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

83

HELSINKI 1975

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

83

HELSINKI 1975

COMMUNICATIONES

INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

83

83.1 Uusvaara, Olli. 1974. Teollisuudessa käytettävän sahanpurun ominaisuudet. *Summary:* Properties of sawdust utilised in industry 1— 43

83.2 Lähde, Erkki & Mutka, Kari. 1974. Kylvösuojan ja raakafosfaattilannoituksen vaikutus männyn siementen itämiseen ja sirkkataimien kehitykseen ojitetulla avosuolla Pohjois-Suomessa. *Summary:* The effect of sowing shelters and rock phosphate on germination of pine (*Pinus silvestris* L.) seeds and development of the germlings on a drained open swamp in Northern Finland ..... 1— 36

83.3 Lähde, Erkki & Mutka, Kari. 1974. Luontaisesti syntyneiden ja istutettujen kuusentaimien kehitys ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. *Summary:* The structure of root system and development of volunteer and planted Norway spruce transplants in Northern Finland ..... 1— 53

83.4 Kuusela, Kullervo & Poso, Simo. 1975. Demonstration of the applicability of satellite data to forestry. *Seloste:* Havaintoja satelliittikuvien käyttökelpoisuudesta metsätaloudessa ..... 1— 31

83.5 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 ..... 1—128

TEOLLISUUDESSA KÄYTETTÄVÄN SAHANPURUN OMINAISUUDET

OLLI UUSVAARA

SUMMARY IN ENGLISH
PROPERTIES OF SAWDUST UTILISED IN INDUSTRY

HELSINKI 1974

ISBN 951-40-0119-2

Helsinki 1974. Valtion painatuskeskus

ALKUSANAT

Sahateollisuudessa syntyy vuosittain huomattavia määriä puujätteitä, jotka voidaan käyttää edelleen käyttökelpoisiksi sivutuotteiksi jalostettuina teollisuuden raaka-aineeksi. Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian osastolla sekä haketutkimustoimikunnan toimesta on jo aikaisemmin suoritettu sahanhaketta koskevia tutkimuksia. Sahalaitosten sivutuotteisiin voidaan nykyisin laskea myös sahanpuru, jonka merkitys raaka-ainelähteenä, samoin kuin tekniset käyttöedellytykset ovat lisääntyneet viime vuosina.

Tutkimuksen kenttätöistä ja mittauksista huolehti metsäteknikko Tauno Oittinen apunaan Seppo Jaakkola. Aineiston laskentatyöt sekä pääosan tulosten taulukoinnista suoritti maisteri Eija Aronen sekä laboratoriotyöt rouva Marja Eloranta, rouva Kaarina Koskinen ja Jaakko Kosunen. Yo Hannu Peltonen ja rouva Aune Rytkönen kirjoittivat puhtaaksi käsikirjoituksen. Kuvat piirsi rouva Leena Muronranta. Valokuvat on ottanut valokuvaaja Matti Ruotsalainen Helsingin Yliopiston kuvalaitokselta.

Käsikirjoituksen tarkastivat professorit Veijo Heiskanen ja Pentti Hakkila, joilta sain myös monia arvokkaita neuvoja sekä työtä suunniteltaessa että käsikirjoitusta laadittaessa.

Tutkimuskohteitten järjestämisessä sekä työn käytännön suorituksessa antoivat apuaan monet eri teollisuuslaitoksissa työskentelevät henkilöt.

Kaikille edellämainituille lausun parhaat kiitokseni.

Helsingissä, toukokuussa 1974

Olli Uusvaara

SISÄLLYSLUETTELO

sivu

1. Johdanto 5
2. Tutkimusmenetelmä ja aineisto 8
   21. Tutkimusmenetelmä 8
   22. Tutkimusaineisto 9
3. Tutkimustulokset 13
   31. Purun kuljetuksen aiheuttama painuma 13
   32. Purun kiintomittaprosentti 14
   33. Purun kosteus 17
   34. Purun paino 19
      341. Tuorepaino 19
      342. Kuivapaino 21
   35. Purun kuoren määrä 24
   36. Purun raekoko 27
   37. Puru teollisuuden raaka-aineena 33
      371. Sellu- ja hioketeollisuus 33
      372. Levyteollisuus 34
4. Tiivistelmä 36

Kirjallisuusluettelo 39

Summary 42

1. JOHDANTO

Sahanpurua on viime vuosiin asti pidetty sahateollisuuden jätteenä, jonka merkittävin käyttömuoto on ollut poltto. Purun polttoainekäyttöä ja siinä sovellettavia menetelmiä ja laitteita on meillä tutkittu mm. Pienpuualan Toimikunnassa (Siimes 1960, Viitaniemi 1960, Wahlman 1962, Heliövaara 1964, Aittomäki 1965, Taipale 1965). Purua on tosin käytetty jo 1940 luvulta lähtien jossakin määrin moniin muihinkin tarkoituksiin, joskin valtaosa purusta on ollut vailla taloudellista käyttöä. Purua on teknisesti voitu soveltaa moniin käyttömuotoihin, kuten nesteiden imeytysaineeksi, maanparannusaineeksi, puhdistus- ja pakkausaineeksi, eristeeksi, muovien ja erilaisten kemikaalioiden valmistukseen sekä huonekaluteollisuuteen (Davey 1953, Heiskanen 1961, Dost 1965, Hallenberg 1965, Rjabinin 1965, Heiskanen 1970, Vihreva ym. 1970). Jo 1950 luvun alussa kokeiltiin jossakin määrin purun soveltuvuutta myös levyteollisuuden raaka-aineeksi.

Viime vuosikymmenen alkupuolella purun käyttö alkoi kuitenkin vakiintua ja laajentua. Tällä hetkellä purun tärkeimpiä teollisia käyttömuotoja ovat seuraavat: 1. sellu- ja hioketeollisuus, 2. lastulevyteollisuus, 3. kuitulevyteollisuus. Ensimmäinen tehdas Suomessa aloitti purumassan keiton vuonna 1964 ja tällä hetkellä on toiminnassa kahdeksan purusellua tai hierrettä valmistavaa tehdasta. Purua sellun raaka-aineena ovat tutkineet mm. (Simmonds ja Hiller 1961, Anon. 1964, Isotalo ym. 1964, Soila ja Avela 1964, Isotalo ja Virkola 1965, Malcolm ym. 1969). Tutkimukset osoittavat mm., että sahanpurusta voidaan valmistaa hieman tavallista lyhyempää keittoaikaa käyttäen normaalisaantoista sulfaattimassaa, jonka lujuusarvot ovat hakemassojen arvoja huonommat mutta vielä useiden lehtipuumassojen veroisia (Isotalo ym. 1964).

Purun käyttöä erilaisten kuitu- ja lastulevyjen raaka-aineena on tutkittu paljon (mm. Lajunen 1962, Vaajoensuu 1962, 1969 a, 1969 b, Liiri ja Juvonen 1963, Pekkinen 1964, Liiri 1965, Kusian 1966, Kopitović 1967, Liiri ja Kivistö 1969). Tutkimusten perusteella on havaittu, että sahanpuru tulee lastulevyissä kysymykseen vain erikoistapauksessa varsinaisena levyaineksena. Keskilastussa täytyisi purua sen sijaan käyttää vähintään 20 %, jotta saavutettai-

siin edullinen vaikutus levyn lujuusominaisuuksiin (Liiri 1965, Helge 1957 ja 1963). Käytettäessä purua levyn pintakerroksissa saadaan tiivis ja tasainen pinta, joka helpottaa myös levyn edelleen käsittelyä.

Purun käyttö on viime vuosien aikana jatkuvasti lisääntynyt samalla kun sen arvo raaka-aineena on noussut. Käytölle on vielä tällä hetkellä ominaista alueittainen hajanaisuus, mutta purua voidaan kuitenkin jo pitää yhtenä sahateollisuuden sivutuotteista ja puutavaralajeihin kuuluvana.

Purua syntyy sahauksen yhteydessä, sahausmenetelmästä ja tukin koosta riippuen, 10—15 % tukin tilavuudesta. Jos lasketaan purumääräksi keskimäärin 0.83 i-m^3/m^3 sahatavaraa, nousi purun kokonaismäärä piensahat mukaan lukien vuonna 1973 6.5 miljoonaan irtokuutiometriin. Purun määrä riippuu mm. sahakoneesta, terän leveydestä sekä teroitustavasta (tyssäys tai haritus). Purun laatuun vaikuttavat mm. seulonta, sahakone, kehäsahan iskunpituus ja syöttönopeus (Isomäki 1970). Normaalissa kehä- tai pyörösahauksessa sahan terät leikkaavat puuta syiden suuntaan. Puun poikkisahauksessa leikkaussuunta sen sijaan on syiden poikkisuuntaan, ja puusta irti leikkautuvien osasten koko ja muoto erilainen kuin edellä mainituissa menetelmissä. Purun laatu riippuu teknisten vaikuttajien lisäksi puuaineen ominaisuuksista.

Raekoko on tärkeimpiä purun laatuun vaikuttavia tekijöitä, sillä siitä riippuu sellun keitossa saatavien kuitujen pituus sekä tuotteen ominaisuudet levyteollisuudessa. Purun kuidun pituus vaihtelee 1.0—1.2 mm:in, kun mänty- ja kuusipuun kuidun pituus sen sijaan on keskimäärin 3.0 ja 3.5 mm (Puumassan valmistus II, 1968). Paitsi teknisistä laitteista raekoko riippuu puun kosteudesta, laadusta ja jäätyneisyydestä. Seulonnalla voidaan säädellä raekokoa ja poistaa epäsuotuisat jakeet ennen käyttöä.

Muita purun laatuun ja käyttökelpoisuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat kuoripitoisuus, raaka-aineena käytetyn puun paino, sekä purun tiheys eli kiintomittaprosentti purua kuljetettaessa (vrt. sivu 15). Kosteus on ratkaiseva tekijä käytettäessä purua polttoaineena.

Purun mittaus tapahtuu samoin kuin hakkeellakin pääasiassa irtokuutioina, ja puruirtokuution kiintopuumäärä ja paino riippuvat samoista tekijöistä kuin hakkeellakin (Uusvaara 1969 ja 1972).

Purua tutkittiin aikaisemmin paljon nimenomaan polttoaineena käytön kannalta. Käyttömahdollisuuksien laajennuttua on selvitelty myös purun laadullisia ominaisuuksia (Isomäki 1970). Tähän asti tehdyt tutkimukset purun ominaisuuksista ovat kuitenkin olleet alueellisesti rajoitettuja, ja ne on suoritettu suhteellisen pienillä aineistoilla.

Esillä olevan tutkimuksen tarkoituksena on selvittää purun laatua useimmilla suurilla purua käyttävillä teollisuuslaitoksilla maan eri osissa. Siten voidaan vertailla myös eri jalostusprosesseissa käytetyn purun laadullista

eroavuutta. Talviaikana vaikuttavat purun laatuun sekä tukkien ja purun jäätyminen että purun joukkoon joutunut lumi ja jää. Siksi tuloksia tarkastellaan sekä kesä- että talviaikana kootun aineiston pohjalta. Tärkein sahalaitoksilla syntyvä sivutuote on hake, jonka mittaus, kuljetus ja osittain käsittelykin tapahtuu samoin kuin purulla. Eräitä purun ominaisuuksia verrataan hakkeesta aikaisempien tutkimusten perusteella saatuihin arvoihin. Oheiseen tutkimukseen kuuluu osana haastattelujen perusteella saatuja, yhteenvedon luonteisia tietoja eri käyttäjien purulle asettamista vaatimuksista, purun kuljetukseen ja käyttöön liittyvistä kysymyksistä sekä purun jalosteelle antamista ominaisuuksista.

Tilavuusyksikön sisältämää puumäärää kuvaavina käsitteinä on puutavaran mittauksessa käytetty pinotiheyttä (k-m^3/p-m^3) kuitupuulla ja hake- tai purutiheyttä (k-m^3/i-m^3) hakkeella ja purulla. Mittausneuvosto on kuitenkin hyväksynyt k i i n t o m i t t a p r o s e n t i n käytön pinotiheyden sijasta kuitupuun mittauksessa, ja käsillä olevassa työssä tullaan purun tiheyttä kuvattaessa käyttämään samaa termiä. Kiintomittaprosentilla ymmärretään kiinteän tilavuuden osuutta prosentteina kehysmitasta.

2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO

21. Tutkimusmenetelmä

Aineisto perustuu pääasiassa purun autokuormina tehtyihin mittauksiin ja näytteenottoon, jolloin autokuorma muodosti yhden näytteen perusjoukosta. Sahoilta eri käyttäjätehtaille kuljetetut purukuormat tasoitettiin lähtöpäässä niitä polkematta tai tiivistämättä kuormatilan laidan tasalle. Kuormat punnittiin käyttöpaikalla tai sen lähettyvillä, koska autovaaka oli yleensä käytettävissä vain suurella teollisuuspaikkakunnalla. Ajoneuvot punnittiin myös joka päivä tyhjinä. Kuorma tasoitettiin perillä ja mitattiin vajoama kuormatilan eri osista. Tuntemalla kuormatilan mitat, kuorman paino ja tilavuus perillä voitiin laskea painuma sekä irtokuutiopaino ennen ja jälkeen kuljetuksen.

Painuman laskennassa aiheuttaa virhettä se, että lavaa ei aina peitetty kuljetuksen ajaksi, jolloin osa kuorman pintaosien purusta saattoi lentää pois. Tämän haitan poistamiseksi kuormia myös kasteltiin joissakin tapauksissa ennen kuljetusta. Purun hienoimmat jakeet saattavat kuitenkin valua tielle myös kuormatilan raoista. Kuorman pieneneminen edellä mainituista syistä on usein niin huomattavaa, että painumaa voitaisiin paremminkin kutsua puru- tai kuljetushäviöksi.

Kuorman purkamisen yhteydessä otettiin kosteusnäyte, joka koostui viidestä kymmeneen litran näyte-erästä. Purun lajittuneisuuden takia näytteen osaerät otettiin pienin välein purkamisen aikana. Sekoittamalla homogenisoidusta näytteestä otettiin edelleen litran näyte, joka punnittiin tuoreena ja uunikuivana. Näytteen perusteella määritettiin purun kosteus sekä kuorman ja irtokuutioyksikön kuivapaino.

Puuaineen tiheyden (kg/k-m^3) määrittäminen purun kaltaisesta hienojakoisesta aineesta on vaikeata. Kuormien kiintomittaprosentin selvittämiseksi käytettiin sen vuoksi keskimääräisiä, muissa tutkimuksissa saatuja puuaineen tiheysarvoja (U u s v a a r a 1969 ja 1972, H a k k i l a 1968). Männyn puuaineen tiheyden maan eri osissa esiintyvän vaihtelun vuoksi maa jaettiin tiheysvyöhykkeisiin seuraavasti.

	Puuaineen tiheys, kg/k-m³
Etelä- ja Keski-Suomi	408
Pohjois-Pohjanmaa ja Kainuu	412
Etelä-Lappi	395

Kuusella käytettiin koko maassa arvoa 384 kg/k-m³.

Kunkin sahan toimittamasta purusta otettiin myös seulontanäytteitä. Koska näytteenotto joka kuormasta on liian työlästä, otettiin tutkittavaksi valikoimatta esimerkiksi joka toinen, joka kolmas kuorma jne. Kuitenkin pyrittiin ottamaan vähintäin viisi näytettä yhden sahan purutoimituksista. Näytteet otettiin ja käsiteltiin Oy Keskuslaboratorion kehittämien hakkeen näytteenotto- ja analyysimenetelmien mukaisesti (S a u k k o n e n 1972).

Kuorman purkamisen yhteydessä täytettiin litran mitta-astia purulla pienin aikavälein kunnes kokonaismäärä oli 16 litraa. Tästä 15 litraa käytettiin seulontakokeisiin ja muu osa kuoripitoisuuden selvittämiseksi. Näyte säilytettiin muovipussissa laboratoriokäsittelyä varten. Se seulottiin Williams-koeseulalla, jonka päällekkäisissä seulalevyissä olevien pyöreitten reikien läpimitat olivat: 6, 3, 2 ja 1 mm. Seulonta-aika oli 5 minuuttia, ja kunkin fraktion osuus laskettiin prosentteina näytteen kokonaispainosta.

Kuoren osuus määritettiin noin puolen litran suuruisista näytteistä, sekä tuore- että kuivapainoista laskien. Hienoksi murskautuneen kuoren ja varsinkin vaalean nilan erottaminen näytteestä on vaikeata. Tämä sekä näytteen pienuus aiheuttavat jossakin määrin epävarmuutta tulosten luotettavuudessa, josta johtuen saadut kuoriprosentit ovat todennäköisesti hieman liian alhaisia.

Eräillä tehtailla purun kuljetus käyttöpaikalle tapahtui omalta sahalaitokselta kuljettimella. Tällöin liikkuvalta kuljettimelta otettiin joitakin kertoja päivässä näyte siten, että purua kaapattiin 10 kertaa minuutin välein litran erä, josta lopullinen näyte erotettiin. Seulontanäytteeksi otettiin samalla periaatteella keräten noin 15 litraa purua.

Kullakin sahalaitoksella merkittiin muistiin tietoja purun laatuun vaikuttavista menetelmistä sekä koneista ja laitteista, erityisesti sahakoneista ja seuloista.

Purua käyttävillä tehtailla suoritettiin purua koskeva kysely tätä tarkoitusta varten suunnitellun kaavakkeen mukaan.

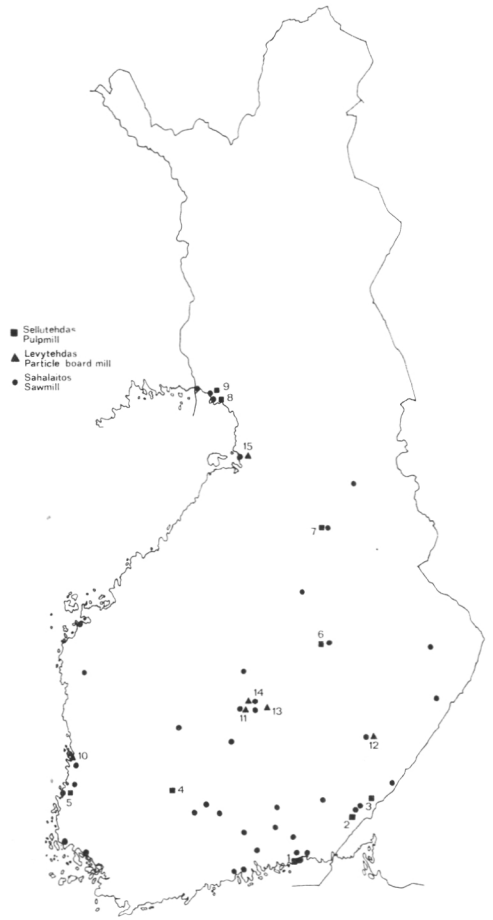
22. Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto kerättiin kuvan 1 osoittamilta purun käyttäjätehtailta. Kuvaan on merkitty myös purua toimittaneiden sahalaitosten sijainti. Autokuormina kuljetettu aineisto jakautui eri tehtaitten ja sahojen kesken puulajeittain taulukon 1 mukaisesti. Taulukosta nähdään lisäksi käytetyt sahakonetyypit ja mallit. Aineistosta, jonka kokonaismäärä on 303 autokuormaa ja 9 022 i-m³ purua, on noin kaksi kolmasosaa mäntyä ja yksi kolmasosa kuusta.

Taulukko 1. Aineiston jakautuminen puulajeittain ja sahauskoneen mukaan.
Table 1. Distribution of the material by tree species and sawing machine.

Ostajatehdas *Purchasing mill*	Sahalaitos *Sawmill*	Sahauskone *Sawing machine*		Purukuormia, kpl *Number of sawdust loads*				
		Tyyppi *Type*	Merkki *Make*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Havuseka *Mixed softwood*	Yhteensä *Total*	i-m³ *Loose, m³*
1.	1.	Kehäsaha	Johansson (1 kpl),					
		Frame saw	Bolinder (4 kpl)	—	—	—	—	134.73
	2.	»	Otso, Karhula	—	10	—	10	448.36
	3.	»	» »	6	—	—	6	224.46
	4.	»	» »	3	—	—	3	101.20
	5.	»	Raute A 9	—	3	3	6	110.64
	6.	»	Otso, Karhula					
	7.	»	Aura 24″	—	3	—	3	99.92
	8.	»	Otso, Karhula	8	—	—	8	248.00
	9.	»	» »	8	2	—	10	336.00
	10.	»	Johansson, Raute	5	—	—	5	106.70
2.	11.	Kehä + Vanne						
		Frame + Band	Otso, Karhula	20	—	—	20	581.64
	12.	Kehäsaha	I Otso, Karhula					
		Frame saw	II Söderhamn	20	—	—	20	714.17
	13.	»	Sulo 51 (Kone ja Terä)	—	—	3	3	99.36
3.	14.	Kehä + Vanne						
		Frame + Band	Otso, Karhula	28	—	—	28	1 098.68
	15.	Kehäsaha						
		Frame saw	Sulo, (Kone ja Terä)	—	10	—	10	211.30
	16.	»	Aura	—	—	2	2	78.64
4.	17.	»	Bolinder, Otso, Karhula	6	—	—	6	182.46
	18.	»	Bolinder	—	1	—	1	37.49
	19.	»	Otso, Karhula	3	2	4	9	298.56
	20.	Kehä + Vanne	Bolinder, Otso, Karhula					
		Frame + Band		7	—	—	7	223.16
5.	21.	Kehäsaha	Otso, Karhula					
		Frame saw	» »	3	—	—	3	120.93
	22.	»	Sulo, (Kone ja Terä)	—	6	—	6	130.38
	23.	»	Otso, Karhula	—	8	—	8	279.76
	24.	»	» »	11	10	—	21	311.64
	25.	»	» »	10	13	—	23	897.62
	26.	»	Otso, Karhula, Peto,					
			(Kone ja Terä)	5	—	—	5	198.59
	27.	»	Aura	—	—	4	4	126.69
6.	28.	»	Otso, Karhula	11	—	—	11	217.21
	29.	»	Söderhamn	6	—	—	6	192.48
7.	30.	»	Otso, Karhula	[1]) 8	—	—	8	85.52
8.	31.	»	Bolinder					
9.	32.	»	Otso, Karhula					
	33.	»	Bolinder 24″ ja 20″					
10.	34.	»	Otso, Karhula					
11.	35.	»	» »					
12.	36.	»	» »	—	5	2	7	138.53
13.	37.	»	» »	6	—	—	6	104.94
	38.	»	Söderhamn	5	—	—	5	62.75
14.	39.	»	Otso, Karhula					
15.	40.	»	Bolinder	11	10	—	21	558.08
	41.	»	Johansson	—	8	—	8	261.12
			Yhteensä — *Total*	190	95	18	303	9 021.71

[1]) Polttopurua
Sawdust for burning



Kuva 1. Tutkimuksen piiriin kuuluneitten sahanpurun toimittaja- ja käyttäjätehtaitten sijainti.

Fig. 1. Location of the sawdust supplier and user mills covered by the study.

Kuormien jakautuminen purun eri käyttäjien kesken, kuljettimelta otettujen näytteiden määrä sekä purun käyttäjien lukumäärä nähdään seuraavasta asetelmasta.

	Kuormia, kpl	Muita näytteitä, kpl	Käyttäjätehtaita, kpl
Massan valmistus	241	73	8
Kuitulevyn valmistus	14	44	3
Lastulevyn valmistus	40	24	3
Polttopuru	8	—	1
Yhteensä, kpl	303	141	15

Aineiston näytteiden yhteismäärä lukien kuormat ja muut näytteet on siis 444 kappaletta.

Purun ja hakkeen kuormaustavalla on merkitystä kuorman tiiviyden kannalta. Käytetyt kuormausmenetelmät ovat: kuormaus siilosta, kuormaus kuljettimelta tai kentältä kauhakuormaajalla. Tutkimuskuormien jakautuminen kuormaustavoittain oli seuraava.

Kuormaustapa	Kuormia, kpl	%
Siilosta	201	58.3
Kentältä	60	17.4
Kuljettimelta	84	24.3
Kaikki yhteensä	345	100.0

Purun seulonta riippuu pääasiassa sahalaitoksen koosta ja purun käyttötarkoituksesta. Myytäväksi tarkoitettu puru jätetään seulomatta usein silloin, jos ostaja huolehtii seulonnan suorittamisesta. Toisaalta purua käyttävä laitos seuloo usein ostopurun vaikka se onkin seulottu jo sahalaitoksella. Oheinen asetelma osoittaa, että noin puolet toimitetusta purusta oli seulottua.

	Kuormia, kpl	%
Seulottu	230	51.8
Seulomaton	214	48.2
Kaikki yhteensä	444	100.0

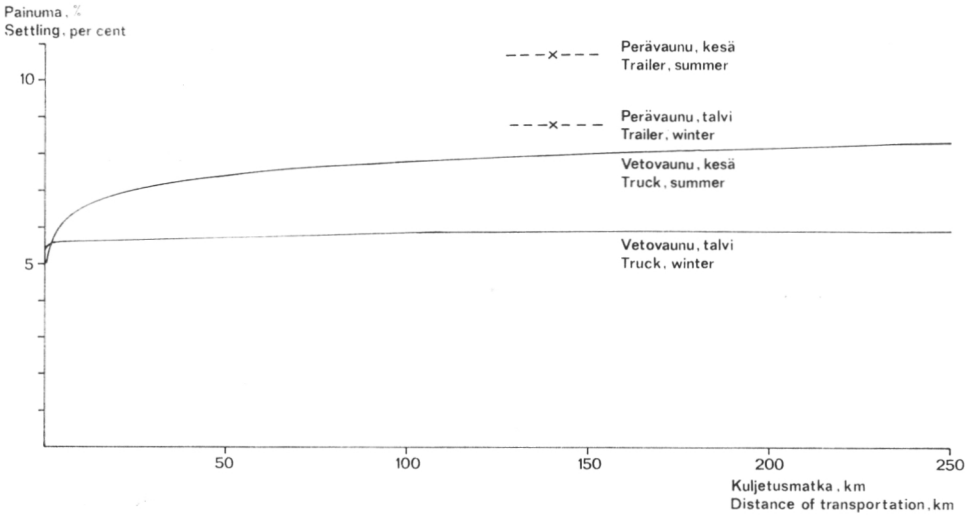
3. TUTKIMUSTULOKSET

31. Purun kuljetuksen aiheuttama painuma

Kuvassa 2 esitetään purukuormien painuma, johon liittyy purun varisemisesta tai ilmavirrasta johtuva »kuljetushäviö», kuljetusmatkan funktiona kesä- ja talviaikana. Regressioyhtälöt ovat seuraavat:

		s
Vetovaunu, kesä	$Y = 5.258 + 0.554 \times \log X$	2.0
Vetovaunu, talvi	$Y = 5.767 + 0.011 \times \log X$	1.4

Y = purukuorman painuma, %
X = kuljetusmatka, km



Kuva 2. Sahanpurukuormien painuma kuljetusmatkan funktiona.
Fig. 2. Settling of the sawdust loads as a function of the transport distance.

Perävaunukuormien havaintoaineiston osittaisen niukkuuden ja epätasaisen jakautuman vuoksi ei ole voitu esittää niitä koskevia kuvaajia, vaan on tyydytty vain piirtämään näkyviin painumien keskiarvot. Perävau-

nujen painumat ovat huomattavasti vetovaunujen arvoja korkeammat, mutta talvella kummankin lavatyypin painuma-arvot laskevat jyrkästi. Talviaikana kuormat jäätyvät jo kuljetuksen alkuvaiheessa eikä painuma sen jälkeen enää lisäänny. Jäätyminen riippuu kuitenkin huomattavassa määrin purun kosteudesta. Oheinen asetelma esittää painumien keskiarvot lavatyypeittäin.

	Painuma, %	s
Vetovaunu, kesä	6.9	2.3
Vetovaunu, talvi	5.7	1.7
Perävaunu, kesä	10.7	2.6
Perävaunu, talvi	8.8	1.5

Perävaunun painuma on siis noin 3—4 prosenttiyksikköä vetovaunun vastaavaa arvoa korkeampi. Seuraavassa asetelmassa esitetään painuma eri kuljetusmatkoilla.

Kuljetusmatka, km	Kuormia, kpl	Painuma, %	s
0— 15	113	6.1	1.6
16— 40	15	7.0	4.6
41—100	51	8.2	2.9
100—	42	9.0	2.3
Kaikki	221	7.2	2.7

Purun painumat eli »kuljetushäviöt» ovat 2—3 prosenttiyksikköä suuremmat kuin hakkeella (U u s v a a r a 1969 ja 1972). Tämä johtuu kuorman pienestä alkutiheydestä sekä siitä, että puru lentää keveänä aineena helposti pois kuormatilasta mikäli lavaa ei peitetä.

32. Purun kiintomittaprosentti

Kiintomittaprosentilla ymmärretään aineen kiinteän tilavuuden osuutta prosentteina kehysmitasta.

Taulukosta 2 nähdään purun kiintomittaprosentti eri vuodenaikoina ennen ja jälkeen kuljetuksen suoritetun mittauksen perusteella. Talvella kiintomittaprosentti on melkein neljä yksikköä alhaisempi kuin kesällä, ja ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä. Sekapurun alhaiseen tiheyteen lienee vaikuttanut muista poikkeava kuormaus, joka tapahtui kuljettimelta pudottaen. Purun kiintomittaprosentin vuotuiseksi keskiarvoksi saatiin kesä- ja talvikuukausilla painottaen 34.7 % ennen- ja 37.4 % jälkeen kuljetuksen.

Taulukko 2. Sahanpurun kiintomittaprosentti puulajeittain ennen ja jälkeen kuljetuksen.

Table 2. Solid wood content of sawdust by tree species before and after transport.

Purulaji *Kind of sawdust*	Kuormia, kpl *Number of loads*	Kiintomittaprosentti *Solid wood content, per cent*		Hajonta *Dispersion*		Vaihtelurajat perillä *Range of variation on arrival*
		Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*	Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*	
		Kesäaika — *Summer*				
Mänty — *Pine*	95	35.8	38.6	1.6	1.7	34.1—42.5
Kuusi — *Spruce*	59	35.8	38.7	2.5	2.4	31.8—44.3
Seka — *Mixed*	3	36.0	39.3	1.3	0.7	38.5—39.9
Kaikki — *All*	157	35.8	38.7	2.0	2.0	21.8—44.3
		Talviaika — *Winter*				
Mänty — *Pine*	52	33.1	35.5	4.3	4.6	22.0—42.1
Kuusi — *Spruce*	2	32.2	33.0	0.0	0.6	32.5—33.4
Seka — *Mixed*	3	26.0	27.1	0.0	0.4	26.8—27.5
Kaikki — *All*	57	32.7	35.0	4.4	4.8	22.0—42.1
		Koko vuosi — *Whole year*				
Mänty — *Pine*	147	34.8	37.4	3 1	3 4	22.0—42.5
Kuusi — *Spruce*	61	35.7	38.4	2.5	2.6	31.8—44.3
Seka — *Mixed*	6	31.7	33.2	5.4	6.7	26.8—39.9
Kaikki — *All*	214	35.0	37.4	3.1	3.4	22.0—44.3

Taulukko 3. Kiintomittaprosentin riippuvuus lastaustavasta.

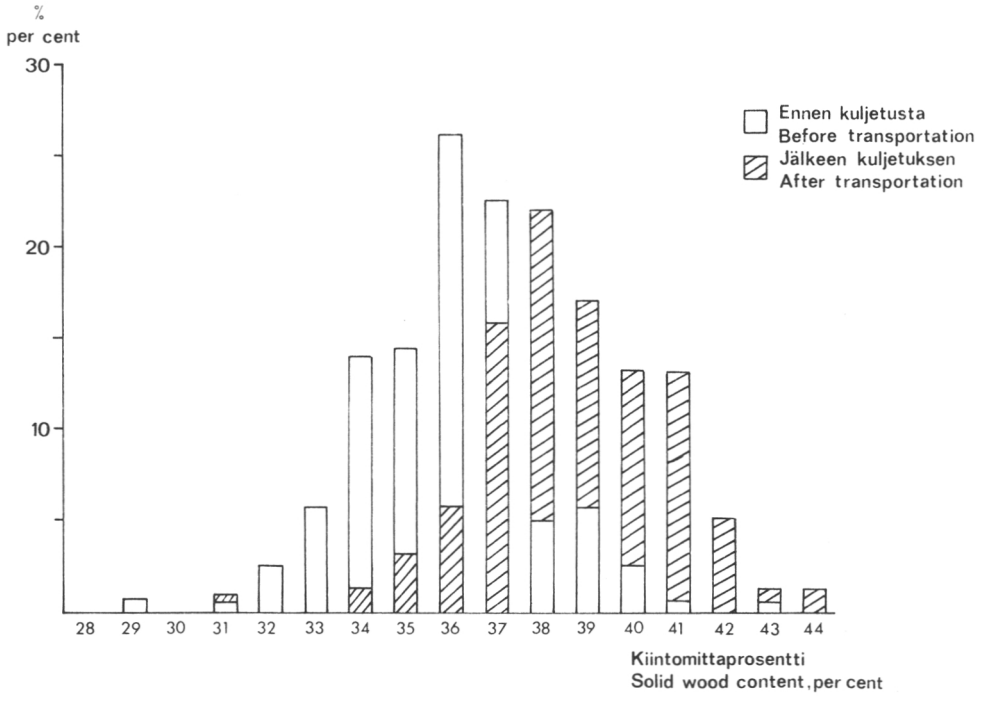
Table 3. Correlation between solid wood content and the loading method.

Kuormaustapa *Method of loading*	Kuormia, kpl *Number of loads*	Kiintomittaprosentti *Solid wood content, per cent*		Hajonta *Dispersion*		Vaihtelurajat perillä *Range of variation on arrival*
		Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*	Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*	
		Kesäaika — *Summer*				
Siilosta — *From a silo*	98	36.2	39.6	2.1	2.1	31.8—44.3
Kentältä — *From yard* ...	27	35.9	38.9	1.9	1.9	34.1—41.4
Kuljettimelta — *From a conveyor*	32	34.7	37.5	1.2	1.3	34.8—41.2
Kaikki — *All*	157	35.8	38.7	2.0	2.0	31.8—44.3
		Talviaika — *Winter*				
Siilosta — *From a silo*	30	32.4	34.3	4.2	4.7	22.0—38.7
Kentältä — *From yard* ...	12	32.4	35.5	6.2	6.6	22.8—42.1
Kuljettimelta — *From a conveyor*	15	33.6	36.0	3.1	3.4	27.0—38.9
Kaikki — *All*	57	32.7	35.0	4.4	4.8	22.0—42.1
		Koko vuosi — *Whole year*				
Siilosta — *From a silo*	128	35.3	37.9	3.1	3.5	22.0—44.3
Kentältä — *From yard* ...	39	34.8	37.9	4.0	4.2	22.8—42.1
Kuljettimelta — *From a conveyor*	47	34.3	37.0	2.1	2.3	27.0—41.2
Kaikki — *All*	214	35.0	37.7	3.1	3.4	22.0—44.3

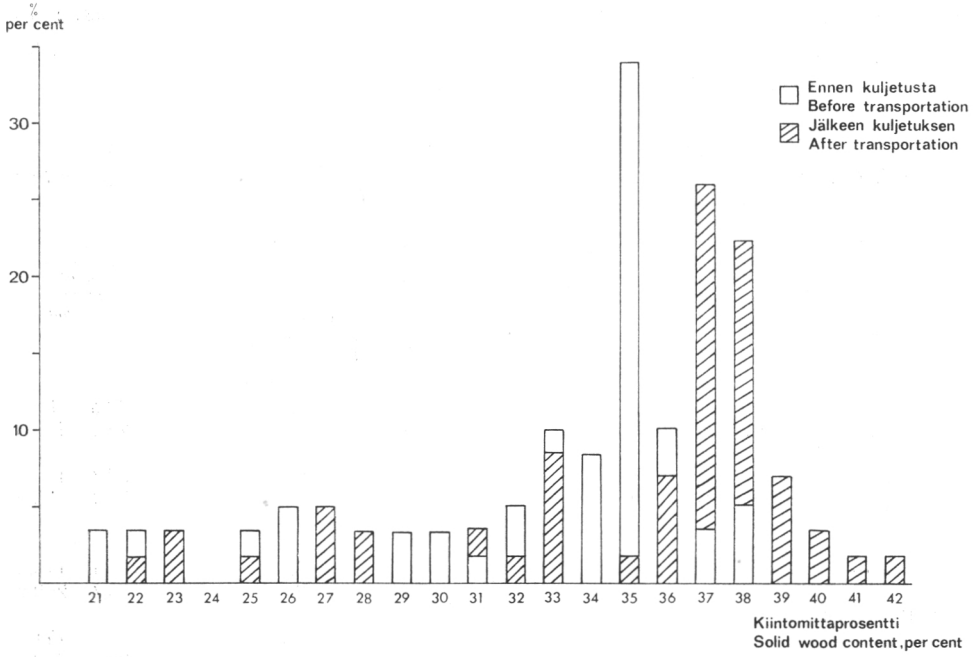
Tässä työssä saadut tulokset poikkeavat paljon tähän asti käytetyistä purun kiintomittaprosenteista. Taipale (1965), Ljungberg (1973) ja muut ovat käyttäneet lukua 30.0 ja Isomäki (1970) suosittelee kiintomitta-arvoja 32—33 autokuormatiheyksiksi. Arvot on saatu laatikkomittausten perusteella olettaen, että laatikkotiheys on 84 % autokuormatiheydestä. Nyt saadut tulokset osoittavat kuitenkin, että suhdeluku on vain 75—80 prosenttiyksikköä mittauspaikasta riippuen.

Taulukossa 3 vertaillaan kuorman lastaustavan vaikutusta kiintomittaprosenttiin (vrt. sivu 12). Eri menetelmät ovat lastaus siilosta, lastaus kentältä kauhakuormaajalla sekä kuormaus kuljettimella. Kahden ensiksimainitun menetelmän välillä ei ole keskimäärin eroa, mutta kuljettimelta tapahtuva kuormaus näyttäisi johtavan hieman pienempään kiintomittaprosenttiin. Ero on tässä vertailussa tilastollisesti merkitsevä 5 %:n riskitasolla.

Seulotun ja seulomattoman purun kiintomittaprosenttien välillä ei ollut eroa. Eri sahakoneet tekevät fraktiojakautumaltaan ja rakeen muodon suhteen erilaista purua. Vorreiter (1966) sekä Janković ja Marinković (1968) ovat todenneet tutkimuksissaan kehyssahan kiintomittaprosentin pienemmäksi kuin pyörösahauksessa syntyvän purun tiheyden.



Kuva 3. Sahanpurun kiintomittaprosentin jakautuma ennen ja jälkeen kuljetuksen. Kesäaika.
Fig. 3. Distribution of the solid wood content of sawdust before and after transport. Summer season.



Kuva 4. Sahanpurun kiintomittaprosentin jakautuma ennen ja jälkeen kuljetuksen. Talviaika.
Fig. 4. Distribution of the solid wood content of sawdust before and after transport. Winter season.

Purun kiintomittaprosentti eroaa hakkeen vastaavista arvoista 2.0—2.5 prosenttiyksikköä (vrt. U u s v a a r a 1972). Ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä. Purun kiintomittaprosentin hajonta on kuitenkin huomattavasti suurempi kuin hakkeella, ja arvot vaihtelevat laajoissa rajoissa etenkin talvella (kuvat 3 ja 4). Kiintomittaprosentti vaihtelee keskimäärin 22—44 prosenttiyksikön välissä. Arvojen huomattavat erot johtuvat pääasiassa lumen ja jään talvella aiheuttamasta alhaisesta tiheydestä, kuormien jäätymisestä sekä pienestä raekoosta ja sen vaihtelusta. Myös purun kosteudet kesä- ja talviaikana eroavat paljon toisistaan.

33. Purun kosteus

Purun kosteus riippuu vuodenajasta, tukkien varastoimistavasta ja varastointiajan pituudesta. Etenkin kesäaikana purun kosteus laskee veden haihtumisen johdosta sitä enemmän mitä pitempi on varastointiaika. Toisaalta talvella purun joukkoon joutuva lumi ja jää lisäävät kosteutta. Taulukossa 4 esitetään purun kosteuden riippuvuus tukkien varastoimistavasta. Kesällä eri tavoin varastoiduista tukeista syntyvä puru on merkittävästi

talviaikana syntynyttä purua kuivempaa. Erojen tärkein aiheuttaja on purun joukkoon talvella joutuva lumi ja jää. Tämä ilmenee myös kosteuden korkeista maksimiarvoista talviaikana.

Taulukko 4. Sahanpurun kosteuden riippuvuus tukkien varastoimistavasta.
Table 4. Correlation between the moisture of sawdust and the method of storing the logs.

Varastoimistapa *Method of storage*	Näytteitä, kpl *Number of samples*	Kosteus, % *Moisture content, per cent*		Hajonta *Dispersion*		Vaihtelurajat kuivapainosta *Range of variation of dry weight*
		Kuivapainosta *Of dry weight*	Tuorepainosta *Of green weight*	Kuivapainosta *Of dry weight*	Tuorepainosta *Of green weight*	
		Kesäaika — *Summer*				
Vesivarasto — *In water* ...	91	119.4	54.3	10.4	2.2	98.5—155.2
Maavarasto — *On land* ...	119	100.6	50.0	9.8	2.5	72.1—125.3
Vesi-Maavarasto — *In water and on land*	106	109.3	52.1	10.4	2.3	89.4—132.9
Kaikki — *All*	317	109.0	51.8	12.8	4.0	72.1—155.2
		Talviaika — *Winter*				
Vesivarasto — *In water* ...	35	139.5	58.1	13.7	2.3	116.1—179.3
Maavarasto — *On land* ...	42	137.4	57.4	27.1	4.3	96.4—209.2
Vesi-Maavarasto — *In water and on land*	50	133.5	56.8	18.7	3.7	93.8—171.2
Kaikki — *All*	127	136.5	57.4	20.8	3.5	93.8—209.2
		Koko vuosi — *Whole year*				
Vesivarasto — *In water* ...	126	125.0	55.3	14.5	2.8	98.5—179.3
Maavarasto — *On land* ...	161	110.2	51.9	22.9	4.5	72.1—209.2
Vesi-Maavarasto — *In water and on land*	156	117.0	53.6	17.7	3.5	89.4—171.2
Kaikki — *All*	444	116.8	53.4	19.8	4.6	72.1—209.2

Vesivarastoiduista tukeista peräisin olevan purun kosteus on alhaisempi kuin sahanhakkeen kosteus (U u s v a a r a 1969 ja 1972). Tämä onkin luonnollista, koska puru sisältää kuivaa sydänpuuta enemmän kuin hake. Maavarastoidun raaka-aineen suhteen ei hakkeen ja purun kosteudessa ole havaittavissa eroa.

Suomessa tehtyjen tutkimusten mukaan voidaan esittää eri tavoin varastoidusta puusta lähtöisin olevalle purulle seuraavat keskiarvokosteudet.

	Kosteus kuivapainosta, %	
	Maavarastoitu puu	Vesivarastoitu puu
UUSVAARA 1974	110	125
ISOMÄKI 1970	97	109
TAIPALE 1965	112	124

Tuoreen sahapurun keskiarvoiseksi kosteudeksi mainitaan käsikirjassa 120 % (Mekaaninen puuteollisuus I, 1964). D a h m (1965) sanoo purun kosteuden vaihtelevan 65—150 prosenttiin, ja H i r n in (1970) mukaan erään tehtaan tuoreen purun kosteus oli 90 %.

34. Purun paino

341. Tuorepaino

Purun tuorepainoon vaikuttavat puuaineen kosteus, kiintomittaprosentti ja puuaineen ominaisuudet, etenkin sydänpuuprosentti. Taulukosta 5 nähdään puruirtokuutiometrin paino tukkien varastoimistapojen mukaan sekä puulajeittain ryhmittelynä. Vesivarastoitujen tukkien mäntypuru on vuotuisena keskiarvona noin 35 kg/i-m³ painavampaa kuin maavarastoiduista tukeista sahattu puru. Kuusipurulla sensijaan vastaava ero ei — ehkä osittain pienestä aineistosta johtuen — ole kovinkaan suuri. Jäätymisen vaikutus märän purun painon alenemiseen ilmenee myös vesivarastoidun purun painoa kesällä ja talvella kuvaavista luvuista. Mänty- ja kuusipurun painoero on keskimäärin 38 kg/i-m³ (taulukko 6).

Taulukko 5. Sahanpurun tuorepainon riippuvuus tukkien varastoimistavasta kuljetuksen jälkeen.

Table 5. Correlation between the green weight of sawdust and the method of storing the logs after transport.

Varastoimistapa *Method of storage*	Kuormia, kpl *Number of loads*			Paino, kg/i-m³ *Weight, kg/loose m³*			Hajonta *Dispersion*		
	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Seka *Mixed*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Seka *Mixed*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Seka *Mixed*
				Kesäaika — *Summer*					
Vesivarasto — *In water* ...	27	10	—	355.0	295.2	—	20.31	5.43	—
Maavarasto — *On land* ...	28	38	4	320.8	292.6	306.3	12.53	25.22	16.66
Vesi-Maavarasto — *In water and on land*	42	14	—	335.6	314.5	—	16.76	15.01	—
Kaikki — *All*	97	62	4	336.7	298.0	306.3	21.08	22.81	16.66
				Talviaika — *Winter*					
Vesivarasto — *In water* ...	10	—	—	332.1	—	—	33.93	—	—
Maavarasto — *On land* ...	15	2	3	302.9	306.8	254.0	28.82	3.04	3.21
Vesi-Maavarasto — *In water and on land*	27	—	—	353.6	—	—	19.21	—	—
Kaikki — *All*	52	2	3	334.9	306.8	254.0	33.27	3.04	3.21
				Koko vuosi — *Whole year*					
Vesivarasto — *In water* ...	37	10	—	348.8	295.2	—	26.30	5.43	—
Maavarasto — *On land* ...	43	40	7	314.5	293.3	283.9	21.25	24.77	30.37
Vesi-Maavarasto — *In water and on land*	69	14	—	342.7	314.5	—	19.72	15.01	—
Kaikki — *All*	149	64	7	336.1	298.2	283.9	25.90	22.50	30.32

Purun tehdaskohtaiset tuorepainot on esitetty taulukossa 7. Taulukosta puuttuvat ostajatehtaat eivät hankkineet purua autokuljetuksina, joten näytteet otettiin näissä tapauksissa kuljettimilta.

Taulukko 6. Sahanpurun tuorepaino purulajeittain ennen ja jälkeen kuljetuksen.
Table 6. Green weight of sawdust by sawdust types before and after transport.

Purulaji *Kind of sawdust*	Kuormia, kpl *Number of loads*		Paino, kg/i-m³ *Weight, kg/loose m³*		Hajonta *Dispersion*	
	Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*	Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*	Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*
			Kesäaika — *Summer*			
Mänty — *Pine*	90	97	309.3	336.7	36.89	21.08
Kuusi — *Spruce*	57	62	273.9	298.0	21.24	22.81
Seka — *Mixed*	4	4	275.7	306.3	5.84	16.66
Kaikki — *All*	151	163	295.0	321.2	35.73	28.65
			Talviaika — *Winter*			
Mänty — *Pine*	50	52	313.1	334.9	31.71	33.27
Kuusi — *Spruce*	2	2	299.6	306.8	2.69	3.04
Seka — *Mixed*	3	3	243.9	254.0	3.94	3.21
Kaikki — *All*	55	57	308.9	329.6	34.17	36.87
			Koko vuosi — *Whole year*			
Mänty — *Pine*	140	149	310.6	336.1	35.06	25.90
Kuusi — *Spruce*	59	64	274.8	298.2	21.39	22.50
Seka — *Mixed*	7	7	262.1	283.9	17.66	30.37
Kaikki — *All*	206	220	298.7	323.4	35.77	31.12

Taulukko 7. Sahanpurun tuorepaino eri ostajatehtailla.
Table 7. Green weight of sawdust at different buyer mills.

Tehdas Mill	Kuormia, kpl *Number of loads*	Paino, kg/i-m³ *Weight, kg/loose m³*		Hajonta *Dispersion*		Vaihtelurajat perillä *Range of variation on arrival*
		Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*	Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*	
			Mäntypuru — *Pine sawdust*			
1	21	279.8	313.2	28.37	37.59	261.1—398.8
2	39	331.4	352.8	11.29	16.26	323.6—380.3
3	21	312.3	334.7	23.46	12.23	306.7—354.8
4	9	302.5	322.2	6.85	14.96	287.3—339.7
5	23	313.2	338.2	22.32	24.81	260.7—367.4
6	17	323.3	354.1	16.76	17.28	318.1—392.3
7	8	291.1	311.7	6.08	6.45	305.7—324.9
15	11	300.3	320.0	7.83	7.56	309.9—334.5
Kaikki — *All*	149	310.6	336.1	35.06	25.90	260.7—398.8
			Kuusipuru — *Spruce sawdust*			
1	9	263.6	300.4	43.43	39.13	241.2—337.8
3	8	272.9	296.2	21.30	15.02	269.4—308.9
5	29	267.8	287.9	12.79	16.06	253.6—310.9
15	18	289.9	314.7	14.30	12.82	253.6—335.5
Kaikki — *All*	64	274.8	298.2	21.39	22.50	241.2—537.8
			Havusekapuru — *Mixed softwood sawdust*			
1	3	243.9	254.0	3.94	3.21	250.3—256.0
2	2	275.0	295.0	7.00	4.38	291.9—298.1
3	2	276.5	317.5	7.14	17.54	305.1—329.9
Kaikki — *All*	7	262.1	283.9	17.66	30.37	250.3—329.9

Oheisessa asetelmassa verrataan tuoreen sahanpuruirtokuution ja sahanhakeirtokuution painoa puulajeittain käyttäjätehtaalla (U u s v a a r a 1969 ja 1972).

	Kg/i-m³ Mänty	Kuusi	
Puru	336	298	
Sahanhake	366	358	(UUSVAARA 1969)
	365	341	(UUSVAARA 1972)

Tuore puru on männyn osalta noin 30 kg ja kuusen osalta keskimäärin noin 50 kg/i-m³ haketta kevyempää.

342. Kuivapaino

Puruirtokuution kuivapainoon vaikuttavat pääasiassa lastaustapa, kuormauslaitteitten rakenne, puuaineen paino ja raekoko. Lastutustavan vaikutusta kuivapainoon esittää taulukko 8. Kesäaikana johtaa kuljettimella lastaus siilokuormaukseen verrattuna alhaisempaan kuivapainoon, kun taas talvella kuormaustapojen eroilla ei näyttäisi olevan sanottavaa merkitystä kuivapainon kannalta. Lukujen vertailukelpoisuutta tässä tapauksessa vähentää kuitenkin jossakin määrin puulajitietojen puuttuminen.

Taulukko 8. Sahanpurun kuivapainon riippuvuus lastaustavasta.
Table 8. Correlation between the dry weight of sawdust and the loading method.

Lastaustapa *Method of loading*	Kuormia, kpl *Number of loads*	Paino, kg/i-m³ *Weight, kg/loose m³*		Hajonta *Dispersion*		Vaihtelurajat perillä *Range of variation on arrival*
		Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*	Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*	
		Kesäaika — *Summer*				
Siilosta — *From a silo*	98	144.3	155.8	7.92	7.83	122.6—173.5
Kentältä — *From yard* ...	28	142.1	156.5	7.14	9.89	138.9—168.9
Kuljettimelta — *From a conveyor*	32	136.4	147.2	8.39	8.67	134.5—167.8
Kaikki — *All*	158	142.3	154.2	8.45	9.06	122.6—173.5
		Talviaika — *Winter*				
Siilosta — *From a silo*	30	130.7	138.8	18.69	20.29	90.1—158.3
Kentältä — *From yard* ...	12	132.3	144.1	25.24	27.02	92.8—171.9
Kuljettimelta — *From a conveyor*	15	128.9	146.8	13.87	13.73	110.3—158.6
Kaikki — *All*	57	133.3	142.0	19.15	20.41	90.1—171.9
		Koko vuosi — *Whole year*				
Siilosta — *From a silo*	128	141.1	151.8	12.64	13.92	90.1—173.5
Kentältä — *From yard* ...	40	138.9	152.8	15.99	17.52	92.8—171.9
Kuljettimelta — *From a conveyor*	47	137.2	147.1	10.40	10.40	110.3—167.8
Kaikki — *All*	215	139.8	151.0	12.89	14.09	90.1—173.5

Taulukko 9. Sahanpurun kuivapaino purulajeittain kesä- ja talviaikana.
Table 9. Dry weight of sawdust by sawdust types in the summer and winter.

Purulaji *Kind of sawdust*	Kuormia, kpl *Number of loads*	Paino, kg/i-m³ *Weight, kg/loose m³*		Hajonta *Dispersion*		Vaihtelurajat perillä *Range of variation on arrival*
		Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*	Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*	
		Kesäaika — *Summer*				
Mänty — *Pine*	95	145.6	157.7	5.77	6.90	138.9—173.5
Kuusi — *Spruce*	59	137.1	148.3	9.57	9.29	122.6—170.5
Seka — *Mixed*	4	142.9	158.7	5.69	6.37	152.0—167.3
Kaikki — *All*	158	142.3	154.2	8.45	9.06	122.6—173.5
		Talviaika — *Winter*				
Mänty — *Pine*	52	135.6	144.7	18.12	18.91	90.1—171.9
Kuusi — *Spruce*	2	124.1	127.0	0.21	2.12	125.5—128.5
Seka — *Mixed*	3	100.3	104.4	0.75	0.70	103.7—105.1
Kaikki — *All*	57	133.3	142.0	19.15	20.41	90.1—171.9
		Koko vuosi — *Whole year*				
Mänty — *Pine*	147	142.0	153.1	12.71	13.93	90.1—173.5
Kuusi — *Spruce*	61	136.6	147.6	9.70	9.91	122.6—170.5
Seka — *Mixed*	7	124.6	135.4	23.16	29.35	103.7—167.3
Kaikki — *All*	215	139.8	151.0	12.89	14.09	90.1—173.5

Mäntypuruirtokuution kuivapaino on noin 10 kg/i-m³ kuusipurua suurempi (taulukko 9). Talvella ero ilmeisesti pienenee jäätymisen johdosta, mutta kuusipurun talviaineiston vähyydestä johtuen tämän tekijän vaikutusta ei voitu tarkistaa. Mänty- ja kuusipurun kuivapainoiksi saatiin 142.0 ja 136.6 kg/i-m³ lähtömittauksen sekä 153.1 ja 147.6 kg/i-m³ tulomittauksen mukaan. Kesällä mitattu irtokuutiometri kuivaa mäntypurua on 13 kg/i-m³ painavampi kuin talvella. Ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä.

Koska painuma kasvoi kuljetusmatkan pidetessä (sivu 13), pitäisi myös kiintopuuprosentin ja kuivapainon kasvaa samassa suhteessa. Kuivapainon lisääntyminen matkan funktiona ei kuitenkaan ole näin tasaista, kuten nähdään seuraavasta asetelmasta. Tämän ilmiön aiheuttaa ilmeisesti jossakin määrin purun variseminen kuormasta kuljetuksen aikana.

Kuljetusmatka, km	Kuivapaino, kg/i-m³ Mäntypuru	Kuusipuru
0— 15	153	149
16— 40	152	144
41—100	143	142
100—	163	155

Taulukoissa 10 ja 11 esitetään purun kuivapaino eri käyttäjätehtailla kesällä ja talvella. Kuusi- ja havusekapuruaineiston vähyyden vuoksi ei ole voitu esittää niitä koskevia kuivapainoja talviaikana.

Taulukko 10. Sahanpurun kuivapaino purulajeittain eri ostajatehtailla. Kesäaika.
Table 10. Dry weight of sawdust by types of sawdust at different buyer mills. Summer season.

Tehdas Mill	Kuormia, kpl *Number of loads*	Paino, kg/i-m³ *Weight, kg/loose m³*		Hajonta *Dispersion*		Vaihtelurajat perillä *Range of variation on arrival*
		Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*	Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*	
		Mäntypuru — *Pine sawdust*				
1	9	148.6	162.4	7.78	4.41	152.1—166.7
2	20	147.1	155.7	3.31	2.49	150.4—159.8
3	13	148.8	163.9	2.22	3.80	157.9—168.9
4	9	147.5	158.1	2.46	6.15	143.6—163.7
5	8	148.6	164.9	6.26	7.70	155.8—173.5
6	17	141.8	155.3	7.74	7.97	138.9—167.8
7	8	145.5	155.7	3.38	3.73	150.7—162.2
15	11	140.5	149.7	3.80	4.22	139.9—156.2
Kaikki — *All*	95	145.6	157.7	5.77	6.90	138.9—173.5
		Kuusipuru — *Spruce sawdust*				
1	6	130.8	143.4	20.13	15.57	122.6—170.5
3	6	133.9	148.4	5.55	5.31	142.0—154.1
5	29	133.9	143.9	6.48	5.88	134.5—159.0
15	18	144.6	157.0	6.07	5.95	143.0—167.9
Kaikki — *All*	59	137.1	148.3	9.57	9.29	122.6—170.5
		Sekapuru — *Mixed softwood sawdust*				
2	2	146.9	157.7	2.40	0.92	157.0—158.3
3	2	139.0	159.7	5.30	10.82	152.0—167.3
Kaikki — *All*	4	142.9	158.7	5.69	6.37	152.0—167.3

Taulukko 11. Mäntysahanpurun kuivapaino purulajeittain eri ostajatehtailla. Talviaika.
Table 11. Dry weight of pine sawdust by types of sawdust at different buyer mills. Winter season.

Tehdas Mill	Kuormia, kpl *Number of loads*	Paino, kg/i-m³ *Weight, kg/loose m³*		Hajonta *Dispersion*		Vaihtelurajat perillä *Range of variation on arrival*
		Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*	Lähtiessä *On departure*	Perillä *On arrival*	
1	10	102.8	115.5	17.49	19.53	90.1—136.2
2	19	141.9	151.8	3.57	3.39	143.6—158.3
3	8	147.6	160.6	7.01	7.36	150.5—171.9
5	15	138.9	146.8	13.87	13.73	110.3—158.6
Kaikki — *All*	52	135.6	144.7	18.12	18.91	90.1—158.6

Sahanpurun kuivapainosta on olemassa kirjallisuudessa hyvin vähän tietoja, sillä tähänastiset tutkimukset ovat keskittyneet tutkimaan purua pääasiassa kosteuden ja polttoainekäytön kannalta. T a i p a l e (1965) on saanut mänty- ja kuusipurun painoksi 150 ja 132 kg/i-m³ ja I s o m ä k i (1970) laatikossa mitaten 125 ja 121 kg/i-m³. Puumassan valmistus II (1968) mainitsee purun kuivapainoksi 120—140 kg/i-m³.

Purun kuivapaino kuljetuksen jälkeen on hakkeeseen verrattuna seuraava. Vertailuun on otettu mukaan myös pääasiassa koivua käsittävä vaneritehtaan hake (Uusvaara 1969, 1971 ja 1972).

	Kg/i-m³			
	Mänty	Kuusi	Koivu	
Puru	153	148		
Sahanhake	169	154		UUSVAARA (1969)
	159	148		UUSVAARA (1972)
Vanerihake			182	UUSVAARA (1971)

Vuoden 1972 tutkimus käsittää myös kylminpänä vuodenaikana kerättyä aineistoa. Jos mäntypurun kuivapainoa ja kyseisen tutkimuksen mäntyhakkeen kuivapainoa verrataan keskenään ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Purun kuivapainon hajonta on kuitenkin suurempi kuin hakkeen painon hajonta. Mäntypurun kuivapaino on keskimäärin 96 %, mutta talvella vain 92 % hakeirtokuution kuivapainosta. Kuusella painot olivat tässä tapauksessa yhtä suuret, kun vertailtavana oli ympäri vuoden kerätty aineisto.

35. Purun kuoren määrä

Purun joukossa oleva kuori muodostaa haittatekijän etenkin käytettäessä purua sellun raaka-aineena. Se kuluttaa kemikaalioita ja voimaa, aiheuttaa värivikoja ja alentaa massan laatua. Kuoren antama sellusaanto on myös hyvin vähäinen. Purua sellun raaka-aineeksi käyttävällä teollisuudella onkin eräissä tapauksissa käytössä kuoren määrää koskevia rajoituksia. Levyteollisuuden raaka-aineen joukossa oleva kuori ei sen sijaan ole yhtä haitallinen (vrt. sivut 33—35.)

Havusahatukkien kuoriprosentti on keskimäärin männyllä noin 12 ja kuusella 10—13 tilavuusprosenttia (Rikkonen 1974), mutta painosta ilmaistuna suhdeluku on sen sijaan huomattavasti pienempi. Hakkila ja Rikkonen (1970) ilmoittavat kuusitukkien kuoren kuivapainoprosentiksi 8.0. Mänty- ja kuusisahanhakkeen kuoriprosentti on kesäaikana 0.5 ja talvella 1.4 (Uusvaara 1972).

Edellä mainittuihin lukuihin verrattuna voidaan todeta, että purun ja hakkeen kuorimäärä on lähes sama (taulukko 12), eli purun kuoriprosentti on keskimäärin vain 0.1 prosenttiyksikköä alhaisempi. On todennäköistä, että käytetyllä käsinpoimintamenetelmällä ei kaiken kuoriaineksen, varsinkaan hienojakoisimman nilaosan, erottaminen ole onnistunut laboratoriokäsittelyn yhteydessä. Näin ollen keskimääräiset kuoriprosentit, männyllä 0.4 kesällä, 1.3 talvella ja 0.7 vuotuisena keskiarvona sekä kuusella 0.5 kesällä, 2.7 talvella ja 1.3 % koko vuoden keskiarvona, ovat jossakin mää-

Taulukko 12. Sahanpurun kuorimäärä kuivapainosta ja tuorepainosta laskettuna.
Table 12. Bark percentage of sawdust calculated from dry weight and green weight.

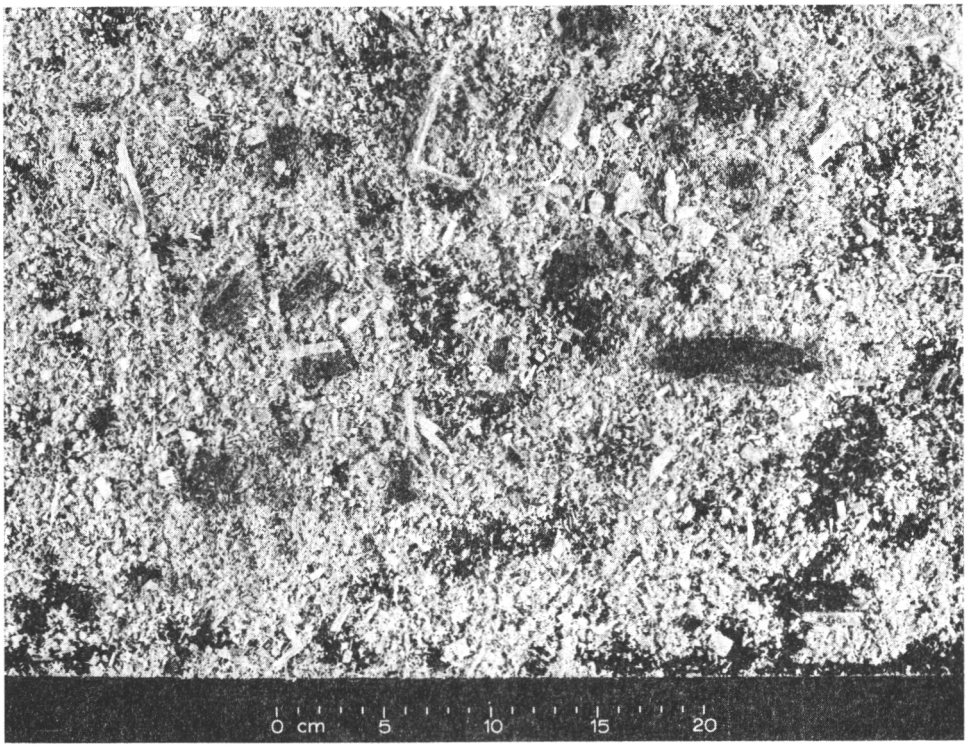
Purulaji *Kind of sawdust*	Näytteitä, kpl *Number of samples*	Kuorta, % *Bark, per cent*		Hajonta *Dispersion*		Vaihtelurajat *Range of variation*	
		Kuivapainosta *Of dry weight*	Tuorepainosta *Of green weight*	Kuivapainosta *Of dry weight*	Tuorepainosta *Of green weight*	Kuivapainosta *Of dry weight*	Tuorepainosta *Of green weight*
				Kesäaika — *Summer*			
Mänty — *Pine*	91	0.44	0.45	0.43	0.50	0.06—1.96	0.03—2.60
Kuusi — *Spruce* ...	38	0.51	0.46	0.52	0.58	0.05—2.52	0.04—2.96
Seka — *Mixed*	15	0.40	0.53	0.43	0.52	0.11—1.89	0.15—2.15
Kaikki — *All*	145	0.50	0.52	0.69	0.91	0.05—2.52	0.03—2.96
				Talviaika — *Winter*			
Mänty — *Pine*	35	1.27	1.24	0.91	1.04	0.24—3.36	0.18—4.28
Kuusi — *Spruce*	8	2.78	2.98	2.01	1.98	0.13—5.32	0.46—5.99
Seka — *Mixed*	11	0.70	0.65	0.36	0.36	0.24—1.43	0.15—1.39
Kaikki — *All*	54	1.37	1.38	1.22	1.32	0.13—5.32	0.15—5.99
				Koko vuosi — *Whole year*			
Mänty — *Pine*	126	0.67	0.67	0.70	0.78	0.06—3.36	0.03—4.28
Kuusi — *Spruce*	46	0.90	0.90	1.27	1.35	0.05—5.32	0.04—5.99
Seka — *Mixed*	26	0.53	0.58	0.42	0.46	0.11—1.89	0.15—2.15
Kaikki — *All*	198	0.70	0.71	0.85	0.91	0.05—5.32	0.03—5.99

rin liian alhaisia käytännössä esiintyviin, todellisiin kuoriprosentteihin verrattuna. Kuusen talvella saatuun kuoriprosenttiin on lisäksi suhtauduttava varauksella, koska se perustuu vain suppeaan aineistoon. Sekä kuusisahanhakkeella että kuusipurulla voidaan kuitenkin todeta kuoriprosentin jyrkkä nousu kylmänä vuodenaikana (kuva 5). Kuoren osuudet ilmaistuna tuorepainosta ja kuivapainosta eivät eronneet oleellisesti toisistaan, mutta kuoriprosentin laskeminen kuivapainosta on kuitenkin oikeampi tapa.

Eräät purun käyttäjät ovat asettaneet kuorimäärän ylärajaksi 1.5 kg kuivaa kuorta irtokuutiota kohti. Jos lasketaan että purun vuotuinen kuoriprosentti on 0.8, se merkitsee männyllä ja kuusella 1.2 kg kuorta/i-m^3. Purun kuoriprosentti saa nousta käytännössä yhteen prosenttiyksikköön asti ennenkuin kuorimäärän sallittu yläraja saavutetaan.

Tutkitusta aineistosta 88 prosentissa sahauksessa syntyvään puruun oli lisätty myös särmäyssahanpuru ja 66 prosentissa hakkuripuru. Hakkuripurun lisäyksen ei todettu selvästi lisäävän purun joukossa esiintyvän kuoren osuutta.

Taulukoissa 13, 14 ja 15 esitetään purun kuoriprosentti eri käyttäjillä kesällä, talvella sekä vuotuisina keskiarvoina. Tehtaalla 6 esiintyvä korkea kuoriprosentti johtunee kuorinnan satunnaisesta epäonnistumisesta sekä siitä, että osa kyseiselle tehtaalle tuodusta purusta oli seulomatonta.



Kuva 5. Talvella kuorituista kuusitukeista syntynyttä runsaskuorista purua.
Fig. 5. Sawdust with a lot of bark, from spruce sawlogs barked in the winter.

Taulukko 13. Sahanpurun kuorimäärä eri ostajatehtailla. Kesäaika.
Table 13. Bark percentage of sawdust at different buyer mills. Summer season.

Tehdas *Mill*	Näytteitä, kpl *Number of samples*	Kuorta, % *Bark, per cent*		Hajonta *Dispersion*		Vaihtelurajat *Range of variation*	
		Kuivapainosta *Of dry weight*	Tuorepainosta *Of green weight*	Kuivapainosta *Of dry weight*	Tuorepainosta *Of green weight*	Kuivapainosta *Of dry weight*	Tuorepainosta *Of green weight*
1	27	0.48	0.47	0.59	0.66	0.06—2.52	0.03—2.96
2	16	0.64	0.70	0.58	0.73	0.15—1.89	0.17—2.60
3	11	0.46	0.38	0.29	0.28	0.16—0.98	0.12—0.94
4	9	0.37	0.29	0.28	0.22	0.15—1.07	0.13—0.84
5	23	0.47	0.47	0.38	0.44	0.10—1.38	0.05—1.54
6	8	1.11	1.20	0.59	0.77	0.26—1.96	0.22—2.35
7	..	..	..	..	..	..	..
8	11	0.48	0.32	0.31	0.24	0.13—0.97	0.10—0.88
9	5	0.13	0.25	0.08	0.27	0.08—0.28	0.07—0.69
10	4	0.23	0.18	0.05	0.06	0.19—0.29	0.11—0.25
11	7	0.28	0.37	0.13	0.28	0.12—0.43	0.15—0.97
12	4	0.30	0.51	0.15	0.36	0.11—0.48	0.19—0.92
13	5	0.13	0.10	0.04	0.02	0.08—0.18	0.08—0.13
14	5	0.20	0.34	0.10	0.38	0.13—0.38	0.10—0.99
15	9	0.22	0.27	0.17	0.30	0.05—0.53	0.04—0.96
Kaikki — *All*	144	0.45	0.46	0.45	0.53	0.05—2.32	0.03—2.96

Taulukko 14. Sahanpurun kuorimäärä eri ostajatehtailla. Talviaika.
Table 14. Bark percentage of sawdust at different buyer mills. Winter season.

Tehdas Mill	Näytteitä, kpl *Number of samples*	Kuorta, % *Bark, per cent*		Hajonta *Dispersion*		Vaihtelurajat *Range of variation*	
		Kuivapainosta *Of dry weight*	Tuorepainosta *Of green weight*	Kuivapainosta *Of dry weight*	Tuorepainosta *Of green weight*	Kuivapainosta *Of dry weight*	Tuorepainosta *Of green weight*
1	16	1.93	2.18	1.21	1.36	0.48—4.30	0.46—4.38
2	9	1.10	0.99	0.61	0.54	0.36—2.07	0.22—1.62
3	6	3.09	2.75	1.61	1.83	0.95—5.32	0.64—5.99
5	8	0.68	0.49	0.23	0.19	0.34—0.97	0.24—0.80
10	4	0.40	0.26	0.15	0.11	0.24—0.57	0.24—0.80
11	6	0.89	0.98	0.86	1.18	0.24—2.42	0.15—3.20
12	1	0.13	0.98	0.00	0.00	0.11—0.48	0.19—0.98
14	4	0.60	0.58	0.09	0.06	0.52—0.71	0.50—0.65
Kaikki — *All*	54	1.37	1.38	1.22	1.32	0.11—5.32	0.15—5.99

Taulukko 15. Sahanpurun kuorimäärä eri ostajatehtailla. Koko vuosi.
Table 15. Bark percentage of sawdust at different buyer mills. Whole year.

Tehdas Mill	Näytteitä, kpl *Number of samples*	Kuorta, % *Bark, per cent*		Hajonta *Dispersion*		Vaihtelurajat *Range of variation*	
		Kuivapainosta *Of dry weight*	Tuorepainosta *Of green weight*	Kuivapainosta *Of dry weight*	Tuorepainosta *Of green weight*	Kuivapainosta *Of dry weight*	Tuorepainosta *Of green weight*
1	43	1.02	1.10	1.11	1.28	0.06—4.30	0.03—4.38
2	25	0.81	0.80	0.62	0.67	0.15—2.07	0.17—2.60
3	17	1.39	1.22	1.59	1.57	0.16—5.32	0.12—5.99
4	9	0.37	0.29	0.28	0.22	0.15—1.07	0.13—0.84
5	31	0.52	0.48	0.36	0.39	0.10—1.38	0.05—1.54
6	8	1.11	1.20	0.59	0.77	0.26—1.96	0.22—2.35
7	..	..	..	..	..	..	..
8	11	0.48	0.32	0.31	0.24	0.13—0.97	0.15—0.88
9	5	0.13	0.25	0.08	0.27	0.08—0.28	0.07—0.69
10	8	0.32	0.22	0.14	0.09	0.19—0.57	0.11—0.41
11	13	0.56	0.65	0.65	0.84	0.12—2.43	0.15—3.20
12	5	0.26	0.61	0.15	0.37	0.11—0.48	0.19—0.98
13	5	0.13	0.10	0.04	0.02	0.08—0.18	0.08—0.13
14	9	0.38	0.45	0.23	0.30	0.13—0.71	0.10—0.99
15	9	0.22	0.27	0.17	0.30	0.05—0.53	0.04—0.96
Kaikki — *All*	198	0.70	0.71	0.85	0.91	0.03—5.32	0.03—5.99

36. Purun raekoko

Purun raekokoon voidaan vaikuttaa eniten seulonnalla, jolloin poistetaan ylisuuret tikut sekä kaikkein hienoin, lähes pölymäinen aines. Seulonta vaikuttaa siis nimenomaan äärijakeisiin, mutta ei muuta kokojakautuman keskimmäisiä luokkia, joihin valtaosa purusta kuuluu. Seulonnan tulos riip-

puu myös seulan rakenteesta ja etenkin seulanreikien koosta. Muita purun raekokoa sääteleviä tekijöitä ovat mm. seuraavat.

— sahakonetyyppi
— sahausmenetelmä
— vuodenaika
— erityyppisten purulajien yhdistäminen
— tukkien varastoimistapa
— puuaineen laatu

I o m ä k i (1970) on selvitellyt varsin seikkaperäisesti erilaisia purun laatuun vaikuttavia tekijöitä, ja eri tekijöiden vaikutuksen osalta viitataan hänen sanottuun tutkimukseensa. Lisäksi voidaan todeta seuraavaa.

