41	—198	—191	—175	185	181	163	— 35	— 21	—524	—845	727	679	804	— 26	— 38	754	615	393	631	461				
	— 45	148	—145	— 8	750	1 000																		
42	—187	—180	—173	167	163	155	—216	—180	—351	—753	633	655	708	— 17	—146	671	594	429	564	329				
	—106	113	—192	— 55	600	630	1 000																	
45	—109	—104	— 96	97	98	84	—294	—268	— 43	—524	569	293	301	453	143	461	365	449	256	273				
	—401	602	—387	—160	519	498	349	1 000																
46	—186	—185	—152	125	122	95	—204	—207	—283	—625	499	567	576	400	328	622	535	418	220	494				
	—252	371	—198	—167	700	620	459	615	1 000															
47	— 56	— 46	— 48	71	63	64	— 47	— 48	—140	—220	232	125	221	— 11	—125	181	149	83	182	157				
	—100	51	—108	117	158	232	60	195	172	1 000														
48	— 42	— 35	— 31	45	37	32	24	27	—251	—327	278	227	338	— 68	— 72	215	161	131	316	166				
	28	21	5	290	274	342	131	162	173	334	1 000													
50	—218	—215	—206	220	218	209	—305	—365	—184	—445	466	255	475	172	— 80	518	440	384	415	259				
	—388	296	—424	— 10	540	499	301	461	437	183	196	1 000												
51	—180	—180	—161	124	119	98	—120	—105	—442	—535	307	599	676	29	— 1	630	667	399	296	529				
	— 59	58	— 85	—128	632	575	433	259	520	71	209	364	1 000											
52	—333	—324	—316	282	283	264	—143	—167	—192	—321	230	313	316	199	109	343	417	240	135	196				
	—172	144	—159	— 88	397	330	245	251	370	124	129	232	350	1 000										
53	— 31	— 29	— 34	— 17	— 13	— 1	19	57	41	—187	240	130	2	147	227	82	17	99	12	— 66				
	— 42	168	4	—126	130	116	281	235	200	4	— 6	— 59	— 55	132	1 000									
54	— 63	— 46	1	36	25	— 23	—105	—137	—176	—354	265	333	338	177	111	356	418	254	151	207				
	—151	134	—157	— 71	408	368	255	290	408	159	157	216	347	872	122	1 000								
55	35	9	— 29	— 38	— 7	108	— 90	— 77	— 23	— 76	50	85	60	111	60	116	182	32	57	34				
	— 69	34	— 43	— 93	128	78	77	72	70	— 9	— 21	63	106	322	131	166	1 000							

Liite 9. Talotyypin valintaa selittävän aluetason muuttujajoukon rakenne. Kahdeksan faktorin pääakseliratkaisu

Appendix 9. Eight-factor principal axes solution. Variables describing socioeconomic background at the aggregate level

	1	2	3	4	5	6	7	8
10	—.413	—.719	.281	.236	—.277	.201	—.070	—.026
12	—.392	—.734	.305	.258	—.219	.205	—.013	—.042
13	—.453	.419	—.046	.226	—.002	.159	—.102	.295
17	—.893	.200	—.042	—.182	—.171	.098	—.031	.060
18	.762	—.093	—.170	.472	.148	—.037	—.062	—.049
26	.833	—.386	—.024	—.161	.038	—.066	.031	—.053
27	.268	.731	.379	.021	.028	—.164	—.023	.028
30	.025	.344	.686	.107	.089	—.236	—.094	—.081
31	.844	—.223	.104	—.138	—.053	.169	—.020	—.002
32	7.60	—.145	.069	—.311	—.020	.185	—.036	.062
33	.557	.212	—.098	—.018	.016	.047	.039	.246
34	.625	—.292	—.476	.207	.150	—.079	—.125	—.018
35	.526	—.144	.210	—.331	—.180	—.016	.193	.014
36	—.362	—.761	.190	.068	.102	—.047	—.065	.154
37	.370	.631	.097	.215	—.209	.109	.010	—.057
38	—.366	—.495	.383	—.021	.275	—.287	—.012	.134
39	—.099	—.256	—.251	.123	—.174	—.265	—.019	.140
40	.889	—.003	.171	—.018	.096	—.132	—.170	—.001
41	.838	—.335	.045	.141	—.065	—.009	—.058	—.080
42	.724	—.197	—.084	.085	.340	.234	.196	.069
45	.628	.307	.136	.323	—.213	.120	.021	.096
46	.734	.089	.395	.051	—.122	.006	.026	.062
47	.239	—.072	—.141	.110	—.314	—.244	.238	.004
48	.300	—.222	—.113	.131	—.251	—.376	.090	.083
50	.617	.129	—.190	—.021	—.240	.016	—.241	.009
51	.650	—.218	.167	—.377	—.062	.053	—.071	.117
53	.132	.071	.233	.382	.196	.138	.193	.019

Liite 10. Talotyypin valintaa selittävän aluetason muuttujajoukon rakenne.
Kuuden faktorin varimax-ratkaisu

Appendix 10. Six-factor varimax solution. Variables describing socioeconomic background at the aggregate level

	1	2	3	4	5	6	a)
10	—.085	—.940	—.089	—.079	—.172	.059	.938
12	—.073	—.942	—.072	—.024	—.204	.034	.941
13	—.599	.045	.079	—.069	.209	—.208	.458
17	—.670	—.134	—.091	—.619	—.058	—.221	.911
18	.354	.131	—.016	.772	.210	.283	.864
26	.842	.072	—.117	.313	—.032	.221	.875
27	.023	.474	.673	.001	.297	—.110	.778
30	—.012	.045	.805	—.006	—.045	—.114	.665
31	.837	.018	—.024	.276	.210	.034	.824
32	.816	.122	—.071	.129	.171	—.062	.735
33	.348	.332	.020	.229	.286	.034	.367
34	.364	.177	—.394	.578	.020	.347	.774
35	.672	.020	.098	—.105	.080	.075	.484
36	—.019	—.655	—.130	.009	—.560	.046	.763
37	.017	.313	.355	.132	.635	—.014	.645
38	—.057	—.388	.196	—.043	—.700	—.006	.686
39	—.112	—.112	—.194	—.012	—.118	.421	.254
40	.724	.264	.246	.396	.115	.150	.847
41	.716	—.069	.001	.469	.153	.283	.841
42	.566	.115	—.161	.608	.059	—.122	.748
45	.289	.114	.300	.356	.587	.113	.670
46	.618	.053	.424	.243	.306	.066	.721
47	.130	.014	—.017	.022	.149	.460	.252
48	.212	—.022	.003	.099	—.005	.564	.373
50	.419	.254	—.072	.139	.413	.239	.492
51	.801	.054	.008	—.002	.037	.004	.646
53	—.048	—.107	.256	.410	.094	—.153	.280
b)	6.446	3.071	1.960	2.729	2.319	1.308	17.832
c)	23.8 %	11.3 %	7.2 %	10.1 %	8.5 %	4.8 %	66.0 %

a) kommunaliteetti
b) ominaisarvo
c) ominaisarvo prosentteina muuttujien lukumäärästä

Liite 11. Yhteisötason regressioanalyysissä käytettyjen selitettävien alkuperäismuuttujien ja selittävien faktoripistemuuttujien korrelaatiomatriisi

Appendix 11. Correlation matrix of dependent original variables and independent factor score variables used in regression analysis at the aggregate level [1])

	1	52	101	102	103	104	105	106
1	1.000							
52	—.333	1.000						
101	—.233	.382	1.000					
102	—.119	.089	.004	1.000				
103	—.019	.132	.006	.010	1.000			
104	—.074	.081	.063	.002	—.003	1.000		
105	—.056	.156	.012	.045	.040	.034	1.000	
106	—.021	.029	.044	—.024	—.055	.094	.001	1.000

[1]) Muuttujien nimet — *Names of variables:*
(1) puutalojen osuus — *proportion of wood-framed houses*
(52) keskimääräinen rakennuspinta-ala — *average floor area of the houses*
(101) kaupunkimaisuus ja tiedon taso — *level of urbanization and education*
(102) alueen etäisyys — *southern location*
(103) ruotsinkielisyys — *Finnish-Swedish culture dominance*
(104) teollistuneisuus — *level of industrialization*
(105) tiilen tarjonta — *supply of brick*
(106) puutavaran tarjonta — *supply of timber*

Liite 12. Puutalojen osuuden ja keskimääräisen rakennuspinta-alan regressiomallit, kun selittävinä muuttujina käytetään faktoripistemuuttujia

Appendix 12. Regression models of proportion of wood-framed detached houses and average floor area of the houses if factor score variables are used as independent variables of models

Puutalojen osuus selitettävänä
Proportion of wood-framed houses as criterion

Parhaat selittäjät *Best predictors*	Regr.kerroin *Regr.c*	T-arvo (df 512) *T value*	Merkitsev. [2]) *Significance*
101 kaupunk. + tiedon taso — *level of urbanization and education*	—.046	—5.452	***
102 eteläisyys — *southern location*	—.023	—2.766	**

Vakio — *Const.term* = 114.531, Mallin F-arvo *F value* (df 2,512) = 18,745 ***. R^2 = .068

Keskimääräinen rakennuspinta-ala selitettävänä
Average floor area of the houses as criterion

Parhaat selittäjät *Best predictors*	Regr.kerroin *Regr.c*	T-arvo (df 510) *T value*	Merkitsev. [2]) *Significance*
101 kaupunk. + tiedon taso — *level of urbanization and education*	.070	9.520	***
105 tiilen tarjonta — *supply of brick*	.026	3.589	***
103 ruotsinkielisyys — *Finnish-Swedish culture dominance*	.023	3.079	**
102 eteläisyys — *southern location*	.015	2.007	*

Vakio — *Const. term* = 38.253, Mallin F-arvo *F value* (df 4,510) = 30.023 ***, R^2 = .191

[2]) Tilastollinen merkitsevyys: *Statistitical significance:* *** p = 0.001, ** p = 0.01, * p = 0.05

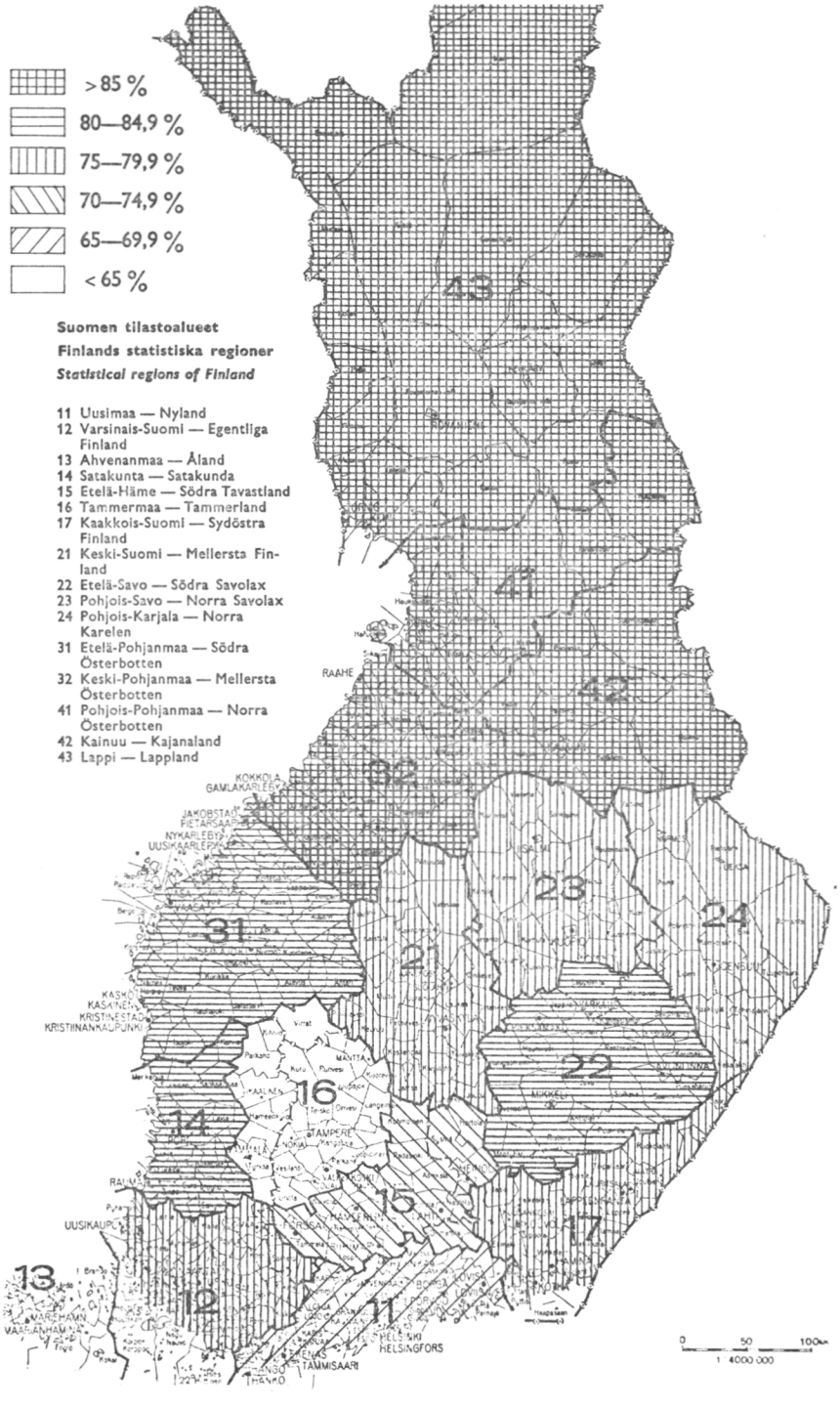
Liite 13. V. 1971 rakennettujen pientalojen jakautuminen eri talotyyppeihin lukumäärän mukaan lääneittäin

Appendix 13. Number of new detached houses by types of house and by administrative districts in 1971

Lääni *Administrative district*	Puutaloja *Wood-framed houses*		Tiilitaloja *Brick-framed houses*		Kaikkiaan [1]) *Grand total* [1])	
	lkm *number*	%	lkm *number*	%	lkm *number*	%
Uudenmaan	1 022	65.9	466	30.1	1 550	100
Turun ja Porin	1 241	81.0	269	17.5	1 533	100
Ahvenanmaa	50	55.6	15	16.7	90	100
Hämeen	671	61.1	371	33.8	1 099	100
Kymen	581	78.0	153	20.5	745	100
Mikkelin	297	81.4	64	17.5	365	100
Pohj.-Karjalan	243	79.2	61	19.9	307	100
Kuopion	353	76.6	105	22.8	461	100
Keski-Suomen	327	76.9	95	22.4	425	100
Vaasan	955	80.6	221	18.6	1 185	100
Oulun	1 001	87.1	145	12.6	1 149	100
Lapin	447	86.5	59	11.4	517	100
Koko maa — *Whole country*	7 188	76.3	2 024	21.5	9 426	100

[1]) Ei ole puu- ja tiilitalojen summa, vaan kaikki rakennetut pientalot yhteensä. — *All construction-types*

Liite 14. Kartake. Puutalojen prosenttinen osuus rakennetuista pientaloista tilastoalueittain
Appendix 14. Map. Proportional shares of new wood-framed detached houses by statistical regions



Liite 15. V. 1971 rakennettujen pientalojen keskimääräiset asuntopinta-alat eri talotyypeissä ja kaikissa pientaloissa lääneittäin

Appendix 15. Average floor areas in new detached houses by types of house and by administrative districts in 1971

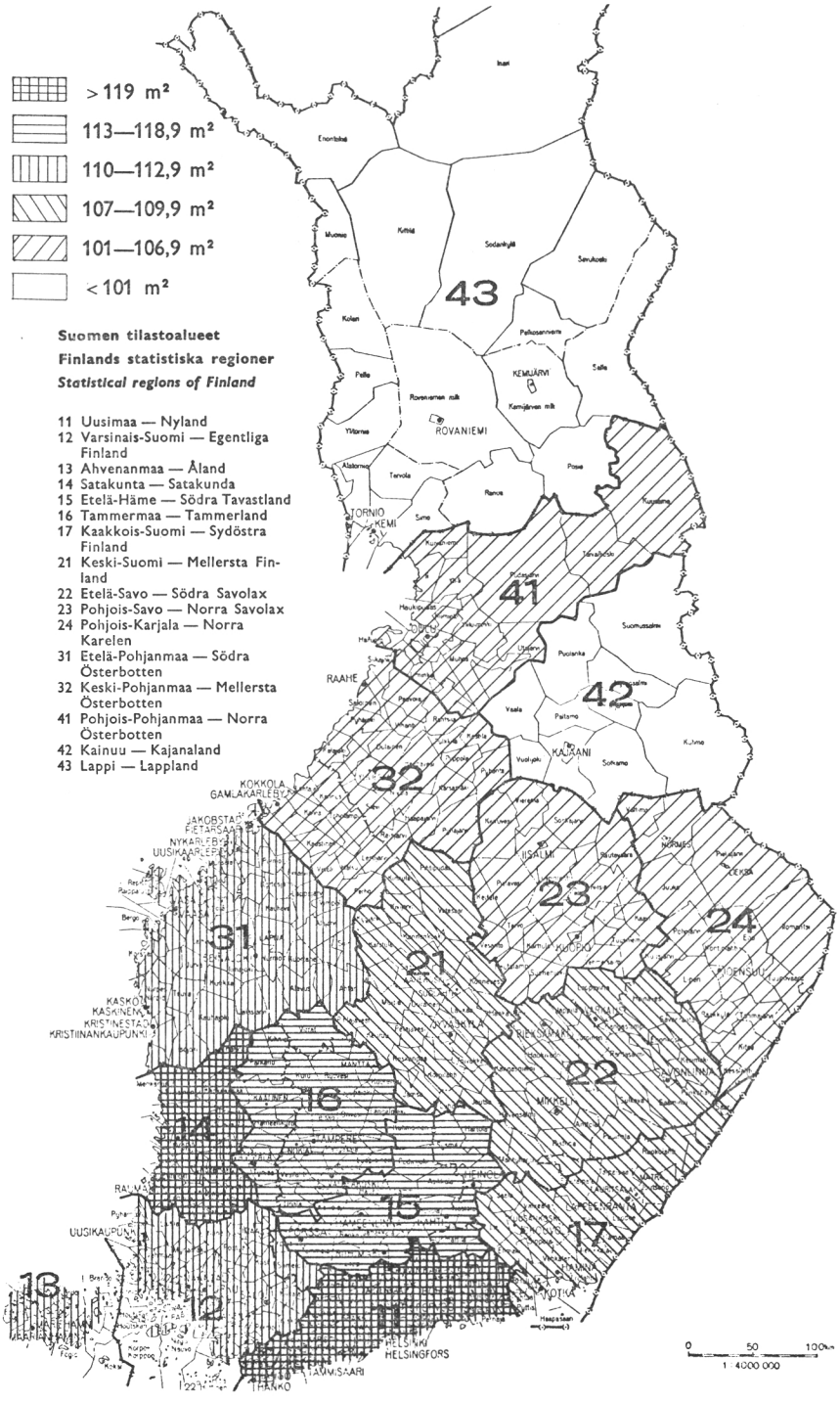
Lääni *Administrative district*	Puutalojen keskim. p-ala m²:nä [1] *Average floor area of wood-framed houses* [1]	Kivitalojen keskim. p-ala m²:nä [2] *Average floor area of brick-framed houses* [2]	Kaikkien pientalojen keskim. p-ala m²:nä [3] *Average floor area of all detached houses* [3]
Uudenmaan	111.19	130.3	120.1
Turun ja Porin	112.7	142.6	115.0
Ahvenanmaa	104.5	111.2	111.3
Hämeen	107.3	119.0	115.6
Kymen	104.8	116.8	107.6
Mikkelin	103.7	114.1	105.8
Pohj.-Karjalan	99.5	125.4	104.6
Kuopion	103.2	120.4	107.1
Keski-Suomen	103.7	120.2	107.4
Vaasan	109.1	119.1	111.0
Oulun	97.8	109.1	100.0
Lapin	90.5	118.5	94.2
Koko maa — *Whole country*	105.8	124.0	110.4

[1]) puutalojen pinta-ala yhteensä/puutalojen lukumäärä — *total floor area of wood-framed houses/number of wood-framed houses*

[2]) kivitalojen pinta-ala yhteensä/kivitalojen lukumäärä — *total floor area of brick-framed houses/number of brick-framed houses*

[3]) kaikkien pientalojen pinta-ala yhteensä/pientalojen lukumäärä — *total floor area of all detached houses/number of all detached houses*

Liite 16. Kartake. Rakennettujen pientalojen pinta-alojen keskiarvot tilastoalueittain
Appendix 16. Map. Average floor areas of new detached houses by statistical districts



HAVUTUKKIEN KUOREN TIHEYS JA KOSTEUS

MATTI KÄRKKÄINEN

SUMMARY

DENSITY AND MOISTURE CONTENT OF BARK IN PINE AND SPRUCE LOGS

HELSINKI 1976

ISBN 951-40-0211-3

Helsinki 1976. Valtion painatuskeskus

ALKUSANAT

Käsillä oleva tutkimus kuuluu ensimmäisenä osana sarjaan, jossa selvitellään puutavaran painomittauksen perusteita.

Tutkimuksessa käytetty kuoriaineisto on kerätty havutukkien kuoren määrää käsittelevän tutkimuksen tarpeita varten. Kenttätöistä vastasivat tuolloin pääasiassa metsäteknikot Tauno Oittinen, Pentti Savilampi ja Anita Törn. Varsinaiset tutkimustulokset on myös saatu valmiiksi (Heiskanen ja Rikkonen 1976).

Käsillä olevan tutkimuksen laboratoriotyöt tekivät rouvat Taija Havanto ja Kaarina Koskinen. Muissa tehtävissä avustivat nti Tarja Björklund ja rva Aune Rytkönen. Englanninkielisen tekstin tarkasti John Derome, B. Sc. Käsikirjoituksen lukivat professorit Pentti Hakkila ja Veijo Heiskanen.

Kiitän saamastani tuesta.

Helsingissä 1976-02-20

Matti Kärkkäinen

SISÄLLYSLUETTELO

1. Johdanto 5

2. Aikaisemmista tutkimuksista saatavat tulokset 7
   21. Mänty 7
   22. Kuusi 7
   23. Menetelmä kuoren tiheyden laskemiseksi kuoren tilavuus- ja massaprosenteista 8

3. Aineisto 10

4. Kuiva-tuoretiheys 12

5. Tuoretiheys 15

6. Kosteus 17

7. Tulosten tarkastelua 21

   Kirjallisuutta 23

   Summary 24

MÄÄRITELMIÄ JA LYHENTEITÄ

Kosteussuhde = näytteessä olevan veden massa jaettuna puuaineen absoluuttisen kuivalla massalla, yleensä %

Kuiva-tuoretiheys = näytteen absoluuttisen kuiva massa jaettuna sen tuoreessa tilassa mitatulla tilavuudella, kg/m^3

Tuoretiheys = näytteen tuoreena mitattu massa jaettuna sen samassa tilassa mitatulla tilavuudella, kg/m^3

$\bar{x}$ = aritmeettinen keskiarvo

s = standardipoikkeama

* = riski 0.05

** = riski 0.01

*** = riski 0.001

1. JOHDANTO

Lukuisissa puutavaran mittaustehtävissä tarvitaan tietoja puuaineen tiheyden lisäksi myös kuoren tiheydestä. Esimerkiksi suurten puutavaerien tehdasmittaus saattaa olla järjestetty siten, että saapuvista kuormista määritetään ainoastaan puutavaran massa, joka muunnetaan yhteisillä puuaineen ja kuoren tiheysluvuilla tilavuusmitoiksi. Tietoja kuoren tiheydestä tarvitaan edelleen selvitettäessä kuorellisten ja kuorettomien tukkien suhteita upotusmittauksessa. Käytettäessä kuorta polttoaineena tiheysluvut ovat tarpeellisia selvitettäessä, missä suhteessa kuoren tilavuus on suhteessa sen kuivaan massaan. Tiheydellä saatta olla informaatioarvoa myös muissa kuoren käyttömuodoissa, joita on pohdittu viime vuosina (esim. Kuoripäivät. . . 1974).

Puuaineen tiheyteen verrattuna kuoren tiheyttä on tutkittu vähän. Eräänä syynä lienee se, että kuorellinen puutavara on tehdasmittauksessa yleistynyt vasta viimeisten 20 vuoden aikana. Aiemmin tietoja kuoren tiheydestä ei tarvittu, kun kuori jäi joko kasvupaikalle tai välivarastolle. Toisaalta mielenkiinnon puuttumiseen on saattanut vaikuttaa se, että käytetyissä painomittausjärjestelmissä on pyritty puuaineen ja kuoren yhteisen tuoretiheyden jatkuvaan määrittämiseen (esim. Kemi Oy, Veitsiluoto Oy). Edelleen mielenkiintoa kuoren tiheyteen on vähentänyt se havainto, että kuoren tiheys vaihtelee huomattavasti puuaineen tiheyttä enemmän olosuhteiden vaikutuksesta. Mm. kuoren kutistuminen on puutavaran mittaukseen vaikuttava seikka (R i i k o n e n 1973). Esimerkiksi G i s l e r u din (1973) tutkimuksessa kuusija mäntytukkien kuori kutistui läpimitan mittauksessa kesän aikana 4 mm puuaineen läpimitan pysyessä likimain samana tai alentuessa alle 1 mm. Edelleen on tunnettua, että kuori kutistuu enemmän kuin puuaine (esim. T a m m i n e n 1962, taulukot 24 ja 38, 1964, taulukot 23 ja 37). Myös menetelmällisesti kuoren tiheyden mittaaminen on hankalaa.

Suomalaisia tutkimuksia kuoren tiheydestä ei aikaisemmin liene tehty.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan mänty- ja kuusitukkien kuoren kuiva-tuoretiheyttä, tuoretiheyttä ja kuoressa olevan veden määrää käytettävissä olevan kirjallisuuden ja empiirisen materiaalin avulla. Lisäksi esitetään havaintoja kuoren kosteudesta. Tukkeihin on rajoituttu siksi, että ne toimitetaan tehtaalle yleensä niin tuoreina, ettei kuoren tiheys ole voinut oleellisesti muuttua kasvaviin puihin verrattuna. Näin ollen kuoren kuivumisesta aiheutuvia huomattavia muutoksia ei tarvitse

ottaa huomioon kosteuden määrityksin tai muutoin. Eri tiheystunnuksista on rajoituttu kuiva-tuoretiheyteen ja tuoretiheyteen. Kuiva-tuoretiheydessä näytteen massa on määritetty absoluuttisen kuivana, mutta tilavuus luonnontilassa. Tätä tiheyslukua voidaan käyttää mm. energiataloudellisissa laskelmissa. Tuoretiheydessä sekä massa että tilavuus on määritetty luonnontilaisessa kosteudessa. Tuoretiheys on tarpeellinen tunnus mm. tukkien painomittauksessa ja tarkasteltaessa yleensäkin tuoreen kuoren massan ja tilavuuden suhdetta.

Tässä tutkimuksessa käytetään molemmilla tavoilla määritetyn tiheyden yksikkönä SI-järjestelmän mukaisesti kg/m^3. Tilavuus on määritetty mahdollisimman puristamattomassa tilassa. Tulokset eivät ole näin ollen yleistettävissä tekniseen kuoreen, jonka valmistukseen on saattanut vaikuttaa etenkin männyn kuoren kokoonpuristuvuus (esim. Uusvaara 1975).

2. AIKAISEMMISTA TUTKIMUKSISTA SAATAVAT TULOKSET

21. Mänty

Männyn kuoren tiheyttä koskevia tuloksia on esittänyt T a m m i n e n (1962) 108 rungon aineistoon perustuen. Tutkimuksen mukaan männyn kuoren tuoretiheys kasvaa tyvestä latvaan päin jatkuvasti hidastuvalla nopeudella. Aivan tyvessä, kaarnakuoren alueella, tuoretiheys on 500...550 kg/m³. Latvaosassa, hilsekuoren alueella, tuoretiheys on 800...850 kg/m³. — Nämä luvut ovat suuntaa antavia keskiarvoja. Jo metsiköiden välillä vaihtelu on huomattava ja puuyksilöiden välillä luonnollisesti sitäkin suurempi.

Kuiva-tuoretiheys ei männyllä paljon vaihtele rungon pituussuunnassa, vaan keskiarvo on suunnilleen 250...300 kg/m³ tarkastelukohdan korkeudesta riippumatta. Heikosti voidaan havaita kuiva-tuoretiheyden laskevan tyvestä keskirunkoon päin ja sitten taas nousevan latvaan. — Myös kuiva-tuoretiheyden metsiköittäinen vaihtelu on suuri.

Tuoretiheyden ja kuiva-tuoretiheyden erilaisesta muuttumisesta rungon pituussuunnassa voidaan päätellä, että kaarnakuori on luonnontilassa huomattavasti kuivempaa kuin hilsekuori. Kosteussuhde (veden massa prosentteina kuoren massasta) on T a m m i s e n mukaan tyvessä 60...90 % ja latvassa 170...230%. Erityisen suuria metsiköiden väliset erot ovat juuri kuoren kosteussuhteessa.

Kuten edellä olevasta on ilmennyt, T a m m i s e n (1962) tutkimuksesta käy hyvin selville kuoren tiheyden vaihtelu rungon pituussuunnassa. Valitettavasti tuloksia ei ole esitetty erikseen erilaisista kuorilajeista, jotka voitaisiin määrittää silmävaraisesti (kaarna, hilsekuori), ja joita voitaisiin käyttää hyväksi arvioitaessa erilaisten tukkien kuoren tiheyttä.

22. Kuusi

Tietoja kuusen kuoren tiheydestä on esittänyt T a m m i n e n (1964) 77 rungon aineistoon perustuen. Tutkimuksen mukaan tuoretiheys on 750...850 kg/m³. Vaihtelu rungon pituussuunnassa osoittautui epämääräiseksi. Eräissä metsiköissä tuoretiheys kasvoi muutamia kymmeniä kg/m³ tyvestä latvaan. Poikkeuksellisesti tuoretiheys

saattoi myös laskea samassa suunnassa saman verran. Metsiköiden väliset erot olivat siis melkoiset. — Toinen tutkimustulos on ruotsalaisen Welanderin (1916). Hänen vähäisessä aineistossaan kuusen kuoren tuoretiheys oli keskimäärin 813 kg/m³.

Myös kuusen kuoren kuiva-tuoretiheys muuttuu rungon pituussuunnassa toisella tavalla kuin männyllä. Tiheintä, n. 400...450 kg/m³ kuori on aivan tyvellä, mutta tiheys laskee ylöspäin mentäessä nopeasti. Esimerkiksi 10 % korkeudella rungon pituudesta tuoretiheys on suuruusluokaltaan 350 kg/m³. Tämän jälkeen tuoretiheys laskee hitaasti latvaan saakka suunnilleen arvoon 300 kg/m³.

Samoin kuin männyllä, myös kuusella kuoren kosteussuhde kasvaa tyvestä latvaan päin jatkuvasti hidastuvalla nopeudella. Tyvessä kuoren kosteussuhde on noin 90 %, latvassa n. 150...180 %. Metsiköiden väliset erot ovat Tammisen tutkimuksen perusteella suuret.

Myöskään kuusen osalta Tamminen (1964) ei ole esittänyt keskimääräisiä tuloksia eri puutavaralajeille. Hyvän mielikuvan rungon pituuden suuntaisesta vaihtelusta tuloksista kyllä saa.

23. Menetelmä kuoren tiheyden laskemiseksi kuoren tilavuus- ja massaprosenteista

Kuten johdannossa on todettu, varsinaisia tutkimuksia kuoren tiheydestä ei Suomessa ole tehty. Eräiden Hakkilan esittämien tutkimustulosten avulla voidaan kuitenkin laskea suuntaa antavia lukuja eri puutavaralajien kuiva-tuoretiheydestä.

Jäljempänä käytetään seuraavia merkintöjä, jotka koskevat puutavarapölkkyä tai näytekiekkoa.

a = kuoren kuiva massa kg
A = puuaineen kuiva massa kg
b = kuoren tilavuus tuoreena m³
B = puuaineen tilavuus tuoreena m³

Tällöin kuoren massasta ilmaistu osuus on prosentteina $\frac{100\,a}{A+a}$ ja tilavuudesta ilmaistu osuus $\frac{100\,b}{B+b}$. Kun kuoren massaprosenttia merkitään kirjaimella m ja tilavuusprosenttia kirjaimella k, kuoren kuiva massa $a = \frac{mA}{100-m}$ ja kuoren tilavuus tuoreena $b = \frac{kB}{100-k}$.

Näin ollen kuoren kuiva-tuoretiheys on a/b eli kaavan (1) mukainen.

(1) $$\frac{a}{b} = \frac{A}{B} \cdot \frac{m\,(100-k)}{k\,(100-m)}$$

Toisin sanoen kuoren kuiva-tuoretiheys on puun kuiva-tuoretiheys A/B kerrottuna luvulla $\frac{m\,(100-k)}{k\,(100-m)}$, jossa m on kuoren massaprosentti ja k sen tilavuusprosentti.

Hakkila (1967, s. 29) on julkaissut taulukon, josta käyvät ilmi eräiden puu- ja puutavaralajien kuoren tilavuus- ja massaprosentit. Nämä kuoren osuudet on laskettu samasta aineistosta. Kun puuaineen kuiva-tuoretiheys otetaan Hakkilan aikaisemmasta tutkimuksesta (Hakkila 1966, s. 71), jonka tutkimusmateriaali on ilmeisesti toinen, saadaan kaavalla (1) lasketuksi likimääräinen kuoren kuiva-tuoretiheys mänty- ja kuusitukeille. — Mäntytukkien kuoren kuiva-tuoretiheydeksi saadaan 312 kg/m³ ja kuusitukkien 362 kg/m³.

Kaavalla (1) laskettujen tulosten yhtäpitävyys ruotsalaisiin tuloksiin on hyvä. Kuten edellä on Tammisen (1962, 1964) tutkimusten perusteella todettu, männyllä on kuoren kuiva-tuoretiheys rungon alaosassa 250...300 kg/m³ ja kuusella n. 50...100 kg/m³ suurempi.

Kaavaa (1) voidaan soveltaa myös Oksta din (1968, taulukot 7 ja 8) esittämiin tietoihin, jotka koskevat 1 085 kuusikiekkoa ja 616 mäntykiekkoa. Esitetyistä tuloksista männyn kuoren kuiva-tuoretiheydeksi saadaan lasketuksi 288 kg/m³ ja kuusen 352 kg/m³. — Mainittakoon, että männyllä kuoren ohella myös puuaineen tiheys oli poikkeuksellinen alhainen, 391 kg/m³ (kuusella 401 kg/m³).

3. AINEISTO

Tämän tutkimuksen tarkoitusta varten on ollut käytettävissä tuoretta, metsässä olevaa puutavaraa koskeva aineisto, joka on kerätty maan eri osista havusahatukkien mittaustutkimusten yhteydessä. Laboratoriomittauksia varten on ollut kaikkiaan 742 kuorinäytettä, joiden keskimääräinen massa tuoreena oli 1.3 kg. Näytteet oli otettu mänty- ja kuusirunkojen eri korkeuksilta tavalla, joka on selostettu aikaisemmassa tutkimuksessa (Heiskanen ja Rikkonen 1976). Pienin rungon kuoreton läpimitta, josta näyte oli otettu, oli 129 mm, ja suurin 418 mm. Alin rungosta otettu näyte tuli aivan tyvestä ja ylin 18 m korkeudelta.

Tuoreista rungoista otetut ja muovipussissa pidetyt kuorinäytteet säilytettiin kylmähuoneessa laboratoriomittauksiin saakka. Näissä mittauksissa määritettiin kuoren massa tuoreena, sen tilavuus veteen upottamalla (Olesen 1971) sekä lämpökaapissa 103°C lämpötilassa kuivaamisen jälkeen kuoriaineen kuiva massa. Näistä mittauksista on laskettu sisä- ja ulkokuorta erottamatta kuoren kuiva-tuoretiheys, tuoretiheys, kosteussuhde sekä kuorikuutiometrissä olevan veden massa kilogrammoina.[1]) Tulosten tarkastelussa on pidetty omina ryhminään kaarnaiset ja kaarnaa sisältämättömät kuorinäytteet. Männyn kaarnaisuuden käsite on selvä. Kuusella kaarnaisuutena pidettiin vahvaa kuoren halkeilua ja kaarnamaista ulkonäköä.

Aineiston suppeudesta johtuen maan alueelliseen tarkasteluun ei ole aihetta. Vuodenajan vaikutuksesta voidaan sanoa, että tässä tutkimuksessa havaitut veden määrät ovat alempia kuin mitä saataisiin kasvukauden aikana. Tunnettua nimittäin on, että kuoren kosteus on lepokautena pienimmillään (esim. Srivastava 1964, s. 251).

[1]) Tavallisesti jossakin puunäytteessä olevan veden määrä ilmoitetaan prosentteina joko näytteen kuivasta massasta tai puun ja veden yhteisestä massasta, joista edellinen käsite, kosteussuhde, lienee yleisimmin käytetty. Käsitteellä on kuitenkin merkittäviä haittoja, jotka näkyvät selvästi mm. tutkittaessa eräiden tekijöiden korreloitumista. Esimerkiksi jos jokaisen näytteen tilavuusyksikössä olevan veden massa on vakio, mutta puuaineen tiheys vaihtelee, saadaan kosteussuhteelle ja tiheydelle vahva negatiivinen riippuvuus. Tähän on jo aiemmin kiinnitetty puutieteessä huomiota (Kärkkäinen 1971, s. 112, Franklin ja Squillace 1974). — Eräs mahdollisuus välttää tiettyjä matemaattisia vaikeuksia on ilmaista veden massa tilavuusyksikköä kohti. Tätä tunnusta käytti jo Hartig (1885).

Aineiston tärkeimmät tunnukset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Kuoriaineiston tärkeimmät tunnukset

Table 1. Main characteristics of the bark material

Muuttuja *Variable*	Mänty *Pine*		Kuusi *Spruce*	
	Kaarna *Bark with rhytidome*	Muu *Other*	Kaarna *Bark with rhytidome*	Muu *Other*
Näytteitä, kpl — *Number of samples*	193	229	75	245
Keskim. rungon kuoreton läpimitta näytteen kohdalla, mm — *Average stem diameter without bark at the sampling point, mm*	236	205	248	220
Keskim. näytteenottokohta maasta, m — *Average distance of sample from the ground, m*	2.6	7.8	3.0	6.1

4. KUIVA-TUORETIHEYS

Kuiva-tuoretiheyttä koskevat tulokset on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Kuoren kuiva-tuoretiheys
Table 2. Basic density of bark

Aineiston osa *Part of material*	$\bar{x}$	s	Variaatiokerroin *Coefficient of variation* %
	kg/m³		
Mänty, kaarna — *Pine, bark with rhytidome*	309	40.5	13.1
Mänty, muu — *Pine, other*	301	35.1	11.7
Kuusi, kaarna — *Spruce, bark with rhytidome*	409	49.8	12.2
Kuusi, muu — *Spruce, other*	365	37.9	10.4

Männyllä kaarnaisten ja kaarnattomien kuorinäytteiden tiheydet eivät poikkea tilastollisesti merkitsevästi toisistaan, vaan kaikelle männyn kuorelle voidaan käyttää kuiva-tuoretiheyden yhteistä keskiarvoa 305 kg/m³. Tämä on sangen lähellä H a k k i l a n tuloksista kaavalla (1) laskettua kuiva-tuoretiheyttä 312 kg/m³.

Sen sijaan kuusella eri kuorilajit poikkeavat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan. Paksun kaarnakuoren tiheys on taulukon 2 mukaan 12 % suurempi kuin tavallisen, suhteellisen sileän kuoren. Edelleen voidaan todeta, että kuusen kuoren kuiva-tuoretiheys on tilastollisen merkitsevästi suurempi kuin männyn kuoren kuiva-tuoretiheys. Kuusen kaarnakuori on peräti 34 % tiheämpää kuin männyn kuori. Kuusen sileämmän kuoren tiheyden ero männyn kuoreen on sekin 20 %.

Variaatiokertoimen perusteella arvioiden hajonta on molemmilla puulajeilla ja kuorilajeilla samaa suuruusluokkaa. Erot absoluuttisessa varianssissa eivät myöskään ole suuret.

Kuoren kuiva-tuoretiheyden vaihtelua pystytään jossakin määrin selittämään näytteenottokohdan sijainnilla. Tämä on havaittu myös eräissä muita mäntylajeja koskevissa tutkimuksissa (K o c h 1971, s. 503). Taulukossa 3 on esitetty kuiva-tuoretiheyden korrelaatio eri puu- ja kuorilajeilla näytteenottokohdan etäisyyden ja vastaavan rungon kuorettoman läpimitan kanssa.

Taulukko 3. Kuiva-tuoretiheyden korrelaatio kuorinäytteen sijainnin kanssa
Table 3. Correlation between basic density and the location of bark sample

Aineiston osa *Part of material*	Korrelaatio *Correlation coefficient*	
	r_{12}	r_{13}
Mänty, kaarna — *Pine, bark with rhytidome* (n = 193)	—0.071	0.093
Mänty, muu — *Pine, other* (n = 229)	0.106	—0.095
Kuusi, kaarna — *Spruce, bark with rhytidome* (n = 75)	—0.392***	0.226
Kuusi, muu — *Spruce, other* (n = 245)	—0.140*	0.211***

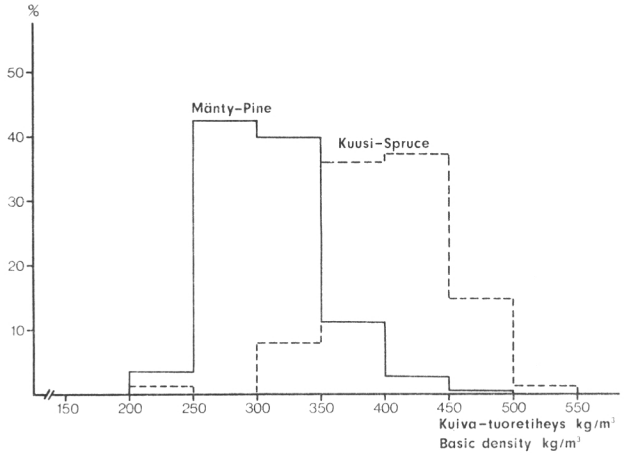
Muuttujat — *Variables:*

1 = kuoren kuiva-tuoretiheys, kg/m³ — *basic density of bark, kg/m³*
2 = näytteenottokohdan etäisyys maasta, m — *distance of sample from the ground, m*
3 = rungon kuoreton läpimitta näytteen kohdalla, mm
stem diameter without bark at the sampling point, mm

* p = 0.05
* p = 0.01
*** p = 0.001

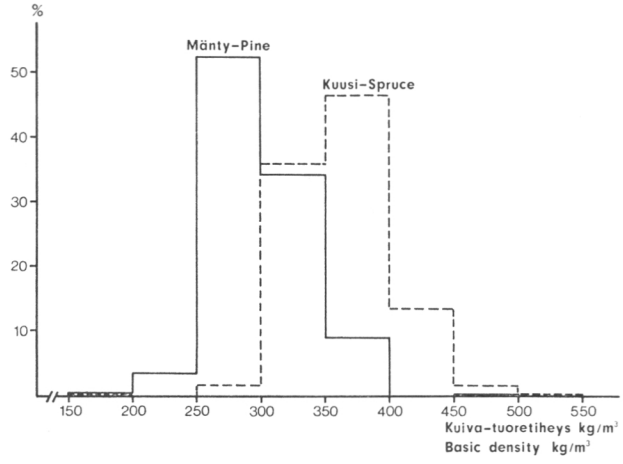
— Näiden merkintöjen selitystä ei toisteta myöhemmin.

Männyllä mikään korrelaatiokerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä. Sen sijaan kuusella näyttää siltä, että tiheys alenee tyvestä latvaan päin ja toisaalta läpimitan suurentuessa. Korrelaatiokertoimet ovat kaikki merkitseviä tai lähellä tavanomaista hylkäysrajaa (korrelaatio r_{13} kaarnakuusilla 0.226, p on n. 0.06). Läpimitan vaikutus kuvaa kuitenkin lähinnä etäisyyttä maasta, kasvaahan läpimitta siirryttäessä rungossa latvasta tyveen. Läpimitan ja kuiva-tuoretiheyden osittaiskorrelaatiot, joista tarkastelukohdan etäisyyden vaikutus on poistettu, eivät ole muodollisesti merkitseviä.



Kuva 1. Männyn ja kuusen kaarnaisten kuorinäytteiden kuiva-tuoretiheyden jakaumat
Fig. 1. Frequency of basic density of pine and spruce bark with rhytidome

Merkittävää on, että kuiva-tuoretiheyden korrelaatio jäljempänä tarkasteltavan tuoretiheyden kanssa on heikko. Männyn kaarnaisissa näytteissä korrelaatiokerroin on 0.241 ja muissa näytteissä 0.120, kuusen kaarnanäytteissä taas 0.020 ja muissa näytteissä —0.002. Käytännössä nämä vähäiset riippuvuudet merkitsevät sitä, että tuoretiheyden vaihtelu on heikosti selitettävissä varsinaisen kuoriaineksen tiheyseroilla. Ratkaiseva merkitys täytyy sen sijaan olla veden määrän vaihtelulla.



Kuva 2. Männyn ja kuusen kaarnattomien kuorinäytteiden kuiva-tuoretiheyden jakaumat
Fig. 2. Frequency of basic density of pine and spruce bark without rhytidome

5. TUORETIHEYS

Tuoretiheyttä koskevat tulokset on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Kuoren tuoretiheys

Table 4. Green density of bark

Aineiston osa *Part of material*	$\bar{x}$	s	Variaatiokerroin *Coefficient of variation* %
	kg/m³		
Mänty, kaarna — *Pine, bark with rhytidome*	581	96.1	16.5
Mänty, muu — *Pine, other*	743	77.8	10.5
Kuusi, kaarna — *Spruce, bark with rhytidome*	767	61.5	8.0
Kuusi, muu — *Spruce, other*	809	70.7	8.7

Säännönmukaisuutena on kummallakin puulajilla, että kaarnaisten näytteiden tuoretiheys on pienempi kuin saman puulajin kaarnattomien näytteiden. Erityisen suuri ero on männyllä, jolla kaarnattomien kuorinäytteiden tuoretiheys on peräti 28 % suurempi kuin kaarnaisten. Muuten erot eri puu- ja kuorilajien välillä eivät ole suuret, mutta kuitenkin tilastollisesti merkitsevät. Tiheimmäksi on tässä tutkimuksessa saatu kuusen muu kuin kaarnakuori.

Aiemmin siteeratut ruotsalaiset tulokset (T a m m i n e n 1962, 1964) kuusen ja männyn kuoren tuoretiheydestä ovat samaa suuruusluokkaa taulukossa 4 esitettyjen tulosten kanssa.

Variaatiokertoimen perusteella arvioiden männyn kaarnaa sisältävien kuorinäytteiden vaihtelu on muita kuorilajeja suurempaa. Myös absoluuttinen varianssi on männyllä kaarnanäytteissä suurempi kuin kaarnattomissa F-testin perusteella arvostellen. Mahdollisesti tämä muita kuorilajeja suurempi hajonta kuvaa sitä, kuinka kaarnan jatkuva paksuneminen fellogeenin toiminnan vuoksi aiheuttaa tuoretiheyden jatkuvaa alenemista lähtökohtaan, so. hilsekuoreen, nähden, ja näin ollen ikääntynyt kaarnakuori on ominaisuuksiltaan erilaista kuin nuorempi solukko. Tätä käsitystä tukee mm. W e l a n d e rin (1916) tutkimus, jossa pelkän kaarnan (ilman sisäkuorta) tuoretiheydeksi saatiin 389 kg/m³. Tähän tuoretiheyden tasoon viittaa myös R y p á č e k :n (1966) maininta, että männyn kaarnan kuivatiheys on 290 kg/m³ ja kuivatuoretiheys 248 kg/m³. — Joillakin muilla mäntylajeilla myös kaarna saattaa olla tiheää. Esim. amerikkalainen M a r t i n (1969) saattoi todeta, että eräillä mänty-

lajeilla kaarnan kuivatiheys saattaa olla yli 700 kg/m³. Samoin eräillä kuusilajeilla ulkokuori on erittäin tiheää. Esimerkin Sitkan kuusen ulkokuoren kuiva-tuoretiheys on n. 620 kg/m³ (Smith ja Kozak 1971).

Samoin kuin kuiva-tuoretiheyttä, myös tuoretiheyden vaihtelua voidaan selittää näytteenottokohdan sijainnilla. — Taulukossa 5 on esitetty tuoretiheyden korrelaatio eri puu- ja kuorilajeilla näytteenottokohdan etäisyyden ja vastaavan rungon läpimitan kanssa.

Taulukko 5. Tuoretiheyden korrelaatio kuorinäytteen sijainnin kanssa

Table 5. Correlation between green density and the location of bark sample

Aineiston osa *Part of material*	Korrelaatio *Correlation coefficient*	
	r_{42}	r_{43}
Mänty, kaarna — *Pine, bark with rhytidome* (n = 193)	0.484***	0.002
Mänty, muu — *Pine, other* (n = 229)	0.344***	—0.300***
Kuusi, kaarna — *Spruce, bark with rhytidome* (n = 75)	0.057	0.189
Kuusi, muu — *Spruce, other* (n = 245)	0.018	—0.047

Muuttujat — *Variables:*

2 = näytteenottokohdan etäisyys maasta, m — *distance of sample from the ground, m*

3 = rungon kuoreton läpimitta näytteen kohdalla, mm
stem diameter without bark at the sampling point, mm

4 = kuoren tuoretiheys, kg/m³ — *green density of bark, kg/m³*

Kuusella mikään korrelaatiokerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä. Sen sijaan männyllä tuoretiheys kasvaa siirryttäessä tyvestä latvaan päin, olipa sitten kysymyksessä kaarnainen tai kaarnaton näyte. Ilmeistä on, että kaarnanäytteissä tämä ilmiö johtuu siitä, että kaarnan muodostuminen on vähittäistä, jolloin eniten fellogeenin synnyttämää kaarnaa on rungon alaosasta otetuissa näytteissä. Hilsekuoren osalta ilmiö on vaikeammin selitettävissä. Mahdollista on, että paksusta rungon alaosasta otetuissa hilsekuorinäytteissä on jo ollut jonkin verran kaarnan muodostusta, vaikka näyte onkin luokiteltu hilsekuoriseksi. Tätä selitystä tukee taulukosta 5 havaittava tuoretiheyden ja vastaavan rungon läpimitan korrelaatio hilsekuorisissa näytteissä. Myös osittaiskorrelaatio läpimitan ja tuoretiheyden välillä, kun pituuden suuntaisen vaihtelun aiheuttama vaikutus on eliminoitu, on tilastollisesti merkitsevä (—0.214). — Tällöin on luonnollisesti otettu huomioon, että osittaiskorrelaation testauksessa merkitsevyyteen vaaditaan tavanomaista suurempi korrelaatiokerroin (esim. Steel ja Torrie 1960, taulukko A. 13).

6. KOSTEUS

Erilaisista kosteustunnuksista tarkastellaan tässä yhteydessä kuoren kuivapainosta laskettua kosteussuhdetta (%) ja tuoreen kuorikuutiometrin sisältämää veden massaa (kg/m³). Taulukossa 6 on esitetty tulokset puu- ja kuorilajeittain. Kosteussuhde on laskettu siten, että näytteet on muunnettu saman kuivan massan omaaviksi, ja näin saaduista luvuista on laskettu keskiarvo. Jos kuorinäytteet sen sijaan otetaan tilavuudeltaan yhtä suuriksi, kosteussuhteen aritmeettiset keskiarvot ovat seuraavat: Kaarnainen mänty 88.0 %, kaarnaton mänty 146.8 %, kaarnainen kuusi 87.5 %, kaarnaton kuusi 121.6 %.

Taulukko 6. Kuoren kosteussuhde % ja kuorikuutiometrin sisältämän veden massa kg/m³
Table 6. Moisture content as per cent of oven-dry weight and the weight of water in one cubic meter of bark

Aineiston osa *Part of material*	Kosteussuhde *Moisture content*		Veden massa *Weight of water*	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
	%		kg/m³	
Mänty, kaarna — *Pine, bark with rhytidome*	90.3	36.0	272	94.9
Mänty, muu — *Pine, other*	149.7	37.6	442	81.4
Kuusi, kaarna — *Spruce, bark with rhytidome*	90.3	30.3	358	78.3
Kuusi, muu — *Spruce, other*	124.4	35.3	444	80.3

Veden massa kuorikuutiometriä kohti on puolestaan sellainen tunnus, että laskemalla se yhteen kuoren kuiva-tuoretiheyden kanssa saadaan tuoretiheys. Toisin sanoen se on tuoretiheyden ja kuiva-tuoretiheyden erotus, joka osoittaa kuoriaineen tiheydestä teknisesti riippumattoman veden massan. Kosteussuhdetunnukseen kuoriaineen tiheys luonnollisesti vaikuttaa.

Taulukon 6 mukaan kaarnakuoren kosteussuhde on sama kuusella ja männyllä. Kun kuusen kaarnakuoren kuiva-tuoretiheys on mäntyä suurempi, kuorikuutiometrissä olevan veden massa on kuitenkin oleellisesti korkeampi. — Kaarnattomissa näytteissä tilanne on toinen. Kuusen kosteussuhde on alempi kuin männyn, mutta kuoriaineen kuiva-tuoretiheyden erilaisuudesta johtuen kuorikuutiometrissä olevan veden massa on sama.

Männyn ja kuusen kaarnakuoren kosteussuhteen ero (joka ei näy taulukosta) ei

ole tilastollisesti merkitsevä. Samoin ei ole merkitsevä ero männyn ja kuusen kaarnattomien näytteiden veden massassa kuorikuutiometriä kohti. Muut erot ovat tilastollisesti merkitseviä.

Myös edellä tarkasteltujen kosteustunnusten vaihtelua voidaan selittää näytteen sijainnilla. — Taulukosta 7 on esitetty kosteussuhteen ja kuorikuutiometrissä olevan veden massan korrelaatiot näytteenottokohdan korkeuden kanssa. — Tässä yhteydessä ei ole tarkasteltu läpimitan vaikutusta, koska se on vähäinen ja selittyy suureksi osaksi siitä, että rungon läpimitta pienenee näytteenottokohdan korkeuden kasvaessa.

Taulukko 7. Kosteussuhteen ja kuorikuutiometrissä olevan veden massan korrelaatiot näytteen sijainnin kanssa

Table 7. Correlation between moisture content, weight of water in one cubic meter of bark and the location of bark sample

Aineiston osa *Part of material*	Korrelaatio *Correlation coefficient*	
	r_{52}	r_{62}
Mänty, kaarna — *Pine, bark with rhytidome* (n = 193)	0.485***	0.521***
Mänty, muu — *Pine, other* (n = 229)	0.173**	0.283***
Kuusi, kaarna — *Spruce, bark with rhytidome* (n = 75)	0.335**	0.294*
Kuusi, muu — *Spruce, other* (n = 245)	0.135*	0.082

Muuttujat — *Variables:*

2 = näytteenottokohdan etäisyys maasta, m — *distance of sample from the ground, m*

5 = kuoren kosteussuhde, % kuivasta massasta — *moisture content of bark, per cent of oven-dry weight*

6 = kuorikuutiometrin sisältämän veden massa, kg/m^3
weight of water in one cubic meter of bark, kg/m^3

Taulukon 7 mukaan ainoastaan yksi korrelaatiokerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä (p on toistakymmenta prosenttia korrelaatiokertoimessa 0.082). Muutoin näyttää ilmeiseltä, että sekä kosteussuhde että kuorikuutiometrissä olevan veden massa lisääntyvät tyvestä latvaan päin, olipa sitten kysymys kaarnaisesta tai kaarnattomasta kuoresta. Erityisen selvä riippuvuus on kaarnaisessa kuoressa. Mahdollisesti tämä johtuu jo aiemmin todetusta seikasta, että kuivan peridermin osuus lisääntyy kaarnaisissa näytteissä solukon ikääntyessä ja näin ollen myös siirryttäessä latvasta tyveen päin. Tätä käsitystä tukee Tammisen (1962) tutkimustulos, jonka mukaan pelkän kaarnan (ilman sisäkuorta) kosteussuhde oli vain 30...40 %. — Korrelaation lisäksi tämä heijastuu myös regressiossa. Kun muuttujien 5 ja 6 standardipoikkeamat jaetaan muuttujan 2 standardipoikkeamalla ja osamäärä kerrotaan korrelaatiokertoimella, saadaan seuraavan jaotelman mukaiset regressiokertoimet.

	b_{52}	b_{62}
Mänty, kaarna	0.0934	0.264
Mänty, muu	0.0216	0.0767
Kuusi, kaarna	0.0375	0.0851
Kuusi, muu	0.0134	0.0186

Muuttujat 2, 5 ja 6 ovat kuten taulukossa 7.

Voidaan havaita, että kaarnattomissa näytteissä kosteussuhteen ja kuorikuutiometrissä olevan vesimassan regressio näytteenottokohdan korkeuden suhteen on huomattavasti pienempi kuin kaarnaisten näytteiden. Muutos rungon pituuden suunnassa on siis vähäisempi.

Kun edellä esitettyjä kuorikuutiometrissä olevan veden massaa koskevia korrelaatiokertoimia verrataan kuiva-tuoretiheyden ja tuoretiheyden vastaaviin korrelaatiokertoimiin, saadaan seuraava jaotelma. — Huomattakoon, että tarkastelun kohteena on vain rungon pituuden suuntainen vaihtelu, ja että riippuvan muuttujan yksikkö on kaikissa tapauksissa kg/m³.

	Korrelaatiokerroin		
	r_{12}	r_{62}	r_{42}
Mänty, kaarna	—0.071	0.521	0.484
Mänty, muu	0.106	0.283	0.344
Kuusi, kaarna	—0.392	0.294	0.057
Kuusi, muu	—0.140	0.082	0.018

Muuttujat — *Variables:*

1 = kuoren kuiva-tuoretiheys, kg/m³ — *basic density of bark, kg/m³*
2 = näytteenottokohdan etäisyys maasta, m — *distance of sample from the ground, m*
4 = kuoren tuoretiheys, kg/m³ — *green density of bark, kg/m³*
6 = kuorikuutiometrin sisältämän veden massa, kg/m³
weight of water in one cubic meter of bark, kg/m³

Jaotelman mukaan kuiva-tuoretiheyden ja kuorikuutiometrissä olevan veden massan vaihtelu on erisuuntainen männyn kaarnatonta kuorta lukuunottamatta. Veden massan vaihtelun vaikutus on dominoiva tuoretiheyden vaihtelun kannalta. Tämä johtuu siitä, että sen varianssi on huomattavasti suurempi kuin kuiva-tuoretiheyden varianssi, kuten seuraava standardipoikkeamien vertailu osoittaa.

	Standardipoikkeama kg/m³	
	Kuiva-tuoretiheys	Veden massa
Mänty, kaarna	40.5	94.9
Mänty, muu	35.1	81.4
Kuusi, kaarna	49.8	78.3
Kuusi, muu	37.9	80.3

Tämä rungon pituuden suuntaisen regression erisuuntaisuus (männyn kaarnatonta kuorta lukuunottamatta) merkitsee tuoretiheyden varianssia ajatellen sitä, että se on vähemmän kuin mitä saadaan laskemalla yhteen kuiva-tuoretiheyden ja kuorikuutiometrissä olevan veden massan varianssi. Itse asiassa näin on asianlaita myös kaarnattomalla männyllä korreloitumisesta johtuen. Tämän tutkimuksen mukaan veden massan ja kuiva-tuoretiheyden vaihtelun vaikutukset tuoretiheyden varianssiin eivät siis ole additiiviset. Selvää on, että kuorikuutiometrissä olevan veden massan ja kuiva-tuoretiheyden riippuvuus (josta varianssien epäadditiivisuus on seurauksena) johtuu ainakin osaksi edellä kuvatusta ilmiöstä, ts. että molemmat riippuvat näytteenkohdan sijainnista rungolla.

Lähes triviaalina riippuvuutena voidaan vielä mainita, että kuoren kuivasta massasta laskettu kosteussuhde korreloi negatiivisesti kuiva-tuoretiheyden kanssa. Kaarnaisilla männyillä korrelaatiokerroin oli —0.461, kaarnattomilla —0.665, kaarnaisilla kuusilla —0.801 ja kaarnattomilla —0.747.

Puutavaran painomittauksen kannalta on sen sijaan mielenkiintoinen havainto, että kuorikuutiometrissä olevan veden massa korreloi negatiivisesti kuoren kuiva-tuoretiheyden kanssa. Kaarnaisilla männyillä korrelaatiokerroin oli —0.182, kaarnattomilla —0.316, kaarnaisilla kuusilla —0.620 ja kaarnattomilla —0.474.

7. TULOSTEN TARKASTELUA

Tässä tutkimuksessa todetut kuoren kuiva-tuoretiheydet, männyllä 305 kg/m³, kuusen kaarnakuorella 409 kg/m³ ja tavallisella kuorella 365 kg/m³, ovat kirjallisuudesta saatavien ja laskettavissa olevien tietojen perusteella sekä tasoltaan että suhteiltaan hyvin mahdollisia. Kun kuusen kaarnakuorisuus on suhteellisen vähäistä Etelä-Suomessa, esimerkiksi Heiskasen ja Rikkosen (1976) tutkimuksessa alle viidennes mittauskohdista oli kuusella merkitty kaarnaisiksi, kuusella voidaan karkeana kuiva-tuoretiheyden likiarvona käyttää lukua 370 kg/m³. Tämä on 21 % enemmän kuin männyn vastaava tiheys 305 kg/m³.

Myös tuoretiheydestä saadut tulokset vaikuttavat suuruusluokaltaan ja suhteiltaan käyttökelpoisilta mm. puutavaran mittauksessa. Huomattava kuitenkin on, että veden määrä vaihtelee vuodenajoittain, rungoittain ja rungon pituuden suunnassa niin paljon, että tuoretiheysarvoihin on suhtauduttava huomattavasti varauksellisemmin kuin kuiva-tuoretiheyttä koskeviin tuloksiin. Luonnollisesti myös kosteussuhdetta ja kuorikuutiometrissä olevan veden massaa koskee sama huomautus. Taulukkojen 4 ja 6 esittämiä tuloksia voinee kuitenkin käyttää suuntaa antaviin laskelmiin, vaikka yleistettävyys erilaisia olosuhteita varten onkin ehkä epätyydyttävä.

Puutavaran painomittauksen kannalta mielenkiintoinen havainto on kuorikuutiometrissä olevan veden massan ja kuiva-tuoretiheyden välinen riippuvuus, joka johtuu ainakin osaksi rungon pituuden suuntaisesta vaihtelusta. Tämä havainto ei ole triviaali kuten kuivasta massasta lasketun kosteussuhteen ja kuiva-tuoretiheyden välinen negatiivinen korrelaatio.

Kuoren tuoretiheyttä koskevat tulokset viittaavat siihen, että sekä männyllä että kuusella kuoren tuoretiheys on alempi kuin vastaava puuaineen tiheys, kun kysymyksessä ovat talvikaatoiset tukit. Kesäkaatoisissa tukeissa tiheyksien ero on pienempi, koska puuaineen kosteus yleensä alenee talvesta kesään siirryttäessä, mutta kuoren kosteus nousee. — Kun tukit perinteellisesti kaadetaan talvella, käsillä olevan tutkimuksen tulokset antavat oikean kuvan asiasta.

On vaikea sanoa, kuinka paljon puuaineen tuoretiheyttä pienempi on kuoren tuoretiheys, koska laajoja suomalaisia tutkimuksia puuaineen tuoretiheydestä ei ole tehty. Hajatiedot viittaavat kuitenkin siihen, että kaarnaisissa mäntytukeissa ero on suuruusluokaltaan 400 kg/m³, hilsekuorisissa mäntytukeissa 200 kg/m³, järeissä kuusitukeissa alle 100 kg/m³ ja kuusen vähemmän sydänpuuta sisältävissä tukeissa n.

100 kg/m³. Nämä arviot perustuvat siihen, että männyn puuaineen tuoretiheydeksi on oletettu tyvitukeissa 900...950 kg/m³, keski- ja latvatukeissa 950...1 000 kg/m³, kuusen tyvitukeissa 850...900 kg/m³ ja keski- ja latvatukeissa 900...950 kg/m³. — Käytännössä eroihin vaikuttaa paljon erityisesti sydänpuupitoisuus, joskin myös sään aiheuttamat vaihtelut yms. ovat merkittäviä. Joka tapauksessa näyttää siltä, että kuori alentaa puun ja kuoren yhteistä tiheyttä, kaarnaisissa mäntytukeissa jopa selvästi.

KIRJALLISUUTTA

Gislerud, Olof 1973. Diameterendringer hos ubarket gran- og furutømmer ved lagring. Summary: Diameter changes during storing of unbarked logs of Norway spruce and Scots pine. Tidskr. Skogsbr. 81 (4): 447—459.

Hakkila, Pentti 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. Lyhennelmä: Tutkimuksia männyn, kuusen ja koivun puuaineen tiheydestä. Commun. Inst. For. Fenn. 61.5.

—»— 1967. Vaihtelumalleja kuoren painosta ja painoprosentista. Summary: Variation patterns of bark weight and bark percentage by weight. Commun. Inst. For. Fenn. 62.5.

Hartig, Robert 1885. Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume. Berlin.

Heiskanen, Veijo & Rikkonen, Pentti 1976. Havusahatukkien kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät. Summary: Bark amount in coniferous sawlogs and factors affecting it. Folia For. Inst. For. Fenn. 250.

Franklin, E. C. & Squillace, A. E. 1974. Wood parameters: necessity for comparing them on a unit volume basis. Tappi 57 (11): 118—120.

Koch, Peter 1972. Utilization of southern pines. Agric. Handb. U.S. Dep. Agric. 420.

Kuoripäivät 1974-05-16, Otaniemi. 1974. Julk. Sitra, Sarja A, N:o 21. Moniste. Helsinki.

Kärkkäinen, Matti 1971. Puun rakenteesta ja ominaisuuksista. Helsinki.

Martin, Robert E. 1969. Characterization of southern pine barks. For. Prod. J. 19 (8): 23—30.

Okstad, Torbjørn 1968. Vektmåling av bartrevirke. Det Norske Skogsforsøksvesen, Skogteknologisk avdeling. Moniste.

Olesen, P. O. 1971. The water displacement method. Arboretet Hørsholm Forest Tree Improvement 3: 1—23.

Riikonen, Jorma 1973. Kuitupuun kuoren kutistuminen metsävarastoinnissa. Summary: The volymetric shrinkage of pulpwood bark. Folia For. Inst. For. Fenn. 174.

Rypáček, Vladimir 1966. Biologie holzzerstörender Pilze. Jena.

Smith, J. H. G. & Kozak, A. 1971. Thickness, moisture content, and specific gravity of inner and outer bark of some pacific northwest trees. For. Prod. J. 21 (2): 38—40.

Srivastava, Lalit M. 1964. Anatomy, chemistry, and physiology of bark. Teoksessa: International Review of Forestry Research, toim. John A. Romberger ja Peitsa Mikola, Vol. 1, s. 203—277.

Steel, Robert G. D. & Torrie, James H. 1960. Principles and procedures of statistics. New York — Toronto — London.

Tamminen, Zachris 1962. Fuktighet, volymvikt m.m. hos ved och bark. I Tall. Summary: Moisture content, density and other properties of wood and bark. I Scots pine. Rapp. Uppsats. Instn. Virkeslära Skogshögsk. R 41.

—»— 1964. Fuktighet, volymvikt m.m. hos ved och bark. II Gran. Summary: Moisture content, density and other properties of wood and bark. II Norway spruce. Rapp. Uppsats. Instn. Virkeslära Skogshögsk. R 47.

Uusvaara, Olli 1975. Kuori-, hake- ja purukuormien tiivistämiskokeita. Sahamies 27 (1): 9—12.