Leikkaustavasta ja terän rakenteesta johtuen eri sahakoneet tekevät erilaista purua. Kehäsahalaitoksen puru eroaa vannesahan ja pyörösahan purusta ja toisaalta katkaisusaha, joka leikkaa puuta syiden poikkisuuntaan, tekee raemuodoltaan muusta purusta poikkeavaa, pienirakeisempaa ja käyttöarvoltaan heikompaa purua kuin muut sahakoneet (kuvat 6 ja 7). Näin

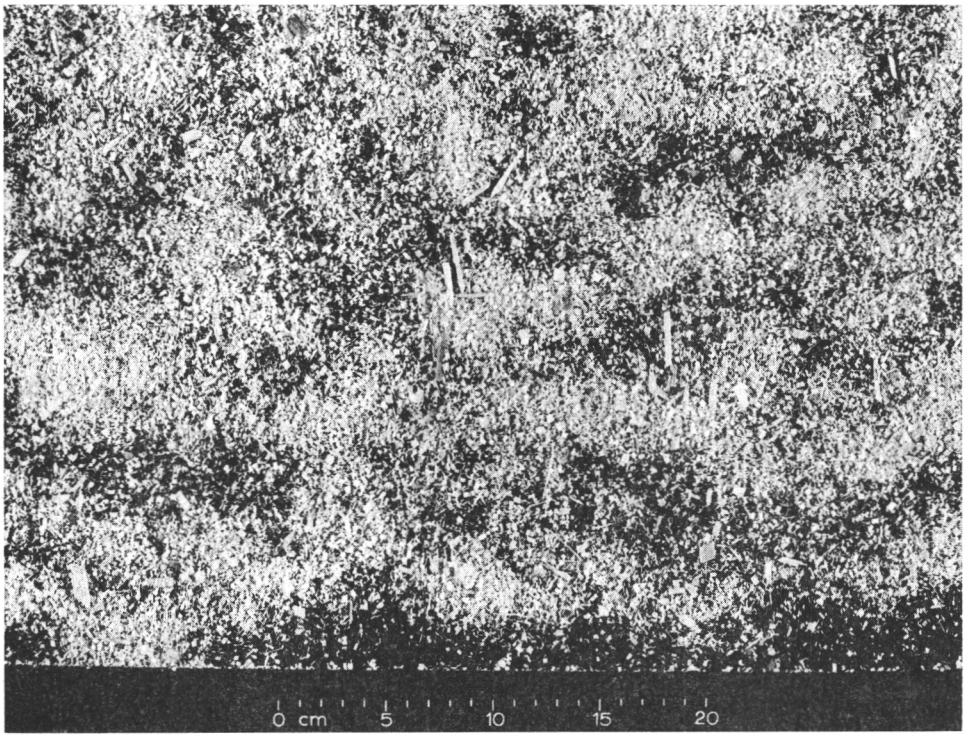


Kuva 6. Suurikokoisin seulareijin seulottua kehäsahan, särmäys- ja katkaisusahan sekä hakkurin purua käsittävää sahanpurua.

Fig. 6. Sawdust that contains sawdust from a frame saw, edging saw and cross-cutting saw, after screening with a large-mesh screen.

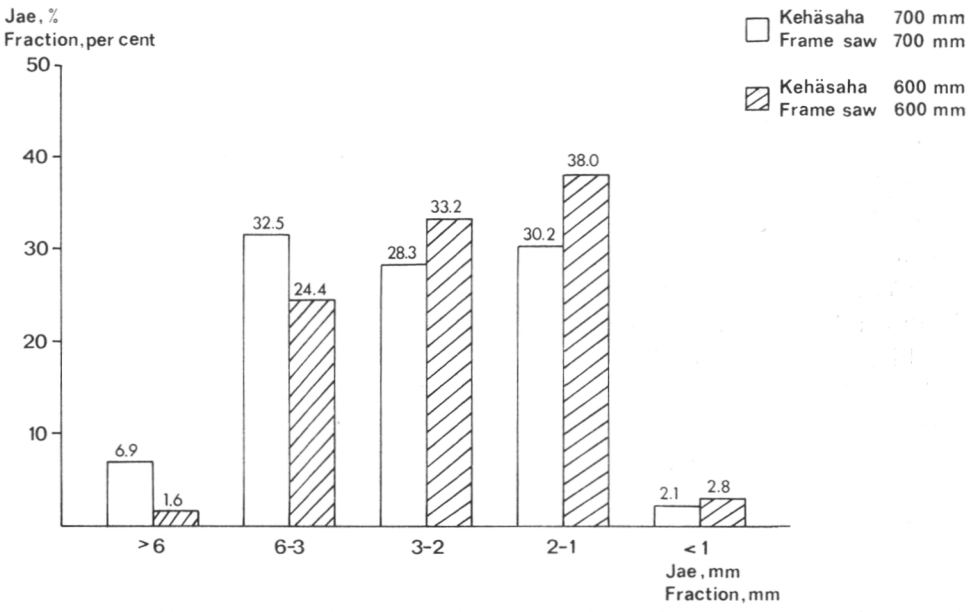
ollen särmäyssahan ja etenkin katkaisupyörösahan purun lisäys muun purun joukkoon muuttaa purun jaekoostumusta ja rakeen muotoa käytön kannalta epäedullisempaan suuntaan.

Kehäsahalaitokset ovat meillä käytetyistä yleisimpiä. Kehäsahakoneissa vaihtelevat mm. iskunpituus, tukin syöttönopeus, terän paksuus sekä terän tyssäyksen tai harituksen suuruus. Tässä aineistossa oli tyssäys, kuten sahalaitoksilla yleensäkin, yleisin teroitusmenetelmä. Kuvassa 8 esitetään iskunpituudeltaan 700 ja 600 mm olevien sahakoneiden purun raekokojakautuma seulotussa purussa. Tutkimusaineiston laboratoriokäsittelyssä käytettiin Williams-tyyppistä koeseulaa, jonka reikäkoot olivat 1, 2, 3 ja 6 mm (kuva 9). Pienemmällä iskunpituudella valmistetussa purussa on karkeita jakeita vähemmän ja hienoja vastaavasti enemmän kuin pitemmän iskunpituuden purussa. Mainittakoon, että tukin syöttönopeuden lisääminen vaikuttaa samaan suuntaan (I s o m ä k i 1970).

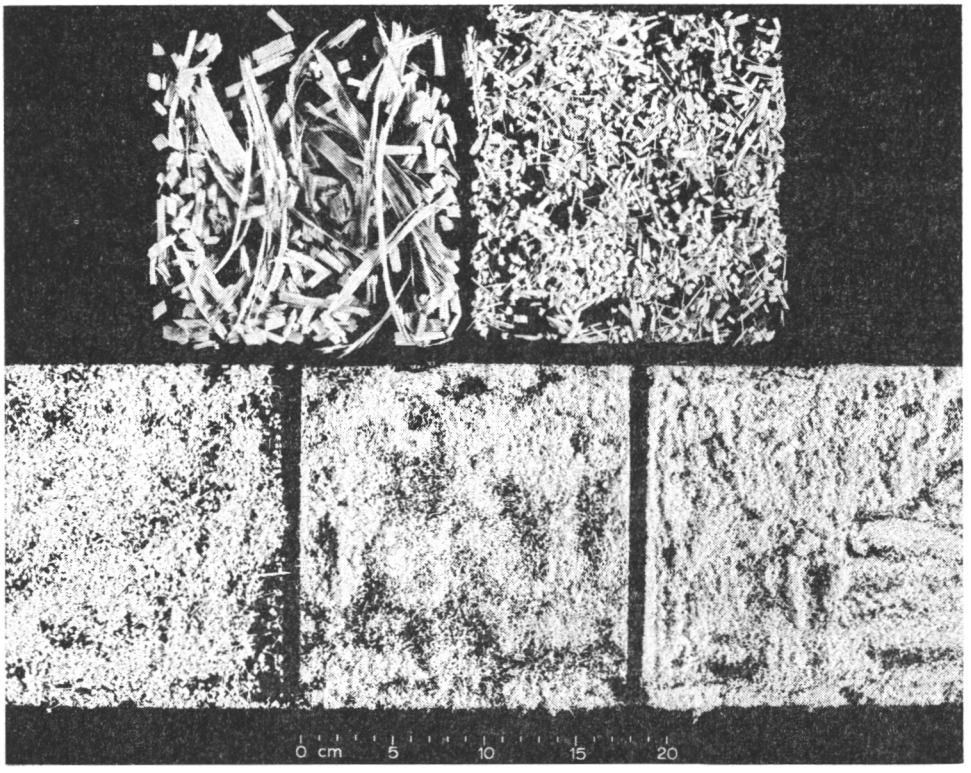


Kuva 7. Hyvälaatuista seulottua keittopurua.

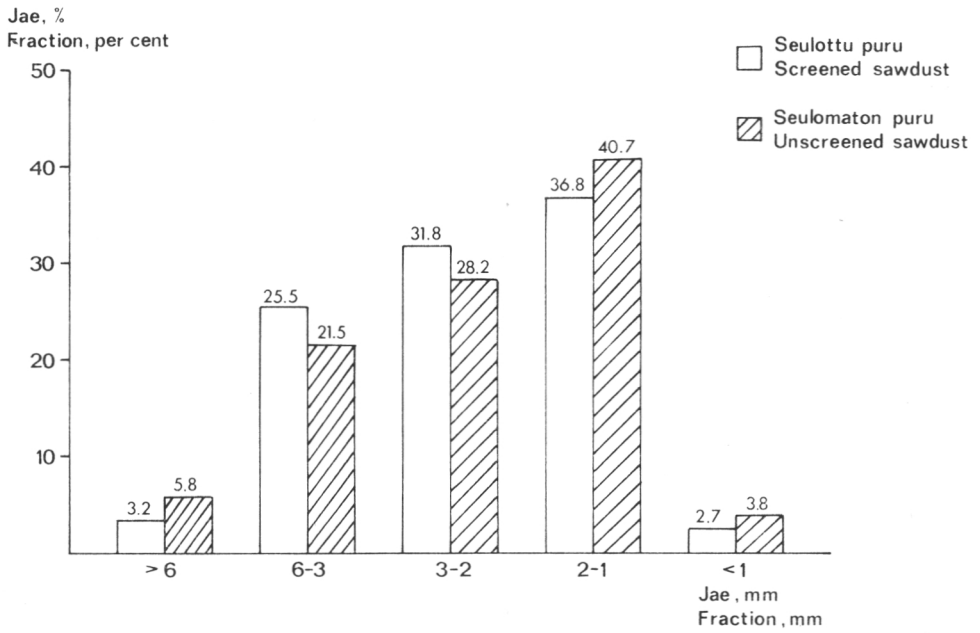
Fig. 7. Good-quality screened sawdust for pulp.



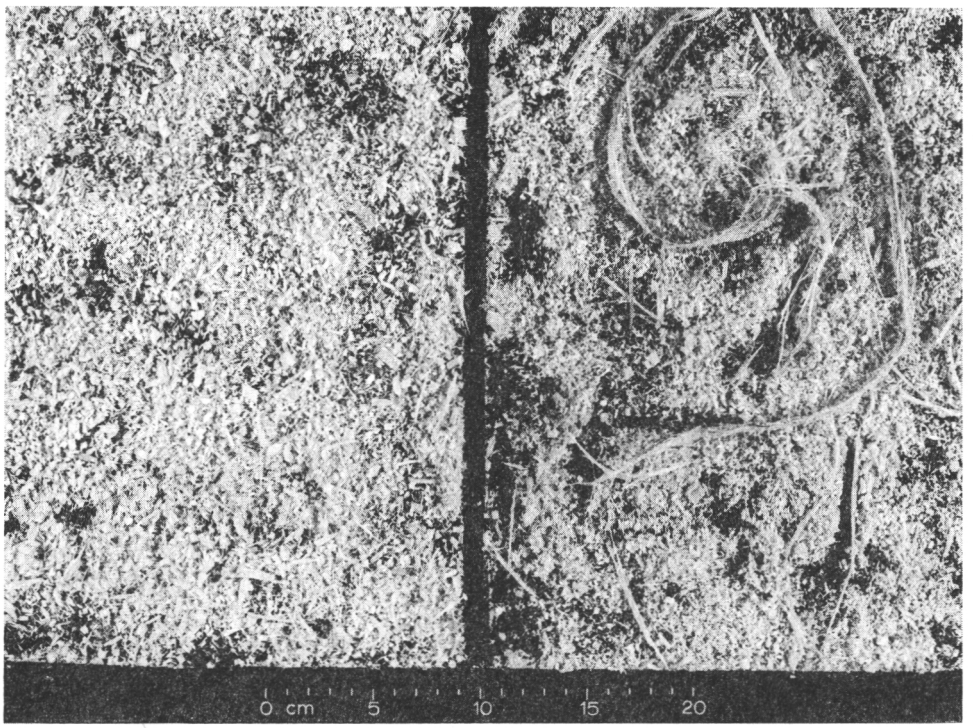
Kuva 8. Iskunpituudeltaan 700 ja 600 mm olevien kehäsahakoneitten purun raekokojakautuma.
Fig. 8. Fraction size distribution of sawdust from frame saws with stroke lengths of 700 and 600 mm.



Kuva 9. Williams-koeseulalla saatu sahanpurun raekokojakautuma.
Fig. 9. Fraction size distribution of sawdust obtained with a Williams experimental screen.



Kuva 10. Seulotun ja seulomattoman sahanpurun raekokojakautuma.
Fig. 10. Fraction size distribution of screened and unscreened sawdust.

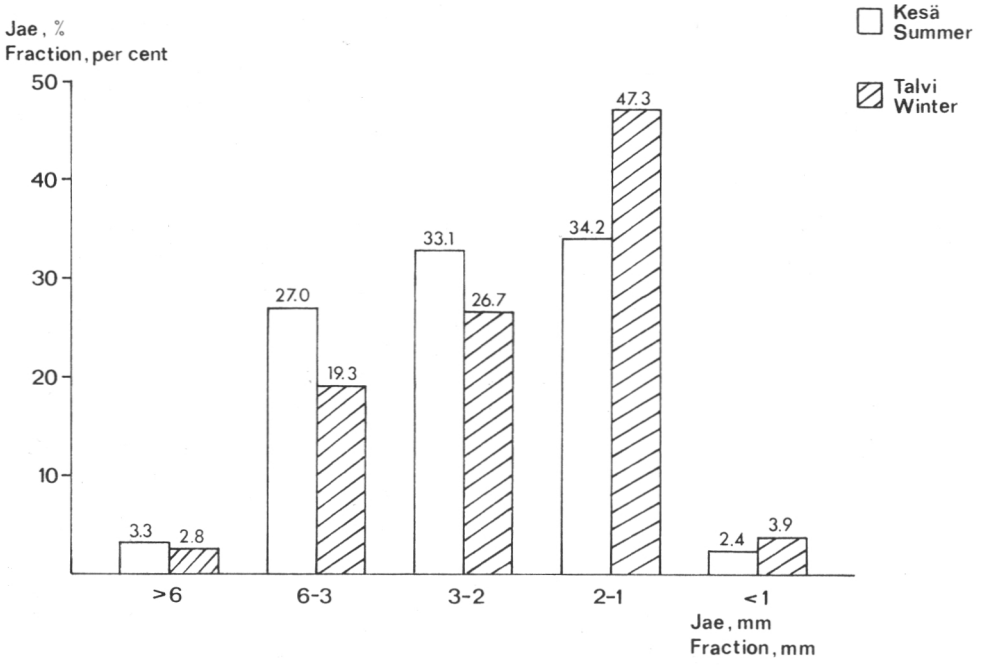


Kuva 11. Hyvin seulottua, tasarakeista keittopurua sekä kuitulevyn raaka-aineeksi tarkoitettua seulomatonta purua.
Fig. 11. Well-screened cooking sawdust with even-sized fractions and unscreened sawdust intended as raw material for fibre board.

Kuvasta 10 nähdään purun raekokojakautuma seulotussa ja seulomattomassa purussa (vrt. myös kuva 11). Jälkimmäisessä purulajissa on enemmän suurinta jaetta, joka koostuu mm. tikuista ja särmäyksessä sekä toisella jakokehällä syntyvästä niin kutsutusta »parrasta», sekä toisaalta alle 2 mm pituista jaetta.

Sahattaessa jäätynyttä tai lähellä jäätymispistettä olevaa puuta raekoko pienenee, ja näin ollen talviaikana syntyvä sahanpuru on hienojakoisempaa kuin kesäajan puru (kuva 12). Seuraavasta asetelmasta nähdään, että eri jakeiden kokojakautuman hajonnat ovat pienimmät äärijakeilla.

Vuodenaika	Jae, mm Raekokojakautuman hajonta, %				
	> 6	6—3	3—2	2—1	< 1
Kesä	3.4	6.1	4.1	6.3	1.5
Talvi	3.6	6.4	7.2	10.4	2.8
Yhteensä	3.4	6.6	5.8	8.7	2.1
	hajonta % keskiarvosta				
Kesä	74.9	24.8	13.0	17.2	51.6
Talvi	71.1	32.9	27.8	23.0	66.1
Yhteensä	73.7	28.6	19.4	22.1	63.6



Kuva 12. Seulotun sahanpurun raekokojakautuma kesä- ja talviaikana.
Fig. 12. Fraction size distribution of unscreened sawdust in the summer and winter season.

Purun raekokoa ovat aikaisemmin selvitelleet mm. Isotalo ym. (1964), Taipale (1965) ja Isomäki (1970). Kyseisissä tutkimuksissa saatiin purulle seuraavat raekokojakautumat.

Raekoko, mm					
> 6	6—3	3—2	2—1	< 1	
1.0	11.5	28.9	47.4	11.2	(ISOTALO ym. 1964)

Raekoko, mm					
> 6.2	6.2—3.1	3.1—2.2	2.2—1.0	< 1.0	
		%			
2.4	10.6	14.5	58.9	23.6	(TAIPALE 1965)
3.9	18.2	15.9	44.9	17.3	(ISOMÄKI 1970)

Isotalon tutkimus koskee vain kehäsahalta tullutta mäntypurua. Käsillä olevassa tutkimuksessa puru oli karkeampaa kuin vertailututkimuksissa, joskin seulanreikien erilainen koko vaikeuttaa jossakin määrin eri aineistojen vertailukelpoisuutta. Isomäen kokeissa keskimääräinen kuitupituus oli 1.15 mm. Koska esillä olevassa tutkimuksessa edellistä huomattavasti suurempi osa fraktioista oli keskittynyt kokoluokkiin 6—2 mm on ilmeistä, että kuidun pituuskin on suurempi kuin Isomäen tietojen mukaan.

37. Puru teollisuuden raaka-aineena

371. Sellu- ja hioketeollisuus

Purun laatua ja käyttökokemuksia koskevan tiedustelun piiriin kuului yhteensä 14 eri teollisuuslaitosta.

Purun käyttäjiltä tiedusteltiin erilaisia purun laatua ja käyttöä koskevia kokemuksia ja tietoja. Vastanneista purun käyttäjistä kuusi valmisti purusta sulfaatti- tai sulfiittisellua ja kaksi mekaanista hierrettä, jota sekoitetaan hiokkeen joukkoon sanomalehtipaperia valmistettaessa. Sahanpuru muodosti sellutehtailla 5—26 % ja purua hiokkeen joukossa käyttävillä tehtailla 7—9 % käytetystä raaka-aineesta.

Purun hankinnassa käytti pelkästään autokuljetusta kolme sellutehdasta pisimmän kuljetusmatkan ollessa 150 km. Neljä tehdaslaitosta toi purua myös rautateitse, jolloin suurin kuljetusetäisyys oli 600 km. Yhdelle integroidulle tehtaalle toimitettiin purua vain vieressä sijaitsevalta sahalta kuljettimella. Omaa raaka-ainetta ostopurun lisäksi käytti kaksi tehdasta.

Päälaatuvaatimus kaikilla ostajilla oli, että puru on peräisin kuoritusta havupuusta. Lisäksi edellytettiin, että purun joukossa ei ole kiviä, metallia ym. epäpuhtauksia. Kaksi tehdasta kahdeksasta vaati, että purun raekokojakautumasta alle 1 mm:n fraktiota ei saanut olla yli 15 %, mutta näistä

vain toinen alensi purun hintaa mikäli kyseinen raja ylitettiin. Yksi tehdas asetti kuorimäärän ylärajaksi 1.5 kg kuivaa kuorta/i-m^3. Puolet tehtaista hyväksyi kaikkien sahakoneitten purun, kun taas puolet vaati pelkästään pitkittäissahausta. Kaksi tehdasta suhtautui lisäksi varauksellisesti vannesahan puruun.

Purun laatua seurasi näytteitä ottamalla puolet ostajista. Näistä yksi selvitti näytteistä vain kuiva-ainepitoisuuden ja kolme muuta myös kuoripitoisuutta, tilavuuspainoa ja raekokojakautumaa. Tutkittavien näytteitten koko vaihteli paljon pääasiassa riippuen käyttötarkoituksesta. Pelkkä kuiva-ainepitoisuus määritettiin yhden litran näytteestä. Mikäli kyseessä oli koeseulonta ja kuoripitoisuuden määritys, käytettiin viiden-kuuden kg:n näytettä. Yksi tehdaslaitos käytti kuiva-aineen, tilavuuspainon ja raekokojakautuman selvitykseen 40—50 litraa purua. Oman sahan purun laatua seuraava tehdas otti näytteen kuljettimelta kerran päivässä, kun taas ostopurusta otettiin näyte kahdessa tapauksessa joka kuormasta ja yhdessä kolme kertaa viikossa.

Purun erikoisominaisuuksista johtuen saattaa jalostusprosessissa esiintyä tiettyjä hankaluuksia. Mikäli purua käytetään hakkeena keitetyn massan joukossa tietyssä suhteessa, hake-puru suhteen oikea annostelu voi tuottaa vaikeuksia. Lisäksi keittonesteen kulutus muodostuu purua käytettäessä korkeammaksi kuin raaka-aineen ollessa hakkeen muodossa. Kostea ja jäätynyt puru tuottaa syöttövaikeuksia ja tukkii syöttölaitteita ja kuljettimia. Kaksi tehdasta mainitsi purun varastoinnin aikana tapahtuvan palamisen vähentävän massan saantoa, ja kaksi piti ongelmana purun joukossa esiintyviä epäpuhtauksia. Kaksi purun käyttäjää ei maininnut kyselyyn vastatessaan purun käytön aiheuttavan vaikeuksia.

Purun käyttökokemukset olivat kolmella tehdaslaitoksella niin lyhytaikaisia, että vaikutuksesta jalosteen laatuun ei osattu sanoa mitään varmaa. Purun sellulle antamista hyvistä ominaisuuksista mainittiin ennen kaikkea tuotteen hyvä imukyky nesteisiin nähden. Edullisina pidettiin myös pohjanmuodostuskykyä (pienten kuitujen paperin pohjaa tasoittava vaikutus) ja purumassan avulla saatavaa sileää pintaa. Sen sijaan niin sellun kuin hierteenkin lujuusominaisuuksien todettiin olevan heikompia kuin vastaavilla kuitupuusta valmistetuilla massalaaduilla.

372. Levyteollisuus

Kaikki tutkimuksen piiriin kuuluvat kuitu- ja lastulevytehtaat, joita oli yhteensä kuusi kappaletta, kuljettivat purun käyttöpaikalle autolla tai lähietäisyydeltä kuljettimella. Kuljetusetäisyys vaihteli autoa käytettäessä 0.5—200 kilometriin.

Yhtä tehdasta lukuunottamatta kaikki vaativat ainakin pääasiassa kehäsahan tai särmäyssahan purua. Yhteensä kuudesta purun ostajasta eri tehdaslaitokset asettivat purulle lisävaatimuksia seuraavasti: mäntypuu (1), suhteellisen suuri karkeus (2), sahan suorittama seulonta (2), vähäkuorisuus (1), puuaineen tuoreus (1), ei erityisiä laatuvaatimuksia (2).

Purun laadun heikkeneminen vaikutti alentavasti hintaan vain yhdellä tehtaalla, jossa liian kuoripitoinen puru käytettiin polttoaineeksi, ja siitä maksettiin vain sen lämpöarvoa vastaava hinta.

Puolet purun ostajista otti myös näytteitä purun laadun valvomiseksi siten, että yksi otti näytteen vain tarpeen vaatiessa, yksi kaksi—kolme kertaa kuukaudessa ja yksi kolme kertaa vuorokaudessa. Näytteen koko vaihteli 2—5 kg, ja eri tunnusten määritykseen kuuluivat raekoostumus, kosteuspitoisuus ja kuoripitoisuus. Näytteenottomenetelmistä ei saatu tarkempia tietoja.

Kaksi kuitulevytehdasta ilmoitti purun tuottavan syöttövaikeuksia defibraattoriin. Muina epäkohtina mainittiin lastun pölypitoisuuden ja liiman menekin kasvu (1), purun jäätyminen (1) ja terien huomattava kuluminen (1). Kahdella lastulevytehtaalla ei ollut havaittu mitään vaikeuksia purun käytössä.

Puru muodosti eri kuitulevytehtailla 6—15 % levyjen raaka-aineesta. Kyseiset tehtaat käyttivät purun pääasiassa kovakuitulevyn pintamassaan, jolloin sekoitussuhde muuhun massaan oli 10—25 %. Purun todettiin antavan levylle tiiviin, tasaisen ja vaalean pinnan sekä pienentävän maaliabsorbtiota. Perusmassaan sekoitettuna purun oli kuitenkin havaittu heikentävän oleellisesti levyn lujuusominaisuuksia.

Lastulevytehtailla purun määrä prosentteina käytetystä raaka-aineesta vaihteli verrattain paljon. Ilmoitetut käyttösuhteet olivat seuraavat.

Tehdas	%
A	7—8
B	37
C	25

Purua sekoitettiin muuhun levyainekseen 50 %:n suhteessa levyn pintalastussa ja 10—14 %:n suhteessa keskilastussa. Yksi tehdas ilmoitti keskimääräisen sekoitussuhteen olevan 25 %. Samoin kuin kuitulevynkin valmistuksessa todettiin purun huomattavimmaksi eduksi lastulevyteollisuudessa levyn pinnan tiiviys ja sileys, mutta toisaalta purun huomattavan lisäyksen tiedettiin merkitsevän vastaavasti levyn taivutuslujuuden heikkenemistä.

4. TIIVISTELMÄ

Sahanpuru on perinteisesti muodostanut yhden sahateollisuuden jätteistä, jonka tärkein käyttömuoto on ollut poltto. Purulla suoritetut käyttökokeilut erityisesti sellu- ja levyteollisuudessa ovat kuitenkin johtaneet suotuisiin tuloksiin, ja purun merkitys näiden teollisuuden alojen raaka-aineena onkin viime vuosina jatkuvasti kasvanut. Taloudellisen merkityksen korostuessa on tullut esiin tarve selvittää purun laadullisia ominaisuuksia, jotka vaikuttavat mm. purun käyttöarvoon raaka-aineena.

Tutkimusaineisto kerättiin maan eri osista siten, että se kattaa sellu- ja osittain myös levyteollisuuden osalta useimmat suuret purua käyttävät yhtiöt. Purun selluksi tai hierteen joukkoon käyttäviä tehtaita oli kahdeksan sekä kuitu ja lastulevytehtaita kumpiakin kolme kappaletta.

Tutkimusaineisto kerättiin etupäässä sahalaitoksilta ostajatehtaille toimitettuina autokuormina, jolloin autokuorma muodosti yhden näytteen perusjoukosta. Koekuormat punnittiin ja mitattiin sekä ennen kuljetusta että purun vastaanottajalla. Jokaisesta kuormasta otettiin purkamisen yhteydessä 5—10 yhden litran suuruista kosteusnäytettä, joista erotettiin sekoituksen jälkeen yksi litra lopulliseksi näytteeksi. Kunkin purun toimittajan raaka-aineesta tehtiin myös seulontakokeita. Näytteitten koko oli noin 16 litraa, josta kuitenkin yksi litra käytettiin kuoriprosentin määrittämiseen. Eräillä integroiduilla teollisuuslaitoksilla näytteen otto suoritettiin satunnaisotantana liikkuvalta kuljettimelta.

Autokuormina kerätyn aineiston suuruus oli 303 kuormaa eli yhteensä 9 022 i-m^3 purua. Muulla tavalla kerättyjen näytteitten lukumäärä oli 141 kappaletta.

Tärkeimmät tutkimustulokset olivat seuraavat.

1. Kuljetuksen aiheuttama painuma, johon usein liittyy purun varisemisesta tahi ilmavirrasta aiheutuva »kuljetushäviö», oli kesä- ja talviaikana vetovaunulla 6.9 ja 5.7 % sekä perävaunulla 10.7 ja 8.8 %. Purukuormille oli talviaikana tyypillistä nopea jäätyminen ja siitä johtuva painuman kasvun pysähtyminen jo ensimmäisten kuljetuskilometrien aikana. Purun painumat muodostuivat keskimäärin 2—3 prosenttiyksikköä suuremmiksi kuin hakkeella aikaisemmissa tutkimuksissa saadut vastaavat arvot.

2. Sahanpurun kiintomittaprosentiksi, joka tarkoittaa aineen kiinteän tilavuuden osuutta kehysmitasta, saatiin kesällä ja talvella 35.7 ja 32.7 % lähtömittauksen mukaan sekä 38.7 ja 35.0 % vastaanottomittauksen perusteella. Saadut tulokset ovat 4—7 prosenttiyksikköä purulla tähän asti yleisesti käytettyjä tiheyksiä korkeampia. Purun kiintomittaprosentti jää kuitenkin 2.0—2.5 prosenttiyksikköä hakkeen vastaavia arvoja alhaisemmaksi.

3. Purun kosteuteen vaikuttavat pääasiassa tukkien varastoimistapa, sydänpuuprosentti ja vuodenaika. Vesivarastoiduista ja maavarastoiduista tukeista peräisin olevan sahanpurun kosteus oli 125 ja 110 % kuivapainosta sekä 55 ja 52 % tuorepainosta ilmaistuna, mutta mikäli käytettiin molempia varastointimenetelmiä sekaisin oli kosteus 117 % tai 52 %. Kesällä eri tavoin varastoiduista sahatukeista syntynyt sahanpuru oli merkittävästi talviajan vastaavaa alkuperää olevaa purua kuivempaa.

4. Purun tuorepaino riippuu ratkaisevasti puuaineen kosteudesta ja irtokuution kiintomittaprosentista eli siitä, kuinka tiukkaan puru on kuormassa pakkautunut. Vesivarastoitujen ja maavarastoitujen mäntysahatukkien puru painoi keskimäärin 349 ja 315 kg/i-m³ sekä kuusipuru vastaavasti 295 ja 293 kg/i-m³ ostajatehtaalla mitattuina. Mänty- ja kuusipurun painoero oli keskimäärin 38 kg/i-m³.

5. Mänty- ja kuusipurun kuivapainot olivat keskimäärin 142 ja 137 kg/i-m³ lähtömittauksen sekä 153 ja 148 kg/i-m³ perillä tapahtuvan mittauksen perusteella. Kesällä mitattu irtokuutiometri kuivaa mäntypurua oli 13 kg/i-m³ painavampaa kuin talvella. Sahanhakkeeseen verrattuna mäntypuru oli noin 12 kg/i-m³ mutta kuusipuru vastaavasti vain 3 kg/i-m³ haketta kevyempää.

6. Purun kuoriprosentiksi saatiin männyllä 0.4 kesällä, 1.3 talvella ja 0.7 vuotuisena keskiarvona sekä kuusella 0.5 kesällä, 2.7 talvella ja 1.3 koko vuoden keskiarvona. Sahanhakkeen kuoriprosenttiin verrattuna purun kuoren määrä on yhden prosenttiyksikön kymmenesosan alhaisempi. Kuusen kuoriprosentti talviajalta perustui kuitenkin vain suppeaan aineistoon, joten tulokseen on suhtauduttava varauksella. On myös todennäköistä, että kaiken kuoriaineksen, varsinkin hienojakoisimman nilaosan, erotus purusta on käytetyllä käsinpoimintamenetelmällä mahdotonta. Näin ollen tulokset lienevät todellisiin, käytännössä esiintyviin kuoriprosentteihin nähden jonkin verran liian alhaisia.

7. Sahanpurun raekokoon vaikuttavat seulonta, sahalaitoksella käytettävät koneet ja laitteet, puuaineen laatu ja purun käsittely eri vaiheissa. Seulotun ja seulomattoman purun äärijakeitten (yli 6 mm ja alle 1 mm) osuus koko näytteestä oli 5.9 ja 9.6 %.

Talviaikana vastaavien jakeitten osuus oli vain yhden prosenttiyksikön suurempi kuin kesällä, mutta tällöin syntyi sen sijaan huomattava ero jaeryhmässä 2—1 mm, jonka osuus oli kesällä 34.2 % ja talvella 47.3 %.

Tutkittaessa sahauskoneen iskun pituuden vaikutusta raekoostumukseen, todettiin pienemmällä iskunpituudella (600 mm) syntyneessä purussa olevan karkeita, yli kolmen mm:n jakeita oleellisesti vähemmän ja hienoja, alle kolmen mm:n osasia vastaavasti enemmän kuin sahauskoneen pitemmällä iskunpituudella (700 mm) valmistetussa purussa.

8. Tutkimuksen kenttätöiden yhteydessä kerättiin purun käyttäjiltä haastattelujen perusteella tietoja eri käyttömuotojen vaikutuksesta purun laadulle asetettuihin vaatimuksiin, purun kuljetukseen ja käyttöön liittyvistä kysymyksistä sekä purun jalosteelle antamista ominaisuuksista.

KIRJALLISUUSLUETTELO

Aittomäki, S. 1965. Tutkimuksia sahajauhon kuivaamisesta ulkoilman avulla. Summary: Studies on the drying of sawdust by means of surrounding air. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisuja 174.

Anon. 1964. Sawdust pulping at Longview Fibre. Pulp & Paper, Bristal, Conn. 38, 37: 52—54.

Dahm, H. P. 1965. Sahanpurun käytön taloudelliset näkymät. Sahamies 6: 203—205.

Davey, C. B. 1953. Sawdust composts, their preparation and effect on plant growth. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 17.

Dost, W. A. 1965. Wood residue uses in the California pine region. Calif. Agric. Exp. Sta. Bull. 817.

Hakkila, P. 1968. Geographical variation of some properties of pine and spruce pulpwood in Finland. Summary: Eräitten mänty- ja kuusipaperipuun ominaisuuksien maantieteellinen vaihtelu Suomessa. Metsäntutk.lait. Julk. 66. 8.

—»— & Rikkonen, P. 1970. Kuusitukit massan raaka-aineena. Summary: Spruce sawlogs as raw material of pulp. Folia Forestalia 92.

Hallenberg, H. 1965. Puunjätteiden käytöstä maanparannusaineena Amerikassa. Puumies 12: 447—449.

Heiskanen, V. 1961. Sahojen jätepuun käytöstä ja sitä koskevasta tutkimustoiminnasta. Pienpuualan Toimikunnan Tiedotuksia 50.

—»— 1970. Sahateollisuuden jätteiden käytön tulevaisuuden näkymiä. Puumies 11: 364—366.

Helge, K. 1957. Anvendelse av sagflis som råstoff till wallboard. Norsk Skogindustri 11: 124—130.

—»— 1963. The use of bark and sawdust in hardboard manufacture. (FAO/PPP CONS/PAPER 2. 4). Moniste 22 s.

Heliövaara, T. 1964. Sahanpurun käyttömahdollisuudet keskuslämmityskattiloissa. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisuja 166.

Hirn, R. 1970. Kuoren, sahausjätteen ja puupölyn käyttö polttoaineena. Sahamies 8: 215—218.

Isomäki, O. 1970. Tutkimus sahanpurun perusominaisuuksista. Summary: A study of the basic qualities of sawdust. Paperi ja Puu 52, 9: 571—584.

Isotalo, I., Göttsching, L., Nordman, L. & Virkola, N—E. 1964. Sahanpurusulfaattimassan valmistus ja käyttö painopaperin valmistuksessa. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisuja 159.

—»— & Virkola, N—E. 1965. Puolikemiallisen sulfaatti- ja neutraalisulfiittimassan valmistuskokeita sahanpurusta. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisuja 172.

Jankovic, A. & Marinković, P. 1968. Investigation on the density and natural angle of repose of sawdust. Šummarstvo 21, 9/10 (Ref. Forestry Abstracts 1970, 3489).

Kopitović, Š. 1967. Sawdust as a raw material for particle board manufacture with the use of sinteks AT-90 glue. Šummarstvo 20, 7/8. (Ref. Forestry Abstracts 1968, 6712).

Kusian, R. 1966. The effect of shape and size of sawdust particles on the properties of sawdust boards. Holztechnol. 7. 1. Dresden. (Ref. Forestry Abstracts 1966, 7075).

Lajunen, P. 1962. Sahausjätteet ja pienpuu kuitulevyjen raaka-aineena. Summary: Sawmill waste and thinwood as raw material for the wallboard industry. Paperi ja Puu 44, 2: 69—72.

Liiri, O. 1965. Tutkimuksia kuoren ja sahajauhon käytöstä levyjen raaka-aineena. Summary: Investigations on the use of bark and sawdust as raw materials for particle board. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisuja 171.

—»— & Juvonen, R. 1963. Puun kuori ja sahajauho levyjen raaka-aineena. Kirjallisuuskatsaus. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisuja 153.

—»— & Kivistö, A. 1969. Sahajauho lastulevyn keskikerroksen raaka-aineena. Summary: Sawdust as raw material for middle layer of particle board. Valtion Teknillinen tutkimuslaitos. Sarja 1-Puu. Tiedotus 45.

Ljungberg, E. 1973. Sågutbytet vid ett bandsågverk. Summary: The yield of sawn wood at a band sawmill. Skogshögskolan. Institutionen för virkeslära. Rapporter 86.

Malcolm, F. B., Reinecke, L. H. & Hallock, H. 1969. Sawperformance and lumber characteristics when producing pulpable southern pine sawdust. For. Prod. Lab. Madison. Report 2210.

Mekaaninen puuteollisuus I. 1964. Joensuu.

Pekkinen, P. 1964. Raaka-aineen käyttö lastulevyteollisuudessa. Puumies 4: 111—116.

Puumassan valmistus II. 1968. Suomen Paperi-insinöörien yhdistyksen oppi- ja käsikirja. Helsinki.

Rikkonen, P. 1974. Havusahatukkien kuoren määrä. Ennakkotietoja II. Metsäntutkimuslaitos. Moniste 43 s.

Rjabinin, V. P. 1965. Sawdust — a good covering for nursery seedbeds. Lesn. Hoz. 18, 12 (Ref. Forestry Abstracts 1966, 5828).

Saukkonen, M. 1972. Hakkeen palakoon ja kokojakautuman määrittämistavat ja niiden tarkkuus. Haketutkimustoimikunta. Moniste 8 s.

Siimes, F. E. 1960. Sahanpurun kuivaus. Kirjallisuuspoimintoja. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisuja 104.

Simmonds, F. A. & Hiller, C. H. 1961. Characterization of sawdust and shavings for pulp. For. Prod. Lab. Madison. Report 2212.

Soila, R. & Avela, E. 1964. Mäntysahanpurun käytöstä sulfaattimassan raaka-aineena. Summary: The use of Scots pine sawdust as raw material for kraft pulp. Paperi ja Puu 46, 1: 15—21.

Taipale, A. 1965. Sahanpurun ominaisuuksista polttoaineena käyttämisen kannalta. Summary: Characteristics of sawdust from the viewpoint of its use as fuel. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisuja 169.

Uusvaara, O. 1969. Sahanhakkeen tiheys ja paino. Summary: On density and weight of sawmill chips. Metsäntutk.lait. Julk. 67. 3.

—»— 1971. Vaneritehtaan jätepuusta valmistetun hakkeen ominaisuuksista. Summary: On the properties of chips prepared from plywood plant waste. Folia Forestalia 107.

—»— 1972. Sahanhakkeen ominaisuuksia. Summary: On the properties of sawmill chips. Metsäntutk.lait. Julk. 75. 4.

Vaajoensuu, A. 1962. Sahausjätteet lastulevyn raaka-aineena. Puumies 1—2: 39—42.

—»— 1969 a. Sahausjätteiden käyttö kuitulevyn valmistuksessa. Sahamies 7: 184—185.

—»— 1969 b. Sahajätteiden käyttö lastulevyn valmistuksessa. Sahamies 6: 164—167.

Wahlman, M. 1962. Sahausjätteet polttoaineena. Pienpuualan Toimikunnan Tiedotuksia 63.

Viitaniemi, E. 1960. Puun briketöimislaitosten perustamisen taloudelliset mahdollisuudet Suomessa. Summary: The economical possibilities of establishing briquettemaking factories in Finland. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisuja 117.

Vihreva, V. N., Natkina, L. N., & Solecnik, N. Ja. 1970. Producing plastics based on sawdust. Investigation of the interaction of styrene/maleic-anhydride copolymer with the constituents of wood. Lesn. Ž. 13, 1: 137—140. (Ref. Forestry Abstracts 1971, 1758).

Vorreiter, L. 1966. Sahanpurun perusominaisuuksia. Holz-Zentralblatt 105. Käännös saksankielestä. Sahamies 3: 106—107.

Properties of sawdust utilised in industry

4. SUMMARY

Sawdust is one of the traditional residues of the sawmill industry; its most important form of utilization has been burning. However, sawdust utilization studies, especially in the pulp and particle board industry, have given encouraging results and the importance of sawdust as a raw material of these branches of industry has grown steadily in recent years. This increase in its economic significance has given rise to the need to analyse the qualitative properties of sawdust which decide its value as raw material.

The investigation material was collected from different parts of Finland and covers the major sawdust using companies in both the pulp and partly particle board industry. The number of pulp mills utilising sawdust as such or mixed with ground pulp was eight, and there were three fibreboard and three chipboard mills.

The material was collected mostly in truck loads delivered by sawmills to the purchasing mills, and one truck load constituted one sample from the population. The test loads were weighed and measured both before transport and at the receiving end. From 5 to 10 1-litre moisture samples were taken from each load when it was being unloaded, and after mixing them a final 1-litre sample was taken. Screening experiments were also performed on the raw material of each sawdust deliverer. The size of the samples was approx. 16 litres, of which 1 litre was used to determine the bark percentage. Sampling was performed at random from a moving conveyor at some integrated industrial plants.

The material collected in truck loads consisted of 303 loads, in all 9022 loose cu.m. of sawdust. Samples collected in other ways totalled 141.

The most important investigation results were as follows:

1. Settling of the load during transport, and often spillage or a »transport loss» caused by the air current was 6.9 and 5.7 per cent per truck and 10.7 and 8.8 per cent per trailer in summer and winter. A typical feature of the sawdust loads during winter was rapid freezing which prevented further settling after the first few kilometres. The average settling of sawdust was 2—3 per cent units greater than the settling values for chips obtained in earlier studies.

2. The solid volume content of sawdust, which is the proportion of solid volume of the matter in the frame measure, was 35.7 and 32.7 per cent in summer and winter on departure and 38.7 and 35.0 per cent on arrival. The figures are 4—7 per cent units greater than the densities generally employed for sawdust so far. However, the solid wood content of sawdust remains 2.0—2.5 per cent units below the corresponding values for chips.

3. The moisture of sawdust is affected chiefly by the mode of storing the logs, the heartwood percentage and the season of the year. The moisture content of sawdust from water-stored and land-stored logs was 125 and 110 per cent of the dry weight

and 55 and 52 per cent of the green weight, but if both storage methods were used together the moisture was 117 and 52 per cent. Sawdust from sawlogs stored in different ways in the summer was significantly drier than sawdust of corresponding origin in the winter.

4. The green weight of sawdust depends decisively on the moisture of the wood and on the solid wood content of the loose cu.m., in other words, on how tightly the sawdust gets packed in the load. The sawdust of water-stored and land-stored pine sawlogs weighed 349 and 315 kg/loose cu.m. on average and of spruce sawlogs 295 and 293 kg/loose cu.m., measured at the buyer's mill. The weight difference between pine and spruce sawdust averaged 38 kg/loose cu.m.

5. The average dry weights of pine and spruce sawdust were 142 and 137 kg/loose cu.m. at departure and 153 and 148 kg/loose cu.m. on arrival. One loose cu.m. of dry sawdust weighed in the summer was 13 kg/loose cu.m. heavier than in the winter. Compared with sawmill chips, pine sawdust was about 12 kg/loose cu.m. but spruce sawdust only 3 kg/loose cu.m. lighter.

6. The bark percentage of pine sawdust was 0.4 in the summer and 1.3 in the winter, annual mean 0.7; for spruce sawdust the comparable figures were 0.5, 2.7 and 1.3, respectively. The bark percentage of sawdust was one tenth of 1 per cent unit lower than that of sawmill chips. However, the bark percentage of spruce in the winter season was based on a small material only and the result must be treated with some reserve. It is also probable that it is impossible by the hand-picking method used to separate all the bark material from the sawdust, especially the inner bark particles. The results are therefore probably a little lower than the real bark percentages which occur in practice.

7. The fraction size of sawdust is influenced by screening, the machines and equipment used at the sawmill, the quality of the wood and the treatment of sawdust in different phases. The share of the outermost (over 6 mm and under 1 mm) fractions of screened and unscreened sawdust in the sample as a whole was 5.9 and 9.6 per cent.

The proportion of the corresponding fractions during the winter was only 1 per cent unit greater than in the summer, but there was in contrast a considerable difference in the fraction group 2—1 mm which accounted for 34.2 per cent in the summer and 47.3 per cent in the winter.

The effect of the length of the stroke of the frame sawing machine on the fraction composition was studied. Sawdust produced by a shorther stroke (600 mm) contained essentially fewer coarse fractions (over 3 mm) and correspondingly more numerous fractions (under 3 mm) than sawdust from a longer stroke (700 mm).

8. During the field work of the investigation sawdust users were interviewed concerning the effect of the different uses on the quality requirements of sawdust and on questions pertaining to the transport and use of sawdust and properties that sawdust gives to the processed product.

KYLVÖSUOJAN JA RAAKAFOSFAATTILANNOITUKSEN VAIKUTUS MÄNNYN SIEMENTEN ITÄMISEEN JA SIRKKATAIMIEN KEHITYKSEEN OJITETULLA AVOSUOLLA POHJOIS-SUOMESSA

ERKKI LÄHDE ja KARI MUTKA

SUMMARY

The Effect of Sowing Shelters and Rock Phosphate on Germination of Pine *(Pinus silvestris L.)* Seeds and Development of the Germlings on a Drained Open Swamp in Northern Finland

HELSINKI 1974

Abstract

A plastic shelter, cone-shaped with cut-off tip, increased germination and facilitated development of pine germlings and reduced seed- and germling damage. These effects were greater when sowing was made during midsummer compared to sowing during the early sowing season. The temperature inside the shelter, compared to that outside, was higher when ambient temperature was below 25°C and lower when ambient temperature was above 25°C. The more the ambient temperature deviated from 25°C, the larger these differences were. Absolute air humidity was higher inside the shelter compared to the outside humidity. Most of the shelters, made of sunlight-sensitive plastic, were already degraded within three months. In general, the effect of rock phosphate was favourable for germination and development of germlings. The fertilizer was not found to have any harmful effect.

ISBN 951-40-0126-5

Helsinki 1974. Valtion painatuskeskus

ALKUSANAT

Tämä tutkimus kuuluu osana metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusasemalla käynnissä olevaan metsänviljelytutkimukseen. Työ on tehty suureksi osaksi Veitsiluoto Osakeyhtiön tutkimusasemalle lahjoittaman apurahan turvin, josta tekijät esittävät tutkimusaseman puolesta parhaat kiitokset.

Tekijät ovat suunnitelleet tutkimuksen yhteisvoimin. M u t k a on huolehtinut työn toteutuksesta maastossa apunaan mm. ylioppilaat U l l a M u t k a ja H e i k k i S e p p ä n e n. Hän on huolehtinut myös aineiston matemaattisesta käsittelystä, jossa vaiheessa mm. tri M a t t i L e i k o l a ja lis. P e r t t i H a r i ovat antaneet arvokkaita neuvoja. L ä h d e on viimeistellyt tutkimuksen julkaisukuntoon.

Vt. professori K u s t a a S e p p ä l ä ja tri J u h a n i P ä i v ä n e n ovat lukeneet opinnäytetyötä varten laaditun käsikirjoituksen. Professorit O l a v i H u i k a r i, R i s t o S a r v a s ja P a a v o Y l i - V a k k u r i ovat lukeneet julkaisua varten laaditun käsikirjoituksen.

Kaikille edellä mainituille ja muille työn edistymiseen myönteisesti vaikuttaneille henkilöille haluavat tekijät tässä yhteydessä esittää lämpimät kiitokset.

Rovaniemellä joulukuussa 1973

Erkki Lähde *Kari Mutka*

SISÄLLYSLUETTELO

Page

Abstract 2

Alkusanat 3

1. Johdanto 4

2. Tutkimusmenetelmä ja -aineisto 7
   2.1. Koealue ja koejärjestely 7
   2.2. Ekologiset mittaukset 8
   2.3. Kylvöksistä ja suojista tehdyt mittaukset 9

3. Sääolot 11

4. Aineiston käsittely 15

5. Tutkimuksen tulokset 16
   5.1. Ilman lämpötila ja kosteus suojissa ja suojan ulkopuolella 16
   5.2. Siemenen itäminen 20
   5.3. Sirkkataimien kehitys 22
   5.4. Havainnot suojista 26

6. Tulosten tarkastelu 27

7. Tiivistelmä 31

8. Summary 33

9. Kirjallisuusluettelo 34

1. JOHDANTO

Ojitettua avosuota metsitettäessä joudutaan usein käyttämään metsänviljelyä. Turvemailla on kylvöllä ja istutuksella yleensä saatu yhtä hyviä tuloksia (Heikurainen ym. 1966, Seppälä 1966). Kivennäismailla kylvö on onnistunut joko yhtä hyvin tai paremmin kuin istutus (Yli-Vakkuri ym. 1969, Etholén 1972, Pohtila 1972 a). Kylvö on erityisesti karuilla soilla taloudellisesti edullisempi kuin istutus, ja ero kasvaa mitä pohjoisemmaksi mennään (Keltikangas & Seppälä 1966).

Yleensä avosuolla tarvitaan metsänviljelyn yhteydessä lannoitusta taimien kehityksen turvaamiseksi. Tavallisesti pelkkä fosforilannoitus riittää antamaan parhaan tuloksen (Heikurainen ym. 1966, Seppälä 1966, 1971, Meshechok 1967, Kaunisto 1968, 1971, Mannerkoski & Seppälä 1970, Mannerkoski 1971). Pohjois-Suomessa saattavat itämiselle riittämättömöt lämpöolot kuitenkin toisinaan rajoittaa kylvön käyttöä, koska taimet eivät erityisen kylminä kesinä ehdi tarpeeksi kehittyä talvea varten (Sirén 1952, Pohtila 1972 a, Lähde 1973). Hitaan itämisen vuoksi kylvöksiä rasittavat eräät siemen- ja taimituhot (Sirén 1952, Lehto 1956, Yli-Vakkuri 1961 a,b, Valtanen 1966, 1969, Lehtiniemi 1970, Heikkilä 1972).

Kylvön tulosten parantamiseksi on kehitetty erilaisia menetelmiä. Ne tähtäävät yleensä itämisalustan lämpötilan ja kosteusolojen parantamiseen. Tehokas toimenpide on maanmuokkaus. Varsinkin kivennäismailla saattaa pintamaan kuivuminen ja joissakin tapauksissa maan liiallinen lämpeneminen muodostua itämiselle ja sirkkataimien kehitykselle vaaralliseksi (Sirén 1952, Lehto 1956, Yli-Vakkuri 1961 a,b, Pohtila 1972 a). Esimerkiksi laikuissa siemenet itävät ja sirkkataimet kehittyvät parhaiten suojaavan humuksen reunan tai kiven läheisyydessä (Sirén 1952, Valtanen 1972). Vakoruutukylvössä kylvöksen viereen asetetulla kapulalla on ollut samanlainen edullinen vaikutus. Ilmeisesti kapula tasaa ympäristön lämpö- ja kosteusoloja ja vähentää routimista (Sirén 1952, Pohtila 1972 a). Tehokasta kylvösten suojaus on Lähteen & Pöytärin (1972) kehittämässä suojakylvömenetelmässä. Siinä siementen päälle asetetaan kartionmuotoinen, yläpäästään avoin muovisuoja. Suojan on todettu parantavan lämpö-ja kosteusoloja, estävän siemen- ja sirkkataimituhoja,

pienentävän routavaurioita, parantavan taimien talvehtimiskykyä ja vähentävän siemenmenekkiä (Lähde & Pöyhtäri 1972, Lähde 1973).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää männyn kylvöä avosuon metsänviljelymenetelmänä Pohjois-Suomessa sekä kylvösuojan, raakafosfaattilannoituksen ja kylvöajankohdan vaikutusta kylvötulokseen. Samassa yhteydessä tutkitaan kasvihuonemuovista ja auringon valossa hajoavasta muovista tehtyjen suojien vaikutusta lämpö- ja kosteusoloihin sekä auringon valossa hajoavan suojan hajoamisnopeutta.

2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO

2.1. Koealue ja koejärjestely

Koe perustettiin Metsähallituksen Rovaniemen hoitoalueeseen (N 66° 20′, E 25° 40′) noin 45 km Rovaniemeltä etelään Kuusikkolamuri-nimiselle alueelle, joka sijaitsee noin 200 m merenpinnan yläpuolella. Koealue on tyypiltään ollut hieman rahkoittunutta lyhytkortista nevaa. Ojitus oli tehty v. 1972 jyrsimellä ja sarakeleveys oli n. 20 m. Turpeen paksuus oli koko koealueella yli metrin ja happamuus 15 mittauksen keskiarvona 3.87 ± 0.01.

Tutkittavina muuttujina kokeessa olivat kylvötapa, kylvöajankohta, raakafosfaattilannoitus ja suojamateriaali. Kokeessa käytettiin tavallisesta kasvihuonemuovista ja auringon valossa hajoavasta muovista valmistettuja katkaistun kartion muotoisia suojia (kuva 1). Niiden korkeus oli 10 cm, ylä-



Kuva 1. Kasvihuonemuovista valmistettu kylvösuoja. Vesihöyry tiivistynyt suojan sisäseinään pisaroiksi.

Figure 1. Sowing shelter made of greenhouse plastic. Water vapour condensed on inside w

osan läpimitta n. 2 cm, pohjan halkaisija 9 cm ja seinän kaltevuus 60° (vrt. Lähde 1973). Siemeniä kylvettiin kutakin suojaa kohti 9 kappaletta. Kontrollina oli kaksi laikkukylvöä, joista toisessa oli 9 siementä ja toisessa 32 siementä kylvöstä kohti. Käytännön metsänviljelyssä suositellaan käytettäväksi yleensä kylvöksessä n. 30 siementä. Siemen oli Rovaniemen alkuperää. Sen itävyys oli 94 %, tuhatjyväpaino 4.8 g ja siemenluokka B4. Lannoituksessa käytettiin 20 g raakafosfaattia (P_2O_5) n. 0.5 m²:n suuruisiin laikkuihin. Kylvö tehtiin kahtena ajankohtana, ensimmäinen kylvö 5.—6. 6. ja toinen 10.—11. 7. —73.

Kokeen perusyksikkönä oli 12 kylvökohtaa sisältävä kylvörivi, joka kulki saran poikki ojasta ojaan. Koska kombinaatioita oli $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ ja toistoja viisi, kertyi kylvörivejä 80 ja kylvökohtia 960. Kylvörivien järjestys arvottiin kussakin toistossa erikseen.

Kylvöä tehtäessä poistettiin suon pinnasta ensin lapiolla elävä sammalkerros n. 0.5 m²:n suuruiselta alalta. Suojakylvössä siemenet ripoteltiin laikkuun ja polkaistiin kiinni alustaansa, minkä jälkeen suoja kiinnitettiin niiden yläpuolelle tähän tarkoitukseen valmistetulla raudalla. Myös laikkukylvössä siemenet painettiin jalalla polkaisemalla kylvöalustaan. Kylvön jälkeen lannoite levitettiin tasaisesti koko laikun alalle. Suojakylvössä lannoite levitettiin ennen suojan kiinnittämistä. Kylvöä ei tehty ojan pientareelle olevaan jyrsinmurskaan, vaan ojan reunaan jätettiin n. 2 m:n levyinen vaippa.

2.2. Ekologiset mittaukset

Koekentällä mitattiin ilman lämpötilaa ja kosteutta termohygrograafilla sekä maan lämpötilaa termograafilla 5. 6.—10. 9. 1973 välisenä aikana. Ilman lämpötilan mittaukset tehtiin 0.5 m:n korkeudelta suon pinnasta. Nollakohtana pidettiin elävän sammalkerroksen ja turpeen rajaa. Maatermograafin anturit upotettiin 5 ja 15 cm:n syvyyteen. Mittarit tarkistettiin tarkkuuslämpömittarilla ennen maastoon viemistä.

Jokaisesta suojakylvörivistä arvottiin yksi suoja, jonka sisältä mitattiin kerran viikossa ilman kosteus ja lämpötila. Mittaukset tehtiin myös suojan ulkopuolelta n. 0.5 m:n etäisyydeltä. Mitattavia suojia kertyi siten 20 kumpaakin kylvöajankohtaa kohti. Mittaus tapahtui päivällä klo 10 ja 15 välisenä aikana, joten saadut arvot olivat lämpötilan osalta lähellä vuorokauden maksimiarvoja ja suhteellisen kosteuden osalta lähellä minimiarvoja.

Mittaukset tehtiin Wallac Oy:n termohygrometri EP—400:lla. Sen toiminta perustuu litiumkloridisuolan kastepiste- eli kiteytymislämpötilan mittaamiseen. Litiumkloridimittauselimen lämpötila pysyy automaattisesti litiumkloridin kastepistelämpötilassa, joka on suoraan verrannollinen vesihöyryn osapaineeseen eli ilman absoluuttiseen kosteuteen. Mittaustarkkuus on ilman suhteellista kosteutta mitattaessa 15. . .90 %:n välillä +20°C:n

lämpötilassa ±1.5...3 % ja lämpötilan mittauksessa —20...+40°C:n välillä ±0.6°C. Mittaus tehtiin ensimmäisen kerran 21. 6. ja viimeisen kerran 7. 9.

Sadanta saatiin noin viiden kilometrin päässä olevan maanmuokkauskokeen sadepiirturista. Mittaus tehtiin 5. 6.—10. 9. välisenä aikana.

Kunkin toiston keskelle kaivettiin kolme pohjavesikaivoa riviin saran poikki noin kuuden metrin välein. Kaivoja oli siten kaikkiaan 15 ja niistä mitattiin pohjaveden korkeus kerran viikossa 1 cm:n tarkkuudella.

Turpeen pH:n määritystä varten otettiin 25. 7. 15 puolen litran suuruista turvenäytettä viiden senttimetrin syvyydestä noin metrin etäisyydeltä pohjavesikaivoista. Happamuus määritettiin tislatun veden liuoksesta 12 h:n liuotuksen jälkeen.

2.3. Kylvöksistä ja suojista tehdyt mittaukset

Koe inventoitiin 9.—10. 9. —73. Tällöin jokaisesta suojasta ja laikusta laskettiin syntyneiden taimien lukumäärä ja mitattiin valtataimen pituus juurenniskasta neulasten kärkeen millimetrin tarkkuudella. Taimet jaettiin kehitys- ja kuntoluokkiin soveltaen Yli-Vakkurin (1961 a,b) käyttämää luokitusta seuraavasti:

a. Normaalisti kehittyneet taimet.
   aa. Taimet, joissa on sirkkajuuri, -varsi ja -lehdet sekä sirkkasilmu tai juuri aukeamassa oleva sirkkasilmu.
   ab. Taimet, joissa on sirkkalehtien lisäksi selvästi puhjennut ruusuke yksittäisiä varhaisneulasia.
   ac. Taimet, joissa on jo selvästi näkyvä, sirkkasilmusta puhjennut pääverso yksittäisine varhaisneulasineen.

b. Vaurioituneet ja sairaat taimet.
   ba. Mekaaninen vaurio tai hyönteistuho.
   bb. Muuten sairaat taimet.

c. Kuolleet taimet.

The germlings were classified according to condition and stage of development applying the scheme used by Yli-Vakkuri (1961 a,b):

a. Normally-developed germlings
   aa. Germlings with a radicle, a primary shoot, cotyledons and a plumule or one about ready to open
   ab. Germlings with, in addition to the cotyledons, a clearly-developed bunch of primary needles
   ac. Germlings with a clearly-visible main shoot which carryed primary needles and had developed from the plumule

b. Damaged and sick germlings
   ba. Mechanical damage or damage made by insect
   bb. Germlings sick from other causes

c. Dead germlings

Inventoinnin yhteydessä laskettiin irronneiden suojien määrä ja luokiteltiin auringon valossa hajoavan suojan kunto seuraavasti:

1. suoja ehjä
2. suoja haurastunut
3. suoja hajonnut

Suoja määriteltiin ehjäksi, kun siinä ei todettu muutoksia, haurastuneeksi, kun siinä mureni kosketeltaessa paloja ja hajonneeksi, kun suoja oli jo murentunut.

3. SÄÄOLOT

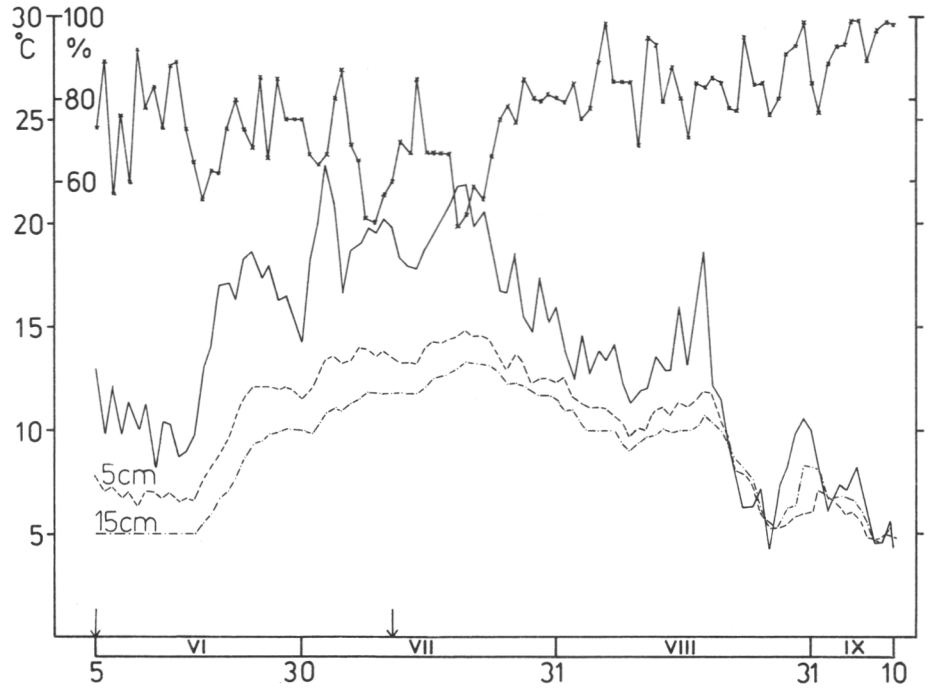
Kesä—heinäkuu oli tutkimuskesänä 1973 Pohjois-Suomessa hyvin lämmin ja vähäsateinen (taulukko 1). Rovaniemen maalaiskunnassa n. 80 km luoteeseen koealueelta olevalla säähavaintoasemalla mitattu kesäkuun keskilämpötila oli 1.7°C ja heinäkuun 3.4°C vuosien 1931—60 keskiarvoa lämpimämpi. Kuukausien sadesummat olivat koko kesän ajan huomattavasti pitkän ajan keskiarvoa pienemmät. Elokuussa tapahtui nopea ilman kylmeneminen ja elokuun lämpötilan keskiarvo jäi 1.4°C pitkän ajan keskiarvoa alhaisemmaksi. Kylmä kausi jatkui edelleen syyskuussa.

Taulukko 1. Lämpötilojen kuukausikeskiarvot ja -sadesummat Rovaniemen maalaiskunnassa.

Table 1. Average monthly temperatures and total monthly precipitation in the township of Rovaniemi.

Kuukausi *Month*	Keskilämpötilä, °C *Mean temperature*		Sadanta, mm *Precipitation*	
	1973	1931—1960	1973	1931—1960
Kesäkuu — *June*	13.7	12.0	36	55
Heinäkuu — *July*	18.5	15.1	58	67
Elokuu — *August*	11.6	13.0	53	74
Syyskuu — *Sept.*	3.9	7.3	41	54

Ensimmäisen kylvön aikoihin (5.—6. 6.) oli ilman vuorokautinen keskilämpötila koealueella 0.5 metrin korkeudessa 12—13°C, turpeen lämpötila viiden senttimetrin syvyydessä 7—8°C ja 15 cm:n syvyydessä 5°C (kuva 2). Ilman suhteellinen kosteus oli korkea, 80—90 %. Ilma pysyi viileänä kesäkuun 20. päivän tienoille, jolloin se lämpeni nopeasti ja suhteellinen kosteus vastaavasti pieneni. Toinen kylvökerta (10.—11. 7.) sattui kesän lämpimimpään jaksoon. Koko heinäkuu oli poikkeuksellisen lämmin. Elokuussa alkoi ilman kylmeneminen. Tällöin ilman suhteellinen kosteus suureni. Lämpötiloissa tapahtui jyrkkä lasku elokuun 18. päivän jälkeen. Tällöin ilman lämpötila putosi 18°C:sta 4°C:een muutamassa päivässä. Usean päivän ajan turve oli ilmaa lämpimämpi. Syyskuun alussa ilma jälleen lämpeni, mutta jäi huomattavasti kylmemmäksi kuin ennen kylmää kautta olleena aikana.

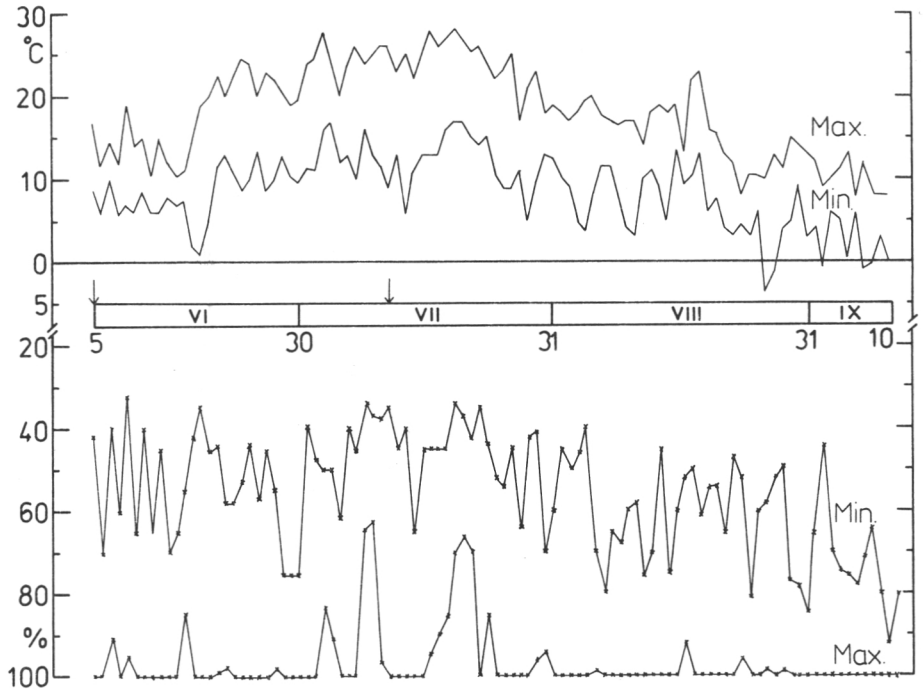


Kuva 2. Ilman lämpötilan (—) ja suhteellisen kosteuden (×—×) sekä turpeen lämpötilan (— — — = 5 cm:n ja — · — = 15 cm:n syvyys) vuorokautiset keskiarvot tutkimuskesänä koealueella. Kylvöajankohdat on merkitty aika-akselille nuolilla.

Figure 2. Daily mean temperatures (—), relative humidity (×—×) and peat temperatures (— — — = depth 5 cm, — · — = depth 15 cm) during the study at the experimental plots. Dates of sowing indicated with arrows.

Ilman lämpötila laski kesäkuussa kerran (18. 6.) lähelle nollaa, mutta ensimmäisen kerran oli hallaa 26. 8., jolloin lämpötila laski —4°C:een (kuva 3). Maksimilämpötilat saavutettiin heinäkuussa, jolloin lämpötila kohosi useana päivänä lähelle 30 astetta.

Mittausjakson aikana ilman lämpösummaksi kertyi koealueella 855 d.d. (kuva 4). Turpeen lämpösumma 5 cm:n syvyydessä oli 522 d.d. ja 15 cm:n syvyydessä 386 d.d. Lämpösummat laskettiin vähentämällä 5°C vuorokauden keskilämpötilasta, joka saatiin piirturin nauhoista parillisten tuntien keskiarvona. Kesä 1973 oli kokonaisuutena keskimääräistä lämpimämpi. Koealueelta mitattua lämpösummaa tarkasteltaessa on muistettava, että mittaus aloitettiin vasta 5. 6., johon mennessä 40 km:n päässä olevalla Imarin taimi-

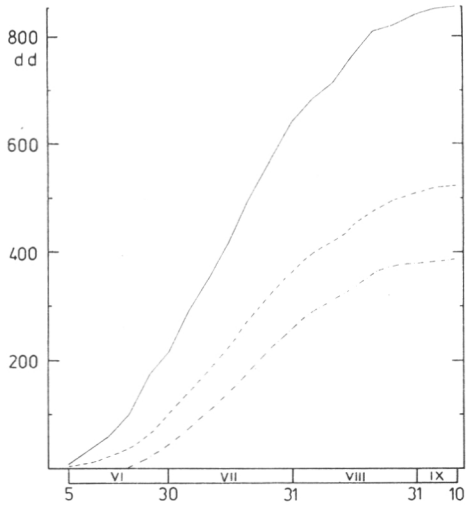


Kuva 3. Ilman lämpötilan (—) ja suhteellisen kosteuden (×—×) vuorokautiset maksimi- ja minimiarvot tutkimuskesänä koealueella. Kylvöajankohdat on merkitty aika-akselille nuolilla.

Figure 3. Daily maximum and minimum air temperatures (—), and relative humidity (×—×) during the study at the experimental plots. Dates of sowing indicated by arrows.

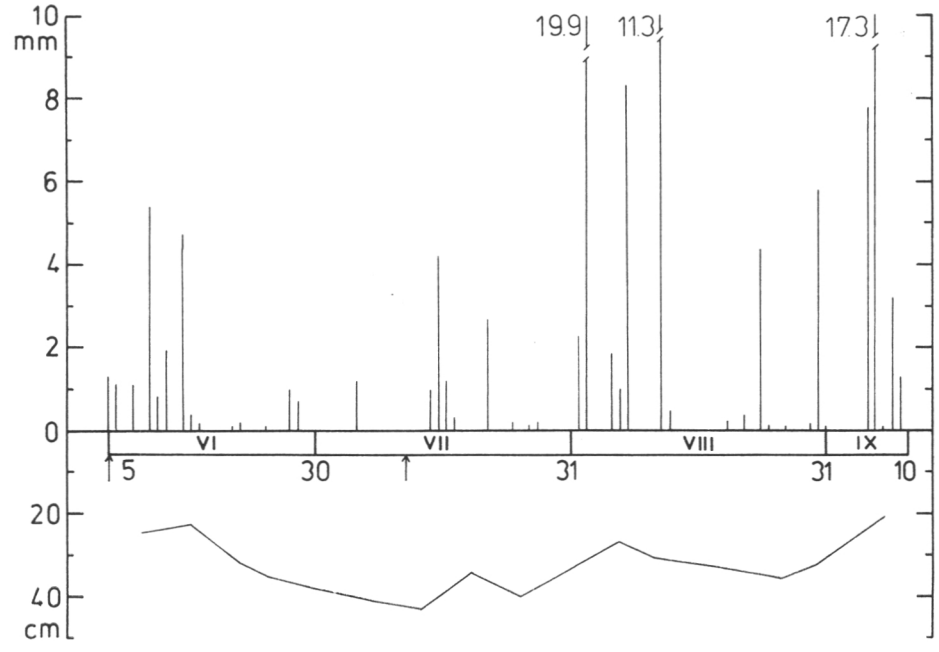
tarhalla oli ehtinyt kertyä n. 80 d.d. Kesän 1973 lämpösumma koealueella lienee näin ollen n. 950 d.d.

Keväällä koetta aloitettaessa pohjaveden pinta oli lumen sulamisen jälkeen korkealla (kuva 5). Samaan aikaan sattuneet sateet kohottivat pohjavesipintaa vielä hieman. Kesäkuun puolivälin jälkeen alkanut kuiva kausi jatkui elokuun alkuun saakka. Tällä välillä oli muutamia pieniä sadekuuroja, varsinkin heinäkuun puolivälissä. Pohjaveden pinta laski elokuun alkuun saakka, jolloin se sateitten seurauksena alkoi kohota. Elokuun alussa olleen sateisen kauden jälkeen alkoi jälleen kuiva kausi, jota kesti elokuun loppuun. Sen jälkeen alkoivat runsaat sateet, jotka jatkuivat havaintojakson loppuun. Pohjaveden pinta nousi syyskuussa saavuttaen kevätkesän tason.



Kuva 4. Ilman (—) ja turpeen (— — — = 5 cm:n ja — · — = 15 cm:n syvyys) lämpösumma (d.d.) tutkimuskesänä koealueella.

Figure 4. Temperature sum (d.d.) of air (—) and peat (— — — = depth 5 cm, — · — = depth 15 cm) during the summer at the experimental plots.



Kuva 5. Vuorokautinen sademäärä (pylväät) ja pohjaveden syvyys (—) tutkimuskesänä koealueella. Kylvöajankohdat on merkitty aika-akselille nuolilla.

Figure 5. Daily precipitation (bars) and ground water table (—) during the summer at the experimental plots. Dates of sowing indicated by arrows.

4. AINEISTON KÄSITTELY

Tilastollisina testeinä käytettiin t-testiä, kaksisuuntaista varianssianalyysiä sekä korrelaatio- ja regressioanalyysiä. Varianssianalyysin lisäksi laskettiin Tukeyn t-testillä pienin merkitsevä ero 5 %:n riskillä, josta käytetään lyhennystä HSD.

Valtataimen pituuden osalta varianssianalyysin oletukset olivat voimassa: mittaus vähintään intervalliasteikolla, populaation jakautuma likipitäen normaalinen, havainnot riippumattomia toisistaan, satunnaisvirheiden hajonnat yhtä suuret sekä vaikutukset additiivisia. Työssä käytettiin parametrisiä testejä, kuten varianssi- ja regressioanalyysiä, myös siemenen itävyyden ja kehitysluokituksen tarkasteluun.