Welander, Adolf 1916. Om specifika vikten för rå ved och bark hos tall och gran. Skogen 3 (1): 19—25.

SUMMARY

Density and Moisture Content of Bark in Pine and Spruce Logs

In this paper, the basic density, green density, and the moisture content of the bark of pine and spruce logs have been studied. The material consists of 742 bark samples, the green weight of each being about 1.3 kg. The bark samples from both tree species were divided into two groups: those with rhytidome (rough bark), and those without. The samples originated from various heights along the stem.

The material was collected in the wintertime, and the moisture content of the bark was preserved by placing them in plastic bags. The material was analyzed in the laboratory. All the results refer to the total bark where both the inner and the outer bark are included. — The bark volume was determined by the water displacement method.

According to the results of this study, the basic density of bark in pine (*Pinus silvestris*) is 305 kg/m^3. The difference between samples with rhytidome and those without is negligible. The bark of spruce is denser. The average basic density of samples with rhytidome is 409 kg/m^3 and that of samples without rhytidome, 365.

The variation in basic density according to the location of the sample along the stem is statistically significant only in spruce. The regression coefficients are small, however.

There are large differences in the green density of bark. Pine bark with rhytidome is light; the green density being 581 kg/m^3. The green density of pine bark without rhytidome is 743 kg/m^3. The corresponding green densities of spruce are higher, 767 kg/m^3 with rhytidome and 809 kg/m^3 without. The variation along the stem is significant only in pine.

The moisture content of bark as per cent of oven-dry weight is presented in table 6. The moisture content of bark with rhytidome is 90.3 per cent, that of pine bark without rhytidome 149.7 per cent and that of spruce without rhytidome 124.4 per cent. In addition, the weight of water in one cubic meter of bark is presented. The lowest amount is in pine bark with rhytidome, 272 kg/m^3. The value for spruce bark with rhytidome is 358 kg/m^3. The weight of water in bark without rhytidome is higher, 442 kg/m^3 in pine and 444 kg/m^3 in spruce.

In the correlation analysis it was found that the moisture content increased from the butt towards the top of the tree, even in the case where the bark with rhytidome was treated separately from the bark without it. The regression coefficients were bigger in the samples with rhytidome than in samples without it.

When the variance of the green density is divided into its components, *i.e.* that of basic density and that of water weight in one cubic meter of bark, it can be seen that the variances are not additive. The reason for this phenomena is the covariation caused by the variation with the height along the stem.

SUOMEN SELLULOOSAN JA PAPERIN VIENTI ISOON-BRITANNIAAN VUOSINA 1958—1972

MONIYHTÄLÖMALLIN SOVELLUTUS

LEO HAVUKAINEN

EXPORTS OF CELLULOSE AND PAPER FROM FINLAND TO GREAT BRITAIN IN THE PERIOD 1958—1972.

AN APPLICATION OF A MULTI-EQUATION MODEL

HELSINKI 1976

ISBN 951-40-0217-2
ISSN 0026-1610
Helsinki 1977. Valtion painatuskeskus

ALKUSANAT

Alkuaan tämä tutkimus valmistui opinnäytteeksi Helsingin yliopiston kansantaloustieteen laitokselle. Työtä ohjasi ja valvoi prof. Pentti Pöyhönen. Kuitenkin kirjoittaja oli jo työn alkuvaiheessa yhteydessä Metsäntutkimuslaitoksen metsäekonomian tutkimusosastoon päämääränä saada aikaan myös julkaisukelpoinen käsikirjoitus. Nyt julkaistavaa työtä on lyhennelty ja muunneltu opinnäytteestä. Julkaistavaan asuun saattamisesta suurimman kiitoksen esitän prof. Jouko Hämäläiselle. Hän on yksityiskohtaisesti lukenut käsikirjoituksen ja tehnyt siihen työn tiivistämistä sekä myös kieliasun hiomista varten runsaasti arvokkaita muutosehdotuksia. Käsikirjoituksen ovat lisäksi lukeneet dosentti Matti Palo ja vt. prof. Risto Seppälä, jotka antoivat tärkeitä tutkimuksen päälinjoja koskevia ohjeita ja neuvoja.

Konekirjoitustyöstä ovat huolehtineet sen eri vaiheissa Marja Nikkanen ja Kaija Westin.

Kirjoittaja itse on piirtänyt kuvat. Käännöstyön englannin kielelle on suorittanut metsänhoitaja Erkki Pekkinen ja tekstin on tarkastanut Ashley Selby, B.Sc.

Heille kaikille esitän parhaat kiitokseni. Kiitän myös Metsäntutkimuslaitosta siitä, että se on ottanut tutkimukseni julkaisusarjaansa.

Helsingissä, maaliskuussa 1976.

Leo Havukainen

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

1. JOHDANTO 5
1.1. Yleistä 5
1.2. Tutkimusongelma 5
1.3. Tutkimustehtävä 7

2. SELLULOOSAN JA PAPERIN VIENTIMÄÄRIEN JA -HINTOJEN KEHITYS v. 1958—1972 8
2.1. Vientimäärien kehitys 8
2.1.1. Selluloosa 8
2.1.2. Paperi 10
2.2. Vientihintojen kehitys 10
2.2.1. Selluloosa 10
2.2.2. Paperi 12

3. TALOUSTEOREETTINEN TAUSTA 14
3.1. Vientikysyntä 15
3.2. Vientitarjonta 16

4. MALLIN SPESIFIOINTI 17
4.1. Muuttujien valinta 18
4.1.1. Selluloosan vientikysyntä- ja -tarjontamalli 18
4.1.2. Paperin vientikysyntä- ja -tarjontamalli 21
4.2. Muuttujien vaikutussuuntaa ja parametrien suuruutta koskevat olettamukset 23
4.3. Mallin funktiomuodon valinta 25
4.4. Tutkimuksessa käytetyt tilastolähteet 25

5. MALLIN ESTIMOINTI 27
5.1. Mallin identifioitavuus 27
5.2. Estimointimenetelmän valinta 30
5.3. Estimoinnin tulokset 31
5.3.1. Selluloosan vientimallin tulokset 32
5.3.2. Paperin vientimallin tulokset 41
5.3.3. Tulosten arviointia 48
6. TUTKIMUKSEN LOPPUARVIOINTI 51
SUMMARY 54
VIITEKIRJALLISUUS 57
LIITETAULUKOT JA MUUT LIITTEET 59

1. JOHDANTO

1.1. Yleistä

Paperiteollisuustuotteista [1]) osa on kulutushyödykkeitä, osa taas välituotehyödykkeitä. Paperiteollisuustuotteiden viennistä on alle 1 prosentti sellaisia tuotteita, jotka menevät suoraan kuluttajien käyttöön. Pääosa tuotteista menee teolliseen jatkojalostukseen (Åberg 1968, s. 2).

Tämän tutkimuksen sisältämän kahden hyödykeryhmän, selluloosan [2]) ja paperin [3]), yhteinen osuus koko tavaravientimme arvosta oli tarkasteluajanjakson alussa vuonna 1958 vajaa puolet. Niiden suhteellinen merkitys on ymmärrettävästi vähentynyt vientimme monipuolistuessa. Kuitenkin vielä vuonna 1972 vientimme rungon muodostivat selluloosa ja paperi, joiden arvo oli runsas kolmannes koko viennin arvosta. Selluloosan ja paperin yhteinen viennin arvo on pelkästään Isoon-Britanniaan, tutkimuksen kohdemaahan, ollut keskimäärin 8—10 prosenttia kokonaistavaraviennistämme.

1950-luvun lopussa Ison-Britannian markkinat olivat vajaa kolmannes Suomen koko selluloosan viennistä ja noin 13 prosenttia paperin ja kartongin viennistä. Ison-Britannian markkinoiden suhteellinen merkitys selluloosateollisuudellemme on kuitenkin jatkuvasti vähentynyt, kun taas paperi- ja kartonkiteollisuudellemme niiden merkitys on kasvanut. 1970-luvun alussa Ison-Britannian markkinat muodostivat enää neljänneksen selluloosamme kokonaisviennistä, mutta paperinviennistämme jo noin 22 prosenttia (Lähde: Tullihallituksen ulkomaankauppatilastot).

1.2. Tutkimusongelma

Tässä tutkimuksessa käsitellään Suomen selluloosan ja paperin vientiä Isoon-Britanniaan. Lähtökohdaksi olisi voitu valita yksinomaan selluloosan ja paperin vientikysyntäfunktiot, joissa kysyntä olisi asetettu riippuvaksi hinnasta ja joistakin muista tekijöistä. Näin tehtäessä ei kuitenkaan olisi otettu huomioon markkinoiden käyttäytymistä, joka on tuottanut tarvittavat määrien ja hintojen havaintoarvot.

[1]) Paperiteollisuustuotteilla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa SITCin (standard international trade classification) ryhmien 251 (paperivanuke) ja 641 (paperi ja kartonki) kokonaisuutta.

[2]) Ryhmästä SITC 251 käytetään jatkossa yksinkertaisuuden vuoksi selluloosa- nimikettä. Ryhmä sisältää puuhiokkeen, puolikemiallisen selluloosan, sulfaatti- ja sulfiittiselluloosan sekä dissolving-massan. Mukana eivät ole muut massat eikä jätepaperi.

[3]) Ryhmästä SITC 641 käytetään yksinkertaisuuden vuoksi paperinimikettä. Ryhmä sisältää sanomalehtipaperin, paino- ja kirjoituspaperin, voimapaperin ja kartongin sekä eräitä pienempiä ryhmiä.

Tuotteiden yksinkertaisuus ja homogeenisuus ovat tehneet suurten tuotantoyksiköiden synnyn mahdolliseksi ja vaikuttaneet oligopolin vakiintumiseen paperi- ja selluloosateollisuuden markkinamuotona. Suomen selluloosan myynti on järjestetty yhteismarkkinoinnin pohjalle. Myynnin hoitaa Suomen Selluloosayhdistys (Finncell). Paperin myynnin ulkomaille hoitaa pääosin Suomen Paperitehtaitten yhdistys (Finnpap). Yhteisten vientiorganisaatioiden luomiseen on ollut luonnollisena syynä mm. kilpailuaseman vahvistaminen kansainvälisillä markkinoilla. Molemmat suomalaiset markkinointiyhdistykset ovat vielä erityisesti Ruotsin ja Norjan vastaavien tuottajien kanssa yhteistoiminnassa ns. Scan-järjestöissä.

Toisaalta Ison-Britannian oma paperiteollisuus, selluloosan varsinainen ostaja, on kokonaisuudessaan erittäin keskittynyt oligopoli. Samoin paperin jatkojalostajista esimerkiksi graafinen teollisuus (kuten sanomalehdet) ovat keskittynyttä ja integroitunutta. Ison-Britannian selluloosa- ja paperimarkkinat ovat näin ollen oligopolistisia sekä kysynnän että tarjonnan kannalta, jolloin voidaan puhua bilateraalisesta oligopolista (Rantamäki 1962, s. 72 ja 148).

Hinnan merkityksen vähenemiseen markkinointiparametrina [1]) ovat vaikuttaneet muun muassa:

— Päätuottajamaiden varsin yhtenäinen hintapolitiikka, jolloin hinta muodostuu usein ns. »hiljaisen sopimuksen» tai nimenomaisen sopimuksen perusteella.

— Varsinkin selluloosan myynnissä vallitseva varausjärjestelmä.

— Kiinnostuksen lisääntyminen muihinkin kuin hintatekijöihin (Teräs 1974, s. 11—12).

Kuitenkin hinnan merkitys markkinointiparametrina on ilmeisesti suurempi, kuin mitä edellä olevasta voisi olettaa. Todettakoon vain selluloosa- ja paperivientimme huomattava markkinaosuus tuotteiden maailmankaupasta ja myös Ison-Britannian kaupasta (ks. luvut 2.1.1. ja 2.1.2.).

Oligopolistinen markkinatilanne on ehkä sitonut hintojen muodostuksen tiettyinä aikoina siinä määrin, ettei oleellisia muutoksia hinnoissa ole havaittavissa ajan suhteen. Joissakin tapauksissa tämä saattaa johtaa käsitykseen, että muut kuin hintatekijät määräävät kysynnän muutokset.

Kuitenkin mahdollisuus, että ajassa tapahtuvat kysyntäfunktion siirtymät ovat riippuvuussuhteessa vastaaviin tarjontakäyrän siirtymiin, tuo väistämättä esille identifiointiongelman. Kysymys on toisin sanoen siitä, voidaanko pienimmän neliösumman menetelmällä saadut parametrien estimaatit tulkita »todellisiksi» kysyntäjoustoiksi vai jotain kysyntä- ja tarjontajoustojen sekamuotoa edustaviksi.

Valinta itsenäisen kysyntäanalyysin ja laajemman simultaanisen analyysin välillä ei koske vain identifiointiongelmaa. Toisen ongelman muodostaa vielä pienimmän neliösumman käyttöön liittyvä parametriestimaattien harhan ja tarkentumattomuuden vaara.

[1]) Hinnan lisäksi muita markkinointiparametreja ovat mm. laatu, palvelu ja määräalennukset. Muiden kuin hinnan pohdiskeluun markkinointiparametreina ei tässä tutkimuksessa ole ryhdytty, sillä tällaiset tekijät ovat vaikeasti mitattavissa sovelletussa tutkimuksessa.

Huomioon otettava seikka on, että identifioitavuutta ei voi määrätä vain kysyntäyhtälön avulla. Vasta kun koko malli — johon on tehty erilaisia rajoituksia — on spesifioitu, voidaan sanoa, ovatko kysyntäyhtälön parametrit identifioitavissa. Hyvin aggregoidussa mallissa, mikä sisältää hinnat, identifioitavuutta ei kuitenkaan saisi pitää itsestään selvänä, vaan sitä tulisi tutkia käyttäen koko markkinamallia (Å b e r g 1968, s. 17—19).

Identifioitavuus ei ole kuitenkaan puhtaasti absoluuttinen käsite. Identifioitavuus voi olla heikkoa tai voimakasta. Identifioitavuuden asteen tutkimiseksi tarvitaan tietoa muuttujien vaihtelevuudesta ja kerrointen variansseista. Varsinkin jälkimmäinen vaatii tietoa, jota ei voida hankkia, ennen kuin spesifioitu malli on estimoitu. Siihen saakka kunnes tämä on tehty, täytyy olettaa, että a priori -rajoitukset johtavat ainakin heikkoon identifioitavuuteen (K l e i n 1953, s. 97—98 ja Å b e r g 1968, s. 18).

Nämä ovat ongelmia, joiden ratkaisemiseksi on tunnettava markkinoiden rakenteen lisäksi myös kysyntään ja tarjontaan vaikuttavat tekijät ja niiden keskinäiset riippuvuus- ja vaikutussuhteet. Ekonometrian kehittämät m o n i y h t ä l ö m a l l i t [1]) ovat apuna tämänkaltaisten ilmiöiden tutkimisessa.

1.3. Tutkimustehtävä

Edellisessä luvussa esiin tulleita asioita pyritään tässä tutkimuksessa tarkastelemaan seuraavasti:

1) Esitetään graafinen kuvaus siitä, miten selluloosan ja paperin vientimäärät ja hinnat Isoon-Britanniaan ovat kehittyneet (luku 2).

2) Muodostetaan talousteoreettinen tausta tutkimukselle (luku 3).

3) Edellisen pohjalta pyritään muodostamaan yksinkertainen kysynnän ja tarjonnan moniyhtälömalli (luku 4).

4) Estimointitulosten valossa analysoidaan selluloosan ja paperin kysyntään ja tarjontaan vaikuttaneita tekijöitä (luku 5).

On vielä syytä mainita tämän tutkimuksen tärkeimmät olettamukset ja rajoitukset:

— Tutkimuksessa pyritään luomaan vain puhtaita selitysmalleja. Ennakointi tai vaikutusmallien tarkastelu eivät kuulu tämän tutkimuksen piiriin.

— Mallirakenteissa oletetaan vallitsevan ainakin heikon identifioitavuuden asteen.

— Tutkimustulosten ja joustojen oletetaan kuvaavan tarkasteltavan ajanjakson keskimääräistä kehitystä.

Tutkimuksen eräs p ä ä t a v o i t e on yrittää arvioida mallien identifioitavuuden, harhan ja tarkentumattomuuden ongelmia. Muut kaksi päätavoitetta voidaan asettaa kysymysten muotoon. Mitkä tekijät ovat vaikuttaneet Suomen selluloosan ja paperin vientiin Isoon-Britanniaan? Sekä erityisesti, miten suuria ovat kysynnän ja tarjonnan hintajoustot?

[1]) Suomen paperiteollisuudesta tutkielman laatijan tiedossa ei ole yhtään moniyhtälömalliin perustuvaa tutkimusta, jossa olisi yritetty ratkaista hintajouston ongelma moniyhtälömallin avulla.

2. SELLULOOSAN JA PAPERIN VIENTIMÄÄRIEN JA -HINTOJEN KEHITYS V. 1958—1972

2.1. Vientimäärien kehitys

2.1.1. Selluloosa

Selluloosa on puolivalmiste, jonka pääasiallisia käyttäjiä ovat paperi- ja kartonkitehtaat. Sen vuoksi selluloosan vientimme Isoon-Britanniaan on ollut suuresti riippuvainen kyseisen maan paperin ja kartongin tuotannosta. Toisaalta suomalaisen paperiteollisuuden raaka-ainetarpeen tuntuvasti kasvaessa markkinaselluloosan tarjonta on vähentynyt. Markkinaselluloosan osuus [1]) selluloosan kokonaistuotannosta on Suomessa varsin pieni, mistä syystä hyödykkeistä on suomalaisille viejille tullut suhdannevaihteluille herkkä marginaalituote. Sen tarjonta on suurinta lamakausina, kun paperin kysyntä on vähäistä, eikä selluloosan tarve paperin valmistuksessa ole suuri. Korkeasuhdanteissa tilanne on päinvastainen.

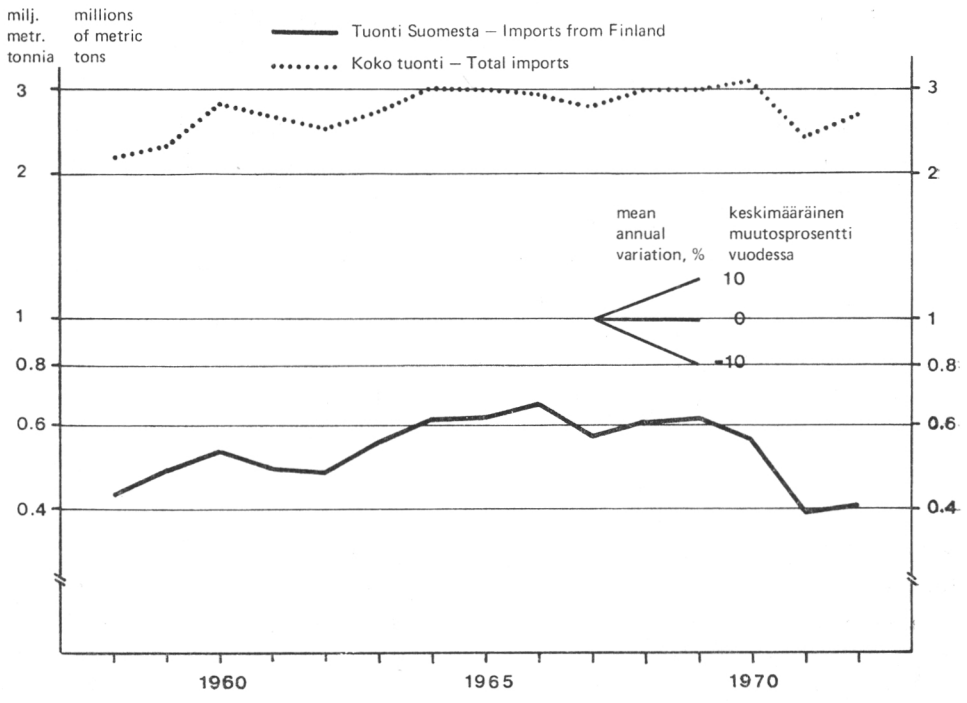
Selluloosanvientimme Isoon-Britanniaan ei tutkimusajanjaksona keskimäärin kasvanut lainkaan (kuva 1). Tosin aluksi viennin määrä kasvoi noin 5 prosentin vuosivauhdilla [2]) aina vuoteen 1966 asti. Tämän jälkeen viennin pääsuunta on ollut laskeva. Selluloosan vienti on noudattanut suhteellisen selvästi suhdannerytmiä. Poikkeuksellisen jyrkkä viennin määrän lasku vuosina 1971 ja 1972 johtui lähinnä Ison-Britannian paperiteollisuuden vaikeuksista. Isossa-Britanniassa 1971 ja 1972 olivat paperiteollisuuden pahimmat toisen maailmansodan jälkeen. Vuonna 1971 suljettiin 11 pientä tai keskisuurta tehdasta ja muissakin tehtaissa useita koneita pysäytettiin (OECD 1971—1972, s. 42). Euroopassa vuonna 1972 paperin ja kartongin tuotanto nousi selvästi vuoteen 1971 verrattuna. Iso-Britannia muodosti muutamien muiden maiden ohella poikkeuksen. Tuotanto jäi — mm. laajan kaivoslakon vuoksi — jo vuoden 1971 matalalle tasolle (OECD 1972—1973, s. 72).

Ison-Britannian selluloosan koko tuontikaan ei juuri lainkaan kasvanut tutkimuskaudella (kuva 1). Tämä johtui pääasiassa kahdesta seikasta. Ensinnäkin, Ison-

---

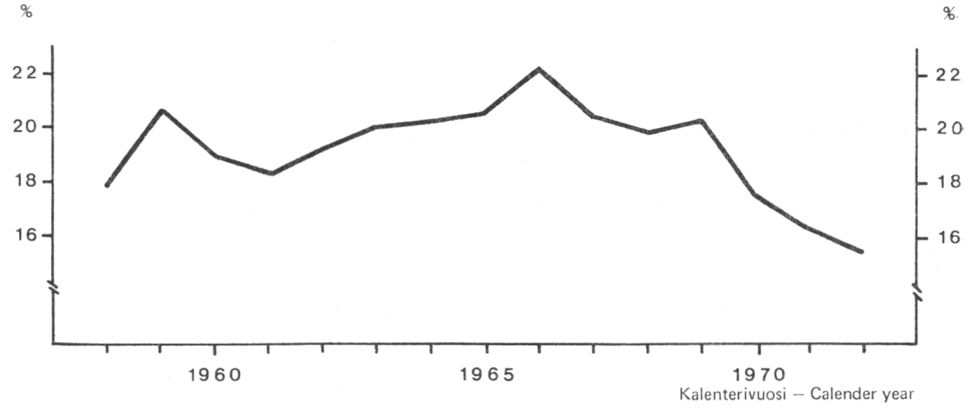
[1]) Markkinaselluloosan osuus selluloosamme kokonaistuotannosta on tasaisesti laskenut. Osuudet eräiltä vuosilta ovat seuraavat: 1958 48 %, 1965 42 %, 1970 34 % ja 1972 30 %. Lähde: American Paper Institute, inc.: Wood pulp statistics, 1973.

[2]) Logaritmiasteikolla yhtä suuria prosenttisia muutoksia vastaavat välimatkat ovat yhtä suuria. Tällöin tarkasteltavien ilmiöiden kasvunopeudet ovat samoja, jos niitä kuvaavat käyrät ovat yhdensuuntaiset. Logaritmiasteikon avulla voidaan myös osoittaa saman tekijän kehitysmuutokset suurestikin eroavilla tasoilla. Kuvioihin on piirretty tarkastelua helpottamaan vuotuisia muutosprosentteja osoittavat suorat.



Kuva 1 a. Ison-Britannian selluloosan koko tuonti ja tuonti Suomesta vuosina 1958—1972. Miljoonaa metristä tonnia.

Fig 1 a. Total imports of cellulose by Great Britain and imports from Finland between 1958—1972. In millions of metric tons.



Kuva 1 b. Suomen markkinaosuus Ison-Britannian koko selluloosan tuonnista vuosina 1958—1972. Prosenttia.

Fig. 1 b. Finland's share of the market in the total amount of cellulose imported by Great Britain between 1958—1972. Expressed as percent.

Britannian paperin ja kartongin tuotanto [1]) (ks. liitekuva 1a) on kasvanut suhteellisen hitaasti, jolloin myös selluloosan tuontitarpeen kasvu on ollut melko vähäistä. Toiseksi, Ison-Britannian niukoista puuraaka-ainevaroista huolimatta maan selluloosan omavaraisuusaste (ks. liitekuva 2b) on hieman kohonnut ja vähentänyt tuontitarvetta. Suurimman osan 1960-lukua selluloosan koko tuonnin määrä on ollut noin 3 milj. tonnia vuodessa, kun vastaavasti tuonti Suomesta vaihteli samana aikana suhteellisen pienin vaihteluvälein noin 600 000 tonnin molemmin puolin vuodessa.

Kuvaan 1 on lisäksi piirretty esitettyjen sarjojen suhdetta osoittava Suomen markkinaosuuden kehitys Ison-Britannian selluloosan koko tuonnista. Markkinaosuudessa heijastuu osittain kilpailukeinojen tehokkuus kilpailijoihin [2]) verrattuna ja osittain myös vientihalukkuus. Markkinaosuutemme vaihteli aluksi 18—22 prosentin välillä, mutta lähti vuodesta 1969 selvään laskuun.

2.1.2. Paperi

Suomalaisen paperin vienti Isoon-Britanniaan on kehittynyt tasaisesti keskimäärin yli 10 prosentin vuosivauhdilla (kuva 2). Paperin vientimme määrä Isoon-Britanniaan oli tutkimuskauden alkupuolella vain noin 200 000 tonnia vuodessa ja oli siten selvästi selluloosan vientiämme (noin 500 000) vähäisempää. Vasta 1970-luvun vaihteessa paperin vientimme Isoon-Britanniaan ylitti selluloosan viennin määrän ja nousi vuonna 1972 jo yli 900 000 tonniin.

Vastaavasti Ison-Britannian paperin koko tuonnin määrä on kohonnut runsaasta 1 milj. tonnista 3 milj. tonniin vuodessa. Koko tuonti on kasvanut tasaisesti, mutta keskimäärin selvästi alle 10 prosentin vuosivauhdilla. Paperin vientimme kilpailijoiden [3]) vientiä nopeampi kasvu on merkinnyt maamme markkinaosuuden (kuva 2) voimakasta kasvua 15—16 prosentista noin 28 prosenttiin.

2.2. Vientihintojen kehitys

2.2.1. Selluloosa

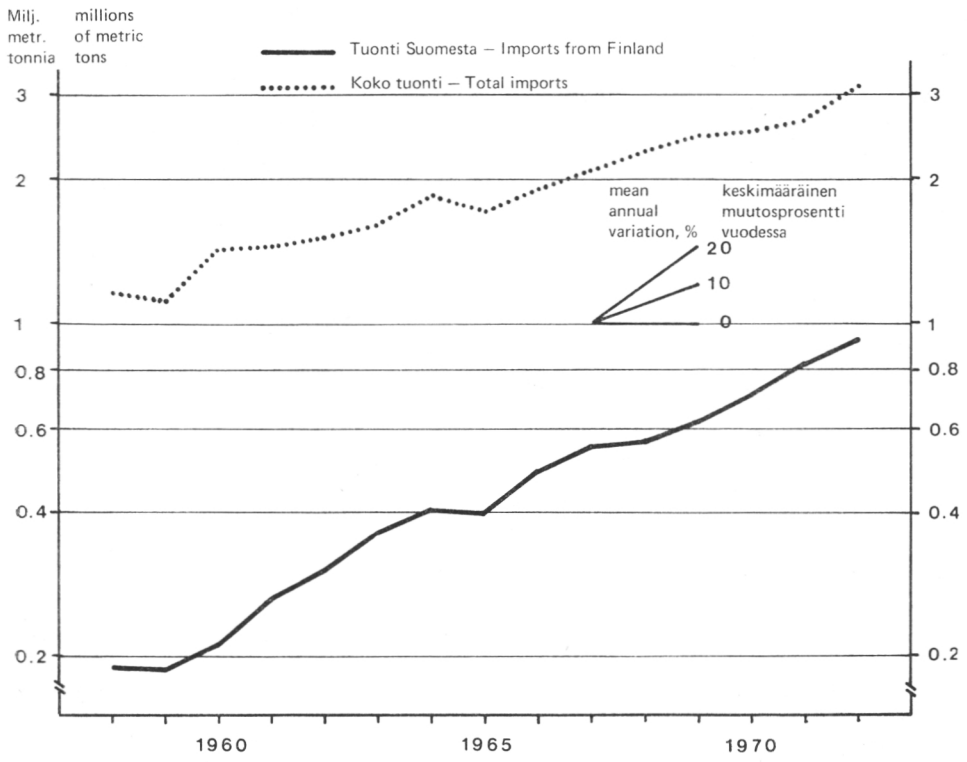
Ison-Britannian ostaman selluloosan keskihinnoissa [4]) on tapahtunut selviä suhdanneheilahteluja (kuva 3). Suomen ja kilpailijamaiden hinnat ovat seuranneet odotetusti toisiaan, mutta erojakin on. Erot hintatasoissa ja hintojen liikkeissä eivät kuitenkaan välttämättä johdu todellisista hintaeroista. Vertailun tekevät epävarmaksi hyödykekoostumusten muutokset, jotka näkyvät yksikköarvoluvuissa. Myös kuljetuskustannusten erot, palvelu ja muut myyntitoimenpiteet, valuuttakurssien toisistaan poikkeava kehitys yms. tekijät vaikeuttavat arviointia.

[1]) Ison-Britannian paperin ja kartongin tuotanto on monipuolista ja käsittää suurin piirtein kaikki laadut. Iso-Britannia oli maailman 4. suurin paperin tuottaja 1960-luvun alussa Yhdysvaltojen, Kanadan ja Japanin jälkeen.

[2]) Tärkeimmät kilpailijat Ison-Britannian markkinoilla ovat olleet Ruotsi, Norja ja Kanada.

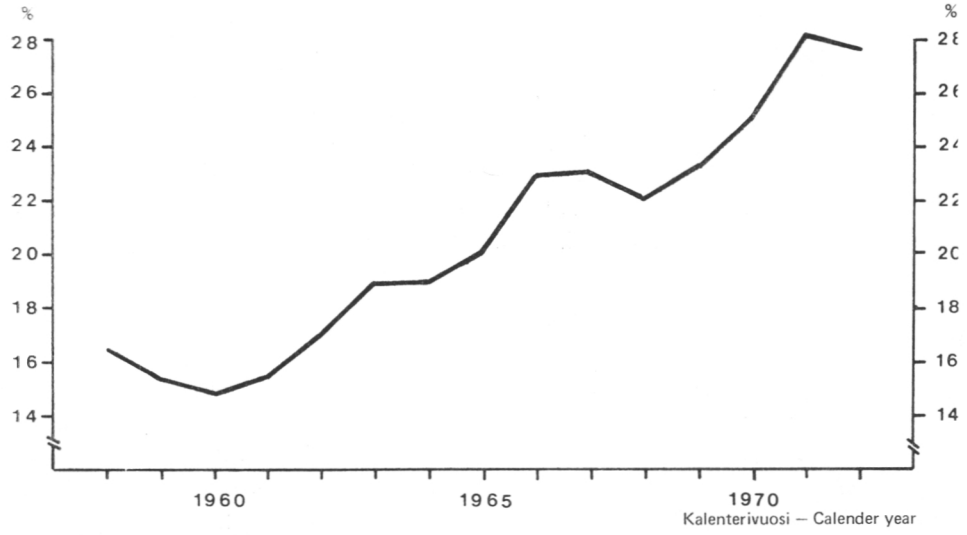
[3]) Tärkeimpiä kilpailijoitamme ovat olleet Ruotsi, Kanada, USA ja Norja.

[4]) Oikeammin on kyse vain yksikköarvoluvuista, jotka on saatu jakamalla dollareissa ilmaistut arvoluvut määräluvuilla.



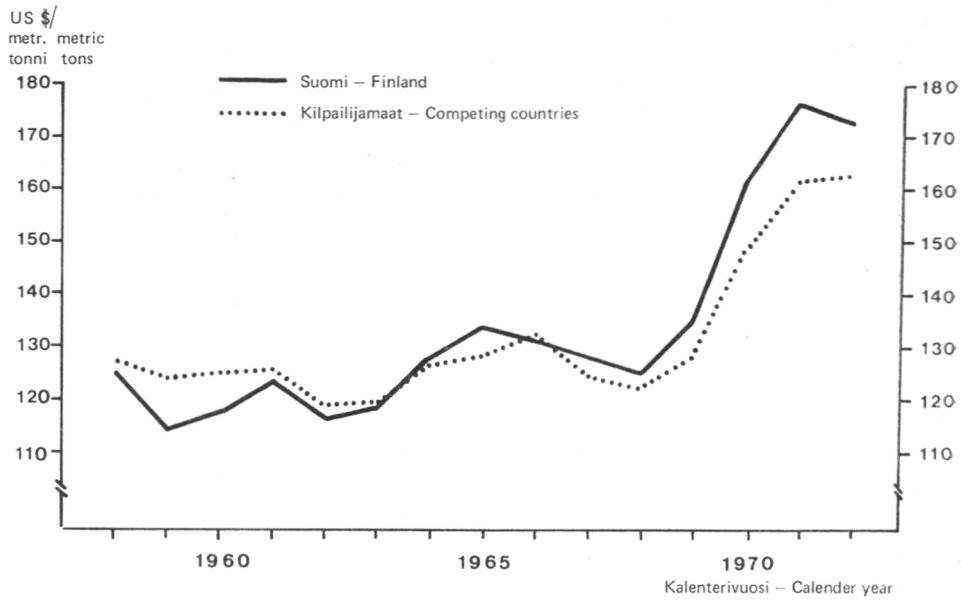
Kuva 2 a. Ison-Britannian paperin ja kartongin koko tuonti ja tuonti Suomesta vuosina 1958—1972. Miljoonaa metristä tonnia.

Fig. 2 a. Total imports of paper and paperboard by Great Britain and imports from Finland between 1958—1972. In millions of metric tons.