Itävyyden prosenttilukujen muuttamista arc.sin-luvuiksi ei pidetty tässä työssä välttämättömänä, koska itävyysprosentit poikkesivat vain vähän 50:stä.

Varianssianalyysiä käytettiin kunkin kehitysluokan frekvenssin vertailussa eri koejäsenten välillä. Regressioanalyysillä tarkasteltiin kehitysluokkien riippuvuutta ilman lämpötilasta ja kosteudesta. Näin katsottiin voitavan menetellä, koska tutkittiin vain yhtä kohtaa jakautumassa. Kahden kehitysluokan rajakohdassa voidaan jakautuman olettaa olevan binomiaalisen. Kun havaintojen määrä lähenee ääretöntä, lähenee jakautuma normaalijakautumaa. Tilastotieteen oppikirjojen mukaan binomijakautumaa voidaan pitää lähes normaalisena, kun havaintoja on yli 25 ja havainto kuuluu tähän luokkaan todennäköisyydellä 0.5. Koska myös koejärjestely täytti parametristen testien edellytykset, katsottiin näiden testien käytölle olevan riittävät perusteet.

5. TUTKIMUKSEN TULOKSET

5.1. Ilman lämpötila ja kosteus suojissa ja suojan ulkopuolella

Kerran viikossa mitattua ilman lämpötilaa ja kosteutta suojissa ja suojan ulkopuolella tarkasteltiin vertaamalla mittauskertojen keskiarvoja t-testillä. Suojalaatujen välillä ei ollut systemaattisia eroja (taulukko 2). Mittausjakson lämpötilan keskiarvot olivat samat ja suhteellisen kosteuden keskiarvoissa oli 0.3 prosenttiyksikön ero, mikä ei ollut merkitsevä. Muovilaatu ei siten vaikuttanut ilman lämpötilaan eikä kosteuteen suojassa.

Mittauskertojen lämpötilojen keskiarvo suojassa oli 0.6°C korkeampi kuin ilman lämpötila suojan ulkopuolella (taulukko 3). Yksittäisiä mittauskertoja tarkasteltaessa havaitaan, että alle +25°C:n lämpötiloissa suoja oli joko lämpimämpi tai vähintään yhtä lämmin kuin ulkoilma. Erot olivat erit-

Taulukko 2. Ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus kasvihuonemuovista (1) ja auringon valossa hajoavasta muovista (2) valmistetussa suojassa. Tilastollisten testien merkitsevyydet: ° = ero suuntaa antava, riski 10 %, * = ero melkein merkitsevä, riski 5 %, ** = ero merkitsevä, riski 1 % ja *** = ero erittäin merkitsevä, riski 0.1 %.

*Table 2. Air temperature and relative humidity in the shelters made of greenhouse plastic (1) and plastic degradable in sunlight (2). Significance of statistical tests: ° = difference indicative, $P<0.10$; * = difference almost significant, $P<0.05$; ** = difference significant $P<0.01$; *** = difference very significant, $P<0.001$.*

Mittauspäivä *Date of Measurement*	Lämpötila, °C *Temperature*		t-testi *t-test*		Suht. kosteus, % *Relative Humidity*		t-testi *t-test*	
	Suoja — *Shelter*		v	t	Suoja — *Shelter*		v	t
	1	2			1	2		
21. 6.	26.8	26.7	9	0.264	51.0	51.4	9	0.123
30. 6.	24.2	24.4	9	0.349	50.7	51.0	9	0.269
7. 7.	30.0	30.1	9	0.264	42.5	44.8	9	1.180
13. 7.	28.4	28.7	19	0.754	39.8	39.2	19	0.451
19. 7.	29.5	29.4	19	0.590	42.0	42.4	19	0.166
25. 7.	20.5	20.2	19	0.677	70.2	70.2	19	0.000
6. 8.	14.4	14.3	19	0.698	90.5	89.5	19	1.964°
10. 8.	18.8	19.6	19	3.846*	60.9	58.9	19	0.922
18. 8.	22.8	22.5	19	1.036	57.1	57.4	19	0.336
26. 8.	10.2	9.8	16	3.570*	63.4	66.8	16	1.720
30. 8.	14.8	14.8	19	0.448	73.2	72.9	19	0.419
7. 9.	15.1	14.8	19	0.758	63.3	62.9	19	0.370
$\bar{X}$	21.3	21.3	11	0.172	58.7	59.0	11	0.567

täin merkitseviä. Yli +25°C:n lämpötiloissa neljästä mittauskerrasta oli suojassa kolmesti viileämpää kuin ulkoilmassa.

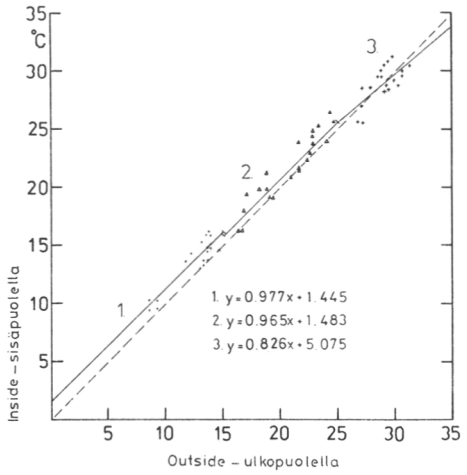
Kun lämpötilat suojassa ja sen ulkopuolella jaettiin ulkoilman lämpötilan mukaan alle +15°C:n, +15. . .+25°C:n ja yli +25°C:n ryhmiin ja piirrettiin näille regressiosuorat, tuli kyseinen ilmiö selvästi esiin (kuva 6). Suojassa oli alle +15°C:n lämpötiloissa keskimäärin 1.2°C lämpimämpää kuin ulkopuolella. Kun ulkoilman lämpötila oli +15. . .+25°C, ero oli 0.6°C. Yli 25°C:n lämpötiloissa suojan lämpötila oli ulkoilman lämpötilan alapuolella. Suoja pystyi siten tasaamaan keskikesän korkeita lämpötiloja ja parantamaan alku- ja loppukesän epäedullisia lämpööloja.

Mittausjakson suhteellisen kosteuden keskiarvo oli suojassa 0.5 %-yksikköä pienempi kuin ulkoilmassa (taulukko 3). Merkitseviä eroja yksittäisillä mittauskerroilla oli neljä kertaa, kolmesti ulkoilman suhteellinen kosteus oli suurempi kuin suojassa. Suojan ja sen ulkopuolisen ilman suhteellinen kosteus jaoteltiin ulkoilman lämpötilan mukaan myös ryhmiin edellä esitetyllä tavalla (kuva 7). Regressiosuorien mukaan suhteellinen kosteus oli suojassa pienempi kuin ulkopuolella, kun ympäröivän ilman lämpötila oli alle +15°C. Ero oli sitä suurempi, mitä kuivempaa ilma oli. Lämpötilan ollessa +15. . . +25°C tilanne muuttui päinvastaiseksi. Erot suurenivat vielä, kun lämpötila nousi yli 25°C:n. Korkeissa lämpötiloissa suhteellinen kosteus oli suojassa suurempi, kun ulkopuolella oli kuivaa, ja pienempi, kun ulkopuolella oli kosteaa.

Taulukko 3. Ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus suojassa ja suojan ulkopuolella. ° = ero suuntaa antava, riski 10 %, * = ero melkein merkitsevä, riski 5 %, ** = ero merkitsevä, riski 1 %, *** = ero erittäin merkitsevä, riski 0.1 %.

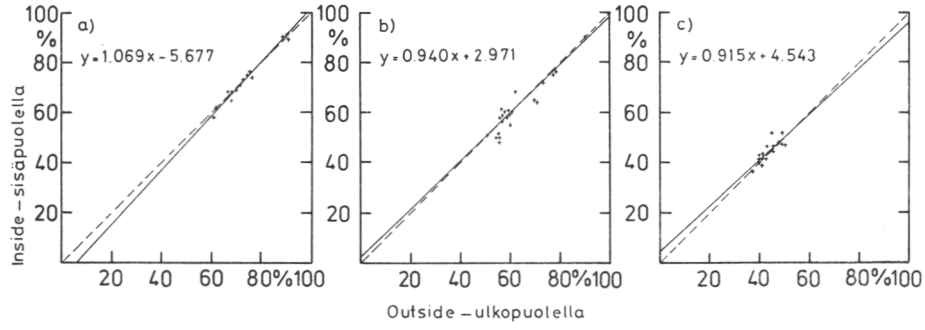
*Table 3. Air temperature and relative humidity inside and outside the shelter. ° = difference indicative, $P<0.10$; * = difference almost significant, $P<0.05$; ** = difference significant, $P<0.01$; *** = difference very significant, $P<0.001$.*

Mittauspäivä *Date of Measurement*	Lämpötila, °C *Temperature*		t-testi *t-test*		Suht. kosteus, % *Relative Humidity*		t-testi *t-test*	
	Suoja *Shelter*	Ulkopuolella *Outside*	v	t	Suoja *Shelter*	Ulkopuolella *Outside*	v	t
21. 6.	26.6	27.0	19	0.677	51.2	47.8	19	1.994
30. 6.	24.3	22.5	19	6.054***	50.9	54.6	19	4.635***
7. 7.	30.0	29.0	19	6.849***	43.7	43.8	19	0.150
13. 7.	28.6	29.8	39	6.837***	39.5	39.5	39	0.074
19. 7.	29.4	30.1	39	3.822***	42.2	42.1	39	0.085
25. 7.	20.4	20.4	39	0.298	70.2	73.1	39	11.396***
6. 8.	14.3	14.3	39	0.813	90.0	89.9	39	0.597
10. 8.	19.2	17.9	39	6.199***	59.9	58.1	39	1.535
18. 8.	22.6	22.4	39	1.251	57.2	56.5	39	1.332
26. 8.	10.0	8.8	34	7.557***	62.4	68.0	34	4.005***
30. 8.	14.8	13.7	39	11.440***	73.1	73.1	39	0.228
7. 9.	15.0	12.7	39	12.301***	63.1	65.3	39	4.750***
$\bar{X}$	21.3	20.7	11	1.797	58.6	59.1	11	0.631



Kuva 6. Suojan ja sen ulkopuolisen ilman lämpötilojen välinen riippuvuus. 1. = ilman lämpötila <15° C, 2. = ilman lämpötila 15—25° C, 3. = ilman lämpötila >25° C.

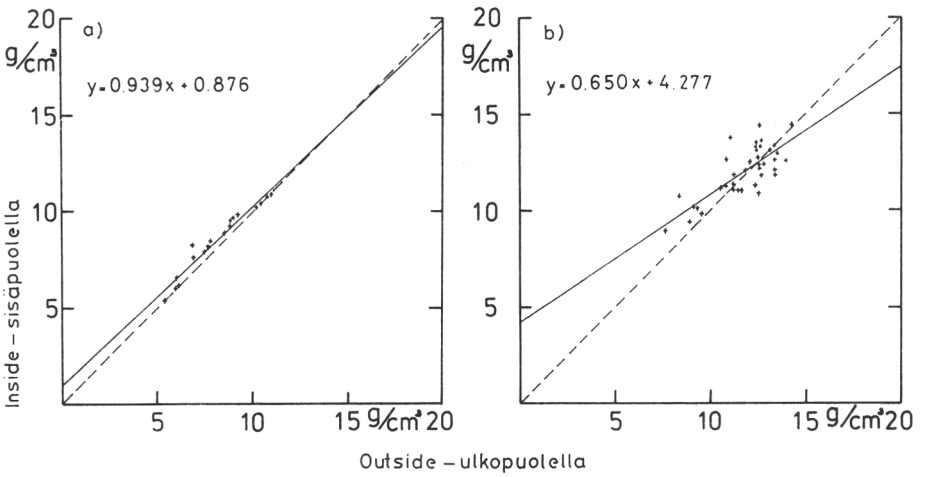
Figure 6. Correlation between air temperatures inside and outside the shelters. 1 = air temperature <15° C, 2 = air temperature 15—25° C, 3 = air temperature >25° C.



Kuva 7. Suojan ja sen ulkopuolisen ilman suhteellisen kosteuden välinen riippuvuus. a) ilman lämpötila <15° C, b) ilman lämpötila 15—25° C, c) ilman lämpötila >25° C.

Figure 7. Correlations between relative air humidity inside and outside the shelters. 1 = air temperature <15° C, 2 = air temperature 15—25° C, 3 = air temperature >25° C.

Ilman suhteellinen kosteus suurenee, jos vesihöyryn paine pysyy samana, mutta lämpötila laskee ja päinvastoin. Suhteellinen kosteus oli siten suojassa usein pienempi kuin suojan ulkopuolella korkeamman lämpötilan vuoksi. Ilman sisältämän todellisen vesimäärän selvittämiseksi suhteelliset kosteudet muutettiin absoluuttisiksi. Tämän jälkeen piirrettiin suojan ja sitä ympäröivän ilman absoluuttisen kosteuden väliset regressiosuorat, kun ulkoilman lämpötila oli alle +15°C ja yli +15°C (kuva 8). Jaottelu poikkeaa hieman edellä käytetystä, koska yli +25°C lämpötiloissa absoluuttisen kosteuden hajonta oli erillään esitettäväksi liian suuri.



Kuva 8. Suojan ja sen ulkopuolisen ilman absoluuttisen kosteuden välinen riippuvuus. a) ilman lämpötila <15° C, b) ilman lämpötila >15° C.

Figure 8. Correlations between absolute air humidity inside and outside the shelters. 1 = air temperature <15° C, 2 = air temperature >15° C.

Suojassa oli kosteampaa, kun ulkopuolisen ilman absoluuttinen kosteus oli alle 12 g/cm³. Ero suojan ja ympäröivän ilman välillä oli sitä suurempi, mitä lämpimämpää ilma oli. Seuraavasta asetelmasta nähdään ilman absoluuttinen kosteus sateen alkamishetkellä eri lämpötiloissa:

Ilman lämpötila, °C	Ilman absoluuttinen kosteus, g/cm³
+ 5	7.0
+10	9.5
+15	13.5
+20	18.0
+25	24.0
+30	30.0

Esitetyistä lukemista ja piirretyistä regressiosuorista voidaan päätellä, että suojassa oli ilmeisesti kosteampaa kuin ulkopuolella sateen alkamishetkeen saakka. Tämän jälkeen ilma suojassa pysyi kuivempana, koska sade ei päässyt helposti suojan sisälle. Sateen jatkuessa kosteusolot tasoittuivat. Sateen alkamishetkellä vallitseva ulkoilman lämpötila aiheutti kosteuseroihin muutoksia. Esimerkiksi +5°C:n lämpötilassa sattuneen sateen alussa voi suojassa olla kosteampaa kuin ulkopuolella, koska lämpötila suojassa oli silloin yli +6°C (kuva 6). Korkeammassa lämpötilassa sade alkaa vasta suuremmassa ilmankosteudessa.

5.2. Siemenen itäminen

Itäneitten siementen lukumäärän perusteella laskettiin siemenen itävyys prosentteina kylvetystä siemenestä kylvötavan ja -ajankohdan sekä lannoituksen mukaan ryhmiteltynä (taulukko 4).

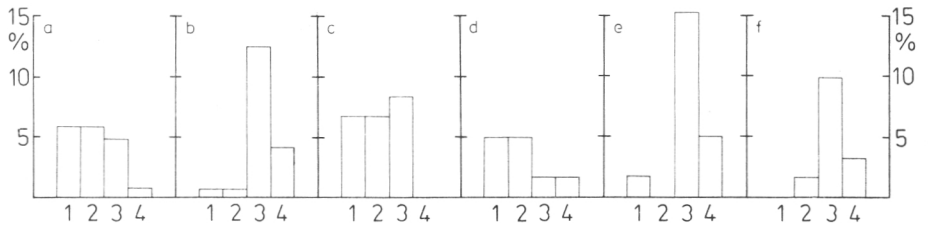
Suojan vaikutus itämiseen oli vähäinen ensimmäisessä kylvössä (5.—6. 6. 73). Itävyys oli sekä suojakylvössä että laikkukylvössä 50—60 %:n välillä, eikä ero ollut merkitsevä (taulukko 4.1.). Toisessa kylvössä (10.—11. 7. —73) itävyys oli suojissa n. 20 %-yksikköä korkeampi kuin laikuissa. Ero oli erittäin merkitsevä. Suojissa kylvöajankohtien välillä oli lähes merkitsevä ero siten, että itävyys oli suurempi myöhäisemmässä kuin aikaisemmassa kylvössä. Laikuissa itävyys oli samaa suuruusluokkaa molemmissa kylvöissä. Erilaisesta muovista tehtyjen suojien välillä ei ollut merkitsevää eroa. Suojissa ja 9 siemenen laikkukylvössä oli raakafosfaatin vaikutus itämiseen lähes merkitsevästi suurentava. Vaikutus ei erottunut 32 siemenen laikkukylvössä. Toisessa kylvössä ei todettu raakafosfaatin edullista vaikutusta.

Taulukko 4. Siemenen itävyys erilaisissa kylvöksissä kylvöajankohdan ja lannoituksen mukaan ryhmiteltynä. Suojalaatu ks. taulukko 2.

Table 4. Germination of seeds in different sowings according to date of sowing and fertilization. Kind of shelter, cf. Table 2.

P_2O_5, g/m²	Itävyys — *Germination*, %				
	Suoja — *Shelter*		Laikkukylvö *Sowing on Patches*		$\bar{x}$
	1	2	9 siementä *9 seeds*	32 siementä *32 seeds*	
	Ensimmäinen kylvö — *First Sowing*, 1973-06-05···06				
0	56.7 ± 6.3	56.3 ± 6.5	47.4 ± 5.0	54.5 ± 1.9	53.7 ± 2.6
40	58.3 ± 1.6	63.7 ± 5.0	61.5 ± 6.1	53.9 ± 2.4	59.3 ± 2.1
1. kylvö yhteensä—*First sowing Total*	57.5 ± 1.8	60.0 ± 4.0	54.4 ± 4.4	54.2 ± 1.5	56.5 ± 1.7
	Toinen kylvö — *Second Sowing*, 1973-07-10···11				
0	72.0 ± 4.4	75.0 ± 1.9	52.2 ± 6.2	49.4 ± 5.6	62.2 ± 3.4
40	69.6 ± 5.0	71.5 ± 4.1	55.3 ± 9.8	43.9 ± 3.9	60.1 ± 3.8
2. kylvö yhteensä — *Second sowing Total*	70.8 ± 3.2	73.2 ± 2.2	53.8 ± 5.3	46.6 ± 3.4	61.1 ± 2.5
Kylvöt yhteensä — *Sowings Total*	64.2 ± 2.1	66.2 ± 2.3	54.2 ± 3.4	50.4 ± 1.7	58.9 ± 1.8

Tyhjien kylvökohtien määrä oli ensimmäisessä kylvössä hyvin pieni, keskimäärin alle 6 % kaikissa kylvömenetelmissä. Suojakylvössä oli tyhjiä kylvökohtia hieman enemmän kuin laikkukylvöissä (kuva 9). Toisessa kylvössä tyhjiä suojia oli keskimäärin vain n. 1 %. Laikkukylvössä tyhjien laikkujen määrä sen sijaan oli suurempi kuin ensimmäisessä kylvössä. Suojalaatujen välillä ei ollut eroa.



Kuva 9. Tyhjälaikkusadannekset erilaisissa kylvöksissä. Selitykset: a) kylvö 5.—6. 6. —73, b) kylvö 10.11. 7. —73, c) kylvö 5.—6. 6. —73 ei lannoitusta, d) kylvö 5.—6. 6. —73 raakafosfaattilannoitus, e) kylvö 10.—11. 7. —73 ei lannoitusta, f) kylvö 10.—11. 7. —73 raakafosfaattilannoitus; 1 = kasvihuonemuovista valmistettu suoja, 2 = auringon valossa hajoavasta muovista valmistettu suoja, 3 = laikkukylvö 9 siementä, 4 = laikkukylvö 32 siementä.

Figure 9. Fail spot percentage for different methods of sowing. Legend: a) sowing on June 5—6, 1973, b) sowing on July 10—11, 1973, c) sowing on June 5—6, 1973, no fertilization, d) sowing on June 5—6, 1973, fertilized with rock phosphate, e) sowing on July 10—11, 1973, no fertilization, f) sowing on July 10—11, 1973, fertilized with rock phosphate. 1 = shelter made of greenhouse plastic, 2 = shelter made of plastic degradable in sunlight, 3 = 9 seeds sown in a patch, 4 = 32 seeds sown in a patch.

Taulukko 4.1. Varianssianalyysin tulokset taulukolle 4.
Table 4.1. Analysis of variance for data in Table 4.

a. Kylvötavan ja kylvöajankohdan välinen varianssianalyysi, kylvöt yhteensä.
a. ANOVA for method of sowing and date of sowing, sowings combined.

Vaihtelun lähde *Source of variance*	Varianssi *Variance*	V.a. *D.F.*	F-arvo *F-value*	HSD.05 %
Kylvötapa — *Method of sowing*	1 212.386	3/75	8.3240***	13.5
Kylvöajankohta — *Date of sowing*	421.363	1/75	2.8917	10.5
Yhdysvaikutus — *Interaction*	544.987	3/72	4.2222**	
Ruutujen sisäinen — *Within plots*	129.076	72		

b. Kylvötavan ja fosforilannoituksen välinen, 1. kylvö
b. For method of sowing and rock phosphate fertilization, 1st sowing

Kylvötapa — *Method of sowing*	75.145	3/35	0.6685	19.1
P_2O_5	316.969	1/35	2.8098	14.7
Yhdysvaikutus — *Interaction*	107.992	3/32	0.9535	
Ruutujen sisäinen — *Within plots*	113.262	32		

c. Kylvötavan ja fosforilannoituksen välinen, 2. kylvö
c. For method of sowing and rock phosphate fertilization, 2nd sowing

Kylvötapa — *Method of sowing*	1 681.956	3/35	11.8103***	20.4
P_2O_5	43.680	1/35	0.3067	16.1
Yhdysvaikutus — *Interaction*	32.908	3/32	0.2155	
Ruutujen sisäinen — *Within plots*	152.680	32		

Ensimmäisessä kylvössä raakafosfaatti pienensi tyhjien kylvökohtien määrää muissa menetelmissä paitsi 32 siemenen laikkukylvössä (kuva 9). Toisella kylvökerralla lannoituksen vaikutus oli edullinen nimenomaan laikkukylvössä. Suojakylvössä vaikutukset menivät ristiin. Tyhjiä kylvökohtia oli kaikissa tapauksissa eniten 9 siemenen laikkukylvössä. Ensimmäisessä kylvössä suuri siemenmäärä varmisti kylvökohdan taimellisuuden, mutta

toisessa kylvössä suojat olivat edullisimpia huolimatta pienestä siemenmäärästä.

Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon tyhjien kylvökohtien määrän suuri hajonta. Tästä syystä ei tuloksia analysoitaessa käytetty varianssianalyysiä. Suuren hajonnan aiheutti jokin koejärjestelyyn kuulumaton tekijä, ilmeiseti rahkamättäisyys, sillä silmämääräisesti tarkastellen tyhjät kylvökohdat olivat yleensä *Sphagnum fuscum* kasvustossa.

5.3. Sirkkataimien kehitys

Kylvötuppaasta mitatun valtataimen pituus ensimmäisessä kylvössä oli kasvihuonemuovista tehdyssä suojassa suurin (taulukko 5). Hajoavassa suojassa ja 32 siemenen laikkukylvössä taimet olivat kasvaneet seuraavaksi eniten. Pienimpiä ne olivat 9 siemenen laikkukylvössä. Heinäkuun kylvössä laikkukylvöjen ja suojakylvöjen välillä oli erittäin merkitseviä eroja. Laikuissa kasvaneet taimet olivat n. 25 % eli n. 10 mm lyhyempiä kuin suojissa kasvaneet, jotka kasvoivat yhtä pitkiksi kuin kesäkuussa kylvetyt. Laikkukylvön taimet jäivät sitä vastoin huomattavasti ensimmäisen kylvön taimia pienemmiksi. Kylvöajankohtien välillä olikin laikkukylvössä erittäin merkitsevä ero (taulukko 5.1.).

Taulukko 5. Valtataimen pituus erilaisissa kylvöksissä kylvöajankohdan ja lannoituksen mukaan ryhmiteltynä. Suojalaatu ks. taulukko 2.

Table 5. Height of dominant germling in different sowings according to date of sowing and fertilization. Kind of shelter, cf. Table 2.

P_2O_5, g/m²	Taimen pituus — *Height of the germlings, mm*				
	Suoja — *Shelter*		Laikkukylvö *Sowing Spot*		$\bar{x}$
	1	2	9 siementä *9 seeds*	32 siementä *32 seeds*	
	Ensimmäinen kylvö — *First Sowing*, 1973-06-10···06				
0	39.6±4.5	36.5±2.4	33.6±0.8	38.2±1.4	37.0±1.3
40	45.8±3.1	41.2±2.0	36.3±1.5	37.5±0.8	40.2±1.1
1. kylvö yhteensä—*First sowing Total*	42.7±2.7	38.9±1.7	35.0±0.9	37.9±0.7	38.6±0.9
	Toinen kylvö—*Second Sowing*, 1973-07-10···11				
0	41.2±2.0	41.1±1.1	28.4±3.0	32.9±1.4	35.9±1.1
40	41.9±0.4	37.9±2.0	28.0±3.2	32.3±1.5	35.0±1.1
2. kylvö yhteensä — *Second sowing Total*	41.6±1.0	39.5±1.2	28.2±2.1	32.6±1.0	35.5±1.1
Kylvöt yhteensä — *Sowings Total*	42.2±1.3	39.2±0.9	31.7±1.2	35.3±0.7	37.1±0.7

Taulukko 5.1. Varianssianalyysin tulokset taulukolle 5.
Table 5. Analysis of variance for data in Table 5.

a. Kylvötavan ja -ajankohdan välinen varianssianalyysi, kylvöt yhteensä.
a. ANOVA for method of sowing and date of sowing, sowings combined.

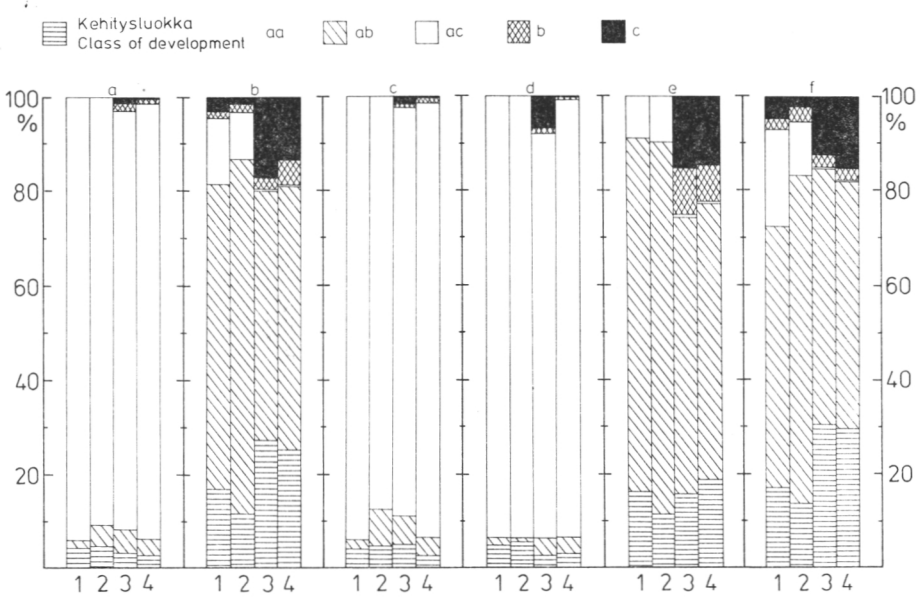
Vaihtelun lähde *Source of variance*	Varianssi *Variance*	V.a. *D.F.*	F-arvo *F-value*	HSD.05 mm
Kylvötapa — *Method of sowing*	427.940	3/75	16.8620***	5.8
Kylvöajankohta — *Date of sowing*	193.753	1/75	7.6344***	4.4
Yhdysvaikutus — *Interaction*	60.420	3/72	2.5260	
Ruutujen sisäinen — *Within plots*	23.919	72		

b. Kylvötavan ja fosforilannoituksen välinen, 1. kylvö
b. For method of sowing and rock phosphate fertilization, 1st sowing

Kylvötapa — *Method of sowing*	103.122	3/35	3.9015*	8.9
P_2O_5	104.976	1/35	3.9716	6.7
Yhdysvaikutus — *Interaction*	22.524	3/32	0.8405	
Ruutujen sisäinen — *Within plots*	26.798	32		

c. Kylvötavan ja fosforilannoituksen välinen, 2. kylvö
c. For method of sowing and rock phosphate fertilization, 2nd sowing

Kylvötapa — *Method of sowing*	385.238	3/35	19.7206***	7.8
P_2O_5	8.373	1/35	0.4286	5.9
Yhdysvaikutus — *Interaction*	6.284	3/32	0.3025	
Ruutujen sisäinen — *Within plots*	20.777	32		



Kuva 10. Sirkkataimien kehitysluokittaiset lukumäärät erilaisissa kylvöksissä. Selitykset: ks. kuva 9 s. 21 ja kehitysluokat ks. s. 9.

Figure 10. Number of germlings in different methods of sowing according to classes of development. Legend: a) — f) cf. Figure 9. Methods of sowing, cf. Figure 9, p. 21 and classes of development cf. p. 9.

Fosforilannoitus lisäsi suojissa kasvaneiden taimien pituutta ensimmäisessä kylvössä (taulukko 5). Lannoitetut taimet olivat lähes merkitsevästi pitempiä kuin lannoittamattomat. Laikkukylvössä raakafosfaatin vaikutus oli vähäinen. Suoja siis edisti lannoitteen hyväksikäyttöä. Lannoittamattomissa laikuissa ja suojissa kasvaneiden taimien pituuksissa ei ollut eroja. Toisessa kylvössä lannoituksella ei ollut vaikutusta taimien pituuteen.

Ensimmäisessä kylvössä oli vähiten kehittyneiden taimien eli kehitysluokkien aa ja ab (selitykset ks. s. 9) osuus pieni kaikissa kylvötavoissa (kuva 10). Ko. kehitysluokan taimet olivat ilmeisesti syntyneet vasta myöhemmin kesällä itäneistä siemenistä. Taimien kehittyneisyyttä osoitti kehitysluokan ac suuri osuus kaikissa kylvötavoissa. Kehittyneimpiä taimia oli eniten hajoavassa suojassa. Vaurioituneita ja sairaita sekä kuolleita taimia ei ollut suojissa lainkaan. Laikkukylvössä niiden osuus jäi 1—2 prosenttiin.

Ensimmäisen kylvön (kesäkuussa) sirkkataimet olivat ehtineet kehittyä syksyyn mennessä pidemmälle kuin toisen kylvön (heinäkuussa) taimet. Ero oli erittäin merkitsevä. Vähiten kehittyneiden taimien osuus (luokka aa) oli toisessa kylvössä moninkertainen ensimmäiseen kylvöön verrattuna. Vähiten tällaisia taimia oli suojissa. Kehitysluokka ab oli toisessa kylvössä vallitseva. Suojissa sen osuus oli 70—80 % syntyneistä taimista ja laikuissa 40—45 %. Suojien ja laikkujen välinen ero oli merkitsevä 5 %:n riskillä. Suurin ero suojakylvön ja laikkukylvön välillä oli kehittyneimpien taimien ja kuolleiden sekä vaurioituneiden ja sairaiden taimien määrissä. Kehitysluokkaa ac eli kehittyneimpiä taimia oli laikkukylvössä alle prosentin, kun taas suojissa sitä oli 10—15 % kaikista taimista. Suoja nopeutti sirkkataimien kehitystä. Suojissa oli vaurioituneita ja sairaita sekä kuolleita taimia 4—5 %, kun taas laikkukylvössä niiden määrä nousi 20 %:iin. Laikkukylvössä taimien vaurioituminen ja kuoleminen johtui pääasiassa syömätuhoista. Kuolleista taimista oli jäljellä vain tynkä. Syömätuhot keskittyivät lähinnä kehitysluokkaan aa. Ensimmäisessä kylvössä vaurioituneiden taimien pieni osuus korreloi kehitysluokan aa vähyyden kanssa.

Suojissa ei syömätuhoja todettu, vaan vaurioituneet ja kuolleet taimet olivat kellastuneita. Erot kehitysluokkajakautumassa toisella kylvökerralla suojakylvöjen ja laikkukylvöjen välillä olivat kehitysluokissa ac, b ja c erittäin merkitseviä.

Raakafosfaattilannoitus pienensi ensimmäisessä kylvössä hieman kehitysluokkien aa ja ab osuutta hajoavassa suojassa ja laikkukylvöissä, jolloin kehittyneinpien taimien osuus kasvoi (kuva 10). Lannoitus nopeutti joko taimien kehitystä tai paransi itävyyttä, jolloin jälki-itäminen jäi vähäiseksi. Lannoitus näytti suurentaneen tuhoja 9 siemenen laikkukylvössä. Muiden kylvötapojen kohdalla ei ollut eroja.

Toisella kylvökerralla suojien välillä ei ollut eroja (kuva 10), mutta kehitysluokan ab osuus oli lannoitetuissa suojissa merkitsevästi pienempi kuin

lannoittamattomissa suojissa. Laikkukylvöissä ei oleellisia eroja todettu. Suurin vaikutus raakafosfaatilla oli kehittyneimpien taimien (luokka ac) sekä vaurioituneiden ja kuolleiden taimien määrään. Kehittyneimpiä taimia oli lannoitetussa suojassa selvästi enemmän kuin lannoittamattomassa. Laikkukylvössä sen sijaan ei ac kehitysluokkaa juuri esiintynyt. Lannoitus lisäsi vaurioituneiden ja kuolleiden taimien määrää suojissa, mutta pienensi laikuissa. Erot olivat merkitseviä 5 %:n riskitasolla.

Varianssianalyysin lisäksi laskettiin korrelaatioanalyysi taimitunnusten, ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden välillä sekä regressioanalyysi. Selitettävinä muuttujina olivat valtataimen pituus ja kehitysluokat. Selittävinä muuttujina olivat suojasta ja sen ulkopuolelta mitattu ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus. Kustakin suojarivistä oli arpomalla valittu suoja, josta lämpötila ja suhteellinen kosteus mitattiin kesän ajan kerran viikossa klo 10—15 välisenä aikana. Mittausten keskiarvo otettiin selittäjäksi koko suojariville. Laikkukylvön osalta saatiin vastaavat selitysarvot antamalla suojan vierestä mitatut arvot lähimmälle laikkuriville.

Valtataimen pituus oli analyysin mukaan sitä suurempi, mitä korkeampi oli ilman lämpötila (taulukko 6). Suhteellinen kosteus ei korreloinut merkitsevästi pituuden kanssa. Ilman lämpötila selitti taimien kasvusta 10.1 % ja ilman kosteus 1.6 %. Mitä kylmempää ilma oli ja mitä suurempi oli suhteellinen kosteus, sitä hitaammin taimet kehittyivät eli sitä enemmän taimia kuului kehitysluokkaan aa. Kehitysluokkaan ab kuuluneiden taimien määrä korreloi samoin, mutta vielä voimakkaamin ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden kanssa. Kehitysluokkiin aa ja ab kuuluneiden taimien määristä

Taulukko 6. Taimitunnusten sekä suojan ja sitä ympäröivän ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden väliset korrelaatiokertoimet ja niiden merkitsevyys. [1]) Kehitysluokat ks. s. 9.

Table 6. Correlations and their significance between traits of germlings and the temperature and relative humidity inside and outside the shelters. [1]) *Classes of development, cf. p. 9.*

Taimitunnukset *Notation of the germlings*	Ilman lämpötila *Air Temperature*, °C	Regressioanalyysin selitysaste, % *Power of explanation, % of regression*	Ilman suht. kosteus *Air relative humidity* %	Regressioanalyysin selitysaste, % *Power of explanation, % of regression*
Valtataimen pituus, mm — *Height of the germling, mm*	0.321**	10.1	—0.132	1.6
Kehitysluokka, aa[1])—*Class of development, aa*[1])	—0.453***	20.3	0.365***	12.9
Kehitysluokka, ab[1])—*Class of development, ab*[1])	—0.651***	42.1	0.492***	23.6
Kehitysluokka, ac[1])—*Class of development, ac*[1])	0.548***	29.8	—0.453***	20.3
Kehitysluokka, ba[1])—*Class of development, ba*[1])	—0.266*	7.0	0.146	2.0
Kehitysluokka, bb[1])—*Class of development, bb*[1])	—0.245*	5.9	0.043	0.1
Kehitysluokka, c[1])—*Class of development, c*[1])	—0.488***	23.7	0.291**	8.2

ilman lämpötila selitti erikseen 20.3 ja 42.1 % ja suhteellinen kosteus 12.9 ja 23.6 %. Kehittyneimpien taimien lukumäärä eli kehitysluokan ac osuus oli sitä suurempi, mitä lämpimämpää ja kuivempaa ilma oli. Lämpötila selitti 29.8 ja suhteellinen kosteus 20.3 % kehitysluokan ac varianssista. Mekaanisen vaurion kärsineiden tai hyönteisten tuhoamien taimien lukumäärä oli sitä suurempi, mitä kylmempää ja kosteampaa ilma oli. Kylmässä ja kosteassa taimet kehittyivät heikosti ja syömätuhot kohdistuivat juuri niihin taimiin. Ilman lämpötilan ja kosteuden sekä syömätuhojen väliset korrelaatiot johtuvat tästä riippuvuussuhteesta. Muulla tavoin vaurioituneiden taimien määrä oli myös sitä suurempi, mitä kylmempää oli. Kuolleiden taimien määrä suureni ilman kylmetessä ja muuttuessa kosteammaksi. Koska taimituhot olivat pääasiassa syömätuhoja, vallitsi kuolleiden taimien ja kehitysluokan aa välillä edellä selostetun kaltainen riippuvuus. Korrelaatiokerroin oli 0.644.

Vähäiset taimituhot suojissa olivat hallan aiheuttamia, mihin viittasi muulla tavoin tuhoutuneiden taimien ja lämpötilan negatiivinen korrelaatio. Ilman lämpötila selitti 23.7 ja suhteellinen kosteus 8.2 % kaikkien kuolleiden taimien määrästä.

5.4. Havainnot suojista

Inventoinnin yhteydessä laskettiin myös irronneiden suojien lukumäärä. Syyskuun 10. päivään mennessä suojista oli irronnut 3.5 %. Tällöin puolet suojista oli ollut maastossa n. 3 kuukautta ja toinen puoli 2 kuukautta. Useimmiten suojan irtoaminen oli porojen aiheuttama.

Auringon valossa hajoavasta muovista tehdyt suojat eivät olleet 2 kuukaudessa vielä haurastuneet lainkaan. Sen sijaan 3 kuukautta maastossa olleista suojista oli ehjiksi luokiteltuja ainoastaan 2.6 %. Haurastuneita oli suurin osa eli 86.1 %. Kokonaan hajonneita oli 11.3 %.

6. TULOSTEN TARKASTELU

Siemen tarvitsee itääkseen runsaasti kosteutta, lämpöä, happea ja puulajista riippuen myös valoa. Avoimella suolla on yleensä valoa ja kosteutta riittävästi. Vain erittäin tehokkaasti kuivatetuilla ja lannoitetuilla soilla saattaa kuivuus olla haitaksi (Mannerkoski 1971). Tällöinkin kuivuminen rajoittuu aivan turpeen pintakerroksiin. Korkeilla mättäillä, aurauspalteissa tai käännetyssä turpeessa tilanne voi olla paljon huonompi (vrt. Heikurainen ym. 1966). Kangasmailla kuivuutta pidetään eräänä itämistä ja sirkkataimien kehitystä pahimmin rajoittavana tekijänä (Sirén 1952, Lehto 1956, Yli-Vakkuri 1961 a,b, Pohtila 1972 a). Myös maaliuoksen osmoottisen arvon kohoaminen voi estää siementen ja taimien veden saannin. Tällainen tilanne syntyy usein käytettäessä liian suuria määriä lannoitteita (Kramer & Kozlowski 1960, Paavilainen 1970, Kaunisto 1971, Mannerkoski 1971).

Liika vesi aiheuttaa peittäessään siemenet hapen puutetta estäen itämistä ja taimien kasvua. Eräiden havupuiden siemenet tuhoutuvat jo 10 vuorokaudessa ollessaan veden peitossa (Kramer & Kozlowski 1960).

Pohjois-Suomessa itämistä ja sirkkataimien kehitystä rajoittavaksi tekijäksi saattaa muodostua kasvualustan alhainen lämpötila, varsinkin soilla turpeen huonon lämmönjohtokyvyn ja märkyyden vuoksi (vrt. Mørk 1933).

Itäminen vaikeutuu myös kasvualustan lämpötilan kohottua yli +25. . . +26° C:n (Aaltonen 1942). Optimi lienee +20. . . +24° C (Sirén 1952). Kylmät olosuhteet eivät välttämättä alenna itävyyttä, mutta pitkittävät itämistä ja hidastavat taimien kehitystä, jolloin siemen- ja sirkkataimituhot saattavat muodostua suuriksi (Aaltonen 1942, Kramer & Kozlowski 1960).

Tässä tutkimuksessa käytettyjen kylvösuojien tarkoituksena oli suojaavan vaikutuksen lisäksi kohottaa ilman lämpötilaa ja kosteutta siementen itämiselle ja sirkkataimien kehitykselle edulliseksi (vrt. Lähde 1973). Mittauksissa todettiin ilman suojassa olevan ulkoilmaan verrattuna sitä lämpimämpää, mitä kylmempää oli ulkopuolella. Lämpötilan noustua yli +25° C:n suojasta mitatut lämpötilat olivat alhaisempia kuin sen ulkopuolelta mitatut. Mittaukset sattuivat lämpötilavälille +8. . . +32° C.

Absoluuttinen kosteus oli suojassa ulkoilmaan verrattuna sitä suurempi mitä lämpimämpi sää oli. Suojan säilyminen viileämpänä korkeissa lämpötiloissa johtui lämmön sitoutumisesta suojan ilmassa olevaan vesihöyryyn. Näillä lämpötila- ja kosteuseroilla on tärkeä merkitys itämiselle sekä alhaisissa että korkeissa lämpötiloissa.

Kokeessa ei selvitetty, kuinka paljon suoja pystyi kohottamaan kasvualustan lämpötilaa. Yli-Vakkuri (1961 b) havaitsi mitatessaan lämpötiloja 0.25 m²:n suuruisella muovilla peitetystä kylvöruudusta maan lämpenevän ympäristöään enemmän aina 17.5 cm:n syyvyyteen saakka. Myös ilma oli 5 cm:n korkeudella maanpinnasta muovin alla selvästi lämpimämpää kuin ulkopuolella. Toisaalta hän totesi, että lämpötilat eivät nousseet itämiselle ja taimien kehitykselle liian korkeiksi. Ko. mittaukset tehtiin siemenpuumetsikössä kivennäismaalla.

Pienienkin lämpötila- ja kosteuserojen merkitystä osoittivat korrelaatioja regressioanalyysit. Ne osoittivat merkitseviä riippuvuussuhteita ilman lämpötilan ja taimen pituuden sekä kehitysasteen välillä. Myös ilman suhteellisen kosteuden ja taimitunnusten välillä todettiin merkitseviä riippuvuussuhteita. Lähteen (1973) tutkimusten mukaan erittäin lämpimänä kesänä 1972 suoja vaikutti kivennäismaalla edullisesti itämiseen Pohjois-Hämeestä aina maan pohjoisimpiin osiin saakka. Kylmänä kesänä suojan vaikutus saattaa olla kuitenkin vielä edullisempi.

Kesäkuun 5.—6. päivänä tehdyssä kylvössä itäminen suojissa oli suurempi kuin laikuissa, mutta ero ei ollut merkitsevä. Heinäkuun 10.—11. päivänä tehdyssä kylvössä erot suojan hyväksi olivat erittäin merkitseviä. Itävyys oli n. 20 % suurempi kuin ensimmäisessä kylvössä. Laikuissa itävyys oli samansuuruinen molemmissa kylvöissä. Ensimmäisen kylvön jälkeen siemenillä oli kosteutta ilmeisesti tarpeeksi, koska pohjavesi oli korkealla. Lämpötila sen sijaan pysyi alhaisena kesäkuun lopulle saakka, jolloin alkoi pitkä poutakausi, mikä rajoitti itämistä. Tällaisissa oloissa suoja ei pystynyt aikaansaamaan ratkaisevaa eroa itämisessä laikkuun verrattuna. Toisen kylvön aikoihin oli erittäin lämmintä, mutta melko kuivaa. Vain pienehköjä sadekuuroja esiintyi ja pohjavesi oli peräti 40 cm:n syvyydellä. Suojan edullisuus johtui ilmeisesti suojassa vallitsevista suotuisista lämpö- ja kosteusoloista. Luonnossa siemenet itävät usein heinä—elokuussa, koska alkukesästä on monesti kylmää ja kuivaa (Yli-Vakkuri 1961 b, Yli-Vakkuri & Räsänen 1971).

Siementuhot saattavat joskus muodostua erittäin suuriksi (Siré n 1952, Lehto 1956, Yli-Vakkuri 1961 a,b, Valtanen 1966, 1969, Lehtiniemi 1970, Heikkilä 1972). Vaikka siementuhoja ei inventoitu, niin kesäkuun kylvön itämisen sama suuruusluokka suojissa ja laikuissa viittaa siementuhojen vähäiseen määrään tässä kokeessa, koska suojiin eivät useimmat siementuholaiset kuitenkaan pääse. Ilmeisesti siemen- ja sirkka-

taimituhot ovat turvemailla yleensä vähäisempiä kuin kangasmailla, koska avosuolla ei ole tuhonaiheuttajia houkuttelevia hakkuutähteitä ja avosuo on usein laaja-alainen, mikä edelleen vähentää hyönteistuhojen määrää.

Raakafosfaattilannoitus paransi siementen itämistä ensimmäisessä kylvössä. Heinäkuun kylvössä ei tällaista vaikutusta esiintynyt. Mannerkoski (1971) on todennut raakafosfaatin vaikuttavan edullisesti itämiseen ja taimimiseen nimenomaan kuivissa olosuhteissa, jollaiset vallitsivat tässäkin tutkimuksessa ensimmäisen kylvön jälkeen kesä—heinäkuun vaihteessa. Vastaavanlaisia tuloksia on olemassa istutuksen yhteydessä annetusta raakafosfaattilannoituksesta sekä turve- että kivennäismailta. Lannoituksen on todettu pienentäneen kuolleisuutta ja parantaneen taimien kasvua tai se ei ainakaan ole vaikuttanut haitallisesti (Heikurainen ym. 1966, Seppälä 1966, 1971, Viro 1966, Meshechok 1967, Kaunisto 1968, 1971, Paavilainen 1970, Pohtila 1972 b). Yleensä muut lannoitteet kuin raakafosfaatti ovat vaikuttaneet negatiivisesti sekä kylvössä että istutuksessa. Sisov (1971) sai sensijaan Kuolan niemimaalla kivennäismaalle perustetussa kokeessa parhaan tuloksen männyn kylvössä täyslannoituksella (NPK). Raakafosfaatin edullinen vaikutus ei ilmeisesti perustu lannoitusvaikutukseen, sillä itämisolosuhteiden ollessa muuten hyvät siemen itää alustan laadusta riippumatta (Yli-Vakkuri 1961 b).

Tyhjien suojien määrä oli ensimmäisessä kylvössä suurempi kuin toisessa kylvössä. Laikkukylvössä tilanne oli päinvastainen. Lannoitus pienensi tyhjien suojien ja laikkujen määrää molemmissa kylvöissä. Tyhjien kylvökohtien lukumäärien hajonta oli erittäin suuri ja tästä päätellen jokin koejärjestelyn ulkopuolinen tekijä vaikutti voimakkaasti tulokseen. Silmävaraisessa tarkastelussa havaittiin tyhjän kylvökohdan useimmiten sijaitsevan *Sphagnum fuscumin* muodostamassa mättäässä. Sarasto & Seppälä (1964) totesivat tutkimuksessaan *Sph.fuscum*-mättään olevan erittäin huono itämisalusta. He olettivat epäedullisten kosteusolojen olleen siihen syynä.

Kylvötuppaasta mitatun valtataimen pituudessa ei suojien ja laikkujen välillä kesäkuun kylvössä ollut merkitsevää eroa. Heinäkuun kylvöissä erot sitävastoin muodostuivat erittäin merkitseviksi. Suojissa kasvaneet taimet olivat molemmissa kylvöissä samanpituisia, mutta laikuissa kasvaneet olivat toisessa kylvössä huomattavasti lyhyempiä kuin ensimmäisessä. Normaalisti kehittyneiden taimien kehitysasteissa ei ensimmäisessä kylvössä ollut suuria eroja kylvömenetelmien välillä. Toisessa kylvössä kehittyneimpiä taimia oli suojissa huomattavasti enemmän kuin laikuissa. Suoja siis nopeutti toisessa kylvössä taimien kasvua ja kehitystä selvemmin kuin ensimmäisessä. Heinäkuu oli erttäin lämmin, mutta kuiva. Lämpimällä ja kuivalla säällä kasvien yhteyttäminen vähenee keskipäivällä. Liiallisen haihtumisen oletetaan olevan siihen eräs syy (Kramer & Kozlowski 1960). Suojissa tällaista yhteyttämisen vähenemistä ei ilmeisesti päässyt tapahtumaan niin helposti

kuin ulkopuolella, koska suojissa oli kosteutta runsaasti lämpimälläkin ilmalla. Suojien korkeita lämpötiloja tasaavalla vaikutuksella saattoi olla merkitystä, sillä pienille sirkkataimille liika hengitys voi olla erityisen vaarallista. Elokuussa lämpötilat laskivat nopeasti ja tällöin suojien lämpötilaa kohottava vaikutus tuli ilmeisen tärkeäksi taimien kehitykselle. Kesäkuun kylvössä suojien vaikutus ehti tasaantua pitemmän kasvukauden ja suotuisien lämpöolojen vaikutuksesta.

Raakafosfaattilannoitus nopeutti taimien kasvua vain kesäkuun suojakylvössä. Sen sijaan normaalisti kehittyneiden taimien osuuden kohoamiseen lannoitus vaikutti positiivisesti molemmissa kylvöissä, varsinkin heinäkuun suojakylvössä. Lannoituksen suurempi vaikutus suojassa johtunee raakafosfaatin nopeammasta liukenemisesta suojassa vallitsevan korkeamman lämpötilan ja suuremman kosteuden ansiosta. Raakafosfaatti vaikuttaa ilmeisesti positiivisesti itämiseen kuivalla ja kasvuun märällä alustalla. Pohtila (1972 b) on tosin Sallan istutuskokeissa todennut kuparihienofosfaatin vaikuttavan kasvua parantavasti nimenomaan kuivissa olosuhteissa.

Sirkkataimiin kohdistuneet tuhot inventointiin. Laikuissa tuhot olivat pääasiassa syömätuhoja. Suojissa syömätuhoja ei havaittu lainkaan. Ensimmäisessä kylvössä tuhot olivat vähäisiä, mutta toisessa kylvössä jo merkityksellisiä eli noin 20 % syntyneiden taimien määrästä. Tuhot keskittyivät heikoimmin kehittyneisiin taimiin. Lintujen, pikkunisäkkäiden ja hyönteisten on yleensä todettu syövän siemeniä ja sirkkataimia (Sirén 1952, Lehto 1956, Yli-Vakkuri 1961 a,b, Lehtiniemi 1970). Siementuhoja voidaan välttää peittämällä siemen tai peittaamalla se, mutta nämä toimenpiteet eivät estä sirkkataimituhoja. Lisäksi peittaus saattaa alentaa itävyyttä (Lehtimäki 1970). Syömäjälkien perusteella voitiin melkoisella varmuudella todeta syöjiksi linnut, hyönteiset, erityisesti etanat (vrt. Lehto 1956). Sirkkataimituhojen torjunnassa on tärkeää saada taimet kehittymään mahdollisimman nopeasti, sillä puutuneita sirkkataimia eivät eläimet yleensä syö. Esim. Lehdon (1956) kokeissa etana (*Arion*) söi kolmen viikon ikäisiä luonnossa kasvaneita sirkkataimia, mutta ei koskenut samanikäisiin taimitarhalla kasvatettuihin taimiin, koska ne olivat pitemmälle kehittyneitä. Koska suoja nopeuttaa taimien kehitystä, vaarallinen aika lyhenee, eikä tuhoja synny yhtä herkästi, vaikka tuhonaiheuttaja pääsisikin suojan sisälle. Ilmeisesti kevätkesästä ei tuhonaiheuttajaa vielä esiintynyt. Heinäkuussa itäminen sattui tuhonaiheuttajan esiintymisen kanssa samaan aikaan.

Heinäkuun kylvössä oli myös suojissa jonkin verran kuolleita ja sairaita taimia. Tuhoutumisen syynä oli symptomeista päätellen abioottinen tuhonaiheuttaja. Lämpötila laski 26.8. 0.5 m:n korkeudessa —4° C:een ja maanpinnassa ilmeisesti alemmaksi. Osa männyntaimista on heinä—elokuussa erittäin hallanarkoja (Vaartaja 1955, Andersson 1968). Jo —5° C:n

lämpötila voi aiheuttaa niille vakavia vaurioita. Hallatuhoon viittasi tässä työssä se, että ensimmäisessä kylvössä vastaavia kuolemisia ei esiintynyt. Ilmeisesti ko. taimet olivat jo tässä vaiheessa hallanaran vaiheen ohittaneita. Suoja estää ainakin välillisesti hallan vaurioita nopeuttamalla taimien kehitystä.

Raakafosfaatilla ei ollut vaikutusta tuhoihin kesäkuun kylvössä. Heinäkuun suojakylvössä tuhot olivat pääasiassa lannoitetuissa suojissa. Laikuissa lannoitus vähensi tuhoja. Suojissa lannoitus piti taimia kasvuvaiheessa ja siten hallanarkoina kauemmin kuin lannoittamattomissa suojissa.

Auringon valossa hajoavasta muovista tehdyistä suojista hajosi kolmessa kuukaudessa jo 11 % ja haurastuneita oli 86 %. Todennäköisesti suojat murenevat seuraavan talven aikana eivätkä siten enää kykene suojaamaan taimia. Edullisin hajoamisaika taimien kannalta olisi ilmeisesti toisen kasvukauden loppupuoli. Silloin taimet kasvavat suojasta ulos ja suojan merkitys vähenee. Tilannetta voidaan säädellä käyttämällä muovia, joka hajoaa sopivan hitaasti. Hajoavissa suojissa taimet kehittyivät yhtä hyvin kuin kasvihuonemuovista tehdyissä suojissa. Hajoava suoja on ympäristön kannalta tavallista suojaa käyttökelpoisempi, koska sen hajotessa maastoon ei jää muovijätteitä.

Itämisen jälkeinen talvi on sirkkataimille ratkaisevin. Normaalissa kylvössä taimimäärä yleensä pienenee ensimmäisen talven aikana huomattavasti (Yli-Vakkuri 1961 b). Syksyllä ja talvella taimia uhkaavat roudan ja sään aiheuttamat tuhot. Mitä suurempia ja kehittyneempiä taimet ovat sitä paremmin se selviävät. Taimen fysiologinen tila ja talvenkestävyys riippuvat mm. kasvukauden kosteusoloista. Yli-Vakkuri (1961 b) totesi kesän aikana kasteltujen taimien selvinneen paremmin talven yli kuin kontrollitaimien.

Varsinkin Pohjois-Suomessa jälki-itämisellä on merkitystä uudistamistulokselle (Siren 1952). Männyn siemen säilyy yleensä talven yli itämiskelpoisena, mutta siementuhot pienentävät jälki-itämisen merkitystä (Yli-Vakkuri 1961 b). Kivennäismailla onkin ruutukylvössä päädytty noin 30 siemenen käyttöön, jotta uudistuminen varmistuisi (Yli-Vakkuri & Räsänen 1971). Tosin suotuisissa oloissa jo neljä tainta laikussa ensimmäisenä syksynä varmistaa 90 %:n todennäköisyydellä laikun taimellisuuden neljäntenä kasvukautena. Epäsuotuisissa oloissa ei edes seitsemän tainta riitä samaan tulokseen (Yli-Vakkuri & Räsänen 1971).

Tässä tutkimuksessa suojiin kylvetyistä 9 siemenestä kehittyi ensimmäisessä kylvössä keskimäärin viisi ja toisessa seitsemän tainta. Suojissa taimet ovat kestävämpiä talvea vastaan kuin laikuissa, koska ne ovat pitemmälle kehittyneitä ja fysiologisesti paremmassa kunnossa (vrt. Lähde 1973). Jo pelkällä suojalla saattaa olla roudan vaurioita pienentävä vaikutus, koska puukapulankin on todettu pienentävän routimista (Siré n 1952, Pohti-

l a 1972 a). Jälki-itäminen on ilmeisesti suojissa merkityksellisempää kuin laikuissa, koska suoja vähentää siementuhoja. Myös sirkkataimiin kohdistuvat syömä-, karike-, rankkasade- ym. tuhot jäävät pieniksi. Koska suoja parantaa itämis- ja kasvuolosuhteita on todennäköistä, että suojiin kylvetyt 9 siementä riittävät uudistumisen varmentamiseen.

7. TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa pyritään selvittämään männyn kylvöä avosuon metsänviljelymenetelmänä Pohjois-Suomessa sekä kylvösuojan, raakafosfaattilannoituksen ja kylvöajankohdan vaikutusta kylvötulokseen. Tutkittavana oli myös lämpö- ja kosteusolot kasvukauden aikana kasvihuonemuovista ja auringon valossa hajoavasta muovista valmistetuissa suojissa verrattuna ulkoilmaan sekä viimemainitun suojan hajoamisnopeus.

Koe perustettiin noin 45 km Rovaniemeltä etelään sijaitsevalle lyhytkortiselle nevalle (N 66° 20′, E 25° 40′). Kylvösuojien korkeus oli 10 cm, pohjan halkaisija 9 cm ja seinän kaltevuus 60°. Kontrollikylvönä käytettiin laikkukylvöä, jossa siemeniä oli 9 tai 32 kappaletta. Suojissa siemeniä oli 9. Siemen oli paikallista alkuperää. Puolet kylvökohdista lannoitettiin kylvön yhteydessä raakafosfaatilla, jota levitettiin 20 g 0.5 m^2:n suuruiseen laikkuun. Kylvöt tehtiin 5.—6. 6. ja 10.—11. 7. 73 ja koe inventointiin 9.—10. 9. 73. Tutkimuksen päätulokset olivat seuraavat:

1. Suojassa oli lämpimämpää kuin sen ulkopuolella alle 25° C:n lämpötiloissa ja viileämpää yli 25° C:n lämpötiloissa. Erot olivat sitä suuremmat, mitä enemmän ulkoilman lämpötila poikkesi 25° C:sta.
2. Absoluuttinen kosteus oli suojassa suurempi kuin ulkoilmassa. Erot olivat sitä suuremmat, mitä lämpimämpää oli. Suhteellinen kosteus oli samaa suuruusluokkaa suojassa ja sen ulkopuolella kaikissa lämpötiloissa.
3. Muovilaadulla ei ollut vaikutusta lämpötilaan eikä kosteuteen suojassa.
4. Suojakylvössä oli itävyys-% suurempi, taimet pitempiä ja kehittyneempiä sekä tuhot vähäisempiä kuin ilman suojaa tehdyssä laikkukylvössä. Suojan edullinen vaikutus tuli voimakkaammin esiin heinäkuussa kuin kesäkuussa tehdyssä kylvössä.
5. Raakafosforilannoitus ei joko vaikuttanut tai vaikuttaessaan paransi itävyyttä, taimien kasvua ja kehitystä sekä vähensi tuhoja. Lannoituksen vaikutus tuli selvemmin esille kesäkuussa suoritetussa kylvössä. Suojalla ja raakafosfaatilla todettiin joissakin tapauksissa yhteisvaikutusta.
6. Auringon valossa hajoavasta muovista tehdyistä suojista oli jo kolmessa kuukaudessa hajonnut 11 % ja haurastuneita oli 86 %.

8. SUMMARY

Sowing as a method of afforestation of open swamp in northern Finland was investigated. The effects of sowing shelter, rock phosphate and date of sowing on the results were also studied. In addition, comparisons were made of outside temperature and humidity and that inside the plastic shelters, which were degradable in sunlight. Rate of degration was also studied.

The experiment was established about 45 km south of Rovaniemi on a drained open swamp (low-sedge swamp) (N 66° 20′, E 25° 40′). Height of the shelters was 10 cm, diameter of the bottom 9 cm and inclination of the wall was 60°. Sowed patches of 9 or 32 seeds were used as controls. Nine seeds were sown under each shelter. The seed was of local provenance. Half of the sowing spots were fertilized with rock phosphate at the time of sowing. Twenty g of the fertilizer was spread on a 0.5 m^2 area. The sowing was made June 5—6 and July 10—11, 1973; and the results were recorded on September 9—10. The main results of the study were:

1. In the shelter it was warmer than outside when the ambient temperature was below 25° C and colder when the tenperature was above 25° C. These differences became larger the more the ambient temperature differed from 25° C.
2. Absolute humidity was higher in the shelters than outside. The warmer it was, the greater the difference. Relative humidity was the same both inside and outside at all temperatures.
3. The quality of the plastic did not influence temperature and humidity in the shelters.
4. Using the sowing shelter, germination was higher, the germlings larger and more developed, and there was less germling damage compared to sowing in patches without shelters. The favourable effect of the shelter was more pronounced for sowings made in July compared to those made in June.
5. The rock phosphate either had no effect or, when it did have an effect, it resulted in increased germination, germling growth and devolopment and decreased damages. The effect of the fertilizer was greatest for sowings made in June. In some cases there was a combined effect of the shelter and the fertilizer.
6. Of the shelters made of sunlight-sensitive plastic, 11% were degraded within 3 months, while 86 % became brittle.

9. KIRJALLISUUSLUETTELO

Aaltonen, V. T. 1942. Muutamia kasvukokeita puuntaimilla. Referat: Einige Vegetationsversuche mit Baumpflanzen. Acta For. Fenn. 50.6.

Andersson, B. 1968. Om temperaturförhållandena på kala hedar samt tall och granplantornas känslighet för frost under vegetationsperioden. Sveriges skogvårdsbunds tidskrift. Hefte 2.

Etholén, K. 1972. Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä. Summary: The succes of artificial regeneration of Scots pine in northern Finland and origin of seed. Folia For. 160.

Heikkilä, R. 1972. Männyn taimistotuholaisista ja siementuhoista metsämaassa. Metsäntutkimuslaitos. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja n:o 2.

Heikurainen, L., Päivänen, J. & Seppälä, K. 1966. Koetuloksia männyn kylvöstä ja istutuksesta ojitetuilla soilla. Summary: Some results of pine seeding and planting on drained peat soils. Silva Fenn. 119.

Kaunisto, S. 1968. Lannoitettu kasvuturve metsäpuiden siementen itämisalustana. Summary: Fertilized garden peat as a substratum for germinating forest tree seeds. Suo 19. N:o 3—4:57—61.

Kaunisto, S. 1971. Lannoituksen, muokkauksen ja vesipinnan etäisyyden vaikutus kylvötaimien ensikehitykseen turvealustalla. Kasvihuoneessa suoritettu tutkimus. Summary: Effect of fertilization, soil preparation, and distance of water level on the initial development of Scots pine and Norway spruce seedlings on peat. A study performed in greenhouse. Comm. Inst. For. Fenn. 75.2.

Keltikangas, M. & Seppälä, K. 1966. Kylvön ja istutuksen taloudellinen edullisuusjärjestys ojitetuilla soilla. Summary: The relative profitableness of seeding and planting on open swamps. Suo n:o 2.

Kramer, P. & Kozlowski, Th. 1960. Physiology of trees. New York.

Lehtiniemi, T. 1970. Metsämaassa tapahtuvista siementuhoista ja niiden torjunnasta. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja n:o 4.

Lehto, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of Southern Finland. Acta For. Fenn. 66.

Lähde, E. 1973. The effect of seed-spot shelters and cold stratification on germination of pine (Pinus silvestris L.) seed. Selostus: Kylvösuojan ja kylmästrafioinnin vaikutus männyn siemenen itämiseen. Folia For. 196.

Lähde, E. & Pöyhtäri, O. 1972. Uusi kylvömenetelmä—suojakylvö—kehitteillä Pohjois-Suomessa. Metsä ja Puu n:o 2.

Mannerkoski, H. 1971. Lannoituksen vaikutus kylvösten ensi kehitykseen kylvöalustalla. Summary: Effect of fertilization on the initial development of Scots pine and Norway spruce plantations established by sowing on peat. Silva Fenn. Vol. 5. n:o 2:105—128.

Mannerkoski, H. & Seppälä, K. 1970. Lannoituksen vaikutus istutustaimiston alkukehitykseen lyhytkortisella nevalla. Summary: On the influence of fertilization on the initial development of plantations in open low-sedge bogs. Suo n:o 2.

Meshechok, B. 1967. Om startgødsling ved skogkultur på myr. Summary: Initial fertilization when afforesting open swamps. Meddelelser fra det Norske Skogförsøksvesen. Nr. 87. Bind XXV. Hefte 1.

Mørk, E. 1933. Temperaturen som föryngelsefaktor i de Nord— Trønderske granskoger. Medd. Norske Skogforsøksv. 5.

Paavilainen, E. 1970. Astiakokeita pintalannoituksen vaikutuksesta koivun, kuusen ja männyn kylvön onnistumiseen muokkaamattomalla kasvualustalla. Summary: On the effect of top dress fertilization on successful seeding of birch, spruce, and pine. Vessel experiments in soil with on untreated surface. Comm. Inst. For. Fenn. 72. 1.

Pohtila, E. 1972 a. Tutkimuksia aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa. Tulokset vuosina 1967—1968 tehdyistä männyn kylvö- ja istutuskokeista. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja n:o 6.

—»— 1972 b. Istutuskuoppaan annetun kuparihienofosfaatin vaikutus männyn ja kuusen taimien elossapysymiseen ja pituuskasvuun eräällä kulotetulla ja auratulla uudisalalla Koillis-Suomessa. Summary: Effect of fine ground copper rock phosphate placed in the planting hole on the survival and height growth of Scots pine and Norway spruce in a burnt and furrowed reforestation area in north-east Finland. Silva Fenn. Vol. 6. n:o 1:14—24.

Sarasto, J. & Seppälä, K. 1964. Männyn kylvöstä ojitettujen soiden samma ja jäkäläkasvustoihin. Summary: On sowing of pine in moss and lichen vegetation on drained swamps. Suo n:o 3.

Seppälä, K. 1966. Turvemaiden metsänviljelystä. Summary: Seeding and planting on peatlands. Suo n:o 3.

—»— 1971. Metsityslannoituksessa käytetyn lannoitemäärän ja levitystavan merkitys istutustaimiston alkukehitykselle ojitetulla avosuolla. Summary: On the quantity of fertilizer and application methods used in afforestation of open bogs. Silva Fenn. Vol. 5. n:o 2:61—69.

Sirén, G. 1952. Havaintoja Peräpohjolan valtion maalle vuosina 1948—50 suoritetuista männyn kylvöistä. Summary: Observations on pine sowings on stateowned lands in Peräpohjola (Far north) in 1948—50. Silva. Fenn. 78.

Sisov, J. J. 1971. Sb rabot po lisnomu hozjaistvu i lesohimii. Arhangelsk.

Vaartaja, O. 1955. Factors causing mortality of tree seeds and succulent seedlings. Selostus: Puiden siemeniä ja sirkkataimia tuhoavista tekijöistä. Acta For. Fenn. 62.

Valtanen, J. 1966. Havaintoja männyn viljelystä erisuuruisilla hakkuualueilla. Metsätaloudellinen Aikakauslehti n:o 9.

—»— 1969. Kylvösiemenen tuhoutumisesta. Metsä ja Puu n:o 4.

—»— 1972. Laikutettujen siemenpuuasentojen tuloksia Kainuusta ja Pohjois-Pohjanmaalta v. 1971. Metsäntutkimuslaitos. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja n:o 2.

Viro, P. J. 1966. Kangasmaan taimiston lannoitus. Summary: Manuring of young plantations. Comm. Inst. For. Fenn. 61.

Yli-Vakkuri, P. 1961 a. Emerge and initial development of tree seedlings on burnt-over land. Seloste: Taimien syntymisestä ja alkukehityksestä kulotetuilla alueilla. Acta For. Fenn. 74.

—»— 1961 b. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männiköissä. Summary: Experimental studies on the emergence and initial development of tree seedlings in spruce and pine stands. Acta For. Fenn. 75.

Yli-Vakkuri, P. & Räsänen, P. K. 1971. Siementen peittämisen ja kylvökohdan polkaisun vaikutus männyn ruutukylvön tulokseen. Summary: The influence of covering and of tramping the seeds into the soil on the sheels of spot sowing of pine. Silva Fenn. Vol. 5. n:o 1:1—10.

Yli-Vakkuri, P., Räsänen, P. K. & Solin, P. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja n:o 2.

LUONTAISESTI SYNTYNEIDEN JA ISTUTETTUJEN KUUSENTAIMIEN KEHITYS JA JUURISTON RAKENNE POHJOIS-SUOMESSA

ERKKI LÄHDE JA KARI MUTKA

SUMMARY

The Structure of Root System and Development of Volunteer and Planted Norway Spruce Transplants in Northern Finland

HELSINKI 1974

ABSTRACT

L ä h d e, E r k k i and K a r i M u t k a. Luontaisesti syntyneiden ja istutettujen kuusentaimien kehitys ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. Summary: The structure of root system and development of volunteer and planted Norway spruce transplants in northern Finland. (For.Res.Inst., Rovaniemi, Finland). Comm. Inst. For. Fenn. 83.3. 1974.

Under observation were a total of 255 volunteer and 269 planted transplants of 21—200 cm in height. Experimental plots were located within N 66°—N 68° in Lapland. In its initial stage of development, the root structure of planted stock clearly differed from that of volunteer saplings. The planted stock formed a new root system above the original through adventitious roots. Sapling growth and condition suffered from the loss of roots and from the formation of adventitious roots. Since the roots of the volunteer saplings were more abundant in the raw-humus layer than in the mineral soil, the correlation between their growth and the properties of the mineral soil was not significant. The growth and root development of the planted stock was observed to be best on sites with a coarse, well-aerated and light mineral fraction. In compacted wet soil sapling growth was impaired, root death occurred, a large number of adventitious roots were formed, and root systems were tapering and shallow. The effect of particle-size composition became evident only when classes equal to or finer than silt i.e. ≤ 0.06 mm) occurred in the soil.

ISBN 951-40-0133-8

Helsinki 1974. Valtion painatuskeskus

ALKUSANAT

Tämä tutkimus on tehty metsäntutkimuslaitoksen metsänviljelyn tutkijaryhmän työohjelmaan kuuluvana. Työn suunnittelusta, aineiston käsittelystä ja sen julkaisukuntoon saattamisesta ovat tekijät vastanneet yhteisvoimin. Aineiston keräyksestä ja sen laskennasta on huolehtinut pääasiallisesti Kari Mutka ja Erkki Lähde on viimeistellyt työn julkaisukuntoon.

Arvokasta apua koetaimistojen etsinnässä ovat tekijät saaneet metsähallinnon Perä-Pohjolan piirikunnan hoitoalueista. Aineiston keruussa olivat mukana työnjohtaja Pentti Räsänen sekä ylioppilaat Jouni Hautala ja Jouko Jakkila. Laskentatöissä oli apulaisena ylioppilas Heikki Seppänen. Aineiston matemaattisessa käsittelyssä tekijät ovat saaneet apua lis. Pertti Harilta ja lis. Seppo Kellomäeltä.

Prof. Paavo Yli-Vakkuri on lukenut tutkimuksesta opinnäytteeksi laaditun käsikirjoituksen. Professorit Olavi Huikari ja Yrjö Vuokila ovat lukeneet käsikirjoituksen.

Työ on tehty osaksi Veitsiluoto Osakeyhtiön v. 1971 Rovaniemen tutkimusasemalle myöntämän lahjoituksen turvin, josta tekijät haluavat lausua tutkimusaseman puolesta parhaat kiitokset.

Edellä mainituille ja kaikille muille työn edistymiseen myönteisesti vaikuttaneille henkilöille tekijät esittävät tässä yhteydessä lämpimät kiitokset.

Rovaniemellä maaliskuussa 1974

Erkki Lähde *Kari Mutka*

SISÄLLYSLUETTELO

Abstract 2

Alkusanat 3

1. Johdanto 5

2. Tutkimusmenetelmä ja -aineisto 7
   21. Koealojen ja koetaimien valinta 7
   22. Taimen verson ja juuriston luokitus ja mittaus 8
   23. Kasvupaikan luokitus ja sitä varten tehdyt mittaukset 10

3. Tutkimustulokset 12
   31. Juuriston rakenne ja kehitys 12
   32. Verson kehitys ja sen riippuvuus juuristosta 16
   33. Maan ominaisuudet 19
   34. Juuriston rakenteen ja verson kehityksen riippuvuus maan ominaisuuksista 22
   35. Istutustaimien juuriston rakenteen ja verson kehityksen riippuvuus taimilajista ja maan käsittelytavasta 26
   36. Muita havaintoja juuristoista 28

4. Tulosten tarkastelu 30

5. Tiivistelmä 36

6. Summary 38

7. Kirjallisuusluettelo 40

1. JOHDANTO

Pohjois-Suomen kuusikot sijaitsevat usein vaarojen pohjois- ja itärinteillä. Noin 84 % niistä on yli 200 m:n korkeudessa. Suurin osa vanhoista kuusikoista, joita arvioidaan olevan n. 840 000 ha (N o r o k o r p i 1972), on paksusammalkuusikoita. Kuusikoiden kivennäismaa on huuhtoutunutta moreenia, ja sitä peittää paksu humus- ja sammalkerros. Puusto, jota on keskimäärin n. 50 m^3/ha on harvaa, puuntuotannollisesti yli-ikäistä, lahovikaista ja huonokasvuista. Kuusten joukossa on paikotellen koivua. Harvoin toistuvista siemenvuosista ja paksusta humus- ja sammalkerroksesta johtuen luontainen uudistuminen on erittäin hidasta ja heikkoa (H e i k i n h e i m o 1920 a, b, 1939, L a k a r i 1920, S i r é n 1955). Jonkin verran uudistumista tapahtuu kasvullisesti oksista (H e i k i n h e i m o 1920 b). I l v e s s a l o n (1937) mukaan kuusikon puuntuotto Pohjois-Suomessa on selvästi karunkin kasvupaikan männikön tuottoa heikompi.

Jo 1930-luvulla kiinnitettiin huomiota Pohjois-Suomen kuusikoiden hakkuu- ja uudistamiskysymyksiin. Kuusikot pyrittiin uudistamaan avohakkuun, kulotuksen ja metsänviljelyn avulla pääasiallisesti männiköiksi. Kuusta viljeltiin lähinnä lumituhoalueilla (H e i k i n h e i m o 1939). Männyn ja kuusen taimistojen alkuvaiheen nopean kasvun perusteella arveltiin kiertoajan lyhenevän metsänviljelyä käytettäessä luontaiseen uudistamiseen verrattuna n. 30 vuotta. Kokonaisuudessaan metsänviljelyalat olivat kuitenkin suhteellisen pieniä.

Puuraaka-aineen kysynnän voimistuttua ja kuljetusolojen parannuttua kiinnostus Pohjois-Suomen kuusikoihin kasvoi nopeasti. Valaisua metsänhoito-ongelmiin toi S i r é n i n (1955) tutkimus, jossa hän esitti paksusammalkuusikon tuoton pienenevän siirryttäessä metsäpalonjälkeisestä primaarimetsiköstä vanhaan rappeutuneeseen sekundaarimetsikköön. Syynä tällaiseen kehitykseen on S i r é n i n mukaan kuusikon omia ekologisia olosuhteitaan huonontava vaikutus. Sekundaarimetsikön aktuaalinen tuotto on paljon alhaisempi, kuin kasvupaikan potentiaalinen tuottokyky edellyttää. S i r é n esitti paksusammaltyypin käsittelyohjeeksi myös avohakkuuta, kulotusta ja metsänviljelyä. Koska Pohjois-Suomessa pidettiin mäntyä kuusta parempituottoisena puulajina (I l v e s s a l o 1937), S i r é n suositteli ainakin keskinkertaisille ja karuille kuusialueille männyn viljelyä.

Hakkuita lisättiin Lapissa 1950—60-luvuilla voimakkaasti. Kuusikot pyrittiin uudistamaan männylle edelleen avohakkuuta ja kylvöä tai istutusta käyttäen. Männyn viljelyssä koettiin kuitenkin pettymyksiä, kun taimistoja tuhoutui ja viljelyn onnistuminen jäi yleensä heikoksi (Solin 1970, Etholén 1972). Pahimmat epäonnistumiset sattuivat vanhoilla kuusialueilla, mikä kohdisti huomion jälleen kuusen mahdollisuuksiin.

Pohtilan (1972 a) suorittamien inventointien perusteella eivät tulokset 1930-luvulla tehdyistä kuusenviljelyistä kuitenkaan ole rohkaisevia. Sekä kylvö että istutus olivat onnistuneet heikosti. Myös tuotto oli pieni, mutta se oli kuitenkin suurempi kuin Ilvessalon (1937) luonnonnormaalien kuusikoiden tuotto. Tulos vastasi ilmeisesti Sirénin (1955) esittämää primaarimetsikön tuottoa (Pohtila 1972 a).

Rohkaisevampia tuloksia kuin 1930-luvulta saatiin sen sijaan 1950- ja 1960-luvun aikana tehdyistä kuusen istutuksista, joiden yhteydessä oli käytetty maanmuokkausta (Norokorpi 1972, Pohtila 1972 b, Nummінen 1973). Kuusenviljelyt olivat onnistuneet paremmin kuin männynviljelyt. Männynviljelyjen epäonnistumiset johtuivat ilmeisesti osaksi maan epäedullisista fysikaalisista ominaisuuksista ja käytetyn siemenen liian eteläisestä alkuperästä (Lähde 1970, 1971, Lähde ja Siltanen 1973, Numminen 1973).

Nuorimpien, aurausaloille perustettujen istutuskuusikoiden kehityksen odotetaan olevan nopeampaa ja tuoton suuremman kuin aikaisemmilla menetelmillä viljeltyjen kuusikoiden. Kuitenkin kuusen viljelymäärät ovat pysytelleet Pohjois-Suomessa edelleen vähäisinä (Norokorpi 1972).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, poikkeaako luontaisesti syntyneiden ja istutettujen kuusentaimien juuriston rakenne ja missä määrin maan fysikaaliset ominaisuudet ja käsittely vaikuttavat juuriston rakenteeseen. Lisäksi pyritään selvittämään taimien versosta ja juuristosta mitattujen tunnusten riippuvuutta toisistaan sekä verson kehitystä ja sen riippuvuutta maan fysikaalisista ominaisuuksista ja maan käsittelytavasta.

2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO

21. Koealojen ja koetaimien valinta

Taimiaineisto kerättiin kesällä 1972. Koetaimistot, joiden pituudeksi rajoitettiin 21—200 cm, sijaitsivat metsähallituksen Perä-Pohjolan piirikunnassa, Kemin, Rovaniemen, Meltauksen, Raudanjoen, Ylikemin, Sodankylän, Kittilän ja Länsi-Lapin hoitoalueessa, suurin piirtein leveyspiirien 66° ja 68° välisellä alueella. Lähes kaikki istutustaimistot (20 kpl) olivat samoja, joita tutkittiin Pohjois-Suomen kuusenviljelyn inventointitutkimuksessa (Norokorpi 1972, Pohtila 1972 a). Loput istutustaimistoista ja kaikki luonnontaimistot etsittiin tiedustelemalla metsäammattimiehiltä. Koealoja kertyi kaikkiaan 44, joista istutustaimistoja oli 23 ja luonnontaimistoja 21. Kaikki taimistot olivat kivennäismaalla tai lievästi soistuneella maalla.

Koska Lapissa on viljelty vähän kuusta ja luontainen uudistuminen on ollut maan pohjoisissa osissa heikkoa, jouduttiin koetaimistoiksi hyväksymään hyvin pienialaisiakin taimistoja. Useat niistä eivät olleet metsänhoidollisesti tyydyttävässä kunnossa. Luonnontaimistot olivat yleensä alikasvoskuusikoita tai juuri vapautettuja, monesti kuusi-koivusekataimistoja. Istutus oli tehty joko käsittelemättömään, laikutettuun, aurattuun tai täysmuokattuun maahan. Joissakin tapauksissa oli tehty myös kulotus ennen viljelyä. Kerätyn aineiston heikkoutena on se, että luontaisesti syntyneet ja istutetut taimistot eivät kasvaneet täysin samanlaisilla kasvupaikoilla. Kasvupaikka kuitenkin vaikuttaa juuriston kehitykseen, mikä vaikeuttaa eri tavalla syntyneiden taimien juuriston rakenteen vertailua. Jo perustettujen viljelyjen tutkimisella ei kyseistä haittaa voida poistaakaan, vaan tarvitaan erillisiä varta vasten perustettuja kokeita.

Koetaimet valittiin systemaattisella satunnaisotannalla. Kuhunkin pääilmansuuntaan mitattiin koealan keskipisteestä 10, 20 ja 30 metrin matka. Lähimmäksi näitä pisteitä sattuneet taimet otettiin koetaimiksi. Jokaiselta koealalta mitattiin 12 tainta. Koetaimiksi sattuneet kaksi kuollutta tainta jätettiin vähälukuisuutensa vuoksi aineiston käsittelystä pois. Kuolleiden taimien lisäksi jouduttiin kaksi muuta tainta hylkäämään mittauksessa sattuneen virheen vuoksi. Hyväksyttyjä taimia oli siten 524. Näistä luonnontaimia oli 255 ja istutustaimia 269. Istutustaimet jakautuvat eri maankäsittelytapojen osalle seuraavasti: käsittelemätön 54, laikutus 48, auraus 155 ja täysmuokkaus 12.

22. Taimen verson ja juuriston luokitus ja mittaus

Taimista määritettiin syntytapa ja kuntoluokka sekä istutustaimista taimilaji. Luonnontaimien iän määrittämisestä luovuttiin siinä esiintyneiden vaikeuksien vuoksi (vrt. Heikinheimo 1920 b ja Siré n 1950). Kuntoluokkia oli kaksi: jurova ja ei jurova. Istutustaimet jaettiin kasvatustapansa perusteella paljasjuurisiin ja turveruukkutaimiin. Turveruukkulajeja ei eritelty. Osa turveruukkutaimista oli koulittuja ja osa koulimattomia.

Taimen versoon merkittiin maanpinnan taso, jona pidettiin elävän kasvillisuuden ja humuksen rajaa. Laikutus-, auraus- ja täysmuokkausaloilla merkintä tehtiin kivennäismaan pinnan tasalle. Verson pituus mitattiin maanpinnasta vuoden 1971 kasvaimen kärkeen 0.5 cm:n tarkkuudella. Verson pituuskasvu määritettiin kahden mittausvuotta edeltäneen kasvukauden 1970 ja 1971 yhteisen pituuskasvun keskiarvona.

Juuriston rakenteen tutkimiseksi taimet vedettiin maasta. Tätä ennen leikattiin lapiolla puolen metrin säteellä taimesta maahan ura, jolloin yli 0.5 m:n etäisyyteen ulottuneet juuret katkaistiin. Nostamisen jälkeen multa ravisteltiin varovasti pois juurista. Juuret asetettiin mahdollisimman tarkoin alkuperäiseen asentoonsa ja tehtiin mittaukset. Juuret olivat yleensä niin jäykkiä, että ne asettuivat siihen asentoon, missä ne olivat maassa olleet. Jos juuria katkesi nostettaessa, ne kaivettiin ylös ja asetettiin alkuperäiseen asentoonsa repeämäkohtaa tarkastelemalla.

Esitetyn menetelmän heikkoutena on juurien katkeilu nostettaessa. Tutkimuksen tarkoituksena ei ollutkaan juuriston laajuuden selvittely, vaan pyrittiin selvittämään lähinnä keskusjuuriston rakennetta sekä viljelymenetelmien ja maan ominaisuuksien vaikutusta keskusjuuristoon.

Taimien juuristosta mitattiin seuraavat tunnukset:

— Juurenniskan paksuus kuoren päältä 1 mm:n tarkkuudella.
— Alkuperäisen juurenniskan etäisyys maan pinnasta 0.5 cm:n tarkkuudella.
— Pitkäjuurien pituus 1 cm:n tarkuudella, jos pitkäjuuri oli alle 50 cm:n mittainen. Pitkäjuuriksi nimitettiin kaikkia primaarisia juuria.
— Pitkäjuurien lukumäärä ja pitkäjuuren tyven paksuus ylhäältä päin mitattuna 1 mm:n tarkkuudella.
— Keskusjuuriston syvyys 0.5 cm:n tarkuudella, vähintään 1 mm:n paksuisesta juuresta mitattuna.
— Jälkijuurien lukumäärä ja tyven etäisyys alkuperäisestä juurenniskasta 1 mm:n tarkkuudella.
— Kuolleitten juurien lukumäärä.
— Pääjuuren esiintyminen.

Jälkijuurella tarkoitetaan tässä työssä kaikkia niitä juuria, jotka ovat syntyneet alkuperäisen juurenniskan yläpuolelle. Vaikeutena oli alkuperäisen juurenniskan määritys. Ainoa täysin luotettava keino olisi ydinsolmun tutkiminen (vrt. Heikinheimo 1920 b, Siré n 1950), mutta tässä työssä ei ollut mahdollisuutta taimien tyven halkaisemiseen ja mikroskooppiseen tutkimiseen, joten määritys tehtiin silmävaraisesti taimen tyveä tarkastelemalla.

Kuolleeksi juureksi merkittiin vähintään 2/3 pituudestaan kuollut pitkäjuuri. Pääjuureksi luettiin alaspäin suuntautuva, selvästi muita paksumpi, paalumainen juuri.

Aineistossa laskentayksikkönä oli taimi. Koska juuriston syvyys ja rakenne riippuvat taimen koosta ja iästä tehtiin laskenta verson pituusluokittain, jolloin myös tutkittavien muuttujien varianssit saatiin pienenemään. Taimien epätasaista pituusluokkajakautumaa pyrittiin tasaamaan harventamalla luokkavälejä suurimpien taimien kohdalla. Pituusluokkia oli kuusi: 21—30, 31—50, 51—70, 71—100, 101—150 ja 151—200. Ikäluokitusta ei voitu käyttää luonnontaimien iänmäärityksen vaikeuden vuoksi (vrt. Heikinheimo 1920 b, Siré n 1950). Yli 50 cm:n pituisista istutustaimista ei saatu riittävästi havaintoja, koska Lapissa on tehty vain vähän kuusen viljelyjä 1950- ja 1960-luvuilla (vrt. Pohtila 1972 a, Norokorpi 1972). Saadut havainnot haluttiin kuitenkin säilyttää aineistossa, jotta juuriston kehityksestä saatiin käsitys myös suurimpien taimien osalta.

Luonnon- ja istutustaimien erilaisesta pituusluokkajakautumasta (taulukko 1) johtuu, että aineiston edustavuus ei ole samanlainen syntytavaltaan erilaisilla taimilla. Eri tavoin käsiteltyyn maahan istutetut taimet keskittyivät lähinnä kahteen ensimmäiseen pituusluokkaan. Näistä aurausalojen taimet olivat parhaiten edustettuina. Maan käsittelyn vaikutusta istutustaimien kehitykseen tarkasteltiinkin vain alle 50 cm:n mittaisten taimien osalta.

Taulukko 1. Luontaisten ja eri tavoin käsiteltyyn maahan istutettujen taimien lukumäärä pituusluokittain.

Table 1. The height class distribution of volunteer seedlings and planted in soils treated in various ways.

Maan käsittely *Soil treatment*	Verson pituus, cm *Height of the shoot, cm*						
	21—30	31—50	51—70	71—100	101—150	151—200	Yhteensä *Total*
Muokkaamaton — *Untreated*	11	13	5	11	9	5	54
Laikutus — *Scarified*	25	22	1	0	0	0	48
Auraus — *Plowed*	109	45	1	0	0	0	155
Täysmuokkaus — *Full treatment*	0	7	5	0	0	0	12
Istutus yhteensä — *Planted Total*	145	87	12	11	9	5	269
Luontaiset — *Volunteers*	30	65	52	56	36	16	255

23. Kasvupaikan luokitus ja sitä varten tehdyt mittaukset

Kasvupaikan luokituksessa ei käytetty metsätyyppiä, koska sen määrityksessä ilmenee yleensä Pohjois-Suomessa vaikeuksia. Lisäksi kulotus ja maan käsittely oli muuttanut olennaisesti kasvillisuutta. Kivisyys määritettiin Viron (1952) kehittämällä menetelmällä. Mittauksia tehtiin koealan keskipaalulta kuhunkin pääilmansuuntaan metrin välein 30 kertaa eli yhteensä koealalta 120. Tätä havaintomäärää on pidettävä riittävänä, sillä Viron mukaan 140 havaintoa hehtaarilla on tieteelliseen työhön riittävä. Koealan koko oli n. 0.3 ha. Maa luokiteltiin kivisyyden mukaan: erittäin kivinen, kivinen ja vähäkivinen.

Maan ominaisuuksien selvittämiseksi otettiin koealalta maanäytteet viidestä eri pisteestä: koealan keskipisteestä ja jokaisesta mittaussuunnasta 20 metrin etäisyydeltä keskipisteestä. Lajitekoostumuksen määrittämistä varten jokaisesta näytteenottokohdasta otettiin n. $^2/_3$ litran suuruinen näyte 10—20 ja 40—50 cm:n syvyydeltä. Näytteet analysoitiin Elosen (1971) kehittämällä sedimentaatiomenetelmällä.

Tilavuuspaino määritettiin kustakin mittauspisteestä 10—20 cm:n syvyydeltä. Määritys tehtiin vesivolymetrillä. Vesivolymetrin käyttö on suhteellisen nopeaa ja helppoa. Kivinen maa aiheuttaa tosin jonkin verran hankaluutta. Tilavuuden määrityksen mittausvirhe on ± 3 %, mikä merkitsee tilavuuspainossa mittausvirhettä 0.05. . .0.07 g/cm^3 (Lehtinen 1967).

Kuivatilavuuspainosta laskettiin huokostila seuraavalla kaavalla (Wilde ym. 1964):

$$\frac{\text{ominaispaino} - \text{kuivatilavuuspaino}}{\text{ominaispaino}} \times 100$$

Keskimääräisenä ominaispainona käytettiin arvoa 2.65 (Aaltonen 1940). Maan sisältämä humusmäärä vaikuttaa tosin ominaispainoon. Maanäytteissä oli kuitenkin niin vähän humusta, ettei sen aiheuttama virhe ollut merkityksellinen. Huokostilassa humuksen aiheuttama virhe vaihteli rajoissa 0—3 %.

Maan kosteus mitattiin koealoilta 10 ja 40 cm:n syvyyksiltä myös karbidimittarilla. Mittarin toiminta perustuu maassa olevan veden ja kalsiumkarbidin väliseen reaktioon, jossa syntyy asetyleeniä seuraavan kaavan mukaisesti: $CaC_2 + H_2O \rightarrow C_2H_2 \uparrow + CaO$. Syntynyt kaasunpaine on suoraan verrannollinen maan kosteuteen, kun tiedetään maanäytteen tuorepaino. Mittari osoittaa kosteuden prosentteina tuorepainosta. Kosteus muunnettiin myös kuivapainoprosentiksi ja vesivolymetrinäytteen perusteella tilavuusprosentiksi.

Kustakin maanäytekuopasta mitattiin humuksen sekä A- ja B-horisontin paksuudet 1 cm:n tarkkuudella.

Mittaukset karbidimenetelmällä tehtiin 26. 6.—6. 7. -73 ja vesivolymetrimittaukset 25. 7.—2. 8. -73. Sää mittausten välisenä aikana oli varsin lämmintä ja sateetonta. Muut mittaukset tehtiin kesällä 1972.

Maan ominaisuuksien vaikutusta juuristoon ja versoon selvitettiin korrelaatio- ja regressioanalyysillä. Taimien kokoeroista syntyneen vaihtelun pienentämiseksi poistettiin korrelaatiomatriisista pituuden vaikutus laskemalla osittaiskorrelaatio. Selittävien muuttujien riippuvuussuhteiden selventämiseksi laskettiin faktorianalyysi, jonka perusteella valittiin selittävät muuttujat regressioanalyysiin. Selittävinä muuttujina olivat luonnontaimilla ilmatila ja humuksen paksuus ja istutustaimilla ilmatila ja B-horisontin paksuus.

3. TUTKIMUSTULOKSET

31. Juuriston rakenne ja kehitys

Taimia nostettaessa voitiin todeta, että useissa tapauksissa istutustaimilla oli epämuodostunut juuristo. Silmävaraisesti määritettynä istutustaimien juuristoista oli normaaliksi luokiteltuja 54 ja epämuodostuneita 46 %. Turveruukkutaimien osalta vastaavat luvut olivat 21 ja 79 %. Luonnontaimilla normaaleja juuristoja oli 96 ja epämuodostuneita 4 %.

Alle 50 cm:n mittaisten luonnontaimien keskusjuuristot olivat hieman syvempiä kuin samankokoisten istutustaimien (taulukko 2). Tilastollisesti ero oli suuntaa antava. Yli 50 cm:n mittaisten istutustaimien juuristo oli syvempi kuin luonnontaimien, joskaan merkitsevää eroa ei ollut. Juuristot syvenivät tasaisesti verson pituuden kasvaessa, mutta pisimpienkään taimien juuret eivät yltäneet 30 cm:ä syvemmälle.

Istutustaimien pitkäjuurien lukumäärä ei poikennut merkitsevästi luonnontaimista (taulukko 3). Luonnontaimilla lukumäärä suureni tasaisesti verson pituuden kasvaessa. Yli 50 cm:n mittaisten istutustaimien pitkäjuurien lukumäärä ei enää lisääntynyt.

Pitkäjuurien keskimääräinen pituus mitattiin sellaisilta taimilta, joiden juuret eivät yltäneet yli 50 cm:n etäisyyteen ja joilta ei siten oltu juuria katkaistu. Näin ollen juurten pituuskehitystä voitiin seurata vain kolmessa ensimmäisessä pituusluokassa.

Istutustaimien pitkäjuuret olivat taimen kehityksen alkuvaiheessa lyhyempiä kuin luonnontaimien. Ero oli pituusluokassa 31—50 cm merkitsevä. Istutustaimien juurien pituus ja tyvipaksuus suureni hitaasti taimen kasvaessa ja juuristo pysyi suppeana (taulukko 3). Kehitys oli samankaltainen sekä istutus- että luonnontaimilla.

Jälkijuuret olivat yleisiä kaikenkokoisilla luonnontaimilla. Niiden lukumäärä kasvoi verson suuretessa (taulukko 4). Jälkijuurien muodostuminen vaihteli huomattavasti eri yksilöiden välillä. Istutustaimilla jälkijuuret olivat harvinaisia kolmessa lyhimmässä pituusluokassa. Ne olivat huomattavasti yleisempiä yli 70 cm:n mittaisilla taimilla, joilla niitä oli enemmän kuin

luonnontaimilla. Luonnontaimilla juurten kuoleminen oli yleistä (taulukko 4). Istutustaimilla kuolleita juuria havaittiin sitä yleisemmin mitä vähemmän aikaa istutuksesta oli kulunut. Pienimmillä istutustaimilla oli kuolleita juuria lukumääräisesti eniten.

Taulukko 2. Eri pituisten luontaisesti syntyneiden ja istutettujen taimien keskusjuuriston syvyys, cm.

Table 2. The depth (cm) of the central root system of volunteer and planted seedlings of varying sizes.

Verson pituus, cm *Height of the shoot, cm*	Syntytapa *Mode of origin*		Varianssianalyysi *Analysis of variance*	
	Luontainen *Volunteer*	Istutus *Planted*	v.a.-D.F.	F
21— 30	10.9	9.8	1/173	1.40
31— 50	14.2	12.3	1/150	3.77
51— 70	16.8	18.0	1/62	0.30
71—100	19.1	22.1	1/65	1.18
101—150	23.0	27.9	1/43	1.57
151—200	26.8	24.8	1/19	0.15

Taulukko 3. Eri pituisten luontaisesti syntyneiden ja istutettujen taimien pitkäjuurien lukumäärä, pituus ja tyvipaksuus.

Table 3. The number, length, and diameter at the point of initiation of long roots observed on volunteer and planted saplings of varying sizes.

Verson pituus, cm *Height of the shoot, cm*	Syntytapa *Mode of origin*		Varianssianalyysi *Analysis of variance*	
	Luontainen *Volunteer*	Istutus *Planted*	v.a.-D.F.	F
	Lukumäärä — *Number*			
21— 30	11.1	11.4	1/173	0.84
31— 50	13.1	12.2	1/150	0.83
51— 70	14.8	16.0	1/62	0.22
71—100	17.1	16.4	1/65	0.56
101—150	20.9	16.4	1/43	0.99
151—200	13.8	16.4	1/19	0.31
	Pituus, cm — *Length, cm*			
21— 30	9.0	7.9	1/170	2.09
31— 50	12.2	9.9	1/127	8.01**
51— 70	17.5	12.7	1/31	2.67
	Tyvipaksuus, mm — *Diameter, mm*			
21— 30	2.6	2.0	1/173	3.90*
31— 50	3.5	2.6	1/150	19.10**
51— 70	4.7	4.5	1/62	0.57
71—100	5.4	6.3	1/65	1.94
101—150	7.3	7.8	1/43	0.16
151—200	13.7	15.4	1/19	0.21

Taulukko 4. Eri pituisten luontaisesti syntyneiden ja istutettujen taimien jälkijuurien ja kuolleitten juurien esiintyminen ja lukumäärä.

Table 4. The presence and number of adventitious and dead roots observed on volunteer and planted saplings of varying sizes.

Verson pituus, cm *Height of the shoot, cm*	Luontainen *Volunteer*		Istutus *Planted*	
	Esiintymis — *Frequency* %	Lukumäärä *Number*	Esiintymis — *Frequency* %	Lukumäärä *Number*
	Jälkijuuret — *Adventitious roots*			
21— 30	16	6.6	7	2.2
31— 50	40	5.7	8	3.1
51— 70	34	6.8	8	4.0
71—100	69	6.6	81	8.1
101—150	27	11.1	55	5.0
151—200	22	8.0	60	9.7
	Kuolleet juuret — *Dead roots*			
21— 30	16.0	1.4	10.8	3.5
31— 50	21.0	1.2	8.0	2.7
51— 70	10.5	2.5	8.0	1.0
71—100	30.0	2.2	9.0	1.0
101—150	38.0	2.3	0.0	0.0
151—200	6.0	2.0	0.0	0.0

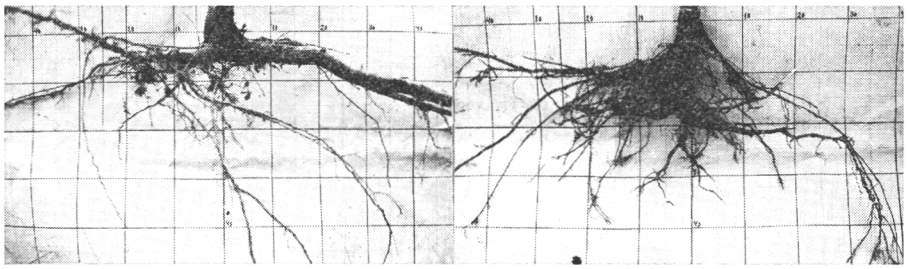
Taulukko 5. Eri pituisten luontaisesti syntyneiden ja istutettujen taimien juurenniskan paksuus, mm.

Table 5. The diameter (mm) at root base of volunteer and planted saplings of varying sizes.

Verson pituus, cm *Height of the shoot, cm*	Luontainen *Volunteer*	Istutus *Planted*	Varianssianalyysi *Analysis of variance*	
			v.a.-D.F.	F
21— 30	8.9	6.6	1/173	8.99**
31— 50	12.6	9.2	1/150	17.91***
51— 70	17.6	20.7	1/62	3.74
71—100	23.6	25.7	1/65	0.85
101—150	33.6	38.8	1/43	1.74
151—200	51.2	42.5	1/19	2.81

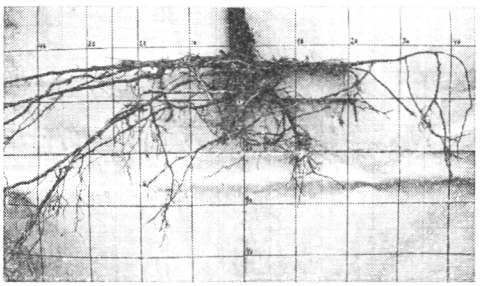
Luontaisesti syntyneillä taimilla oli pääjuuri 11 %:lla tutkituista taimista. Istutustaimilla pääjuuri oli 22 %:lla taimista. Erikseen ryhmiteltynä paljasjuurisilla taimilla vastaava luku oli 23 % ja turveruukkutaimilla 19 %. Pääjuuri oli yleensä heikosti muodostunut eikä yltänyt paljon muuta juuristoa syvemmälle. Alle 50 cm:n mittaisten istutustaimien juurenniska oli selvästi ohuempi kuin samankokoisten luonnontaimien (taulukko 5). Ero tasottui 50 cm:ä suurempien taimien kohdalla ja muuttui jopa päinvastaiseksi. Sekä luonnon- että istutustaimien juurenniskan paksuneminen taimien koon suuretessa oli suhteellisen tasaista.

Yleensä istutustaimen juuristo oli kehityksensä alkuvaiheessa suppeampi, juuret ohuempia, juuristo matalampi ja verso ohuempi kuin samankokoisen



Kuva 1. Vasemmalla hyväkuntoisen, 100 cm:n mittaisen luonnontaimen juuristo. Kasvupaikka ohutkunttainen moreeni. Oikealla jurovan, 138 cm:n mittaisen luonnontaimen juuristo. Kasvupaikka paksukunttainen moreeni. Alkuperäisen juuriston yläpuolelle on muodostunut runsaasti jälkijuuria. Kuvissa paksujen viivojen väli on 10 cm.

Fig. 1. On the left, the root system of a no-stagning volunteer sapling 100 cm in height; grown on a till with a thin raw-humus layer. On the right, the root system of a stagnating volunteer sapling 138 cm in height; grown on a till with a thick raw-humus layer. Numerous adventitious roots have formed above the original root system. The line interval is 10 cm.



Kuva 2. Juromisen lopettaneen, 71 cm:n pituisen istutustaimen juuristo. Kasvupaikka ohutkunttainen, lajittunut maa. Istutushetken juuristo on osittain surkastunut. Sen yläpuolelle on muodostunut jälkijuurista uusi juuristo. Kuvassa paksujen viivojen väli on 10 cm.

Fig. 2. The root system of a 71 cm tall planted sapling after stagnation; grown on a graded soil with a thin raw-humus layer. The root system of the time of planting is partly shrivelled. Above it, a new root system has developed from adventitious roots. The line interval is 10 cm.

luonnontaimen (kuva 1 ja 2). Istutustaimilla oli kuolleita juuria sitä enemmän, mitä vähemmän aikaa istutuksesta oli kulunut. Luonnontaimilla juurien kuoleminen oli yleistä. Pienikokoisilla istutustaimilla oli vähemmän jälkijuuria kuin suuremmilla taimilla. Luonnontaimilla ei vastaavaa eroa ollut. Rakenteelliset erot tasottuivat kuitenkin taimien kasvaessa.

32. Verson kehitys ja sen riippuvuus juuristosta

Luontaisesti syntyneiden ja istutustaimien kuntoluokkajakautumat poikkesivat huomattavasti toisistaan (taulukko 6). Jakautumien poikkeavuutta testattiin χ^2-testillä. Sitä voitiin käyttää vain niissä pituusluokissa, joissa havaintoja oli vähintään 5 kpl. Luontaisesti syntyneitä jurovia taimia oli eniten pienissä pituusluokissa. Niiden osuus pieneni tasaisesti verson koon kasvaessa. Istutustaimet juroivat huomattavasti vähemmän kuin luontaiset taimet ja jurovien taimien osuus pieneni nopeammin kuin luonnontaimilla.

Luonnontaimet kasvoivat useimmissa pituusluokissa huomattavasti vähemmän kuin istutustaimet (taulukko 7 ja 8). Ero tasaantui yli 150 cm:n mittaisten taimien kohdalla jurovien taimien osuuden vähetessä samanaikaisesti. Istutustaimien juromisaika oli luonnontaimien vastaavaa aikaa lyhyempi.

Jurovilla luonnontaimilla oli pienimmissä pituusluokissa ohuempi juurenniska kuin juromisen lopettaneilla (taulukko 8). Ero tasottui yli 50 cm:n

Taulukko 6. Luontaisesti syntyneiden ja istutettujen taimien jakautuminen kunto- ja pituusluokkiin.
Table 6. The distribution into condition and height-classes of volunteer and planted saplings.

Verson pituus, cm *Height of the shoot cm*	Luontainen — *Volunteer*				Istutus — *Planted*				x^2-testi — x^2-*test*	
	Ei jurova *Not stagnating*		Jurova *Stagnating*		Ei jurova *Not stagnating*		Jurova *Stagnating*		v.a.- D.F.	F
	kpl No	%	kpl No	%	kpl No	%	kpl No	%		
21— 30	55	38.5	28	93.3	2	6.7	88	61.4	1	11.35***
31— 50	65	75.6	50	76.9	15	23.1	21	24.4	1	40.97***
51— 70	10	83.3	34	65.4	18	34.6	2	16.7		
71—100	9	81.8	36	64.3	20	35.7	2	18.2		
101—150	8	88.9	20	55.6	16	44.4	1	11.1		
151—200	5	100.0	1	6.3	15	93.7	0	0.0		

Taulukko 7. Eri pituisten luontaisesti syntyneiden ja istutettujen taimien verson kahden mittausvuotta edeltäneen kasvukauden pituuskasvu, cm.
Table 7. The height growth (for the two growing seasons previous to the year of measurement) of volunteer and planted saplings of varying sizes.

Verson pituus, cm *Height of the shoot, cm*	Luontainen *Volunteer*	Istutus *Planted*	Varianssianalyysi *Analysis of variance*	
			v.a.-D.F.	F
21— 30	3.8	6.8	1/172	22.23***
31— 50	5.8	12.9	1/150	72.52***
51— 70	7.9	17.9	1/62	26.98***
71—100	10.1	21.3	1/65	21.96***
101—150	14.7	29.1	1/43	9.87***
151—200	34.7	34.5	1/19	0.43

Taulukko 8. Eri pituisten luontaisesti syntyneiden ja istutustaimien verson pituuskasvu (cm) ja juuristotunnukset eri kuntoluokissa.

Table 8. The height growth (cm) and root characteristics of volunteer and planted saplings in condition classes.

Verson pituus, cm *Height of the shoot, cm*	Luontainen — *Volunteer*				Istutus — *Planted*			
	Ei jurova *Not stagnating*	Jurova *Stagnating*	Varianssianalyysi *Analysis of variance*		Ei jurova *Not stagnating*	Jurova *Stagnating*	Varianssianalyysi *Analysis of variance*	
			v.a.-D.F.	F			v.a.-D.F.	F
Verson pituuskasvu, cm — *Height growth, cm*								
21— 30	7.5	3.6	1/28	8.78**	9.0	5.4	1/141	53.92***
31— 50	11.0	4.3	1/63	72.29***	14.5	8.2	1/84	24.95***
51— 70	12.2	5.7	1/50	33.52***	19.4	10.0	1/10	1.81
71—100	15.5	7.2	1/54	30.09***	21.4	20.7	1/9	
101—150	24.3	7.1	1/34	31.30***	31.4	11.0	1/7	
151—200	36.1	13.0	1/14		34.5			
Juurenniskan läpimitta, mm — *Diameter at root eollar*								
21— 30	8.4	7.5	1/27		7.2	6.2	1/141	6.87**
31— 50	14.9	11.8	1/63	4.58*	9.7	9.7	1/84	0.14
51— 70	17.6	17.7	1/50	0.85	20.3	22.5	1/10	0.17
71—100	23.9	23.4	1/54	0.62	25.6	26.1	1/9	0.51
101—150	35.7	31.9	1/34	1.12	40.0	28.8	1/7	1.28
151—200	51.2	51.5	1/14	0.84	42.5			
Keskusjuuriston syvyys, cm — *Depth of the central root system*								
21— 30	13.0	9.7	1/27		10.1	9.7	1/141	0.47
31— 50	17.3	13.3	1/63	4.33*	12.3	12.5	1/84	0.43
51— 70	16.5	17.0	1/50	0.78	18.2	17.3	1/10	2.03
71—100	15.4	21.2	1/54	6.15*	23.4	16.0	1/9	8.95*
101—150	23.6	22.5	1/34	0.87	28.4	24.0	1/7	
151—200	27.1	23.0	1/14	0.13	24.8			

pituisilla taimilla. Jurovilla 21—30 cm:n pituisilla istutustaimilla oli merkitsevästi ohuempi juurenniska kuin ei jurovilla. Ero tasottui nopeasti taimen pituuden kasvaessa. Juromisensa lopettaneiden luonnontaimien keskusjuuristo oli syvempi kuin vastaavien jurovien taimien (taulukko 8). Taimien kasvaessa ero tasottui ja muuttui jopa päinvastaiseksi. Istutustaimien juuriston syvyydessä ei ollut merkitsevää eroa kuntoluokkien välillä. Poikkeuksen muodosti ainoastaan 71—100 cm:n pituusluokka. Juromisen lopettaneilla istutustaimilla näytti olevan syvempi juuristo kuin jurovilla.

Jurovilla luonnontaimilla esiintyi yleisemmin jälkijuuria kuin juromisen lopettaneilla (taulukko 9). Jälkijuurien taimikohtaisessa lukumäärässä ei ollut eroa kuntoluokkien välillä. Juromisen lopettaneilla istutustaimilla todettiin yleisesti jälkijuuria. Niiden esiintyminen ja lukumäärä kasvoi taimen kasvaessa. Jurovilla taimilla oli vähän jälkijuuria.

Verson kasvun ja juuristotunnuksien välisiä suhteita tutkittiin myös korrelaatioanalyysin avulla. Luonnontaimien pituuskasvu oli sitä heikompi, mitä enemmän taimella oli kuolleita juuria, jälkijuuria ja mitä kauempana jälkijuuret olivat alkuperäisestä juurenniskasta (taulukko 10). Huonokas-

Taulukko 9. Eri pituisten ja kuntoisten luontaisesti syntyneiden ja istutustaimien jälkijuurien esiintyminen ja lukumäärä.

Table 9. The presence and number of adventitious roots of varying length and condition on volunteer and planted saplings.

Verson pituus, cm *Height of the shoot, cm*	Luontainen — *Volunteer*				Istutus — *Planted*			
	Ei jurova *Not stagnating*		Jurova *Stagnating*		Ei jurova *Not stagnating*		Jurova *Stagnating*	
	Esiintymis % *Frequency %*	Lukumäärä *Number*	Esiintymis- % *Frequency %*	Lukumäärä *Number*	Esiintymis % *Frequency %*	Lukumäärä *Number*	Esiintymis- % *Frequency %*	Lukumäärä *Number*
21— 30	0.0	0.0	17.0	6.6	5.0	2.6	9.0	2.0
31— 50	26.0	8.8	64.0	5.0	7.0	2.4	9.0	5.0
51— 70	11.0	10.5	47.0	6.4	40.0	4.0	0.0	0.0
71—100	35.0	3.2	32.0	7.9	77.7	5.7	100.0	16.5
101—150	12.0	7.0	40.0	12.1	62.5	5.0	0.0	0.0
151—200	13.0	8.0	0.0	0.0	60.0	9.7	0.0	0.0

Taulukko 10. Luontaisesti syntyneiden ja istutettujen taimien pituuskasvun ja juuristotunnuksien väliset korrelaatiokertoimet ja niiden merkitsevyys.

Table 10. The coefficients of correlation (and their significance) between the height growth and root characteristics of volunteer and planted saplings.

Juuristotunnukset *Root characteristics*	Luonnontaimien kasvaimen pituus *Leader length of volunteer saplings*	Istutustaimien kasvaimen pituus *Leader length of planted saplings*
Keskusjuuriston syvyys — *Depth of the central root system*	—0.04	0.07
Pitkäjuurien lukumäärä — *Number of long roots*	—0.18°	0.04
Kuolleiden juurien lukumäärä — *Number of dead roots* ..	—0.14	—0.22*
Jälkijuurien lukumäärä — *Number of adventitious roots* ..	—0.20*	—0.33***
Jälkijuurien etäisyys juurenniskasta — *Distance of the adventitious roots from the root collar*	—0.18°	—0.34***
Pitkäjuurien pituus — *Length of long roots*	0.03	0.06
Pitkäjuurien tyvipaksuus — *Diameter of long roots at point of initiation*	0.05	0.03
Juurenniskan paksuus — *Diameter at root collar*	0.04	0.19°

vuisilla taimilla oli myös paljon pitkäjuuria. Koska pitkäjuuriin luettiin myös jälkijuuret, suuri jälkijuurien määrä lisäsi pitkäjuurien määrää. Luonnontaimien muut juuristotunnukset eivät korreloineet taimen pituuskasvun kanssa.

Myös istutustaimen pituuskasvu oli sitä heikompi, mitä enemmän sillä oli kuolleita juuria ja jälkijuuria ja mitä kauempana ne sijaitsivat alkuperäisestä juurenniskasta. Mitä parempikuntoinen istutustaimi oli sitä paksumpi sen juurenniska oli. Muut juuristotunnukset eivät korreloineet verson pituuskasvun kanssa.

33. Maan ominaisuudet

Luonnontaimistot sijaitsivat keskimäärin hienojakoisemmalla maalla kuin istutustaimistot (taulukko 11), mikä heikentää taimien vertailun luotettavuutta, mutta tämän haitan eliminoiminen ei ollut mahdollista otantaan perustuvassa tutkimuksessa. Vettä voimakkaasti pidättävien eli hiedan ja sitä hienompien lajitteiden osuus oli luonnontaimistoissa suurempi kuin istutustaimistoissa. Luontaiset kuusentaimistot syntyvät ilmeisesti useimmiten hienojakoisille vettä pidättäville maille. Hienojen lajitteiden (esim. < 0.02 mm) osuus lisääntyi hieman siirryttäessä maanpinnasta syvemmälle.

Käsittelemättömään maahan istutetut taimistot sijaitsivat lajitekoostumukseltaan hienojakoisimmilla kasvupaikoilla ja laikutettuun maahan istutetut karkeajakoisimmilla kasvupaikoilla. Laikutetuilla aloilla maa oli 40—50 cm:n syvyydessä selvästi karkearakeisempaa kuin 10—20 cm:n syvyydessä. Tämä vaikutti maan vedenläpäisevyyttä suurentavasti. Myös auratuilla aloilla ja täysmuokkausalalla hienojen lajitteiden osuus oli pienempi kuin luonnontaimistoissa. Aurausaloilla lajitekoostumus vastasi keskimääräistä istutustaimiston lajitekoostumusta.

Verrattaessa hietaa (≧ 0.2 mm), hienoa hietaa (≧ 0.06 mm) ja hiesua (≧ 0.02 mm) hienompien lajitteiden osuutta tässä tutkimuksessa mitatuilla kuusikoealoilla L ä h t e e n ja S i l t a s e n (1973) keräämään aineistoon männyn viljely- ja luonnontaimistoista havaittiin, että 0.2 mm:ä hienompien

Taulukko 11. Maan lajitekoostumus (paino-%) erilaisissa taimistoissa.
Table 11. The particle-size class composition (weight-%) in different sapling stands.

Syntytapa ja maankäsittelytapa *Mode of origin and soil treatment*	Syvyyskerros *Depth layer* cm	20—2 mm	2—0.2 mm	0.2—0.02 mm	≦0.02 mm
Luontainen — *Volunteer*	10—20	15.4	38.4	34.0	12.2
	40—50	17.1	32.8	34.9	15.2
	$\overline{X}$	16.3	35.6	34.4	13.7
Istutus, yhteensä — *Planted total*	10—20	21.9	38.5	28.3	11.5
	40—50	22.3	36.1	29.5	12.3
	$\overline{X}$	22.0	37.3	29.0	11.9
Istutus, käsittelemätön — *Planted, untreated*	10—20	17.0	35.2	32.8	15.0
	40—50	15.8	35.5	31.8	16.9
	$\overline{X}$	16.4	35.4	32.3	15.9
Istutus, laikutus — *Planted, scarified*	10—20	14.9	48.0	26.6	10.5
	40—50	22.9	45.8	23.5	7.8
	$\overline{X}$	18.9	46.9	25.1	9.1
Istutus, auraus, piennar — *Planted, plowed, shoulder*	10—20	17.8	39.2	31.8	11.2
	40—50	23.9	35.4	29.6	11.1
	$\overline{X}$	20.8	37.3	30.7	11.2
Istutus, täysmuokkaus — *Planted, full treatment*	10—20	36.8	31.6	22.3	9.3
	40—50	27.0	27.8	31.7	13.5
	$\overline{X}$	31.9	29.7	27.0	11.4

Taulukko 12. Maan hienojen lajitteiden osuus (paino-%) syntytavaltaan erilaisissa kuusen taimistoissa 10—20 cm:n kerroksessa ja Lähteen ja Siltasen (1973) mukaan männyn taimistoissa 0—10 cm:n kerroksessa.

Table 12. The proportion (weight %) of the fine particle-size classes in the 10—20 cm layer of sapling stands of spruce differing in the mode of origin and in the 0—10 cm layer of sapling stands of pine according to Lähde and Siltanen (1973).

Taimien syntytapa *Mode of origin of saplings*	Kuusi — *Spruce*			Mänty — *Pine*		
	Raekokoraja, mm — *Particle-size limit*					
	≦0.2	≦0.06	≦0.02	≦0.2	≦0.06	≦0.02
Luontainen — *Volunteer*	46.2	26.4	12.2	45.8	16.8	7.9
Istutus — *Planted*	39.8	21.7	11.5	61.4	31.8	14.6
Kylvö — *Sowed*				66.4	26.9	10.7
Kylvö ja istutus — *Sowed and planted*				60.3	29.8	13.6

lajitteiden osuus oli lähes sama maan pintakerroksissa luontaisissa kuusi- ja mäntytaimistoissa (taulukko 12).

Hienoa hietaa hienompien lajitteiden osuus oli sensijaan huomattavasti suurempi luontaisissa kuusentaimistoissa kuin luontaisissa männyntaimistoissa. Ilmeisesti raekokorajaa 0.06 mm:ä hienommat lajitteet vaikuttavat ratkaisevasti maan fysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin ja sitä kautta puulajin menestymiseen. Männynviljelyt on tehty lajitekoostumukseltaan tyypillisille kuusimaille, koska on haluttu uudistaa kuusikot männiköiksi. Kuusta puolestaan on viljelty jopa sen luontaisia kasvupaikkoja hieman karummille uudistusaloille.

Maan kuivatilavuuspaino oli suurin aurauksen pientareessa (taulukko 13). Myös käsittelemättömillä uudistusaloilla tilavuuspaino oli suuri. Laikutusaloilla ja luonnontaimistoissa tilavuuspaino sen sijaan oli selvästi pienempi kuin aurausaloilla ja käsittelemättömillä aloilla. Täysmuokkausalalla tilavuuspaino oli pienin. Huokostila oli pienin aurauksen pientareessa ja suurin täysmuokkauksessa. Luonnontaimistoissa ja laikutusaloilla maa oli lähes yhtä ilmavaa, sen sijaan käsittelemättömässä maassa istutusaloilla huokostila oli pieni.

Humuksen paksuus voitiin luotettavasti mitata vain luonnontaimistoista ja käsittelemättömiltä istutusaloilta. Käsittelemättömien alojen luonnontaimistoja ohuempi humuskerros johtui ennen istutusta tehdystä kulotuksesta. A-horisontin paksuus vaihteli n. 12—16 cm:n välillä. Paksuin se oli laikutusaloilla ja ohuin aurausaloilla. B-horisontin paksuus vaihteli 10 cm:stä 20 cm:iin ja oli paksuin muokkaamattomilla aloilla ja ohuin laikutusaloilla. B-horisontilla tarkoitetaan tässä horisontin tummaa osaa eli B_1-horisonttia. A-horisontti näytti muodostuneen paksuksi karkeajakoisilla mailla ja B-horisontti hienojakoisilla. A- ja B-horisontin yhteenlaskettu paksuus oli n. 26 cm:ä kaikissa muissa taimistoissa paitsi käsittelemättömillä istutusaloilla, joissa se oli suurempi, koska B-horisontti oli paksumpi kuin muissa taimistoissa.

Taulukko 13. Maan ominaisuudet erilaisissa taimistoissa (Täysmuokkaus ei ole mukana testissä).

Table 13. Soil properties in various sapling stands (Full-treatment excluded from test).

Maan ominaisuus *Soil property*	Luontainen *Volunteer*	t-testi *t-test*	Istutus — *Planted*						Varianssianalyysi *Analysis of variance*	
			Käsittelemätön *Untreated*	t-testi *t-test*	Laikutus *Scarified*	t-testi *t-test*	Auraus *Plowed*	Täysmuokkaus *Full treatment*	v.a.-D.F.	F
Kuivatilavuuspaino, g/cm³—*Dry density g/cm³*	1.39		1.48		1.34	*	1.52	1.27	3/166	3.47*
Huokostila, tilavuus-% — *Soil porosity volume-%*	47.5		44.0		49.5	*	42.1	52.1	3/166	3.87*
Humuksen paksuus, cm — *Thickness of the humus layer* ..	7.0	*	4.2							
A-horisontin paksuus, cm — *Thickness of the A-horizon*	12.7		11.7		15.9		11.5		3/166	0.89
B_1-horisontin paksuus, cm — *Thickness of the B_1-horizon*	13.6		19.8	*	10.4		14.0		3/102	2.56°

Taulukko 14. Maan vesi- ja ilmatila (tilavuus-%) erilaisissa taimistoissa 10—20 cm:n kerroksessa.

Table 14. Water and air space (% of volume) in the 10—20 cm layer of soil in various sapling stands.

Mittausaika *Time of measurement*	Maan ominaisuus *Soil poperty*	Luontainen *Volunteer*	Istutus — *Planted*			
			Käsittelemätön *Untreated*	Laikutus *Scarified*	Auraus *Plowed*	Täysmuokkaus *Full treatment*
1973-06-26· · ·07-06	Kosteus — *Water content* ..	26.4	27.8	32.6	31.8	25.6
	Ilmatila — *Air space*	21.1	16.2	16.9	10.3	24.5
1973-07-25· · ·28	Kosteus — *Water content* ..	17.1	19.5	20.0	18.1	16.3
	Ilmatila — *Air space*	30.4	25.5	29.5	24.0	35.8

Kesä—Heinäkuun vaihteessa (22. 6.—6. 7.) mitattu maan kosteus (til. —%) oli 10—20 cm:n syvyydessä lähes yhtä suuri kaikissa taimistoissa (taulukko 14). Suurin se oli laikutus- ja aurausaloilla ja pienin täysmuokkausalalla. Ilmatila oli suurin ja lähellä optimia täysmuokkausalalla. Melko suuri maan ilmatila oli myöskin luonnontaimistoissa. Käsittelemättömillä ja laikutusaloilla ilmatila oli melko pieni ja aurauksen pientareessa vain n. 10 %, joka on juuriston kehitykselle haitallisen pieni.

Heinä—elokuun vaihteessa (25. 7.—2. 8. -73) maan kosteudessa oli vähemmän vaihtelua taimistojen välillä kuin kuukautta aikaisemmin (taulukko 14). Ilmatila oli tällöinkin aurauksen pientareessa pienin, mutta kui-

tenkin lähellä optimia. Ilmatila oli täysmuokkausalalla selvästi suurin ja saattoi olla jopa liian suuri. Muissa taimistoissa maan ilmatila vaihteli 25—30 %:iin. Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon, että kesä 1973 oli keskimääräistä lämpimämpi ja erittäin kuiva, joten kesä—heinäkuun vaihteen tilanne kuvannee paremmin keskimääräisiä olosuhteita Lapissa kasvukauden aikana kuin heinä—elokuun vaihteen tilanne.

34. Juuriston rakenteen ja verson kehityksen riippuvuus maan ominaisuuksista

Tulosten analysoinnissa päädyttiin korrelaatio- ja faktorianalyysiin. Kosteuden ja ilmatilan osalta käytettiin 25. 7.—2. 8. -73 tehtyä mittausta, koska gravimetristä määritystä (vesivolymetrinäytteistä) pidettiin luotettavampana kuin mittausta karbidimenetelmällä. Istutustaimistoista tehdyssä analyysissä humuksen paksuus tarkoittaa taimen kasvukohdassa ollutta humusta, eikä alkuperäistä kasvupaikan humuksen paksuutta. Istutustaimistot pidettiin analyysissä kokonaisuutena. Faktorit nimitettiin analyysissä maan ominaisuuksien mukaan ja katsottiin, mitkä taimitunnukset kuuluvat mihinkin faktoriin, eli mitkä taimitunnukset korreloivat minkin maanominaisuusryhmän kanssa. Analyysi pyrkii ryhmittelemään keskenään kiinteässä korrelaatiossa olevat muuttujat samaan faktoriin. Faktorilatauksen suuruus ilmoittaa korrelaation suuruuden ja merkki sen suunnan.

Muut maan fysikaaliset ominaisuudet korreloivat voimakkaasti hienojen lajitteiden osuuden kanssa (taulukko 15). Faktorianalyysissä samaan faktoriin, jota nimitettiin lajitekoostumuskosteusfaktoriksi, kuuluivat luonnontaimistoissa kaikki mitatut tunnukset humuksen paksuutta lukuunottamatta (taulukko 16). Voimakkaimmin korreloi hienojen lajitteiden osuuden kanssa maan kosteus, ilmatila ja kivisyys. Oman faktorinsa muodosti humuksen paksuus. Tähän faktoriin kuului lisäksi hienojen lajitteiden osuus, joka kuului siten kahteen faktoriin. Tilavuuspaino ja ilmatila muodostivat oman faktorinsa, johon kuului lisäksi A-horisontin paksuus. Siten esim. ilmatila riippuu eniten tilavuuspainosta, sitten kosteudesta ja hienojen lajitteiden määrästä. Maan ominaisuuksien välille muodostui monimutkainen riippuvuusverkko, jota pitkin päästään ominaisuudesta toiseen, vaikka ketjun ensimmäisen ja viimeisen lenkin välillä ei ole suoraa korrelaatiota. Faktorianalyysissä yksi faktori muodostaa tällaisen mahdollisimman kiinteän ketjun. Faktorista voidaan nähdä myös mahdolliset kiertokorrelaatiot. Esim. kasvaimen pituus korreloi hienojen lajitteiden osuuden kanssa ja tämä humuksen paksuuden kanssa, mutta humuksen paksuuden ja kasvaimen pituuden välillä ei ole suoraa korrelaatiota. Riippuvuusketju voi haarautua toiseen faktoriin sekamuuttujan kautta.

Taulukko 15. Luonnontaimistoista (A) ja istutustaimistoista (B) mitattujen maanominaisuuksien ja taimitunnusten väliset korrelaatiokertoimet ja niiden merkitsevyys.

Table 15. The coefficients of correlation and their significance applying between the soil properties of volunteer (A) and planted (B) sapling stands characteristics.

Tunnukset *Properties and characteristics*		Kuivatilavuuspaino *Dry density*	Hienojen lajitteiden osuus (≦0.06 mm) *Proportion of fine size fraction (≦0.06 mm)*	Hienojen lajitteiden osuus (≦0.02 mm) *Proportion of fine size fraction (≦0.02 mm)*	Kosteus, tilavuus-% *Water content, volume-%*	Ilmatila, tilavuus-% *Air space, %*	Humuksen paksuus *Thickness of humus layer*	Kivisyys *Stoniness*	A-horisontin paksuus *Thickness of A-horizon*	B_1-horisontin paksuus *Thickness of B_1-horizon*
Kuivatilavuuspaino — *Dry density*	A	1.00								
	B	1.00								
Hienojen lajitteiden osuus (≦0.06 mm) — *Proportion of fine size fraction*	A	—0.35***	1.00							
	B	—0.06	1.00							
Hienojen lajitteiden osuus (≦0.02 mm) — *Proportion of fine size fraction*	A	—0.33**	0.90***	1.00						
	B	0.03	0.84***	1.00						
Kosteus, tilavuus-% — *Moisture, volume, %*	A	—0.39***	0.62***	0.69***	1.00					
	B	—0.31**	0.30**	0.21*	1.00					
Ilmatila, tilavuus-% — *Air space, %*	A	—0.39***	—0.35**	—0.43***	—0.69***	1.00				
	B	—0.67**	—0.15	—0.15	—0.48***	1.00				
Humuksen paksuus — *Thickness of humus layer*	A	0.06	—0.20*	—0.19°	0.08	—0.11	1.00			
	B	0.03	0.07	0.22*	—0.18°	0.13	1.00			
Kivisyys — *Stoniness*	A	—0.34***	0.34***	0.30**	0.46***	—0.19°	0.02	1.00		
	B	—0.08	0.03	0.01	0.32**	—0.18°	—0.10	1.00		
A-horisontin paksuus — *Thickness of A-horizon*	A	0.21*	—0.34***	—0.25**	—0.15	—0.03	—0.27**	—0.17	1.00	
	B	—0.05	—0.26**	—0.21*	0.07	0.02	—0.04	0.09	1.00	
B_1-horisontin paksuus — *Thickness of B_1-horizon*	A	0.19°	—0.27**	—0.24**	—0.22*	0.08	—0.08	—1.13	0.04	1.00
	B	0.03	—0.05	—0.05	—0.21	0.16	0.22*	—0.11	0.09	1.00
										—0.01
Kasvaimen pituus — *Length of leader*	A	0.08	0.23*	0.11	—0.05	0.10	—0.01	0.04	—0.06	
	B	—0.23*	—0.23*	—0.21*	—0.01	0.21*	0.12	0.14	0.08	—0.13
Keskusjuuriston syvyys — *Depth of central root system*	A	—0.05	0.05	—0.04	—0.06	0.09	—0.06	0.01	0.01	—0.09
	B	—0.07	0.09	0.04	—0.22**	0.25**	0.08	—0.28**	—0.14	0.02
Pitkäjuurien lukumäärä — *Number of long roots*	A	—0.04	—0.08	—0.17	—0.11	0.12	0.12	—0.02	0.05	—0.07
	B	—0.04	—0.08	—0.19°	—0.17°	0.19°	—0.28**	—0.21*	—0.13	0.07
Kuolleiden juurien lukumäärä — *Number of dead roots*	A	—0.00	—0.04	—0.12	—0.07	0.02	—0.02	0.11	—0.12	—0.08
	B	0.14	—0.06	—0.07	—0.17°	0.01	0.20*	—0.15	—0.05	0.58***
Jälkijuurien lukumäärä — *Number of adventitious roots*	A	—0.07	—0.12	—0.09	0.06	—0.02	0.07	—0.11	0.05	—0.00
	B	0.25*	0.04	0.07	0.01	—0.22*	—0.09	0.02	—0.08	0.09
Jälkijuurien etäisyys juurenniskasta—*Distance of adventitious roots from root collar*	A	—0.08	—0.10	—0.08	0.09	—0.07	0.20*	0.06	0.24*	—0.11
	B	0.27*	0.07	0.11	—0.07	—0.18°	0.00	—0.00	—0.07	0.09
Pitkäjuurien pituus — *Length of long roots*	A	0.15	0.07	0.06	0.15	—0.25*	0.07	0.09	0.11	0.11
	B	—0.14	—0.28**	—0.17°	—0.16	0.25**	0.20*	—0.10	—0.04	0.12
Pitkäjuurien tyvipaksuus — *Diameter at point of initiation long roots*	A	0.07	0.19°	0.32**	0.10	—0.14	—0.14	0.06	—0.04	0.09
	B	—0.04	—0.04	—0.03	0.03	0.01	—0.11	—0.03°	—0.08	0.01
Juurenniskan paksuus — *Diameter at root collar*	A	0.06	0.07	0.09	—0.05	0.01	—0.04	—0.04	0.03	—0.01
	B	0.11	—0.09	—0.09	—0.15	0.22*	—0.16	—0.18°	—0.17	0.21*

Taulukko 16. Faktorianalyysin tulokset luonnon- (A) ja istutustaimistoille (B).
Table 16. Results of factor-analysis for natural (A) and planted (B) plantations.

Muuttuja *Variable*		Lajitekoostumus - kosteusfaktori *Particle size-water content factor*	Humuksen paksuusfaktori *Humus thickness factor*	Tilavuuspaino — ilmatilafaktori *Density-air space factor*	Kosteusfaktori *Water content factor*	Lajitekoostumusfaktori *Particle size factor*	B_1-horisonttifaktori *B_1-horizon factor*
Kuivatilavuuspaino — *Dry density*	A	0.390		0.895			
	B			—0.945			
Hienojen lajitteiden osuus (≲0.06 mm) — *Proportion of fine size fraction (≲0.06 mm)*	A	—0.851	—0.201				
	B					—0.881	
Hienojen lajitteiden osuus (≲0.02 mm) — *Proportion of fine size fraction (≲0.02 mm)*	A	—0.879	—0.225				
	B					—0.831	
Kosteus, tilavuus-% — *Water, content, volume, %*	A	—0.862					
	B				—0.357	—0.299	—0.311
Ilmatila, tilavuus- % — *Air space, %*	A	0.547		—0.664			
	B			0.630	0.369		0.249
Humuksen paksuus — *Thickness of humus layer*	A		0.244				
	B						0.280
Kivisyys — *Stoniness*	A	—0.470					
	B				—0.321		—0.211
A-horisontin paksuus — *Thickness of A-horizon*	A	0.232		0.247			
	B				—0.253	0.276	
B_1-horisontin paksuus — *Thickness of B_1-horizon*	A	0.279					
	B						0.690
Kasvaimen pituus — *Length of leader*	A		—0.310				
	B			0.338		0.315	—0.397
Keskusjuuriston syvyys — *Depth of central root system*	A						
	B				0.644		
Pitkäjuurien lukumäärä — *Number of long roots*	A		0.726				
	B				0.382		
Kuolleiden juurien lukumäärä — *Number of dead roots*	A		0.323				
	B						0.710
Jälkijuurien lukumäärä — *Number of adventitious roots*	A		0.760				
	B			—0.484		—0.269	
Jälkijuurien etäisyys juurenniskasta — *Distance of adventitious roots from root collar*	A		0.713				
	B			—0.471		—0.271	
Pitkäjuurien pituus — *Length of long roots*	A			0.272			
	B			0.205	0.489	0.271	
Pitkäjuurien tyvipaksuus — *Diameter at point of initiation long roots*	A		—0.460				
	B						
Juurenniskan paksuus — *Diameter at root collar*	A						
	B				0.701		0.291

Luonnontaimista mitatut taimitunnukset kuuluivat pääasiassa humusfaktoriin, ts. ne korreloivat humuksen paksuuden ja hienojen lajitteiden osuuden kanssa. Koska faktorilataukset olivat pieniä, myös korrelaatiot olivat heikkoja.

Luonnontaimet kasvoivat parhaiten hienojakoisilla mailla, joilla oli ohut humuskerros. Pitkäjuuria oli sitä vähemmän ja ne olivat sitä paksumpia, mitä hienojakoisempaa maa oli. Jälkijuuria oli myös vähän hienojakoisilla mailla. Humuksen paksuuden lisääntyessä pitkäjuurien ja jälkijuurien määrä lisääntyi ja jälkijuuret syntyivät yhä ylemmäs juurenniskasta. Luonnontaimien juuret näyttivät kasvaneen sitä pitemmiksi, mitä suurempi oli maan tilavuuspaino ja mitä pienempi ilmatila oli.

Regressioanalyysin mukaan ilmatila ja humuksen paksuus selittivät 8.2 % pitkäjuurien tyvipaksuudesta. Useampia selittäviä muuttujia ei voitu käyttää niiden välisten korrelaatioiden vuoksi.

Kun jotakin maan ominaisuutta muutetaan esim. maata käsittelemällä, muuttuvat tällöin myös monet muut ominaisuudet. Niinpä istutustaimistoissa maan ominaisuuksien väliset riippuvuudet olivat erilaisia kuin luonnontaimistoissa (taulukko 15). On otettava myös huomioon, että istutustaimistot sijaitsivat karkeajakoisemmalla maalla kuin luonnontaimistot. Maan ominaisuuksien ja taimitunnusten riippuvuudet olivat myös erilaisia, koska luonnontaimien juuristo kasvoi pääasiassa humuksessa, mutta istutustaimet oli istutettu kivennäismaahan.

Faktorianalyysissä muodostui istutustaimistoista neljä erilaista faktoria: tilavuuspaino-ilmatilafaktori, kosteusfaktori, johon kuuluivat myös ilmatila, kivisyys ja A-horisontin paksuus, lajitekoostumusfaktori, johon kuuluivat myös kosteus, ilmatila ja A-horisontin paksuus ja B_1-horisonttifaktori, johon kuuluivat kosteus, kivisyys ja humuksen paksuus (taulukko 16). Maan ominaisuuksien väliset riippuvuudet olivat muuten samankaltaisia kuin luonnontaimistoissa, mutta tilavuuspaino ei enää riippunut lajitekoostumuksesta ilmeisesti maankäsittelyn vuoksi. B-horisontin paksuudella oli suuri vaikutus juuristotunnuksiin.

Istutustaimet kasvoivat sitä paremmin, mitä karkeajakoisempaa maa oli, mitä suurempi oli maan ilmatila, pienempi tilavuuspaino ja mitä ohuempi oli kasvupaikan B-horisontti. Keskusjuuristo oli sitä syvempi, mitä suurempi oli maan ilmatila ja mitä kivisempi maa oli, ts. mitä helpommin kuivuvassa maassa taimi kasvoi. Pitkäjuurien lukumäärä oli suurin kuivalla, kivisellä maalla. Tällaisella maalla oli usein myös paksu A-horisontti. Kuolleitten juurien lukumäärä korreloi voimakkaasti B-horisontin paksuuden kanssa. Juuria kuoli sitä enemmän, mitä paksumpi B-horisontti oli. Taimet oli istutettu joko B-horisonttiin, kuten aurauksen pientareessa, tai A-horisonttiin lähelle B-horisonttia kuten laikutuksessa. Istutustaimien kuolleiden juurien määrästä selittivät regressioanalyysissä ilmatila ja B-horisontin paksuus

33.9 % ja verson kasvatusta 6.4 %. Jälkijuuria syntyi sitä enemmän ja sitä kauempana ne sijaitsivat alkuperäisestä juurenniskasta, mitä suurempi tilavuuspaino ja mitä pienempi ilmatila maassa oli. Suuri maan kosteus lisäsi jälkijuurien määrää. Tätä kautta myös maan hienoimpien lajitteiden suuri osuus lisäsi jälkijuurien määrää, koska tällöin myös kosteus oli suuri ja vedenläpäisevyys pieni. Istutustaimien juuret olivat sitä pitempiä, mitä karkeajakoisempaa, ilmavampaa ja löyhempää maa oli. Suuri maan kosteus ja tilavuuspaino vähensivät juurien pituuskasvua. Taimet olivat sitä tanakampia, mitä suurempi oli maan ilmatila ja mitä vähemmän istutuskohdassa oli humusta ja mitä paksumpi oli kasvupaikan B-horisontti. Istutustaimien kunnon voidaan katsoa olleen parhaan samanlaisella kasvupaikalla, missä verson kasvu oli paras ja juuristo kehittyi parhaiten eli löyhässä, ilmavassa maassa.

Tuloksia tarkasteltaessa on vielä huomattava että maan ominaisuuksien ja taimitunnusten väliset riippuvuudet eivät ole lineaarisia, kuten tässä työssä on oletettu. Verson ja juuriston kasvulla on kunkin ekologisen tekijän suhteen optiminsa, josta poikettaessa kasvu pienenee. Havaintosarjan laajuudesta riippuu, tuleeko käyräviivainen riippuvuus näkyviin. Ilmeisesti tässä työssä ei ole saavutettu mitattujen ekologisten ominaisuuksien koko vaihteluväliä, mutta korrelaatiot ovat saattaneet kuitenkin jonkin verran poiketa lineaarisesta.

35. Istutustaimien juuriston rakenteen ja verson kehityksen riippuvuus taimilajista ja maankäsittelytavasta

Maankäsittelyn ja taimilajin vaikutusta juuriston kehitykseen tutkittiin vain kahdessa lyhimmässä pituusluokassa. Taimilajin vaikutusta tutkittiin vertaamalla aurausalojen paljasjuurisia ja turveruukkutaimia keskenään. Istutuksessa käytettyjen turveruukkujen laadusta riippumatta tulokset esitetään yhdessä. Kaikki aurausalojen taimet olivat turveruukkuun koulittuja.

Taulukko 17. Eripituisten paljasjuuristen ja turveruukkutaimien juuristotunnukset.
Table 17. Root characteristics of bare-rooted and peat-pot saplings of various sizes.

Verson pituus, *Height of the shoot* cm	Taimilaji *Nursery stock*		Varianssianalyysi *Analysis of variance*	
	Paljasjuurinen *Bare rooted*	Turveruukku *Peat pot*	v.a.-D.F.	F
Keskusjuuriston syvyys cm — *Depth of the central root system*				
21—30	10.0	9.4	1/107	0.71
31—50	10.6	12.8	1/43	1.80
Pitkäjuurien lukumäärä — *Number of long roots*				
21—30	10.5	12.8	1/107	6.10*
31—50	10.9	13.5	1/43	4.19*
Juurenniskan paksuus, mm — *Diameter at root collar*				
21—30	6.2	7.0	1/107	3.49
31—50	7.6	9.9	1/43	6.70*

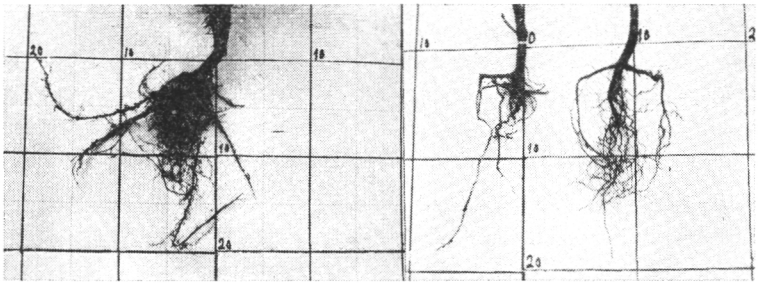
Taimilajien välillä ei keskusjuuriston syvyydessä ollut merkitsevää eroa (taulukko 17). Turveruukkutaimilla oli keskimäärin enemmän juuria kuin paljasjuurisilla, ja niiden lukumäärä kasvoi ilmeisesti nopeammin kuin paljasjuuristen. Turveruukkutaimet olivat selvästi tanakampia kuin paljasjuuriset. Ero oli suurin 31—50 cm:n pituisilla taimilla ja oli lähes merkitsevä.

Turveruukkutaimilla esiintyi vähemmän jälkijuuria kuin paljasjuurisilla (taulukko 18). Alle 50 cm:n mittaisilla istutustaimilla oli jälkijuuria taimilajista riippumatta vähän. Kuva 3 esitetään esimerkkinä paljasjuurisen ja turveruukkutaimen juuriston kehityksen alkuvaiheesta. Turveruukkutaimen istutushetken juuriston yläpuolelle on syntynyt uusia juuria, jotka ovat kääntyneet kasvamaan alaspäin turveruukun reunaa myöten.

Taulukko 18. Eri pituisten paljasjuuristen ja turveruukkutaimien jälkijuurien esiintyminen ja lukumäärä.

Table 18. The presence and number of adventitious roots on bare-rooted and peat-pot saplings of various sizes.

Verson pituus *Height of the shoot* cm	Paljasjuurinen — *Bare rooted*		Turveruukku — *Peat pot*	
	Esiintymis-% *Frequency-%*	Lukumäärä *Number*	Esiintymis-% *Frequency-%*	Lukumäärä *Number*
21—30	7.0	1.8	2.0	2.0
31—50	3.0	1.0	0.0	0.0



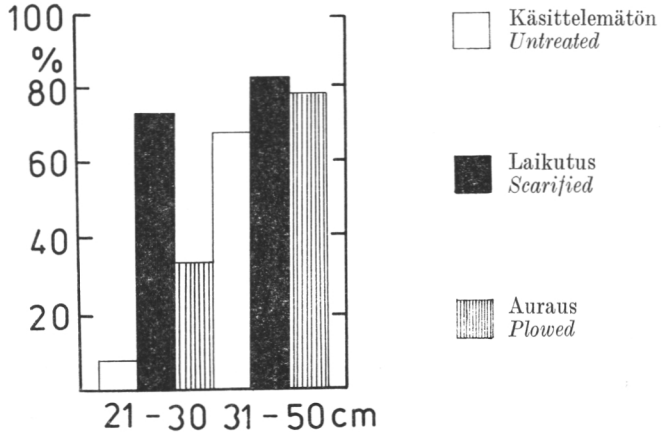
Kuva 3. Vasemmalla juromisen lopettanut paljasjuurinen istutustaimi. Kasvupaikka: piennar, moreenimaalla. Oikealla kaksi juromisensa lopettanutta turveruukkutainta. Kasvupaikka: laikku moreenimaalla. Kuvassa paksujen viivojen väli on 10 cm.

Fig. 3. On the left bare-rooted planted sapling after stagnation; grown on the shoulder on a till. On the right, two peat pot saplings after stagnation; grown on a scarified till. The line interval is 10 cm.

Juromisensa lopettaneiden taimien osuus oli lyhimmässä pituusluokassa suurin laikutettuun maahan istutetuilla taimilla (kuva 4). Seuraavana olivat aurausalojen taimet ja viimeisenä käsittelemättömään maahan istutetut. Pituusluokassa 31—50 cm järjestys oli sama, mutta erot olivat hieman ta-

sottuneet. Juromisen lopettaneiden taimien osuus oli kasvanut ja jurovien vastaavasti pienentynyt. Laikkuihin istutetut taimet kasvoivat parhaiten (taulukko 19). Ero oli suurin 21—30 cm:n mittaisten taimien kohdalla.

Täysmuokkauskoealan kahdestatoista mitatusta taimesta oli kahdeksan juromisensa lopettanutta ja neljä jurovaa. Verson pituuskasvussa ei ollut eroa muihin maankäsittelyihin verrattuna.



Kuva 4. Eri tavoin käsiteltyyn maahan istutettujen taimien kuntoluokkajakautuma. Pylväät osoittavat juromisen lopettaneiden taimien prosentuaalisen osuuden tutkituista taimista.

Fig. 4. The distribution into condition classes of saplings planted in soil treated in various ways. The bars represent saplings (% of total) which have recovered from stagnation.

Taulukko 19. Eri tavoin käsiteltyyn maahan istutettujen taimien kahden mittausvuotta edeltäneen kasvukauden kasvu, cm.

Table 19. The height growth (for the two growing seasons previous to the year of measurement) of saplings planted in soils treated in various ways.

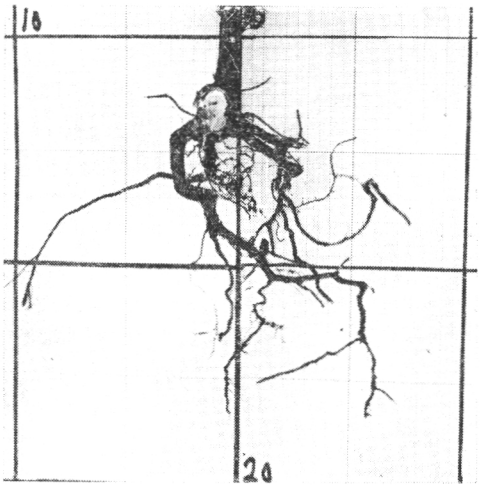
Verson pituus, *Height of the shoot*, cm	Käsittelemätön *Untreated*	t-testi *t-test*	Laikutus *Scarified*	t-testi *t-test*	Auraus *Plowed*	Varianssianalyysi *Analysis of variance* v.a.-D.F.	F
21—30	6.1	**	9.3	**	6.3	2/141	9.52***
31—50	14.7		14.8		11.7	2/83	2.22

36. Muita havaintoja juuristoista

Aineistossa mukana olleista koealoista kahdella oli turveruukkuun kylvettyjä koulimattomia taimia, joita ruukussa kasvoi 1—5 kappaletta. Tutkituista 24 turveruukusta 12:ssa eli 50 prosentilla taimista oli tapahtunut

juurien yhteenkasvamista (kuva 5). Yhteenkasvettumat olivat aivan lähellä juuren tyveä.