Kuva 2 b. Suomen markkinaosuus Ison-Britannian koko paperin ja kartongin tuonnista vuosina 1958—1972. Prosenttia.

Fig. 2 b. Finland's share of the market in the total amount of paper and paperboard imported by Great Britain between 1958—1972. Expressed as percent.



Kuva 3. Ison-Britannian selluloosatuonnin keskihinnat (cif) US dollareina Suomesta ja kilpailijamaista vuosina 1958—1972.

Fig. 3. Mean prices (cif) in US $ of cellulose imported by Great Britain from Finland and competing countries between 1958—1972.

Lähde UN:n Commodity trade statistics.

Kuitenkin voitaneen päätellä seuraavaa:

— Suomalaisen selluloosan keskihinta oli tutkimuskauden alkupuolella alhaisempi kuin kilpailijamaiden keskihinta.

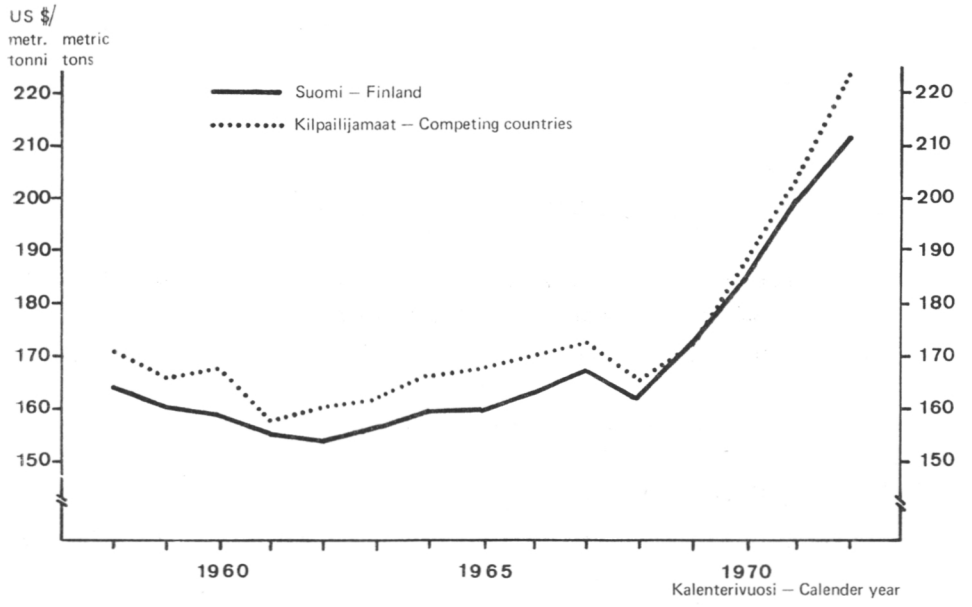
— 1960-luvun puolivälistä lähtien suomalaisen selluloosan hinta on ollut kilpailijoiden hintaa korkeampi.

Selluloosatonnin keskimääräiset cif-vientihinnat säilyivät 120—130 dollarin vaiheilla vuoteen 1968 asti, minkä jälkeen ne nousivat voimakkaasti. Vuosina 1971—1972 nousi selluloosamme cif-hinta Isossa-Britanniassa yli 170 dollariin ja vastaavasti kilpailijamaiden keskimääräinen hinta yli 160 dollariin tonnilta.

2.2.2. Paperi

Paperin hintakehityksessa [1]) ei ole selluloosahintojen tapaisia suhdanneheilahteluja (kuva 4). Koko tutkimuskauden ajan suomalaisten viejien paperista saama hinta näyttää jääneen vähän alhaisemmaksi kuin kilpailijamaiden hinta. Kun vientimme keskimääräinen hinta paperitonnilta oli suurimman osan tutkimusajanjaksoa noin 160 dollaria oli kilpailijoiden saama hinta hieman korkeampi. Hintojen voimakkaan

[1]) Hintavertailuja tässäkin vaikeuttavat mahdolliset vuosittaisten vientimäärien rakenne ym. eroavaisuudet.



Kuva 4. Ison-Britannian paperi- ja kartonkituonnin keskihinnat (cif) US dollareina Suomesta ja kilpailijamaista vuosina 1958—1972.

Fig. 4. Mean prices (cif) in US $ of paper and paperboard imported by Great Britain from Finland and competing countries between 1958—1972.

Lähde: UN:n Commodity trade statistics.

nousun jälkeenkin vuodesta 1969 eteenpäin näyttää hintasuhde säilyneen. Vielä voidaan todeta, että paperin hinnat ovat olleet noin 20—30 prosenttia selluloosan hintoja korkeammat.

3. TALOUSTEOREETTINEN TAUSTA

Kahden maan väliseen tavaranvaihtoon vaikuttavat tekijät voidaan luokitella kolmeen pääryhmään (L i n n e m a n n 1966, s. 8—9):

1) Tekijät, jotka selittävät vientimaan potentiaalista tarjontaa maailman markkinoilla.

2) Tekijät, jotka selittävät tuontimaan potentiaalista kysyntää maailman markkinoilla.

3) Tekijät, jotka ovat maiden välisen kaupan esteenä.

Näistä kaksi ensimmäistä tekijää on määrättävä kullekin maalle erikseen, kun taas kolmas jokaiselle erilliselle tavaravirralle.

Potentiaalista kysyntää ja tarjontaa määräävät tekijät ovat luonteeltaan kotimaisia. Oikeastaan pääasiallisin syy kansainväliseen kauppaan on tuotannon ja kotimaisen kysynnän välinen epäsuhde. Lähtötilanteessa oletetaan, että tarkasteltavien maiden tuonti- ja vientihyödykkeet koostuvat homogeenisista tuoteryhmistä, joiden hinnat määräytyvät maailmanmarkkinoilla, ja joilla käydään kauppaa homogeenisen muun maailman kanssa. Tällöin tuontikysyntä syntyy, kun hyödykkeen kotimainen kokonaiskysyntä on suurempi kuin kotimainen kokonaistarjonta.

Talousteorian mukaan hinnat ja määrät muodostuvat kysynnän ja tarjonnan yhteisvaikutuksesta. Tuotteiden hinnoilla on tärkeä tehtävä pitää tasapainossa tuotteiden kysyntä ja tarjonta. Teoreetikot selittävät yleensä hintojen muutokset liikakysynnän tai liikatarjonnan avulla. Hinnan nousun tai laskun odotamme olevan sitä suuremman, mitä suurempi on liikakysyntä tai liikatarjonta.

Tuontikysynnän tulkitseminen liikakysynnäksi kotimaiseen tuotantoon nähden perustui olettamukseen, että tuontitavarat ovat homogeenisia hyödykkeitä huolimatta niiden alkuperämaasta. Todellisuudessa näin ei ole, koska yleensä ei ole mahdollista disaggregoida ulkomaankaupan kohteena olevia hyödykkeitä niin moneen hyödykeryhmään, että tämä hypoteesi olisi realistinen. Tästä seuraa, että tuontikysyntää ei voida pitää puhtaasti liikakysyntänä. Toisin sanoen hyödykkeet eivät ole toistensa täydellisiä vaan epätäydellisiä substituutteja (B a s e v i 1973, s. 233—235).

Jos markkinat ovat homogeeniset, on yksittäiselle ostajamaalle yhdentekevää, kenen tarjoajan suoritteen se ostaa. Jos taas markkinat ovat heterogeeniset, ostaja asettaa jollakin perusteella määrätyn tarjoajan suoritteen etusijalle.

Tämä voi johtua siitä, että ostaja pitää jonkin tarjoajan suoritteita esimerkiksi laadultaan parempina kuin toisten tai katsoo jonkin tarjoajan palvelun muita paremmaksi (Honko 1969, s. 69—70).

Vienti puolestaan voidaan nähdä tuonnin peilikuvana. Vientitarjonta on periaatteessa liikatarjontaa vientihyödykkeen kotimaisen kokonaistarjonnan ja sen kotimaisen kysynnän välillä. Tämä pätee siinä tapauksessa, että vienti- ja vastaava kotimainen hyödyke ovat toistensa täydellisiä substituutteja. Realistisuuden vuoksi on kuitenkin tässäkin lähdettävä siitä, että homogeenisuusvaatimus ei ole voimassa. Näin ollen sekä tuontikysyntä että vientitarjonta tulisi käsitellä puhtaina kysyntä- ja tarjontafunktioina eikä liikakysyntä- ja liikatarjontafunktioina (B a s e v i 1973, s. 235).

3.1. Vientikysyntä

Maan tuontikysyntä voidaan tulkita toisen maan vientikysynnäksi, sillä molempiin vaikuttavat periaatteessa samat tekijat. Teoriassa on kuitenkin tarpeellista erottaa, onko kyseessä tuotanto- vai kulutushyödyke, ja onko se pääomahyödyke vai ei. Tuotantohyödykkeiden (tässä tutkimuksessa selluloosa ja paperi) kohdalla on kysymys ns. j o h d e t u s t a k y s y n n ä s t ä, sillä tuottajat kysyvät tuotantohyödykkeitä, joiden kysyntä taas perustuu lopullisten eli kulutushyödykkeiden kysyntään.

Talousteoriassa hinta vaikuttaa kysyntään. Cif-hinta sisältää kuljetuskustannukset, tuontitullit sekä muut verot ja veronluontoiset maksut. Tuotteen hinta ja substituuttien hinnat jaetaan usein sopivalla hintaindeksillä. Tavallisesti hinnat kuitenkin muunnetaan yhdeksi muuttujaksi käyttämällä niiden suhdelukua. Teoreettisesti olisi kuitenkin oikein jakaa ne erikseen tukkuhintaindeksillä tai muulla sopivalla hintaindeksillä, jotta voitaisiin ottaa huomioon substituution mahdollisuus. Näin siitäkin huolimatta, että multikollineaarisuus saattaa vaikuttaa hintaestimaattien arvoihin (B a s e v i 1973, s. 238).

Hinta ei ole ainoa tekijä, joka heijastaa tuotteen kilpailukykyä. Muutkin kuin hintatekijät, esimerkiksi palvelu ja jakeluviiveet, voivat määrätä kysyntää. Edellä mainittujen »tehokkaiden hintamuuttujien» lisäksi tuotantoaktiviteetin taso ja tuontihyödykkeen myynti määräävät tuotantohyödykkeiden kysynnän. Kysyntä voi myös kuvastaa halua täyttää tai tyhjentää varastoja.

T e o r e e t t i n e n v i e n t i k y s y n t ä f u n k t i o voidaan esittää seuraavasti (B a s e v i 1973, s. 229—232) [1]: — *T h e o r e t i c a l e x p o r t - d e m a n d f u n c t i o n may be expressed as follows (B a s e v i 1973, p. 229—232):*

(3.1.) $XD = XD\ (P_1, P_i, Z, E, S, A, \triangle V, M...)$, jossa — *in which*

XD = tuotteen vientikysyntä (tuontikysyntä) — *Export demand (import demand) for a product*

P_1 = kyseisen tuotteen vientihinta (cif-tuontihinta) — *Export (import) price of the product in question, cif.*

[1]) Osa esitetyistä kirjainsymboleista on muutettu tähän tutkimukseen soveltuvaksi.

P_i = substituuttien ja komplementtien vientihinnat (cif-tuontihinnat) — *Export (import) prices of substitutes and complementary products, cif.*

Z, E, S = tulli, verot (tai tukipalkkiot) ja muut kuin hintatekijät, jotka määräävät vientihyödykkeen (tuontihyödykkeen) kilpailtavuuden substituutteihin ja komplementteihin nähden — *Customs, taxes (or subsidies) and other factors (excluding price), which have bearing on the export (import) product's competitiveness in relation to substitutes and complementary products.*

A = tuotantoaktiviteetin taso sektorissa, jossa hyödykettä käytetään panoksena — *Level of production activity in the sector employing the product as an input*

$\triangle V$ = todellinen varastojen muutos — *Actual variation in stocks.*

M = vientihyödykkeen (tuontihyödykkeen) myynti — *Sale of export (import) product.*

3.2. Vientitarjonta

Hyödykkeiden tarjonta perustuu tuotennontekijöiden kysyntään ja tuotantofunktioon. Hyödykkeestä saatu tuottajahinta (vientihinta) on päämuuttuja määriteltäessä vientituotannon kannattavuutta. Lisäksi panosten hinnat määräävät tarjonnan. Palkkataso ja raaka-ainepanosten hinta pitäisi täten ottaa huomioon. Pääomakustannuksia osoittamassa voisi olla rahoitusmuuttuja. Lisäksi, jollei teknologiaa oleteta vakioksi, tuottavuuden indeksi on tarpeellinen määrittelemään mahdolliset tuotantofunktion muutokset.

Kansainvälisellä tavaranvaihdolla on esteitä, jotka voidaan jakaa luonnollisiin ja keinotekoisiin kauppaesteisiin (Linnemann 1966, s. 25 ja 30). Jälkimmäisistä lähinnä tullit vaikuttavat viejän toimintaan pysyväisluonteisimmin.

Vientitarjontafunktio voidaan esittää teoreettisessa muodossaan (vrt. Basevi 1973, s. 232—233): — *Theoretical export-supply function may be expressed as follows (Basevi 1973, p. 232—233):*

(3.2.) XS = XS (P, W, C, R, T, Z. . .), jossa — *in which*

XS = tuotteen vientitarjonta — *export supply for a product*

P = tuottajahinta (vientihinta) — *producer price (export price)*

W = työkustannukset — *labour costs*

C = raaka-aine- ja tarvikekustannukset — *raw-material costs*

R = rahoitustekijä (esim. korkokanta) — *finance factor (e.g. interest rate)*

T = tuottavuus — *productivity*

Z = tullit — *customs.*

4. MALLIN SPESIFIOINTI

Spesifiointi on mallin rakennemuodon hahmottamista teoreettisin ja empiirisin perustein. Spesifiointi on ensimmäinen ja samalla tärkein vaihe yritettäessä tutkia muuttujien välisiä suhteita. Spesifioinnissa määritellään (Koutsoyiannis 1973, s. 12):

a) malliin kuuluvat muuttujat

b) a priori-teoreettiset oletukset parametriestimaattien etumerkeistä ja koosta. Nämä a priori-olettamukset ovat pohjana mallin estimointitulosten arvioinnissa.

c) mallin matemaattinen muoto; ts. yhtälöiden lukumäärä ja yhtälöiden lineaarisuus tai epälineaarisuus.

Ryhdyttäessä spesifioimaan mallia jonkin ilmiön selittämiseksi, ensimmäinen tehtävä on ilmiöön vaikuttavien muuttujien keskinäisten vaikutussuhteiden selvittäminen. Nämä vaikutussuhteet saattavat kuitenkin hämärtyä mm. aggregointiongelman vuoksi (ks. Koutsoyiannis 1973, s. 19 ja 332—33, sekä Basevi 1973, s. 236—237).

Aggregointiongelmia syntyy sen vuoksi, että käytämme aggregaattimuuttujia funktioissa. Aggregaattimuuttujat voivat sisältää:

a) aggregoinnin talousyksiköiden suhteen. Yritysten aggregointi yhdeksi teollisuudenalaksi tai vaikkapa yksittäisten kuluttajien aggregointi kuvaavat enemmänkin ryhmäkäyttäytymistä kuin yksilöllistä käyttäytymistä. Tämä asettaa pulmia parametrien tulkintaan ja estimointivirheisiin nähden.

b) aggregoinnin hyödykkeiden suhteen. Mitä erilaisimmat hyödykeryhmät käsitellään yhtenä tuotteena. Erityisesti hintamuuttujien käytössä syntyy vaikeuksia.

c) aggregoinnin ajan suhteen. Ajan suhteen aggregointi sisältää dynaamisia piirteitä ja tekee nimenomaan viivästysten käytön pulmalliseksi.

Koska aggregointi voi aiheuttaa »aggregointiharhaa» kerroinestimaatteihin, on tärkeää tutkia virhelähteiden mahdollisuutta ennen funktion estimointia.

Aggregoinnin tason valitseminen on vain eräs spesifiointiin liittyvistä ongelmista. Muuttujien sekä yhtälöiden lukumäärän ja funktiomuodon valintaan liittyviä ongelmia käsitellään mallin yksityiskohtaisen spesifioinnin yhteydessä. Vaikka taloudellinen todellisuus on hyvin monimutkainen, niin toimivan ekonometrisen mallin rakentaminen merkitsee kaikkienkin edellä lueteltujen spesifiointiongelmien kohdalla yksinkertaistuksia.

4.1. Muuttujien valinta

On ilmeistä, että jonkin taloudellisen ongelman ratkaisuyrityksessä sovellettuun regressiomalliin sisältyy monia sellaisia muuttujia, että niitä tai niiden välisiä suhteita ei voida johtaa mistään vallitsevan talousteorian käsitteellisestä välineistöstä. Parhaimmillaan talousteoriasta voidaan johtaa tietoa siitä, mitkä muuttujat saattavat olla relevantteja, mikä suhde muuttujien välillä vallitsee (H ä m ä l ä i n e n 1970, s. 290). Kun valitsemme teoriamme mukaisia muuttujia, joiden vaikutussuhteita tarkastelemme pyrkiessämme hyvään kokonaistulokseen, joudumme:

— hylkäämään jotkut niistä muuttujista, joita alkujaan oletimme selityksen kannalta merkityksellisiksi.

— ottamaan myöhäisemmässä vaiheessa mukaan muuttujia ja suhteita, joita emme vielä alunperin pitäneet merkityksellisinä (N i i t a m o 1969, s. 62—63).

Mitä tulee muuttujien lukumäärään, voidaan tehdä seuraavia huomioita. Endogeenisten muuttujien lukumäärä on sama kuin mallin yhtälöiden lukumäärä. Eksogeenisten muuttujien lukumäärälle ei periaatteessa aseteta rajoituksia. Tavallisesti funktioon valitaan vain tärkeimmät selittävät muuttujat. Vähemmän tärkeiden tekijöiden vaikutus ilmenee mallin virhetermissä u. (Koutsoyiannis 1973, s. 12—13).

Esitettävä kysynnän ja tarjonnan moniyhtälömalli spesifioidaan yhtälö kerrallaan ja erikseen selluloosan ja paperin osalta. Tutkimusajanjakso on rajoitettu koskemaan vuosia 1958—1972 ja havaintovälinä on yksi vuosi. Tutkimuskauden valintaan vaikutti eniten saatavissa oleva tilastoaineisto. Havaintojen määrää olisi voitu lisätä käyttämällä neljännes- tai puolivuotistietoja. Monista muuttujista olisi kuitenkin ollut vaikea tai mahdoton saada tällaisia tietoja. Eräistä muuttujista ei ollut käytettävissä vuosihavaintoja ennen vuotta 1958 tai vuoden 1972 jälkeen.

4.1.1. Selluloosan vientikysyntä- ja vientitarjontamalli

V i e n t i k y s y n t ä f u n k t i o l l a pyritään ilmaisemaan tärkeimmät tekijät, jotka ovat vaikuttaneet suomalaisen selluloosan kysyntään Isossa-Britanniassa. Selitettävänä muuttujana on Ison-Britannian ostama selluloosan määrä Suomesta 1 000 metrisinä tonneina. Per capita -aineistoa ei käytetty tässä tutkimuksessa, koska mainitunlainen aineisto vaikeuttaisi tarjontayhtälön tulkintaa.

Luvussa 3.1. esitetyn teorian mukaan suomalaisen selluloosan vientikysyntä (XD_s) riippuu sen vientihinnasta (P_s), kilpailijoidemme selluloosan vientihinnoista (PK_s), selluloosaa raaka-aineena käyttävän Ison-Britannian paperiteollisuuden aktiviteettitasosta (A_s); ts. kapasiteetin käyttöasteesta sekä paperin valmistukseen käytetyistä edellisen vuoden selluloosavarastojen määristä (V—1).

H i n t a m u u t t u j a t (P_s ja PK_s) ovat oikeammin vain aggregoituja yksikköarvolukuja. Ne on saatu, kun dollareina ilmaistut cif-pohjaiset arvoluvut on jaettu määräluvuilla. Kilpailijoiden hintoja laskettaessa Ison-Britannian koko selluloosatuonnin luvuista on ensin vähennetty Suomen osuus. Reaalihintoihin päästiin, kun

nimellishinnat jaettiin Ison-Britannian tukkuhintaindeksillä ja sovitettiin punnan ja dollarin vaihtokurssiin. Jälkimmäinen toimenpide oli tarpeellinen, sillä cif-hinnat on ilmaistu dollareina, kun taas tukkuhintaindeksit puntina (ks. Houthakker-Magee 1969, s. 118).

Aggregoiduissa hyödykeryhmissä ei voida koskaan olla varmoja, että muutos yksikköarvossa edustaisi hinnanmuutosta. Kauppaluokituksen yksikköarvo voi muuttua siinäkin tapauksessa, että kaikki hinnat ovat vakioita, jos tapahtuu muutos laadusta toiseen. Havaintosarjojen informatiivisuutta vähentää lisäksi se, että ne eivät aina kerro koko totuutta alennuksista ja muiden myyntiehtojen vaikutuksista hintatasoon. Muuttujan puutteista huolimatta yksikköarvoa kutsutaan tässä hintamuuttujaksi.

Ison-Britannian paperiteollisuuden kapasiteetin käyttöaste (A_s) saatiin paperin tuotannon ja kapasiteetin suhdeluvuista. Taloudellisen aktiviteetin mitoista myös Ison-Britannian paperin tuotanto ja vieläpä maan teollisuustuotannon volyymi olisivat mahdollisia selittäviä muuttujia. Sen sijaan esimerkiksi bruttokansantuotteen käyttö tässä yhteydessä ei ole ehkä perusteltavissa.

Viivästetty varastomuuttuja (V—1) ilmaisee paperin ja kartongin valmistuksessa käytettävän tuontiselluloosan varastojen määrät edellisen vuoden lopussa 1 000 metrisinä tonneina.

Vuodet 1971 ja 1972 olivat poikkeuksellisia ajanjaksoja Ison-Britannian paperiteollisuudessa (s. 8). Tällöin selluloosamme vienti Isoon-Britanniaan vaikeutui merkittävästi. Epätavalliset vuodet on otettu huomioon dummy-muuttujalla (D). Vuodet 1971 ja 1972 saavat lukuarvon 1 ja muut 0.

Muuttujien antamaan informaatioon on vielä lisättävä vakio (a_o), joka on ns. mittakaavaparametri. Muiden tekijöiden vaikutus ilmenee virhetermissä (u_a). Virhettä ei havaita, vain sen estimaatti, jäännöstekijä, voidaan laskea, kun parametrit on estimoitu empiirisestä aineistosta.

Vienti riippuu lisäksi tuotteiden tarjonnasta.

Selluloosan vientitarjontayhtälö kuvaa viejän eli suomalaisten tuottajien muodostaman aggregaatin käyttäytymistä tiettyjen tekijöiden funktiona. Selitettävänä muuttujana on suomalaisen selluloosan viennin määrä Isoon-Britanniaan. Talousteorian mukaan tarjontaan vaikuttavat lähinnä vientihinnat, panoksien hinnat ja tuottavuus.

Vientihintamuuttuja sisältyy nyt sekä kysyntä- että tarjontafunktioon (vrt. s. 15 ja s. 16) Ostajan maksama hinta tuontimaassa ja viejän saama hinta ovat kuitenkin kaksi eri asiaa. Ostaja maksaa cif-hinnan, kun taas viejä saa fob-hinnan. Periaatteessa osto- ja myyntitapahtumassa määräytyy vain yksi hinta. Ulkomaankaupassa kuitenkin monet syyt (esimerkiksi rahdit, tullit ja erityisesti valuuttakurssien muutokset) vaikuttavat kahden tosiasiassa erilaisen hinnan muodostumiseen. Yhden ja saman maan sisäisiä kysynnän ja tarjonnan olosuhteita tarkasteltaessa ei »kahden hinnan» -ongelmaa samassa määrin synny. Kahden erilaisen endogeenisen hintamuuttujan

käyttö vaikeuttaisi kuitenkin mallin johdetun muodon estimointia [1]). Tämän vuoksi on tarjontayhtälössä käytetty Ison-Britannian reaalista ostohintaa (P_s) kuvaamaan suomalaisen selluloosan vientihintaa Isoon-Britanniaan.

Selluloosan tuotannostamme ja viennistämme Ison-Britannian markkinat muodostavat vain osan. Viejän valintaa Ison-Britannian ja koko muun markkina-alueen välillä kuvataan toisella hintamuuttujalla: Suomen selluloosan vientihinnalla muihin maihin (PM_s). Muuttujana on käytetty selluloosan vientihintojen painotettua keskiarvoa Saksan Liittotasavaltaan, Ranskaan, Hollantiin ja Italiaan. Muuttuja PM_s on korjattu markan ja dollarin vaihtokurssilla ja jaettu Suomen tukkuhintaindeksillä.

Panoksien hintoja kuvaamaan on valittu kantohinta [2]) (C—2). Kantohinnan ajatellaan tärkeänä kustannustekijänä vaikuttavan kahden vuoden viiveellä viejän päätöksiin. Kantohinnasta on poistettu inflaatiovaikutus jakamalla muuttuja Suomen tukkuhintaindeksillä.

Suomen selluloosateollisuuden tuottavuus (T) on ilmaistu tuotoksena työntekijätuntia kohti.

Tarjontaan vaikuttavat myös vallitsevat tuotantoedellytykset, jotka asettavat tarjonnalle tietyn tarjontakapasiteetin suuruisen ylärajan. Suomalaisesta selluloosan tuotannosta suurin osa menee kotimaisten paperitehtaiden raaka-aineeksi. Sen vuoksi tarjontakapasiteettia parhaiten ilmaisee selluloosateollisuutemme myyntikapasiteetti (K_s) 1 000 metrisinä tonneina, jolla tarkoitetaan koko tuotannon ja kotimaisen myynnin välistä erotusta.

Aikatekijän avulla päästään käsiksi mallissa spesifioimattomiin tekijöihin ja mahdollisten syntemaattisten muutosten vaikutuksiin. Tällaisiksi katsotaan esim. muutokset teknologiassa ja tiedon tasossa. Trendimuuttuja (t) saa arvot 1958 = 1, 1959 = 2 jne. Trendi ilmaisee kehityksen pääsuunnan.

Kuten vientikysyntäfunktioon niin myös vientitarjontafunktioon on lisättävä vielä vakio b_0 ja jäännösvirhe u_b. Mittayksiköiden erojen vaikutus vältetään ilmaisemalla muuttujat (dummy- ja trendimuuttujia lukuunottamatta) indeksilukuina. Tällöin myös estimaattien keskivirheet tulevat verrannollisiksi keskenään.

Luetellut tekijät voidaan kirjoittaa seuraavan selitysmallin muodossa.

$$(4.1)\quad XD_s = a_0 + a_1 P_s + a_2 PK_s + a_3 A_s + a_4 V{-}1 + a_5 D + u_a$$

$$(4.2.)\quad XS_s\ ^{3}) = b_0 + b_1P_s + b_2PM_s + b_3T + b_4C_s{-}2 + b_5K_s + b_6t + u_b$$

$$(4.3.)\quad XD_s = XS_s, \text{ jossa — } \textit{in which}$$

[1]) Vain toinen näistä saman hinnan kahdesta eri muodosta voidaan valita endogeeniseksi muuttujaksi, joka johdetussa muodossa ratkaistaan mallin ennaltamäärättyjen muuttujien suhteen.

[2]) Kuusipaperipuu mk/p-m³ puolipuhtaana, koko maa.

[3]) Vientitarjontafunktio olisi mahdollista esittää myös vientihintojen suhteen (ks. esimerkiksi Aurikko 1973, s. 27 ja Basevi 1973, s. 238—239). Käsillä olevassa tutkimuksessa vientihinta (P_s) on yhtälöissä vapaasti muuttuva, koska ollaan kiinnostuneita vientikysynnän ja -tarjonnan volyymien selittämisestä sekä kysyntä- ja tarjontajoustojen ratkaisemisesta.

XD_s = selluloosan vientikysyntä Isossa-Britanniassa — *export demand for cellulose in Great Britain*

P_s = suomalaisen selluloosan reaalinen vientihinta Isoon-Britanniaan — *real export price in Great Britain of Finnish cellulose*

PK_s = kilpailijoiden selluloosan reaalinen vientihinta Isoon-Britanniaan — *real export price in Great Britain of cellulose from competing countries*

A_s = aktiviteettimuuttuja; Ison-Britannian paperiteollisuuden kapasiteetin käyttöaste — *activity variable; utilisation capacity of Great Britain's paper industry*

V—1 = Ison-Britannian edellisen vuoden tuontiselluloosan varastot paperin ja kartongin valmistukseen — *the previous year's stocks of imported cellulose for paper and paperboard production in Great Britain*

D = dummy-muuttuja 1971 ja 1972 = 1, muut 0 — *dummy-variable; 1971 and 1972 = 1, others 0*

XS_s = selluloosan vientitarjonta Isoon-Britanniaan — *export supply of cellulose to Great Britain*

PM_s = suomalaisen selluloosan reaalinen vientihinta muihin maihin — *real export price of Finnish cellulose in other countries*

T = Suomen selluloosateollisuuden tuottavuus — *productivity of Finland's cellulose industry*

C_s—2 = reaalinen kuusipaperipuun kantohinta kahdella vuodella viivästettynä *real stumpage price of spruce pulpwood two years previously*

K_s = Suomen selluloosateollisuuden myyntikapasiteetti — *sales capacity of Finland's cellulose industry*

t = trendimuuttuja; 1958 = 1, 1959 = 2 . . . — *trend variable; 1958 = 1, 1959 = 2 . . .*

a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6 ovat parametrejä — *are parameters*
u_a, u_b ovat jäännösvirheitä — *are disturbances.*

Malli on kahden simultaanisen yhtälön järjestelmä, jossa on tasapainoehto identiteettina. XD_s, XS_s ja P_s ovat mallissa endogeenisia muuttujia.

4.1.2. Paperin vientikysyntä- ja vientitarjontamalli

Paperin vientikysyntäfunktiossa selitettävänä muuttujana on Ison-Britannian Suomesta ostama paperin määrä (XD_p) 1 000 metrisinä tonneina.

Talousteorian mukaisesti selittäviksi muuttujiksi valittiin suomalaisen paperin vientihinta (P_p), substituutin eli kilpailevan paperin vientihinta (PK_p) sekä Ison-Britannian taloudellisen aktiviteetin mitta (A_p).

Hintamuuttujat (P_p ja PK_p) on laskettu samoin kuin selluloosan kohdalla (s. 18). Ison-Britannian taloudellisen aktiviteetin mitaksi (A_p) valittiin teollisuustuotannon volyymi. Sen voidaan olettaa parhaiten edustavan mitä

monilukuisimpia paperia käyttäviä taloussektoreita. Toinen, joskaan ei yhtä hyvä aktiviteetin mitta olisi bruttokansantuotteen volyymi.

Varastomuuttuja jouduttiin jättämään tarkastelun ulkopuolelle, sillä Ison-Britannian paperivarastoista oli käytettävissä vain vuosien 1963—1972 tiedot.

V i e n t i t a r j o n t a y h t ä l ö s s ä paperin viennin volyymia (XS_p) selittävät suomalaisen paperin vientihinnat Isoon-Britanniaan (P_p) ja muihin maihin (PM_p) sekä panoksien hintoja kuvaavat Suomen paperiteollisuuden yksikkökustannukset kolmella vuodella viivästettynä (C_p—3). Suomen paperiteollisuuden kapasiteetti (K_p) taas asettaa sen ylärajan, jonka suuruinen paperin vienti voi korkeintaan olla.

Tarjontafunktion osalta h i n t a m u u t t u j a t (P_p ja PM_p) on muodostettu sivuilla 19 ja 20 esitettyyn tapaan. Paperin valmistuksessa raakapuu ei muodosta enää yhtä merkittävää kustannuserää kuin selluloosan valmistuksessa. Panosten hintaa kuvaamaan valittiin kantohinnan sijaan paperiteollisuutemme y k s i k k ö k u s t a n n u k s e t (C_p—3). Muuttuja on markkamääräisten kokonaiskustannusten ja paperin tuotannon (1 000 metristä tonnia) suhdeluku. Inflaation vaikutus on poistettu jakamalla luku vielä Suomen tukkuhintaindeksillä. Yksikkökustannusten oletetaan vaikuttavan vientiin vasta kolmen vuoden viiveellä.

K a p a s i t e e t t i m u u t t u j a (K_p) ilmaisee paperiteollisuuden vientimahdollisuudet 1 000 metrisinä tonneina. Tarjontayhtälön kapasiteetti on parempi selittävä muuttuja kuin kapasiteetin käyttöaste, sillä jälkimmäinen määräytyy enemmänkin vientikysynnän mukaan kuin selittää vientiä. Tuotanto taas on lähes sama käsite kuin viennin määrä, jota juuri pyritään selittämään.

Kun sekä vientikysyntä- että tarjontayhtälöihin lisätään vielä mittakaavavakiot (c_o ja d_o) sekä virhetekijät (u_c ja u_d), voidaan paperinviennin selitysmalli esittää seuraavassa muodossa.

(4.4.) $XD_p = c_0 + c_1P_p + c_2PK_p + c_3A_p + u_c$

(4.5.) $XS_p = d_0 + d_1P_p + d_2PM_p + d_3C_p{-}3 + d_4K_p + u_d$

(4.6.) $XD_p = XS_p$, jossa — *in which*

XD_p = paperin vientikysyntä Isossa-Britanniassa — *export demand for paper in Great Britain*

P_p = suomalaisen paperin reaalinen vientihinta Isoon-Britanniaan — *real export price of Finnish paper in Great Britain*

PK_p = kilpailijoiden paperin reaalinen vientihinta Isoon-Britanniaan — *real export price of competitors' paper in Great Britain*

A_p = aktiviteettimuuttuja; Ison-Britannian teollisuustuotannon volyymi — *activity variable; volume of industrial production in Great Britain*

XS_p = paperin vientitarjonta Isoon-Britanniaan — *export supply of paper in Great Britain*

PM_p = suomalaisen paperin reaalinen vientihinta muihin maihin — *real export price of Finnish paper in other countries*

C_p—3 = Suomen paperiteollisuuden reaaliset yksikkökustannukset kolmella vuodella viivästettynä — *real unit costs in Finland's paper industry three years previously*

K_p = Suomen paperiteollisuuden kapasiteetti — *Finland's paper industry's capacity*

c_0, c_1, c_2, c_3, d_0, d_1, d_2, d_3, d_4 ovat parametrejä — *are parameters*

u_c, u_d ovat jäännösvirheitä — *are disturbances.*

Myös paperin vienti on kahden yhtälön simultaanimalli, jossa on tasapainoehto identiteettina. XD_p, XS_p ja P_p ovat mallin endogeeniset muuttujat.