Kahdella aurausalalla todettiin joidenkin juurien suuntautumista palteeseen. Taimet olivat 21—50 cm:n pituisia turveruukkutaimia ja viidenneksellä niistä juuret olivat tällä tavoin suuntautuneita. Kyseiset taimet olivat lopettaneet juromisen.



Kuva 5. Juromisen lopettanut, 38 cm:n mittainen koulimaton turveruukkutaimi. Yhteenkasvettumakohta näkyy kuvassa taimen tyvellä vaaleana laikkuna. Kasvupaikka: laikku moreenimaalla. Kuvassa paksujen viivojen väli on 10 cm.

Fig. 5. An untransplanted, 38 cm tall peat-pot sapling which has recovered from stagnation. The white spot at the base of the sapling marks a point of fusion: grown on a scarified till. The line interval is 10 cm.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Puulajista, taimen kunnosta ja maan ominaisuuksista riippuu, millaiseksi juuristo kehittyy. Viljavassa ja fysikaalisilta ominaisuuksiltaan suotuisassa maassa taimi saattaa toipua pahoistakin vaurioista (S u t t o n 1969, H u u r i 1972). Istutus aiheuttaa juuristojen epämuotoisuutta. Juuret joutuvat epänormaaliin asentoon, liian syvälle, katkeilevat jne. (A a l t o n e n 1939, H e i k i n h e i m o 1941, K ö s t l e r ym. 1968, S u t t o n 1969, H u u r i 1972, L ä h d e ja S i l t a n e n 1973). Parhaiten selviävät istutuksen aiheuttamista vaurioista sellaiset puulajit, kuten kuusi, jotka pystyvät muodostamaan jälkijuuria.

Myös tämä tutkimus osoitti, että istutus oli aiheuttanut kuusen juuriston epämuotoisuutta. Istutustaimien juuristoista oli n. puolet ja luonnontaimista vain n. 4 % epämuotoisia. Turveruukkutaimien juuristoista oli 79 % epämuotoisia. Kehityksensä alkuvaiheessa istutustaimien juuristot olivat istutuksesta johtuen suppeampia ja matalampia sekä juuret ja juurenniska ohuempia kuin luonnontaimien. Vertailun luotettavuutta heikentää se, että eri tavoin syntyneet taimet eivät kasvaneet täysin samanlaisella kasvupaikalla. Kasvupaikan ominaisuudet vaikuttavat kuitenkin osaltaan juuriston rakenteeseen. Otantaan perustuvassa tutkimuksessa ei voitu kuitenkaan poistaa tätä haittaa varsinkin, kun Pohjois-Suomessa on hyvin vähän luontaisesti syntyneitä kuusitaimistoja. Istutustaimien kuolleiden juurien määrä oli suurin ja jälkijuurien määrä pienin heti istutuksen jälkeen. Myös kaikilla luonnontaimilla oli sekä kuolleita juuria että jälkijuuria. Samalta alueelta, johon tämän tutkimuksen aineisto perustuu, on tutkittu myös männyn taimien juuriston rakennetta (L ä h d e ja S i l t a n e n 1973). Kyseisen tutkimuksen mukaan luontaisesti syntyneiden männyn taimien juuristoista oli pääjuureltaan tyypilliseksi luokiteltuja 60, kylvötaimista 80 ja istutustaimista 8 %.

Istutetuilla kuusentaimilla jälkijuuria alkoi muodostua vasta jonkin aikaa istutuksen jälkeen. Tähän on syynä ilmeisesti istutuksen yhteydessä viljelykohdan maan kuohkeuttaminen ja humuksen poistaminen sekä karikkeista ja sammaleista kehittyvän uuden humuskerroksen syntymiseen kuluva aika, sillä jälkijuuret muodostuvat ensisijaisesti humukseen ja karike-

kerrokseen (Herz 1935, Heikinheimo 1941, Kalela 1950). Samanaikaisesti jälkijuurien lisääntymisen kanssa väheni kuolleitten juurien lukumäärä. Tällöin paksuni myös juurenniska ja juuriston rakenteen erot luonnontaimiin verrattuna vähenivät. Alkuperäinen juuristo surkastuu usein ja menettää siten merkityksensä (vrt. Heikinheimo 1941, Zehetmayer 1954). Björkman (1953) on todennut, että koulimattoman kolmivuotiaan kuusentaimen on uusittava juuristonsa, ennenkuin ravinteiden otto voi tehokkaasti tapahtua. Kuusen paakkutaimien epämuotoinen juuristo pystyy todennäköisesti kehittymään normaaliksi jälkijuurien avulla. Suuri epämuotoisuus aiheutuu ilmeisesti siitä, että juuret eivät kasva suoraan ulos ravinnerikkaasta paakusta tai eivät helposti läpäise paakun seinää (vrt. Lähde ja Kinnunen 1974). Luonnontaimien juuriston epänormaalin rakenteen voitiin todeta aiheutuneen mekaanisesta esteestä tai juuristokilpailusta (vrt. esim. Aaltonen 1942, Kalela 1942).

Jurominen johtuu siitä, että taimen yhteyttämistuotteet kuluvat kuolleiden juurien korvaamiseen jälkijuurilla. Kun jurominen päättyy, saattaa taimen toimiva juuristo olla jälkijuurista muodostunut (Siré n 1950). Juurien kuoleminen ja jälkijuurien syntyminen on seurausta huonoista kasvuolosuhteista. Juromisensa lopettaneiden luonnon- ja istutustaimien juuristo oli syvempi ja juuret haarottuneempia kuin jurovien (vrt. Siré n 1950). Paavilainen (1966) havaitsi suomäntyjen toipumisen olevan yhteydessä juuriston syvenemiseen. Ilmeisesti tiheä ja syvä juuristo on edullinen ravinteiden oton kannalta. Sekä luonnon- että istutustaimet kasvoivat sitä huonommin, mitä enemmän niillä oli kuolleita juuria ja jälkijuuria ja mitä ylemmäs alkuperäisestä juurenniskasta jälkijuuret syntyivät.

Jurovien luonnon- ja istutustaimien juurenniska oli ohuempi kuin juromisen lopettaneiden. Pienillä istutustaimilla erilainen taimitarhakasvatus aiheuttaa juurenniskan paksuudessa eroja (Kaila 1971). Ero näkyy vielä maastossakin 21—30 cm:n mittaisilla taimilla. Kuusen taimien paksu juurenniska merkitsee yleensä hyvää kuntoa ja kasvua (Schmidt-Vogt 1966). Ilmiötä ei tule sekottaa juurenniskan epänormaaliin paksuuntumiseen (vrt. Kramer 1951, Lähde ja Siltanen 1973).

Istutustaimet kasvoivat paremmin ja juroivat vähemmän kuin luonnontaimet. Istutuksen yhteydessä maata oli muokattu ja taimien kasvuolosuhteita siten parannettu. Osa luonnontaimistoista oli alikasvostaimistoja, mikä osaltaan oli syynä juromiseen. On kuitenkin ilmeistä, että maankäsittelyn ja istutuksen avulla päästään suurempiin tuottolukuihin kuin aikaisemmilla viljelymenetelmillä (vrt. Norokorpi 1972, Pohtila 1972 a).

Luonnontaimet kasvoivat parhaiten hienojakoisilla, mutta ohutkunttaisilla mailla. On otettava huomioon, että tämän aineiston luonnontaimien kasvu oli huomattavasti pienempi kuin istutustaimien kasvu. Hienojakoisella ja ohutkunttaisella maalla oli luonnontaimilla pitkäjuuria vähän ja ne

olivat paksuja. Kuolleita juuria ja jälkijuuria oli myös vähän, mikä osoittaa, että juuriston kasvuolosuhteet olivat suhteellisen hyvät. Paksumpihumuksisilla kasvupaikoilla luonnontaimien jälkijuurien määrä oli suuri. Kasvupaikoilla, joissa kivennäismaan tilavuuspaino oli suuri ja ilmatila pieni, juuret kasvoivat pitkiksi. Ne kasvoivat pääasiallisesti humuksessa ja taimien kunto oli huono. Karulla kasvupaikalla on jurovalla kuusentaimella Siréninin (1950) mukaan harva ja laaja juuristo. Karulla maalla yleensä juuristot ovat harvoja, juuret pitkiä ja vähähaaraisia (Laitakari 1927, 1935, Aaltonen 1939, Lyr ja Hoffmann 1967, Köstler ym. 1968, Sutton 1969, Whittington 1969, Hauge 1971). Viljavalla kasvupaikalla puiden juuristot taas ovat suppeita, runsaasti haarottuneita, tiheitä ja syvälle ulottuvia. Luonnontaimien juuristot korreloivat vain heikosti kivennäismaan ominaisuuksien kanssa, koska ne kasvoivat pääasiassa humuksessa.

Istutustaimet kasvoivat sitä paremmin, mitä pienempi maan tilavuuspaino oli, mitä karkeajakoisempaa maa oli ja mitä suurempi oli ilmatila. On otettava huomioon, että tässä yhteydessä lajitekoostumuksesta puhuttaessa on kyse tietystä lajitekoostumusalueesta eli ns. kuusimaista, joissa karkeinkin maa on hienojakoisempaa kuin esim. luontaisten männyntaimistojen kasvupaikoilla. Maan käsittely siis edistää taimien kasvuedellytyksiä.

Istutustaimien juuristot olivat syvimpiä ja pitkäjuuret pisimpiä karkeajakoisessa, ilmavassa ja löyhässä maassa. Tiiviissä ja märässä maassa, jossa oli suuri tilavuuspaino ja pieni ilmatila oli runsaasti jälkijuuria ja kuolleita juuria, juuristot olivat matalia ja harvoja. Tiiviissä ja märässä maassa on ilmanvaihto huono ja lämpötila alhainen. Liika vesi aiheuttaa hapen puutetta ja estää juuriston kasvun syvyyssuuntaan (Heikurainen 1955, Huikari 1955, Vuorinen 1958, Orlov 1962, Paavilainen 1966, Vomperski 1967, Lähde 1969, Orlov ja Koshelkov 1971). Juurien ja koko puun kasvu paranee ilmatilan suuretessa ja happimäärän kasvaessa (Huikari 1967, Lyr ja Hoffmann 1967, Sutton 1969, Whittington 1969). Myös ohutkin vesikerros juuren ympärillä voi estää hapen oton (Sutton 1969). Pelkkä tiivis maa voi estää juurien kasvun varsinkin, jos maassa on huono tuuletus. Tiiviissä maassa juuristosta tulee pinnallinen, suppea ja vähähaarainen (Sutton 1969).

Tiiviissä ja vähähappisessa maassa ovat myös mykoritsasienten elinolosuhteet heikot. Mykoritsasienet vaikuttavat puiden juurien haaroittumiseen ja ovat tarpeellisia ravinteiden otossa (Björkman 1953, 1961, Mikola ja Laiho 1962, Whittington 1969). Tiivis ja märkä maa pysyy keväällä kauan kylmänä. Kuusen juurien kasvu alkaa n. +4—5°C:n lämpötilassa. Paitsi sen hetkinen lämpötila vaikuttaa kasvun alkamiseen myös edeltävän kauden lämpösumma (Orlov ja Koshelkov 1971).

Jos taimet keväällä istutetaan kylmään maahan, ne haihduttavat enemmän kuin pystyvät vettä maasta ottamaan. Seuraukset voivat olla tuhoisat, varsinkin, jos maassa on huono ilmanvaihto. Uusia juuria ei kehity ja vanhat toimivat heikosti (Sutton 1969). Toisaalta vettä on oltava maassa riittävästi taimen kehitystä varten. Kuivassa maassa juuristo kehittyy laajaksi, pystysuora juuristo muodostuu syväksi ja vaakasuora pinnalliseksi (Aaltonen 1939, Sutton 1969, Kozlowski 1971).

Istutustaimilla oli sitä enemmän kuolleita juuria, mitä paksumpi oli maan B-horisontti. B-horisontti muodostuu paksuksi geologisesti vanhoissa maissa, joissa on runsaasti hienoja lajitteita. Tällöin A-horisontti on ohut ja B-horisontin yläraja on lähellä maan pintaa (Aaltonen 1940, 1941 a, b). Podsoloituneen maan pH on alhaisin humuskerroksessa ja kasvaa syvemmälle maahan mentäessä. Rauta-, alumiini- ja piiyhdisteet liukenevat happamissa oloissa ja huuhtoutuvat alaspäin, kunnes saostuvat uudelleen pH:n noustua tietylle tasolle. Ensin saostuu rauta, sitten alumiini ja pii (Aaltonen 1940, 1941 b). Erityisesti alumiini on myrkyllistä puiden juurille. Sitä on eniten hienojakoisissa ja vanhoissa maissa. Kun istutuksen yhteydessä käytetään maanmuokkausta, poistetaan maanpinnasta joko humuskerros, kuten laikutuksessa ja jonkin verran myös kivennäismaata, kuten aurauksen pientareessa. Paljastettu kivennäismaa on altis sateiden vaikutukselle, ja laikkuun, kuten pientareeseenkin valuu helposti humuspitoista, hapanta vettä. Tällöin maan pH saattaa muuttua siten, että alumiini liukenee jälleen ja saostuu uudelleen syvemmällä. Koska A-horisontti on hienojakoisilla mailla n. 10 cm paksu, joutuvat taimen juuret istutuksessa lähelle B-horisonttia tai suoraan B-horisonttiin ja siten liukoisten alumiiniyhdisteiden vaikutuksen alaisiksi. Karkeajakoisella maalla myrkytysvaara on vähäinen, koska A-horisontti on paksu ja alumiinin määrä vähäinen. Aurauksen pientareessa juurien kuolemiseen vaikuttavat myös maan epäedulliset fysikaaliset ominaisuudet, kuten tiivis ja märkä maa. Luonnontaimilla ei vastaavia vaikutuksia havaittu, koska luonnontaimien juuret kasvoivat pääasiassa humuksessa (vrt. Aaltonen 1920, Laitakari 1927), ja maan pH on vakiintunut tietylle tasolle.

Laikutettuun maahan istutetut taimet kasvoivat parhaiten, käsittelemättömään maahan istutetut lähes yhtä hyvin ja aurauksen pientareeseen istutetut taimet heikommin. Täysmuokattuun maahan istutetut taimet kasvoivat myös hyvin. Syyt kasvueroihin selittyvät maan fysikaalisilla ominaisuuksilla. Laikutusaloilla maan tilavuuspaino oli aurauksen pientareeseen verrattuna pieni ja huokostila suuri. Niinpä maassa oli kesällä riittävästi ilmatilaa taimien juurien kehitykselle.

Käsittelemättömässä maassa hienojen lajitteiden osuus ja tilavuuspaino oli suuri ja huokostila pieni. Pienen vedenläpäisykyvyn vuoksi maan ilmatila

jäi pienemmäksi ja maa kuivui humuskerroksen alla hitaammin kuin laikuissa. Myös taimien kasvu oli pienempi. Käsittelemättömillä uudistusaloilla taimet oli siis istutettu sellaiseen maahan, jossa juuri maan fysikaalisten ominaisuuksien vuoksi käsittelyä olisi eniten tarvittu.

Aurauksen pientareessa oli tilavuuspaino kaikkein suurin, koska piennar sijoittuu usein A- ja B-horisontin rajaan, ja maan tilavuuspaino suurenee syvemmälle maahan mentäessä (Aaltonen 1940). Maan ilmatila säilyi keväällä pitkään juuriston kehityksen kannalta liian pienenä, koska maa oli hienojakoista, vettä pidättävää ja sen huokostila oli pieni. Tiiviissä ja märässä maassa ilmanvaihto on myös heikkoa ja maa kylmää.

Eräillä koealoilla havaittiinkin juurien suuntautumista palteeseen, koska kohoutumissa on paremmat lämpö- ja tuuletusolot kuin tasamaalla (Sutton 1969, Hauge 1971, Lähde 1973, Mälkönen 1973). Onkin ilmeistä, että hienojakoisilla märillä mailla taimet pitäisi istuttaa palteeseen edellyttäen, että on saatu aikaan kunnollinen palle (vrt. Numminen 1973). Näin menetellen voitaisiin välttää myös edellä selostettu alumiinin mahdollinen myrkkyvaikutus. Karkeajakoisilla, hyvin vettä läpäisevillä mailla taimia saattaa palteessa uhata kuivumisvaara (Pohtila 1972 c). On syytä muistaa, että tässä tutkimuksessa mukana olleet aurausalat oli tehty hienojakoisille, vettä pidättäville ja helposti soistuville maille. Täysmuokkausala oli tehty karkeahkolle maalle, jossa tilavuuspaino oli pieni ja juurien kasvuolosuhteet olivat hyvät. Niinpä taimet olivat menestyneet hyvin. Poikkeuksellisen kuivana kesänä, kuten v. 1973, saattaa täysmuokattu maa kuivua jopa liikaa.

Turveruukkutaimet olivat kehityksensä alkuvaiheessa menestyneet paremmin kuin paljasjuuriset taimet. Maastoon vietäessä taimen fysiologinen kunto vaikuttaa ratkaisevasti sen alkumenestykseen. Myöhemmin ympäristötekijät määräävät pääasiallisesti taimien kehityksen. Turveruukkutaimet selviytyivät alkuvaiheessa hyvin ruukussa olevien ravinteiden turvin ja pystyivät muodostamaan voimakkaan juuriston. Samassa turveruukussa kasvaneiden koulimattomien taimien juuristojen välillä esiintyi yhteenkasvettumia. Ne ovat useilla puulajeilla yleisiä. Turveruukussa on lähekkäin kasvavilla juurilla yhteenkasvamiselle hyvät edellytykset (vrt. Laitakari 1927, 1935, Yli-Vakkuri 1952).

Kuusentaimistot syntyvät luontaisesti hienojakoisemmille maille kuin männyntaimistot. Toisaalta männynviljelyt on tehty useissa tapauksissa Pohjois-Suomessa lajitekoostumukseltaan tyypillisille kuusimaille (vrt. Lähde ja Siltanen 1973). Kuusenviljelyt oli tämän tutkimuksen aineiston mukaan tehty karkeajakoisemmille maille kuin mihin ne luontaisesti pääasiallisesti syntyvät. Lajitekoostumuksessa tulivat erot näkyviin vasta hienon hiedan (< 0.06 mm) ja sitä hienompien lajitteiden määrissä. Viron (1947) mukaan pienetkin erot hienoimpien lajitteiden määrässä ratkaisevat

moreenimaan viljavuuden. Kasveille käyttökelpoisten ravinteiden määrä lisääntyy hienojen lajitteiden myötä, vaikka kasvit pystyvät ottamaan ravinteita karkeastakin maasta (V i r o 1947). Maan vedenpidätyskyky muuttuu nopeasti hienojen lajitteiden määrän muuttuessa. Voimakkaasti vettä pidättäviksi lajitteiksi voidaan katsoa läpimitaltaan 0.06 mm:ä hienommat lajitteet. V i r o n (1965) mukaan maan kosteussuhteet ovat tärkein paikallinen kasvutekijä Pohjois-Suomessa. Suuri maan vedenpidätyskyky johtaa soistumiseen ja humuskerroksen paksunemiseen. Tällöin maan tuuletus- ja lämpöolot huononevat.

Kuusi on sopeutunut kasvamaan hienojakoisella, tiiviillä maalla. Kuusen juuristo on pinnallisempi kuin männyn juuristo (A a l t o n e n 1942). Se pystyy uusimaan tuhoutuneet juurensa jälkijuurien avulla ja voi seurata paksunevaa humuskerrosta. Vastaavaa kykyä ei männyllä ole. Toisaalta kuusi vaatii viljavampia maita kasvaakseen yhtä hyvin kuin mänty. Näyttää siltä, että paksusammalkuusikoiden uudistamisen epäonnistumisissa on kysymys myös puulajista, sillä mänty ei tällaisilla kasvupaikoilla ole menestynyt viljely-yrityksistä huolimatta toivotulla tavalla, vaan selvästi heikommin kuin kuusi.

Kuusi on Pohjois-Suomessa hidaskasvuisempi kuin mänty, ja siksi käytännön metsänviljelyssä vähän käytetty puulaji. Kuitenkin viljelemällä lajitekoostumukseltaan hienojakoisille kasvupaikoille kuusta saataisiin ilmeisesti syntymään varmimmin uusi, kuitenkin mahdollisesti mäntyä hidaskasvuisempi taimisto. Tosin maan fysikaalisten ominaisuuksien parantaminen edistää myös kuusen taimien kasvua.

5. TIIVISTELMÄ

Tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään, poikkeavatko 21—200 cm:n mittaisten luontaisesti syntyneiden kuusentaimien juuriston rakenne istutetuista sekä missä määrin maan fysikaaliset ominaisuudet ja maan käsittely vaikuttavat juuriston rakenteeseen. Lisäksi tutkittiin kunnoltaan erilaisten taimien verson ja juuriston riippuvuutta toisistaan. Kaikkiaan 44 koealalta, jotka sijaitsivat eri puolilla leveyspiirien 66° ja 68° välistä aluetta Lapissa, tutkittiin 528 tainta. Juuristosta mitattiin keskusjuuriston syvyys, juurenniskan paksuus, pitkäjuurien lukumäärä, niiden pituus ja paksuus, kuolleitten juurien ja jälkijuurien lukumäärä sekä selvitettiin pääjuuren esiintyminen. Taimien noston yhteydessä katkaistiin yli 50 cm:n mittaiset juuret. Koealoilta mitattiin maan lajitekoostumus, tilavuuspaino, kosteus, ilmatila, kivisyys, humuksen paksuus sekä A-ja B-horisontin paksuus.

Tutkimuksen päätulokset olivat seuraavat:

1. Istutustaimien juuristo poikkeaa selvästi luonnontaimien juuristosta. Erot johtuvat ensisijaisesti istutuksesta, mutta ilmeisesti myös kasvupaikkojen välisistä eroista. Istutustaimet muodostivat jälkijuurista uuden juuriston alkuperäisen juuriston yläpuolelle, joka usein surkastui. Juuristojen väliset erot tasottuivat taimien kasvaessa.

2. Taimien kasvu ja kunto kärsi juurien kuolemisesta ja jälkijuurien muodostamisesta. Jälkijuurien muodostaminen on merkki huonoista kasvuoloista. Ilmeisesti taimien jurominen loppui samanaikaisesti juurien kuolemisen ja jälkijuurien muodostamisen loputtua.

3. Luonnontaimien kasvu ja juuriston kehitys oli paras hienojakoisella, mutta ohutkunttaisella maalla. Koska luonnontaimet kasvoivat lähinnä humuksessa, eivät ne korreloineet voimakkaasti kivennäismaan ominaisuuksien kanssa.

4. Istutustaimien kasvu ja juuriston kehitys oli paras karkeajakoisessa, ilmavassa ja kuohkeassa maassa. Tiiviissä, märässä maassa taimien kasvu oli pieni, juuria kuoli, jälkijuuria syntyi paljon, ja juuristot olivat suppeita ja matalia. Juuria kuoli sitä enemmän, mitä paksumpi oli B-horisontti.

5. Istutustaimet kasvoivat paremmin ja olivat parempikuntoisia kuin luonnontaimet.

6. Istutustaimet kasvoivat parhaiten laikutus- ja täysmuokkausaloilla ja huonoimmin käsittelemättömässä maassa sekä aurauksen pientareessa. Pientareessa, johon taimet aurausaloilla oli istutettu, oli maan tilavuuspaino suurin ja ilmatila pienin, mikä haittasi taimien kasvua. Ilmeisesti hienojakoisella, tiiviillä ja märällä maalla taimet olisi istutettava palteeseen.

7. Turveruukkutaimet olivat ainakin kehityksensä alkuvaiheessa parempikasvuisia kuin paljasjuuriset taimet. Huolimatta epämuotoisuudestaan turveruukkutaimien juuristot olivat kehityskykyisempiä kuin paljasjuuristen taimien juuristot. Samassa turveruukussa kasvaneiden koulimattomien taimien juuristojen välillä todettiin yhteenkasvettumia.

8. Kuusta oli viljelty lajitekoostumukseltaan karkeajakoisemmille maille, kuin mihin se useimmiten luontaisesti syntyy. Aikaisempien tutkimusten perusteella voitiin todetà, että männynviljelyjä on Pohjois-Suomessa tehty lajitekoostumukseltaan tyypillisille kuusimaille, ja toisaalta männyntaimistot syntyvät luontaisesti karkeajakoisemmille maille kuin kuusentaimistot. Lajitekoostumuksen vaikutus tuli näkyviin vasta hienoa hietaa ($\lesssim 0.06$ mm) hienompien lajitteiden määrissä.

6. SUMMARY

The object of the study was to investigate whether the root structure of volunteer spruce saplings of 21—200 cm in height differs from that of planted stock and what bearing the physical properties of the soil and the manner of site preparation have upon root structure. In addition, the relationship between the shoots and roots of saplings of varying conditions was studied. Under observation were a total of 528 saplings distributed over 44 experimental plots located within N 66°—N 68° in Lapland. The following data was collected: the depth of the central root system, the root collar diameter, the number of long roots, their length and thickness, dead roots and adventitious roots. The presence or absence of a main root was also recorded. Roots exceeding 50 cm in length were cut off at the time of uprooting the saplings. The following soil properties were determined for each location: particle-size classes contained, bulk density, water percentage, air space, stoniness, thickness of the humus layer and of the A- and B-horizons.

The main conclusions were as follows:

1. In its initial stage of development, the root structure of planted stock clearly differs from that of volunteer saplings. Primarily, these differences are due to the manner of planting; site quality is also a factor. The planted stock formed a new root system above the original through adventitious roots, and in many cases the original root system became a stunted one. The differences between the roots decreased with later growth.

2. Sapling growth and condition suffered from the loss of roots and from the formation of adventitious roots. The temporary stagnation of sapling growth apparently came to an end with the cessation of root death and formation of adventitious roots.

3. The growth and root development of the volunteer saplings were observed to be best on sites with a fine mineral fraction and a thin raw-humus layer. Since the roots of the volunteer saplings grew more in the raw-humus layer than in the mineral soil, the correlation between their growth and the properties of the mineral soil was not significant.

4. The growth and root development of the planted stock was observed to be best on sites with a coarse well aerated and light mineral fraction. In a compacted wet soil seedling growth was impaired, root death occurred, a large number of adventitious roots were formed, and roots were tapering, and shallow. Root loss was observed to increase with thickening of the B-horizon.

5. The planted stock grew better and to be healthier than the volunteer saplings.

6. The planted stock grew best on scarified and full-treatment plots, the poorest growth occurring on untreated soil and on the shoulder of plowed furrows. Transplant growth on the shoulder (planted) was impaired by bulk density being at its maximum and the air space at its minimum. It would seem that on compacted wet soils with a fine mineral fraction, the seedlings would need to be planted in the tilt.

7. The peat-pot saplings grew better than bare-rooted transplants at least in the initial stages of development. In spite of being deformed, the roots of the peat-pot saplings were more capable of further development than those of the bare-rooted transplants. Cases of fusion of roots between seedlings in the same peat-pot were observed.

8. Artificial regeneration with spruce had been used on sites possessing a mineral fraction coarser than that usually favoured by natural stands of spruce. Previous research reports indicate that artificial regeneration to pine in northern Finland has been carried out on soils with particle-size class ranges typical of spruce-bearing lands, even though natural stands of pine occur on coarser soils than spruce. The effect of particle-size composition became evident only when classes equal to or finer than silt (i.e. ≤ 0.06 mm) occurred in the soil.

7. KIRJALLISUUSLUETTELO

Aaltonen, V. T. 1920. Über die Ausbreitung und den Reichtum der Baumwurzeln in den Heidenwäldern Lapplands. Acta For. Fenn. 14.

—»— 1939. Puiden juuristot ja metsänhoito. Metsänhoitajien jatkokurssit IV, 1938. Silva Fenn. 52: 38—52.

—»— 1940. Metsämaa. Metsämaatieteen oppi- ja käsikirja. Porvoo.

—»— 1941 a. Metsämaamme valtakunnan metsien toisen arvioinnin tulosten valossa. Zusammenfassung: Die finnischen Waldböden nach den Erhebungen der zweiten Reichswaldschätzung. Comm. Inst. For. Fenn. 29.

—»— 1941 b. Zur Stratigraphie der Podsolprofils besonders von Standpunkt der Bodenfruchtbarkeit III. Selostus: Valaisua podsolimaan kerrallisuuteen silmälläpitäen varsinkin maan viljavuutta III. Comm. Inst. For. Fenn. 29.

—»— 1942. Muutamia kasvukokeita puuntaimilla. Referat: Einige Vegetationsversuche mit Baumpflanzen. Acta For. Fenn. 50.

Björkmar, E. 1953. Om orsakerna till granens tillväxtsvårigheter efter plantering i nordsvensk skogsmark. Särtryck ur Norrlands skogvårdbunds tidskrift. Häfte 2: 285—316.

—»— 1961. The influence of ectotrophic mycorrhiza on the development of forest tree plants after planting. IUFRO 13. Kongress, Wien. 2 Teil, Band 1. Section 24—1.

Elonen, P. 1971. Particle-size analysis of soil. Acta Agr. Fenn. 122.

Etholén, K. 1972. Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä. Summary: The success of artificial regeneration of Scots pine in northern Finland and origin of seed. Folia For. 160.

Hauge, T. 1971. Rotutvikling efter planting og gjødsling av gran på myr. Tidskrift for skogbruka 79. Hefte 3. Oslo.

Heikinheimo, O. 1920 a. Pohjois-Suomen kuusimetsien esiintyminen, laajuus ja puuvarastot. Referat: Vorkommen, Umfang und Holzvorräte der Fichtenwälder in Nord-Finnland. Acta For. Fenn. 15.

—»— 1920 b. Kuusen iän määräämisestä ja kuusen myöhäisjuurista. Referat: Über die Bestimmung des Altes der Fichte und ihre Adventivwurzeln. Comm. Inst. For. Fenn. 2.

—»— 1939. Kokemuksia paksusammaltyypin metsien käsittelystä. Metsänhoitajien jatkokurssit IV, 1938. Silva Fenn. 52: 121—140.

—»— 1941. Metsänkasvatusmenetelmistä. Referat: Versuche mit Waldbaulichen Pflanzmethoden. Comm. Inst. For. Fenn. 29.

—»— 1955. Rämemänninkön juuriston rakenne ja kuivatuksen vaikutus siihen. Referat: Der Wurzelaufbau der Kiefernbestände auf Reisermoorböden und seine Beeinflussung durch die Entwässerung. Acta For. Fenn. 65.3.

Hertz, M. 1935. Kuusen juuriston ensi kehityksestä. Referat: Die erste Entwicklung des Wurzelwerks der Fichte. Acta For. Fenn. 41.

Huikari, O. 1955. Experiments on the effect of anaerobic media upon birch, pine and spruce seedlings. Seloste: Kokeita kasvualustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimiin. Comm. Inst. For. Fenn. 42.5.

Huikari, O. & Paarlahti, K. 1967. Results of field experiments on the ecology od pine, spruce and birch. Seloste: Kenttäkokeiden tuloksia männyn, kuusen ja koivun ekologiasta. Comm. Inst. For. Fenn. 64.1.

Huuri, O. 1972. Istutuksen suoritustavan vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Summary: The effect of deviating planting techniques on initial development of seedlings of Scots pine and Norway spruce. Comm. Inst. For. Fenn. 75.

Ilvessalo, Y. 1937. Perä-Pohjolan luonnonnormaalien metsien kasvu ja kehitys. Summary: Growth of natural normal stands in Central North-Finland. Comm. Inst. For. Fenn. 24.

Kaila, S. 1971. Taimityyppiluokitus männyn ja kuusen paljasjuurisia, koulittuja taimia varten. Taimieräkohtaiseen taimien koon analyysiin perustuva esitys. Metsänhoitotieteen pro gradutyö maatalous-metsätieteiden kandidaatin tutkintoa varten. Metsänhoitotieteen laitos. Helsinki.

Kalela, E. 1942. Männyn taimien suhtautumisesta emäpuun juuriin. Referat: Das Verhalten der Wurzeln von Kiefernpflanzen zu den Wurzeln des Mutterbaumes. Acta For. Fenn. 50.

—»— 1950. Männiköiden ja kuusikoiden juurisuhteista. Summary: On the horizontal roots in pine and spruce stand. Acta For. Fenn. 57.

Kozlowski, TH. 1971. Growth and development of trees. (Physiological ecology). Volume II. Gambial growth, root growth and reproductive growth XIV. New York & London.

Köstler, J., Bröckner, E. & Biebelriether, H. 1968. Die Wurzeln der Waldbäume. Untersuchungen zur Morphologie der Waldbäume in Mitteleuropa. Hamburg.

Laitakari, E. 1927. Männyn juuristo, morfologinen tutkimus. Summary: The root system of pine (Pinus silvestris). A morphological investigation. Acta For. Fenn. 33.

—»— 1935. Koivun juuristo. Summary: The root system of birch (Betula verrucosa and odorata). Acta For. Fenn. 41.

Lakari, O. J. 1920. Tutkimuksia kuusen ja männyn kasvusuhteista Pohjois-Suomen paksusammaltyypillä. Referat: Untersuchungen über die Zuwachsverhältnisse der Fichte und Kiefer auf dem Dickmoostypus in Nord Finnland. Comm. Inst. For. Fenn. 2.

Lehtinen, E. 1967. Tienrakennuksen tarkkailumenetelmiä. Valtion teknillinen tutkimuslaitos. Tiedotus. Sarja III—Rakennus III.

Lyr, H. and Hoffmann, G. 1967. Growth rates and growth periodicity of tree roots. International Review of Forestry Research. Vol. 2.

Lähde, E. 1969. Biological activity in some natural and drained peat soils with special reference to oxidation — reduction conditions. Acta For. Fenn. 94.

—»— 1970. Vihreitä ajatuksia metsänviljelystä. Metsä ja Puu n:o 11.

—»— 1971. Maan fysikaaliset ominaisuudet ja männyn taimistojen kehitys Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja n:o 2: 16—26.

—»— 1973. Metsämaan ominaisuudet ja männyn taimistojen kunto Pohjois-Suomessa. Summary: The qualities of forest soil and the condition of pine plantations in northern Finland. Lapin Tutkimusseuran vuosikirja XIV: 5—10.

Lähde, E. & Kinnunen, K. 1974. Paperikennon ja turveruukun seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. Summary: The relationship between the wall strength of paper and peat pots and the initial development of seedlings in northern Finland. Folia For. 197.

Lähde, E. & Siltanen, S. 1973. Männyn taimien kunto ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. Summary: The structure of the root system and the condition of the pine. (Pinus silvestris L.) seedlings in northern Finland. Comm. Inst. For. Fenn. 78.

Mikola, P. & Laiho, O. 1962. Mycorrhizal relations in the raw humus layer of northern spruce forests. Comm. Inst. For. Fenn. 55.

Mälkönen, E. 1972. Näkökohtia maan muokkauksesta. Summary: Some aspects concerning cultivation of forest soil. Folia For. 137.

Norokorpi, Y. 1972. Nuorten kuusentaimistojen nykyisestä tilasta ja kehityksestä Perä-Pohjolan valtionmailla. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja n:o 3: 16—22.

Numminen, E. 1973. Auraus-, lannoitus- ja puulajikoe Sodankylän Vaalolehdossa. Metsäntutkimuslaitos, Kolarin tutkimusaseman tiedonantoja 3.

Orlov, A. J. 1962. Rost i otmiranije kornei sosny, verezy i eli pri perioditseskon zatopleniie potsvennoguentovymi vodami. Covbsenija laboratorija lesovedinija, vyp. 6: 62—81.

Orlov, A. J. & Koshelkov, S. P. 1971. Pochvenneja ekologia sosny. Moskva.

Paavilainen, E. 1966. Maan vesitalouden järjestelyn vaikutuksesta rämemännikön juurisuhteisiin. Summary: On the effect of drainage on root systems of Scots pine on peat soils. Comm. Inst. For. Fenn. 61.

Pohtila, E. 1972 a. Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuonna 1930—45 tehdyistä kuusenviljelyistä. Summary: Results of spruce cultivation from 1930—45 on state-owned lands in Perä-Pohjola. Folia For. 156.

—»— 1972 b. Istutuskuoppaan annetun kuparihienofosfaatin vaikutus männyn ja kuusen taimien elossapysymiseen ja pituuskasvuun eräällä kulotetulla ja auratulla uudistusalalla Koillis-Suomessa. Summary: Effect of fine-ground copper rock phosphate placed in the planting hole on the survival and height growth of Scots pine and Norway spruce in a burnt and furrowed reforestation area in north-east Finland. Silvə Fenn. 6. N:o 1: 14—24.

—»— 1972 c. Tutkimuksia aurattujen alojen metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa. Tulokset vuosina 1967—68 tehdyistä männyn kylvö- ja istutuskokeista. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja n:o 6.

Schmidt-Vogt, H. 1966. Wachstum und Qualität von Forstplanzen. München.

Sirén, G. 1950. Alikasvoskuusten biologiaa. Summary: On the biology of undergrown spruce. Acta For. Fenn. 58.

—»— 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. Acta For. Fenn. 64.

Solin, P. 1970. Männyn istutuksen antamista tuloksista Lapin piirimetsälautakunnan eteläosassa. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja n:o 3.

Sutton, R. F. 1969. Form and development of conifer root systems. Technical communication n:o 7. Oxford.

Valtanen, J. 1970. Lapin männyntaimistojen kunnosta. Metsä ja Puu n:o 4.

Viro, P. J. 1947. Metsämaan raekokoomus ja viljavuus varsinkin maan kivisyyttä silmällä pitäen. Summary: The mechanical composition and fertility of forest soil taking into consideration especially the stoniness of the soil. Comm. Inst. For. Fenn. 35.

—»— 1952. Kivisyyden määrittämisestä. On the determination of stoniness. Comm. Inst. For. Fenn. 40.

—»— 1965. Forest site evaluation in Lapland. Comm. Inst. For. Fenn. 55.

Vomperski, S-E. 1967. O zatoplenii konnevyhsiotem u duvostoyev na osushayemyh forfyanikals. Lesovedenije n:o 1: 75—78.

Vuorinen, J. 1958. Omenapuun juuristosta. Summary: On the root systems of apple-trees. Maataloustiet. Aikakauskirja 30: 30—57.

Wilde, S. A., Voigt, G. K. & Iyer, J. G. 1964. Soil and plant analysis for tree culture. Jodhpur, India.

Whittington, W. J. 1969. Root growth. Proceedings of Fifteenth Easter School in Agricultural Science. University of Nottingham.

Yli-Vakkuri, P. 1954. Tutkimuksia puiden välisistä elimellisistä juuriyhteyksistä männiköissä. Referat: Untersuchungen über die organische Wurzelverbindungen zwischen Bäumen in Kiefernbeständen. Acta For. Fenn. 60.

Zehetmayr, J. W. 1954. Experiments in tree planting on peat. Forestry Commission bulletin n:o 22. London.

DEMONSTRATION OF THE APPLICABILITY OF SATELLITE DATA TO FORESTRY

Seloste:

HAVAINTOJA SATELLIITTIKUVIEN KÄYTTÖKELPOISUUDESTA METSÄTALOUDESSA

KULLERVO KUUSELA AND SIMO POSO

HELSINKI 1975

ABSTRACT

NASA gave ERTS-1 satellite pictures taken in four electromagnetic bands (MSS 4 . . . 7) to the Finnish Forest Research Institute for the purpose of studying the applicability of satellite data to forest inventory, especially in the conditions of North Finland.

812 plots of 60 × 60 meters were measured in the field, interpreted from aerial photographs at scale 1 : 60 000 or 1 : 50 000 and measured by micro-densitometric means for the four MSS tonal values. The material was located on two study areas of 16 × 96 km and on 4 tracts of 8 × 16 km in each study area in North Finland.

The tests showed that there existed a distinct correlation between MSS tones and many forestry characteristics. However, the standard deviations of tonal values within homogeneous strata proved to be too large to be used in estimating forestry characteristics directly from tonal values.

When satellite data were used as a supplement to photo interpretation for stratification, the variance of volume of growing stock on relascope plots within strata could be decreased by about 15 . . . 20 %. The possibility of improving stratification as a first phase of double sampling is regarded as the most promising procedure for utilize ERTS imagery in Finnish forest inventory. However, this would require some easy way of locating the plots from maps to satellite pictures or vice versa.

ISBN 951-40-0152-4

Helsinki 1975. Valtion painatuskeskus

PREFACE

Remote sensing is extensively applied in Finnish forestry, primarily for forest mapping through conventional aerial photography. Recently more interest has been aroused by the possibility of utilizing aerial photography also for forest volume inventory, especially on the national level. The sixth national inventory of North Finland has begun with a double sampling method: aerial photo interpretation is the first phase, followed by ground measurements.

The ERTS program stimulated consideration of the prospects for including satellite imagery in an experimental program for forest inventory in North Finland. An agreement was made between NASA (The United States National Aeronautics and Space Administration) and Mr. Kullervo Kuusela as principal investigator, to undertake a study of the applicability of ERTS-1 pictures to forestry. Broadly stated, the purpose of this project was to determine whether the satellite pictures can be used beneficially to cut down the total cost of forest inventory by reducing the field work requirement. The more specific objective was to analyze the regression of forest growing stock characteristics on the tonal images of satellite pictures.

The study was conducted in the Department of Forest Inventory and Yield, of the Finnish Forest Research Institute. Aerial photographs were interpreted in the spring of 1973 by Mr. Tarmo Uusitalo and Mr. Pertti Virtanen. Three groups of three men each made field measurements during three months in 1973 under the leadership of Mr. Matti Myllyniemi, Mr. Simo Poso and Mr. Pekka Tamminen. The measurements on satellite pictures were made by Mrs. Tuula Aalto and Mr. Timo Nyrhinen using a microdensitometric device in the winter of 1973—1974. The numerical data were prepared by Mrs. Tuula Aalto and computer processing was done by Mr. Matti Kujala and Mr. Simo Poso. The study was led and completed by Mr. Poso under control of the principal investigator.

Helsinki, December 1974

Kullervo Kuusela *Simo Poso*

TABLE OF CONTENTS

	Page
List of displays	5
ERTS pictures	7
Test material	9
Test procedures	13
Results	15
Regression for strata	15
Regression for volume	20
Multiground stratification for volume	22
Summary and conclusions	24
Suomenkielinen seloste	28

LIST OF DISPLAYS

Figure

1. Part of satellite picture overlaid by a grid 7
2. Location of the ERTS imagery, area originally suggested, and the areas of more intensive study 9
3. Tracts on the study areas 10
4. Location of plots interpreted from aerial photographs 10
5. Square plot sampled by 9 relascope plots 11
6. Example of microdensitometric graph 12
7. Tones of strata for tracts 1, 3, 6, and 8 ..... 16—17
8. Tones of strata for all tracts 19
9. Tones of large compartments, with those of all sample plots for comparison 20

Table

1. Definition of strata 13
2. Reference tonal values of tracts 15
3. Means and standard deviations of tonal values (Differences between tracts eliminated) 18
4. Tonal values of waste land according to some specific vegetation features 19
5. Multiple correlation coefficients for two regression models 21
6. Relative variances left unexplained by the regression estimators for various tract combinations 21
7. Variances of total tree volumes (m^3/ha) within four kinds of stratification 22
8. Variances of various measures within strata based on four kinds of stratification 23

ERTS-1 PICTURES

The ERTS (Earth Resources Technology Satellite) program was intended by NASA »to point the way toward development of fully operational and more effective systems for earth resources management» (NASA 1972. Data Users Handbook p. 2—1). The satellite ERTS-1 or ERTS-A was put into its circular orbit on July 23, 1972. The flying altitude of the satellite is a little over 900 km. Three Finnish institutions have taken part in the study with their own projects: the Department of Geology and Mineralogy of the University of Helsinki, the Forest Research Institute, and the Institute of Marine Research.

The imagery obtained from NASA consisted of two sets of pictures identified as 1039-09315 and 1039-09322. Both sets comprised all four MSS (Multispectral scanning) bands described as:

MSS 4 = 0.5—0.6 micrometers (green light)
MSS 5 = 0.6—0.7 » (red light)
MSS 6 = 0.7—0.8 » (near infrared)
MSS 7 = 0.8—1.1 » (farther infrared)

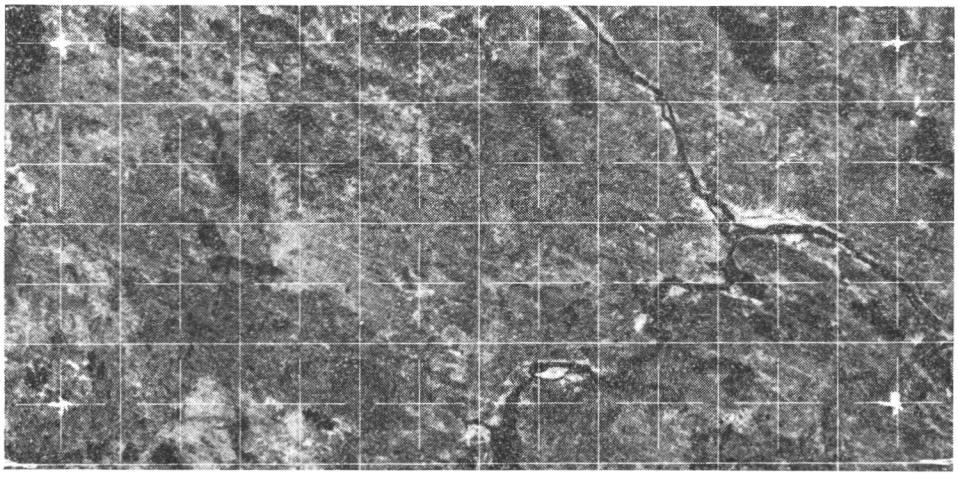


Fig. 1. Part of satellite picture overlaid by a grid.

The original scale of pictures obtained (positive transparencies) was 1 : 1 million. They were enlarged and rectified to 1 : 400 000. In order to make the location of test plots easier, the pictures were supplied with a grid and dots (Fig. 1). The grid was fixed to the official uniform coordinate system of Finland.

The pictures were bulk product, i.e. they were not given any special treatment by NASA. For this reason they were not very good with respect to radiometric accuracy. One set of scanning lines often differed distinctly from another. Furthermore the density curve of the pictures seemed to be nonlinear. The processing of positive transparencies 1 : 400 000 from bulk product was performed by conventional photographic processing in the National Board of Land Survey in Finland.

TEST MATERIAL

Two test sites were taken 16 × 96 km each, in Finnish Lapland (Fig. 2). Each test site was divided into two parts, and further into 4 tracts of 8 × 16 km (Fig. 3). In each tract 192 points were located on aerial photographs of 1 : 60 000 or 1 : 50 000 according to the scheme of Fig. 4. Each of the points established a photo plot, for which forest characteristics such as land use class, mineral soil or bog, volume of growing stock, main tree species, treatment class, and site were interpreted from aerial photographs. The plot was defined by a relascope procedure: using this instrument, if the relation of tree diameter at breast height to the distance of tree from the plot center was larger than 1 : 50, the tree was included in the plot. The area of the relascope plot is variable because its size is not fixed but dependent on the size of the trees.

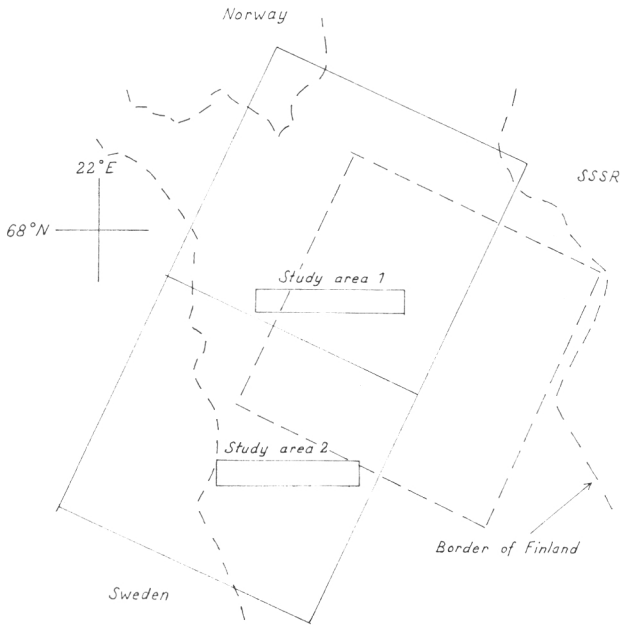


Fig. 2. Location of the ERTS imagery (continuous line), area originally suggested to NASA for satellite imagery (broken line), and the areas of more intensive study.

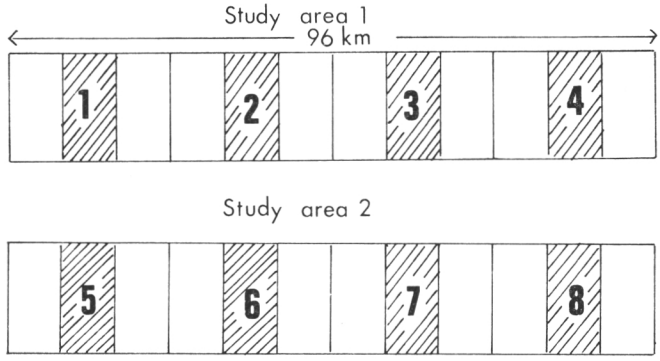


Fig. 3. Tracts on the study areas.

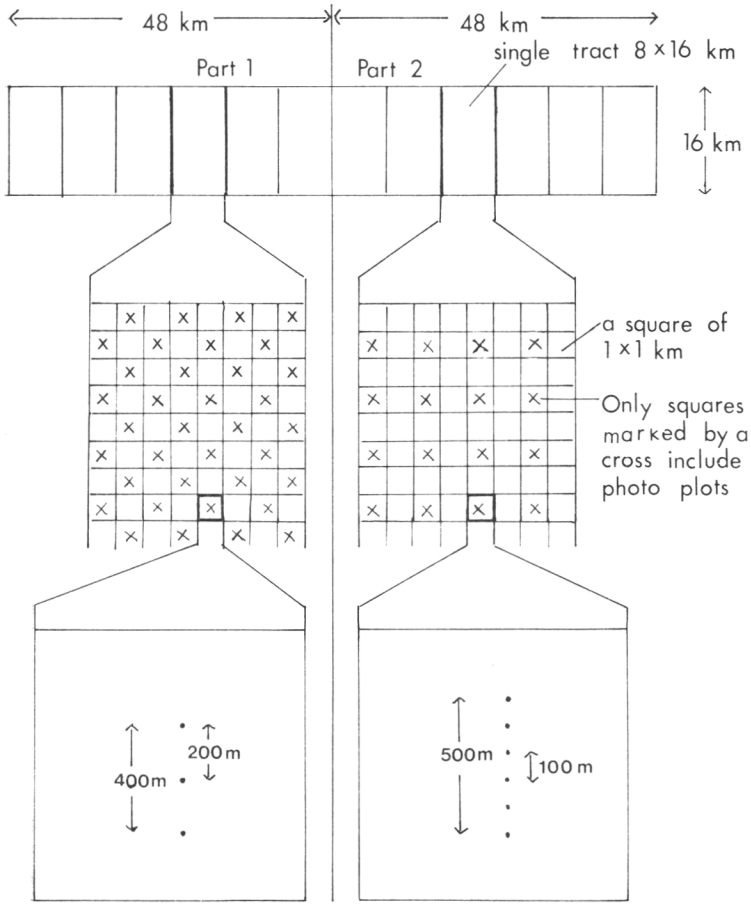


Fig. 4. Location of plots interpreted from aerial photographs.

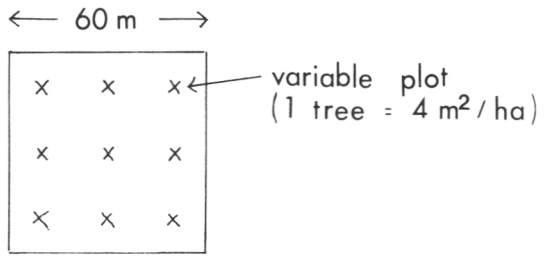


Fig. 5. Square plot sampled by 9 relascope plots.

A number of the plots interpreted from aerial photos were also measured in the field. The field plots were drawn on the basis of either systematic sampling (tracts 2, 4, 6, and 8) or stratified random sampling (tracts 1, 3, 5, and 7). The definition of a field plot was the same as that of a photo plot. A tree tallied in the field represented 1 m^2/ha in basal area.

The relascope plots described above were not considered large anough to be used in connection with satellite pictures. Therefore, field measurements were also made for larger plots of 60 × 60 meters in size. The field estimations for those plots were made by a cluster of 9 relascope plots. They were 20 meters apart and each tree tallied represented 4 m^2/ha in basal area (Fig. 5). (In those cluster plots the relation between tree diameter and distance of tree to plot center $\leqq$ 1 : 25.)

Most of the sample plots of 60 × 60 meters were drawn either systematically or randomly from each tract. This was because of the separate objective to study the efficiency of different sampling techniques in forest inventory. Some plots were taken subjectively on the basis of easy access. The total number of the plots was 1 000. The number of those consisting of more than one compartment was about 200 and they were eliminated from the later study, leaving 812 plots for analysis. (A compartment is defined as a relatively homogeneous piece of land as regards site and tree characteristics.) This means that the study was restricted to the plots falling entirely in one compartment.

The measurements from satellite pictures resulted in »tonal values» equivalent to grey level or »tone». These were obtained by microdensitometry. They are defined as follows:

1) tonal value refers to the quantity of transmitted light
2) tonal values are not absolute but relative figures
3) reference level corresponds to the tonal value of a white line of the square grid on a positive transparency (cf. Fig. 1 and Fig. 6). The tonal value of this level is taken as zero

4) tonal value has been measured as the distance of a point on a graph from the reference level in millimeters (see Fig. 6 and note the scale smaller than in the original)
5) the differences in tonal values are proportional to the density of the corresponding plot on a positive transparency ($D = \log (1 \div T)$, where $T = I \div I_0$, I = transmitted and I_0 = incident light.).

The tones for each of the 812 plots were measured by a microdensitometer from each MSS positive transparency. The aperture in the device represented exactly 60 × 60 m in the field. The measurements were made along a line which passed through many plots. The tonal values of lines were transferred automatically to graphs (Fig. 6). Each graph was supplied with a reference level (zero level) by which the tones were measured for each plot. In determining the reference level the grid superimposed on the satellite pictures was of great help.

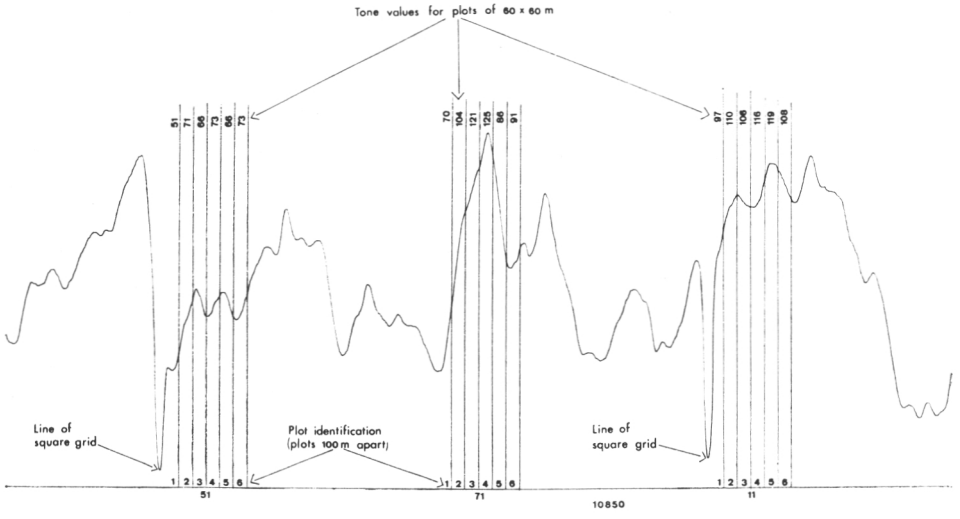


Fig. 6. Example of microdensitometric graph.

TEST PROCEDURES

Tests were made for two purposes: The first was to study the regression between forest characrestics and MSS tonal values. Another aim was to derive criteria for evaluating the usefulness of the satellite pictures for forest inventory in given conditions.

First, the 812 plots were stratified into 23 classes according to field measurements. The means of tonal values and their standard deviations were calculated for each stratum by tracts (Table 1).

The stratification according to land use and site is common in Finnish forestry. Forest land refers to sites capable of producing timber more than 1 m^3/ha/year on average during a rotation of 100 years. The corresponding definition of poor forest land is .1—1.0 m^3/ha/year, and waste land produces

Table 1. Definition of strata.

Stratum	Land use class	Site class	Tree species	Volume of forest growing stock
1	forest land	mineral soil	any	0 — 10 m^3/ha
2	»	»	pine	11 — 55 »
3	»	»	»	56 + »
4	»	»	spruce	11 — 55 »
5	»	»	»	56 + »
6	»	»	bdlf.	11 — 55 »
7	»	»	»	56 + »
8	»	swamp	any	0 — 10 »
9	»	»	pine	11 — 55 »
10	»	»	»	56 + »
11	»	»	spruce	11 — 55 »
12	»	»	»	56 + »
13	»	»	bdlf.	11 — 55 »
14	»	»	»	56 + »
15	poor forest	mostly swamp	any	0 — 10 »
16	»	»	pine	11 — 55 »
17	»	»	spruce	11 — 55 »
18	»	»	bdlf.	11 — 55 »
19	waste land	swamp		
20	forest roads			
21	agricultural land			
22	roads, power lines, etc.			
23	water			

less than .1 m^3/ha/year. As this stratification is important in forestry planning it is also applied here.

Another procedure to study the regression was restricted to the plots which fell on mineral soil the number of which was 374. Here the study dealt only with the regression between volume of forest growing stock and MSS tonal values. The study was made separately for total volume, and volume by three tree species: pine, spruce, and broad leaves, the last being almost totally birch.

The inventory method used in the tests was a double sampling in which plots of the first phase were placed on aerial photographs of 1 : 60 000 or 1 : 50 000. These plots were then interpreted for all relevant forest characteristics from aerial photographs.

In addition to photo interpretation MSS tonal values were measured from satellite pictures for all the photo plots. Stratification of the first-phase plots was made primarily on the basis of photo interpretations. However, stratification was improved by the use of MSS tonal values. The hypothesis tested was that the use of satellite pictures makes the stratification significantly better.

For the test the 374 plots were divided into strata of three plots by tracts. Four kinds of stratification were applied, based on:

a) photo interpretation of total volume
b) MSS tonal values
c) photo interpretation of total volume supplemented by MSS tonal values
d) field measurements.

The variances within strata were calculated, making it possible to compare these variances with the total variances and thereby to come to relevant conclusions on the usefulness of the satellite imagery.

RESULTS

Regression for strata

The mean tonal values of strata 1 . . . 23 (see Table 1) by MSS bands have been illustrated for four tracts in Fig. 7. It shows that there exist distinct differences among the tones of many strata.

The systematic differences in tones between the tracts were tested for strata 2 and 3. The basis for the selection was that the number of plots in those strata was highest. The means of the respective tonal values of the two strata for the eight tracts are shown in Table 2. These values are used for eliminating the systematic differences between tracts and they are called »reference tonal values».

The differences in reference tonal values of separate tracts may be remarkably large. For example, the mean of strata 2 and 3 in MSS 5 of tract 5 is 107. The respective value of tract 2 is only 84, and the difference is highly significant.

Reasons for these differences are speculative. They cannot be explained by the data material collected. The possible sources include structure of soil, moisture content of soil, vegetation under tree crown level, angle of solar radiation, and possible errors in reference level of microdensitometric measurements. However, some data collected by geologists indicated that the structure of the soil has no remarkable importance in explanation of the differences.

Table 2. Reference tonal values of tracts.

Tract	MSS			
	4	5	6	7
1	55	95	.	.
2	56	84	68	67
3	68	74	73	76
4	77	102	87	94
5	78	107	105	107
6	66	98	86	72
7	58	92	84	87
8	58	90	95	92
Total	67	94	87	89

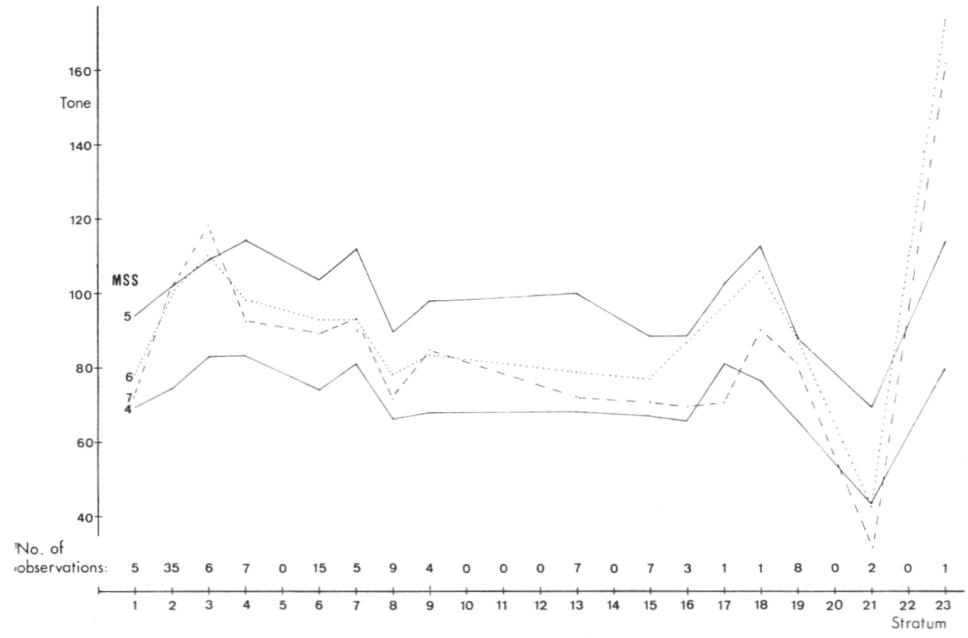
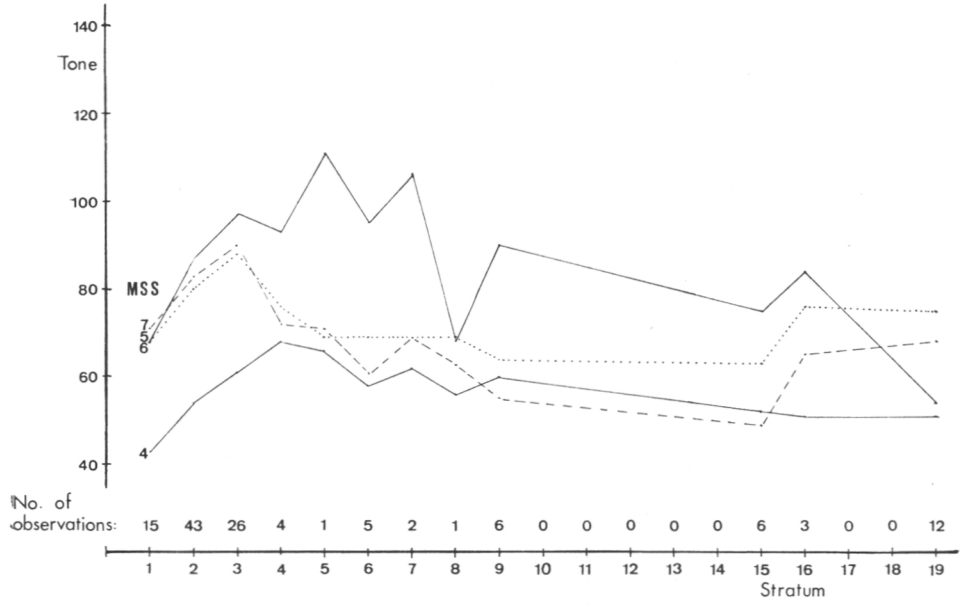
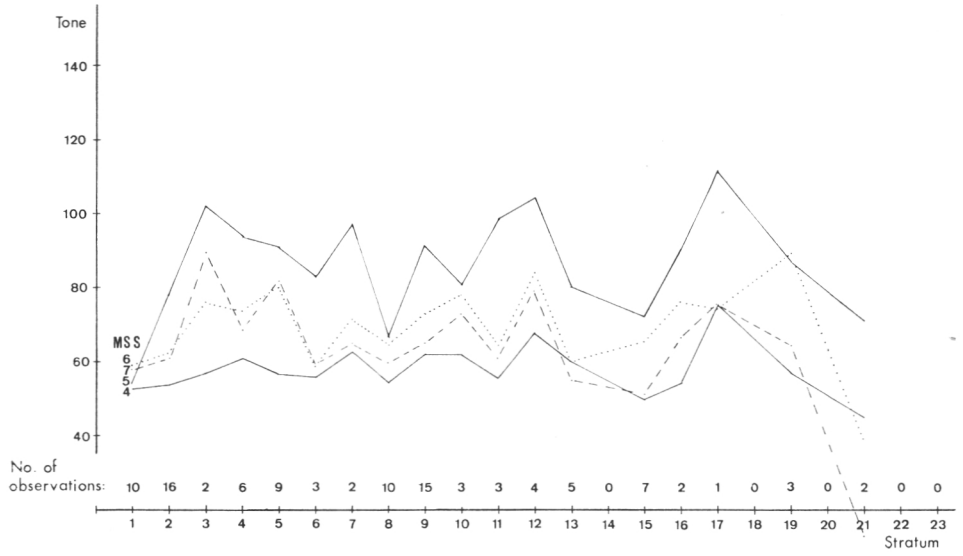


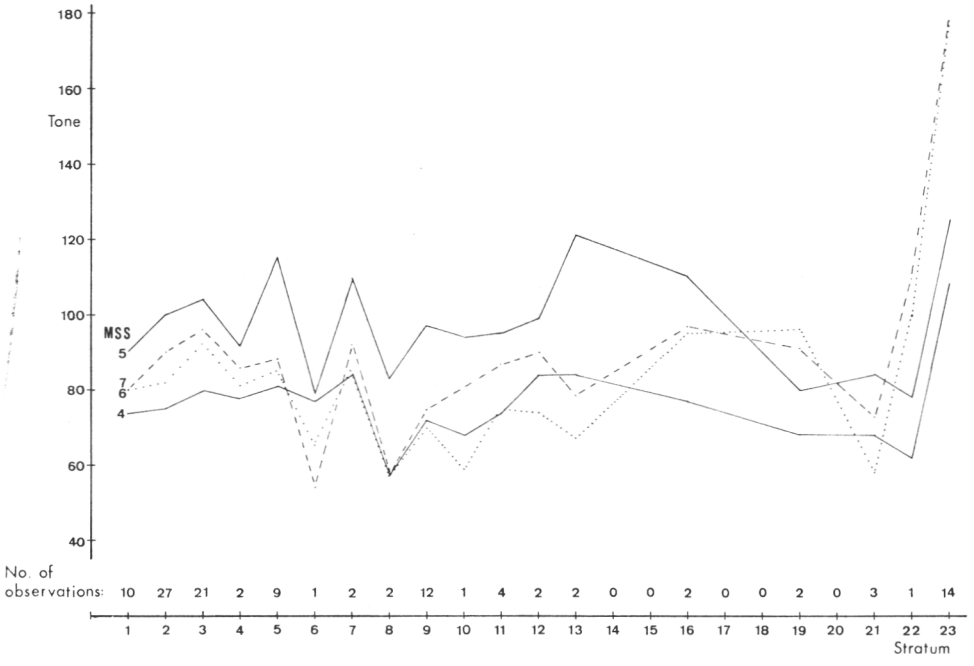
Fig. 7A. Tones of strata for tract 1.



7B. Tones of strata for tract 3.



7C. Tones of strata for tract 6.



7D. Tones of strata for tract 8.

The mean tonal values were calculated for strata 1 . . . 23 also on the basis of all material by eliminating the tractwise systematic differences shown in Table 2. The results are illustrated in Figure 8 and listed in Table 3. The table also shows standard deviations by strata which were calculated by a pooling procedure over separate tracts, as well as deviations without stratification.

Fig. 8 and Table 3 show distinct differences, most of which can be shown to be statistically significant. The stratum 19, waste land (i.e., bogs), showed exceptionally large standard deviations. This was not surprising because some of the bogs are very wet and some dry, and the variety in vegetation on the ground surface is easily seen from the air. Therefore, this stratum was studied in more detail. The results are shown in Table 4.

This table indicates that the set of plots belonging to treeless bogs can be stratified to substrata by the aid of satellite imagery. The means of MSS

Table 3. Means and standard deviations of tonal values (Differences between tracts eliminated).

Stratum	No. of plots	Means by MSS				Stand. dev. by MSS			
		4	5	6	7	4	5	6	7
1	90	63	67	70	68	9	17	13	17
2	183	62	89	84	85	10	14	14	17
3	87	67	97	90	91	9	11	16	17
4	33	70	96	80	77	9	10	14	13
5	35	69	101	79	80	9	14	12	13
6	35	66	96	82	74	11	12	17	17
7	14	70	105	76	78	12	5	11	14
8	56	55	69	64	59	6	13	11	9
9	61	63	89	70	65	11	15	11	13
10	2	67	97	66	70	—	—	—	—
11	13	63	93	69	68	7	16	11	10
12	8	70	97	74	78	6	4	12	14
13	18	66	92	71	66	10	15	14	20
14	2	72	79	53	57	—	—	—	—
15	35	55	72	67	57	9	18	12	14
16	25	58	88	79	72	16	19	13	18
17	2	78	107	70	73	—	—	—	—
18	3	72	93	80	70	—	—	—	—
19	70	58	81	80	72	15	15	22	26
20	1	58	99	78	79	—	—	—	—
21	12	45	69	50	47	12	20	14	22
22	2	52	72	71	75	—	—	—	—
23	25	94	120	176	176	11	9	10	11
all [1]	812	63	87	80	78	10	14	14	17
all [2]	812	—	—	—	—	13	19	24	26
all [3]	787	—	86	—	75	—	18	—	20

[1]) standard deviations based on pooled variances.
[2]) » » » » total » .
[3]) as 2 but waters eliminated.

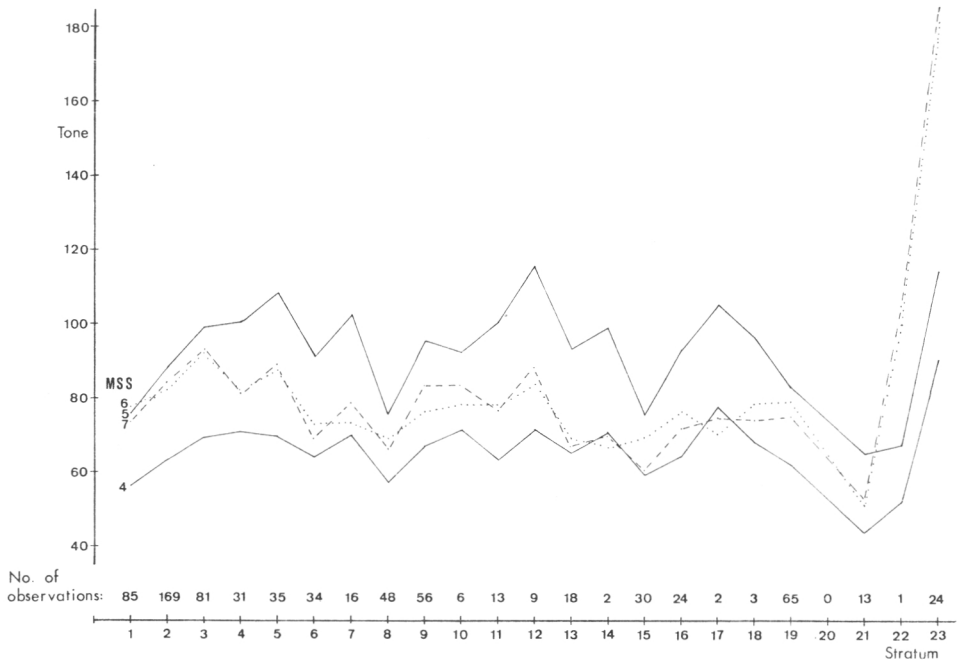


Fig. 8. Tones of strata for all tracts.

bands 6 and 7 are well in concordance with the fact that Betula nana (dwarf birch) and Carex species reflect infrared radiation well.

The confidence of the results in Fig. 8 and Table 3 cannot be presented by any exact expression. One source of error is associated with the placing of plots from aerial photographs to satellite pictures for microdensitometric measurements.

The problem was studied using large compartments. The compartments including at least 3 sample plots (see Fig. 4) were defined by photo interpretation. The MSS tonal values and field characteristics were calculated for the compartments as average values of three sample plots. These averages were handled in the same way as the values of single plots for Table 3.

Table 4. Tonal values of waste land according to some specific vegetation features.

Characteristic species on waste land	No. of observations	MSS			
		4	5	6	7
Betula nana	7	49	67	66	51
Carex	12	59	72	68	56
Sphagnum	9	55	77	77	65
watary	19	64	87	91	86

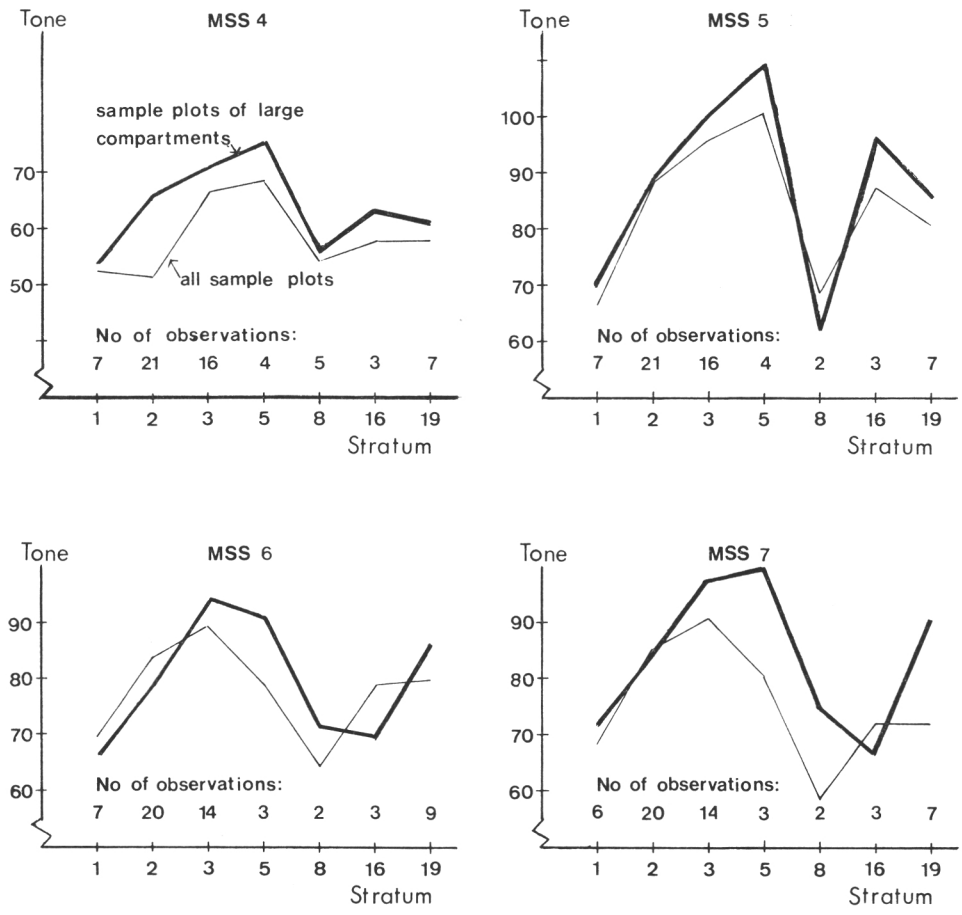


Fig. 9. Tones of large compartments, with those of all sample plots for comparison.

The resultant tonal values were compared with those calculated on the basis of all plots (Fig. 9).

The number of large compartments was about 60 and they were divided into 7 strata. The graphs of Figure 9 indicate that the differences between various strata in Figures 7 and 8 are too small and, consequently, the standard deviations in Table 3 are somewhat too high for larger area units than squares of 60 × 60 meters.

Regression for volume

Another approach in the study of regression was restricted to strata 1 . . . 7. The dependent variable to be explained was volume of forest growing stock in total and by tree species: pine, spruce and broad leaves.

Two regression models were tested. Model 1 was of the form $\hat{y} = a + b_1x_1$ where x_1 = estimate of plot volume from aerial photographs, and model 2 of the form $\hat{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$ where x_1 = as above, x_2 = tone of MSS 5 and x_3 = tone of MSS 6. The results are shown in Table 5.

It can be seen in Table 5 that the multiple correlation coefficients are significantly higher for model 2 than for model 1. The relative variances left unexplained by regression estimators have been estimated on the basis of pooled R-values of Table 5. The results are presented in Table 6.

The important sources of variances in Tables 5 and 6 arise from the facts that the systematic differences in tone values between tracts (cf. Table 2) were not eliminated in this case, and that the photo interpretation was done by three different persons. There were systematic differences among these individuals in their photo interpretation.

Table 5. Multiple correlation coefficients for two regression models.

Row	Tract	No. of observations	Model 1: $\hat{y} = a + b_1x_1$					Model 2: $\hat{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$				
			Degrees of freedom	R				Degrees of freedom	R			
				Pine	Spruce	Bdlf.	All		Pine	Spruce	Bdlf.	All
1	1	37	35	.529	.456	.328	.819	33	.640	.540	.513	.830
2	2	41	39	.000	.778	.666	.896	37	.194	.806	.649	.910
3	3	65	63	.603	.456	.682	.847	61	.689	.669	.727	.833
4	4	61	59	.392	.440	.328	.741	57	.438	.606	.265	.809
5	5	54	52	.254	.232	.446	.640	50	.643	.486	.574	.707
6	6	15	13	.000	.000	.699	.440	11	.000	.000	.709	.226
7	7	57	55	.545	.387	.562	.775	53	.680	.387	.674	.837
8	8	44	42	.547	.503	.284	.814	40	.593	.507	.384	.877
9	Pooled means	374	—	.405	.433	.489	.771	—	.542	.546	.551	.809
10	1+2	78	76	.416	.504	.457	.823	74	.510	.476	.491	.838
11	3+4	126	124	.495	.457	.587	.807	122	.608	.618	.600	.858
12	5+6	69	67	.038	.203	.586	.598	65	.584	.348	.683	.634
13	7+8	101	99	.576	.364	.419	.794	97	.650	.423	.480	.858
14	Pooled means	—	—	.416	.395	.514	.768	—	.594	.486	.560	.813
15	All	374	372	—	—	—	.745	370	—	—	—	.784

Table 6. Relative variances left unexplained by the regression estimators for various tract combinations.

No. of tracts	Row *	Model 1				Model 2			
		Pine	Spruce	Bdlf.	All	Pine	Spruce	Bdlf.	All
1	9	100	100	100	100	85	86	92	85
2	14	99	104	97	101	78	94	90	83
8	15	—	—	—	109	—	—	—	95

* Refers to Table 5.

Table 6 suggests that the usefulness of satellite pictures doesn't increase when the size of inventory area increases. In other words, inconsistencies from one tract to another seem to be larger for MSS tones than for photo interpretation. This result was not in accordance with the earliest expectations.

Multiground stratification for volume

The tests leading to the most practical conclusions were performed by stratifying the plots which fell on mineral soil according to four bases. They are marked by letters a, b, c, and d, referring to the procedures of:

a = aerial photo interpretation of plot volume,
b = tone values measured from satellite pictures, where most weight was given to MSS 5 and 6,
c = a + b where most weight was given to a, and
d = field estimations of volume in total and by tree species, where most weight was given to total volume.

The plots were stratified tractwise on the bases of a . . . d to make the strata of three plots as homogeneous as possible. The variances of the volume in total and by tree species were calculated for each stratum. The results obtained are illustrated for total volume in Table 7.

Table 7 shows that total variance can be decreased somewhat by the aid of satellite pictures (basis b). Through the use of aerial photographs (basis a) this decrease would be much larger. The use of satellite pictures in addition to aerial photographs (basis c) has had only a minor effect on the variance of total plot volumes within strata. The variances are not affected by systematic differences between tracts because the stratification was made by tracts. The test procedure of Table 7 was applied also to plot volumes by

Table 7. Variances of total growing stock (m^3/ha) within strata based on four kinds of stratification.

Tract	No. of strata	Basis for stratification				No stratification
		a	b	c	d	
1	18	249	865	155	7	809
2	15	258	763	244	18	1 294
3	27	293	1 066	307	7	1 570
4	21	245	692	234	25	835
5	24	181	248	100	142	362
6	5	451	579	500	34	544
7	27	153	326	141	27	683
8	15	167	62	127	26	603
Pooled	—	228	585	199	38	874

tree species and to tonal values of MSS bands. The results are shown in Table 8 in which the figures refer to pooled variances over tracts (cf. last row of Table 7 and first row of Table 8).

The variances of tonal values of MSS bands prove that stratification from satellite pictures is based primarily on MSS 5 and MSS 6 (basis b). It also shows the degree by which the variance of tonal values has been decreased when changing from basis a to basis c.

Table 8. Variances of various measures within strata based on four kinds of stratification.

Characteristics	Basis for stratification				No stratification
	a	b	c	d	
Volume of total growing stock	228	585	199	38	874
» » pine	294	326	224	186	427
» » spruce	154	199	139	134	268
» » bdlf.	94	112	74	85	145
Tonal value of MSS 4	163	158	172	161	212
» » » » 5	121	23	60	125	260
» » » » 6	190	95	123	193	254
» » » » 7	389	268	304	413	467

SUMMARY AND CONCLUSIONS

The studies were made on positive transparencies at scale 1 : 400 000 processed by ordinary photographic means from bulk product of 1 : 1 million scale. The transparencies were supplied with a grid and dots. The grid was useful when placing the microdensitometric lines and sample plots from aerial photographs. Another important use of the grid was in determining the reference level for the microdensitometric measurements.

The plots were 60 × 60 meters, and the total number of them was about 1 000. They were distributed over a large area and they were taken in a reasonably objective way. The plots which fell on the borderline of two greatly different compartments (e.g. the plot included some heavily stocked forest and the rest open area) were eliminated. The proportion of plots of this kind was about 20 %. Thus, the remaining material provided an adequate body of data for statistical analyses.

The procedure of microdensitometric measurements was time consuming because of difficulties in placing the plots from aerial photographs to satellite pictures. It was seen that one of the most important problems to be solved is to find an easy way to mark a relatively small plot from satellite imagery to map or vice versa.

In the tests it was found that there exists a distinct correlation between tonal values of MSS bands and many forestry characteristics (cf. Tables 1 and 3 and Figs. 7 and 8). However, the usefulness of MSS bands in direct estimation of forest characteristics may not be great. The standard deviations within strata (Table 3) are too large. Only estimation of water proved to be reliable.

Nonetheless, the correlation may still be useful for certain forest inventory purposes. When using double sampling the feasibility of first phase sampling depends greatly on how well the characteristics to be inventoried can be stratified by measurements of the first phase.

Fig. 8 and Table 3 show distinct differences between strata, most of which are statistically significant. The standard deviations of tonal values within strata for MSS bands 4 . . . 7 are 10, 14, 14, and 17. The corresponding deviations without stratification are 13, 19, 24, and 26 (see Table 3). The comparison of standard deviations indicates that there are good possibilities

for using satellite pictures for stratification of large areas in forest inventories. This is due especially to bands 5 and 6. The best result, of course, is obtainable by using a combination of two or more MSS bands.

An endeavor to test the practical value of MSS bands for forest inventory was made under some assumptions which were considered realistic for northern Finland. The forest inventory there is based on double sampling in which the first phase consists of photo interpretations from aerial photography of 1 : 60 000. It could be seen that satellite imagery cannot be substituted for aerial imagery at this stage, for example in determining whether a plot belongs to forest land or not. That is why the aerial photography is required, and the question is now whether the use on satellite imagery as an additional source of data is beneficial or not.

The tests to answer this question were restricted to mineral soil, i.e. to strata 1 . . . 7 (see Table 1). The characteristics estimated were mean volumes of growing stock in total and by tree species. First, multiple coefficients of correlation were studied for two regression models. The first model consisted of plot volumes interpreted from aerial photographs as the one independent variable and the second model had MSS tones as an additional independent variable. Another approach was to stratify the plots on the basis of a) aerial photo interpretation only, b) microdensitometric measurements of satellite transparencies alone and, c) aerial photo interpretation and measurements from satellite pictures together. Then, comparison of variances within strata were used to show the possible advantage obtainable from satellite pictures.

Table 5 shows that the multiple coefficient of correlation can be increased when MSS bands are used in addition to photo interpretation. The increase was approximately from 0.520 to 0.600, in average. If the proportion of variance not explained by the estimator is $1\text{-}R^2$, the above increase of R from 0.520 to 0.600 means that the unexplained variance would decrease by about 12 % due to use of satellite pictures.

It was expected that the greatest advantages in using satellite pictures might originate from the fact that the measurements can be made without subjective consideration because the quality of imagery is homogeneous over large areas, and in this respect, the satellite pictures and measurements differ favorably from aerial photo coverage and photo interpretation. The validity of this expectation was tested by Table 6.

Table 6 showed that the satellite pictures could not meet the expectation of providing a stabilizing factor in estimation of forest growing stock. The improvement in coefficient of multiple correlation due to satellite imagery was not higher for larger material than for separate tracts. This is especially remarkable as the photo interpretations were made by three persons who had different kinds of systematic errors in interpretation. One reason may be that the densitometric measurements may include some missleading dif-

ferences between the tones of separate tracts. The differences in tractwise tonal values were eliminated for Table 3 and Fig. 8 but not for Tables 5 and 6.

The approach of stratifying plots which fell on mineral soil into homogeneous strata resulted in Tables 7 and 8. Stratification and calculations were done by tracts, which eliminated the harmful effect of systematic differences in tones between tracts.

Comparison of unexplained variances of plot volumes with total variance produced the following list (cf. Table 8):

Tree species	Total variance	Variance within strata when stratification is based on		
		Satellite pictures	Photo interpretation	Both
All	100	67	26	23
Pine	100	76	69	52
Spruce	100	74	57	52
Broadleaf	100	77	65	51

Comparison of these figures leads to the conclusion that the variances can be decreased 15—20 % by using satellite pictures as an additional aid in stratification. This is a somewhat higher percentage than that registered from Table 5 and probably more nearly correct. The satellite pictures alone reduce the relative variance somewhat, but much less than aerial photo interpretation alone.

The potential importance of satellite pictures for forest inventory in northern Finland is probably higher for estimation of volumes by tree species, than for total volume. This conclusion seems justified under the assumption that satellite pictures are used together with panchromatic black and white aerial photographs of 1 : 50 000 or 1 : 60 000. The interpretation of tree species from these photographs with even modest reliability has often proven to be impossible.

The conclusions to be drawn from the above results might easily be too pessimistic. With better technical facilities the results might have been improved, primarily because the location of sample plots on satellite pictures was not quite correct. It was estimated that displacing of the plots over 60 meters might have happened in 20 % of the plots.

Another reason to regard the results as too pessimistic refers to quality of the pictures used. The use of pictures corrected for radiometry or magnetic tapes would probably have produced more favorable results. The experiences obtained emphasize especially that, in addition to the improvement of radiometric accuracy, it is very important to develop techniques for easy and accurate measurement of a sample plot from satellite imagery.

The tests explained here were limited to a few forest characteristics and to pictures taken at one time only. It is to be expected that the usefulness of satellite imagery could be increased markedly by repetition, for at least three reasons: 1) the tonal value of a sample plot is then obtained as a mean from many pictures, 2) the seasonal differences in tonal combinations can be utilized for estimation of a target and, 3) the annual differences in tonal combinations can be utilized for estimation of changes within a target.

SELOSTE:

Havaintoja satelliittikuvien käyttökelpoisuudesta metsätaloudessa

ERTS-1 kuvat

Luonnonvarojen tutkimustekokuu ERTS-1 saatiin 23. 7. 1972 noin 900 km korkealle ympyräradalleen. ERTS ohjelma (sanoista Earth Resources Technology Satellite) organisoitiin NASA:ssa (National Aeronautics and Space Administration) laajaksi kansainväliseksi tutkimussuunnitelmaksi, jonka tavoitteena oli maapallon luonnonvarojen kartoittaminen. Suomesta omilla projekteillaan ovat mukana metsäntutkimuslaitos, Helsingin yliopiston geologian ja mineralogian laitos sekä merentutkimuslaitos.

Satelliitti pystyi taltioimaan maan pinnasta heijastunutta sähkömagneettista säteilyä neljällä säteilykaistalla, joita on merkitty seuraavasti:

MSS 4, 0.5—0.6 mikrometriä (= vihreä valo)
MSS 5, 0.6—0.7 » (= punainen valo)
MSS 6, 0.7—0.8 » (= infrapun. säteily)
MSS 7, 0.8—1.1 » (= infrapun. säteily)

Kuvat saatiin NASA:sta diapositiiveina mittakaavassa 1 : 1 milj. Ne suurennettiin ja oikaistiin maamittaushallituksessa mittakaavaan 1 : 400 000. Samalla niille kuvattiin ristikko ja pisteistö, jotka helpottivat kohteiden paikantamista ilmakuvilta satelliittikuville (kuva 1).

Tutkimustavoitteet

ERTS-1 satelliittikuvat edustavat tietoaineistoa, joka poikkeaa selvästi aikaisemmin käytettävissä olevista. Sääsatelliittikuviin verrattuina ne ovat erotuskyvyltään huomattavasti parempia. Kohteet, jotka maastossa ovat läpimitaltaan noin 50 metriä ja erottuvat ympäristöstään selvästi erisävyisinä, voidaan usein erottaa myös ERTS kuvilta. Erityisesti vaaleat soratiet, vaikka niiden leveys ei ylitä 10 m, näkyvät kuvilta selvästi. Toisaalta ERTS kuvat ovat erotuskyvyltään selvästi heikompia kuin esim. 1 : 60 000 ilmakuvat. Niiden etuina ilmakuviin nähden taas on mahdollisuus nähdä laajat alueet (180 × 180 km) yhdellä silmäyksellä ja se, että säteilyn monikaistatekniikka lisää kuvatulkinnan mahdollisuuksia.

Ensimmäiseksi tehtäväksi asetettiin satelliittikuvilta mitattavien harmaasävyjen eli tummuuksien ja metsätunnusten välisten riippuvuuksien tutkiminen. Toisena tehtävänä tutkittiin, mitä edellytyksiä on olemassa ERTS kuvien käyttämiseen valtakunnan metsien inventointeihin lähinnä Lapin olosuhteissa.

Tutkimuksen rajoittaminen Lappiin merkitsee tässä sitä, että aineistot kerättiin sieltä ja satelliittikuvilta saatava tieto mukautettiin nykyiseen, vielä kokeiluvaiheessa olevaan kaksivaiheiseen Lapin metsien inventointimenetelmään, jossa ensimmäisessä vaiheessa tulkitaan suuri joukko koealoja 1 : 60 000 kuvauksesta saatavista ilmakuvista ja tulkituista koealoista osa mitataan myös maastossa.

Aineisto

Aineistoa kerättiin Rovaniemen ja Sodankylän ympäristöstä (kuva 2). Ilmakuvilta, jotka edelliselle alueelle tilattiin oikaistuina mittakaavaan 1 : 50 000 ja jälkimmäiselle 1 : 60 000, poimittiin noin 1 000 pistettä, jotka määrittivät sekä satelliittikuvilta, ilmakuvilta että maastossa mitattavan koealan. Koealat jakautuivat erilaisiin metsikkö- ja kuviotunnuksiin suunnilleen samoin kuin koko tutkimusalueetkin.

Maastomittaukset koealalla tehtiin käyttäen 9 relaskooppikoealan muodostamaa ryvästä ja kussakin koealassa relaskooppikerrointa 4 (kuva 5). Tummuusarvot koealalle mitattiin satelliittikuvilta mikrodensitometrillä (kuva 6) käyttäen laitteen tunnistinosassa aukkoa, joka vastasi tarkalleen 60 × 60 m:n neliötä maastossa. Ilmakuvatulkinnat koealalle tehtiin käyttäen hyväksi linssistereoskooppia ja puiden pituuksien mittaamiseen parallaksitankoa. Kuvatulkinnassa käytetty koealan määrittely poikkesi kuitenkin edellisistä siinä, että 60 × 60 m:n neliön sijasta käytettiin tulkinnassa relaskooppikoealaa kertoimella 1. Tästä huolimatta aineistoja käsiteltiin ikäänkuin ne vastaisivat pinta-alaltaan täysin toisiaan.

Testitulokset

Osittaiset keskitummuudet

Noin 1 000 koealan aineistosta poistettiin noin 200 koealaa, jotka sattuivat kahden tai useamman toisistaan huomattavasti poikkeavan kuvion rajalle. Jäljelle jääneet 812 koealaa jaettiin maastomittausten perusteella 23 ositteeseen seuraavasti (vrt. taulukko 1):

Osite	Maaluokka	Alaluokka	Pääpuulaji	Kuutiom. m³/ha
1	metsämaa	kangas	kaikki	0 — 10
2	»	»	mänty	11 — 55
3	»	»	»	56 +
4	»	»	kuusi	11 — 55
5	»	»	»	56 +
6	»	»	koivu	11 — 55
7	»	»	»	56 +
8	»	suo	kaikki	0 — 10
9	»	»	mänty	11 — 55
10	»	»	»	56 +
11	»	»	kuusi	11 — 55
12	»	»	»	56 +
13	»	»	koivu	11 — 55
14	»	»	»	56 +
15	kitumaa	»	kaikki	0 — 10
16	»	»	mänty	11 — 55
17	»	»	kuusi	11 — 55
18	»	»	koivu	11 — 55
19	joutomaa	»		
20	metsätiet			
21	pelto			
22	valtatiet, sähkölinjat, jne.			
23	vedet			

Koealojen satelliittikuvilta mitattujen tummuuksien keskiarvot laskettiin ositteille osa-alueittain ja koko aineistolle. Osa-alueita oli 8 (kuva 3). Osa-alueittaisia keskitummuuksia on havainnollistettu kuvissa 7 A . . . 7D. Koko aineistoa koskevat tulokset ovat taulukossa 3 ja kuvassa 8. Taulukon 3 hajontoja laskettaessa osa-alueista aiheutuneet erot tummuusarvoissa on eliminoitu.

Kun tarkastelu rajoitettiin suuriin yhtenäisiin kuvioihin, ositteiden keskitummuuksien erot saatiin jonkin verran suuremmiksi kuin koko aineistolle (kuva 9). Tulos oli odotettu, sillä suurissa kuvioissa koealojen paikantamisvirheiden ja satelliittikuvien erotuskyvyn pienuuden vaikutus vähenevät.

Taulukko 3:n mukaan monien ositteiden tummuusarvojen keskiarvot poikkeavat merkitsevästi toisistaan. Joutomaan soilla (osite 19) on erityisesti MSS 6 ja 7 kaistoilla suuri hajonta. Jakamalla ko. osite maastossa tutkitun pintakasvillisuuden ja vetisyyden perusteella alaositteisiin, voitiin ositteen sisäisiä tummuusarvojen variansseja selvästi pienentää (taulukko 4).

Kuutiomäärän arvioiminen regressiolla

Edellytyksiä satelliittikuvien käyttämiseen koealan puuston puulajeittaiseen arvioimiseen tutkittiin regressioanalyysillä käyttäen kahta mallia:

Malli 1: $\hat{y} = a + b_1x_1$ ja

Malli 2: $\hat{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$, joissa

$\hat{y}$ = koealan kuutio puulajeittain tai kaikille puulajeille yhteisesti, m^3

a = vakio

x_1 = koealan ilmakuvilta arvioitu kuutiomäärä, m^3

x_2 = koealan tummuus satelliittikuvan kaistalla MSS 5

x_3 = koealan tummuus satelliittikuvan kaistalla MSS 6

b_1, b_2, b_3 = regressiokertoimia.

Mallien soveltaminen rajoitettiin metsämaan kangasmaiden koealoihin, joita oli 374. Mallien antamat korrelaatiokertoimet on esitetty taulukossa 5 ja 6. Tulokset osoittavat, että satelliittikuvia käyttäen on päästy vain hiukan parempiin kuutiomääräarviointeihin kuin mihin pelkällä ilmakuvatulkinnalla olisi päästy. Suoritetun regressiotarkastelun eräistä puutteista johtuen taulukossa 6 esitettyjen korrelaatiokertoimien eroja on pidettävä mieluummin liian suurina kuin liian pieninä. Sen sijaan taulukon eri riveillä esitettyjen korrelaatiokertoimien vertailu viittaa selvästi siihen, että satelliittikuvista ei ole ollut sanottavaa hyötyä ilmakuvatulkinnassa yleisten, alueittaisten tulkintaerojen tasoittajana. Tämä havainto on sopusoinnussa sen toteamuksen kanssa, että osa-alueella oli huomattava vaikutus ositteen satelliittikuvilta mitattuihin keskitummuuksiin.

Koeala-aineiston ositus ilma- ja satelliittikuvilta

Kolmannella aineistojen käsittelytavalla pyrittiin saamaan suora vastaus kysymykseen, voidaanko satelliittikuvia käyttää valtakunnallisiin metsien inventointeihin Lapissa osana kaksivaiheista otantamenetelmää. Tutkimisessa rajoituttiin metsämaan kankaisiin ja puuston kuutiomääriin kuten edelläkin. Koealat, joita oli 374, jaettiin eri perusteilla puuston kuutiomäärän suhteen mahdollisimman homogeenisiin ryhmiin. Perusteet olivat:

a) ilmakuvilta tulkittu koealan kuutiomäärä
b) satelliittikuvilta mitatut koealan tummuudet, jolloin suurin paino annettiin kaistoille MSS 5 ja 6
c) edelliset perusteet yhdessä niin, että pääpaino annettiin ilmakuvatulkinnalle
d) maastossa mitatut kuutiomäärät puulajeittain ja kokonaiskuutiomäärä, jolloin pääpaino annettiin kokonaiskuutiomäärälle.

Taulukko 7 osoittaa ryhmien keskimääräiset sisäiset kuutiomäärien varianssit käytettäessä ryhmitysperusteita a . . . d. Lisäksi taulukkoon on vertailua varten laskettu kokonaisvarianssit lohkoittain. Taulukko 8:aan on kerätty osa-alueittain laskettujen varianssien keskiarvot koskien puulajeittaisia ja kokonaiskuutiomääriä sekä lisätunnuksena satelliittikuvilta mitattujen tummuusarvojen ryhmien sisäisiä variansseja.

Taulukot osoittavat, että suurin merkitys varianssien pienentämisessä on ollut ilmakuvilla. Käyttämällä ryhmitykseen ilmakuvatulkinnan lisäksi myös satelliittikuvilta mitattuja tummuusarvoja, on variansseja pystytty vähentämään enää suhteellisen vähän.

Päätelmät

Esitetyt tulokset osoittavat, että satelliittikuvilta mitattujen tummuusarvojen ja monien metsää kuvaavien tunnusten välillä vallitsee selvä riippuvuussuhde. Tämä päätelmä perustuu monista koealoista laskettujen keskitummuuksien vertailuun. Sen sijaan Suomen olosuhteissa, kun otetaan huomioon jo olemassa oleva metsätaloudellisten tietojen sekä tietojärjestelmien määrä ja laatu, satelliittikuvan käyttökelpoisuus yksittäisen kohteen metsätaloudellisen laadun arvioimiseen on hyvin vähäinen ellei kuvien radiometrinen luotettavuus parane. Tämä näkyy siitä, että homogeenisten koealaryhmien tummuusarvojen sisäinen varianssi on suuri.

Tutkimuksen konkreettisin osa koski satelliittikuvien käytön kokeilua valtakunnan metsien inventointiin Lapissa osana nykyisin lähinnä kokeilumielessä sovellettavaa kaksivaiheista menetelmää. Nykyisessä menetelmässä koealat ryhmitetään homogeenisiin joukkoihin kuvatulkinnan tulosten perusteella ja jokaisesta ryhmästä mitataan vähintään yksi koeala maastossa. Käyttämällä ryhmityksessä hyväksi ilmakuvatulkinnan lisäksi myös satelliittikuvia voidaan ryhmien homogeenisuutta vähäisen lisätä, millä taas on myönteinen vaikutus lopullisten inventointitulosten luotettavuuteen. Tämä tulosten paraneminen ei kuitenkaan vielä nykyisellään ole riittävä satelliittikuvien käyttöönoton suosittelemiseksi valtakunnan metsien inventointeihin.

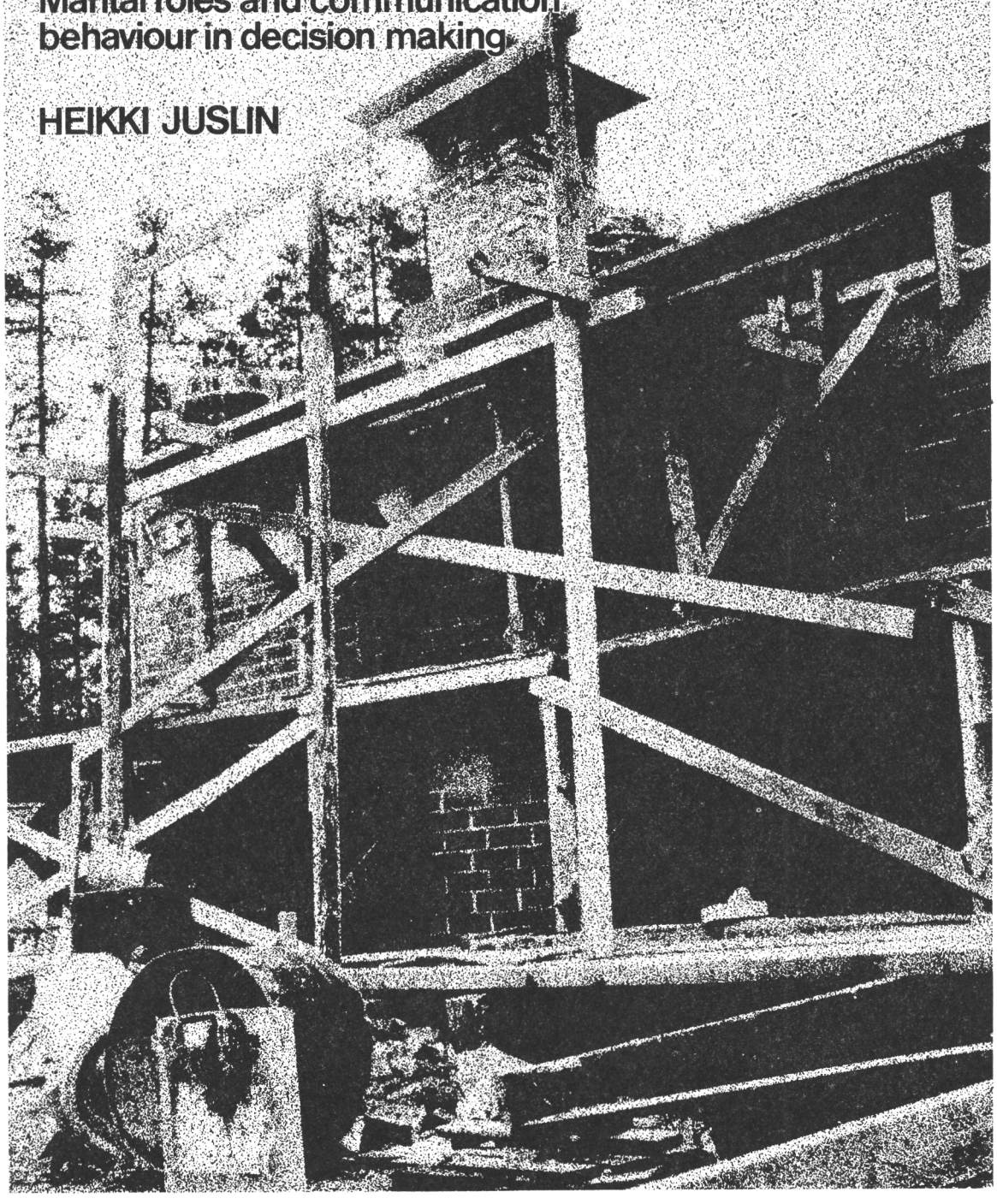
Satelliittikuvien käyttöä nykyisellään vaikeuttaa paitsi riittämätön radiometrinen tarkkuus myös huono geometrinen tarkkuus. Jälkimmäinen haitta tulee esille, kun koealoja tai muita kohteita yritetään paikallistaa ilmakuvilta tai kartoilta satelliittikuvilla tai myöskin toimittaessa päin vastoin. Suoritetun tutkimuksen osalta arvioitiin, että paikallistamisvirhe noin 20 % koealoista oli yli 60 m.

Jos oletetaan, että satelliittikuvien tulkinta mittauskohteiden paikallistamisineen onnistutaan suorittamaan tyydyttävästi esimerkiksi tietokonetekniikkaa käyttäen, on todennäköistä, että jo ERTS-1:stä saatavaa tietoaineistoa voitaisiin huomattavasti hyödyntää Suomenkin mutta varsinkin sellaisten maiden metsätaloudessa, jossa metsävaroja on tutkittu vähän tai ei juuri ollenkaan. Tämä päätelmä edellyttää, että tutkittavalta alueelta hankitaan kuvatoistoja. Tummuusarvojen saaminen usealta toistokuvalta tietylle kohteelle merkitsee pääsemistä yksittäisestä havainnosta useaan ja siten tummuusarvojen keskiarvoon, joitten erot ovat paljon merkitsevämpiä kuin yksittäisten havaintojen väliset. Lisäksi uutena kohteen luonnetta kuvaavana lisätunnuksena saadaan kuvausaika vuodenaikaan sidottuna.

SELECTION OF BUILDING MATERIALS FOR DETACHED HOUSES

Marital roles and communication behaviour in decision making

HEIKKI JUSLIN



SELECTION OF BUILDING MATERIALS FOR DETACHED HOUSES

Marital roles and communication behaviour in decision making

HEIKKI JUSLIN

SELOSTE

Päätöksenteko ja kommunikaatiokäyttäytyminen omakotitalon rakennusmateriaalien valinnassa

HELSINKI 1975

ISBN 951-40-0160-5

Helsinki 1975. Valtion painatuskeskus

PREFACE

I started this study in the autumn of 1968 at the Department of Forest Products Marketing, University of Helsinki. The first study reports, concerned with certain sub-themes of the study, were completed in 1970. In the early spring of 1971 I moved over to the Forest Research Institute, and had the opportunity to make this study my full-time work. My licentiate paper on the same field of subjects was completed in 1972.

My teacher, Prof. Seppo Ervasti has encouraged me from the outset. He has supported and inspired me in all phases of the study. Prof. Lauri Heikinheimo has provided me with ideal working conditions, without which everything would have been much more difficult.

I have the honour of dealing with several other prominent scientists. The last few years would have been the poorer had I not had numerous conversations with Dr. For. Veli-Pekka Järveläinen, Associate Prof. Tarmo Koskinen, Dr. For. Matti Kärkkäinen, acting Associate Prof. Uolevi Lehtinen and Prof. Päiviö Riihinen. The manuscript was also criticized by Prof. Jouko Hämäläinen and Prof. Matti Keltikangas.

This work was closely associated with my studies of social psychology and mass communication. My choices of theory and methods were repeatedly submitted to the Departments of Social Psychology and of Mass Communications for criticism. The teachers of both these Departments accorded me highly profitable moments of study.

The readily accessible programme systems of the Helsinki University Computer Centre made it possible for me to personally carry out all the computer calculations of my work. On analytical problems and the technical details of computer runs I approached Jorma Torppa, M.Sc., again and again. He was always ready to help.

The study would not have been possible at all without the favourable attitude of the Lappeenranta Municipal Building Inspection and the detached house builders of Lappeenranta.

The completion of a doctoral thesis means work, work and again work. The most long-standing helps in this work were Forester (in the early phases of the work, Forestry Student) Anna-Leena Simula (all-round help) and Mrs

Laura Colliander (typing). Mrs Hilkka Kontiopää, M. A., translated the manuscript into English. Ashley Selby, B. Sc., and Forester Eeva Virta checked the translation. The illustrations were drawn by Mr Pentti Karvinen. During the final formulation of the study Forester Riitta Hytönen — Kemiläinen and Miss Hellin Taponen (typing) gave the very necessary practical aid.

I received financial support for my work from Helsinki University, the Alfr. Kordelin Foundation, the Niemi Foundation, Karjalaisten opiskelijain avustusyhdistys (Society to assist Karelian students) and Viipurilainen Osakunta (the Academic Nation of Viipuri).

Many others, not mentioned by name, have contributed towards this work at some stage. To them, and to all those mentioned above, I wish to extend my most grateful thanks.

I hope that soon after the completion of this thesis my wife Tuula will rediscover her husband and my children Veli-Pekka and Krista-Helena their father.

Helsinki, January 1975

Heikki Juslin

CONTENTS

Page

Preface

1. The reasons for studying the builder 13
   11. Background for the choice of the problem 13
   12. Marketing as the basis of the choice of problem 14
   13. Consumer behaviour vs. marketing planning 14
   14. The consumer as member of a group 15
   15. A family building their own house as an object of study 16
2. Purpose of the study 18
3. The theoretical and methodological framework of the study 19
   31. Analysis of the problem situation 19
   32. Structural materials for frame of reference 21
   33. The general frame of reference and the concepts used 24
   34. Family facing the choice of building materials 26
      341. Approaches used in family study 26
      342. Family as a small group 27
         3421. Family and the definitions of small group 27
         3422. Description of small-group characteristics 28
         3423. Decision making as group performance 30
         3424. Husband's and wife's relative influence in decision making ... 32
            34241. Potential ways of studying the husband's and wife's relative influence 32
            34242. Role structure as a manifestation of decision making relationships 34
            34243. Classifications expressing decision making relations in the family 35
            34244. Factors affecting the decision making relations of a family 40
      343. The methodology of family study 43
         3431. Measurement of decision making behaviour 43
         3432. Analysis methods 46
   35. Receiving information on building materials 47
      351. Communication, marketing communication, communication behaviour 47
      352. General prerequisites of receiving product information 50
         3521. Receiving product information as a part of the general communication behaviour of the builder family 50
         3522. Communication channels 51
         3523. Exposure to communication channels 54

Page

353. Receipt of product information 56
3531. Exposure to communication, and receipt of product information 56
3532. The relative importance of the sources of information 59
3533. Product information and intrafamily decision making behaviour 61
354. Methodology of communication research 61
3541. Measurement of communication behaviour 61
3542. Analysis of the measurement results 62
36. The social background of detached house builders 63
37. Choice and construction of variables 67
371. General principles 67
372. Variables describing decision making behaviour 67
373. Variables describing communication behaviour 68
3731. Exposure to communication 68
3732. Receipt of product information 69
374. Variables describing the detached house builders' social background 70

4. The material 71
41. The population and the sample 71
42. Inquiry, interview and loss 71
43. Collection of secondary material 72

5. Analysis and results 73
51. Preliminary study of the material 73
52. Decision making behaviour 74
521. Description of decision making behaviour, and the spouses' relative shares in decision making for different structures of the house 74
522. Classification of families on the basis of decision making behaviour 77
523. Factors discriminating between family classes with different decision making behaviour 78
5231. Discriminant analysis as the method of reviewing the differences among groups 78
5232. Differences between family classes regarding social background 79
5233. Differences between family classes regarding exposure to communication 81
5234. Differentiation of marital roles in decisions concerning choice of building materials 83
5235. Differences between family classes regarding receipt of product information 85
5236. Characterization of family classes with different decision making behaviour on the basis of their social background, exposure to communication and receipt of product information 87
5237. Effect of wife's educational level and occupational status on intra-family decision making 88
53. Communication behaviour 89
531. Exposure to communication 89
5311. Description of exposure to communication 89
5312. Classification of detached house builders on the basis of exposure to communication 94

Page

5313. Factors discriminating between classes formed on the basis of exposure to communication 95
53131. Differences between communication-exposure classes with regard to social background 95
532. The receipt of product information 99
5321. Description of the receipt of product information 99
5322. Classification of detached house builders on the basis of the receipt of product information 101
5323. Factors discriminating between classes of product information recipients 102
53231. Discrimination between classes describing the receipt of product information by wives 102
53232. Discrimination between classes describing the receipt of product information by husbands 106
54. Summary of the results 110

6. Discussion 114

References 117

Seloste 122

Appendices 129

FIGURES

Page

1. General model of marketing thinking 15
2. The types of problems involved in the present study of decision making behaviour 21
3. The general frame of reference of the study 25
4. Power, leadership and roles in intrafamily decision making 33
5. Relationships between the interaction, roles and decision making of husband and wife 35
6. Classification of families based on husband-wife dominance in decision making and on the frequency of jointly made decisions 37
7. Family classification manifesting decision making relations, based on the role behaviour of the spouses 38
8. Techniques of the family classification manifesting decision making relations, based on the role behaviour of the spouses 39
9. Defined study objectives associated with decision making behaviour and the plan for their achievement 48
10. Channel classification based on the characteristics and control of product communication channel 53
11. Frame of reference for the review of communication behaviour 57
12. Defined study objectives concerned with communication behaviour, and a plan for their achievement 64
13. Decision making objects classified according to the decision maker 77
14. Classification of families on the basis of decision making behaviour 78
15. The influence of the spouses' social background and exposure to communication on the differentiation of marital decision making roles 84
16. Factors characteristic of the different family classes 87
17. Classification of detached house builders on the basis of exposure to communication 94
18. Characteristics of different classes of exposure to communication 98
19. Classification of detached house builders on the basis of the receipt of product information 102
20. Factors discriminating between family classes formed on the basis of decision making behaviour 111
21. Factors discriminating between detached house builder classes formed on the basis of exposure to communication 112
22. Factors discriminating between detached house builder classes formed on the basis of the receipt of product information 113

TABLES

Page

1. Description of decision making behaviour. Two-component varimax solution 75
2. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among family classes. Discrimination regarding social background 80
3. Mean values and standard deviations (in brackets) of family classes on discriminant functions. Discrimination regarding social background 80
4. Nature of differences between family classes with different decision making behaviour (regarding social background) 81
5. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among family classes. Discrimination regarding exposure to communication 82
6. Mean values and standard deviations (in brackets) of family classes on discriminant functions. Discrimination regardig exposure to communication 82
7. Nature of differences between family classes with different decision making behaviour (regarding exposure to communication) 83
8. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among family classes. Discrimination regarding the receipt of product information 85
9. Mean values and standard deviations (in brackets) of family classes on discriminant function. Discrimination regarding the receipt of product information 86
10. Nature of differences between family classes with different decision making behaviour (regarding receipt of product information) 86
11. Mean values and standard deviations (in brackets) of family classes on first discriminant function based on residual matrices. Discrimination regarding social background 88
12. Nature of differences between family classes with different decision making behaviour. Discrimination regarding social background 88
13. Wives' exposure to communication. Three-principal-component varimax solution 90
14. Husbands' exposure to communication. Three-principal-component varimax solution 90
15. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among classes — Wives' exposure to communication. Discrimination regarding social background 95
16. Mean values and standard deviations (in brackets) of the wives' communication-exposure classes on the discriminant function. Discrimination regarding social background 96

Page

17. Nature of differences between wives' communication-exposure classes (with regard to social background) 96
18. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among classes — Husbands' exposure to communication. Discrimination regarding social background 97
19. Mean values and standard deviations (in brackets) of the husbands' communication-exposure classes on discriminant functions. Discrimination regarding social background 97
20. Nature of differences between the husbands' communication-exposure classes (with regard to social background) 98
21. Description of the wives' receipt of product information. Two-principal-component varimax solution 99
22. Description of the husbands' receipt of product information. Two-principal-component varimax solution 99
23. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among classes — Wives' receipt of product information. Discrimination regarding social background 103
24. Mean values and standard deviations (in brackets) of the classes describing the receipt of product information by wives, on the discriminant function. Discrimination regarding social background 103
25. Nature of differences between the classes describing the receipt of product information by wives (with regard to social background) 103
26. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among classes — Wifes' receipt of product information. Discrimination regarding exposure to communication 104
27. Mean values and standard deviations (in brackets) of the classes describing the receipt of product information by wives, on the discriminant function. Discrimination regarding exposure to communication 105
28. Nature of differences between the classes describing the receipt of product information by wives (with regard to exposure to communication) 105
29. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among classes — Husbands' receipt of product information. Discrimination regarding social background 106
30. Mean values and standard deviations (in brackets) of the classes describing the receipt of product information by husbands, on the discriminant functions. Discrimination regarding social background 107
31. Nature of differences between the classes describing the receipt of product information by husbands (with regard to social background) 107
32. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among classes — Husbands' receipt of product information. Discrimination regarding exposure to communication 108
33. Mean values and standard deviations (in brackets) of the classes describing the receipt of product information by husbands, on the discriminant functions. Discrimination regarding exposure to communication 109
34. Nature of differences between the classes describing the receipt of product information by the husbands (with regard to exposure to communication) .. 109

1. THE REASONS FOR STUDYING THE BUILDER

11. Background for the choice of the problem

Understanding and critical evaluation of the choice of a theme of study, and the theoretical and methodological solutions made in a study, presuppose that the reader knows how the researcher has recognized the starting points of his study. E s k o l a (1967, p. 9) says that the starting point of every study is — or at least should be — a problem aroused by intellectual curiosity, practical needs or attempts to develop theory. Intellectual curiosity as the starting point of a study emphasizes the researcher's freedom in choosing his problem. Besides freedom, the arbitrary choice of problem may be emphasized. When the study arises directly from practical needs, the research worker's role becomes part of a production or other system, and the problem studied is mostly given to him. Underlining the theoretical objectives of a study may detach the research task and science to make an institution of its own, in which for example the choice of problems studied is based on the internal rules of play within the institution. Disregarding the social bonds of the science institution, it can be said that the researcher, in a study based on attempts to develop a theory, has a greater freedom of choice concerning his problem than in a study based on practical needs. The rules of play in science and theory development prevent arbitrary choices of a study problem. Admittedly, the researcher is for the most part the interpreter of these rules of play.

The present study, at least broadly speaking, has not evolved from intellectual curiosity or practical needs. The target is essentially an attempt to develop theory. When typical applied science is involved, it is impossible and even unnecessary to draw a line between practical needs and attempt to develop theory. Due to the nature of marketing, theory development within its sphere is based on practical needs, no matter which party has these needs. In choosing his problem and making his theoretical and methodological decisions the researcher interprets these needs and makes his choice and decisions accordingly. In this study the choices have been made by a holistical review of marketing on the basis of abstractions produced by earlier research.

12. Marketing as the basis of the choice of problem

In some contexts marketing has been defined as the social processes linking production with consumption (H a m i l t o n 1965, p. 33). When we move from production and consumption to subjects, we come to producer and consumer. Marketing maintains the relationship between producer and consumer. This thinking is represented in Fig. 1.

When choosing the problem to be studied the researcher asks what is essential in the producer-consumer relationship. In many cases it is useful to interpret this relationship as a result of various flows between producer and consumer. Products, with accompanying informative or persuasive messages, flow from producer to consumer. The flow from consumer to producer consists of remittances for the products and information on needs behind demand. The above model of marketing thinking, whilst almost trivial in its simplicity, aptly emphasizes the central position of communication in marketing. In some contexts the whole concept of marketing has been reviewed and explained in a frame of reference formed by the theory of communication (see e.g. A l d e r s o n 1967, p. 575).

One of the tasks of marketing is to facilitate the course of the flows uniting producer and consumer. In order that this be possible, the behaviour that determines the starting point or target of these flows must be known. Information is required on the behaviour of both the producer and the consumer. The present study will deal with consumer behaviour. This choice reflects the researcher's opinion regarding the need for information in marketing. Interest in the role of the consumer in the marketing system does not exist only in order to learn this system and how it operates. Understanding the consumer's role as part of this system is important because it makes improved decision making possible for the producers, the consumers and the public authorities concerned regulating this system (H a n s e n 1972, p. 4). Decision making of the producers is related to marketing planning. The shaping of the present study has been affected by the i n v e s t i g a t i o n o f m a r k e t i n g f r o m a p l a n n e r ' s p o i n t o f v i e w. Consumer behaviour is investigated within the framework of marketing planning.

13. Consumer behaviour vs. marketing planning

One way towards understanding consumer behaviour is to see him building an assortment replenishing or extending an inventory of goods for his or his family's use (A l d e r s o n 1967, p. 567). This means that the consumer is seen as the decision maker in marketing, the one solving the problems. Recognition of this fact has led researchers of consumer behaviour from studies of discrete behavioural acts to process studies. This has generally

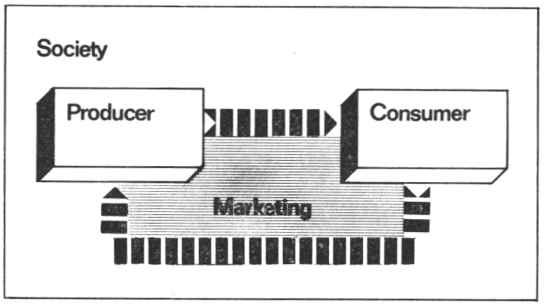


Fig. 1. General model of marketing thinking.

meant the use of a decision process approach. Studies based on this approach are designed expressly with a view to marketing planning. Revealing the factors behind choice decisions produces more useful information for marketing planning than do approaches based on discrete behavioural acts (E n g e l et al. 1968, p. 357). What, then, is essential to the decision making process? When consumer decisions are reviewed from the point of view of the consumer-producer relationship above, the d e c i s i o n to choose a certain product can be considered the culmination, which reflects everything that has happened before and everything that is expected to follow. Pre-selection events are usually operationalized in surveys of the decision making process in order to obtain and analyse information on the alternatives of the selection, characterized by various cognitive functions. Obtaining information is considered to start from a motivation created by certain needs, and it is affected by attitudes formed by earlier experiences. H e m p e l (1969, p. 242) calls the seeking of information an external search behaviour and finds it important that search behaviour be known, since it links the consumer's cognitive and affective processes to the reality of the market. The consequences of choice decision in the decision making process are operationalized into expectations which the consumer has concerning the future use of the product. The expectations of the consumer are based on his needs and his belief on how a given product will meet these needs.

E s s e n t i a l p h a s e s i n c o n s u m e r b e h a v i o u r, a c c o r d i n g t o t h e a b o v e r e v i e w, a r e t h e d e c i s i o n m a k i n g p r o c e s s a n d t h e p r e c e d i n g c o m m u n i c a t i o n b e h a v i o u r.

14. The consumer as member of a group

In the foregoing the consumer was reviewed as a decision maker who complements or increases a product range intended for his own or his family's use. Decisive in the selection process is how many individuals will use the

product. If there are several users the selection maker may also have to take into account the other individuals' preferences, or the decision of the selection is perhaps the result of collective work. A general observation is that collective decision making is the more frequent the more important the acquisition, and the more seldom acquisitions of this type are made.

Numerous authors emphasize that the behaviour in a marketing situation is primarily group behaviour (Alderson 1967, p. 572). The influence of the group is manifested both as an influence on the individual group member and as an influence through collective decision making. When the importance of groups is emphasized it seems somehow contradictory that most decision making models have been made with a view to decision making at individual level. Although collective decision making can often be based upon principles of individual decision making process at some phase or other (see Hansen 1972, p. 385—405), the decision making of a consumption unit, reviewed as a whole, always contains phases which definitely differ from the decision making process of an individual.

In principle, the collective decision making consists of two phases. The first is to decide who is going to decide or how the group members will take part in decision making. The second phase consists of making the decision relating the product to be chosen. It should be emphasized that divisions of this kind always contradict reality, but reality is usually best investigated by means of divisions and classifications.

A family is definitely the most common type of a consumption unit. The household as organized behaviour system must be given special attention in creating an analytical framework for marketing (Alderson 1967, p. 577). Whether or not the marketer wishes to understand, explain, predict or influence consumer behaviour, or adapt to it, it is essential to understand the role and the influence of the family (Engel et al. 1968, p. 326).

15. A family building their own detached house as an object of study

Reasons were given above why the study was to deal with consumer behaviour, why with decision making and why with collective decision making. The field of application of the information produced by the study, marketing of forest industry products, has affected these choices in at least two ways. Choosing the angle of the person planning marketing is linked with everyday life in the marketing of forest industry products. On the other hand the acquisition of forest industry products to a consumer household can be considered an important event of a long-lasting effect. This brought the researcher's attention to the decision making process of consumption units.

Building became the object of the study because it is an significant field in the use of forest industry products. Self-built home building was selected because it typically reflects consumer behaviour. On the other hand, the product range used for self-built home building represents most types of forest industry products, thus making it suitable for selection as the object of study.

The selection of detached house building as the object of study is favoured also by the popularity in Finland of living in houses rather than apartments. It has been ascertained on many occasions that the majority of people would like to live in houses, although the bulk of the dwellings produced in this country consist of apartments in multistorey buildings. It should perhaps be pointed out that research results indicate the popularity of wood as building material (S t e n r o s et al. 1974, p. 56—57).

By way of repetition, the research project was created by a desire to develop theory of marketing. The selection of the study object and the theoretical and methodological solutions have been affected by what the researcher, on the basis of general theoretical structures of marketing, considers to be essential in consumer behaviour in the marketing of forest industry products.

2. PURPOSE OF THE STUDY

The purpose of the study was to investigate

(1) how decision making concerned with the selection of building materials for self-built detached house takes place within a family, and

(2) how husband and wife obtain product information for their decisions in choosing building materials for their own house.

These study objects are starting points for continuation studies of the decision making process of a consumption unit (family). Investigation of intra-family decision making creates a basis for a detailed study of the needs and product preferences of own-home builders. Ascertaining how product information is received provides a basis for a study of the problems of how product preferences originate. On the other hand, a parallel review of intra-family decision making and of how product information is received brings in its train the decision making process thinking. Its detailed analysis is required with a view both to marketing planning by producer and to decision making process by consumer (for the producer, as supplier of product information and for the consumer, as recipient and user of the product information).

When decision making concerned with the selection of building materials is studied, the aim is

> to identify the various models of decision making behaviour and to find the characteristics by means of which the families with different decision making behaviour can be identified and the suitable approach found.

The acquisition of product information is to be studied at two levels:

> An analysis of the general exposure to communication is made to throw light on detached-house builder's prerequisites for receiving product information.
>
> An analysis of the channels and amount of product information received is intended to illuminate how the own-home builders behave within the facilities available to them.

3. THE THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FRAMEWORK OF THE STUDY

31. Analysis of the problem situation

The theoretical and methodological framework of the study is ultimately governed by the problem(s) to be studied. The subject studied, defined in Section 2, determines the framework of the deliberation which aims at defining the problem situation adequately to permit the creation of an appropriate theoretical frame of reference and to choose the method(s). Creating the theoretical frame of reference for a study starts from the issue to be studied. This issue is the raw material which is worked upon, broken to pieces and refined, with the result that a number of questions are obtained for which an empirical answer is sought, perhaps each from a different source (M i l l s 1969, p. 195—226).

The f o r m o f t h e p r o b l e m s faced by the researcher, at least in applied research, is governed not only by the subject matter of the study but also by the end use of the information produced by the study, and by the type of the decision making situations with which the information is connected. As pointed out above, in the present study the chosen basis was the aspect of marketing planning. From this aspect, it is seldom appropriate to use a problem definition on whose basis research produces direct abstractions of the order prevailing in real world. Outlining the problem situation necessitates a temporary return to the problems of marketing planning.

When developing a frame of reference, as universally applicable as possible for marketing, (and also capable of serving marketing planning), A l d e r s o n (1967, p. 565—580) emphasizes repeatedly the central position of groups in marketing. He says, for example (p. 578), that the current tendency to classify consumers according to personality features is less important, with a view to the development of marketing theory, than classification of families. The tendency towards classification — whether of individuals or groups — reflects the marketing planner's need to see his object as classes of the highest possible homogeny for which products are designed or to which various marketing actions are directed.

In order that the said consumer classes (segments) be identifiable and accessible, the marketing planner needs information concerning how the classes differ. In the present study identification is assumed to take place with the aid of factors (variables) illustrating the social background. Access to the classes is connected with factors (variables) illustrating the communication behaviour of a married couple. It may be worth pointing out that the marketing planner is not necessarily interested in causal connections. It is enough that the variables serving the identification of, or access to the classes are correlated to communication behaviour or decision making behaviour.

Based on these principles, the problem situation of the present study confronts the researcher with the following questions:

— How can the decision making within a family be described so that the description reflects the relative contributions of husband and wife to the various decision making situations?

— What should this description be like in order to form a basis from which family classifications reflecting differences in decision making behaviour could be derived?

— Which are the variables describing social background and communication behaviour by which the family classes formed can best be distinguished?

The research techniques for the solution of the problems listed were considered to require the following phases (Fig. 2).

Questions prompted by the problem situation connected with communication behaviour are of the same kind as those connected with decision making behaviour:

— How to describe the husband's and wife's general exposure to product information in such a way that the description can be used as a basis for classifiying consumers according to their corresponding exposure to product information?

— Which are the variables describing the socio-economic background and discriminating between consumer classes with different exposure to product information?

— How can the receipt of product information be so described that the description enables the consumers to be classified according to the amount and quality of product information received?

— Which are the variables describing social background and the exposure to product information that best discriminate between consumer classes formed on the basis of the amount and quality of product information received?

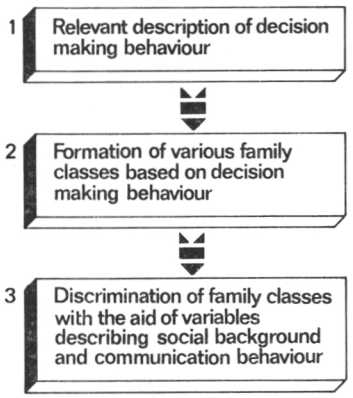


Fig. 2. The types of problems involved in the present study of decision making behaviour.

As far as research techniques are concerned, the study of communication behaviour proceeds by steps similar to those applied in the study of decision making behaviour (see Fig. 2).

32. Structural materials for frame of reference

The theoretical frame of reference has several tasks in research work. The greatest importance in the present study is attached to the fact that, through its theoretical frame of reference, the study has at its disposal the information produced by earlier research concerning the range of problems in question and cumulated by science. Information cumulated by science appears in the form of theories. It may be useful to base the study of the frame of reference on a brief discussion of the position of theory in those disciplines in which theory formation is fundamentally an application of the theories from other disciplines. An example is »the marketing of forest products» which in its theory formation applies the theories of the social sciences, for example (Puumarkkinatieteen opetuksen . . . 1972, p. 35).

In building a theoretical frame of reference to explain consumer behaviour we find, as G o u l d n e r (1967, p. 583) did, that the social sciences today have few validated laws and few theories fit for wide generalization. As applied research increases at accelerated rate, the basic sciences are unable to cover the need of theories to enable applied research to grow supported by the theoretical frame offered by the basic sciences alone. The truth of the matter is perhaps that the representatives of applied disciplines use their concepts rather than their general theses and theoretical structures (G o u l d n e r 1967, p. 583). G o u l d n e r' s statement contains the assumption

that the representative of applied sciences benefits more from the conceptual than theory systems of the basic sciences. The composition of the frame of reference of the present study places emphasis expressly on operation with the conceptual systems of basic sciences, although observations produced by earlier research on interrelationships of the concepts act as hypotheses guiding analysis and interpretation.

When a frame of reference is formed for the study of consumer behaviour there is no shortage of various model structures, at least if attention is given only to the number of the models. Hansen (1972, p. 432—461), for example, reports on twenty-eight different models of consumer behaviour. A different question is how relevant the models of marketing theoreticians are with a view to the consumer's overall behaviour. The worst shortcoming of most models in marketing literature is that they investigate a certain discrete component of consumer behaviour detached from the individual's other behaviour. Criticism of the models describing discrete components of consumer behaviour has already led to the emphasis of the study of the decision making process as indicated above. The marketing planner finds it appropriate to see consumer behaviour as a decision making process (see e.g. Nicosia 1966, Kotler 1967). This, however, does not necessarily mean that the study of the decision making process is necessarily the best way of outlining, for example, decision making within a family in order to ascertain its regularities.

The appropriateness of the concepts and theories used in the frame of reference of a study is dictated by the nature of the units and the behaviour to be studied. For this reason it is useful to try to imagine what kind of functions the decision making within a family and acquisition of product information are. This discussion is expected to indicate how the theoretical frame of reference of the present study has originated.

The method that first comes to mind for an investigation of decision making within a family is the utilization of model structures created by decision making sciences. The decision making models applied to the study of consumer behaviour contain the variables associated with consumer decisions. These models also show the relationships between the variables and the general principles which reveal how the model works in particular decision making situations (see Nicosia 1966, Engel et al. 1968). However, relatively little attention has been given to the fact that the study of consumer behaviour within the models of decision making process is atomistic and breaks consumer behaviour loose from the individual's overall behaviour. With suitable choices of variables, the process of choosing a certain product naturally can where possible, within the model of decision making process, be incorporated in the individual's overall behaviour, but such incorporation easily remains superficial.

The consumer's decision making process is usually considered to start from the awakening of a need to acquire a certain product. This is followed by obtaining product information, evaluation of alternative choices, the decision to buy, etc. When the consumer is reviewed within the model of decision making process, it easily escapes attention that, as consumer, he acts according to the behavioural conditions and inclinations his life situation in general has produced. The explanation for the consumer's behaviour is perhaps easier to find through an analysis of his general position in life than through studying his decision making process concerning a given product. The foregoing is intended to stress that the study of consumer behaviour should be built on primary and not on secondary processes. The primary processes here refer to the consumer's overall position in life and the forms of behaviour manifested. Secondary processes refer to behavioural descriptions within which behaviour can be reviewed but which do not necessarily reflect true behaviour (e.g. the consumer's decision making process broken loose from his behaviour on the whole).

The behavioural unit which makes the present research project, the family, is a typical small group whose forms of behaviour are based on interaction between group members. Interaction, in turn, presupposes certain qualities in the group, usually called the structural qualities of the group. The structure of the group is the result of certain group processes (see Golembiewski 1967). In building the frame of reference for the present study it was assumed that decision making in the family occurs within group processes and the resulting structural qualities of the group. Since group processes are assumed to be more primary than the process of choosing building materials, the process of choosing is reviewed in a frame of reference formed by group processes and the structural features of the group, and not vice versa. Suitable examples of the opposite approach are Engel et al. (1968). They start from the decision making process and review group behaviour separately in each phase of the decision making process.

Investigating decision making within family mainly with the aid of concepts produced by small group studies may make the frame of reference somewhat fragmentary and complex. The target of the frame of reference, described at the beginning of this section, is considered, however, to be best achieved if all formalism is avoided and the problem situation is allowed to guide the formation of the frame of reference.

The acquisition of product information is naturally a part of the process leading to a certain choice of building materials. However, a study of the decision making process was not chosen as the synthetic frame of reference of the present study. Consequently, the starting points of the investigation of communication behaviour associated with the purchase of building materials

differ from the customary starting points of the study of consumer's search behaviour (see Section 13, and also McLeod and O'Keefe 1972, p. 121—123). Acquiring product information is not considered solely as part of a decision making process aiming at the choice of a certain product. An effort is made to see the acquisition of product information as part of the own-home builder's general communication behaviour, which in turn reflects the behavioural conditions and inclinations arising from the individual's general position in life.

On the basis of the foregoing it can be said that the relationship of communication behaviour and decision making behaviour can be interpreted from a minimum of two starting points. They can be seen as consecutive phases in a process aiming at decisions concerning the choice of building materials, whilst both communication behaviour and decision making behaviour can be viewed as reflections from the same, more primary factors governing the individual's behaviour and related to his general position in life.

The analysis of the problem situation in Section 31 reveals that the essential starting point for the solution of the problems studied are the relevant descriptions of decision making behaviour and communication behaviour. The theoretical frame of reference of the study must create a basis for these descriptions. Provided these descriptions can be considered appropriate and truthful, classification of consumers on their basis is justified. In addition, the frame of reference is presumed to serve the analysis and interpretation of the consumer classes formed, and of the differences between them.

33. The general frame of reference and the concepts used

In Section 32 it was said that decision making within a family is appropriately studied on the basis of the interaction between husband and wife. Interaction within the family is in many respects the synthetizing concept of the present study. The issues to be studied can be clarified by placing them in an order shown in Fig. 3.

In the field defined by Fig. 3, operations with concepts borrowed from many disciplines will be (and have already been) used. Some of the most essential concepts will be defined in this context. The concept definitions will be complemented and adjusted later in the contexts where these fields of phenomena are discussed in detail.

Of the terms of decision-making theories (see Törnqvist and Nordberg 1968), those most often repeated in the present study are decision making, decision making process, decision making situation, and decision making behaviour.

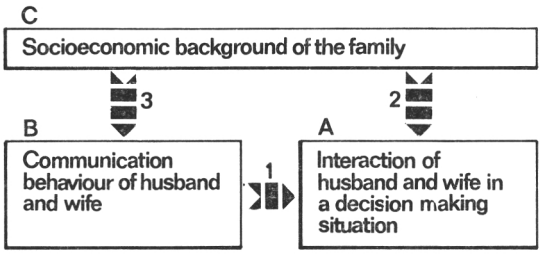


Fig. 3. The general frame of reference of the study.

Block A contains the theories, concepts, methods and variables required for a relevant description of decision making behaviour and formation of family classes on the basis of decision making behaviour.

Block B contains the theories, concepts, methods and variables required for a relevant description of communication behaviour and composition of consumer classes on the basis of communication behaviour.

Block C contains the theories, concepts and variables used to describe the social background of detached house builders.

Arrow 1 refers to the phase of study trying to ascertain the relationship of decision making and communication behaviour. In more operational terms, this is where differentiation of family classes related to the variables describing communication behaviour takes place.

Arrow 2 refers to the phase of study reviewing the differences of family classes in relation to social background, with the aim of identifying the family classes.

Arrow 3 refers to the phase of study reviewing the differences of own-home builder classes based on communication behaviour, in relation to social background, with the aim of locating the communication behaviour in social structure.

D e c i s i o n m a k i n g refers to an individual decision made by husband and/or wife, together or separately.

D e c i s i o n m a k i n g p r o c e s s refers to activity with the aid of which the decision maker tries to solve the problem of the decision in question. The present study deals only with a part of the decision making process associated with the choice of building materials for a detached house. All the groups of variables discussed in this study can be considered to belong to the decision making process.

The d e c i s i o n m a k i n g s i t u a t i o n is determined by the decision maker's properties, social environment, and the topical problem of decision. Own-home builders are in decision making situations for example when they choose materials for various structures of their house.

D e c i s i o n m a k i n g b e h a v i o u r in this study refers to interaction between husband and wife in choosing the building materials for the house.

Definition of the concepts borrowed for this study from the communication theory is most appropriately done in separate context in the Section dealing with receiving of product information (Section 35). In this connection it is best to define the communication behaviour which has been already mentioned.

> Communication behaviour is used in this study as a general term which contains both the own-home builders' exposure to communication (general prerequisites for product information) and the receipt of product information.

The husband-wife interaction in the decision making situation is reviewed on the basis of numerous concepts mainly borrowed from small-group theories. These concepts are defined in their particular contexts when the small group is discussed (Section 342).

34. Family facing the choice of building materials

341. Approaches used in family study

Family study is in many respects interdisciplinary. This helps us to understand why family has in different connections been studied within a manifold of conceptual frames of reference. There is apparently no homogeneous theoretical structure for family study. The approaches described are usually abstractions, resembling frames of reference, arising from certain types of study and problem settings. A review of the approaches used in family studies has provided for the present author indications of the forms of behaviour that can suitably be outlined and controlled by specific approaches. The frequency of the concepts used in models of different types has provided suggestions of the general applicability of these concepts in describing or explaining family behaviour. The frames of reference in family studies published in the literature (see Foote 1961) are most important as suppliers of concepts and conceptual systems in this study.

The contents of the frames of reference used in family studies seem to be closely connected with the discipline represented by the researcher. A sociologist or anthropologist would approach the family with macroanalytic problem-posing and concepts (see e.g. Zelditch 1965). An advantage of macroanalytical family studies is that the study of a family as a social institution links it with the community as an institution among others. A disadvantage is that the study of interaction within the family, or at least its basis, remains in the background.

Psychologists and psychotherapeutists have found the family in studying problems of personality. These researchers, instead of studying group behav-

iour, often tend to approach the family as a suitable means (context) of studying or controlling individual behaviour. The frames of reference outlining such studies perhaps excessively emphasize the individual in cases when the research problem is connected expressly with husband-wife interaction and its analysis.

The approaches to family study are described in brief by Hill (1961, p. 57—80). A report of largely identical contents though more extensive has been published by Nye and Berardo (1966).

The analysis of the frames of reference used in family studies and expressly those of family decision making (see Foote 1961) supported the view that family analysis in most behavioural situations is possible and perhaps most appropriate within the theories and concepts produced by small-group study. This conclusion was reached on the basis of the concepts used in the said frames of reference.

342. Family as a small group

3421. Family and the definitions of small group

The object of the present study is the nuclear family which, by definition, comprises the husband and wife and their immendiate offspring living in the same household (see Hill 1961, p. 58). This definition corresponds to the loose definitions of a small group which place emphasis on number and rather disregard the structure or functions of the group. These definitions, however, are of no use to family analysis of the kind intended in this study. A family is created not only by tangible »things», husband and wife and their children, but also by certain relations between these people.

The idea of a family adopted in the present study is better covered by the definition by Rogers (1964, p. 264):

> »The family is a semi-closed system of interacting personalities which is composed of interrelated positions and roles defined by the society of which it is a part as unique to that system.»

Disregarding the concepts used by Rogers in his definition, the definition can be seen to correspond to the definition of small group by Golembiewski (1967, p. 35) with its many-sided argumentation:

»A small group

1. Consists of a small number of individuals in more or less interdependent status and role relations, who
2. have an indigenous set of values or norms which regulates the behaviour of members at least in matters of concern to the group.»

An essential point in various definitions of the group is differentiation between »formal membership» and »psychological membership». The looser definitions are based on emphasizing the formal membership. Stricter definitions (such as e.g. above) presuppose a psychological membership of group members. The borderlines of a group are determined in terms of membership roles and norms. The member of the group has a role in the group and he has internalized the norms of the group.

As background for the present study of the group, largely in agreement with Golembiewski (1967, p. 45), the following summary can be given of a group as conceptual reality:

»1. The »group» is as real as the »person».
2. Both the »group» and the »person» are analytical concepts, not concrete entities.
3. The »group» may be described in terms of social processes on its own level, without any necessary reference to personality characteristics of the members.»

3422. Description of small-group characteristics

In marketing, in the same way as in other connections, it is best to start the study of behavioural units by a study of their functions and structure. Broadly speaking, the structure of a behavioural unit is based on the functions of the said unit. Many factors affect the structural differentiation. Effectively carried group functions require differentiation (division of work). The abilities, special characteristics and possibilities of the group members affect the differentiation. Differentiation may also be associated with reduction of tensions. Individuals wish to stabilize their relations with those with whom they interact. Environment may also encourage differentiation.

A factor worth noting, even from the point of view of the present study, is that certain structural features of the group are universal. It is a common observation that, in group situations of sufficient duration, there develop a status hierarchy and role structure which may decisively affect group behaviour (Golembiewski 1967, p. 20). The norms and role expectations regulating intragroup activities are stabilized with time. Group norms and role expectations become prescriptions of behaviour which stabilize the group's internal environment and enable a certain control over the conditions of its existence in a broader environment.

In his book Golembiewski (1967) extensively demonstrates small group studies, and presents the following dimensions illustrating the structure of a small group:

1. communication structure
2. power and influence
3. functional roles
4. sociometric structure
5. status
6. leadership
7. size of group
8. cohesiveness

Studies of intrafamily decision making have described and explained husband-wife interaction primarily by

1. power and influence relations
2. functional roles
3. leadership

Communication structure, sociometric structure, status and group size enter into question in larger groups. Cohesiveness, even with a view to family, is a relevant concept and has occurred in certain frames of reference of family study, e.g. by M o r g a n (1961, p. 81—102). Apparently, difficulties in the operationalization and measurement of the concept are the reason why the concept of cohesiveness has not been widely used in studies of consumer behaviour.

For the present study it is useful to stress that functional r o l e s and l e a d e r s h i p refer to differentiated tasks within the family, i.e. job specialization. Related to decision making, power is a concept more external than role (see J u s l i n 1972 a, p. 41). P o w e r affects the way in which husband and wife make decisions within their roles. Power, leadership and roles are interrelated concepts. When the building materials were classified on the basis of consumer behaviour, a theoretical frame of reference was derived to indicate the relations of power, leadership and roles (J u s l i n 1970).

In the present study, the review of decision making behaviour of husband and wife is based on roles. The analysis of the relations between roles, power and leadership has, however, made it possible that theories developed within all these concepts can be utilized for the analyses and interpretations of the present study.

Operations with concepts are facilitated with their formal definition.

The r o l e is:

»(1) a set of behaviours which are (2) functionally related to (3) some social unit in which (4) the set of behavioural prescriptions is known and enforced» (G o l e m b i e w s k i 1967, p. 106).

Role behaviour expectations are characterized by two things (noteworthy also from the point of view of the present study): the anticipatory nature of role expectations and their normative qualities (S e c o r d and B a c k m a n 1964, p. 454—455). Normative means that role expectations are norms of behaviour for the individual holding the role. It follows that recognition of the social standing and the relevant role expectations leads to a certain degree of predictability of the position holder's behaviour. The roles of family father and mother are generally known and much used role positions describing the behaviour of husband and wife (B l o o d and W o l f e 1960, E s k o l a 1960, F o o t e 1961).

> L e a d e r s h i p can be defined by the role expectations related to the position of the leader (S e c o r d and B a c k m a n 1964, p. 352—372).

The concept of leadership in connection with a family may seem strange but it links the study of also a family to the much investigated problem of the basic functions of group and the associated role differentiation. The behaviour of husband and wife has in many connections been reviewed in the light of task leadership and social-emotional leadership (see e.g. E n g e l et al. 1968, p. 338, E s k o l a 1960, J u s l i n 1970).

> P o w e r in family studies has been defined as the potential ability of one partner to influence the other's behaviour (B l o o d and W o l f e 1960, p. 11—12, B l o o d and H a m b l i n 1958, p. 348).

The more generalized definitions of power agree in principle with this definition (R a i n i o 1968). With a view to using the concept of power, it should be emphasized that power is not a thing that one of the marriage partners holds and wields. Power is a characteristic in the husband-wife relationship. It manifests itself in situations of husband-wife interaction.

3423. D e c i s i o n m a k i n g a s g r o u p p e r f o r m a n c e

Decision making is one of the group functions which above was said to require certain structural characteristics of the group. Decision making apparently holds a special position among group functions in that all group functions, in principle, can be assumed to require decision making.

The special position of decision making is obvious also from its treatment in group and family studies. Behavioural scientists have shown interst in decision making while studying the group behaviour on the whole. Decision making can have assumed the form of operationalization of power, role or leadership (e.g. B l o o d and W o l f e 1960). On the other hand, decision

making has been studied and measured as such, and the frame of reference or explanation used has consisted of conceptual structures based on the concepts of power, role and leadership (e.g. F o o t e 1960).

Researchers of consumer behaviour have added their nuances to the analysis of in-group decision making. They have divided the decision making process into parts and reviewed the effects of group characteristics on decision making behaviour separately in each phase of the decision making process. As mentioned above, the present study will investigate decision making in a frame of reference composed of group concepts, and not vice versa.

When decision making as a group performance is discussed here, the purpose is to investigate the position power, role and leadership concepts hold in explaining the decision making behaviour of the group, based on a few study reports. This investigation is considered useful especially with a view to analysing the factors affecting the decision making relations of a family.

B l o o d and W o l f e (1960, p. 11—12) measure the family structure affecting intrafamily decision making with power and authority. Authority is legitimate power: use of power by either husband or wife in circumstances where both consider this use of power justified. The analysis of decision making by B l o o d and W o l f e is therefore intermingled with an analysis of power relations between husband and wife. Power in decision making is produced by the factors which usually are the source of the use of power by husband and/or wife. The sources of power, according to B l o o d and W o l f e (1960, p. 12—13), are the social norms, and those special skills and comparative resources which partners bring to their marriage.

K e n k e l (1961, 1970), in turn, explains the decision making situation with role and leadership concepts. At least partly, this is a result of the method he used, B a l e' s system of interaction process analysis. According to K e n k e l, the social background of the family affects the role structure, in other words, intrafamily decision making is affected by the factors that affect the formation of role structure in the family (see also L i p p i t 1961, p. 177).

Factor analysis of functional roles and leadership has shown that the factors describing functional roles and leadership are very similar in contents (G o l e m b i e w s k i 1967, p. 138). This supports the inference that leadership can be defined as performance of certain functional roles. Also, the conclusion may be drawn that identical factors affect functional roles and leadership.