4.2. Muuttujien vaikutussuuntaa ja parametrien suuruutta koskevat olettamukset

Taloudellisten mallien kertoimet tulkitaan talousteorian »vakioiksi»: joustoiksi, alttiuksiksi tai muiksi rajasuureiksi. Talousteoria, muu sovellettu tutkimus ja tieto tutkittavien ilmiöiden erikoispiirteistä sisältävät ehdotuksia kertoimien etumerkeistä ja pääpiirteittäin parametrien suuruusluokasta (K o u t s o y i a n n i s 1973, s. 13 ja 25). Käsiteltävän kaltaisessa tutkimuksessa kertoimet on tulkittava joustoiksi.

Mainittujen eri lähteiden perusteella voidaan olettaa, että suomalaisen selluloosan ja/tai paperin vientikysyntä Isossa-Britanniassa on vientihintojemme (P_s ja P_p), edelliskauden varastojen (V—1) ja, dummy-muuttujan (D) laskeva funktio sekä kilpailevien substituuttihintojen (PK_s ja PK_p) ja aktiviteettimuuttujien (A_s ja A_p) kasvava funktio. Edelleen oletamme, että vientitarjonta Isoon-Britanniaan on vientihintojemme (P_s ja P_p), tuottavuuden (T) ja kapasiteetin (K_s ja K_p) kasvava funktio sekä muista maista saatujen hintojen (PM_s ja PM_p), kustannustekijöiden (C_s—2 ja C_p—3) ja trendimuuttujan (t) laskeva funktio.

Muuttujien vaikutussuunnat yhtälöittäin esitetään tällöin seuraavassa muodossa:

(4.1.)′ XD_s: P_s, V—1 ja $D < 0$ sekä PK_s ja $A_s > 0$
(4.2.)′ XS_s: PM_s, C_s—2 ja $t < 0$ sekä P_s, T ja $K_s > 0$
(4.4.)′ XD_p: $P_p < 0$ sekä PK_p ja $A_p > 0$
(4.5.)′ XS_p: PM_p ja C_p—3 < 0 sekä P_p ja $K_p > 0$

Parametrien s u u r u u s l u o k a s t a talousteoria esittää yleensä melko vähän arvioita. Tässä onkin tyydytty arvioimaan vain eräitä hintajoustojen suuruuteen vaikuttavia tekijöitä.

K y s y n t ä j o u s t o j e n suuruus riippuu pääasiassa hyödykelajista, substituutiomahdollisuuksista ja tuotantohyödykkeiden osuudesta lopullisen tuotteen kokonaiskustannuksista.

Mitä välttämättömämpi hyödyke on tuotantoprosessissa, sen pienempi kysyntäjousto on. Koska sekä selluloosa että paperi ovat jatkojalostusprosesseissa lähes

korvaamattomia, näyttäisi pelkästään tämän kriteerin perusteella, että vientikysyntäjoustot olisivat melko alhaisia.

Toisaalta suomalainen ja kilpaileva selluloosa tai paperi ovat läheisiä substituutteja. Sääntönä on tällöin yleensä, että mitä helpompi korvattavuus, sitä joustavampi kysyntä. Ison-Britannian korkea omavaraisuusaste nimenomaan paperin tuotannossa ja kova kilpailu paperi- ja selluloosamarkkinoilla voi johtaa ostajan reagoimaan helposti hinnanmuutoksiin [1]) ja joustot saattavat olla korkeitakin.

Selluloosa ja paperi muodostavat välituotepanoksina huomattavan osuuden lopputuotteittensa kokonaiskustannuksista. Hyödykeryhmän suhteellisen suuri kustannusosuus saa ostajan hintojen noustessa yleensä supistamaan voimakkaastikin hyödykkeen käyttöä. Tarkasteltavien hyödykkeiden suuri merkitys kustannuksissa johtaa käsitykseen melko korkeista vientikysyntäjoustoista.

Tarjonnan joustavuus riippuu oleellisesti mahdollisuuksista siirtää resursseja muuhun tuotantoon. Selluloosan myyntituotanto, ja siten myös vienti, on marginaalierä. Viejä voi hintojen laskiessa voimakkaasti vähentää myyntituotantoa ja käyttää näin vapautuneen selluloosan välituotteena kotimaiseen paperinvalmistukseen. Selluloosan vientitarjontajouston voidaan olettaa olevan melko korkean ja ainakin korkeamman kuin paperin tarjontajouston, koska paperia ei voida samassa määrin siirtää kotimaiseen jatkojalostukseen.

Lisäksi on hintajoustojen suuruutta arvioitaessa otettava huomioon, että

— lyhyen ja pitkän ajan joustojen välillä on huomattaviakin eroja. Pitkän ajan joustot saattavat olla a priori-itseisarvoltaan hyvinkin paljon suurempia kuin lyhyen ajan joustot (Orcutt 1950, s. 125).

— empiiristen kokemusten mukaan hintajoustojen itseisarvo yleensä suurenee siirryttäessä yhden yhtälön PNS-estimointimenetelmästä simultaanisiin (esim. 2-PNS) estimointimenetelmiin (ks. esim. Orcutt 1950, s. 125 ja 129 sekä Aurikko 1973, s. 60—63).

— aggregaattiaineiston [2]) käyttö tuottaa ilmeisesti nollan suuntaan harhaisia estimaatteja.

Eri tekijöiden painottaminen joustojen suuruuden arvioimiseksi on hankala tehtävä. Voitaneen kuitenkin olettaa ainakin paperin vientikysyntäjoustojen olevan kovan kilpailun ja selluloosan vientitarjontajoustojen tuottajien eri toimintamahdollisuuksien vuoksi joustavia; siis itseisarvoltaan yli yhden.

Testattaessa myöhemmin saatavia empiirisiä malleja on tärkeänä kriteerinä pidettävä sitä, täyttävätkö ne tässä tehdyt olettamukset. Tämä koskee erityisesti etumerkkejä.

---

[1]) Kuten muistetaan, hinta ei ole ainoa kilpailuparametri. Laatu, myyntiehdot jne. vähentävät hintojen vaikutusta.

[2]) Suhteellisen matalajoustoisilla hyödykkeillä saattaa olla suurin hinnanvaihtelu, ja sen vuoksi niiden vaikutus aggregaattihintaindeksin muodostumiseen on liian suuri. Keskimääräisessä hintaindeksissä ilmenee yleensä vähemmän vaihtelua kuin sen osaindekseissä. Orcutt 1950 s. 125 ja Leamer-Stern 1970 s. 33—34.

4.3. Mallin funktiomuodon valinta

Kun eri tietolähteitä käyttäen on löydetty ne syymuuttujat, joiden oletetaan vaikuttaneen tarkasteltavien hyödykkeiden viennin kehitykseen, on valittava funktioiden matemaattinen muoto. On varsin tunnettua, ettei talousteoria useinkaan osoita mallin täsmällistä matemaattista muotoa tai malliin sisältyvien yhtälöiden lukumäärää.

Yhtälöiden lukumäärä, ts. mallin koko, riippuu tutkittavien ilmiöiden monimutkaisuudesta ja estimoitavan mallin käyttötarkoituksesta; tässä tapauksessa kerroinestimaattien hankkimisesta, havaintoaineiston saatavuudesta ja laskentamahdollisuuksista (Koutsoyiannis 1973, s. 14—16). Muuttujien valinnan yhteydessä jo todettiin, että tässä on päädytty kahteen kahden yhtälön simultaanimalliin.

Taloudellisten ilmiöiden monimutkaisuus vaatisi usein funktioilta epälineaarisuutta, epäjatkuvuutta jne. Kuitenkin moniyhtälömallien estimointi vaatii parametrien suhteen lineaarisia [1]) funktiomalleja, sillä muutoin jouduttaisiin estimointivaikeuksiin.

Moniyhtälömallitutkimuksissa ja ekonometrisissa tutkimuksissa yleensäkin on käytetty pääasiassa lineaarista tai logaritmeissa lineaarista funktiotyyppiä. Myös prosenttimallit ovat saaneet kannatusta (ks. esim. Vartia 1974, s. 33—47). Prosenttimallit vähentävät mittayksiköistä ja multikollineaarisuudesta syntyviä vaikeuksia. Toisaalta ne ehkä poistavat tärkeitä trendejä ja pitkän ajan ilmiöitä ja säilyttävät vain muuttujien lyhyen ajan komponentteja (Basevi 1973, s. 238).

Tarkasteltavassa tutkimuksessa on logaritmeissa lineaarinen funktiotyyppi valittu lähtökohdaksi. Logaritmisen funktion käytännön etu on se, että kertoimet voidaan tulkita suoraan joustoiksi. Haittana on se, että logaritmisen funktion kertoimet edustavat vakiojoustoja, vaikka muuttujien vaikutusta pitkällä aikavälillä voidaan tuskin tulkita vakioksi.

4.4. Tutkimuksessa käytetyt tilastolähteet

Ekonometrisen tutkimuksen tärkeänä osana on pidettävä käytetyn tilastoaineiston luotettavuuden arviointia, sillä saadut tulokset riippuvat suuresti käytetyn aineiston laadusta. Tässä luvussa esitetään ne tilastojulkaisut, joista aineisto saatiin. Kuitenkin on ilmeisen vaikeaa arvioida tämänkin aineiston ominaisuuksia, sillä julkaistut tiedot tilastojen keruumenetelmistä ovat yleensä vähäisiä ja vaikeasti hankittavissa.

UN:n »Commodity trade statistics, part 1, imports, jan.—dec., statistical papers; Series D. -julkaisusta on saatu selitettävät muuttujat, selluloosan ja paperin viennin määrät. Muita mahdollisia tilastojulkaisuja olisivat ainakin American paper instituten »Wood pulp statistics» sekä OECD:n kaksi julkaisua, »Pulp and paper industry» ja »Trade by commodities». Tilastojulkaisujen keskinäistä paremmuutta on vaikea arvioida. Voidaan todeta vain, että kaikkien mainittujen julkaisujen sarjat eroavat jossain määrin toisistaan.

[1]) Esimerkiksi lineaariset ja logaritmiset mallit sekä prosenttimallit.

Tilastojulkaisun valinnan ratkaisi yksinkertaisesti hintasarjojen saatavuus. Kolmesta vaihtoehtoista julkaisusta ensin mainitussa ei ole arvosarjoja lainkaan, jolloin hintasarjojen (yksikköarvolukujen) laskeminen ei ollut mahdollista. Kolmannessa taas tavaraluokitukset muuttuivat kesken tarkasteluajanjakson vaikeuttaen yhtenäisten sarjojen muodostumista.

Kuten aiemmin mainittiin, hintasarjojen muodostamista ei voida pitää täysin tyydyttävänä, sillä korkea aggregaattitaso ei ota mm. laadunmuutoksia huomioon ja tuottaa virheellisiä tai ainakin epätarkkoja aikasarjoja.

OECD:n »Pulp and paper industry» -julkaisusta on saatu Suomen paperiteollisuuden kapasiteettimuuttuja sekä Englannin paperiteollisuuden tuotanto- ja kapasiteettisarjat. Jälkimmäisten suhdelukuja käyttäen on saatu Englannin paperiteollisuuden kapasiteetin käyttöaste. Myös Suomen paperiteollisuuden yksikkökustannuksia laskettaessa käytettiin mainitusta julkaisusta saatuja tuotantolukuja.

Tuotantolukuja voidaan pitää melko luotettavina, mutta saman vuoden kapasiteettiluvut eri vuosipainoksissa saattavat poiketa toisistaan. Kapasiteettimuuttujat ovat epätarkkoja ja ilmeisen virheellisiä.

American paper institute, inc. »Wood pulp statistics» -tilastojulkaisu on selvästi alan monipuolisin ja pitkien yhtenäisten sarjojen osalta käyttökelpoisin. Tiedot on yleensä saatu suoraan eri maiden virallisista tilastolähteistä tai alan yhdistyksiltä. Suomen luvut on saatu Suomen selluloosayhdistykseltä.

Suomalaisen selluloosan myyntikapasiteetti ja selluloosateollisuutemme tuottavuuden laskemiseen tarvittava selluloosan myyntituotanto olivat saatavissa ainoastaan tästä julkaisusta. Samasta lähteestä saatiin myös Ison-Britannian tuontiselluloosan varastoluvut, joita eri syistä ei tosin voida pitää täysin luotettavina.

Kaikkien hinta- ja kustannussarjojen deflaattoreina käytetyt tukkuhintaindeksisarjat on saatu julkaisusta Kansallis-Osake-Pankin »Taloudellinen katsaus 1974, no. 4». samoin kuin valuuttakurssi- ja Ison-Britannian teollisuustuotannon volyymi-indeksitilastot. Sarjoja voitaneen pitää virallisina ja melko luotettavina, mutta minkäänlaista lähdemainintaa ei näistä eikä muistakaan sarjoista esiinny julkaisussa.

Paperiteollisuutemme yksikkökustannusten laskemiseen tarvittavat kokonaiskustannukset on saatu Suomen teollisuustilastosta laskemalla yhteen paperi- ja kartonkitehtaiden kustannusluvut. Myös Suomen selluloosateollisuuden tuottavuuden laskemiseksi tarvittava aikasarja on saatu teollisuustilastosta laskemalla yhteen puuhiomojen, sulfaatti- ja sulfiittitehtaiden kaikkien työntekijöiden työtunnit. Sarjojen luotettavuudesta ei ole tarkkaa tietoa.

Lisäksi selluloosateollisuutemme kustannuksia kuvaava kuusipaperipuun kantohintojen aikasarja on saatu Metsäntutkimuslaitokselta. Sarjaa voitaneen pitää vain suuntaa antavana, sillä kantohinnat eroavat paljon maan eri osissa, ja tässä käytetty sarja on koko maan keskiarvo.

Yksittäinen tutkija ei yleensä voi vaikuttaa perustilastojen laatutasoon. Vasta tilastojen jatkokasittelyn yhteydessä tutkijan oma huolellisuus voi estää mahdolliset lisävirheet.

5. MALLIN ESTIMOINTI

Kun malli on spesifioitu, suoritetaan sen estimointi, toisin sanoen lasketaan mallin kertoimien numeeriset estimaatit. Mallin estimointi on puhtaasti tekninen vaihe, joka vaatii tietoa erilaisista ekonometrisista menetelmistä, niiden olettamuksista ja parametriestimaattien tulkinnasta. E s t i m o i n t i sisältää laajasti ottaen seuraavat vaiheet:

a) tilastoaineiston keruun (tarkasteltu luvuissa 4.1.1., 4.1.2. ja 4.4.)
b) muuttujien aggregointiongelmien tarkastelun (luku 4)
c) funktioiden identifioitavuusehtojen tarkastelun
d) selittävien muuttujien välisen korreloitumisen tarkastelun (multikollineaarisuusasteen tutkimisen)
e) sopivan estimointimenetelmän valitsemisen
f) valitun estimointimenetelmän olettamusten ja kerroinestimaattien kriittisen tarkastelun.

5.1. Mallin identifioitavuus

Mallin (rakenteen) sanotaan olevan i d e n t i f i o i t u, jos mikään sen rakenneyhtälöistä ei ole muiden yhtälöiden lineaarinen kombinaatio; ts. jos mallin endogeenisten muuttujien kerroinmatriisien determinanttien arvot ovat $\neq 0$. Rakennemuodon tulee sisältää riittävä määrä a priori-rajoituksia, jotta kerroinmatriisien kertoimet olisivat yksikäsitteisesti määrättävissä (W o n n a c o t t - W o n n a c o t t 1970, s. 346).

Talousteorian antama informaatio voi ilmetä rajoituksena yhtälön kertoimille tai virhetermin variansseille ja kovariansseille. Käytännössä yleisin a priori-rajoitusten tyyppi on lineaariset rajoitukset [1]) muuttujien kerroinmatriiseille, ts. tapaus, jossa tietyt mallin muuttujat puuttuvat tietyistä yhtälöistä (ks. K o u t s o y i a n n i s 1973, s. 351—354).

Identifioitavuustarkastelu on suoritettava jokaiseen rakenneyhtälöön. Malli on mielekäs vain siinä tapauksessa, että kustakin yhtälöstä puuttuu osa malliin kuuluvista muuttujista, ja että vielä sittenkään mallissa ei esiinny kahta identtistä yhtälöä. Käytännössä ennen estimointivaihetta mallin identifioitavuutta voidaan tutkia kahden ehdon tapauksessa seuraavasti:

[1]) Eri rajoitustyypeistä on yleisin ns. nollarajoitus. Tällöin kerroinmatriisien tietyt alkiot asetetaan nollaksi.

a) Välttämätön ehto mallin yhtälön identifioitavuudelle on järjestysehto (order condition). Se ilmaisee tarvittavien lineaaristen rajoitusten minimimäärän, jotta yhtälö olisi identifioitavissa.

(5.1.) $k_0 \geq g-1$, jossa

k_0 = yhtälöstä pois suljettujen ennalta määrättyjen muuttujien lukumäärä

g = yhtälössä mukana olevien endogeenisten muuttujien lukumäärä

b) Välttämätön ja riittävä ehto mallin yhtälön identifioitavuudelle on aste-ehto (rank condition). Ehdon mukaan yhtälö voidaan identifioida vain, jos voidaan muodostaa ainakin yksi nollasta poikkeava G—1 asteen determinantti niistä kertoimista, jotka yhtälöstä pois jätetyillä muuttujilla on G—1 muussa yhtälössä (Koutsoyiannis 1973, s. 342—343).

Identifioitavuus määrää menetelmän, millä malli estimoidaan tilastollisesti.

a) Jos yhtälö on ali-identifioitunut (yhtälössä 5.1. ehto ei ole voimassa), sen parametrejä ei voida tilastollisesti estimoida millään ekonometrisella menetelmällä.

b) Jos yhtälö on täsmälleen identifioitunut (yhtälössä 5.1. yhtäsuuruuden tapaus) sopivin estimointimenetelmä on epäsuora pienimmän neliösumman menetelmä.

c) Jos yhtälö on yli-identifioitunut (yhtälössä 5.1. erisuuruuden tapaus), epäsuoraa PNS-menetelmää ei voida soveltaa, koska se ei anna rakenneparametreille yksikäsitteisiä estimaatteja. On olemassa kuitenkin erilaisia ekonometrisia menetelmiä, joita voidaan soveltaa yli-identifioituneisiin yhtälöihin (Koutsoyiannis 1973, s. 356—357).

Käytännön tutkimuksissa yli-identifioitunut malli on yleisin.

Mallin identifioitavuusehtoja [1]) voidaan tutkia joko rakennemuodon tai johdetun muodon avulla. Järjestysehtotarkastelu on sama molemmissa muodoissa. Aste-ehtoa tutkittaessa sen sijaan rakennemuodon käyttö on johdettua muotoa yksinkertaisempi ja käyttökelpoisempi (Koutsoyiannis 1973, s. 341—342). Rakennemuoto valittiin tarkastelun lähtökohdaksi.

Aste-ehdon avulla voidaan ratkaista, onko yhtälö identifioitu vai ei. Jos kysymyksessä on edellinen tapaus, niin järjestysehdosta nähdään lisäksi, onko yhtälö täsmälleen identifioitu vai yli-identifioitu. Tämän vuoksi tavallisesta käytännöstä poiketen tutkitaan tässä sovellutuksessa ensin aste-ehtoa ja vasta lopuksi järjestysehtoa.

Identifioitavuustarkastelu on tehtävä jokaiseen rakenneyhtälöön erikseen. Sen vuoksi vain paperin vientimallin vientikysyntäyhtälö (4.4) valittiin yksityiskohtaisempaan tarkasteluun. Käytännön vaiheet (Koutsoyiannis 1973, s. 344—345) tutkittaessa rakenneyhtälön (4.4) identifioitavuutta ovat seuraavat:

Kirjoitetaan paperin vientimallin yhtälöiden parametrit erilliseen taulukkoon ja merkitään yhtälöistä poisjätettyjen muuttujien parametreja [2]) nollilla.

Tutkittavan yhtälön (4.4) rivikertoimet ja nollasta poikkevat kerroinsarakkeet pyyhitään yli.

[1]) Käytännössä usein tyydytään vain järjestysehdon (order condition) tutkimiseen.

[2]) Identifiointiehtoja tutkittaessa jätetään vakiotermit ja jäännöstermit tarkastelun ulkopuolelle. Ks. Koutsoyiannis 1973, s. 342.

	Muuttujat							
Yhtälö	XD_p	P_p	PK_p	A_p	XS_p	PM_p	C_p·3	K_p
4.4	−1	d_1	c_2	c_3	0	0	0	0
4.5	0	d_1	0	0	−1	d_2	d_3	d_4
4.6	−1	0	0	0	1	0	0	0

Nyt yhtälön ulkopuolisten muuttujaparametrien taulukko kirjoitetaan

XS_p	PM_p	C_p—3	K_p
—1	d_2	d_3	d_4
1	0	0	0

Muodostetaan (G—1):n eli 2. asteen determinantit ja tutkitaan niiden arvot. Yllä olevasta 2 × 4 matriisista voidaan muodostaa kolme nollasta poikkeavaa 2. asteen determinanttia. Ne ovat

$$\det_1 = \begin{vmatrix} -1 & d_2 \\ 1 & 0 \end{vmatrix} = -d_2 \qquad \det_2 = \begin{vmatrix} -1 & d_3 \\ 1 & 0 \end{vmatrix} = -d_3 \text{ ja}$$

$$\det_3 = \begin{vmatrix} -1 & d_4 \\ 1 & 0 \end{vmatrix} = -d_4.$$

Siten vientikysyntäyhtälö (4.4) on identifioitu ja a s t e - e h t o täytetty, edellyttäen, että ainakin jokin parametreista d_2, d_3 tai $d_4 \neq 0$.

Kun halutaan nähdä, onko yhtälö täsmälleen identifioitu vai yli-identifioitu, käytetään j ä r j e s t y s e h t o a. Kaavan (5.1.) mukaan yhtälö (4.4.) on yli-identifioitu, sillä 3 > 2—1.

Paperin vientikysyntäfunktio täytti molemmat identifiointiehdot.

Muiden rakenneyhtälöiden osalta identifiointiehtoja tutkitaan seuraavasti.

Aste-ehto:

Ulkopuolisten muuttujaparametrien taulukot voidaan kirjoittaa eri yhtälöiden osalta.

(4.1.)

XS_s	PM_s	T	C_s—2	K_s	t
—1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6
1	0	0	0	0	0

(4.2.)

XD_s	PK_s	A_s	V—1	D
—1	a_2	a_3	a_4	a_5
—1	0	0	0	0

(4.5.)

XD_p	PK_p	A_p
—1	c_2	c_3
—1	0	0

Jokaisesta taulukosta voidaan muodostaa vähintäin yksi nollasta poikkeava 2. asteen determinantti, jolloin aste-ehto on täytetty.

Järjestysehto:

Selluloosan vientikysyntäyhtälö	(4.1.):	$5 > 2—1$
Selluloosan vientitarjontayhtälö	(4.2.):	$4 > 2—1$
Paperin vientitarjontayhtälö	(4.5.):	$2 > 2—1$

Järjestysehdon mukaan kaikki yhtälöt ovat yli-identifioituneita. Tällöin tulisi käyttää esimerkiksi kaksivaiheista pienimmän neliösumman menetelmää (2-PNS) yli-identifioituneiden yhtälöiden estimoinnissa.

5.2. Estimointimenetelmän valinta

Mikä estimointimenetelmä valitaan jossain erityistapauksessa riippuu monista tekijöistä, kuten

a) tutkimuksen tarkoituksesta

b) riippuvuussuhteen luonteesta ja identifioitavuustarkastelusta

c) kerroinestimaattien ominaisuuksista (harhattomuus, tarkentuvuus, tehokkuus jne.)

Kun tavoitteena on selitysmallianalyysi, ollaan kiinnostuneita hyvistä kerroinestimaateista ja esimerkiksi harhan suuruus tulee ratkaisevaksi (Koutsoyiannis 1973, s. 16 ja 21).

Jos mallissa vaikuttaa samanaikaisesti vastakkaissuuntaisia suhteita, rakenneyhtälöiden asianmukaista estimointia ei voida suorittaa yhtälö kerrallaan, vaan estimoinnissa on otettava huomioon yhtäaikaiset suhteet (Niitamo 1969, s. 35—36).

Koska pienimmän neliösumman (PNS)-menetelmän soveltaminen yhtälöön, joka kuuluu simultaaniyhtälöjärjestelmään, tuottaa harhaisia estimaatteja, sovellettiin tähän tarkoitukseen sopivaa kaksivaiheista pienemmän neliösumman (2-PNS)-menetelmää.

Siirtyminen yhden yhtälön irrallisesta estimoinnista (PNS-menetelmä) koko yhtälöjärjestelmän simultaaniseen estimointiin (2-PNS-menetelmä) merkitsee pyrkimystä juuri estimointiharhan pienentämiseen (Niitamo - Soivio 1964, s. 144). Harhaisuus on kuitenkin suhteellisen vähäistä, mikäli malli on »lievästi» simultaaninen.

Lisäksi estimointimenetelmän valintaa varten suoritettiin luvussa 5.1. mallin identifioitavuustarkastelu. Järjestysehdon mukaan kaikki yhtälöt ovat yli-identifioituneita. Tällöin 2-PNS-menetelmä on sopiva yli-identifioituneiden mallien estimoinnissa. Kuitenkin samat yhtälöt estimoitiin myös PNS-menetelmällä.

2-PNS-menetelmässä lasketaan ensimmäisessä vaiheessa rakennemuodossa esiintyvien viivästymättömien endogeenisten muuttujien regressiot mallin kaikkien ennaltamäärättyjen muuttujien suhteen tavallisella PNS-menetelmällä.

Toisessa vaiheessa estimoidaan rakenneyhtälöt erikseen PNS-menetelmällä käyttäen viivästämättömien endogeenisten selittäjien asemesta niiden ensimmäisen vaiheen regressiosta saamia arvoja.

2-PNS-menetelmän o l e t t a m u k s e t esitetään seuraavasti.

a) Virhetermien tulee rakenneyhtälöissä täyttää tavanomaiset stokastiset oletukset (odotusarvo nolla, varianssi vakio ja kovarianssi nolla).

b) Redusoidussa muodossa virhetermien tulee täyttää tavanomaiset stokastiset oletukset

i) kuten kohdassa a)
ii) virhetermit riippumattomia koko rakennemallin eksogeenisista muuttujista.

c) Selittävät muuttujat eivät ole täydellisesti multikollineaarisia ja makromuuttujat ovat oikein aggregoituja.

d) Mallin spesifiointi on oikea eksogeenisten muuttujien osalta.

e) Havaintojoukko on kyllin suuri, ja erityisesti havaintojen lukumäärän tulee olla ennaltamäärättyjen muuttujien lukumäärää suurempi.

Edellyttäen, että oletukset on täytetty, 2-PNS-menetelmällä on seuraavat o m i n a i s u u d e t (K o u t s o y i a n n i s 1973, s. 381—382):

a) Pienten otosten estimaatit ovat harhaisia. Huolimatta transformaatiosta simultaaniyhtälön harha ei ole poistunut.

b) Suurissa otoksissa harha pienenee kohti nollaa (estimaatit ovat asymptoottisesti harhattomia).

c) Estimaatit ovat tarkentuvia ja lähestyvät otoskoon kasvaessa todellisia parametriarvoja.

d) Estimaatit ovat asymptoottisesti täystehoisia.

5.3. Estimoinnin tulokset

Estimointituloksista esitetään sekä johdetun muodon, että rakennemuodon kerroinestimaatit, niiden keskivirheet, t-arvot ja yhtälöiden selitysasteet. Multikollineaarisuutta tarkastellaan muuttujien välisten korrelaatiomatriisien ja Farrarin ja Glauberin multikollineaarisuustestin avulla. Jäännöstermien autokorreloitumista tutkitaan Durbinin ja Watsonin d-testin ja graafisen jäännöstermianalyysin avulla.

Vaikka yhtälön simultaanisuus merkitsee, että tavalliset PNS-menetelmään liittyvät merkitsevyystestit eivät olekaan täysin sovellettavissa, niitä voitaneen kuitenkin pitää monessa suhteessa likimain oikeina (ks. Christ 1966, s. 515—520).

5.3.1. Selluloosan vientimallin tulokset

Alustavasti suoritettiin estimointikokeita yhtälö kerrallaan, jolloin eri vaihtoehtoja vertailtaessa arvosteluperusteina käytettiin mallin teoreettisen tulkittavuuden ohella sen selityskykyä, muuttujien keskinäistä korreloitumisastetta, parametriestimaattien koolle a priori asetettuja loogisuusvaatimuksia ja estimaattien keskihajontoja.

Selluloosan vientikysyntäyhtälön mahdollisten selittävien muuttujien joukosta jouduttiin alustavissa kokeiluissa poistamaan Ison-Britannian selluloosan omavaraisuusmuuttuja (tuotanto/kulutus), Kanadan selluloosan vienti Isoon-Britanniaan sekä suhdannemuuttuja, joksi muodostettiin Ison-Britannian paperin tuotannon prosenttinen poikkeama trendistään. Mainitut muuttujat poistettiin mallista joko melko voimakkaan multikollineaarisuuden vuoksi tai siksi, etteivät ne osoittautuneet merkittäviksi selittäjiksi. Vientitarjontayhtälöstä jouduttiin jättämään tärkeähkönä pidettävä Suomen selluloosavarastoja kuvaava muuttuja, josta aikasarja ulottui vain vuoteen 1963 asti.

Alustavista tarkasteluista tärkeimpiä olivat kuitenkin hintamuuttujien viivästyskokeilut, jotka epäonnistuivat pahoin ilmeisesti eri ajanjaksoon kuuluvien hintamuuttujien liian korkean keskinäisen korrelaation vuoksi. Sekä muuttujien etumerkeistä että niiden koosta tuli mielivaltaisia. Jatkoa varten tyydyttiin vain viivästämättömien hintamuuttujien käyttöön. Kun sekä viivästetyt hintamuuttujat, että tämän luvun alussa luetellut muuttujat jätettiin mallin ulkopuolelle, päädyttiin lopulta luvussa 4.1.1. esitettyyn malliin.

Ennen tulosten käsittelyä on vielä syytä tarkastella muuttujien välistä multikollineaarisuutta. Ilmiö on yleinen aikasarjoja käytettäessä. Kuitenkin jos korreloituneisuuden aste on korkea, tulokset voivat olla heikentyneitä ja niiden käyttö voi olla suuresti harhaanjohtavaa, koska näissä olosuhteissa ei ole mahdollista erottaa muuttujien vaikutusta toisistaan. Yleensä estimaattien keskivirheet kasvavat, kun keskenään voimakkaasti korreloituneita muuttujia sisällytetään funktioon. Jos selittävien muuttujien välillä olisi täydellinen lineaarinen riippuvuus, parametrien estimointi olisi mahdotonta.

Multikollineaarisuus on kuitenkin suhteellinen käsite. Regressiokertoimien keskivirhe riippuu, paitsi kyseisen selittävän muuttujan ja muiden selittävien muuttujien välisestä korrelaatiosta, myös koko mallin selityskyvystä. L. Klein esittää nyrkkisääntönä, että multikollineaarisuus on siedettävä, jos selittävien muuttujien väliset korrelaatiokertoimet ovat pienempiä kuin kokonaisselitysaste, toisin sanoen $r_{ij} < R^2$ (Klein 1962, s. 64 ja 101). Ensimmäisessä estimointivaiheessa käytettyjen muuttujien väliset korrelaatiokertoimet (r_{ij}) ilmenevät seuraavasta korrelaatiomatriisista.

Taulukko 1. Selluloosan vientikysyntä- ja tarjontamallin ennaltamäärättyjen muuttujien korrelaatiomatriisi. [1]) Johdettu muoto. V. 1958—1972 havaintoaineisto. [2])

Table 1. Correlation matrix for the predetermined variables of the export demand and supply model for cellulose. [1]) *Reduced form. Data for the years 1958—1972.* [2])

	ln PK_S [3])	ln A_S	ln V—1	D	ln PM_S	ln T	ln C_S—2	ln K_S
ln PK_S [3])	1.00	—.40	.18	.21	.74	—.34	—.60	—.65
ln A_S		1.00	.59	—.29	—.37	.70	.29	.64
ln V—1			1.00	—.24	—.16	.16	—.05	—.06
D				1.00	.46	.21	—.20	.21
ln PM_S					1.00	.02	—.53	—.17
ln T						1.00	.40	.89
ln C_S—2							1.00	.49
ln K_S								1.00

Toisessa vaiheessa estimoitaviin rakenneyhtälöihin kuuluvien muuttujien korrelaatiomatriisit ovat seuraavat.

Taulukko 2. Selluloosan vientikysyntäyhtälössä käytettyjen muuttujien korrelaatiomatriisi. V. 1958—1972 havaintoaineisto.

Table 2. Correlation matrix for the variables employed in the export demand equation for cellulose. Data for the years 1958—1972.

	ln P_S	ln PK_S	ln A_S	ln V—1	D
ln P_S	1.00	.71	—.03	.12	.52
ln PK_S		1.00	—.40	.18	.21
ln A_S			1.00	.59	—.29
ln V—1				1.00	—.24
D					1.00

Taulukko 3. Selluloosan vientitarjontayhtälössä käytettyjen muuttujien korrelaatiomatriisi. V. 1958—1972 havaintoaineisto.

Table 3. Correlation matrix for the variables employed in the export supply equation for cellulose. Data for the years 1958—1972.

	ln P_S	ln PM_S	ln T	ln C_S—2	ln K_S	t
ln P_S	1.00	.89	.32	—.41	.04	.51
ln PM_S		1.00	.02	—.53	—.17	.25
ln T			1.00	.40	.89	.88
ln C_S—2				1.00	.49	.10
ln K_S					1.00	.79
t						1.00

[1]) Aikamuuttujaa (t) ei käytetty johdetun muodon estimoinnissa. Sen vuoksi ei muuttuja ole myöskään johdetun muodon korrelaatiomatriisissa — *Time variable (t) was not employed in the estimation of the reduced form. For this reason the variable is not included in the correlation matrix of the reduced form.*

[2]) Viivästetyt sarjat alkavat tietenkin jo ennen vuotta 1958 — *In cases dealing with records of previous years the data originates from years earlier than 1958.*

[3]) Taulukoissa mainittujen kirjainsymbolien merkitykset on esitetty sivuilla 20 ja 21.

Korrelaatiomatriiseista havaitaan, että muutamien muuttujaparien (P_s/PM_s, T/K_s ja T/t) kesken korrelaatio on melko voimakasta. Esitetyn kaltaisia korrelaatiomatriiseja voitaneen pitää kuitenkin kokonaisuutena katsoen täysin tyypillisinä aikasarjatarkasteluissa. Kun katsotaan jäljempänä esitettyjä yhtälöiden kokonaiskorrelaatiokertoimia, havaitaan, että kaikissa tapauksissa pätee Kleinin esittämä ohjesääntö, $r_{ij} < R^2$.

Multikollineaarisuuden toteamiseksi on kehitetty myös tilastollinen testi. Tällainen on D. Farrarin ja R. Glauberin χ^2-testi funktion kaikkien selittävien muuttujien kokonaismultikollineaarisuuden toteamiseksi (ks. Farrar-Glauber 1967, s. 92—107). Aluksi lasketaan korrelaatiomatriisista standardisoitu determinantti eli korrelaatiodeterminantti. Mitä lähempänä determinantin arvo on nollaa, sitä voimakkaampaa on multikollineaarisuus ja päinvastoin. Laskettua korrelaatiodeterminanttia käytetään sitten varsinaisessa χ^2-testissä, joka ilmaistaan lausekkeella

(5.1.) $^*\chi^2 = -[n-1-\frac{1}{6}(2k+5)] \cdot \log_e$ [standardisoitu determinantin arvo], jolla on χ^2-jakauma vapausastein — [*value of the standardised determinant*], *which has a* χ^2*-distribution with degrees of freedom*

$[v = \frac{1}{2} k(k-1)]$

$^*\chi^2$ = otoksesta laskettu χ^2:n arvo — *observed (computed from the sample) value of* χ^2

χ^2 = teoreettinen eli taulukoitu jakauman arvo — *theoretical value for distribution (as given by tables)*

n = otoskoko — *size of the sample*

k = selittäjien lukumäärä — *number of explanatory variables*

Testistä on yksityiskohtaisempi esitys liitteessä 3 — *A more detailed presentation of the test is given in Appendix 3.*

Seuraavassa on esitetty yhtälöittäin Farrarin ja Glauberin menetelmällä lasketut korrelaatiodeterminantit sekä lasketut ja taulukoidut χ^2-arvot 95 prosentin merkitsevyystasolla.

Johdettu muoto — *Reduced form:*

0.95 ja $^*\chi^2 = 0.20 < 23.30 = \chi^2_{\cdot 05}$ (36 vap. ast.-d.f.; n = 15 ja k = 9)

Vientikysyntäyhtälö — *Export demand equation:*

0.97 ja $^*\chi^2 = 0.14 < 7.26 = \chi^2_{\cdot 05}$ (15 vap. ast.-d.f.; n = 15 ja k = 6)

Vientitarjontayhtälö — *Export supply equation:*

0.80 ja $^*\chi^2 = 1.05 < 11.59 = \chi^2_{\cdot 05}$ (21 vap. ast.-d.f.; n = 15 ja k = 7)

Selluloosamallissa siis kaikki kolme korrelaatiomatriisien standardisoitua determinantin arvoa ovat lähellä ykköstä. Tämän perusteella yhtälöiden ortogonaalisuusoletukset voitaneen hyväksyä; toisin sanoen multikollineaarisuus ei ole liian voimakasta. Lasketut $*\chi^2$-arvot ovat selvästi pienempiä kuin taulukoidut $\chi^2_{.05}$-arvot 95 prosentin merkitsevyystasolla. Testitulokset vahvistavat jo korrelaatiodeterminantin suuruudesta tehtyjä päätelmiä.

Selluloosamallin varsinaisista e s t i m o i n t i t u l o k s i s t a esitetään aluksi 1. estimointivaiheen tulokset seuraavan taulukon muodossa.

Taulukko 4. Selluloosan vientikysyntä- ja tarjontamalli. Johdetun muodon kerroinestimaatit ennaltamäärättyjen muuttujien suhteen. [1])

Table 4. Export demand and supply model for cellulose. Coefficient estimates for the reduced form according to predetermined variables. [1])

Endogeeniset muuttujat *Endogeneous variables*	Ennaltamäärätyt muuttujat *Predetermined variables*								
	ln PK_S	ln A_S	ln V—1	D	ln PM_S	ln T	ln C_S—2	ln K_S	1
ln $\hat{X}D_S = \ln \hat{X}S_S$	2.00	.87	—.18	—.25	—.91	—.15	.11	.62	—7.16
(keskivirhe — *standard error)*	.53	.24	.06	.04	.24	.11	.06	.24	2.15
(t-arvo — *t-value)* [2]) ...	3.80*	3.70*	—2.80*	—6.70*	—3.70*	—1.40	1.90	2.60*	—3.30*
	$\bar{R}^2$ = .978 DW = 2.17 s.e.e. = .025 vapausastemäärä = 6 *degrees of freedom*								
ln $\hat{P}_S$	.40	.22	—.01	.05	.58	.06	.03	—.06	—1.08
(keskivirhe — *standard error)*	.28	.12	.03	.02	.13	.05	.03	.12	1.11
(t-arvo — *t-value)* [2]) ...	1.50	1.80	—.20	2.50*	4.70*	1.10	1.00	—.50	—1.00
	$\bar{R}^2$ = .965 DW = 3.07 s.e.e. = .013 vapausastemäärä = 6 *degrees of freedom*								

Endogeenisten määrämuuttujien ln XD_s ja ln XS_s suhteen johdettu muoto [3]) on myös kirjoitettu näkyviin, vaikka tässä tutkimuksessa muodolla ei ole käyttöä [4]), koska molemmat rakennemuodot estimoitiin määrä riippuvana muuttujana (ks. s. 36). Sen sijaan hinnan suhteen johdettua muotoa (ln $\hat{P}_s$) tarvitaan 2. vaiheen estimoinnissa.

[1]) Johdetusta muodosta jätettiin pois aikamuuttuja (t), koska se ei sinänsä vaikuta mihinkään mallin muuttujaan, vaan kuvaa ainoastaan jotakin ehkä tuntematonta tekijää, joka on täytynyt jättää mallin ulkopuolelle. Samalla säästettiin johdetussa muodossa yksi vapausaste — *Time variable (t) was excluded from the reduced form because as such it has no effect on any of the variables in the model and is related to some unknown factor which has had to be excluded from the model. By doing so one degree of freedom has been gained as well.*

[2]) Merkki (*) tarkoittaa, että kerroin on tilastollisesti merkitsevä 95 %:n luottamustasolla — * *is used to denote statistical significance at the 95 % confidence level.*

[3]) Yhtälön muuttujat ovat tuottavuutta (ln T) ja viivästettyä kustannustekijää (ln C_S - 2) lukuunottamatta etumerkeiltään oikein ja tilastollisesti merkitseviä 95 %:n luottamustasolla.

[4]) Johdettua muotoa käytetään ennustamiseen ja välivaiheena 2. vaiheen estimoinnissa.

Yhtälö ln $\hat{P}_s$ (ks. taulukko 4) ei onnistunut parhaalla tavalla. Vain kolmella muuttujalla (ln PK_s, ln A_s ja ln PM_s) on nollasta eriävät kerroinestimaattien arvot. Niiden vaikutussuunnat endogeenisenä pidettyyn Suomen selluloosan vientihintaan (ln $\hat{P}_s$) ovat oikein. Muiden muuttujien vaikutus vientihintaan jäi epäselväksi. Huolimatta pienistä keskivirheistä t-arvotkaan eivät ole yleensä korkeita.

Autokorreloitumisen tutkimiseksi ei ole taulukoituja DW-testiarvoja 8 selittäjän tapauksessa, sillä taulukointi on suoritettu vain 5 selittäjään asti (vakiota ei lasketa mukaan). Kuitenkin suoritettiin ekstrapolointi taulukoituja lukuarvoja käyttäen aina 8 selittäjään asti. »Inconclusive»-alue välillä d_L ja d_U muodostui kuitenkin niin laajaksi (n. 0.20 ja 2.90), ettei luotettava arviointi ole mahdollista. Kuviotarkastelu viittasi kuitenkin negatiiviseen autokorrelaatioon.

Molempien rakenneyhtälöiden 2. vaiheen estimointi suoritettiin niin, että viennin määrä oli riippuvana muuttujana.[1]) Tilastolliselta kannalta tuotteen hinta olisi ollut hyväksyttävissä tarjontayhtälön [2]) riippuvaksi muuttujaksi. Tässä tutkimuksessa kuitenkin määrä valittiin selittäväksi muuttujaksi, koska vientitarjontayhtälössä pyrittiin tutkimaan tarjontaan vaikuttavia tekijöitä ja erityisesti hintajoustoja.

Johdetussa muodossa »korjattua» hintamuuttujaa (ln $\hat{P}_s$) käytettiin rakenneyhtälöitä 2-PNS-menetelmällä estimoitaessa, jolloin sekä kysyntä- että tarjontatekijät otettiin huomioon hintaa määräävinä tekijöinä.

Taulukoissa 5 ja 6 esitetään selluloosan vientikysyntä- ja vientitarjontamallin tulokset.

Estimoiduista yhtälöistä havaitaan, että kaikilla kerroinestimaateilla on oikeat etumerkit. Kertoimien suuruudet osoittavat eräitä tämän tutkimuksen keskeisiä empiirisiä tuloksia. Tarjonnan hintajousto (ln $\hat{P}_s$ taulukossa 6) on yli kolme kertaa suurempi kuin kysynnän hintajousto (ln $\hat{P}_s$ taulukossa 5). Mallin mukaan suomalaisen selluloosan hinnankorotus (-alennus) 1 prosentilla — muiden tekijöiden pysyessä muuttumattomina — vähensi (lisäsi) tutkimusajanjaksona kysyntäämme Isossa-Britanniassa keskimäärin noin 0.7 prosenttiyksiköllä. Toisaalta suomalaisen selluloosan kysyntää lisäsi (vähensi) lähes saman verran substituutin eli kilpailevan selluloosan (ln PK_s) hinnannousu (-lasku) 1 prosentilla ceteris paribus. Vastaavasti suomalaiset viejät muuttivat selluloosan tarjontaansa keskimäärin yli 2 prosenttiyksikön verran, kun hinnat muuttuivat Ison-Britannian markkinoilla 1 prosenttiyksiköllä. Muihin maihin suuntautuneen selluloosamme (ln PM_s) 1 prosenttiyksikön hinnannousu (-lasku) puolestaan vähensi (lisäsi) tarjontaamme Isoon-Britanniaan yli 2 prosenttiyksiköllä.

---

[1]) Näin on menetelty myös esimerkiksi kirjassa Rao-Miller 1971, s. 211—214. Ks. myös McKillop 1967, s. 35.

[2]) Vientitarjonta ilmaistaan usein vientihintana muiden muuttujien suhteen. Käytännössä tästä usein seuraa viennin määrämuuttujan poisjättäminen funktiosta. Tämä kuvastaa olettamusta joko hinnan suhteen täysin joustavasta tarjonnasta tai vientihinnan pitämistä johdetun muodon funktiona. Kansainvälisessä ns. Link-mallissa on tehty näin. Ks. esimerkiksi Ball 1973, s. 19 ja 239 sekä Aurikko 1973, s. 27.

Taulukko 5. Selluloosan vientikysyntäyhtälön estimoinnin tulokset. [1]) 2-PNS-menetelmä. Selitettävä muuttuja ln XD_s.

Table 5. Results of estimates for the export demand equation. The 2-SLS method. Dependent variable is ln XD_s. For explanations to symbols used, see p. 20—21 (N.B. ln $\hat{P}_s$ = adjusted price variable).

Muuttuja *Variable*	Regressiokerroin (pisteestimaatti) *Regression coeffient (point-estimate)*	Keskipoikkeama *Standard deviation*	t-arvo *t-value*	Regressiokertoimien 95 %:n luottamusvälit *95 per cent confidence intervals for regression coeffients*	
				Alaraja *Lower limit*	Yläraja *Upper limit*
Vakio — *Constant*	—1.79	(2.69)	(—0.7)	—7.8	4.3
ln $\hat{P}_s$	—0.72	(.49)	(—1.5)	—1.8	0.0
ln PK_s	0.67	(.72)	(0.9)	0.0	2.3
ln A_s	1.44	(.27)	(5.4)*	0.8	2.1
ln V—1	—0.24	(.10)	(—2.4)*	—0.5	0.0
D	—0.16	(.06)	(—2.9)*	—0.3	0.0
	$\bar{R}^2$ = .921	DW = 1.44	s.e.e. = .047	vapausastemäärä = 9 *degrees of freedom*	

Taulukko 6. Selluloosan vientitarjontayhtälön estimoinnin tulokset. [1]) 2-PNS-menetelmä. Selitettävä muuttuja ln XS_s.

Table 6. Results of estimates for the export supply equation. The 2-SLS method. Dependent variable is ln XS_s. For explanations to symbols used, see p. 20—21 (N.B. ln $\hat{P}_s$ = adjusted price variable).

Muuttuja *Variable*	Regressiokerroin (pisteestimaatti) *Regression coeffient (point-estimate)*	Keskipoikkeama *Standard deviation*	t-arvo *t-value*	Regressiokertoimien 95 %:n luottamusvälit *95 per cent confidence intervals for regression coeffients*	
				Alaraja *Lower limit*	Yläraja *Upper limit*
Vakio — *Constant*	—2.37	(2.61)	(—0.9)	—8.4	3.7
ln $\hat{P}_s$	2.41	(.95)	(2.5)*	0.2	4.6
ln PM_s	—2.17	(.60)	(—3.6)*	—3.6	—0.8
ln T	0.99	(.24)	(4.1)*	0.4	1.5
ln C_s—2	—0.35	(.11)	(—3.2)*	—0.6	—0.1
ln K_s	0.83	(.30)	(2.8)*	0.1	1.5
t	—0.07	(.01)	(—7.2)*	—0.09	—0.05
	$\bar{R}^2$ = .903	DW = 3.06	s.e.e. = .052	vapausastemäärä = 8 *degrees of freedom*	

Suhteellisen alhainen selluloosan kysynnän jousto hinnan suhteen (—0.7) tukee käsitystä, että paperin tuotannossa selluloosa on välttämätön välituote, ja ettei Ison-Britannian oma selluloosan tuotanto ole hyödykkeen käyttöön nähden merkittävää. Verraten korkea tarjontajousto hinnan suhteen (2.4) saattaa ilmaista sen, että suomalaisen viejän on suhteellisen helppo siirtää selluloosan tuotantoaan paperin valmistukseen, tai että hintatason laskiessa vientitarjontaa supistamalla halutaan säilyttää kohtuullinen hintataso.

[1]) Merkkien selitykset s. 20—21.

Se, kuinka paljon Ison-Britannian selluloosamme tuonti lisääntyy hintasuhteen pysyessä vakiona, riippuu tuontihyödykkeen kysynnän tulojoustosta; tässä tapauksessa välituotteita käyttävän teollisuudenalan aktiviteettimuuttujasta. Tulosten mukaan Ison-Britannian paperiteollisuuden kapasiteetin käyttöasteen ($\ln A_s$) nousu (aleneminen) yhdellä prosenttiyksiköllä lisäsi (vähensi) selluloosan vientiämme 1.4 prosenttiyksiköllä.

Edelliskauden varastomuuttujalla ($\ln V—1$) oli myös pienehkö vientiä säätelevä vaikutus. Dummy-muuttuja (D) ilmoittaa kysyntäfunktion muutokset. Lakoista ja muista poikkeuksellisista tekijöistä huolimatta funktion siirtymä oli kuitenkin pieni.

Tarjontayhtälön mukaan selluloosateollisuutemme tuottavuuden ($\ln T$) nousu (lasku) lisäsi (vähensi) samassa suhteessa vientiämme. Kapasiteettimuuttujan ($\ln K_s$) kerroinjouston arvo 0.8 merkitsee, että tarjontakapasiteettimme määrän lisäyksestä vientimme Isoon-Britanniaan on kasvanut hieman hitaammin (vrt. lukua 1.1. s. 5). Viivästetyn kustannusmuuttujan ($\ln C_s—2$) vaikutus oli pienehkö. Lisäksi tutkittavan ajanjakson vientitarjonnan yleinen kehityssuunta (t) oli keskimäärin lievästi laskeva.

Yleiskuvan estimoidun funktion hyvyydestä antaa kokonaiskorrelaatiokerroin. Sinänsä se ei ole yksinään kovinkaan tavoiteltava asia, koska tasomalleissa kokonaisselityksen aste yleensä nousee melko korkealle muuttujien samansuuntaisen kehityksen vuoksi. Yhteiskorrelaatiokerroin edustaa perusmittaa siitä, miten hyvin spesifioitu riippuvuussuhde sopii otosdata-ainestoon. Vapausasteilla korjatut $\bar{R}^2_D = .921$ ja $\bar{R}^2_S = .903$ merkitsevät, että regressioyhtälöt selittävät 92 ja 90 prosenttia XD_s:n ja XS_s:n kokonaisvaihteluista.

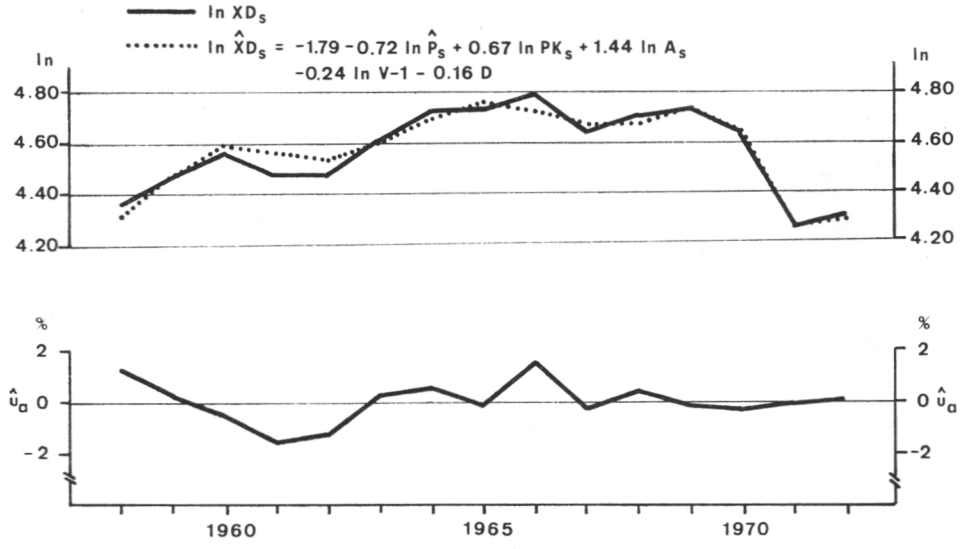
Yksityiskohtaisempi funktion hyvyyden kriteeri on kunkin regressiokertoimen asymptoottinen keskivirhe. Se ilmoittaa hajonnan suuruuden pistejouston ympärillä. Mitä pienempiä keskivirheet ovat suhteessa regressiokertoimiin, sen parempina jälkimmäisiä voidaan pitää. Näiden kahden luvun suhdetta, t-arvoa käytetään muuttujien tilastollisen merkitsevyyden testaamiseen. Saatujen tulosten mukaan vientitarjontayhtälön kaikki kerroinestimaatit ovat tilastollisesti merkitseviä 95 prosentin todennäköisyydellä. Vientikysyntäyhtälössä hintajoustot ($\ln \hat{P}_s$ ja $\ln PK_s$) eivät saaneet merkitseviä t-arvoja. Lisäksi kummankaan yhtälön vakiotermit eivät ole tilastollisesti merkitseviä.

Eräät merkitsevyystestien ilmeiset heikkoudet, mm. multikollineaarisuus ja jäännösvirheiden korreloituneisuus ovat usein johtaneet estimaattien luottamusvälien (ks. Leamer-Stern 1970, s. 37) raportoimiseen pistejoustojen lisäksi. Bayesiläisessä esitystavassa käytetään parametrin todennäköisyysjakaumaa ja tehdään olettamus, että esimerkiksi 95 prosentin todennäköisyydellä otosparametrin todellinen arvo on välillä $\hat{a}_i \pm t_{0.025}\,(s_{\hat{a}_i})$ (n—k vapausastein), jossa $\hat{a}_i$ on laskettu parametriestimaatti, $s_{\hat{a}_i}$ vastaava keskivirhe ja $t_{0.025}$ taulukoitu t-arvo. Luottamusvälien ala- ja ylärajat on esitetty taulukoissa 5 ja 6. Koska kysyntäjouston ($\ln \hat{P}_s$) laskettu yläraja oli positiivinen, väli typistettiin nollaan a priori perustein. Vienti-

kysynnän ristijouston (ln PK_s) alaraja oli negatiivinen, ja siksi tässäkin meneteltiin samoin.[1])

Kaikissa ekonometrisissa menetelmissä oletetaan, etteivät malliin sisältyvän virhetermin arvot ole toisistaan riippuvia. Virhetermin lasketun estimaatin, jäännöstermin, autokorrelaatiota[2]) tutkittiin Durbinin ja Watsonin d-testin avulla. Vientikysyntäyhtälössä (taulukko 5) positiivisen autokorrelaation olemassaoloa ei voida varmasti todeta testiarvon perusteella, koska DW-arvo (1.44) on »inconclusive»-alueella. Yhtälö ei sisällä negatiivista autokorrelaatiota. Vientitarjontayhtälön (taulukko 6) DW-arvo (3.06) ei sisällä positiivista autokorrelaatiota. Koska (4—d) arvo on laajalla »inconclusive»-alueella, niin vastaus negatiivisen autokorrelaation olemassaolosta jää testin perusteella avoimeksi.

Jäännöstermien u_i autokorrelaation olemassaolosta tai puuttumisesta saatiin myös karkea käsitys, kun laskettujen residuaalien ($\hat{u}_i$) arvot piirrettiin kaksiulotteiselle diagrammalle (kuvat 5 ja 6). Selluloosan vientikysyntäyhtälössä jäännöstermin kuviotarkastelu (kuva 5) osoitti aaltomaista liikettä tutkimuskauden alkupuolella. Tämä viittaa positiiviseen autokorrelaatioon.

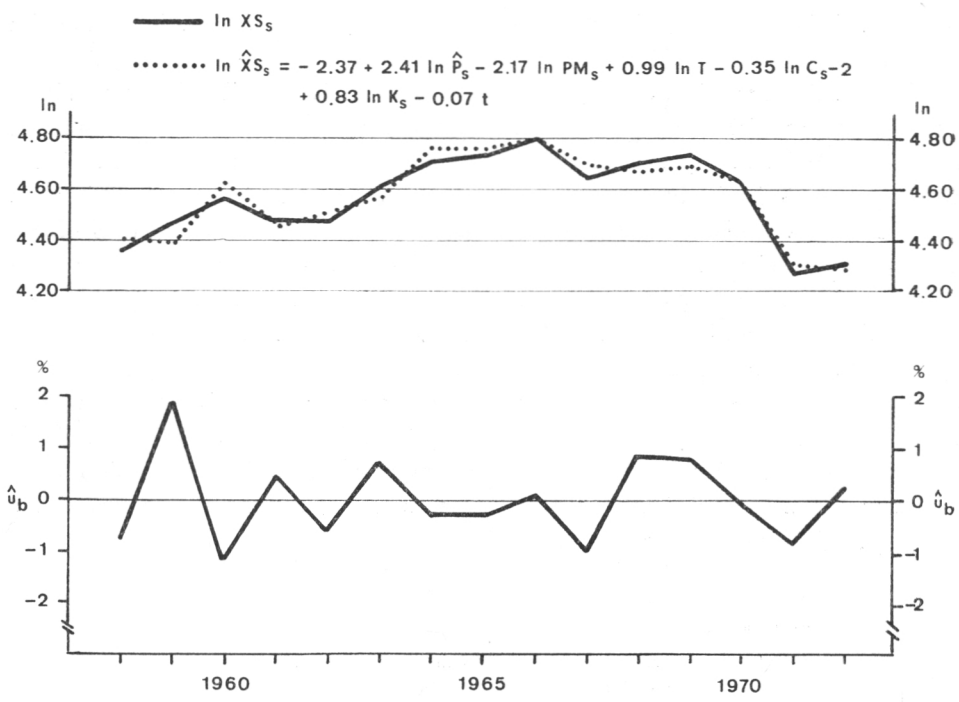


Kuva 5. Suomen selluloosan vientikysyntä Isossa-Britanniassa vuosina 1958—1972. Todellisten havaintojen perusteella piirretyn (yhtenäinen viiva) ja teoreettisen mallin perusteella lasketun (pisteviiva) diagramman vertailu sekä vastaava jäännösvirhe ($\hat{u}_a$). 2-PNS-menetelmä.

Fig. 5. Export demand for Finnish cellulose in Great Britain between 1958—1972. A comparison of graphs, one based on actual observations (continuous line) and the other based on a theoretical model (dotted line). The respective residual error is also given. The 2-SLS method.

[1]) Vastaavasti on menetelty tutkimuksessa McKillop 1967, s. 40.

[2]) Yleisin tapaus on lineaarinen riippuvuus peräkkäisten u:n arvojen välillä $u_t = \varrho u_{t-1} + v_t$. Tämä tunnetaan 1. asteen autoregressiivisenä riippuvuussuhteena. Ks. Koutsoyiannis 1973, s. 194—195.



Kuva 6. Suomen selluloosan vientitarjonta Isoon-Britanniaan vuosina 1958—1972. Todellisten havaintojen perusteella piirretyn (yhtenäinen viiva) ja teoreettisen mallin perusteella lasketun (pisteviiva) diagramman vertailu sekä vastaava jäännösvirhe. ($\hat{u}_b$). 2-PNS-menetelmä.

Fig. 6. Export supply for Finnish cellulose to Great Britain between 1958—1972. A comparison of graphs, one based on actual observations (continuous line) and the other on a theoretical model (dotted line). The respective residual error is also given. The 2-SLS method.

Vientitarjontayhtälön jäännösvirheen kuvaaja (kuva 6) on selvästi sahalaitainen ja osoitus negatiivisesta autokorrelaatiosta.

Kummankin yhtälön jäännösvirheet vaikuttavat satunnaisista tekijöistä johtuvilta 1960-luvun puolivälistä lähtien, eikä niissä esiinny ainakaan selvää systemaattisuutta. Lisäksi nähdään, että vientikysyntäyhtälön laskettu regressiosuora sopii hyvin yhteen muuttujien havaittujen arvojen kanssa tarkastelukauden lopussa.

Lopuksi esitetään liitetaulukoissa 1 ja 2 PNS-menetelmällä saadut tulokset, sillä PNS- ja 2-PNS -menetelmien vertailulla on mielenkiintoa.

Vientikysyntäyhtälössä PNS-menetelmän tulokset ovat kaikilta osiltaan lähes samoja kuin vastaavat 2-PNS -menetelmän antamat tulokset. Sen sijaan vientitarjontayhtälössä hintamuuttujien ($\ln P_s$ ja $\ln PM_s$) kerroinestimaatit irrallaan estimoituina ovat selvästi pienempiä kuin vastaavat 2-PNS -estimaatit. Myös tuottavuusmuuttujan ($\ln T$) ja kapasiteettimuuttujan ($\ln K_s$) kerroinestimaatit poikkeavat jonkin verran aiemmin esitetyistä tuloksista. Muita eroavaisuuksia ovat eräiltä osin poikkeavat t-testiarvot sekä PNS-menetelmällä saatu korkeampi $\bar{R}^2$-arvo (.917) ja

alhaisempi DW-arvo (2.92). Vientitarjontayhtälön kohdalla tulokset tukevat sivulla 24 esitettyä väitettä, että simultaaniyhtälöissä 2-PNS -menetelmällä saadut hinta-estimaatit ovat suurempia kuin vastaavat PNS-estimaatit.

5.3.2. Paperin vientimallin tulokset

Samoin kuin selluloosamallin kohdalla, myös paperimallissa suoritettiin ensin yhtälöittäin alustavia estimointikokeiluja. Muuttujien valintaperusteina olivat jo luvun 5.3. alussa mainitut kriteerit. Tällöin myös paperimallista jouduttiin poistamaan eräitä tärkeinä pidettyjä muuttujia, tällä kertaa lähinnä voimakkaan multikollineaarisuuden vuoksi.

Paperin vientikysyntäyhtälössä Ison-Britannian paperin omavaraisuusmuuttujalla (oma tuotanto/kulutus) on ilmeisen suuri selitysvoima, mutta muuttuja ja myös sen viivästetty arvo ovat niin korreloituneita Ison-Britannian aktiviteettimuuttujan (teollisuustuotanto) kanssa, että valinta näiden kahden välillä oli pakko tehdä. On myös mainittava, että tärkeäksi selittäjäksi oletetusta Ison-Britannian paperivarastoja kuvaavasta muuttujasta on saatavissa vain puutteellisia tietoja. Sen vuoksi muuttujan poisjääminen vähentää informaation määrää tuloksissa. Paperin tarjontayhtälöstä puolestaan poistettiin Suomen paperiteollisuuden tuottavuutta kuvaava muuttuja, joka ei osoittautunut merkittäväksi selittäjäksi.

Alustavasti kokeiltiin myös hintamuuttujien viivästettyjä arvoja, mutta eri ajankohtiin kuuluvien muuttujien keskinäinen korreloituminen johti myös paperimallissa käyttämään vain viivästämättömiä hintamuuttujia. Kun lisäksi Suomen paperiteollisuuden yksikkökustannuksia kuvaavaa muuttujaa oli kokeiltu eri pituisilla viivästyksillä, päädyttiin viimein luvussa 4.1.2. esitettyyn malliin.

M u l t i k o l l i n e a a r i s u u s osoittautui paperimallissa paljon vaikeammaksi ongelmaksi, kuin mitä se oli selluloosamallissa. Kuten muuttujien välisistä korrelaatiomatriiseista havaitaan, eräiden muuttujien väliset korrelaatiokertoimet ovat korkeampia kuin vastaavien yhtälöiden kokonaisselitysasteet.[1]) Näin ollen K l e i n i n

Taulukko 7. Paperimallin ennaltamäärättyjen muuttujien korrelaatiomatriisi. Johdettu muoto. V. 1958—1972 havaintoaineisto [2]).

Table 7. Correlation matrix for the predetermined variables of the paper model. Reduced form. Data for the years 1958—1972 [2]).

	ln PK_p	ln A_p	ln PM_p	ln C_p—3	ln K_p
ln PK_p	1.00	—.30	.74	.27	—.40
ln A_p		1.00	—.81	—.97	.97
ln PM_p			1.00	.75	—.84
ln C_p—3				1.00	—.96
ln K_p					1.00

[1]) Johdetussa muodossa:
$r_{A_p,\ C_p-3}$, $r_{A_p,\ K_p}$ ja $r_{C_p-3,\ K_p} > \bar{R}^2 = .947$ sekä
vientiyhtälössä:
$r_{P_p,\ PK_p} > \bar{R}^2 = .936$.

[2]) Merkkien selitys s. 22—23 — *For explanations to symbols used, see p. 22—23.*

esittämä ehto $r_{ij} < R^2$ ei päde johdetussa muodossa eikä vientikysyntäyhtälössä. Toisin sanoen mallissa esiintyy häiritsevää multikollineaarisuutta.

Vastaavat 2. vaiheessa estimoitaviin rakenneyhtälöihin kuuluvien muuttujien korrelaatiomatriisit ovat seuraavat.

Taulukko 8. Paperin vientikysyntäyhtälössä käytettyjen selittävien muuttujien välinen korrelaatiomatriisi. V. 1958—1972 havaintoaineisto.

Table 8. Correlation matrix for the explanatory variables used in the export demand equation for paper. Data for the years 1958—1972.

	ln P_p	ln PK_p	ln A_p
ln P_p	1.00	.95	—.20
ln PK_p		1.00	—.30
ln A_p			1.00

Taulukko 9. Paperin vientitarjontayhtälössä käytettyjen selittävien muuttujien välinen korrelaatiomatriisi. V. 1958—1972 havaintoaineisto.

Table 9. Correlation matrix for the explanatory variables used in the export supply equation for paper. Data for the years 1958—1972.

	ln P_p	ln PM_p	ln C_p—3	ln K_p
ln P_p	1.00	.70	.19	—.31
ln PM_p		1.00	.75	—.84
ln C_p—3			1.00	—.96
ln K_p				1.00

Myös Farrarin ja Glauberin χ^2-testin (ks. kappale 5.3. tai liite 5) tulokset osoittivat paperimallissa olevan häiritsevää multikollineaarisuutta. Farrarin ja Glauberin menetelmällä lasketut korrelaatiodeterminantit sekä lasketut ja taulukoidut χ^2-arvot 95 prosentin merkitsevyystasolla olivat yhtälöittäin seuraavat:

Johdettu muoto — *Reduced form:*
0.16 ja $*\chi^2 = 8.88 > 7.26 = \chi^2_{.05}$ (15 vap. ast. - d.f.; n = 15 ja k = 6)

Vientikysyntäyhtälö — *Export demand equation:*
0.07 ja $*\chi^2 = 13.36 > 1.64 = \chi^2_{.05}$ (6 vap. ast. - d.f.; n = 15 ja k = 4)

Vientitarjontayhtälö — *Export supply equation:*
0.08 ja $*\chi^2 = 12.42 > 3.94 = \chi^2_{.05}$ (10 vap. ast. - d.f.; n = 15 ja k = 6)

Korrelaatiodeterminanttien arvot ovat lähellä nollaa jokaisessa paperimallin yhtälössä. Tämä on osoitus häiritsevästä multikollineaarisuudesta. Päätelmää tukee vielä se, että lasketut $*\chi^2$-arvot ovat suurempia kuin taulukoidut arvot. Yhtälöiden ortogonaalisuus ei siten ole voimassa. Voimakkaan multikollineaarisuuden tapauksessa,

kuten nyt, on vaikeaa tai melkein mahdotonta erottaa eri muuttujien vaikutus ja hankkia riittävän täsmällisiä estimaatteja, sillä niille saattaa tulla suhteellisen suuret keskipoikkeamat.