The studies in which the power concept is used to explain intra-family decision making emphasize how power is bound to a given decision making area. H e e r (1963, p. 139) uses the concept of relative involvement. His hypothesis is that the power of making decisions in a certain area in the family

depends decisively on the relative involvement of husband and/or wife in the decision area in question. Relative involvement in fact refers to an observation of the same type reported by Hansen (1972, p. 399) who said that the roles of husband and wife in choosing a product often depend on who is going to use the product, i.e. to whose role area the product belongs. Although Hansen's conclusion suggests a vicious circle (perhaps owing to the definition of role), it is an expression of the seemingly logical train of thought that decision making in a given decision making situation is channelled to the partner whose role covers the decision problem involved, the one who has legitimate power or expert power in the decision making situation involved.

The attached drawing (Fig. 4) clarifies the mutual relations of power, leadership and roles, and their position as determinants of decision making behaviour.

Fig. 4 shows the use of the power and role concepts describing the structural characteristics of a family as intervening variables when a relevant description of decision making behaviour in the family is sought. This arouses the question of the part played by the disregarding of individual incentives when the intrafamily decision making is reviewed mainly on the basis of roles as an interaction between husband and wife. This question is given attention by Lippit (1961) for example when he criticizes the role-centred approach to the decision making process reported by Kenkel (1961).

The use of a role-centred approach in the present study is favoured by the fact that the starting point of all study problems connected with decision making behaviour is a relevant description of intrafamily decision making behaviour (see Section 31). It seems natural to look for this description from among the structural characteristics of the group, shaped by group performance. The role structure is a structural characteristic of this type.

3424. Husband's and wife's relative influence in decision making

34241. Potential ways of studying the husband's and wife's relative influence

There are at least two ways of studying the husband's and wife's relative influence in decision making. One is to measure their relative participation concerning each object of decision making. On the basis of the mean scores obtained, the objects of decision making can be arranged according to the participation of husband or wife in making the decision. On the other hand, families can be arranged according to whether they are wife- or husband-dominant by summing the values of the variables describing the decision

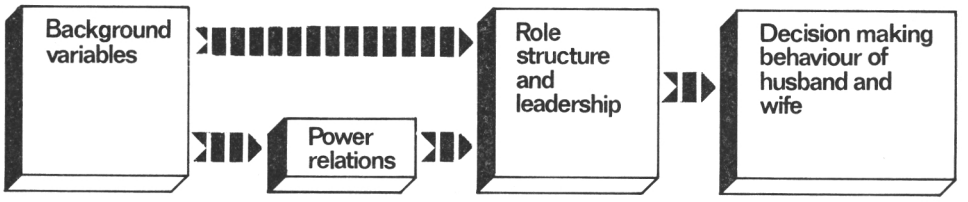


Fig. 4. Power, leadership and roles in intrafamily decision making.

making objects at each observation. This approach, based on score differences is customary and popular in marketing research (see e.g. W o l g a s t 1958, p. 151—158). Such studies have often been characterized by the absence or incompleteness of a theoretical frame of reference. Advantages of the review based on score differences include tangibility and a clear-cut nature. The worst disadvantage is probably the poor universal applicability of the results. When the study is not bound to theory and operates only with mean values and differences between them, the results reflect decision making solely in the population covered, and only in connection with the decision making objects included in the study. In addition, validity questions, for example, are problematic in this type of studies.

The problems are different if it is desired to avoid such disadvantages and to review the husband's and wife's relative shares in decision making such as within the role, power and leadership concepts. One of the problems is, that power is not a unidimensional concept. If husband or wife has decision making power in one field this need not mean that he or she has it in some other field. Hence the summation procedures of the type described do not necessarily give the correct picture of the participation of husband and wife in decision making, either at family level or decision making object level.

If we start from the assumption that decision making behaviour as a phenomenon is multidimensional, it will be necessary to think of the structure of the population of variables describing decision making behaviour. Structural analysis is not so tangible as the difference-in-scores analysis, but it offers certain essential advantages. The structure of the space of variables is usually not so dependent on the sample material as are the mean values of the variables. Depending on the method, structural analysis can eliminate error variance of the variables and so arrive at more reliable results. According to S a f i l i o s - R o t h s c h i l d (1969, p. 301), one of the methodical prerequisites for the study of decision making behaviour is that the structure of the space of variables describing decision making behaviour is studied by factor analysis before any scores (sums) to indicate decision making power are calculated. Problems of the validity of measurement can be tackled in connection with structural study by utilizing the structural validity concept.

In the present study, the relative shares of husband and wife in decision making are investigated by means of a structural analysis. A structural analysis is the only alternative when decision making behaviour is described by means of role concept, and the role sectors are not assumed to be given but are isolated from the space of variables describing decision making behaviour.

34242. Role structure as a manifestation of decision making relationships

When discussing role structure as a manifestation of decision making relationships the role structure, according to the above, as a structural characteristic of the family is assumed to be universal. Within the framework of role structure, the relative participation of husband and wife in decision making varies depending on the family itself and the problem requiring decision.

Role structure is reviewed from the point of view of the roles of family mother and family father. Decision making is expected to reflect role expectations in these role sectors. The more clearly the problem is associated with the role sector of, say, the mother of the family, the more probably the wife is expected to make the decision. This theoretical structure is clarified by Fig. 5 (see Juslin 1970).

Section 1 of Fig. 5 shows the interaction of husband and wife (b_1 and b_2) in family B, susceptible to environmental influences. The interaction, as stated above, leads to the roles r_1 and r_2 adopted by the partners. Once the roles are adopted, a behavioural rule in the problem in question is obtained by mutual comparison of the role contents and the object of the problem. This comparison reveals whose role sector covers the problem requiring a decision, and the decision maker concerning the object involved is to be b_1 or b_2.

In the present study, empirical observations have been made of the behavioural sectors of sections 3 and 4. On the basis of these observations,

(1) support is sought for hypotheses concerning the role structure of the family i.e. decision making behaviour is described,

(2) the spouse whose role sector covers the various objects in choosing building materials for a house is pinpointed i.e. the husband's and wife's relative shares in the choices involved are isolated,

(3) in the way to be described below, family classes are formed which describe, within the role structure, the different decision making behaviour of the families.

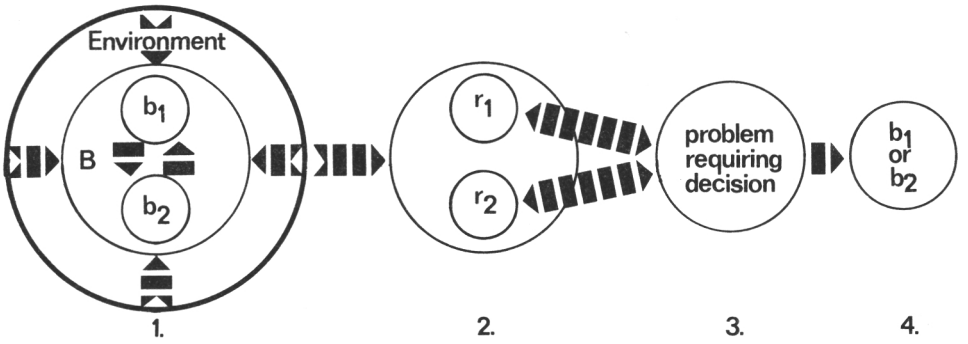


Fig. 5. Relationships between the interaction, roles and decision making of husband and wife.

34243. Classifications expressing decision making relations in the family

The relative participation of husband and wife in decision making is manifested as a continuum, whether the matter is reviewed in relation to the decision makers (families) or in relation to the problems (objects of decision making). Situations in practice often presuppose a description of decision making behaviour duly classified. Classifications either arrange families of identical decision making behaviour into the same classes, or objects of decision making presupposing identical decision making behaviour into the same classes. The present study presupposes family classifications. A product classification has been carried out for the same research project, classifying objects of decision making on the basis of decision making behaviour (J u s l i n 1970).

The grounds of the possible classifications go back to the theoretical frames of reference of decision making behaviour. The classification itself is a methodological problem, and its solution is constrained by measurement of decision making behaviour.

The most common means of classifying the ways in which the decision making within a family takes place has been the tripartition:

(1) wife decides
(2) husband decides
(3) husband and wife decide together

This, or this type of, classification has been used expressly when purchase decisions were studied (see S h a r p and M o t t 1956, W o l g a s t 1958). Classification then described decision making associated with the choice of certain products or product groups. The classifications originated with the use of the summation method described under Section 34241. Generalisation of the results to product branches other than those studied is questionable.

Methodologically of equal value but with a better theoretical basis is the method of classifying a family according to its decision making relations by relating the decision making to the roles of

(1) task leader and
(2) social-emotional leader

Ascribing the decision making roles to these leadership sectors, often seen in small group studies, suggests the factors behind the differentiation of decision making roles. An analysis of decision making within a theoretical frame considered universal by small-group researchers causes the applicability of the results to be very different from that of the classification first discussed. Classification based on the basic functions of a small group provides a general foundation for the grouping of decision making sectors, but in view of the nature of families the classification better suits community-level than family-level studies (see E s k o l a 1960, p. 85).

Classification of families according to autonomy and syncracy dimensions of decision making is based on understanding the multidimensional nature of decision making power. The idea of this classification can be seen from the attached drawing (Fig. 6) (see E s k o l a 1967, p. 202).

The classification is based on a gauge used e.g. in the present study. The amount of joint decisions is reflected by the number of »both spouses» replies. Thus husband or wife dominance in decision making is measured by the score of points the family obtained for the various objects of decision making. On the basis of these scores, all families can be referred to one of the following categories:

(1) husband-dominant
(2) autonomic
(3) syncratic
(4) wife-dominant

Classification on the basis of two criteria is due to the following factors. The scores close to the mean value for the husband-wife dominance in family decision making can have arisen in two ways. One is that the decision making roles are clearly differentiated and the decision on some objects is made by the husband, on others by the wife. When the scores obtained by the family for the different decision making objects are summed, the sum comes close to the mean value of the husband-wife dominance variable. The other possible way is that the decision on the majority of objects is made together, and the family score for the husband-wife dominance variable is again close to the mean value. In order that families distinctly different in their decision making behaviour should come into different classes, the number of joint decisions in this class divides the families close to the mean value of the husband-wife dominance variable into autonomic and syncratic.

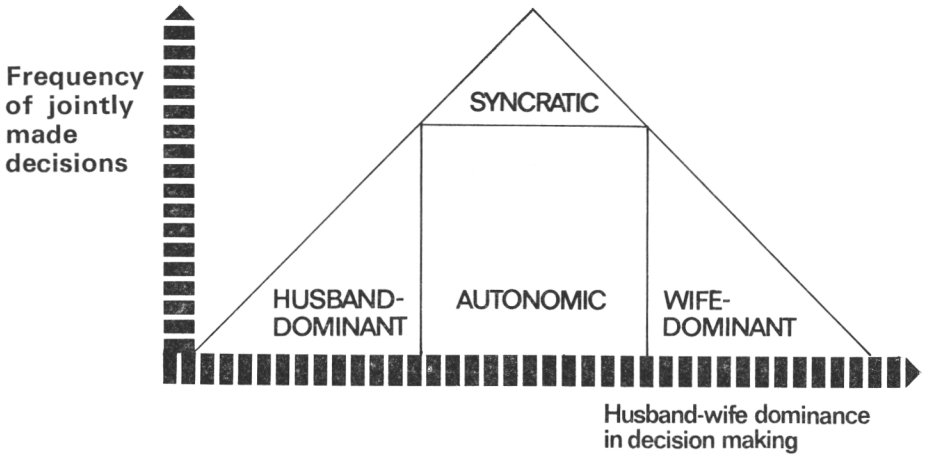


Fig. 6. Classification of families based on husband-wife dominance in decision making and on the frequency of jointly made decisions.

Of the classifications listed, the last-mentioned is definitely the most advanced. Its greatest disadvantage is apparently connected with the structure of the variable of the husband-wife dominance in decision making. When scores obtained by the family at different decision making objects are summed as such, the classification directly depends on the type of decision making objects used. This disadvantage could be avoided, at least partly, by predetermining classification weights for the variables in order to reflect the characteristics of the variables in revealing the power or role structure affecting the decision making behaviour. The problem is how to determine such weights (see H e e r 1963, p. 136).

The present study has developed a method of classification under which the decision making objects are weighted objectively according to how the variable in question reflects the role structure behind the decision making behaviour. The weights are obtained by means of the principal-components analysis. The use of principal-components analysis is supported by the promising results obtained from factor analysis as revelators of the role structure of a small group (G o l e m b i e w s k i 1967).

The idea of the classification can be seen in Fig. 7 (p. 38).

The directions of the dimensions follow the gauge on which the classification is based so that the husband's relative share in decision making grows when the family score on the dimension in question diminishes, and the wife's relative share in decision making grows when the family score on the dimension in question grows.

The classification is based on principal component score variables calculated on the basis of the principal components describing the decision making

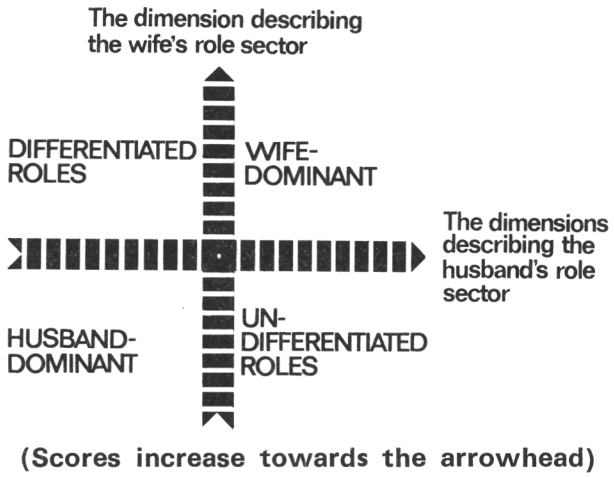


Fig. 7. Family classification manifesting decision making relations, based on the role behaviour of the spouses.

behaviour. The principal component score variables have been halved at their mean value. Thereafter the following assumptions were made:

(1) If the family's principal component score on the dimension describing the husband's role sector is above the mean, the wife also has decision making power in the husband's role sector.

(2) If the family's pincipal component score on the dimension describing the husband's role sector is below the mean, it is the husband in this family who makes the decisions in his own role sector.

(3) If the family's pincipal component score on the dimension describing the wife's role sector is above the mean, it is the wife in this family who makes the decisions in her own role sector.

(4) If the family's principal component score on the dimension describing the wife's role sector is below the mean, the husband plays a considerable part also in decisions in the wife's role sector.

The techniques of the classification can be seen from Fig. 8 from which the concepts of Fig. 7 have been derived.

The shortcomings of this family classification manifesting decision making relations and based on the role behaviour of the spouses are connected with the problems the dichotomization of variables usually involves. The classification of the families falling close to the mean values of principal component score variables is questionable, and the potential classification errors can make themselves felt in the later phases of the analysis.

The family's principal component score on the dimension describing the husband's role sector		
	below the mean	above the mean
The family's principal component score on the dimension describing the wife's role sector: above the mean	Wife makes decisions in her own role sector, husband in his own	Wife makes decisions in the role sector of her own and the husband's
The family's principal component score on the dimension describing the wife's role sector: below the mean	Husband makes decisions in the role sector of his own and the wife's	Husband makes decisions in the wife's and wife in the husband's role sector

Fig. 8. Techniques of the family classification manifesting decision making relations, based on the role behaviour of the spouses.

In the present study, the frame of reference for the description of decision making behaviour and the classifications expressing the decision making relations of the family exclude the children from decision making behaviour. This is what has been done in most studies of decision making behaviour (H e e r 1963, p. 133). However, it may be useful to briefly explain the argumentation considered to justify this solution.

The children's share in the consumption decision of a family is manifold. In many cases they are both consumers and buyers. For some products, they are the source of information for the family member who makes the decision to buy. Also, there is a large number of products whose acquisition is subject to collective decision making in which the children actively participate. The children's possible participation in collective decision making has been found to depend most clearly on the type of product involved in decision making and on the children's share in the decision making concerning the acquisition of certain consumer goods used by is great (see W e l l s 1966, p. 138—139). Children may also considerably affect the »supermarket shopping behaviour» of the family (H a n s e n 1972, p. 402). The children's influence on the acquisition of consumer durables increases very much with age. In the collective decision making of the family, teen-aged children wield considerable influence when products like radios, record players and tape-recorders are chosen (H a n s e n 1972, p. 402). Bearing in mind the nature of building materials as commodities and the probable early stage of the life cycle of own-home builder families, the present study was limited to analyse the decision making behaviour of the spouses.

34244. Factors affecting the decision making relations of a family

The specification of the purpose of the present study (Section 2) presupposed an investigation of the background factors which affect the behaviour of the husband and wife in decision making situations. The analysis of the problem proposition (Section 31) in turn led to the conclusion that it was best to investigate the influences of the background factors by isolating the background variables which differentiate between the family classes formed on the basis of decision making behaviour. Such investigation needs a background of hypotheses concerning the influence of various factors on the family's decision making behaviour.

A general observation is that sector (object) of decision making decisively affects the relative shares of the spouses in decision making (see Item 3423). Many authors have found that when expensive consumer durables are purchased, in 50—70 per cent of the families studied spouses make the decision jointly (B l o o d and W o l f e 1960, S h a r p and M o t t 1956, W o l g a s t 1958). In the present study also, it was to be expected that the amount of jointly made decisions was great. When decisions concerning the choice of building materials are reviewed in relation to numerous decision making objects of different type, appreciable variation between the decisions is to be expected. Similarly, different families may be expected to behave differently in their decision making.

Section 3423 (especially Fig. 4) showed how the background factors were considered to affect the spouses' decision making behaviour through the power and role structure of the family. The hypotheses assembled here concerning the factors affecting the decision making relations of a family have been found, in the main, from reports of a family's power or role structure, or decision making within a family with a given power and/or role structure.

The most common variables describing the family and used in explaining the decision making behaviour are:

1. age of spouses
2. stage of the family life cycle
3. number of children

4. social class (status) of the family
5. educational level of the spouses
6. income bracket of the family

7. wife's occupational status
8. spouses' outward social relations

9. family's place of residence (type of community)

The variables are so grouped that each group contains variables of the same type, reflecting the same basic factors (see Juslin 1972 a, p. 75—79). The ages of the husband and wife, and the number of children, define the stage of the family life cycle. In terms of group concepts, these factors can indicate the developmental phase of the group, which again affects group activities and structures. The social class of the family, the educational level of the spouses, and the income of the family reflect the general behavioural conditions and inclinations of the family and the spouses. These depend both on the spouses' personal characteristics and their social environment. The wife's occupational status and the spouses' social relations outward can in a group situation reflect the amount of external alternatives affecting group dependence. The family's place of residence is related to the behavioural norms of the social environment to which the family is expected to conform.

With a view to analyses and interpretation, the observations on the effects of the above factors on decision making behaviour will be reviewed variable by variable in the following.

Age of husband and wife, and stage of the family life cycle

The age of the spouses has most often been used to explain the amount of jointly made decisions. The theoretical review has been made to comply with the role differentiation related to age and stage of the life cycle. With advancing age, the amount of jointly made decisions has been found to diminish, which means that role differentiation increases (Blood and Wolfe 1960, Granbois 1963, Volgast 1958). The observations made correspond to those common views according to which role differentiation increases in a group with time. However, the views on the relationship of age and decision making behaviour are contradictory. Kenkel, based on role assimilation, explains that joint decision making increases and role differentiation thus decreases over the life cycle (Kenkel 1960, p. 153—154).

Number of children

The general opinion is that the wife's relative share in decisions within the family decreases as the number of children grows. According to Heer's (1963) findings the husbands power to make decisions is at its maximum during the full-nest stage of the family life cycle. An explanation is offered by Eskola (1960) for example, according to whom the differentiation of spousal roles in one sector affects differentiation of roles in another sector.

Social class of the family

The effect of the social status of a family on the differentiation of roles and decision making behaviour has been found to be curvilinear. In the lower and upper social classes the roles are distinctly differentiated and joint decision making is less frequent, whereas in middle classes the joint decision making is more common and the roles are less clearly differentiated (Sharp and Mott 1956, Wolgast 1958, Komarovsky 1961). Attempts have been made to find an explanation in the spouses' personal behavioural conditions and cultural factors. The explanations do not seem particularly tenable.

Educational level of spouses

Of the variables discussed, education perhaps best reflects the spouses' personal prerequisites in decision making. Education and social status have a high mutual correlation. What was said above about the effects of the social class of the family on decision making behaviour also applies to educational level. Application of the principle of relative competence by Blood and Wolfe (1960) has shown that the relative educational superiority of one spouse to the other adds to the former's decision making power (Heer 1963).

Family income

The family income is the indicator of the family's material prerequisites. The high rate of joint decision making in the lower income brackets has been explained as a result of the stressing of the relative importance of (economic) decisions. In the higher income brackets the comparable decisions do not require so much deliberation, and either husband or wife can decide on their own.

Wife's occupational status

Usually the wife's employment outside the home is considered to add to her power of decision within the family (Heer 1963, Kenkel 1961). This has at least two explanations. The wife employed outside the family has more alternatives than the housewife, and she is therefore less dependent on her family and husband.On the other hand, if we quote the theoretical frame by Blood and Wolfe (1960, p. 12—13), it may be said that the financial resources at the family's disposal with a wife working outside the family are greater than those with a wife working at home. This brings her the power of decision. In his study of the internalization of the traditional role of

mother at home, K o s k i n e n (1972, p. 17—18) found that employment outside home promoted the growth of the wife's share in decisions concerning the purchase of consumer durables. But there are different findings. W o l g a s t (1958, p. 154) did not notice that the employment of wife outside home affected her power of decision.

T h e s p o u s e s' o u t w a r d s o c i a l r e l a t i o n s

According to B o t t (1957, p. 59—60), if a married couple has frequent social contacts outside the family, this reduces the interaction inside the family and therefore also has a reducing effect on the joint decision making.

T h e f a m i l y's p l a c e o f r e s i d e n c e

W o l g a s t (1958, p. 154) reports that joint decision making is more common in rural than urban conditions. In rural conditions, however, wife has less influence on decision making than in urban environment.

The value of the above research findings as hypotheses is reduced by the fact that the majority of them have been made in a cultural sphere different from conditions in Finland. Few Finnish studies have been concerned with the making of consumption decisions, and hypotheses must threfore be sought from afar.

343. The methodology of family study

3431. M e a s u r e m e n t o f d e c i s i o n m a k i n g b e h a v i o u r

Compared with individual decision making, the study of collective decision making can be considered easier and simpler in some respects. The former cannot be observed in the same way as the latter which requires communication. On the other hand, one might presume that it is easier for an individual to recognize the influences between himself and others in collective decision making than his own motives in individual decision making.

Decision making behaviour can be measured both by observation findings (empirical observation method) and the participants' own reports (reputational method) on the decision making situation. For observation, it will be necessary to organize a problem situation where the behaviour of those taking part in decision making can be observed. Observation is carried out using a pre-planned system, e.g. B a l e s' interaction analysis. The reports

of those taking part in decision making can be obtained in the form of various tests, interviews, inquiries, etc. Research has used both observation and the participants' reports. Both are methods that have received both approval and severe criticism. Especially when the power relations of marriage partners are measured, the problem of validity is particularly great (see H e e r 1963 for example).

K e n k e l (1961) recommends observation on the basis that only a small proportion of spouses are able to predict or observe correctly their individual influence in a decision making situation. K e n k e l compared his findings with the observation results based on B a l e s' system. S t r o d t b e c k, in turn, rejects the use of reports by those participating in decision making, for two reasons: (1) the correlation between power as measured by the two methods is low, and (2) too many respondents claim that power is equally divided (H e e r 1963, p. 134).

Both K e n k e l's and S t r o d t b e c k's criticism of the use of the reports of those participating in decision making is based on the assumption that standards of power relations obtained by the observation method are valid. However, this is not necessarily so. The worst problem concerning the use of the observation method is apparently its artificial nature: both the problem to be solved and the decision making situation with the observers are invented. One suspects that in such situations the decision making behaviour is also artificial (see e.g. H e e r 1963, J u s t e r 1961, M o r g a n 1961).

In most studies concerned with the decision making, power relations or role differentiation in the family, analysis has been based on information obtained by interviews with or inquiries from the husband and wife. Many kinds of problems are attached to the use of interviews and inquiries:

— What form should the questions be?
— To whom should the questions be addressed?
— If questions are addressed to one of the spouses, should it be the husband or the wife?
— If questions are addressed to both, what should be done if replies are different?
— Should children be interviewed?
— How can the validity and reliability of the measure be controlled?

In studies of the spouses' relative shares in consumption decisions, both direct and indirect questions can be used. In direct questions the inquiry involves the problem to be solved and by whom the decision will be made. Indirect questions try to investigate the power of the spouses by asking how well they remember acquisitions made for the family, how certain types of

conflicts are settled in the family, which are the brands of products the spouses prefer and what has been bought, etc. (A general survey of the methods used is given by Morgan 1961, p. 93).

Many, perhaps most, studies have utilized information supplied by just one of the spouses (e.g., Blood and Wolfe 1960, Sharp and Mott 1956, Wolgast 1958). When the inquiry or interview has been addressed to only one of the spouses, it has usually been the wife. The use of the replies of only one spouse has been argumented by pre-tests which have shown that the replies of husband and wife were in agreement (80—90 per cent).

Despite the broad agreement of the replies by husband and wife, a general observation has been that the spouses tend to belittle their own influence in decision making (see Heer 1963, p. 134 for example). Such a systematic error can be corrected by using in the analyses the mean values of the replies by husband and wife as measures of decision making behaviour. This procedure has, for example, been proposed by Engel et al. (1968, p. 337). The use of the procedure is recommended by Davis (1972, p. 9).

The share of children in decision making was discussed in Section 34243. In studies of how consumption decisions are made, it may be appropriate to interview children whenever they can be assumed to take part in decision making. When the couple's power relations in general are studied an interview of the children may be defended in order to test the validity of the measure.

A comparison of the observation method and the method based on interview or inquiry showed that the validity problem proves particularly awkward in the investigation of the husband's and wife's power relations. »The only evidence concerning the validity of the measures of family power at present is that they have a certain degree of construct validity» (Heer 1963, p. 136). Although reliability of the measures has hardly received any attention in studies concerned with the decision making behaviour of family, the reliability problem can be solved by the customary methods.

The most severe criticism of the interviews and inquiries has been based on the assertion that the husband and wife are incapable of evaluating their own or the spouse's influence on decision making. This criticism is muted, at least partly, by the general observation made in small-group studies that the group members are capable of identifying the rank order of powerful individuals (Golembiewski 1967, p. 100—101). This is the more probable the »older» the group. With reference to this observation, it should be possible for husband and wife to identify the family member who has power.

In the present study the decision making behaviour of the family was measured by means of a questionnaire containing direct questions. Both husband and wife answered the questions. Where the replies were different, their mean value was calculated and used in later analyses.

3432. Analysis methods

When the problem of the study was analysed (Item 31), the following types of problems were identified by a review of the decision making behaviour:

(1) Relevant description of decision making behaviour
(2) Formation of various family classes on the basis of decision making behaviour
(3) Discrimination of family classes with the aid of variables describing the social background and communication behaviour.

The theoretical choices made in the foregoing dictated, in the main, which or what kind of methods are possible in this study.

The description of decision making behaviour based on role theories presupposes an investigation of the basic structure of the space of variables describing the decision making behaviour. Such a structural description is made possible by factor analysis. Owing to the next phase of the analysis (constructing composite variables), however, the principal-components analysis was used.

The choice of principal-components analysis instead of factor analysis was based on comparison which paid attention to the characteristics of these methods in structural descriptions, and their characteristics in the formation of composite variables.

With a view to further analyses, it is useful to aim at a few uncorrelated variables. Both principal-components analysis and factor analysis are scaling methods that effectively reduce the number of the variables, but uncorrelated variables can be arrived at only by principal-components analysis. In the factor analysis, the estimation of communalities results in factor score variables formed being not necessarily mutually uncorrelated (Konttinen 1969, Nunnally 1967, p. 369). Principal-components analysis, thanks to its lack of ambiguity, has considerable advantages especially when the analysis of a material contains the calculation of principal component scores (Cooley and Lohnes 1966, p. 164, Konttinen 1969). The choice between principal-components analysis and factor analysis depends ultimately on the characteristics of principal-components analysis in structural description.

It has been generally observed that the results of principal-components analysis and factor analysis do not differ very much in practice. If the analysis is carried out on a large population of variables ($p > 20$), the results are practically identical. This is because the relative influence of diagonal elements diminishes as the number of variables in the correlation matrix increases. Diagonal elements have been discussed in greater detail elsewhere

(J u s l i n 1972 a, p. 64—68). When the number of variables is small the relative influence of the diagonal elements is greater, but even then it is to be expected that the results obtained with the two methods of analysis are highly similar. This again is probably due to the fact that the principal-components analysis, striving towards maximum variance with every component, permits the emergence of unique variance only after a few principal components. When only first few principal components are used in further analysis the share of the error variance in the results of the analysis is minimized. Limitation of analysis to cover only the first few principal components has an influence similar to that of the communality estimation in factor analysis. The problem of communality estimation has been discussed elsewhere (J u s l i n 1972 a).

A comparison of the results of the factor analysis and the principal-components analysis reveals that variable descriptions so made were practically identical (see J u s l i n 1972 a). Consequently, the use of the principal-components analysis can apparently be considered justified.

The formation of different family classes is directly based on dimensions revealed by the principal-components analysis, as was described in Section 34243. The formation of family classes presupposes a calculation of principal component scores per observation. Family classes are arrived at by dichotomization of the principal component score variables and by cross-tabulating them.

A parsimonious discrimination of family classes is achieved by discriminant analysis utilizing variables describing social background and communication behaviour (see e.g. C o o l e y and L o h n e s 1966). Discriminant analysis is discussed in Section 5231.

In addition to these basic methods, the present study uses other methods in individual cases, such as correlation and partial correlation analysis, tabulations and mean value studies.

By way of a summary, diagram (Fig. 9, p. 48) seeks to concretize and systema tize the framework within which decision making behaviour is investigated. The figure shows the defined study objectives concerning decision making behaviour and the use of empirical measurements, analysis methods and theories of interpretation towards achieving these objectives.

35. Receiving information on building materials

351. Communication, marketing communication, communication behaviour

The use of the term communication, adopted by many languages, presupposes a clarifying definition since its use in Finnish is most varied. In communication research the term is relatively clear, condensed by

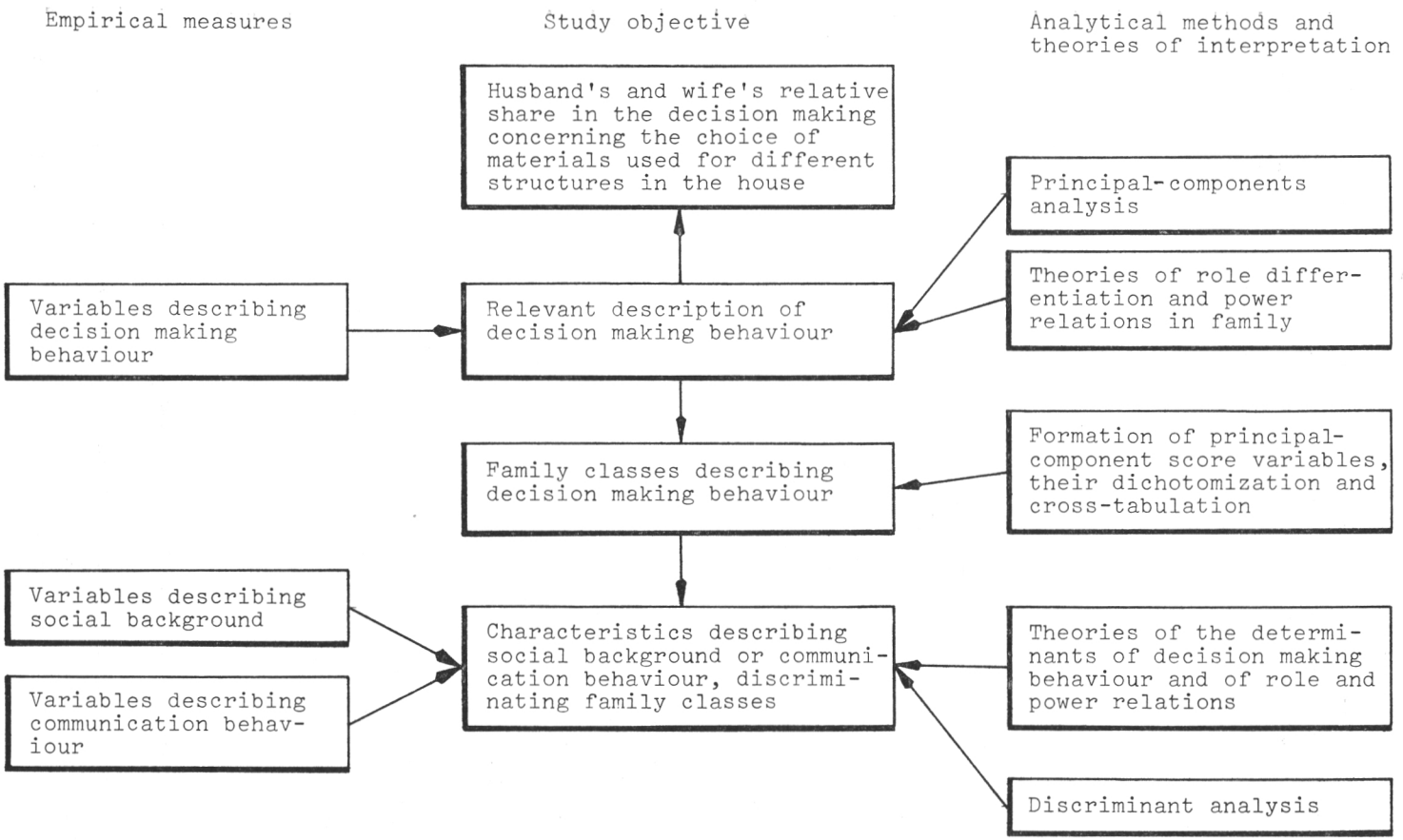


Fig. 9. Defined study objectives associated with decision making behaviour and the plan for their achievement.

Aranguren (1967, p. 11), for example, into the following definition: »Communication is any transmission of information by means of the emission, conduction and reception of a message». Despite its brevity, the definition does carry the basic elements of communication: sender, channel, message and recipient. When a definition of the concept of information is combined with the former definition, a tangible picture is obtained of the wide coverage of the concept of communication. Information consists of all that reduces the recipient's intellectual uncertainty of a situation (see e.g. Smith 1966, p. 522). The wide coverage of the concept of communication is suggested also by Katz and Lazarsfeld (1966, p. 33), for example, when they say that all interpersonal relations are potential networks of communication.

Lasswell, a classic in communication research, has tried to condense the problems of his field of science into the saying »who says what in which channel to whom with what effect». According to Katz and Lazarsfeld (1966, p. 19) the ultimate aim of all communication research has been to clarify the effects produced by communication. »Mass media research has aimed at an understanding of how and under what conditions mass media campaingns succeed in influencing opinions and attitudes» (Katz and Lazarsfeld 1966, p. 19). Objectives of this kind are particularly visible from the definitions of marketing communication in the literature on marketing.

Bråten (1968, p. 19) finds that marketing communication contains the problems confronted when flows of information from and to the market are channelled and controlled. Nowak presents an even narrower view by defining marketing communication as the organized communication input an enterprise makes in order to affect market behaviour (Bråten 1968, p. 82). The concept might be widened by including also any communication on the market whether organized by the enterprise or not and originating from social interaction between consumers.

When marketing communication is discussed it is necessary to determine the angle from which the communication event is approached (see Crane 1966, p. 11—12). The desirable characteristics of the message and channel decisively depend on the objectives of the sender and the recipient. In marketing the marketer tries to steer the purchase decisions towards his own products, the consumer in turn seeks information in order to be able to make purchase decisions relevant to his own needs. Marketing research produces information that can be used in planning the marketing communication.

The present study primarily pays attention to that part of marketing communication dealing with the channelling to consumer of information and influence associated with a product. This sector is called product communication. Product communication is considered to include all information and influencing concerned with the products to be chosen, regardless of sender

and channel. The behaviour concerning product information acquisition is called, in the present study, communication behaviour. This behaviour contains both the behaviour reflecting the general prerequisites of receiving product information and the behaviour describing reception of product information.

When communication behaviour is reviewed as a component of consumer behaviour or the consumer's decision making process, the following requirements have to be met (McLeod and O'Keefe 1972, p. 122—123):

(1) It must be possible to draft a relevant description of communication behaviour (patterns of communication behaviour).

(2) It must be possible to tie these patterns to their functional antecedents.

(3) It must be possible to point out the links between antecedent communication behaviour and consumer choice behaviour.

It was stated in Section 33 that communication behaviour, operationalized, contains both the variables measuring the detached house builder's exposure to communication channels (the general prerequisites of receiving product information) and those measuring the receipt of product information. The method of operationalizing communication behaviour used in the present study is perhaps the most common, and the one most frequently used in research. It should be pointed out that communication behaviour in other contexts may refer to things other than exposure to various communication channels. Other operationalizations are described by McLeod and O'Keefe (1972, p. 123—126) for example.

352. General prerequisites of receiving product information

3521. Receiving product information as a part of the general communication behaviour of the builder family

Engel et al. (1968, p. 378—379) using decision-process approach divide the consumer's search for information required for choice decisions into an external and internal search. Internal search utilizes information stored in the memory and is thus resultant upon past experiences. In external search the consumer who wishes to learn about alternative solutions to his problem, the characteristics of the alternatives, and their relative suitability, uses mass communication channels, personal channels, and channels dominated by commerce. External search, according to the above authors, is determined by numerous factors, of which the majority is associated with a certain individual

decision problem (E n g e l et al. 1968, p. 382—388). Their discussion of the communication behaviour reflects the customary thinking of the decision making models describing consumer behaviour. Communication behaviour is often seen as a process detached from its environment but this would appear unrealistic.

Ideas presented by M c Q u a i l (1972, p. 83) in his review of the sociology of mass communication, can be applied to outline the relations between the consumer's communication behaviour and his environment. Based on the ideas by P a r s o n s and W h i t e (1960, p. 67—77), M c Q u a i l suggests that mass communication should be studied as a structural characteristic of society, a differentiated social system. Mass communication as a structural characteristic of society would then be comparable e.g. to the economic and political structure of society. M c Q u a i l' s thinking moves at the macrolevel and contains no suggestions as to how this thinking could be operationalized at the individual level. Operationalization at the individual level here refers to the way in which the individual's position in the mass communication structure of society is definable.

Efforts to operationalize the above thinking at the individual level can seek a model from researchwork done in the field of social structures for example. The individual's position in the social structure is determined by the combined effect of several indicators of social status, such as education, occupation, housing, etc. These indicators are developed into indices of social status which then are applied in various connections to describe the social status (»social character») of the person concerned. A similar procedure might be applied in mass communication structure so that various factors describing the mass communication behaviour of the individual would indicate his position in the mass communication structure and so determine his »communication characteristics». The above ideas are utilized in the present study: the communication structure of society is assumed to be composed of the channels of both mass communication and interpersonal communication. The individual's standing in communication structure and consequently, his communication characteristics are determined on the basis of the extent to which he uses the above mentioned channels.

3522. C o m m u n i c a t i o n c h a n n e l s

When the reception of product information is said to be a part of the builder family's communication behaviour, it is assumed that the builders can receive information concerned with their choice of material from their environment in numerous situations of their lives. This wide scope makes the study of the communication event problematic, especially that of the influ-

ence of communication. To chart the flow of product information, the consumer's environment is usually divided into channels appropriate for such study.

The channels are perhaps most frequently divided into natural and artificial. Natural channels refer to interpersonal communication (by means of language, gestures or expressions of the face) in micro- or macrogroups. Artificial communication channels comprise printed matter, radio, TV and cinema etc. (A r a n g u r e n 1967, p. 104—126). Among product communication channels, personal selling and social interaction of consumers are examples of the natural communication channels, while advertising and sales promotion mainly use artificial channels. The general applicability of the division of channels into natural/artificial is supported by the fact that many classifications of product communication channels divide the channels to natural and artificial.

The following basic types of consumer information sources mentioned by C o x (1963, p. 63) are based on the control of the channel: channels dominated by commerce, those dominated by the consumer, and the neutral channels. A classification, similar in principle, is applied by H o w a r d and S h e t h (1969, p. 295—321) who divide the sources of consumer information into consumer sources, commercial sources and neutral sources. The channel classification based on control can be simplified by a simple division into commercial and non-commercial. Also the concepts formal and non-formal channels refers to the control of the channel. Formal product communication channels include those controlled by commerce. Product information can be obtained also through non-formal channels. As indicated above, most channel classifications can be reduced also to the natural/artificial division. The attached diagram (Fig. 10) shows a classification based on two criteria.

With a view to total information available to the consumer in the decision making situation, it is highly interesting to study the mutual relations of communication channels. The relationship of commercial and non-commercial channels attract attention. Marketing research has inherited from general communication research the habit of reviewing this question as a relationship between mass communication and interpersonal communication.

The classical frame for a review of the relationship of mass communication and interpersonal communication is the idea, crystallized into theory some 25 years ago, of »the two-step flow of communication». The essential content of the two-step flow theory is that information is conveyed by mass media to the so-called opinion leaders and from them via personal influence to the less active part of population (K a t z and L a z a r s f e l d, 1966). The suitability of the two-step flow theory as the frame of reference for the present study has been discussed in another context (J u s l i n 1972 a, p. 30—32).

Control of channel	Channel characteristic: Natural	Channel characteristic: Artificial
Commercial	Commercial channels based on natural communication, e.g. personal selling	Commercial channels based on artificial communication, e.g. advertising
Non-commercial	Non-commercial channels based on natural communication, e.g. personal interaction of consumers	Non-commercial channels based on artificial communication, e.g. consumer publications

Fig. 10. Channel classification based on the characteristics and control of product communication channel.

Hypotheses derived from the two-step flow theory have been verified in studies of many sectors of disseminating information (e.g. C o l e m a n et al. 1966, K i n g 1963, S i l k 1966). The theory has also been criticized (e.g. C o x 1963). In the two-step flow theory the transmission of information is seen as a process which starts from mass media and ends with the passive audience. The key to the study of an audience is whether it is seen as recipient or seeker of information, i.e. passive or active. Although K a t z (1963, p. 82) finds that opinion followership presupposes an interest in the subject in question, the audience in the two-step flow theory is usually seen as a passive receiver (C o x 1963). This is the greatest weakness of the theory, in C o x' s opinion (1963, p. 69), when the theory is applied to a review of the decision making process, important to the consumer. The more important the decision involved, the higher the perceived risk, and the greater the consumer's motivation to seek information on product, in order to reduce the risk.

The two-step flow theory disregards not only the motivation of the recipient but also the motivation of the opinion leader to disseminate information. In order that the motives of the opinion leaders, and the consumers to disseminate and seek information be taken into consideration, E n g e l et al. (1968, p. 393—395) proposed» an interaction model of personal influence» as frame of reference for personal influence. The idea underlying the model is that both the opinion leader and the consumer seeking information have motivation against which their interaction can be understood. Also such personal interaction as does not correspond to the social situation behind the two-phase step flow theory (e.g. seller-buyer interaction) can be studied within the interaction model.

In the present study, mass communication and interpersonal communication are assumed to be parallel and complementary rather than consecutive forms of communication. The study and interpretation of personal influence are based mainly on ideas obtained from the interaction model.

3523. Exposure to communication channels

Exposure to various communication channels and receiving of information have been explained in many different ways. In this connection the explanations are divided into two classes:

(1) approach psychologizing the communication behaviour, and
(2) approach sociologizing the communication behaviour.

Both approaches recognize the selectivity of the recipient in the different phases of communication process. The approaches differ expressly in the determinants of selection. The first approach looks for an explanation of the choices among the inner states of the recipient, while the second explains the communication behaviour as a reflection of the individual's general situation of life.

Indicators of inner states that can be used in studies of communication behaviour include e.g. needs, motives, attitudes, values and various cognitive states (e.g. cognitive balance). Use of mass media can naturally be interpreted as dependent upon the recipient's needs. The concept of need, if used uncritically, however, easily leads to non-committal vicious circles: use of any mass media can be explained as proof of the relevant person's need. Existence of this need, however, is not evidenced by anything else than that he uses certain mass media (Hemanus 1973, p. 33).

Attitudes and values have been explained to affect communication behaviour in such a way that the individual is susceptible to any information that is congruent with his attitudes and values. Accordingly, an individual is assumed to reject information disagreeing with his attitudes and values (see Cox 1964, p. 376, or Second and Backman 1964, p. 181 for example). Information contradictory to existing attitudes and values, or otherwise disturbing, is explained to cause a cognitive dissonance, which leads to rejection of this kind of information and the channels transmitting it.

The sociologically oriented studies, relatively numerous in Finland in the 1960s, have arrived at markedly different results concerning the determinants of the recipient's selection. The selection by a recipient of mass communication, in its different forms, was considered in the first place to have been governed by his interests, accustomed routine and other similar factors. Not even propaganda contained in mass media or in a certain type of material necessarily makes dissenters reject the media or the material concerned (Hemanus 1973, p. 44). Summarizing, people's behaviour and attitudes in relation to mass media reflect their general situation of life. (Byckling 1969, p. 181, see also De Fleur 1970, p. 118—154). The indicator of the situation of life used in most cases is the socioeconomic background of the recipients of mass communication.

The most common weakness of the sociologic studies of communication behaviour is, however, that it merely locates the communication behaviour within the social structure by socioeconomic indicators, without even trying to explain the process through which this social structure affects the communication behaviour. Comments on the effects are mostly of conjectural nature:

> »Individuals with a higher level of education are, thanks to their studies and occupation, better accustomed to printed word than others. They perhaps also dislike, more than others, the radio and TV programme policy which often simply tries to entertain. It is also possible that, for ideological reasons, they favour newspapers and magazines published mainly by private enterprises.» (H e m a n u s 1973, p. 44—45).
>
> »... and this (level of education) increases habituation to the use of written media and the reception of information through verbal text becomes increasingly easier.» (B y c k l i n g 1969, p. 188).
>
> »The great popularity of television and discrimination against books has been observed among the social classes with a low educational level. A picture, as transmitter of information, requires less training in the recipient than a word.» (A l l a r d t and L i t t u n e n 1972, p. 368—369).

The quotations above do not express, at least not explicitly, how exposure to communication could be explained in terms of a more general concept or system of concepts. M c L e o d and O' K e e f e (1972, p. 121—168) used the concept of socialization as a frame of reference serving the interpretation of exposure to communication and understanding its causes. In a socialization review it is possible to try to specify the social origins of communication behaviour, and the processes within which it has been learned and maintained. A study of the determinants of communication behaviour therefore presupposes both a specification of the conditions in which it was learned, and its localization in the social structure (M c L e o d and O' K e e f e 1972, p. 128, see also C h a f f e e 1972, p. 95—120, and K o s k i n e n 1969).

It was stated above that the people's mass communication behaviour reflects their general situation of life. In view of the empirical part of the present study, the circumstances affecting exposure to communication should be more precisely defined.

Customary factors describing the social background have been used as determinants (or at least correlates) of exposure to communication. They include education, income, occupation and age (H e m p e l 1969, p. 244). However, the results of studies of exposure to communication have remained relatively meagre as regards the number of significant independent variables.

In most cases only educational level has been found to affect the exposure to communication.

> Persons with a higher educational level are inclined to read more papers (Byckling 1969, p. 186, Hadenius and Weibull 1970, p. 299, Nordenstreng 1969, p. 24—27, Mc Leod and O' Keefe 1972, p. 156—158).
>
> On higher educational levels the telecommunication media, radio and television, are used less (Nordenstreng 1969, p. 18—23).

The exposure to interpersonal communication channels has not been subject to systematic study in the same way as that to mass communication media. For this reason to the discussion of interpersonal communication has been paid less attention in the present paper.

353. Receipt of product information

3531. Exposure to communication, and receipt of product information

As indicated above, communication behaviour refers to exposure to communication on the one hand and to the receipt of product information on the other. Exposure to communication reflects the overall prerequisites of receiving product information. The receipt of product information is reviewed in the present paper expressly from the point of view of the relative roles of various communication channels to detached house builders when trying to obtain information on building materials. In the diagram showing the general frame of reference of the study (Fig. 3), communication behaviour was described as one entity. The attached diagram (Fig. 11) reviews the relations between exposure to communication and the receipt of product information in the present study.

Usually, in reviews of the decision making process in consumer behaviour, the receipt of product information is considered a question of influence: how a certain kind of information has affected the consumer's choice. In the present paper the variables describing the receipt of product information show how much information the detached house builders themselves feel they have received through various channels. A review of the relationship between exposure to communication and receipt of product information tries to describe more precisely the conditions under which exposure to a certain channel or a certain type of channel leads to reception of information. The present study has distinct points of contact both with the models of the consumer's decision making process and the traditional studies of the influence of communication.

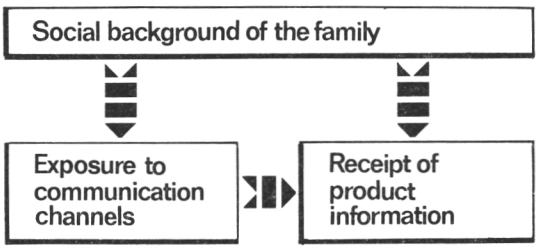


Fig. 11. Frame of reference for the review of communication behaviour.

The consumer behaviour model of the Lazarsfeld School divides the external factors affecting consumer behaviour into exposure variables and influence variables (Nicosia 1966, p. 102). The former category includes, for example, the communication channels used. They become influence variables after their causal effect on the decisions is assessed. The present paper disregards the causal connections between receiving of information and the decisions. Variables measuring the receipt of product information and exposure to communication are used in the study of the intellectual prerequisites for intrafamily decision making. While the model of the Lazarsfeld School poses the question of how exposure variables turn into influence variables, the present study poses the question how exposure to communication leads to the feeling of receiving information.

Based on the research tradition guided by studies of the effects of communication, Katz and Lazarsfeld (1966, p. 21—25) list the following intervening factors affecting the dissemination and acceptance of information in a mass communication process:

(1) the recipient's exposure (or access) to the communication channel concerned
(2) the psychological characteristics of the communication channel in relation to the recipient
(3) the contentual characteristics of the message in relation to the recipient
(4) the attitudinal exposure of the recipient to the communication

The factors listed by Katz and Lazarsfeld follow from studies of communication behaviour by means of the psychological approach. These observations might be applied to the receipt of product information and infer that the consumer accepts the product information if he is physically and attitudinally exposed to the communication channel concerned, and if the psychological characteristics of the channel and the message suit the consumer's psychological state.

Using the results of studies with sociological approach to communication behaviour and common sense, it may be said that the consumer's chances of receiving product information are affected by

(1) the communication channels to which the consumer is exposed
(2) the channels through which product information is transmitted
(3) the way in which the consumer evaluates the channels

Item (1) corresponds to that of the list of Katz and Lazarsfeld. Item (3) covers Items (2), (3) and (4) of the above authors. How the channel is evaluated by the consumer is governed by the psychological characteristics of the channel and the message, and the consumer's attitudinal exposure to communication on the whole. The characteristics of the message are highly dependent on those of the channel. The message and the channel are therefore best discussed side by side.

Although the duties of different mass media in disseminating information of different kinds are differently weighted, it has been found that the media are put to versatile use. The recipients of mass communication do not assume any division of labour between the mass media (Ahmavaara et al. 1972, p. 226—232, Pietilä 1969, p. 46—61). This leads to the assumption that

> product information is received through those channels to which recipients are most exposed.

The supply of product information by various channels varies, and this naturally may affect the receipt of product information. Although the fundamental tasks of the media are the same, certain media are more important than others in certain fields (Pietilä 1969, p. 59). This importance is affected by the way in which the role of individual mass media is evaluated.

According to its perceived contents, communication can be divided into informative, persuasive and entertaining (Secord and Backman 1964, p. 226). Allardt and Littunen (1972, p. 348—384) used the names »discussing information material (informative)» and »safe information material (entertaining)». Schramm (1969) uses the terms »information material of delayed reward» and »information material of immediate reward». Pietilä (1969, p. 46—61) refers to numerous studies according to which the role of telecommunication media (radio and TV) acquires more weight in the field of entertainment whereas the role of printed media (daily and periodical papers) is more weighted in the field of matter-of-fact information. On the basis of these general observations, it may be assumed that

> more product information is obtained through printed media than telecommunication media.

A factor associated with selection of information material and effect of communication is the perceived credibility of the channel which is also reviewed alongside informativeness and entertainment. Broadly speaking, communication is found the more reliable the closer it is to interpersonal communication. The credibility of interpersonal communication, in turn, depends, for example, on how the communicator's social status, intentions and expertness are experienced (Secord and Backman 1964, p. 125—132).

> It may be assumed that personal communication channels perceived as reliable and expert acquire emphasis in transmission of product information.

The above are some of the general factors under which exposure to a given communication channel leads to acceptance of information. More detailed information on the relative importance of the various communication channels is obtained by analysing the relations between the characteristics of the communication channels, those of the users and those of the decision making process.

3532. The relative importance of the sources of information

An idea of the choice of information channel based on the exposure to communication and the roles and characteristics of communication channels remains on a very general level. Especially the applied studies have tried to make this idea more precise by attaching the receipt of information to the various phases of the decision making process. This approach is particularly typical of studies in rural sociology concerned with the diffusion of innovations (see Rogers 1968 for example). Problems of disseminating product information are comparable to those of this process.

The choice of product information channel in the decision making process can be studied from at least three angles. The choice of the channel is affected by

(1) the importance of the decision to the decision maker, the perceived risk

(2) the type of information required in the different phases of the decision making process

(3) stage of market development of the product

The importance of the decision to be made — especially the perceived risk — has been found to increase the use of personal sources. Many authors have found that

> the use of interpersonal communication channels increases on transition from cheaper to more expensive products (Engel et al. 1968, p. 404—421).

Increased empirical evidence of the effects of the perceived risk on the choice of the communication channel has been obtained from studies dealing with physicians' sources of information on new drugs. (Bauer et al. 1966, p. 40—47).

Different information is used in the different phases of the decision making process. In studies of the choice of communication channel, the end use of the information must therefore be taken into account. Cox (1963, p. 62) states that the decision making process requires information of three types. First, the consumer must be aware of the existence (or availability) of the product. Second, he must acquire an interest in the product. Third, information is required for evaluation of whether and how the product satisfies the need. In some studies of rural sociology, mass media were the most significant distributors of product information (awareness stage) whereas neighbours have played the leading role in arousing the interest. Leaflets on the product entered the scene when comparisons were being made (evaluation stage) (Rogers 1968). Corresponding results have been obtained in other sectors as well (Cox 1963, Granbois 1963, Hempel 1966). Broadly, it may be said that

> information of the greatest possible coverage is received through mass media. Interpersonal communication channels have a legitimizing and evaluating function.

The stage of market development of the product as determinant of the relative importance of the sources of information refers to the marketer's angle. Relations between the stage of market development of the product and the use of product communication channels by marketers have been reviewed in frames of reference produced by studies of the diffusion of innovations (Engel et al. 1968, p. 567—571). A common observation, which seems obvious is that the importance of mass communication channels is at its maximum in the initial stages of the spread of new products. Once the product is generally known, and experiences on its use are available, the importance of inter-personal communication channels grows.

3533. Product information and intrafamily decision making behaviour

The purpose of the review of intrafamily decision making behaviour and product information is to relate the exposure to and receipt of product information to a family's decision making behaviour: what kind of communication behaviour leads to participation in intrafamily decisions. The study does not attempt to discover how the builder family copes with the amount of product information it has.

The question of exposure to and receipt of product information is relative. The content of the scores of variables measuring exposure to and receipt of product information in a family is ultimately determined by scores of other spouses in the relevant behavioural fields.

Few observations are available on the relations of communication behaviour and decision making behaviour between husband and wife. In his study of the decision making behaviour in the choice of consumer durables, Granbois (1963, p. 55—56) assumed that

> degree of product information seeking is lower in families where decisions are made by one of the spouses alone.

The same author has assumed that

> differentiation of decision making leads to emphasized importance of inter-personal communication channels

Apparently the desire to obtain personal support or reinforcement is then greater (see also Engel et al. 1968, p. 402—412).

354. Methodology of communication research

3541. Measurement of communication behaviour

Measurements of exposure to communication are used in the present study in an attempt to reveal the general prerequisites for receiving product information. More operationally, the measures of exposure to communication should disclose how often detached house builder is exposed to communication channels through which he could obtain product information. The measurement problems are slightly different for different communication channels.

Exposure to printed media has been measured primarily in two ways. Firstly, the time spent on the media concerned (reading time) can be deter-

mined. Secondly, the number of the printed products read regularly can be ascertained. When the measure is regular reading, and not the number of printed products subscribed to or otherwise received in the home, it covers also the papers read outside home and takes into account that all printed matter received is not read. Reading time as a measure of exposure to communication has been criticized perhaps more severely than the number of papers read (see Mc Leod and O'Keefe 1972, p. 123). This is due, for example, to the observation that reading time is decisively affected by the amount of leisure at a person's disposal. Measuring the reading time usually requires a diary method. Since the present study seeks to pinpoint the potential chances of becoming exposed to product information, the measuring method selected was that emphasizing the number of media and not the time spent on them.

For telecommunication media the problem of measuring the exposure to a channel differed from the former since it was to be expected that all or at least a vast majority of the detached house builders have both radio and television. A measure indicating ownership is no discriminator. The only possibility was therefore to measure the time spent on the media. Determination of the time spent listening to the radio or watching television without the diary method is apparently easier than the determination of reading time, since the estimates can be based on the programme times of radio and television.

Exposure to interpersonal channels can be operationalized by means of contact frequencies (see Katz and Lazarsfeld 1966). Measurement of contact frequencies is combined with considerable reliability problems, due to mistaken recollection for example. The present study sought to check the reliability of the measurements (see Appendix 14).

The receipt of product information was measured with Likert's grading. In these measurements, validity problem is almost as important as the reliability problem. The validity of the measure could have been tested somehow, with questions such as those of an information contest. In a study based mainly on a mailed inquiry this method is, however, difficult to apply. When scores describing the receipt of product information are interpreted it should be taken into account that they describe the house builders' personal views of whence and how much product information they received.

3542. Analysis of the measurement results

When the problem situation of the study was analysed (Section 31), investigation of exposure to communication was seen to present the following types of problems:

(1) How the spouses' general exposure to product information can be described in a way permitting the use of the description as basis of consumer classifications reflecting the exposure to product information
(2) Which of the variables describing the social background of detached house builders discriminate between classes with different exposure to product information.

The types of problems connected with the receipt of product information are of a similar kind.

The above theoretical review of communication behaviour seeks to create a basis for the analysis of these types of problems. Description of communication behaviour is built on communication channel structures. The channel structures are considered with a view to the detached house builder's behaviour regarding the different channels. The methodological problem is the disclosure of the basic dimensions of the communication channel structure observed. When communication behaviour has been measured within as large a number of channels as possible, speaking of the basic dimensions of communication channels is justified. Principal-components analysis is used to reveal the basic dimensions of communication behaviour.

Consumer classification according to communication behaviour is based directly on dimensions revealed by the principal-components analysis. Classifying consumers according to communication behaviour is, in principle, similar to that of family classification based on decision making behaviour (see Section 34243). Formation of consumer classification presupposes calculations of principal components scores per observation. Consumer classes are arrived at by dichotomizing and cross-tabulating the principal component score variables. The details of the classification will be discussed further in the empirical section of this study.

Consumer classes are distinguished according to variables reflecting the social background by means of discriminant analysis. The classes reflecting the receipt of product information are distinguished also according to the variables indicating exposure to communication.

Summarizing, Fig. 12 (p. 64) shows the framework within which communication behaviour is reviewed. The figure defines the study objectives and the use of methods for analysing empirical measurements as well as the interpretation theories for the achievement of these objectives.

36. The social background of detached house builders

The general frame of reference of the study (Section 33, particularly Fig. 3) shows that the social background of the builders is used to analyse the differences of both the family classes describing decision making behaviour

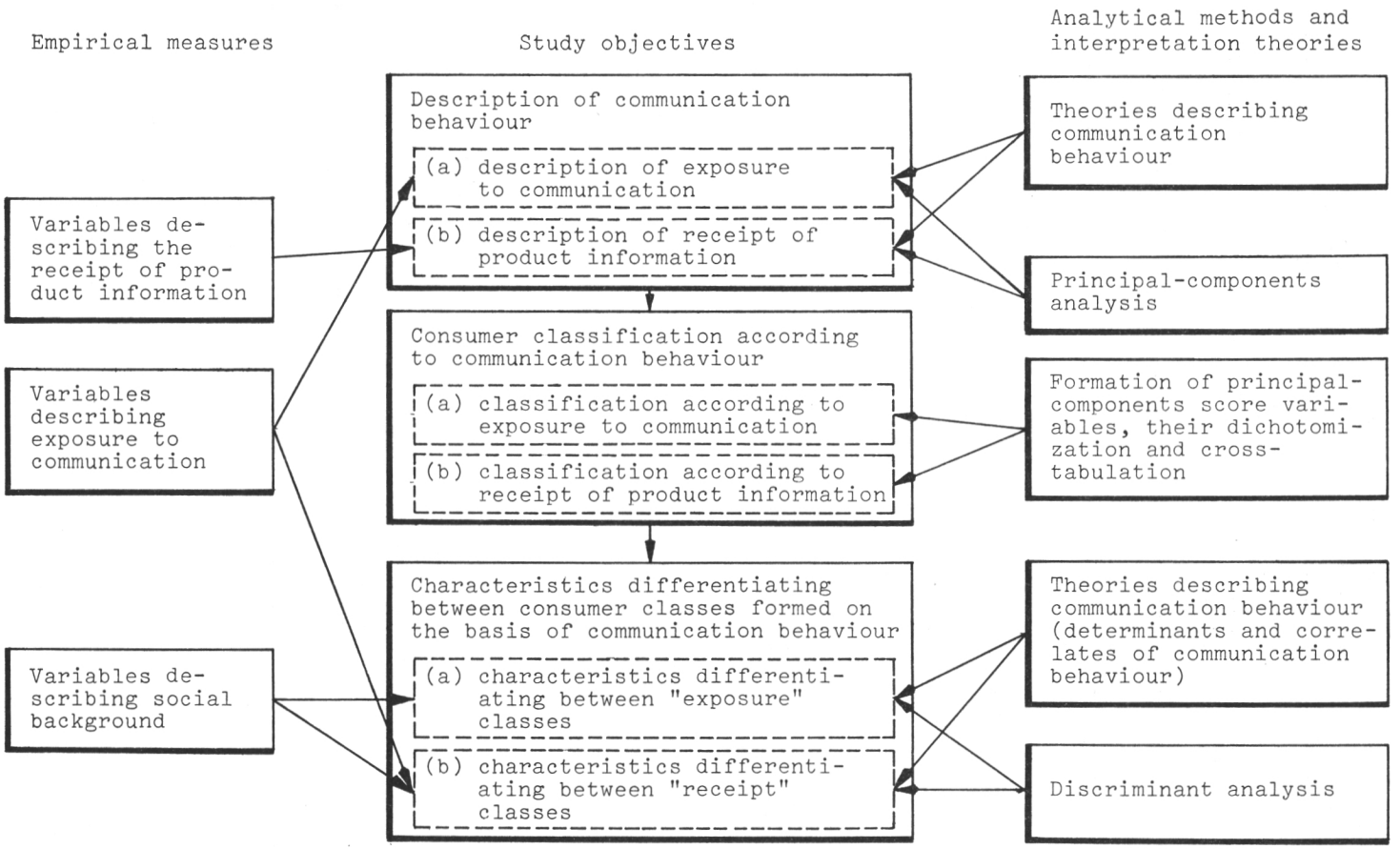


Fig. 12. Defined study objectives concerned with communication behaviour, and a plan for their achievement.

and those describing communication behaviour. A purposive structure of the measure of the social background of spouses (families) can therefore be derived from the theories and empirical observations expressing the relations of decision making behaviour and communication behaviour with the social background. In this connection an attempt is made to review the case for the use of variables describing the social background. The special problems connected with the construction of these variables is also briefly discussed. The contents of the variables describing the social background is discussed in some detail in connection with the selection of these variables.

In most studies concerned with the social behaviour of people (including marketing research), one group of variables is the social background. This group, considering the field covered by the variables, is extremely varied, and extends from individual variables to those describing the structure of the community. Although the composition of variables may vary considerably depending on the study situation, the use of variables of the following kind is very general: sex, age, education, occupation, income and place of residence. There are at least two general reasons for the use of variables describing the social background. One very essential reason, of technical nature, is their measurability both as regards ease and reliability. The other reason is that these variables have been found to be relatively g o o d i n d i c a t o r s o f t h e e f f e c t s o f a n i n d i v i d u a l ' s c o n d i t i o n s o f l i f e a n d e n v i r o n m e n t, especially in explaining economic behaviour (see H i l l 1961, p. 67—69). The last mentioned reason is essential in the development of the theory of consumer behaviour, the former especially in the application of theories to marketing planning. It may be pointed out here that attempts to explain differences in the decision making processes of families by means of personality variables have failed (H a n s e n 1972, p. 393). Nor have personality variables been particularly good for predicting communication behaviour.

The theoretical frame of reference of the present study is built mainly on the cultural explanation of consumer behaviour (see A l l a r d t 1971). Decision making behaviour is reviewed as role behaviour. Behaviour within role models is explained with cultural influences. Cultural influences are taken to include both the membership and reference group influences, and the more extensive cultural influences. Cultural influences are often interpreted with such intervening factors as norms. A norm is understood as a generally recognized rule indicating the permissibility of a form of behaviour. For example in a given civilization the role norms determine the duties of the family father and those of the mother.

The use of variables describing the social background in connection with cultural explanations can be explained by the fact that they are assumed to reflect social effects. They are assumed to measure g r o u p m e m b e r-

ship or generally, cultural influences on the individual's behaviour. Most background variables used in sociology to describe the individual can be interpreted as environmental variables if desired (Valkonen 1970, p. 7).

The effects of social background on decision making behaviour are supposed to manifest themselves through role behaviour. Communication behaviour, in turn, is assumed to reflect the position of the individual in the social structure. Indentical communication behaviour of people of the same social stratum is explained by Byckling (1969, p. 182) by assuming that these people are tied together by identical problems and needs resulting from their social status. The same matter is expressed by De Fleur (1970, p. 123) by saying that people on same social stratum in the social structure are exposed to similar social stimuli, and the resulting behaviour is rather uniform. When communication behaviour is explained, therefore, the variables describing social background by indicating the position of individuals in social structure are in a key position.

Mc Leod and O'Keefe (1972, p. 121—168) have criticized the use of variables describing the social background in communication studies on the basis that, with their aid, behaviour pattern is in most cases only located within the social structure without explaining it. To repair this state of affairs they suggest the use of socialization approach. Even then, variables describing social background are also required as operational measures of socialization.

One of the problems of the present study, shared by all group studies, is to construct variables that describe the group as an entity. In principle, they can be constructed in many ways (see Eskola 1960, p. 84). A family can be described according to one of its members. The husband's social class is often used as the standard of the family's social status. Sum, difference or mean value variables to describe the whole family can be formed from values the family members have obtained with variables describing the social background: mean age, taxable income, difference in educational level, etc. A third method proposed by Eskola, actually contained in the former, is to form variables which describe relations between group members or their relative characteristics: e.g. the typology (1) the husband is older, (2) the spouses are even-aged, (3) the wife is older. The problem of constructing variables to describe the family entity becomes essential particularly when decision making behaviour is reviewed.

A valuable composite background variable for the study of consumer behaviour is the measure of the family life cycle. Such a variable can be composed on the basis of the spouses' age, duration of marriage, number and ages of children etc. The usefulness of the stage of life cycle is based on the fact that purchases of a certain type, are connected with each phase of life.

37. Choice and construction of variables

371. General principles

The general frame of reference of the study, guiding the choice of variables, was presented under Item 33. According to it, the present study uses variables from the following groups associated with the choice of building materials for detached house:

(1) Decision making behaviour
(2) Communication behaviour
(3) Social background

Due to the disjointedness of the frame of reference guiding the implementation of the study, the choice of variables is to some extent experimental. The experimental nature is emphasized especially as regards new variables built from the raw variables (this does not refer to composite variables formed on the basis of principal-components analysis). Although the variables are relatively numerous (especially in relation to the number of observations), the variable coverage of the fields of phenomena leaves a good deal to desire. The variable coverage, however, is always a compromise between research objectives and research facilities. Especially the analysis of communication behaviour remains on a very general level in the present study. A more detailed analysis must be left for future studies.

The criterion for the choice of variables (and of theories) has been the greatest possible universality as well as suitability for the solution of this very study. The universality of the variables is here considered to be associated with their measurability. Variable choices have been guided by the theories of consumer behaviour mentioned above, the author's own intuition, and experiences and observations of the choice of building materials.

372. Variables describing decision making behaviour

Fig. 5, Section 34242, shows the principles of the study of decision making behaviour. Decision making is assumed to be channelled to the spouses within the role patterns internalized by them. The frame of reference used presupposes empirical observations of how the spouses participated in decision making when building materials were chosen for the various structures of the edtached house.

In studying intrafamily power to make decisions, B l o o d and W o l f e (1960, p. 21) used a measure in which the problem to be solved is given and the

question is who makes the decision in the area concerned. The alternative replies suggested were:

1. Husband alone
2. Husband in the first place
3. Husband and wife together
4. Wife in the first place
5. Wife alone

A similar measure has been used in Finland at least by Haavio-Mannila (1968, p. 282) in her studies of the distribution of household chores and power of decision between the spouses.

The problems and frame of reference of the present study favour the use of a similar measure. Issues to be decided are the materials for the various structures of the house. On the basis of the author's subjective review, nineteen structures in a detached house were selected for the questionnaire. The aspiration was to adequately cover the different types of material selection decisions emerging during the building on a detached house. The role emphasis of the frame of reference used apparently is the reason why choices »connected with surfaces» form the majority in the group of decision making variables (see Juslin 1970). The variables included (variables 21—39) can be seen from the list of variables (Appendix 4).

373. Variables describing communication behaviour

3731. Exposure to communication

Section 352 gives the theoretical background for the choice of variables of this group. The detached house builder was assumed to be able to receive information on the selection of materials from his total environment. To trace information flow, the environment was divided into channels appropriate for the review, along which information and influences were believed to pass. Exposure to communication was measured as exposure to these channels (by the amount of channel contacts). Division of the house builder's environment into channels of communication was arbitrary, and the strongest criteria were probably the appropriateness factors determined by the research proposition. When variables were selected it was sought to cover the conventional channels of personal and mass communication. Directives for the selection of the variables for exposure to communication and, above all, for the receipt of product information were acquired from the Communication Study carried out at the Tampere University Research Institute (Tampereen . . . 1967).

Exposure to mass communication was measured

— with the number of daily papers read:	variables	45—49, (98—102)
— » » » » magazines »	»	50—58, (103—111)
— » » » » visits to cinema:	»	59, (112)
— » » amount of time spent watching TV	»	92, (145)
— » » reading of advertising leaflets:	»	60, (113)

Figures without brackets refer to variables describing the wife, those in brackets to variables describing the husband.

The following variables were considered to measure in the first place exposure to interpersonal communication:

— attending building material demonstrations:	variables	62—65, (115—118)
— contacts with relatives, friends and neighbours	»	77—79, (130—132)
— organizational activity	»	75—76, (128—129)
— number of retail outlets for building materials	»	72—74

The daily papers and magazines read, and the number of retail outlets, were measured by direct questions (see E s k o l a 1967, p. 168). The contents of these variables is shown in Appendix 12.

Attitudinal exposure to communication is reflected broadly by the opinion polls associated with the amount and type of building material information in different mass media (variables 66—71, (119—124).

3732. R e c e i p t o f p r o d u c t i n f o r m a t i o n

The channels through which the detached house builder is assumed to receive product information, are naturally contained in the general communication channels above. When variables were selected every effort was made to take into account all the relevant channels transmitting product information. The frame of the measure was obtained from the questionnaire of the communication study mentioned above (Tampereen . . . 1967).

Channels of interpersonal communication controlled primarily by the consumers are described by variables 80, (133), 83, (136), 87, (140), 89, (142), 90, (143) and partly also 91, (144), those dominated primarily by the commerce are described by variables 85, (138), 88, (141) and partly 91, (144). All mass communication channels are primarily controlled by the commerce, viz. 81, (134), 82, (135), 84 (137) and 86, (139) (see Appendix 4).

374. Variables describing the detached house builders' social background

The group of variables describing the social background is the most heterogeneous of all groups of variables of the present study. It contains variables for the builder's social, demographic and economic characteristics, and certain ecological variables for his living environment. The requirements connected with the content of this group of variables and the grounds for its use were clarified in Section 36. The selection of the variables was affected most by studies of the intrafamily decision making behaviour especially by studies by Blood and Wolfe (1960), Eskola (1960) and Komarovsky (1961). A complete list of the variables is given in Appendix 4.

Background variables relevant for both decision making behaviour and communication behaviour are:

— variables 6, 7 for the spouses' social class
— » 15, 17 » » » educational level
— » 4 » » » age
— » 1, 2 » » » living environment

The measure used for social status is the social class index by Rauhala (1966), based on prestige rating of occupations. The degree of urbanization (variable 2) of the living environment is described by the geographical distance of the house from the centre of the city (Lappeenranta).

The variables for the economic standing of the family (179, 190, 193) were assumed to be of importance primarily for the study of communication behaviour.

In view of the study of communication behaviour, a measure (variable 3) was also built to indicate the size of the district. This measure was obtained by calculating the ratio between the numbers of detached houses included in the sample from the area in question and in the total sample. The size of the district was believed possibly to be correlated with the amount of personal product communication observed in the area.

The difference variables derived from age, educational level and social class variables (5, 9, 20) were built for the study of decision making behaviour in the first place. The variables measuring the number of children (11 and 12) and the wife's occupational status (43) were chosen for the same purpose.

4. THE MATERIAL

41. The population and the sample

The population studied was composed of all families who moved into their own detached houses in Lappeenranta and Lauritsala between 1964—1967. Any house subjected to a final inspection after the building during that period was considered new. All small houses of 1 or 2 dwellings were considered as detached houses. The population was listed from the card indices of the Municipal Building Inspection Office of Lappeenranta and comprised c. 470 families.

The selection of Lappeenranta as the area of study was due to certain special characteristics, primarily administrative. Since Lappeenranta covers a large area it could be assumed that it might be possible to analyse certain ecological factors which perhaps produced some variation. Lappeenranta, which is concentrically administered, provided good facilities for obtaining secondary material. Furthermore, the selection was favoured by certain technical details that facilitated the interview.