Multikollineaarisuus ei tee kuitenkaan regressioanalyysia käyttökelvottomaksi, sillä olettamushan kieltää vain täydellisen lineaarisen riippuvuuden. Toisaalta multikollineaarisuuden yhteydessä on funktion väärinspesifioinnin vaara (ks. K o u t s o y i a n n i s 1973, s. 229). Tällöin saatetaan hylätä muuttuja sen perusteella, että sen keskivirheestä muodostuu suuri, vaikka tämä muuttuja olisi riippuvan muuttujan tärkeä selittäjä. Paperimallissa on selittäjien määrä rajoitettu jo ennalta suhteellisen suppeaksi, ja lisäksi malli sisältää lähinnä vain ns. pakollisia muuttujia, jotka on joka tapauksessa sisällytettävä malliin.

Myös paperimallin kohdalla varsinaisten e s t i m o i n t i t u l o s t e n esittäminen aloitetaan johdetusta muodosta.[1])

Paperin v i e n t i h i n n a n ($\ln P_p$) s u h t e e n j o h d e t u s s a m u o d o s s a kerroinestimaattien vaikutussuunnat ovat oikein Suomen paperiteollisuuden kapasiteettimuuttujaa ($\ln K_p$) lukuunottamatta. Mainitun muuttujan kerroinestimaatti on lähellä nollaa, eikä eroa tilastollisesti nollasta. Sen vaikutussuunnasta ei siis voida tehdä varmoja johtopäätöksiä. Myöskään estimaatti ei eroa tilastollisesti nollasta.

Taulukko 10. Paperin vientikysyntä- ja tarjontamalli. Johdetun muodon kerroinestimaatit ennaltamäärättyjen muuttujien suhteen.

Table 10. Export demand and supply model for paper. Coefficient estimates of the reduced form in relation to the predetermined variables.

Endogeeniset muuttujat *Endogeneous variables*	Ennalta määrätyt muuttujat *Predetermined variables*					
	ln PK_p	ln A_p	ln PM_p	ln C_p—3	ln K_p	1
ln $\hat{X}D_p$ = ln $\hat{X}S_p$	1.56	—.15	—.49	—1.16	1.27	—.03
(keskivirhe — *standard error*)	.87	.81	.68	.95	.25	8.01
(t-arvo — *t-value*) [2])	1.80	—.20	—.70	—1.20	5.00*	—.00
	$\bar{R}^2$ = .986	DW = 1.87	s.e.e. = .061		vapausastemäärä = 9 *degrees of freedom*	
ln $\hat{P}_p$	.53	.45	.43	.38	.03	—3.80
(keskivirhe — *standard error*)	.16	.15	.13	.17	.05	1.49
(t-arvo — *t-value*) [2])	3.30*	3.00*	3.40*	2.30*	.50	—2.60*
	$\bar{R}^2$ = .947	DW = 2.35	s.e.e. = .011		vapausastemäärä = 9 *degrees of freedom*	

[1]) Määrämuuttujien ln XD_p ja ln XS_p suhteen johdettu muoto kirjoitettiin myös näkyviin, vaikka sillä tässä tutkimuksessa ei ole käyttöä. (Vrt. lukua 5.1.). Yhtälön estimointituloksista mainittakoon, että kerroinestimaattien etumerkit ovat oikein Ison-Britannian aktiviteettimuuttujaa (ln A_p) lukuunottamatta. Tilastollisesti merkitsevä on vain Suomen paperiteollisuuden kapasiteettia kuvaava muuttuja (ln K_p).

[2]) Merkki (*) tarkoittaa, että kerroin on tilastollisesti merkitsevä 95 %:n luottamustasolla.

Sen sijaan muiden muuttujien kertoimet ovat myös tilastollisesti melkein merkitseviä.

Autokorrelaatiotesti (DW-arvo 2.35) osoitti, ettei jäännösvirhe sisällä positiivista autokorrelaatiota. Mahdollista negatiivista autokorrelaatiota testi ei pysty osoittamaan. Kuviotarkastelu ei kuitenkaan osoittanut systemaattisuutta jäännösvirheissä.

Kuten selluloosamallissa (vrt. luku 5.3.1., s. 36), niin myös paperimallissa molemmat rakenneyhtälöt estimoitiin viennin määrä riippuvana muuttujana. Johdetussa muodossa estimoitua endogeenista paperin vientihintaa ln $\hat{P}_p$ käytettiin tällöin vientikysyntää ja -tarjontaa selittävänä muuttujana. Paperimallin rakenneyhtälöiden estimointitulokset esitellään taulukoissa 11 ja 12.

Taulukko 11. Paperin vientikysyntäyhtälön estimointitulokset. 2-PNS-menetelmä. Selitettävä muuttuja ln XD_p.

Table 11. Results of the estimates for the export demand equation for paper. 2-SLS method. Dependent variable is ln XD_p.

Muuttuja *Variable*	Regressiokerroin (pistestimaatti) *Regression coeffient (point-estimate)*	Keskipoikkeama *Standard deviation*	t-arvo *t-value*	Regressiokertoimien 95 %:n luottamusvälit *95 per cent confidence intervals for regression coeffients*	
				Alaraja *Lower limit*	Yläraja *Upper limit*
Vakio — *Constant*	—13.55	4.26	— 3.2	—22.9	4.2
ln $\hat{P}_p$	— 2.62	3.29	— 0.8	— 9.8	0.0
ln PK_p	2.70	3.45	0.8	0.0	10.2
ln A_p	3.83	0.29	13.0*	3.2	4.5
	$\bar{R}^2$ = .936	DW = 1.63	s.e.e. = .132	vapausastemäärä = 11 *degrees of freedom*	

Taulukko 12. Paperin vientitarjontayhtälön estimointitulokset. 2-PNS-menetelmä. Selitettävä muuttuja ln XS_p.

Table 12. Results of the estimates for the export supply equation for paper. 2-SLS method. Dependent variable is ln XS_p.

Muuttuja *Variable*	Regressiokerroin (pistestimaatti) *Regression coeffient (point-estimate)*	Keskipoikkeama *Standard deviation*	t-arvo *t-value*	Regressiokertoimien 95 %:n luottamusvälit *95 per cent confidence intervals for regression coeffients*	
				Alaraja *Lower limit*	Yläraja *Upper limit*
Vakio — *Constant*	0.40	5.05	0.1	—10.8	11.6
ln $\hat{P}_p$	1.40	.72	1.9	0.0	3.0
ln PM_p	—0.50	.58	—0.9	— 1.8	0.0
ln C_p—3	—1.15	.68	—1.7	— 2.6	0.0
ln K_p	1.19	.24	4.9*	0.7	1.7
	$\bar{R}^2$ = .987	DW = 1.49	s.e.e. = .059	vapausastemäärä = 10 *degrees of freedom*	

Vientitarjontayhtälön kerroinestimaattien etumerkit vastaavat tehtyjä teoreettisia a priori-odotuksia. Samoin vientikysyntäyhtälön muuttujien vaikutussuunnat ovat oikein, mutta yhtälön molemmat hintajoustot [1]) (ln $\hat{P}_p$ ja ln PK_p) ovat itseisarvoil-

[1]) Hintajoustojen, erityisesti kysyntäjoustojen tuntemisella on merkitystä arvioitaessa vientimahdollisuuksia erilaisten hinnanmuutosten tapauksissa.

taan huomattavan korkeita. Tulosten mukaan Suomen paperin vientihinnan ($\ln \hat{P}_p$) muutos 1 prosenttiyksiköllä on aiheuttanut keskimäärin noin 2 $^1/_2$ prosentin vastakkaissuuntaisen muutoksen paperin viennissämme ceteris paribus. Kysynnän ristijouston ($\ln PK_p$) arvoksi saatiin 2.7.

Myös vientitarjonta on hinnan ($\ln \hat{P}_p$) suhteen joustavaa. Yleensä, jotta tavaroiden tarjonta olisi joustavaa, on pidettävä suuria varastoja. Tarjontajoustosta on huomattava vielä pari seikkaa. Kun on käyttämätöntä kapasiteettia, tarjonta saattaa olla yhtä joustavaa sekä hinnan nousuihin että laskuihin. Kun kapasiteettiraja on saavutettu, tarjontakäyrästä tulee mutkainen (kinded); ts. tarjonta on joustavampaa hinnan alennuksiin kuin hinnan nousuihin nähden (Kindleberger 1958, s. 156). Mallin mukaan paperin vienti Isoon-Britanniaan oli muualta saadun hinnan ($\ln PM_p$) suhteen joustamatonta. Kun tuo muualta saatu hinta oli noussut 1 prosentilla, niin paperin vienti Isoon-Britanniaan oli tutkimusajanjaksona laskenut keskimäärin vain puolella prosenttiyksiköllä. Tulkinta voisi olla se, että Suomi pyrki hoitamaan ensisijaisesti tärkeimmän kauppakumppaninsa toimitukset.

Ison-Britannian suomalaisen paperin vientikysynnän tulojousto eli maan yleistä aktiviteettitasoa kuvaavan teollisuustuotannon ($\ln A_p$) kerroin on huomattavan korkea (noin 3.8). Korkea tulojousto on viennin kasvun kannalta tärkeä asia. Toisaalta korkeasta tulojoustosta huolimatta vientiämme on jarruttanut Ison-Britannian keskimääräistä hitaampi teollisuustuotannon kasvu.

Vientitarjontayhtälössä Suomen paperiteollisuuden viivästettyjä yksikkökustannuksia kuvaava muuttuja ($\ln C_p$—3) sai yllättävän suuren kerroinarvon. Paperiteollisuutemme kapasiteettimuuttujan ($\ln K_p$) kertoimeksi tuli noin 1.2. Luku ilmaisee, että tarkasteltavana ajanjaksona vientimahdollisuuksiemme lisäyksestä kasvava osa suuntautui Isoon-Britanniaan (vrt. s. 5).

Vapausasteilla korjatuiksi yhteiskorrelaatiokertoimiksi saatiin $\bar{R}^2 = .936$ ja $\bar{R}^2 = .987$. Näistä jälkimmäinen eli vientitarjontayhtälön selitysaste on korkea. Mitä tulee regressiokertoimien keskivirheisiin, niin erityisesti vientikysyntäyhtälössä hintamuuttujien sekä suhteelliset että absoluuttiset keskivirheet ovat suuria. Tähän voi olla syynä muuttujien voimakas keskinäinen korrelaatio. Yleensä t-arvot eivät muodostuneet tilastollisesti merkitseviksi. Vain aktiviteettimuuttuja ($\ln A_p$) ja kapasiteettimuuttuja ($\ln K_p$) tekivät poikkeuksen. Suhteellisen suurista keskivirheistä johtuen parametriestimaattien luottamusvälit tulivat epätavallisen suuriksi. Tuskin on mahdollista, että esimerkiksi kysyntäjouston ($\ln \hat{P}_p$) 95 prosentin luottamusväli vaihtelisi niinkin suurella välillä kuin —10:stä 0:aan.

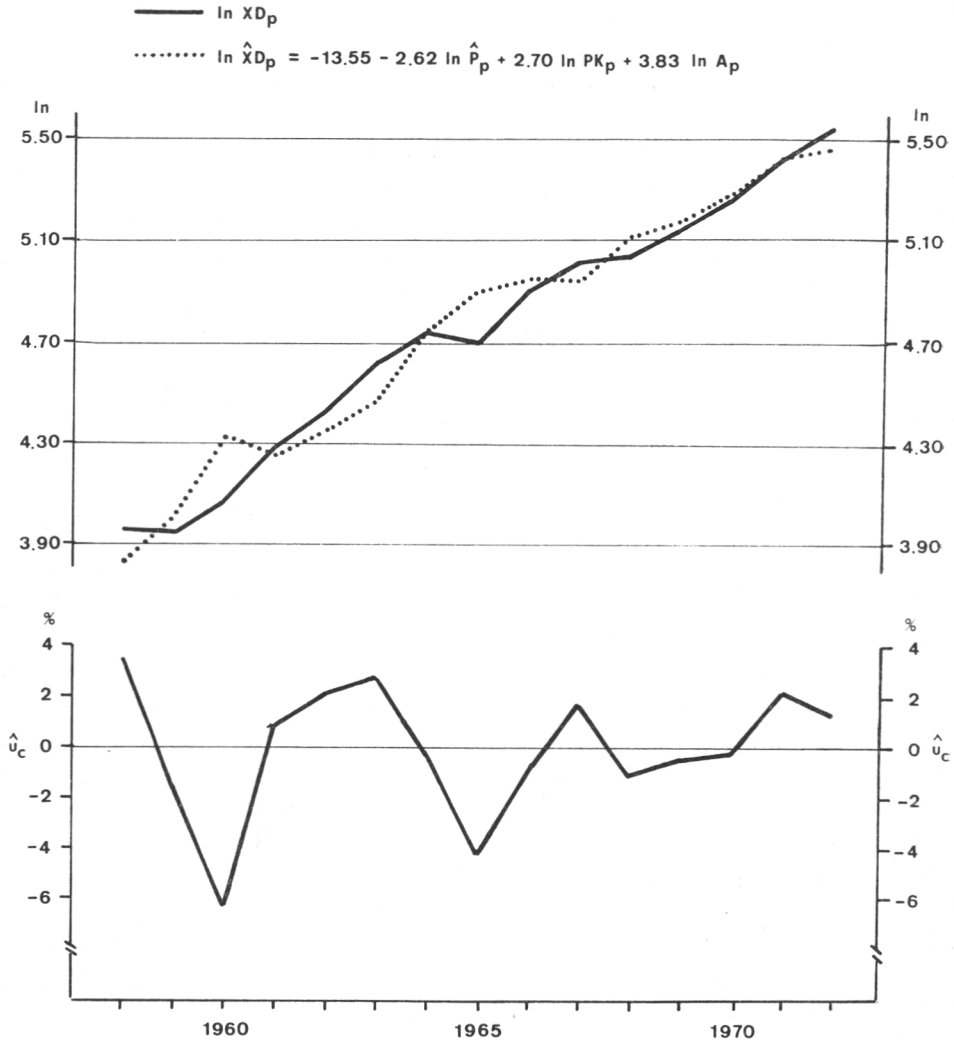
Lisättäköön, että monien muuttujien kohdalla luottamusvälien toinen raja jouduttiin a priori syistä typistämään nollaan (vrt. luku 5.3.1. s. 38).

Durbinin ja Watsonin d-testi osoitti, että (4—d)-arvot 2.37 ja 2.51 eivät sisällä negatiivista autokorrelaatiota. Luvut 1.63 ja 1.49 ovat »inconclusive»-alueella, eikä positiivisen autokorrelaation mahdollisesta esiintymisestä voida sanoa

mitään ilman kuviotarkastelua. Paperin v i e n t i k y s y n t ä y h t ä l ö n jäännösvirheanalyysi (kuva 7) osoitti, että

— jäännösvirheen prosentuaaliset heilahtelut ovat hyvin voimakkaita tutkimuskauden alkupuoliskolla heilahtelun vaimentuessa loppua kohden

— jäännösvirheen vakiovarianssioletus ei pidä tässä tapauksessa paikkaansa



Kuva 7. Suomen paperin vientikysyntä Isossa-Britanniassa vuosina 1958—1972. Todellisten havaintojen perusteella piirretyn (yhtenäinen viiva) ja teoreettisen mallin perusteella lasketun (pisteviiva) diagramman vertailu sekä vastaava jäännösvirhe ($\hat{u}_c$). 2-PNS-menetelmä.

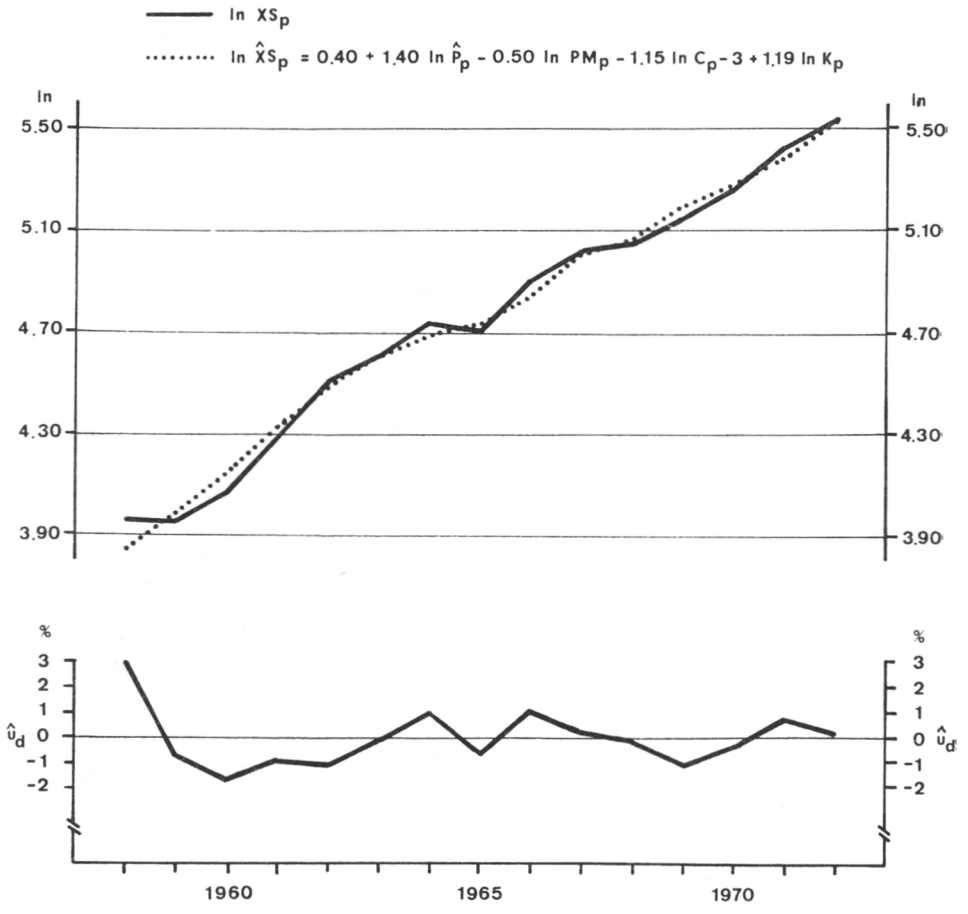
Fig. 7. Export demand for Finnish paper in Great Britain between 1958—1972. A comparison of graphs, one based on actual observations (continuous line) and the other on a theoretical model (dotted line). The respective residual error ($\hat{u}_c$) is also given. 2-SLS method.

— erityisesti vuosien 1958, 1960 ja 1965 lasketut arvot poikkesivat paljon havaituista

— jäännösvirheen kuvaaja osoittaa selvää positiivista autokorrelaatiota tutkimuskauden alkupuole'la

— tärkeä (tärkeitä) selittäjä (selittäjiä) puuttuu yhtälöstä (vrt. luvun 5.3.2. alkua omavaraisuus- ja varastomuuttujista).

Paperin v i e n t i t a r j o n t a y h t ä l ö n laskettu regressiosuora sopii kysyntäyhtälöä paremmin yhteen havaittujen arvojen kanssa (kuva 8). Tässäkin yhtälössä on tosin jäännöstermeissä lievää säännönmukaisuutta.



Kuva 8. Suomen paperin vientitarjonta Isoon-Britanniaan vuosina 1958—1972. Todellisten havaintojen perusteella piirretyn (yhtenäinen viiva) ja teoreettisen mallin perusteella lasketun (pisteviiva) diagramman vertailu sekä vastaava jäännösvirhe ($\hat{u}_d$). 2-PNS-menetelmä.

Fig. 8. Export supply for Finnish paper to Great Britain between 1958—1972. A comparison of graphs, one based on actual observations (continuous line) and the other on a theoretical model (dotted line). The respective residual error ($\hat{u}_d$) is also given. 2-SLS method.

Lopuksi verrataan vielä PNS- ja 2-PNS -menetelmillä saatuja tuloksia toisiinsa. 2-PNS -menetelmän tulokset on esitetty taulukoissa 11 ja 12 ja PNS -menetelmän tulokset liitetaulukoissa 3 ja 4.

2-PNS- ja PNS-menetelmät antoivat vientitarjontayhtälöissä likimain samoja tuloksia kerroinestimaattien suuruuden, t-arvojen kuin myös yhteiskorrelaatiokertoimien ja DW-arvojen osalta. Sen sijaan vientikysyntäyhtälöissä lähinnä hintajoustot, mutta jonkin verran myös t-arvot ja DW-arvot poikkesivat toisistaan eri menetelmillä. Tulosten valossa on mahdollista, että kysyntäkäyrän PNS-menetelmällä estimoitu hintajousto ($\ln P_p$) on positiivisen tarjontajouston ja negatiivisen kysyntäjouston vaikutusta. Joka tapauksessa, 2-PNS-menetelmä antoi kysyntäyhtälön hintajoustolle ($\ln \hat{P}_p$) selvästi PNS-hintajoustoa ($\ln P_p$) suuremman kerroinarvon.

5.3.3. Tulosten arviointia

Mallin estimoinnin jälkeen on arvioitava saatujen tulosten luotettavuus. Arvioinnissa kiinnitetään huomio parametriestimaattien teoreettiseen ja tilastolliseen merkitsevyyteen. Arviointiperusteita on kolme (K o u t s o y i a n n i s 1973, s. 25—26):

a) talousteorian määrittämät taloudelliset a priori-kriteerit
b) tilastoteorian määrittämät tilastolliset kriteerit
c) ekonometrian teorian määrittämät ekonometriset kriteerit.

Tämän tutkimuksen tuloksia arvioidaan näiden kriteerien valossa.

T a l o u d e l l i s e t a p r i o r i - k r i t e e r i t ovat talousteorian peruskriteerejä ja viittaavat parametriestimaattien etumerkkeihin ja suuruuteen. Jos parametriestimaatit muuttuvat päinvastaisiksi etumerkeiltään tai suuruudeltaan, ne pitäisi hylätä, ellei ole hyvää syytä uskoa, että talousteorian periaatteet eivät pidä juuri tässä tapauksessa paikkaansa. Estimoiduissa rakenneyhtälöissä kaikkien varsinaisten selittävien muuttujien etumerkit ovat taloudellisten a priori-odotusten mukaisia. Myös estimaattien suuruusluokkaa voidaan pitää hyväksyttävänä, jo senkin vuoksi, ettei talousteoria tässä kohdin juuri tarjoa tausta-apua. Mainituilta osin tutkimuksen tulokset täyttävät ensimmäisen ja tärkeimpänä pidettävän kriteerin.

Mitä tulee erityisesti hintajoustojen suuruuteen, havaittiin, että kahdessa tapauksessa neljästä (selluloosan vientitarjontajousto ($\ln \hat{P}_s$) ja paperin vientikysyntäjousto ($\ln \hat{P}_s$) käytetty 2-PNS-menetelmä antoi itseisarvoltaan suuremmat joustojen lukuarvot kuin PNS-menetelmä. Kahdessa tapauksessa molemmilla estimointimenetelmillä saatiin samat hintajoustot. Varsinaista talousteoreettista perustetta ei löydy sille, miksi simultaantiyhtälöissä 2-PNS-menetelmä tai muut simultaanimenetelmät antaisivat itseisarvoltaan suurempia arvoja kuin PNS-menetelmä. Tällaiset oletukset perustuvat empiirisiin kokemuksiin (ks. s. 24). Tässä saadut tulokset tukevat osittain aikaisempia kokemuksia.

Kysynnän ja tarjonnan ristijoustojen (ln PK ja ln PM) arvot nousivat samassa suhteessa kuin kysyntä- ja tarjontajoustotkin (ln $\hat{P}_s$ ja ln $\hat{P}_p$). Tuntuisi uskottavalta, että vain jälkimmäisten »korjatut» joustoarvot muuttuisivat 2-PNS-menetelmää käytettäessä. Mahdollisesti ristijoustojen muuttuminen johtui hintajoustojen keskinäisestä korrelaatiosta. Kirjoittajan tiedossa ei kuitenkaan ole muista tutkimuksista saatuja kokemuksia ristijoustojen reagoinnista simultaanimalleissa.

Tilastolliset kriteerit eli 1. asteen testit ovat tilastoteorian määrittelemiä. Niillä pyritään saamaan käsitys parametriestimaattien tilastollisesta luotettavuudesta. Käytetyimpiä tilastollisia kriteereitä ovat yhteiskorrelaatiokerroin ja estimaattien keskivirheet. On huomattava, että tilastolliset kriteerit ovat toisarvoisia a priori-teoreettisiin kriteereihin nähden. Parametriestimaatit tulisi yleensä hylätä, jos ne ovat vääränmerkkisiä tai -suuruisia, vaikkakin yhteiskorrelaatiokerroin olisi korkea tai keskivirheistä pääteltäisiin, että estimaatit ovat tilastollisesti merkitseviä. Tällöin parametrit, vaikka ovat tilastollisesti tyydyttäviä, ovat teoreettisesti merkityksettömiä, eikä niillä ole merkitystä talousteoreettiselta kannalta katsoen (Koutsoyiannis 1973, s. 26).

Kaikkien estimoitujen yhtälöiden yhteiskorrelaatiokertoimet ovat yli 0.90. Lisäksi selluloosamallin parametriestimaattien suhteelliset keskivirheet ovat siksi pieniä, että kysyntäyhtälön hintamuuttujia lukuunottamatta kaikki t-arvot ovat 95 prosentin luottamustasolla tilastollisesti merkitseviä. Sen sijaan paperimallissa tilastolliset kriteerit täyttyvät vain osittain.

On jo käynyt ilmi, että muuttujien korreloidessa voimakkaasti, yksikäsitteisten joustojen määrääminen on vaikeaa, koska multikollineaarisuuden vuoksi keskivirheet yleensä kasvavat. Eräs maininnan arvoinen mahdollisuus [1]) olisi kuitenkin ottaa halutut muuttujat mukaan kiinnittämällä tietyn muuttujan kerroin ulkopuolisen tiedon avulla soveltaen ehdollista regressioanalyysia.

Ekonometriset kriteerit eli 2. asteen testit pohjautuvat ekonometrian teoriaan. Ekonometriset kriteerit palvelevat tilastollisten testien testeinä; toisin sanoen ne määrittävät tilastollisten kriteerien ja erityisesti parametriestimaattien keskivirheiden luotettavuuden. Niiden avulla todetaan, onko estimaateilla haluttuja ominaisuuksia, kuten harhattomuutta, tarkentuvuutta jne.

Kaikissa ekonometrisissa menetelmissä oletetaan, etteivät malliin sisältyvän virhetermin arvot ole toisistaan riippuvia. Jos tämä autokorreloitumattomuuden olettamus ei pidä paikkaansa, niin parametrien keskivirheet eivät ole luotettavia kriteereitä kerrointen tilastollisen merkitsevyyden arvioimiseksi. Identifioitavuuden muodollisten sääntöjen asettaminen muodostaa toisen ekonometrisen testin, joka tähtää kaikkien ekonometristen menetelmien erään perusolettamuksen täyttämiseen (Koutsoyiannis 1973, s. 27). Luvussa 5.1. osoitettiin, että malli täyttää identifioitavuuden muodolliset ehdot.

[1]) Toinen mahdollisuus olisi, että silloin kun voimakas multikollineaarisuus häiritsee simultaanimallien estimointia käytetään ennalta määrättyjen muuttujien pääkomponentteihin nojaavaa muunnettua 2-PNS-menetelmää ainakin silloin, kun havaintoja on niukasti tai liian vähän suhteessa ennalta määrättyjen muuttujien lukumäärään (lähemmin Amemiya 1966).

Laskettujen DW-arvojen testitarkastelu ei osoittanut varmaa autokorrelaatiota missään tapauksessa. Kuviotarkastelu kuitenkin paljasti, että 1950-luvun lopun ja 1960-luvun alkupuolen osalta erityisesti selluloosan vientitarjonta osoitti negatiivista ja paperin vientikysyntä positiivista autokorrelaatiota. Edelleen jälkimmäisen yhtälön jäännöstermitarkastelusta havaittiin, ettei jäännöstermin vakiovarianssioletus toteutunut, sillä tutkimuskauden alkupuolella varianssi oli suurempi kuin tutkimuskauden lopussa. Tärkein seuraus homoskedastisesta jäännöstermistä on, ettei voida soveltaa kerrointen variansseihin merkitsevyystestejä eikä muodostaa luottamusvälejä. Tämä todettiin nimenomaan paperimallin vientikysyntäyhtälössä, kun luottamusväleistä muodostui suuria.

Eräitä muita autokorrelaation seurauksia [1]):

— parametriestimaatit sisältyvät autokorrelaatiovirheen, joka voi olla merkityksellinen pienissä otoksissa

— satunnaisvirheen u varianssi voi olla ali-arvioitu. (Tämä on vakavampaa positiivisen kuin negatiivisen autokorrelaation tapauksessa)

— myös parametriestimaattien varianssit ovat ali-arvioituja, jolloin on vaara hyväksyä merkityksellisinä muuttujia, jotka todellisuudessa eivät sitä ehkä ole (Koutsoyiannis 1973, s. 202—205 ja 219—220).

Lopuksi on vielä syytä lyhyesti arvioida tilastollisen harhakäsitteen merkitystä. Rakenneparametriestimaattien eräs haluttu ominaisuushan on harhattomuus.[2]) Käsiteltävänä olevan kaltaisessa pienotostutkimuksessa harhattomuuden ominaisuus ei sinänsä ole erityisen käyttökelpoinen, koska vasta hyvin suuresta otosmäärästä saadut parametriestimaatit antavat keskimäärin todellisia arvoja.

Mallin estimointitulosten arviointi on kaiken kaikkiaan hyvin laaja toimenpide. Tutkijan tulisi käyttää edellä mainittuja — taloudellisia, tilastollisia ja ekonometrisia — kriteereitä, ennen kuin hän voi hyväksyä tai hylätä estimaatit. On lisäksi mahdollista, että vaikka malli on talousteoreettisesti merkitsevä ja tilastollisesti ja ekonometrisesti oikea estimoidulla periodilla, niin kuitenkaan malli ei ehkä ole sopiva ennustamiseen esimerkiksi rakenneparametrien nopeiden muutosten vuoksi.

---

[1]) Autokorrelaatiosta aiheutuvien haittojen poistamiseksi on kehitetty useitakin menetelmiä. Parhaimpiin kuuluva tapa on laskea residuaalien 1. kertaluvun autokorrelaatiokerroin ja kerrointa käyttäen muuttaa koko alkuperäinen aineisto ennen uutta estimointia. Ks. lähemmin Koutsoyiannis 1973, s. 216.

[2]) Aivan erillään tilastollisesta harhasta estimointimenetelmän minkä tahansa olettamuksen rikkomus aiheuttaa virhettä estimaatteihin. Jotta voitaisiin välttää sekaannus, tulisi tehdä ero tilastollisen harhan (määriteltynä erotuksena [E($\hat{b}$)—b)] ja muiden virhe- tai harhamuotojen (esimerkiksi aggregointiharhan, multikollineaarisuusvirheen, autokorrelaatiovirheen jne.) välillä.

6. TUTKIMUKSEN LOPPUARVIOINTI

Tässä esityksessä tutkittiin Suomen selluloosan ja paperin vientiä Isoon-Britanniaan. Tarkastelun lähtökohdaksi valittiin yksinkertainen kahden yhtälön kysyntä- ja tarjontamalli. Tavoitteena oli tällöin välttää mahdollisia mallin identifioinnista sekä harhasta ja tarkentumattomuudesta syntyviä ongelmia, joita saattaa liittyä tavalliseen yhden yhtälömallin tarkasteluun.

Hintamuuttujien suhteellisen pienet ajassa tapahtuneet vaihtelut sekä hintaestimaattien suuret varianssit viittasivat siihen, että malleissa vallitsee voimakas identifioitavuuden aste. Ilmeisesti identifioitavuuden aste on kuitenkin heikompaa (simultaanisuuden aste voimakkaampaa) selluloosamallissa lähinnä seuraavista syistä:

— selluloosan hinnanvaihtelut olivat tarkasteluajanjaksona 1958—1972 suurempia kuin paperin hinnanvaihtelut

— selluloosamallin hintaestimaattien suhteelliset varianssit olivat pienempiä kuin paperimallissa.

Toisaalta identifioitavuuden aste tuskin säilyy samana ajanjaksosta toiseen.

Mallien melko voimakas identifioitavuus (lievä simultaanisuus) merkitsee, ettei pienimmän neliösumman estimointi aiheuta ainakaan kovin suurta tilastollista harhaa hintajoustoihin yhden yhtälön malleissa. Parametriestimaattien tarkentuvuus on puolestaan suurten otosten ominaisuus, jota ei ilmeisesti tämänkaltaisessa pienotustutkimuksessa ole mahdollista saavuttaa. Arviointeja harhan suuruudesta ja tarkentavuudesta vaikeuttaa se, ettei parametrien todellisia arvoja tunneta.

Tämän tutkimuksen tärkeimmät estimointitulokset olivat seuraavat. Keskimäärin vuosina 1958—1972 selluloosamme kysyntä Isossa-Britanniassa oli hinnan suhteen joustamatonta, kun taas paperin kysyntä oli keskimäärin joustavaa. Kysynnän hintajoustoiksi saatiin —.7 ja —2.6. Luvut ilmaisevat sen, että selluloosamme ja paperimme vientihintojen korottaminen (alentaminen) 1 prosenttiyksiköllä muiden malliin vaikuttaneiden tekijöiden pysyessä muuttumattomina vähensi (lisäsi) vientimme määriä keskimäärin .7 ja 2.6 prosenttiyksiköillä. Vastaavat kysyntämme ristijoustot kilpailijoittemme hinnanmuutoksiin verrattuina olivat itseisarvoltaan samansuuruisia. Tulokset merkitsevät, että vientihintojemme ja substituuttihintojen samanaikaiset yhtä suuret muutokset eivät vaikuttaneet vientimme määriin.

Suomen selluloosan vientitarjonta oli tulosten mukaan selvästi paperin tarjontaa joustavampaa. Viennin tarjontajoustojen arvoiksi saatiin 2.4 ja 1.4. Selluloosatarjontamme ristijousto maamme koko muun markkina-alueen keskimääräisiin hinnanmuutoksiin oli itseisarvoltaan lähes sama kuin vastaava tarjontajousto. Paperimallissa vastaava ristijousto sai vain arvon —.5. Luku saattaa merkitä sitä, että koko muun markkina-alueemme hinnanmuutokset eivät merkittävästi vaikuttaneet paperin vientiimme Isoon-Britanniaan.

Kaikki tässä esitetyt tulokset on saatu kaksivaiheista pienimmän neliösumman estimointimenetelmää käyttäen. Kahdessa tapauksessa pienimmän neliösumman estimointimenetelmällä saadut hintajoustot poikkesivät 2-PNS-hintajoustoista. Paperimallin kysynnän hintajoustoksi saatiin vain noin —.8. Luku on huomattavasti pienempi kuin 2-PNS-estimointimenetelmällä saatu joustoarvo (—2.6). Tämä seikka sekä suuri markkinaosuutemme Ison-Britannian koko paperin tuonnista (vrt. s. 11) viittaavat siihen, että simultaanisuuden aste on paperimallissa voimakkaampaa, kuin mitä sivulla 51 esitettiin.

Toinen poikkeava tulos oli selluloosaviennin tarjontajousto, jonka arvoksi PNS-estimointimenetelmä antoi 1.5. Tässä esitetyt tulokset tukevat käsitystä siitä, että simultaanisuuden vallitessa mallin PNS-menetelmällä saadut hintaestimaatit ovat itseisarvoltaan nollan suuntaan harhaisia.

Saatuihin tuloksiin on kuitenkin suhtauduttava varauksin. Havaintojen vähälukuisuus (vapausasteiden ongelma) ja havaittujen ilmiöiden »monotoonisuus» (multikollineaarisuusongelma) vaikeuttivat estimointia. Toisaalta tutkimuksessa käytetty kaksivaiheinen pienimmän neliösumman estimointimenetelmä — kuten muutkin menetelmät — on herkkä spesifiointivirheille. Ekonometrian teoriassa ei ole osoitettu sitä, kumpi virhelähde [1]) on vakavampi, multikollineaarisuus vai mallin väärä spesifiointi.

Joka tapauksessa spesifiointi on minkä tahansa tutkimuksen tärkein ja vaikein vaihe. Se on myös useimpien taloudellisten sovellutusten heikoin kohta. Eräitä syitä taloudellisten mallien väärään spesifiointiin ovat (K o u t s o y i a n n i s 1973, s. 16):

— talousteorian väittämien epämääräisyys

— tietomme rajoittuneisuus niistä tekijöistä, jotka ovat vaikuttamassa jossakin erityistapauksessa sekä

— aineiston saantiin liittyvät suuret vaikeudet.

J a t k o t u t k i m u k s i s s a erityisesti tarjontayhtälön spesifiointi vaatii parantamista ja kehittämistä. Samalla tarvitaan ponnisteluja tuottajien (viejien) motivaatioiden tutkimiseksi sekä useinkin vaikeasti hankittavan tilastoaineiston keräämiseksi.

Jatkotutkimuksia ajatellen luonnollisen ja arvokkaan tutkimuksen kohteen muodostavat disaggregoidummat mallit. Samalla tutkimuksen lopulliseksi päämääräksi

[1]) Tässä tarkoitetaan lähinnä virhettä, joka syntyy, kun voimakkaan multikollineaarisuuden vuoksi joudutaan jättämään tärkeitä selittäjiä pois mallista.

tulee ottaa e n n u s t e m a l l i, sillä varsinaisesti vain ennusteet ovat päätöksentekijöiden apuna. Tällöinkin ennusteet [1]) tulee tehdä todennäköisyysjakauman muodossa.

Hyvien ennusteiden tekeminen vaatii runsaasti a priori-informaatiota vallitsevista taloudellisista olosuhteista. A priori-informaation hankinnassa (samoin kuin ennustamisessakin) useamman yhtälön käyttö saattaa tarjota yhden yhtälön malleja käyttökelpoisemman lähtökohdan, sillä moniyhtälömalleissa on parempi mahdollisuus yrittää huomioida taloudellisten ilmiöiden moninaisuus.

---

[1]) Ennusteiden tekemisessä mahdollisesti paras lähestymistapa on ns. Bayesin informatiivinen menetelmä. Se perustuu

— subjektiiviseen todennäköisyyteen
— sekä havaintoihin että ennakkokäsityksiin (a priori-jakaumiin).

Bayesiläinen lähestymistapa on spekulatiivista, koska siinä pyritään selvittämään vaihtoehtoisia tulevaisuuden mahdollisuuksia. Tällaisiin subjektiivisiin lähestymistapoihin on toistaiseksi suhtauduttu varauksin, mutta tutkimusmenetelmien kehittyessä ja luotettavien tilastoaineistojen lisääntyessä Bayesin informatiivisen tutkimustavan käyttökelpoisuus lisääntynee. Bayesin informatiivisesta menetelmästä ks. esimerkiksi H a r k e m a 1971, erityisesti sivut 1—15 ja 103—104.

SUMMARY

EXPORTS OF CELLULOSE AND PAPER FROM FINLAND TO GREAT BRITAIN IN THE PERIOD 1958—1972.

AN APPLICATION OF A MULTI-EQUATION MODEL

Leo Havukainen

The study deals with exports of cellulose and paper from Finland to Great Britain during the period 1958—1972 in the light of empirical data. A description is given of the development in the volumes and export prices of cellulose and paper exported from Finland to Great Britain. The Finnish share of the British market of cellulose and paper is also surveyed. The economic theory for the model is presented and an analysis made of the factors affecting these exports.

A simple double-equation export demand and export supply model was chosen as the basis of the study. The reason for doing so was to avoid problems related to model identification and bias which may be linked to single-equation models.

The great significance which British markets have for Finland is shown by the fact that the sum value of cellulose and paper exported to Great Britain alone has, between 1958 and 1972, represented nearly one tenth of the value of total goods exported from Finland. For Finland's cellulose industry, however, the relative value of British markets has consistently decreased, whereas for the paper and paperboard industry it has risen.

On the other hand, Finland is an important source of paper and cellulose for Great Britain having supplied about one fifth of all cellulose imported by Great Britain and Finland's share of the total paper import of Great Britain has risen to about one quarter.

Market fluctuations are quite apparent in the average prices of cellulose purchased by Great Britain. Although the validity of average price is weakened by changes in the composition of exports and quality changes of the goods, the following observations may be made:

— at the outset of the period under study the average price of Finnish cellulose was below those of competing countries.

— since the mid-1960's the average price of Finnish cellulose has been higher than those of competing countries.

The average price of Finnish paper on the British markets during the period under study has, however, remained below those of competing countries. The average price of paper and paperboard products has been 20—30 % higher than that of cellulose.

The most important estimation results yielded by this study were the following. (For details concerning the chosen variables and estimates see equations 4.1.—4.6. and tables 5—6 and 11—12). The demand for Finnish cellulose in Great Britain during the period 1958—1972 was on the average non-elastic with regard to its price. The demand for paper on the other hand was elastic. The values obtained for price elasticities of demand were —0.7 for cellulose and —2.6 for paper. These values show that other factors remaining constant (ceteris paribus) an increase/decrease of 1 % in the export prices of cellulose and paper reduced/increased export volumes on the average by 0.7 and 2.6 percent.

Values for corresponding cross-elasticities of export demand for Finnish products to variation in the average prices obtained by competing countries were of the same magnitude in absolute value. These findings indicate that simultaneous and equal changes in Finland's export prices and substitute prices had no effect on its export volumes.

The results also indicate that Finland's export supply of cellulose was far more elastic than that of paper. The values for export supply elasticities were 2.4 for cellulose and 1.4 for paper.

Cross-elasticity of Finland's cellulose supply to average price changes observed in the rest of its markets was in absolute value nearly the same as the corresponding supply elasticity. The corresponding cross-elasticity of paper supply to average price changes in the rest of Finland's markets was found to have the value of only —0.5.

All of the results here given were obtained by use of the two-stage least squares (2SLS) estimation method. With regard to the magnitude of price elasticities it was observed that in two cases out of four (i.e. export supply elasticity for cellulose and export demand elasticity for paper) the 2SLS-method yielded elasticity values greater in absolute value than those given by the ordinary least squares (OLS) estimation method. (See appendix tables 1 and 2). In two cases the values for price elasticities remained unchanged. No special economic theory exists to explain why in simultaneous-equation models the 2SLS-method or other simultaneous-equations methods should give values greater in absolute value than those given by the OLS-method. Assumptions such as these are based on empirical observations. The results here obtained are in partial agreement with previous observations.

Finland's importance on British cellulose and paper markets and the differences in price elasticity estimates as obtained by the 2SLS- and OLS-estimation methods indicate that in single-equation models price elasticities are not necessarily directly identifiable as being simply supply or demand elasticities but rather as representative of some intermediate form. This is because the models show a certain degree of simultaneity.

On the other hand, the small variation in time observed for the price variables and the high variances shown by the price elasticity estimates together indicated that a rather high degree of identifiability is possessed by the models; that is to say, there is rather little simultaneity in the model.

Apparently the cellulose model would seem to have a lower degree of identifiability and a higher degree of simultaneity for the following reasons:

— price fluctuations of cellulose during the period under study 1958—1972 were greater than those of paper

— the relative variances of price elasticities computed by the cellulose model were less than those of the paper model.

With simultaneity in force the model's price elasticity estimates as given by the OLS-method are biased in absolute value towards zero.

The estimation results are not to be accepted without certain reservations. Estimation was made difficult by the small number of observations and the »monotony» of observed phenomena which is indicated as a high multicollinearity. Furthermore, the 2SLS-method of estimation used in the study — as other methods also — is susceptible to specification errors.

VIITEKIRJALLISUUS

Amemiya, T. 1966. On the use of principal components of independent variables in two-stage least-squares estimation, International economic review, Vol. 7, No 3 (1966).

Aurikko, E. 1973. Ulkomaankauppa Suomen kansantalouden ekonometrisessä kokonaismallissa, Suomen Pankin sarja D: 33, Helsinki.

Basevi, G. 1973. »Commodity trade equations in project Link», kirjassa Ball, R. (ed.): The international linkage of national economic models, Amsterdam.

Benzel, R. — Hansen, B. 1954—55. On recursiveness and interdependency in economic models, The Review of economic studies 1954—55.

Christ, C. 1966. Economic models and methods, New York.

Farrar, D. — Glauber, R. 1967. »Multicollinearity in regression analysis», Review of economics and statistics, vol. 49, 1967.

Harkema, R. 1971. Simultaneous equations, Rotterdam.

Honko, J. 1969. Liiketaloustiede, Ekonomia-sarja 3. Helsinki.

Houthakker, H. — Magee, S. 1969. »Income and price elasticities in world trade». The review of economics and statistics, vol. LI, May 1969, no. 2.

Hämäläinen, H. 1970. Lineaaristen regressiomallien ekonometrisia sovellutuksia edeltävät asialoogiset tarkastelut. Kansantaloudellinen aikakauskirja 1970: 4.

Johnston, J. 1963. Econometric methods, USA.

Kindleberger, C. 1958. International economics, Illinois.

Klein, L. 1962. Introduction to econometrics, Lontoo.

—»— 1953. Textbook of econometrics, Evanstone, Illinois.

Koopmans, T. 1961. »Identification problems in economic model construction», kirjassa Hood — Koopmans (ed.): Studies in econometric method, New York.

Koutsoyiannis, A. 1973. Theory of econometrics, Lontoo.

Leamer, E. — Stern, R. 1970. Quantitative international economics, Boston.

Linnemann, H. 1966. An econometric study of international trade flows, Amsterdam.

Malinvaud, E. 1966. Statistical methods of econometrics, Amsterdam.

McKillop, W. 1967. Supply and demand for forest product — an econo netric study, Hilgardia vol. 38, No 1, 1967.

Niitamo, O. 1961. Moniyhtälömallien estimoinnista, Kansantaloudellinen aikakauskirja.

—»— 1969. Taloudellinen malli, Tilastollisen päätoimiston tutkimuksia, no 2, elokuu 1969.

Orcutt, G. 1950. Measurement of price elasticities in international trade, Review of economics and statistics, XXXII, May 1950.

Rantamäki, A. 1962. Suomen paperiteollisuuden ulkomaisen myynnin järjestely erityisesti paperia silmälläpitäen. Laudaturtutkielma Kauppakorkeakoulussa.

Rao, P. — Miller, R. 1971. Applied econometrics, Belmont.

Teräs, T. 1974. Vaihtoehtostrategioiden käyttö selluloosan markkinoinnin suunnittelussa. Liiketaloustiede: markkinoinnin laudaturtutkielma Kauppakorkeakoulussa.

Vartia, P. 1974. An econometric model for analysing and forecasting short-term fluctuations in the Finnish economy. The research institute of the Finnish economy, Serie A 2, Helsinki 1974.

Wold, H. 1960. A generalization of causal chain models. Econometrica 28, 1960.

Wonnacott, R. — Wonnacott, T. 1970. Econometrics, New York.

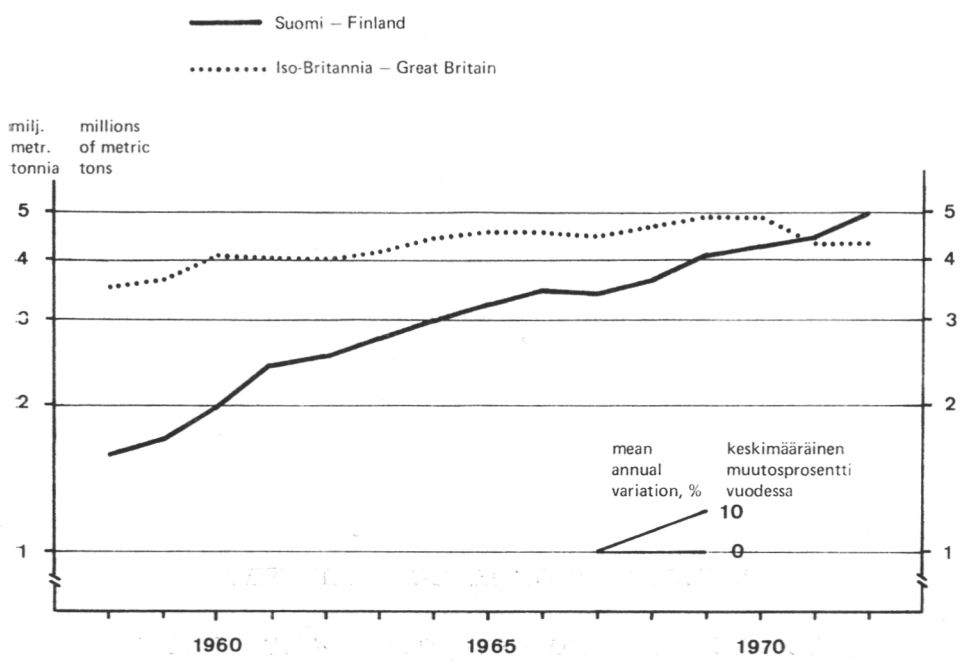
Åberg, C. 1960. Demand for paper and paperboard in Western Europe, Tukholma.

TILASTOJULKAISUT

American Paper Institute, INC.: »Wood pulp statistics», vol. 37, 1973.
Kansallis-Osake-Pankin »Taloudellinen katsaus 1974, no 4.».
OECD:n »Pulp and paper industry» (eri vuosilta).
Suomen Teollisuustilasto (eri vuosilta).
UN:n »Commodity trade statistics, part 1, imports, jan.—dec., Statistical papers, Series D.» (eri vuosilta).
Tullihallituksen Ulkomaankauppatilasto (eri vuosilta).

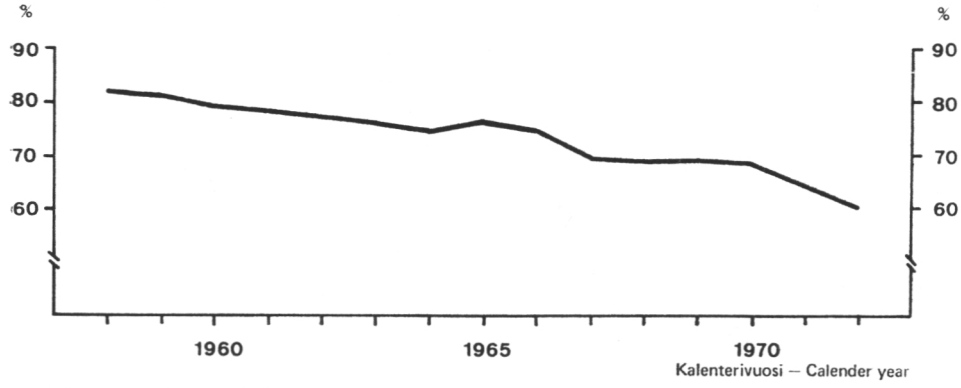
LIITETAULUKOT JA MUUT LIITTEET

APPENDIX TABLES AND OTHER APPENDICES



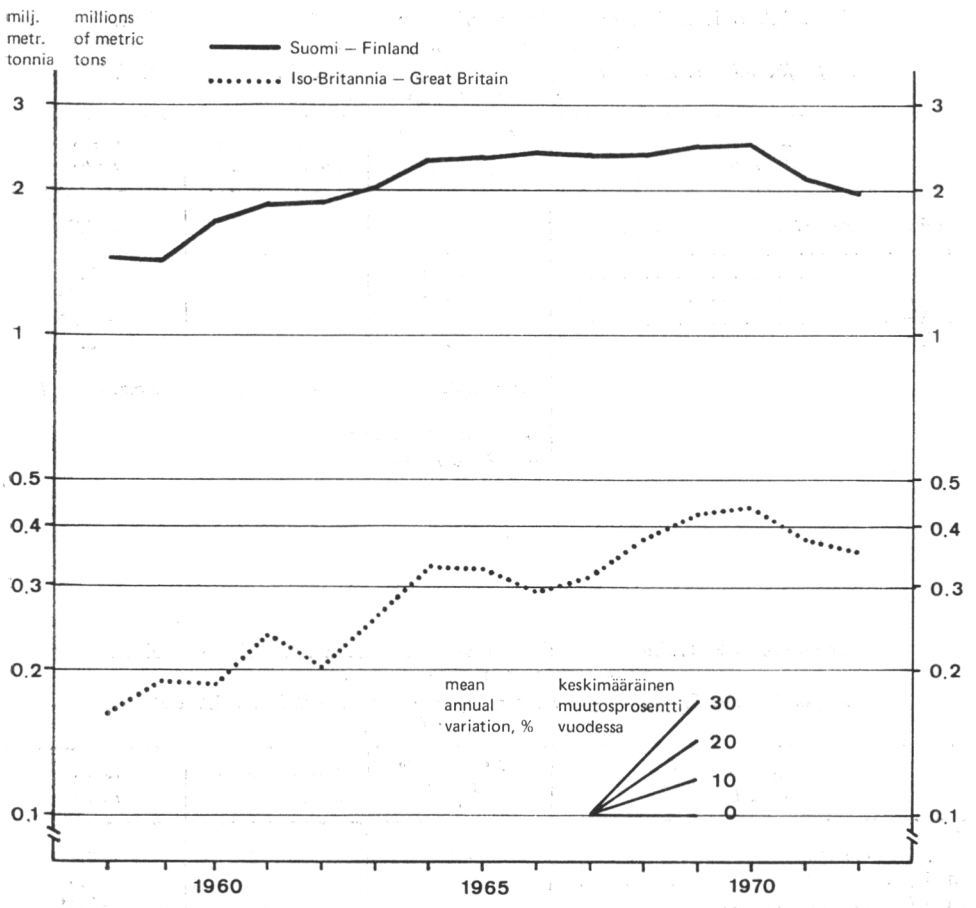
Liitekuva 1 a. Ison-Britannian ja Suomen paperin ja kartongin tuotanto vuosina 1958—1972. Miljoonaa metristä tonnia.

Appendix fig. 1 a. Paper and paperboard production in Great Britain and Finland between 1958—1972. In millions of metric tons.



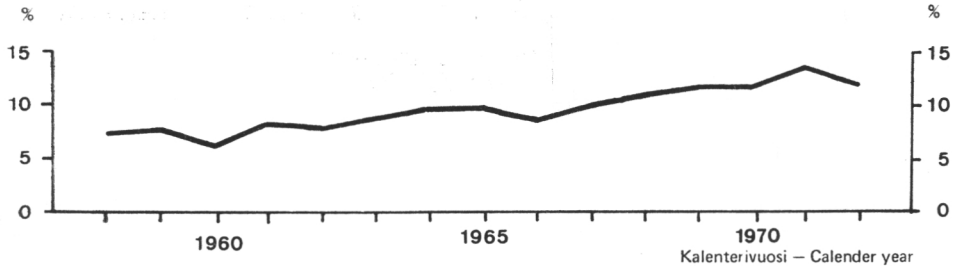
Liitekuva 1 b. Ison-Britannian paperin ja kartongin omavaraisuusaste. Tuotanto/kulutus.

Appendix fig. 1 b. Great Britain's degree of self-sufficiency in paper and paperboard. Production/consumption.



Liitekuva 2 a. Ison-Britannian ja Suomen [1]) selluloosan tuotanto vuosina 1958—1972. Miljoonaa metristä tonnia.

Appendix fig. 2 a. Cellulose production in Great Britain and Finland between 1958—1972. In millions of metric tons.



Liitekuva 2 b. Ison-Britannian selluloosan omavaraisuusaste vuosina 1958—1972. Tuotanto/kulutus.

Appendix fig. 2 b. Great Britain's degree of self-sufficiency in cellulose between 1958—1972. Production/consumption.

[1]) Suomen myyntituotanto — *Finland's sales production.*

Liitetaulukko 1. Estimoitu selluloosan vientikysyntäyhtälö. PNS-menetelmä. Selitettävä muuttuja ln XD_s.

Appendix table 1. Estimated export demand equation for cellulose. OLS method. Dependent variable is ln XD_s.

Muuttuja *Variable*	Regressiokerroin *Regression coefficient*	Keskipoikkeama *Standard deviation*	t-arvo *t-value*
Vakio — *Constant*	—1.82	2.65	—0.7
ln P_s	—0.73	.46	—1.6
ln PK_s	0.68	.69	1.0
ln A_s	1.44	.26	5.5*
ln V—1	—0.24	.10	—2.5*
D	—0.16	.05	—2.9*
	$\bar{R}^2$ = .921	DW = 1.44	s.e.e. = .047
	Vapausastemäärä = 9 *Degrees of freedom*		

Liitetaulukko 2. Estimoitu selluloosan vientitarjontayhtälö. PNS-menetelmä. Selitettävä muuttuja ln XS_s.

Appendix table 2. Estimated export supply equation for cellulose. OLS method. Dependent variable is ln XS_s.

Muuttuja *Variable*	Regressiokerroin *Regression coefficient*	Keskipoikkeama *Standard deviation*	t-arvo *t-value*
Vakio — *Constant*	—0.48	2.23	—0.2
ln P_s	1.53	.76	2.0
ln PM_s	—1.65	.50	—3.3*
ln T	1.12	.21	5.3*
ln C_s—2	—0.36	.10	—3.5*
ln K_s	0.64	.26	2.5*
t	—0.07	.01	—7.6*
	$\bar{R}^2$ = .917	DW = 2.92	s.e.e. = .048
	Vapausastemäärä = 8 *Degrees of freedom*		

Liitetaulukko 3. Paperin vientikysyntäyhtälö. PNS-menetelmä. Selitettävä muuttuja ln XD_p.
Appendix table 3. Export demand equation for paper. OLS method. Dependent variable is ln XD_p.

Muuttuja *Variable*	Regressiokerroin *Regression coefficient*	Keskipoikkeama *Standard deviation*	t-arvo *t-value*
Vakio — *Constant*	—13.08	4.12	—3.2
ln P_p	—0.77	2.44	—0.3
ln PK_p	0.82	2.61	0.3
ln A_p	3.77	0.28	13.5*
	$\bar{R}^2$ = .939	DW = 1.44	s.e.e. = .129
	Vapausastemäärä = 11 *Degrees of freedom*		

Liitetaulukko 4. Paperin vientitarjontayhtälö. PNS-menetelmä. Selitettävä muuttuja ln XS_p.
Appendix table 4. Export supply equation for paper. OLS method. Dependent variable is ln XS_p.

Muuttuja *Variable*	Regressiokerroin *Regression coefficient*	Keskipoikkeama *Standard deviation*	t-arvo *t-value*
Vakio — *Constant*	0.32	5.03	0.1
ln P_p	1.45	.67	2.2
ln PM_p	—0.54	.55	—1.0
ln C_p—3	—1.14	.68	—1.7
ln K_p	1.18	.24	4.9*
	$\bar{R}^2$ = .987	DW = 1.50	s.e.e. = .059
	Vapausastemäärä = 10 *Degrees of freedom*		

LIITE 1
APPENDIX 1

Suomen selluloosan ja paperin vienti Isoon-Britanniaan, v. 1958—1972. 1 000 metristä tonnia.
Exports of Finnish cellulose and paper to Great Britain, 1958—1972. In 1 000's of metric tons.

	Selluloosa (SITC 251) *Cellulose*	Paperi (SITC 641) *Paper*
1958	427	189
59	477	187
60	525	211
61	482	262
62	478	304
63	544	361
64	616	409
65	623	398
66	662	486
67	567	549
68	606	564
69	622	624
70	557	704
71	393	822
72	407	924

Lähde: — *Source:* »UN:n Commodity trade statistics, part 1, imports, jan.—dec., statistical papers, Series D.»

LIITE 2
APPENDIX 2

Suomen ja sen kilpailijamaiden selluloosan ja paperin vienihinnat (cif) Isoon-Britanniaan v. 1958—1972. Nimellisarvot. US $/metrinen tonni.
Export prices (cif) of cellulose and paper from Finland and competing countries to Great Britain between 1958—1972. Nominal figures. $ US/metric ton.

	Selluloosan vientihinnat *Export prices of cellulose*		Paperin vientihinnat *Export prices of paper*	
	Suomi *Finland*	Kilpailijamaat *Competing countries*	Suomi *Finland*	Kilpailijamaat *Competing countries*
1958	125.3	127.2	164.0	170.6
59	114.7	123.6	160.1	165.8
60	117.3	124.7	158.8	167.4
61	123.4	125.5	155.4	157.6
62	116.5	118.9	154.0	160.1
63	118.8	119.8	156.2	161.9
64	128.4	126.2	159.9	166.1
65	134.2	128.3	160.0	167.7
66	131.3	132.3	163.3	170.0
67	128.2	124.4	167.4	172.7
68	125.1	122.1	162.5	166.0
69	135.0	128.7	172.5	172.4
70	161.6	148.1	185.1	188.1
71	176.3	161.4	198.3	203.3
72	172.5	162.6	211.3	222.9

Lähde: Sama kuin liitteessä 1.
Source: same as in Appendix 1.

LIITE 3
APPENDIX 3

F a r r a r i n — G l a u b e r i n multikollineaarisuustesti.

Testissä tutkitaan ensin muuttujien välistä korrelaatiomatriisia, jossa päädiagonaalielementit ovat ykkösiä ja diagonaalin ulkopuoliset elementit ovat selittäjien välisiä korrelaatiokertoimia. Ensin matriisista lasketaan standardisoitujen determinanttien eli korrelaatiodeterminanttien arvot. Kolmen muuttujan tapauksessa standardisoitu determinantti on

$$\begin{vmatrix} 1 & r_{x_1 x_2} & r_{x_1 x_3} \\ r_{x_1 x_2} & 1 & r_{x_2 x_3} \\ r_{x_1 x_3} & r_{x_2 x_3} & 1 \end{vmatrix}$$

Nyt voidaan helposti tutkia kahta ääritapausta — o r t o g o n a a l i s u u t t a ja t ä y d e l l i s t ä m u l t i k o l l i n e a a r i s u u t t a. Täyden multikollineaarisuuden tapauksessa korrelaatiokertoimien — $r_{x_1 x_2}$, $r_{x_2 x_3}$ jne. — arvot ovat ykkösiä ja tällöin standardisoidun determinantin arvo on 0.

Ortogonaalisuuden tapauksessa korrelaatiokertoimet ovat nollia, ja täten standardisoidun determinantin arvo on 1.

Jos standardisoidun determinantin arvo on 0:n ja 1:n välillä, funktiossa on jonkin asteista multikollineaarisuutta. Mitä lähempänä determinantin arvo on nollaa, sitä voimakkaampaa on multikollineaarisuus, ja päinvastoin.

Laskettuja determinantin arvoja tarvitaan varsinaisessa G l a u b e r i n ja F a r r a r i n χ^2-testissä. Kaikkien selittävien muuttujien multikollineaarisuuden voimakkuutta tutkitaan seuraavan testin avulla

$*\chi^2 = -[n-1-\frac{1}{6}(2k+5)] \log_e$ [standardisoitu determinantin arvo], jossa

$*\chi^2$ = otoksesta laskettu χ^2:n arvo
n = otoskoko
k = selittäjien lukumäärä

Otosdatasta laskettua empiiristä $*\chi^2$-arvoa verrataan teoreettiseen χ^2-arvoon valitulla merkitsevyystasolla ($v = \frac{1}{2}$ k (k—1) vapausastein). Jos havaittu $*\chi^2$:n arvo on suurempi kuin teoreettinen χ^2:n arvo ($\frac{1}{2}$ k (k—1) vapausastein), niin ortogonaalisuusoletus hylätään. Toisin sanoen funktiossa on multikollineaarisuutta. Mitä korkeampi on havaittu $*\chi^2$:n arvo, sitä pahempaa on multikollineaarisuus. Jos sitä vastoin $*\chi^2 < \chi^2$, ortogonaalisuusoletus hyväksytään, toisin sanoen funktiossa ei esiinny häiritsevää multikollineaarisuutta.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS — *THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE*
Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17

Ylijohtaja — *Director:* Holopainen, Viljo, professori, MMT, *Professor, DF*
Tiedotuspäällikkö — *Information officer:* Heiramo, Tuomas, VTM, *M.Pol.Sc.*
Toimittaja — *Editor:* Virmala, Olavi, MMK, *MF*

MAANTUTKIMUSOSASTO — *DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE*
Professori — *Professor:* Viro, Pentti, MMT, *DF*
Erikoistutkija — *Senior research specialist:* Mälkönen, Eino, MMT, *DF*

SUONTUTKIMUSOSASTO — *DEPARTMENT OF PEATLAND FORESTRY*
Professori — *Professor:* Huikari, Olavi, MMT, *DF*
Erikoistutkija — *Senior research specialist:* Paavilainen, Eero, MMT, *DF*

METSÄNHOIDON TUTKIMUSOSASTO — *DEPARTMENT OF SILVICULTURE*
Professori — *Professor:* Sirén, Gustaf, MMT, *DF*
Erikoistutkijat — *Senior research specialists:* Leikola, Matti, MMT, *DF*, Lähde, Erkki, MMT, *DF*

METSÄNJALOSTUKSEN TUTKIMUSOSASTO —
DEPARTMENT OF FOREST GENETICS
Professori — *Professor:* Hagman, Max., MMT, *DF*
Erikoistutkija — *Senior research specialist:* Koski, Veikko, FT, *Ph.D*

METSÄNSUOJELUN TUTKIMUSOSASTO —
DEPARTMENT OF FOREST PROTECTION
Metsäpatologia — *Forest Pathology:*
Professori — *Professor:* Kallio, Tauno, MMT, *DF*
Metsäeläintiede — *Forest Zoology:*
Professori — *Professor:* Juutinen, Paavo, MMT, *DF*

METSÄNARVIOIMISEN TUTKIMUSOSASTO —
DEPARTMENT OF FOREST INVENTORY AND YIELD
Metsäinventointi — *Forest Inventory:*
Professori — *Professor:* Kuusela, Kullervo, MMT, *DF*
Erikoistutkija — *Senior research specialist:* Tiihonen, Paavo, MMT, *DF*
Puuntuotos — *Forest Yield:*
Professori — *Professor:* Vuokila, Yrjö, MMT, *DF*

METSÄTEKNOLOGIAN TUTKIMUSOSASTO —
DEPARTMENT OF FOREST TECHNOLOGY
Puuntutkimus — *Utilization of Forest Products:*
Professori — *Professor:* Heiskanen, Veijo, MMT, *DF*
Erikoistutkija — *Senior research specialist:* Kärkkäinen, Matti, MMT, *DF*
Metsätyötiede — *Forest Operations:*
Professori — *Professor:* Hakkila, Pentti, MMT, *DF*
Erikoistutkija — *Senior research specialist:* Harstela, Pertti, MMT, *DF*

METSÄEKONOMIAN TUTKIMUSOSASTO —
DEPARTMENT OF FOREST ECONOMICS
Kansantaloudellinen metsäekonomia — *Social Economics of Forestry:*
Professori — *Professor:* Heikinheimo, Lauri, MMT, *DF*
Liiketaloudellinen metsäekonomia — *Business Economics of Forestry:*
Professori — *Professor:* Hämäläinen, Jouko, MMT, *DF*

MATEMAATTINEN OSASTO — *DEPARTMENT OF MATHEMATICS*
Professori — *Professor:* Seppälä, Risto, VTT, *D.Pol.Sc.*

KOKEILUALUETOIMISTO — *EXPERIMENTAL FOREST OFFICE*
Toimistopäällikkö — *Head:* Luoma, Kauko, ylimetsänhoitaja, *BF*

HALLINTOTOIMISTO — *ADMINISTRATION OFFICE*
Toimistopäällikkö — *Head:* Sohkanen, Kari, VT, *LL.B*

ISSN 0026-1610