The sampling method was simple random sampling. The size of the sample was 150 families (300 spouses), and the sample thus amounted to c. 30 % of the population.

The selection of both the area studied and the size of sample was affected by the economic resources available for the study, which were restricting factors.

42. Inquiry, interview and loss

Questionnaires (Appendix 11) were mailed to the families of the sample. An accompanying letter described the study and gave a date when the interviewer would come and collected the completed questionnaires. An attempt to stimulate the respondents was made by publishing an article on the study in the local paper and by sending Christmas cards to all the families of the sample.

To minimize the loss, the questionnaires were collected personally. This enabled the collector to look through the replies given, and at the same time to make reliability observations and note down the materials used for the various structures of the house. This type of personally verified checked mailed inquiry had been successfully used by T a u r i a i n e n, for example (E s k o l a 1967, p. 157).

After this procedure, the loss amounted to 17 families. The percentage of respondents was therefore 89. Loss was due primarily to change of ownership (owing to emigration or death) and failure to reply. Three families refused participation and were of an openly negative attitude. Twenty families had to be excluded from the material because of incomplete observations. Incomplete replies were due to certain peculiarities either in the house or the acquisition of the house (e.g. there was no cellar, and consequently decisions could not made on cellar structures, or the house had been bought half-finished and so the family's own choice of materials was restricted). In some instances the lack of reply by one or the other of the spouses caused the rejection. After loss and rejections the analysis comprised 113 families, which is 75 % of the sample. Since the percentage was so high is was considered unnecessary to account for the observations that remained outside the analysis. Reliability problems concerning the questionnaire are discussed in Appendix 14.

43. Collection of secondary material

In order to shorten, simplify and depersonalize the questionnaire, existing information on the families was collected as secondary material outside the inquiry and interview situations. The values of the variables describing the economic situation of the families (incomes, taxes, debts) were obtained from the Lappeenranta taxation office. For each family, the data derived from the year when the house had been under construction. Comparability of the observations was taken to be achieved by converting the observation values by means of the cost of living index to make them commensurable (Suomen . . . 1968).

5. ANALYSIS AND RESULTS

51. Preliminary study of the material

Due to the theoretical nature of the study and the heterogeny of the background theories, the selection of variables for the study has been somewhat experimental. This led to a large number of variables which, in turn, required a reduction of the number of variables before the final analyses. Information on the distribution of variables, a correlation matrix containing all the variables, factor analysis containing almost all variables, factor analyses of study sectors (e.g. variables measuring exposure to communication), and the background theories of the study were utilized when the number of variables was reduced.

When variables are eliminated according to their distribution characteristics, it is necessary to review the requirements of the various analysis methods concerning the distributions of the variables. The use of statistical multivariate methods usually presupposes an assumption of a multinormal distribution. In practice, the distribution requirements are interpreted relatively freely. The most important quality required of the distributions is usually that they are normal enough, i.e. not too skewed, and that they do not contain sporadic extreme values too deviant from the bulk of the material (K u l o k a r i 1970, p. 31, see also G r e e n and T u l l 1970, p. 327—431). Discriminant analysis, based on the mean values of the variables, is sensitive to the shape of variable distribution, and a single peak curve of distribution must be considered the absolute prerequisite in connection with discriminant analysis (K o s k i n e n 1973, p. 28). When statistical tests hold a central position in a study, stricter criteria concerning variable distribution are required. However, in survey analyses the statistical tests do not hold a very central position. According to V a l k o n e n (1971, p. 107) they should be used to such an extent that the researcher can be relatively certain of not playing with coincidences. On the basis of the distributions, it proved necessary in the present study to eliminate or combine most the variables of communication behaviour of detached house builders (primarily the amount of the various daily and periodical papers read by the respondents). In these

variables the observations were accumulated into one or two classes, and in addition there were long »tails» caused by certain observation units. On combining such variables, the resulting variables were much »cleaner» in distribution and so met the above conditions. It must be emphasized that this elimination and combining contains no arbitrariness, for it implies simply a correction of the theoretical classification used in the coding of the material.

A number of variables with very high or very low intercorrelations were eliminated by means of the correlation matrix and factor analysis. High correlations often indicate the existence of two or more identical-level variables measuring the same thing. Especially in factor analysis and also in principal-components analysis such variables are disturbing since they form factors which »unevenly» describe the field of phenomena studied. Variables with low correlations, in turn, are of practically no importance from the point of view of description or explanation. Especially when these variables are numerous they disturb the final analyses. Elimination of variables preceding the principal-components analysis therefore seeks to reduce the disadvantages that may possibly arise in efforts towards improving, by experiments, the selection of variables guided by the theoretical frame of reference.

The selection of variables used in discriminant analyses is more strictly determined by the theoretical frame of reference. The elimination of variables was based on the frame of reference plus only distribution information.

No exact and unambiguous criteria are available when variables are selected for the final analyses. Problems entailed by the application of technical criteria alone have been discussed elsewhere (J u s l i n 1972 a, p. 61—64). Recourse to the frame of reference guiding the implementation of the study eliminates arbitrariness that may be involved in the straightforward use of technical criteria in the elimination and combining of variables.

52. Decision making behaviour

521. Description of decision making behaviour, and the spouses' relative shares in decision making for different structures of the house

The study's frame of reference presupposes a description of decision making behaviour on which family classification describing decision making behaviour is based. In the frame of reference, decision making behaviour was assumed to reflect the spouses' role behaviour: behaviour in the roles of family father and mother. The operational measures of decision making behaviour are the variables describing the relative share of husband and wife in the decision making when materials are chosen for the various structures of their detached house.

Table 1. Description of decision making behaviour. *Two-component varimax solution*

		I	II	h^2_2
(21)	Decision making for choice of living room flooring	.57	.50	.57
(22)	» » » » » wallpapers	.59	—.06	.35
(23)	» » » » » outer wall wainscotting	.19	.62	.42
(24)	» » » » » window structures	.34	.52	.38
(25)	» » » » » kitchen wall material	.59	.33	.45
(26)	» » » » » thermal insulation	—.06	.77	.60
(27)	» » » » » bathroom wall material	.65	.46	.63
(28)	» » » » » ceiling material	.37	.55	.45
(29)	» » » » » roofing material	—.07	.77	.60
(30)	» » » » » bathroom floor material	.42	.54	.47
(31)	» » » » » kitchen furnishings	.54	.06	.30
(32)	» » » » » storage structures	.64	.41	.58
(33)	» » » » » outer and inner doors	.47	.57	.55
(34)	» » » » » kitchen floor material	.69	.37	.61
(35)	» » » » » type of the house	.18	.65	.46
(36)	» » » » » cellar structures	.55	.39	.46
(37)	» » » » » kitchen colouring	.78	.07	.61
(38)	» » » » » living room colouring	.74	.12	.56
(39)	» » » » » exterior colours of the house	.47	.48	.45

The correlation matrix (Appendix 21) containing the variables measuring decision making behaviour (19 variables) was subjected to a principal-components analysis and varimax rotations were performed on the matrices of adjusted component loadings of the variables on the 2—4 principal components selected (for principal-components solution, see Appendix 22). The interpretability and theoretical significance of the two-component solution led to its being selected for further analyses.

The first two principal components account for 50 % of the total variance of the variable-set (Appendix 22).

For interpretation of the principal components, the variables were ranked according to the loadings they had acquired on the principal components.

The first principal component of decision making behaviour

decision making for the choice of

kitchen colours (37)	.78
living room colours (38)	.74
kitchen floor material (34)	.69
bathroom wall material (27)	.65
storage structures (32)	.64
kitchen wall material (25)	.59
wallpapers (22)	.59
living room flooring (21)	.57
cellar structures (36)	.55
kitchen furnishings (31)	.54

On the first principal component of the two-principal component varimax solution describing decision making behaviour, the variables for colour choices and primarily the choices of materials for the kitchen acquire their highest and purest loadings. (The variables with the purest loading on this principal component are in italics.) These objects of choice have traditionally belonged to the sphere of the expertise or work sector of the wife (mother, woman), to the role of the mother. This principal component, therefore, can be said to describe the decision making in the wife's role sector.

The second principal component of decision making behaviour

decision making for the choice of

roofing material (29)	.77
thermal insulation (26)	.77
type of the house (35)	.65
outer wall wainscotting (23)	.62
outer & inner doors (33)	.57
ceiling material (28)	.55
bathroom floor material (30)	.54
window structures (24)	.52
exterior colours of the house (39)	.48

On the second principal component of the two-principal component varimax solution describing decision making behaviour, the variables for objects of choice requiring primarily technical expertise or »big» decisions acquire their highest and purest loadings. These problems have traditionally fallen on the male role. This principal component describes decision making in the husband's role sector.

Decision making behaviour measured by means of 19 variables can therefore be described with two dimensions, the contents of which show that wife and husband behave as holders of the roles of family mother and family father in decision making. The variables used in describing the decision making behaviour have been weighted objectively, the weight expressing the characteristic of the variable concerning as illustrator of the said role sector.

Using the loadings of variables on the first two components the objects of decision making can be classified according to the relative decision making share of the spouses.

The classification is naturally relative and depends on the allocation of decision power within the family. The arrows point to the probable decision maker in the event of the decision making roles being further differentiated.

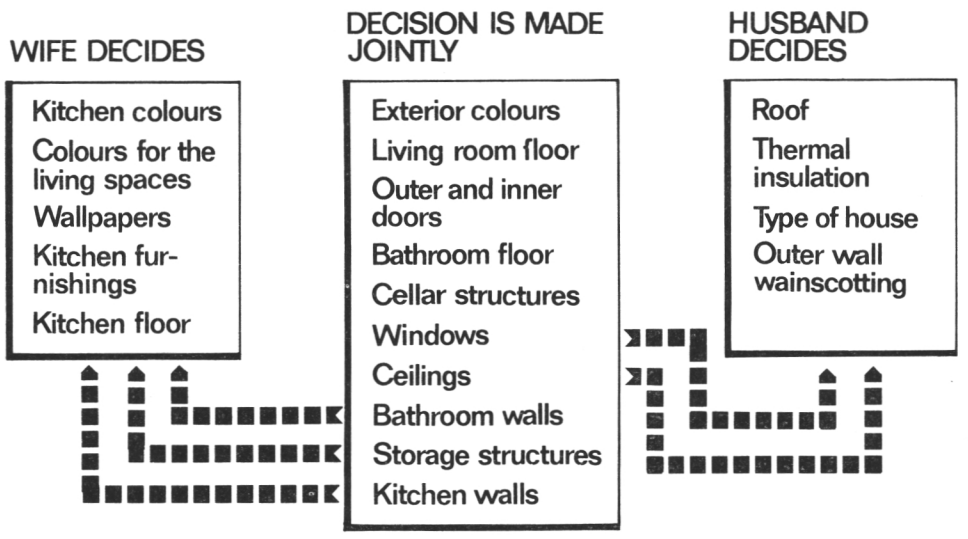


Fig. 13. Decision making objects classified according to the decision maker.

Fig. 13 shows that the relative share of decisions made jointly is remarkably large. A natural explanation is the nature of the field of phenomena described by these variables (see also K e n k e l 1970, p. 149). These are choices which extend their influence far into the future and are of interest to the whole family. A large number of these choices touches the role sectors of both husband and wife, which can be seen from the loadings acquired by these variables on the relevant principal component.

522. Classification of families on the basis of decision making behaviour

The general principles according to which the classification of families on the basis of decision making behaviour takes place are given in Section 34243. Figure 14 (p. 78) shows the number of families obtained per class.

This method of classification divides the families studied into four classes of approximately the same size. It should perhaps be stressed here that the location of a family in a given class depends on the type of the decision behaviour of the other families contained in the analysis. This means that the small material, homogeneous in many respects, of the present study is classified in a way that may violate reality. Since typology is used to describe relations and not to estimate parameters, the small size of the material classified does not prevent the drawing of conclusions concerning the explanation of the decision making behaviour. However, the small size and homogeneity of the material may impoverish the results.

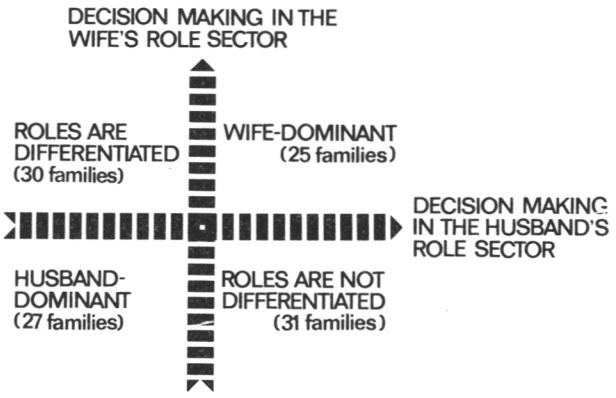


Fig. 14. Classification of families on the basis of decision making behaviour.

523. Factors discriminating between family classes with different decision making behaviour

5231. Discriminant analysis as the method of reviewing the differences among groups

The value of discriminant analysis in the present study is based mainly on its ability to condense the information contained in the mean differences of the numerous variables characterizing the groups studied. The character of the discriminant analysis, typical of the multivariate methods, emerges particularly in its way of taking into account the correlations between the original variables. Analysis of group differences per variable (univariate procedures) would exclude the correlations between the variables, and this in turn would hamper the holistic characterization of group differences.

The interpretation of the results of discriminant analysis is based mainly on discriminants composed as linear combinations of the original variables, and the contents of these discriminants are determined by the coefficients for the original variables. With a view to interpretation, it should be remembered that the coefficients for the variables in discriminant functions are not comparable with the factor loadings of factor analysis on which the factor interpretation is based. In discriminant analysis the coefficients equal the regression coefficients, with all their weaknesses (K u l o k a r i 1970, p. 50). The coefficients show how the original variables must be weighted to maximize the discriminant function. The coefficients do not reveal very much of the correlations between the original variables and the discriminant

functions, on which the interpretation of factor loadings, for example, is based (Konttinen 1970, p. 11). For interpretation the correlations between original variables and the discriminant functions can be calculated and these correlations, in view of interpretation, equal the factor loadings of factor analysis.

The first phase of discriminant analysis is to select the variables used in the formation of discriminant functions. The selection of the variables is based on ascertaining the extent to which each variable adds information towards the discrimination of the groups. Test for discriminating power of variables is used to choose from a certain set of variables those which contain essentially identical discriminating information as the total population of variables. The variables are selected by a stepwise calculation of Wilks's lambda so that, by each step, the value of the lambda is improved as much as possible.

The discriminant functions are calculated using variables which contain discriminating information that in the former step has been found significant within the risk per cent prescribed. The statistical significance of the separation of the groups in the measurement space is tested by the test for discriminating power. The statistical significance of the separation of the groups by the individual discriminants is tested by the chi-square test. The location of the groups in the discriminant space is disclosed by the group means and standard deviations on the discriminant functions. The interpretation of the nature of intergroup differences is based on correlations between the variables and the discriminant functions.

5232. Differences between family classes regarding social background

The analysis was begun by selecting, by test for discriminating power, the variables to be used to form discriminant functions. Within the risk per cent prescribed, the following four variables were selected:

(17) wife's educational level
(43) wife's occupational status
(5) age difference between spouses
(11) number of children

The F values indicating the significance of the additional information and the corresponding risk percentages are shown in Appendix 23.

Separation of the classes with the aid of the discriminant functions formed from the above four variables is significant with a probability of 1.00. The

test quantities indicating discriminating power are given in Appendix 23. The discriminant functions discriminate the classes significantly from one another, and a closer analysis of the inter-class differences is meaningful.

The relative importance of each discriminant function is shown in the following table (Table 2).

Table 2. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among family classes. *Discrimination regarding social background*

Discriminant function	I	II	III
Eigenvalue	.19	.09	.02
Percent trace	64	30	6
Chi-square value	19.19	9.24	1.94
NDF	6	4	2
Prob.	1.00	.95	.62

Differences in social background between family classes with different decision making behaviour are displayed by two significant discriminants. These first two discriminants are reviewed in the following.

The location of family classes in the discriminant space is shown in Table 3, which gives their mean values and standard deviations on the first two discriminant functions.

Table 3. Mean values and standard deviations (*in brackets*) of family classes on discriminant functions. *Discrimination regarding social background*

Family class	Discriminant function	
	I	II
Husband-dominant	3.11 (.96)	—.25 (.81)
Differentiated roles	3.65 (1.14)	.18 (.90)
Roles not differentiated	2.78 (.90)	.52 (.81)
Wife-dominant	3.85 (.97)	.43 (1.38)

The correlations between the variables used in the analysis and the discriminant functions are quoted in Table 4 for the interpretation of the nature of interclass differences. To support the interpretation, the coefficients calculated for standardized variables group by group are given along with the correlations. The coefficients calculated for nonstandardized variables are given in Appendix 23.

According to the first discriminant function, wife-dominant families and families with differentiated roles are characterized by the wife's relatively

Table 4. Nature of differences between family classes with different decision making behaviour (*regarding social background*)

Variable	Discriminant function I		Discriminant function II	
	Correlation	Coefficient	Correlation	Coefficient
(5) age difference between spouses	.44	.44	.41	.54
(11) number of children	.14	.11	—.70	—.80
(17) wife's educational level	.55	.71	—.41	—.45
(43) wife's occupational status	.59	.78	.25	.21

high educational level and her working at home. Accordingly, the wife's low educational level and gainful employment outside home are most probably connected with families with no differentiation of roles.

Families with many children are most probably husband-dominant in decision making (the second discriminant function). The number of children discriminates the husband-dominant families most distinctly from those with undifferentiated roles and the wife-dominant families.

The wife's high educational level as a discriminating factor between wife-dominant families with differentiated roles and the other families conforms to the stated hypotheses. Accordingly, the wife's relative share in intra-family decisions has been found to diminish as the number of children increases. On the other hand, it is against the hypotheses that mother-at-home is coupled with wife-dominance. The probable explanation is the principle of relative involvement, suggested by certain authors. The housewife is strongly bound to the problems of the home, which include those of choosing building materials. This involvement adds to her decision making power.

5233. Differences between family classes regarding exposure to communication

With the test for discriminating power, the following four variables were selected for use in the formation of discriminant functions:

(65) attendance at demonstration evenings (wife)
(66) opinions on the amount of TV advertising (wife)
(75) organizational activity (wife)
(123) opinions on contents of advertisements (text) (husband)

The F values showing the significance of additional discriminating information of the variables and the corresponding risk percentages are given in Appendix 24.

Separation of the classes by means of the discriminant functions composed of these four variables is significant with a probability of 0.89. The test quantities indicating the discriminating power are given in Appendix 24. The risk percentages indicating the significance of the separation of the classes and the eigenvalues (chi-square) exceed 10. Analysis of inter-class differences is, however, considered meaningful, for these risk percentages and the structural study of the relevant groups of variables (J u s l i n 1972 a) show that random analysis is not involved (see also K o s k i n e n 1973, p. 14—15 and V a l k o n e n 1971, p. 107).

The relative importance of each discriminant function can be seen from Table 5 below.

Table 5. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among family classes. *Discrimination regarding exposure to communication*

Discriminant function	I	II	III
Eigenvalue	.09	.06	.02
Percent trace	53	37	10
Chi-square value	9.74	6.82	1.91
NDF	6	4	2
Prob.	.86	.85	.62

Differences in exposure to communication between family classes with different decision making behaviour are displayed by two significant discriminants. These first two discriminants are reviewed in the following.

The location of family classes in the discriminant space is shown in Table 6.

Table 6. Mean values and standard deviations (*in brackets*) of family classes on discriminant functions. *Discrimination regarding exposure to communication*

Family class	Discriminant function	
	I	II
Husband-dominant	—.64 (.76)	1.41 (.64)
Differentiated roles	—1.44 (1.02)	1.42 (.83)
Roles not differentiated	—.81 (1.12)	1.55 (1.14)
Wife-dominant	—1.04 (1.03)	2.03 (1.24)

The nature of the differences between the classes can be seen from Table 7. The coefficients calculated for non-standardized variables are given in Appendix 24.

Table 7. Nature of differences between family classes with different decision making behaviour (*regarding exposure to communication*)

Variable	Discriminant function I		Discriminant function II	
	Correlation	Coefficient	Correlation	Coefficient
(65) attendance at demonstration evenings (wife)	.12	.26	.92	.90
(66) opinions on the amount of TV advertising (wife)	—.58	—.72	.37	.24
(75) organizational activity (wife)	—.59	—.68	.21	.09
(123) opinions on advertising contents (text) (husband)	.33	.56	.29	.24

The results show that the differences in the decision making behaviour of the family classes are associated, in particular, with variation of the wives' exposure to communication. The variables used in discriminant functions contain representation of all dimensions of the wives' exposure to communication (see Table 13). Interpretation of the variables as representatives of these dimensions increases the understandability of the interpretation and makes it easier to holistically characterize the family classes with different decision making behaviour (Section 5235).

The families with differentiated roles differ from the husband-dominated families in attitudinal exposure to communication and the wives' organizational activity. Organizational activity as a variable for exposure to communication represents most purely the exposure to printed media (see Table 13 in Section 5311), and for this reason differentiation of roles can be considered associated with wives' exposure to printed communication media.

The families with wife-dominant decision making behaviour differ from the others in the wives' attendance at demonstrations of building materials: the more often the wife has attended demonstrations of building materials the more probable is it that she makes decisions concerning selection of these materials.

5234. Differentiation of marital roles in decisions concerning choice of building materials

Fig. 15 shows a simplified summary of the above results of discriminant analyses. The drawing illustrates the influence of the spouses' social background and exposure to communication on the differentiation of decision making roles. The drawing might also be considered a hypothesis of the sequence in which decision making roles are differentiated. It is interesting to observe how decisively the family's decision making behaviour is related to the wife's characteristics, the wife's behaviour.

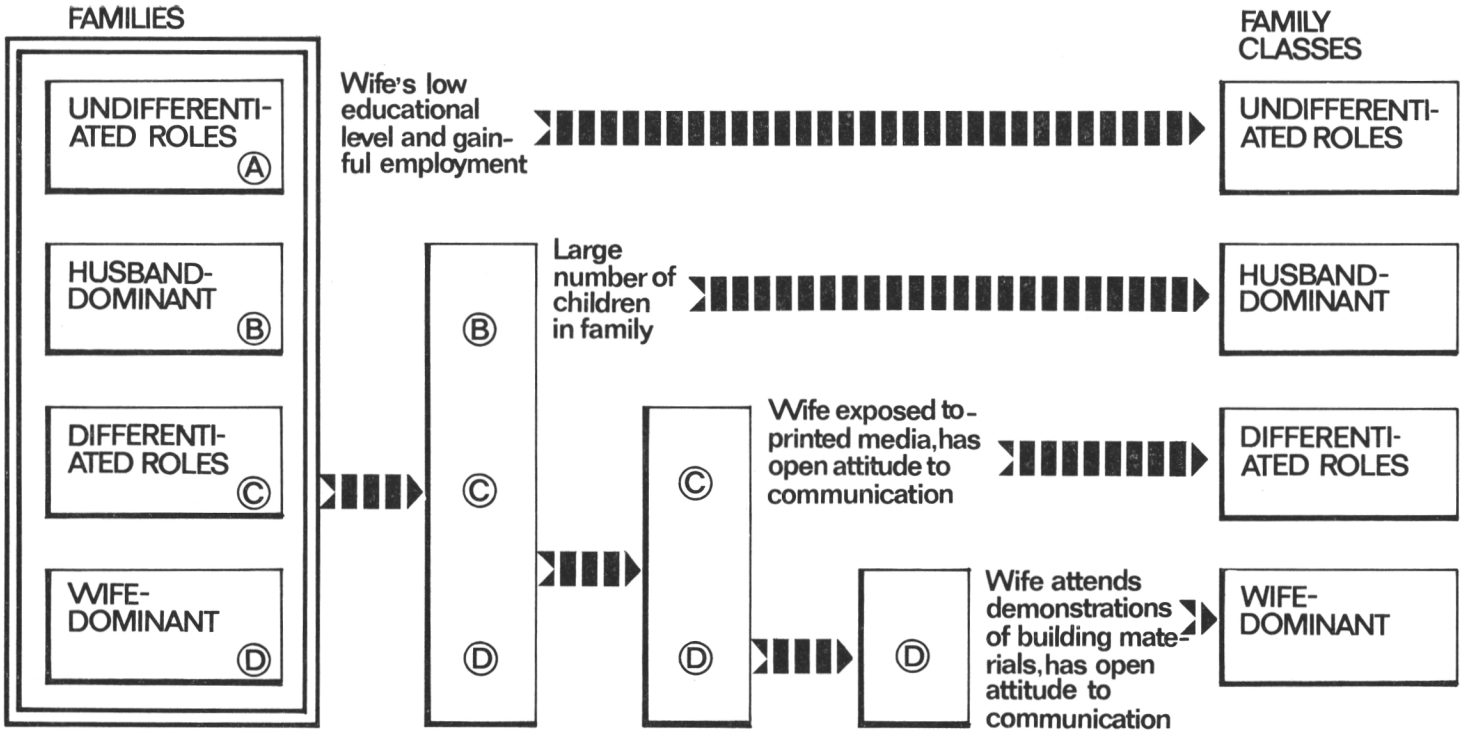


Fig. 15. The influence of the spouses' social background and exposure to communication on the differentiation of marital decision making roles.

5235. Differences between family classes regarding receipt of product information

By means of the test for discriminating power, the following eight variables were chosen to be used in the formation of discriminant functions:

(139) information from magazines (husband)
(134) information from advertising leaflets (husband)
(87) information from friends (wife)
(81) information from advertising leaflets (wife)
(133) information from neighbours (husband)
(80) information from neighbours (wife)
(136) information from colleagues (husband)
(83) information from colleagues (wife)

The F values showing the significance of additional information and the corresponding risk percentages are given in Appendix 25.

Separation of the classes by means of the discriminant functions composed of these eight variables is significant with a probability of .98. The test quantities indicating the discriminating power are given in Appendix 25.

The relative importance of each discriminant function can be seen from Table 8.

Table 8. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among family classes. *Discrimination regarding the receipt of product information*

Discriminant function	I	II	III
Eigenvalue	.27	.10	.05
Percent trace	65	24	11
Chi-square value	25.55	10.16	4.76
NDF	10	8	6
Prob.	1.00	.75	.42

Differences in the receipt of product information between family classes with different decision making behaviour are displayed by one significant discriminant. This first discriminant is reviewed in the following.

The location of family classes in the discriminant space can be seen from Table 9.

Table 9. Mean values and standard deviations (*in brackets*) of family classes on discriminant function. *Discrimination regarding the receipt of product information*

Family class	Discriminant function I
Husband-dominant	2.56 (1.02)
Differentiated roles	2.48 (1.13)
Roles not differentiated	2.01 (.96)
Wife-dominant	3.42 (.87)

The nature of differences between the classes can be seen from Table 10. The coefficients calculated for non-standardized variables are given in Appendix 25.

Table 10. Nature of differences between family classes with different decision making behaviour (*regarding receipt of product information*)

Variable	Discriminant function I	
	Correlation	Coefficient
(80) information from neighbours (wife)	.02	—.16
(81) » » advertising leaflets (wife)	.38	.34
(83) » » fellow workers (wife)	—.28	—.30
(87) » » friends (wife)	—.38	—.50
(133) » » neighbours (husband)	.39	.52
(134) » » advertising leaflets (husband)	.42	.24
(136) » » colleagues (husband)	.44	.40
(139) » » magazines (husband)	.54	.41

According to discriminant analysis, the families with wife-dominant decision making behaviour differ from those with undifferentiated roles in that they have more product information. In wife-dominant families, the wife has received her product information from formal sources (advertising leaflets). The families with undifferentiated roles were characterized by the wife's recourse to non-formal sources (friends and colleagues).

Families with undifferentiated roles were characterized by the small amount of product information received by the husbands, either through interpersonal channels or mass media.

The present results do not agree with the hypotheses by G r a n b o i s cited in Section 3533. Joint decision making (undifferentiated roles) was not characterized by increased product information availability. The present observations rather suggest that certain types of families have more product information not as a result of the decision making patterns within the family, but as a result of the families' general behavioural patterns and inclinations reflected by the families' social background and communication behaviour.

5236. Characterization of family classes with different decision making behaviour on the basis of their social background, exposure to communication and receipt of product information

Observations of the present study of factors characteristic of the various family classes are assembled in Fig. 16. The characterization is not exhaustive but only a compilation of the observations of the present study.

WIFE-DOMINANT

- — Wife's high educational level, housewife
- — Family is well informed about building materials, wife's information is received from formal sources
- — Wife has frequently attended demonstration of building materials and has an open attitude to building material information

HUSBAND-DOMINANT

- — Family has many children
- — Wife is less exposed to communication
  - — attends no demonstrations
  - — utilizes no printed media
  - — has an attitude not open to building material information

DIFFERENTIATED ROLES

- — Wife's high educational level, housewife
- — In seeking information, wife favour sprinted media, has an open attitude to building material information
- — Wife has seldom attended demonstrations of building materials

UNDIFFERENTIATED ROLES

- — Wife's low educational level, wife gainfully employed
- — Few children (wife's low educational level)
- — Wife has seldom attended demonstrations of building materials, has an attitude not open to building material information
- — Family is less informed about building materials, wife's information is received from personal sources

Fig. 16. Factors characteristic of the different family classes.

5237. Effect of wife's educational level and occupational status on intra-family decision making

The wife's educational level and occupational status proved to be the main factors discriminating between family classes with different decision making behaviour. No separate effects of wife's educational level or occupational status on participation in decision making could, however, be discerned since coefficients for both variables were high in the same discriminant functions. To study the separate effect of the wife's educational level and occupational status, the discriminant analyses were also carried out on residual matrices produced by means of regression analysis. The residual matrices were identical in shape to the observation matrix and, but in turn, the effect of the studied variables (wife's educational level and occupational status) had been eliminated. Tables 11 and 12 show the main results of the discriminant analyses made. For the sake of comparison, the tables show the corresponding results of the original analysis made with the same variables.

Table 11. Mean values and standard deviations (*in brackets*) of family classes on first discriminant function based on residual matrices. *Discrimination regarding social background*

Family class	Wife's educational level variable eliminated	Wife's occupational status variable eliminated	Original solution
Husband-dominant	—.42 (.82)	.08 (.98)	3.11 (.96)
Differentiated roles	.18 (1.01)	.23 (1.19)	3.65 (1.14)
Undifferentiated roles	—.30 (.99)	—.56 (.66)	2.78 (.90)
Wife-dominant	.53 (1.14)	.30 (1.10)	3.85 (.97)

Table 12. Nature of differences between family classes with different decision making behaviour. *Discrimination regarding social background*

Variable	Wife's educational level variable eliminated	Wife's occupational status variable eliminated	Original solution
(5) age difference between spouses	.58	.37	.44
(11) number of children	—.05	.39	.14
(17) wife's educational level	—	.86	.55
(43) wife's occupational status	.79	—	.59

(The other results of discriminant analyses of the residual matrices are given in Appendix 26).

The results of the discriminant analyses based on residual matrices show that neither of the variables chosen for separate study can be interpreted to be primary over the other. Their explanatory characteristics, however, seem differentiated with regard to the various dimensions of decision making power.

The solution from which the effect of the wife's occupational status is eliminated, gives emphasis to the effect of educational level as discriminating factor between family classes. The wife's educational level seems to discriminate the families with undifferentiated roles from the others. The wife's low educational level seems to lead to undifferentiated decision making within the family.

When the effect of wife's educational level is removed, the effect of the wife's occupational status variable is emphasized. Discrimination in this case seems to take place on the wife-dominant/husband-dominant dimension, and husband-dominant decision making is most probably found in families with a working mother.

53. Communication behaviour

531. Exposure to communication

5311. Description of exposure to communication

The communication behaviour of either spouse is analysed separately. The study of exposure to communication (15 variables) and receipt of product information (8 variables) therefore requires four principal-components analyses in order to describe these phenomenon sectors. Separate principal-components analyses of the same groups of variables make possible the comparison of the structure of husband's and wife's communication behaviour.

The correlation matrices containing variables of communication exposure (Appendices 311 and 312) were subjected to principal-components analysis, and varimax rotations were performed on the matrices of adjusted component loadings of the variables on the 2—6 principal components selected. (Principal components solutions are in Appendices 321 and 322). Of these rotation solutions, those with three and four principal components were most applicable. Mainly due to technical criteria and the desire to have the fewest possible composite variables, the solution containing three principal components was chosen. Besides the principal-components analysis factor analysis was utilized in the choice of the number of principal components.

Table 13. Wives' exposure to communication. *Three-principal-component varimax solution*

	I	II	III	h^2_3
(49) Reading of newspapers	.06	.03	.49	.24
(50) » » entertainment magazines	.45	—.34	.09	.32
(51) » » informative magazines	—.16	.20	.72	.58
(53) » » professional papers	.28	.08	.57	.41
(58) » » periodicals	.31	—.20	.70	.63
(62) Attendance at exhibitions and fairs	.72	.19	.16	.52
(63) » » mobile exhibitions	.69	—.01	.15	.49
(64) » » demonstrations in shops	.65	.12	.21	.48
(65) » » demonstration evenings	.70	.15	—.04	.58
(66) Opinions on the amount of TV advertising	.01	.69	.07	.48
(67) » » » amount of newspaper advertising	.09	.75	.08	.58
(68) » » » amount of magazine advertising	—.01	.71	.14	.53
(69) » » » contents of advertisements (illustrations)	.17	.67	—.11	.49
(70) » » » contents of advertisements (text)	.06	.60	.05	.37
(75) Organizational activity	.14	.05	.66	.45

The first three components account for 48 % of the total variance of the variable-set (Appendix 321).

Table 14. Husbands' exposure to communication. *Three-principal-component varimax solution*

	I	II	III	h^2_3
(102) Reading of newspapers	.50	—.13	.29	.35
(103) » » entertainment magazines	.20	.12	—.55	.36
(104) » » informative magazines	.61	.13	—.13	.41
(106) » » professional papers	.78	—.02	.11	.62
(111) » » periodicals	.90	.08	—.14	.83
(115) Attendance at exhibitions and fairs	.34	—.05	.54	.41
(116) » » mobile exhibitions	.50	.08	.47	.48
(117) » » demonstrations in shops	.09	.04	.68	.47
(118) » » demonstration evenings	.34	.26	.43	.37
(119) Opinions of the amount of TV advertising	.09	.68	—.17	.50
(120) » » » amount of newspaper advertising	—.03	.74	.23	.60
(121) » » » amount of magazine advertising	—.01	.70	—.12	.51
(122) » » » contents of advertisements (illustrations)	—.19	.63	.43	.63
(123) » » » contents of advertisements (text)	.08	.58	—.02	.34
(128) Organizational activity	.71	—.06	.21	.55

The first three components account for 49 % of the total variance of the variable-set (Appendix 322).

The communalities remained relatively low in the solutions describing the exposure to communication of both husbands and wives. This was implicitly suggested above in mentioning the uneven variable coverage and the variations of the explanatory power of the variables in the different fields of

phenomena (see Section 371). The problems of the selection of variables and measurement, as illustrated by the principal-components analysis, are at least partly a result of the wide coverage of the concept of communication, discussed e.g. under Section 351.

For purposes of interpretation, the variables which obtained the highest loadings on each principal component were then ranked in a descending order of loadings, by principal components.

Variables with highest loadings on component I — Wives' exposure to communication

Attendance at exhibitions and fairs (62)	.72
» » demonstration evenings (65)	.70
» » mobile exhibitions (63)	.69
» » demonstrations in shops (64)	.65
Reading of entertainment magazines (50)	.45

Variables with highest loadings on component III — Husbands' exposure to communication

Attendance at demonstrations in shops (117)	.68
Reading of entertainment magazines (103)	—.55
Attendance at exhibitions and fairs (115)	.54
» » mobile exhibitions (116)	.47
» » demonstration evenings (118)	.43

The first principal component of the varimax solution for wives' exposure to communication and the third of the corresponding solution for men are dominated by variables describing attendance at different demonstrations of building materials. The highest loadings on these components are obtained also by the variable describing the reading of entertainment magazines. Interpretational speculations are aroused by the fact that this variable has a negative loading for husbands and a positive for wives. The communality of the variable, in both the wives' and the husbands' solution, remains so low that no far-reaching interpretations should be contemplated.

The principal components discussed (the first for wives' and the third for husbands' exposure to communication) are so similar in contents that they can be given the same interpretation. As for the channel distributions of the theoretical frame of reference, these components can be assumed to reflect exposure to natural communication channels. With a view to later consumer classifications and the interpretational clarity of their descriptions it seems appropriate to avoid highly abstract interpretations and to term the components according to their manifest contents. The components are termed »attendance at demonstrations».

Variables with highest loadings on component III – Wives' exposure to communication

Reading of informative magazines (51)	.72
» » periodicals (58)	.70
Organizational activity (75)	.66
Reading of professional papers (53)	.57
» » newspapers (49)	.49

Variables with highest loadings on component I — Husbands' exposure to communication

Reading of periodicals (111)	.90
» » professional papers (106)	.78
Organizational activity (128)	.71
Reading of informative magazines (104)	.61
» » newspapers (102)	.50

The highest loadings on the third principal component of the varimax solution describing the wives' exposure to communication and on the first of the corresponding solution for husbands are acquired by the variables for reading various magazines and newspapers. The organizational activity variable also acquires its highest loading on the relevant component. As for the theoretical channel classification, these components reflect exposure to artificial communication channels; for an interpretation closer to the manifest contents of the components concerned they are termed »exposure to printed media».

Variables with highest loadings on component II — Wives' exposure to communication

Opinions on the amount of newspaper advertising (67)	.75
» » » » magazine advertising (68)	.71
» » » » TV advertising (66)	.69
» » » contents of advertising (illustr.) (69)	.67
» » » » » (text) (70)	.60

Variables with highest loadings on component II — Husbands' exposure to communication

Opinions on the amount of newspaper advertising (120)	.74
» » » » magazine advertising (121)	.70
» » » » TV advertising (119)	.68
» » » contents of advertising (illustr.) (122)	.63
» » » » » (text) (123)	.58

The variables measuring opinions on the amount and type of building material advertising acquire the highest loadings on the second components of the varimax solutions. The contents of the components are identical for husbands and wives. Since these principal components are composed of parallel opinions concerned with a certain object, their interpretation as »attitudinal exposure to communication» is justified (see Eskola 1963). These components manifest primarily the attitudes concerned with the amount and type of building material advertising.

On the basis of the variables of the present study the exposure to communication of detached house builders is described on three dimensions:

— attendance at demonstrations
— exposure to printed communication media
— attitudinal exposure to communication

The description of exposure to communication divides the channels into two classes whose characteristics, broadly, correspond to the basic classification of the theoretical frame of reference: natural — artificial. As pointed out above, it is more appropriate, with a view to the classifications of detached house builders and the interpretational clarity of their description, to remain as close as possible to the manifest contents of the components to be named.

The channel classification reflected in principal-components analyses is based expressly on the relations between communication channels and the consumers. When communication channels are considered parts of social communication structures (see Section 3521) and a person's exposure to a channel as the measure of his »communication characteristics», his position on the »exposure to printed media»-component reflects his general orientation to printed media. This might also be called socialization to printed media. Interpretation of principal components based on channel contacts as measures of »communication characteristics» makes the consumer typology reflecting communication behaviour understandable.

In view of the communication channel classification of the theoretical frame of reference, attention is attracted by the absence from the principal component descriptions of exposure to communication of the channels controlled by consumers (based on daily social interaction). The variables measuring exposure to these channels (77—79 and 120—132) correlate so weakly both mutually and with other variables that their elimination from the analyses was justified. The given description of exposure to communication cannot, even for this reason, be considered a description of overall exposure to communication. However, the description can be considered satisfactory for a study of the general prerequisites of receiving product information, since it covers the most common types of channels used to

disseminate information of building materials. The small importance of channels based on everyday social interaction in the dissemination of product information is also disclosed by the mean values of the variables for receipt of product information (80—91 and 133—144) (Appendix 13). The possible reasons for the slight importance of channels based on everyday interaction have been discussed elsewhere (Juslin 1972 a, p. 29—32).

5312. Classification of detached house builders on the basis of exposure to communication

The classification according to communication behaviour follows the same principles as formation of family classes according to decision making behaviour (Section 3542). The classification is based on the description of communication behaviour under Section 5311 above, and it seeks to describe holistically the pattern of communication behaviour (a term used by Mc Leod and O' Keefe 1972, p. 126 for example), which attaches the individual to the social communication structure. This pattern is best concretized in channel use. Consumer classification according to exposure to communication will therefore be based on the first and third components of the varimax solutions describing exposure to communication.

Principal component scores corresponding to the relevant components must be calculated for the classification. The principal component score variables are dichotomized at their mean value and cross-tabulated. The resulting classification can be seen in Fig. 17.

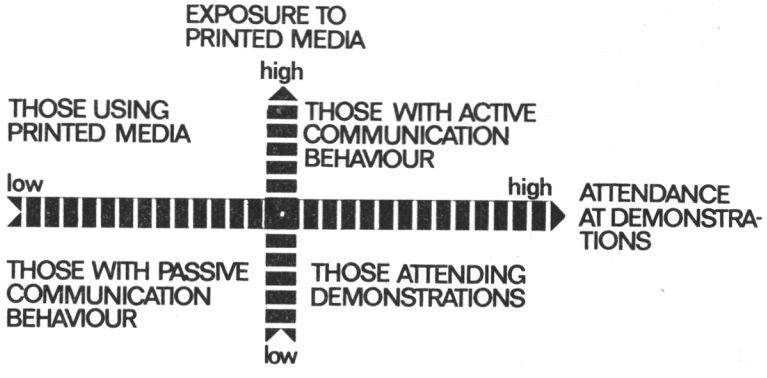


Fig. 17. Classification of detached house builders on the basis of exposure to communication.

The classes resulting from classification were of the following sizes:

	Wives	Husbands
those with passive communication behaviour	41	(30)
those attending demonstrations	28	(38)
those using printed media	23	(18)
those with active communication behaviour	21	(27)

What was said in connection with decision making behaviour (Section 522) about the influence of the small size and homogeneity of the material on the classification results, is also true of the classification of exposure to communication.

5313. Factors discriminating between classes formed on the basis of exposure to communication

53131. Differences between communication-exposure classes with regard to social background

On the basis of the test for discriminating power, the following four variables were selected for separation of the classes of wives' exposure to communication:

(190) taxable income
(43) wife's occupational status
(11) wife's educational level

The F values indicating the significance of additional information and the corresponding risk percentages are given in Appendix 323.

Separation of the classes with the aid of discriminant functions formed of the said four variables it significant with a probability of .99. The test quantities showing the discriminating power are given in Appendix 323.

The relative importance of each discriminant function can be seen from Table 15.

Table 15. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among classes — Wives' exposure to communication. *Discrimination regarding social background*

Discriminant function	I	II	III
Eigenvalue	.26	.02	.01
Percent trace	91	7	2
Chi-square value	25.35	2.14	.57
NDF	6	4	2
Prob.	1.00	.29	.25

Differences in the social background between the various classes of exposure to communication are displayed by one significant discriminant. This first discriminant will be studied in the following.

The location of »communication-exposure» classes in the discriminant space is shown in Table 16.

Table 16. Mean values and standard deviations (*in brackets*) of the wives' communication-exposure classes on the discriminant function. *Discrimination regarding social background*

Communication-exposure classes	Discriminant function I
Those with passive communication behaviour	.96 (.73)
Those attending demonstrations	1.19 (.97)
Those using printed media	2.13 (1.00)
Those with active communication behaviour	2.00 (1.41)

The nature of the differences between classes can be seen from Table 17. Coefficients calculated for unstandardized variables are given in Appendix 323.

Table 17. Nature of differences between wives' communication-exposure classes (*with regard to social background*)

Variable	Discriminant function I	
	Correlation	Coefficient
(11) number of children	.43	.49
(17) wife's educational level	.64	.30
(43) wife's occupational status	—.56	—.56
(190) taxable income	.68	.53

According to the analysis results quoted in Tables 16 and 17, the family income level, the wife's relatively high educational level and gainful employment discriminate most clearly those with active communication behaviour and those using printed media from those attending demonstrations and those with passive communication behaviour. Those using printed media and those with active communication behaviour are most probably found among the gainfully employed wives with a high educational and a high family income level, whereas those with passive communication behaviour and those attending demonstrations are probably housewives with a low educational and a low family income level. The result, by and large, agreed with the observations usually recorded in communication studies.

Discriminant analyses in which the effect of wife's educational level, taxable income and wife's occupational status variables were alternately eliminated did not produce any essential additional information to the separation of the wives' »communication-exposure» classes.

The following four variables were selected, by the test for discriminating power, for the separation of the classes of husbands' exposure to communication:

(6) the husband's social class
(190) taxable income
(43) wife's occupational status
(14) family participation in construction

The F values showing the significance of additional information and the corresponding risk percentages are given in Appendix 324.

The separation of the classes by means of discriminant functions formed of the said four variables is significant with a probability of 1.00. The test quantities showing the discriminating power are given in Appendix 324.

The relative importance of each discriminant function is shown in Table 18.

Table 18. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among classes — Husbands' exposure to communication. *Discrimination regarding social background*

Discriminant function	I	II	III
Eigenvalue	.30	.10	.01
Percent trace	72	25	3
Chi-square value	28.65	10.79	1.59
NDF	6	4	2
Prob.	1.00	.97	.55

The differences in the social background of the various classes of exposure to communication are displayed by two significant discriminants. These two discriminants will be studied in the following.

The location of »communication-exposure» classes in the discriminant space is shown in Table 19.

Table 19. Mean values and standard deviations (*in brackets*) of the husbands' communication-exposure classes on discriminant functions. *Discrimination regarding social background*

Communication-exposure classes	Discriminant function	
	I	II
Those with passive communication behaviour	6.79 (.73)	6.50 (.60)
Those attending demonstrations	6.29 (.86)	6.17 (.90)
Those using printed media	5.68 (1.24)	7.05 (1.70)
Those with active communication behaviour	5.38 (1.24)	6.17 (.86)

The nature of the differences between classes can be seen from Table 20. Coefficients calculated for unstandardized variables are given in Appendix 324.

Table 20. Nature of differences between the husbands' communication-exposure classes (*with regard to social background*)

Variable	Discriminant function I		Discriminant function II	
	Correlation	Coefficient	Correlation	Coefficient
(6) husband's social class	.92	.90	—.16	.39
(14) family participation in construction	.50	.28	.14	.58
(43) wife's occupational status	.21	.36	.32	.42
(190) taxable income	—.62	.00	.71	1.18

Discriminant function I brings forth a regularity frequently noted in communication research: exposure to communication increases as the educational and income levels rise. Husbands with the most passive communication behaviour are most probably found in the lowest social strata. Various demonstrations can reach the representatives of lower social classes better than printed media. The use of printed communication media is associated with the highest social strata which, however, can probably be reached also by means of demonstrations.

THOSE WITH ACTIVE COMMUNICATION BEHAVIOUR

— Husbands of the upper social classes, high family income level
— Gainfully employed wives with high educational level

THOSE USING PRINTED COMMUNICATION MEDIA

— Husbands with a high family income level
— Gainfully employed wives with a high educational level and a high family income level

THOSE ATTENDING DEMONSTRATIONS

— Husbands of the lower social classes, a low family income level
— Housewives with a low educational level and a low family income level

THOSE WITH PASSIVE COMMUNICATION BEHAVIOUR

— Husbands of the lower social classes, a low family income level
— Housewives with a low educational level and a low family income level

Fig. 18. Characteristics of different classes of exposure to communication.

Discriminant function II sheds additional light mainly on the discrimination of those using printed communication media. These users are characterized expressly by a high income level. This class in the present material is highly heterogeneous, and the lower income brackets also contain users of printed communication media.

Fig. 18 tries to characterize the different communication-exposure classes with regard to the social background.

532. The receipt of product information

5321. Description of the receipt of product information

The correlation matrices containing variables measuring the receipt of product information (Appendices 311 and 312) were subjected to principal-components analysis and varimax rotations were performed on the matrices of adjusted component loadings of the variables on the 2—4 principal components selected. (Principal component solutions are in Appendices 331 and 332). Interpretationally, the solutions with two principal components are clearcut, and were chosen to describe the receipt of product information.

Table 21. Description of the wives' receipt of product information. *Two-principal-component varimax solution*

		I	II	h_i^2
(81)	Information from advertising leaflets	.22	.60	.41
(83)	» » fellow workers	.44	.07	.20
(84)	» » newspapers	—.04	.75	.57
(85)	» » salesmen	.71	.16	.53
(86)	» » magazines	.07	.74	.55
(87)	» » friends	.68	.21	.51
(88)	» » exhibitions	.30	.57	.41
(90)	» » craftsmen	.78	.01	.61

The first two components account for 48 % of the total variance (Appendix 331).

Table 22. Description of the husbands' receipt of product information. *Two-principal-component varimax solution*

		I	II	h_i^2
(134)	Information from advertising leaflets	.62	.23	.43
(136)	» » fellow workers	.05	.69	.48
(137)	» » newspapers	.66	.13	.45
(138)	» » salesmen	.47	—.11	.23
(139)	» » magazines	.74	.05	.55
(140)	» » friends	.44	.44	.38
(141)	» » exhibitions	.38	.53	.42
(143)	» » craftsmen	—.12	.83	.69

The first two components account for 46 % of the total variance (Appendix 332).

For purposes of interpretation, the variables which received the highest loadings on each principal component are ranked below in descending order of loadings by components.

Variables with highest loadings on component I — Wives' receipt of product information

Information from	craftsmen (90)	.78
»	salesmen (85)	.71
»	friends (87)	.68
»	fellow workers (83)	.44

Variables with highest loadings on component II — Husbands' receipt of product information

Information from	craftsmen (143)	.83
»	fellow workers (136)	.69
»	exhibitions (141)	.53
»	friends (140)	.44

On principal component I of the varimax solution describing the receipt of product information by wives, and on principal component II of that for husbands, the variables describing channels based on interpersonal communication receive the highest loadings. In the husbands' solution, attention is attracted by the negligible loading of the information from salesmen on this component. This variable, among husbands, receives its highest loading on the principal component describing information received through mass media. Interpretationally this is of little importance since the communality of the information from the salesmen-variable in the husbands' solution remains very low. For some reason, the bulk of the variation of this variable only becomes involved in the varimax solution with three principal components.

Content-wise the principal components studied concord well. An overall characterization is information through interpersonal communication.

Variables with highest loadings on component II — Wives' receipt of product information

Information from	newspapers (84)	.75
»	magazines (86)	.74
»	advertising leaflets (81)	.60
»	exhibitions (88)	.57

Variables with highest loadings on component I —Husbands' receipt of product information

Information from	magazines (139)	.74
»	newspapers (137)	.66
»	advertising leaflets (134)	.62
»	salesmen (138)	.47

On principal component II of the varimax solution describing the receipt of product information by wives, and on principal component I of that for husbands, the variables describing information received through mass communication channels receive the highest loadings. The purest representatives of these principal components are the typical mass media, newspapers and magazines. The varimax solutions for wives and husbands differ, not only concerning the variable »information from salesmen» indicated above, but also concerning the variable »information from exhibitions». This variable has a relatively high loading on both components. For wives the loading is higher on the mass media, for husbands on the interpersonal communication channel component.

Content-wise the components are largely similar. They can be called information through mass media.

A review of the principal components describing exposure to communication and receipt of product information reveals an interpretationally identical content. »Exposure to printed media» and »information through mass media» are both related to mass communication situations. »Attendance at demonstrations» and »information through interpersonal communication channels» describe communication connected with social situations. Using the terminology of Aranguren (1967), the difference between them is that »attendance at demonstrations» contains variables describing interpersonal communication in macro-groups, while »information through interpersonal communication channels» describes interpersonal communication in micro-groups.

5322. Classification of detached house builders on the basis of the receipt of product information

The review of the receipt of product information (as with decision making behaviour and exposure to communication) is based on a classification of the receipt of product information as described in Section 5321. The classification is carried out in the same manner as that describing decision making behaviour or exposure to communication. It reflects the channels through which, and the extent to which, the detached house builders consider they have received information on building materials. Fig. 19 presents the classification.

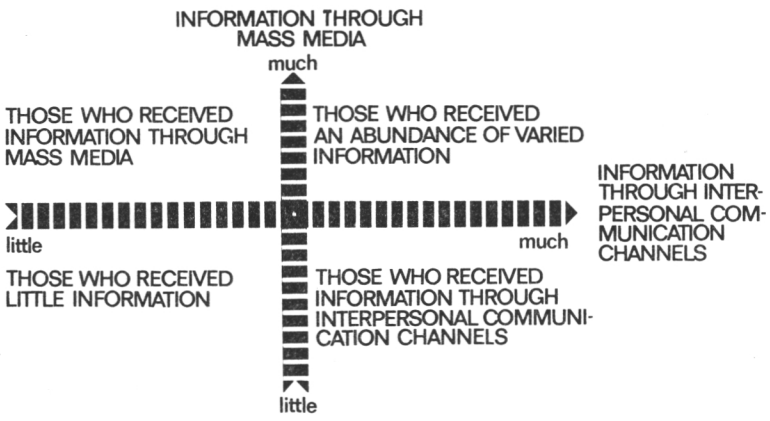


Fig. 19. Classification of detached house builders on the basis of the receipt of product information.

The class sizes, on classification, became as follows:

	Wives	Husbands
Those who received little information	31	(30)
Those who received information through interpersonal communication channels	31	(33)
Those who received information through mass media	31	(30)
Those who received an abundance of varied information	20	(20)

5323. Factors discriminating between classes of product information recipients

53231. Discrimination between classes describing the receipt of product information by wives

By testing the discriminating power of the variables the following three variables were selected for separation of the classes describing the receipt of product information by wives with regard to social background:

(190) taxable income
(43) wife's occupational status
(17) wife's educational level

The F-values indicating the significance of additional information and the corresponding risk percentages are given in Appendix 333.

The separation of the classes by means of the discriminant functions formed of the said three variables is significant with a probability of .97. The test quantities showing the discriminating power are given in Appendix 333.

The relative importance of each discriminant function can be seen from Table 23.

Table 23. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among classes — Wives' receipt of product information. *Discrimination regarding social background*

Discriminant function	I	II	III
Eigenvalue	.14	.04	.00
Percent trace	75	24	1
Chi-square value	14.08	4.67	.14
NDF	5	3	1
Prob.	.99	.80	.29

The differences in social background between the classes describing the receipt of product information by wives are displayed by one significant discriminant. This first discriminant will be studied in the following.

The location of the classes describing the receipt of product information in the discriminant space is shown in Table 24.

Table 24. Mean values and standard deviations (*in brackets*) of the classes describing the receipt of product information by wives, on the discriminant function. *Discrimination regarding social background*

Class describing the receipt of product information	Discriminant function I
Those who received little information	1.39 (.62)
Those who received information through interpersonal communication channels	1.44 (.56)
Those who received information through mass media	2.26 (1.64)
Those who received an abundance of varied information	1.61 (.63)

The nature of the differences between classes can be seen from Table 25. Coefficients calculated for unstandardized variables are given in Appendix 333.

Table 25. Nature of differences between the classes describing the receipt of product information by wives (*with regard to social background*)

Variable	Discriminant function I	
	Correlation	Coefficient
(17) Wife's educational level	.65	.24
(43) Wife's occupational status	.20	.27
(190) Taxable income	.96	.83

On the first discriminant function that very intensely reflects the income level of the family, those who have received their information through mass media are separated from the others. Wives with a high educational level and a high family income level most probably receive their building material information exclusively through mass media. Educational level and income level do not discriminate between those who have had an abundance of varied information, those who have received their information through interpersonal communication channels, and those who have received little information. The differences between these classes are illustrated by their separation with the aid of the variables for exposure to communication.

The following five variables were selected by testing their discriminating power from among the variables for exposure to communication to discriminate the classes describing the receipt of product information by wives:

(63) attendance at mobile exhibitions
(68) opinion on the regarding amount of magazine advertising
(53) reading of professional papers
(78) contacts with friends and acquaintances
(51) reading of informative magazines

The F-values indicating the significance of additional information and the corresponding risk percentages are given in Appendix 334.

The separation of the classes by means of the discriminant functions formed of the said five variables is significant with a probability of 1.00. The test quantities showing discriminating power are given in Appendix 334.

The relative importance of each discriminant function can be seen from Table 26.

Table 26. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among classes — Wives' receipt of product information. *Discrimination regarding exposure to communication*

Discriminant function	I	II	III
Eigenvalue	.33	.04	.00
Percent trace	88	11	1
Chi-square value	30.75	4.18	.49
NDF	7	5	3
Prob.	1.00	.48	.08

The differences in exposure to communication between the classes describing the receipt of product information by wives are displayed by a single significant discriminant.

The location of the classes describing the receipt of product information in the discriminant space is shown in Table 27.

Table 27. Mean values and standard deviations (*in brackets*) of the classes describing the receipt of product information by wives, on the discriminant function. *Discrimination regarding exposure to communication*

Class describing the receipt of product information	Discriminant function I
Those who received little information	2.54 (.95)
Those who received information through interpersonal communication channels	2.66 (.80)
Those who received information through mass media	3.00 (1.16)
Those who received an abundance of varied information	4.13 (1.09)

The nature of the differences between classes can be seen from Table 28. The coefficients calculated for unstandardized variables are given in Appendix 334.

Table 28. Nature of differences between the classes describing the receipt of product information by wives (*with regard to exposure to communication*)

Variable	Discriminant function I	
	Correlation	Coefficient
(51) reading of informative magazines	.43	.30
(53) reading of professional papers	.59	.45
(63) attending mobile exhibitions	.60	.47
(68) opinions on the amount of magazine advertising	.54	.48
(78) contacts with friends and acquaintances	.40	.43

The discriminant between those with an abundance of varied information and those who have received little information reflects uniformly all dimensions describing the exposure to communication: the variables measuring exposure to printed media, attendance at demonstrations and attitudinal exposure to communication are of rather equal importance as discriminating factors.

It is interesting to note that wives who have received their information through mass media can be discriminated from others with the aid of the variables describing the social background: income level and educational level. Discrimination between those who have received little information and those with an abundance of information requires variables describing not only the social background but also exposure to communication. It is remarkable in the receipt of product information by wives, also, that those who have received little information and those who have received their information through interpersonal communication channels are similar both as regards

social background and exposure to communication. In point of fact, this also emerged in the review of decision making behaviour. Non-differentiation of marital roles was associated with wife's low educational level and wife's employment outside the home. The small amount of product information, and the wife's recourse to personal sources (friends and fellow workers) were characteristic of families with undifferentiated marital roles.

53232. Discrimination between classes describing the receipt of product information by husbands

The test for discriminating power selected the following three variables for separation of the classes describing the receipt of product information by husbands with regard to social background:

(15) husband's educational level
(190) taxable income
(14) family participation in construction

The F-values indicating the significance of additional information and the corresponding risk percentages are given in Appendix 335.

The separation of the classes by means of the discriminant functions formed of the said three variables is significant with a probability of .98. The test quantities showing the discriminating power are given in Appendix 335.

The relative importance of each discriminant function can be seen from Table 29.

Table 29. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among classes — Husbands' receipt of product information. *Discrimination regarding social background*

Discriminant function	I	II	III
Eigenvalue	.12	.07	.00
Percent trace	63	37	0
Chi-square value	12.48	7.58	.01
NDF	5	3	1
Prob.	.97	.94	.08

The differences in social background between the classes describing the receipt of product information by husbands are displayed by two significant discriminants. In the following, these discriminants will be studied.

The location of the classes describing the receipt of product information in the discriminant space is shown in Table 30.

Table 30. Mean values and standard deviations (*in brackets*) of the classes describing the receipt of product information by husbands, on the discriminant functions *Discrimination regarding social background*

Class describing the receipt of product information	Discriminant function	
	I	II
Those who received little information	1.08 (.66)	4.75 (.61)
Those who received information through interpersonal communication channels	.76 (.84)	4.24 (.64)
Those who received information through mass media	.45 (1.17)	4.27 (1.09)
Those who received an abundance of varied information	.10 (1.33)	4.82 (1.63)

The nature of the differences in social background between classes can be seen from Table 31. Coefficients calculated for unstandardized variables are given in Appendix 335.

Table 31. Nature of differences between the classes describing the receipt of product information by husbands (*with regard to social background*)

Variable	Discriminant function I		Discriminant function II	
	Correlation	Coefficient	Correlation	Coefficient
(14) family participation in construction	.70	.36	.35	.77
(15) husband's educational level	—.95	—.91	.26	—.22
(190) taxable income	—.64	.17	.67	1.17

The great importance of the educational level in communication behaviour again emerges on first discriminant function which intensely reflects the educational level as a discriminating factor between those who have received little information and others.

Discriminant function II reflects more intensely the income level of the family. It is of interesting contents although the small differences in locations of classes make its interpretation uncertain. According to this discriminant function income level does not discriminate between husbands who received an abundance of varied information and the others. It is perhaps unexpected that a high income level may also be associated with receiving little product information.

A characteristic of the husbands' receipt of building material information is that class (husbands) with an abundance of information contains husbands of varied educational and income levels. Husbands who have received little

information are most probably found among the husbands with a low educational level. The discrimination regarding social background of the classes describing the receipt of product information by the husbands remains remarkably vague. A review of these classes with regard to exposure to communication sheds some additional light on the matter.

With the aid of test for discriminating power the following six variables were selected from among the variables for exposure to communication to discriminate the classes describing the receipt of product information by husbands:

(115) attendance at fairs
(106) reading of professional papers
(113) reading of advertising leaflets
(116) attendance at mobile exhibitions
(119) opinions on the amount of TV advertising
(120) opinions on the amount of newspaper advertising

The F-values indicating the significance of additional information and the corresponding risk percentages are given in Appendix 336.

The separation of the classes by means of the discriminant functions formed of the said six variables is significant with a probability of 1.00. The test quantities showing the discriminating power are given in Appendix 336.

The relative importance of each discriminant function can be seen from Table 32.

Table 32. Relative importance of individual discriminant functions in displaying differences among classes — Husbands' receipt of product information. *Discrimination regarding exposure to communication*

Discriminant function	I	II	III
Eigenvalue	.26	.13	.07
Percent trace	57	28	15
Chi-square value	25.33	13.24	7.17
NDF	8	6	4
Prob.	1.00	.96	.87

The differences in exposure to communication between the classes describing the receipt of product information by husbands are displayed by two significant discriminants. These discriminants I and II are reviewed in the following.

The location of the classes describing the receipt of product information in the discriminant space is shown in Table 33.

Table 33. Mean values and standard deviations (*in brackets*) of the classes describing the receipt of product information by husbands, on the discriminant functions. *Discrimination regarding exposure to communication*

Class describing the receipt of product information	Discriminant function	
	I	II
Those who received little information	—.78 (1.23)	—3.02 (1.13)
Those who received information through interpersonal communication channels	—1.72 (.84)	—2.58 (.84)
Those who received information through mass media	—.80 (.98)	—2.05 (1.04)
Those who received an abundance of varied information	—1.92 (.87)	—2.51 (.97)

The nature of the differences between classes can be seen from Table 34. The coefficients calculated for unstandardized variables are given in Appendix 336.

Table 34. Nature of differences between the classes describing the receipt of product information by the husbands (*with regard to exposure to communication*)

Variable	Discriminant function I		Discriminant function II	
	Correlation	Coefficient	Correlation	Coefficient
(106) reading of professional papers	—.30	—.12	.26	.21
(113) reading of advertising leaflets	.36	.22	—.62	—.84
(115) attendance at fairs	—.71	—.57	.25	.45
(116) attendance at mobile exhibitions	—.57	—.30	—.20	—.76
(119) opinions on the amount of TV advertising	—.38	—.55	—.29	—.50
(120) opinions on the amount of newspaper advertising	.30	.59	.16	.22

Social background did not discriminate those who received an abundance of information from others. Exposure to communication seems to shed additional light on the problem. According to discriminant function I attendance at demonstrations and interest in spoken and illustrated advertising, discriminates from the others husbands who had received an abundance of varied information and those who had received information through interpersonal communication channels. Natural communication channels, therefore, seem to hold a central position in the receipt of product information by husbands.

Discriminant function II brings forth the characteristic of those who had received information through mass media: they read the advertising leaflets addressed to them.

54. Summary of the results

The purpose of the analyses made was:

(1) to describe decision making behaviour and communication behaviour
(2) to classify families on the basis of the description of decision making behaviour, and to classify wives and husbands on the basis of the description of communication behaviour
(3) an attempt to discriminate (i.e. to give a description of the differences among classes) the resulting family classes and detached house builder classes (wives and husbands separately) with regard to the variables describing social background and communication behaviour.

The decision making behaviour could be described in two dimensions:

1. decision making in the wife's role sector
2. decision making in the husband's role sector

The exposure to communication could be described in three dimensions:

1. attendance at demonstrations
2. exposure to printed media
3. attitudinal exposure to communication

The receipt of product information could be described in two dimensions:

1. information through interpersonal communication channels
2. information through mass media

On the basis of decision making behaviour the families were divided into the following four classes:

1. husband-dominant
2. differentiated roles
3. undifferentiated roles
4. wife-dominant

On the basis of exposure to communication the detached house builders (wives and husbands) were divided into the following four classes:

1. those with a passive communication behaviour
2. those attending demonstrations
3. those using printed media
4. those with an active communication behaviour

On the basis of the receipt of product information the detached house builders were divided into the following four classes:

1. those who received little information
2. those who received information through interpersonal communication channels
3. those who received information through mass media
4. those who received an abundance of varied information

The factors discriminating between family classes formed on the basis of decision making behaviour can be seen from Fig. 20.

Family classes:

① husband-dominant
② differentiated roles
③ undifferentiated roles
④ wife-dominant

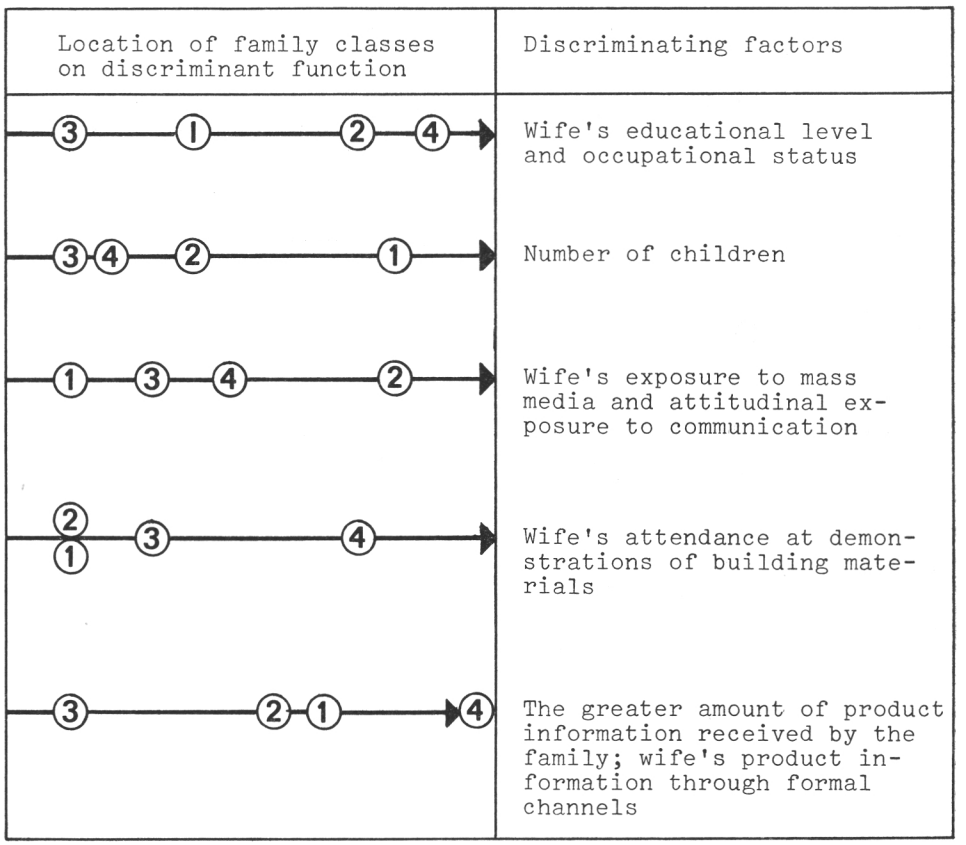


Fig. 20. Factors discriminating between family classes formed on the basis of decision making behaviour.

Fig. 20 gives the discriminant functions that proved significant in discriminant analyses, the location of the family classes on them, and the discriminating factors. The score of the discriminating factors increases towards the arrowhead.

The factors discriminating between detached house builder classes fromed on the basis of exposure to communication can be seen from Fig. 21.

Classes of exposure to communication:

(1) those with passive communication behaviour
(2) those attending demonstrations
(3) those using printed media
(4) those with active communication behaviour

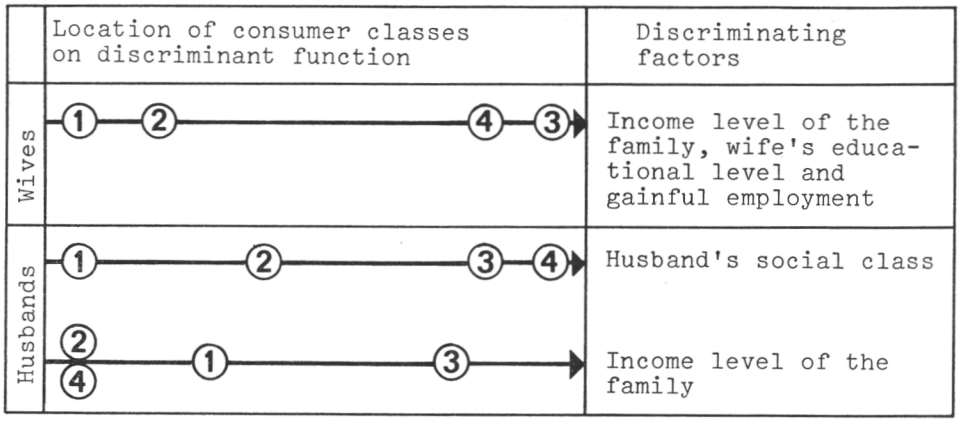


Fig. 21. Factors discriminating between detached house builder classes formed on the basis of exposure to communication.

The factors discriminating between consumer classes formed on the basis of the receipt of product information can be seen from Fig. 22.

Classes of products information recipients

(1) those who received little information
(2) those who received information through interpersonal communication channels
(3) those who received information through mass media
(4) those who received an abundance of varied information

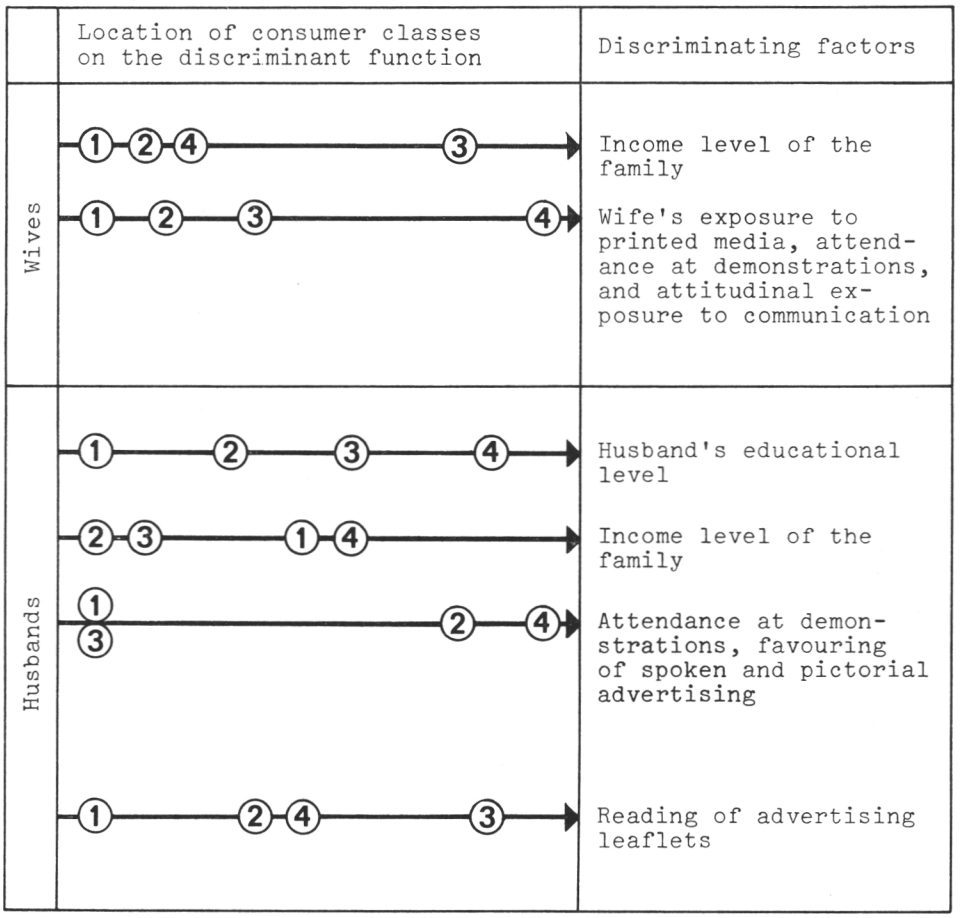


Fig. 22. Factors discriminating between detached house builder classes formed on the basis of the receipt of product information.

6. DISCUSSION

The purpose of the study was to investigate how decision making concerned with the selection of building materials for a detached house takes place within the family and how the married couple receives product information concerned with the decisions on selection of building materials for a detached house. It is useful to stress that the study is concerned with decision making and communication behaviour, and with them alone. Neither the grounds on which detached house builders choose the building materials nor the social problems regarding own home building are directly covered in the study. They are problems of continuation studies.

With a view to the problems encountered by a marketing planner, the replies to the questions made were, as far as possible, given by classifying the families on the basis of their decision making behaviour and by finding from the social background of the family and the communication behaviour of the husband and wife factors to discriminate between the resulting classes. Accordingly, the spouses were divided into classes reflecting their exposure to communication and their receipt of product information. Factors discriminating between these classes were sought from variables measuring the spouses' social background and communication behaviour.

Both the classifications and the search of the factors discriminating between the classes were based on a relatively extensive frame of reference built on the basis of general behavioural-science theories. The theoretical frame of reference was remarkably extensive compared with the empirical section, and far from all details discussed in the theoretical section emerged in the empirical phase. The fairly wide theoretical review was considered necessary in the present study, since theoretical applications of basic sciences to certain special fields, such as marketing, have their specific value, besides that of frame of reference for empirical studies.

The theoretical review and the accompanying empirical analysis are considered to have produced theoretical material that must be known when marketing products with the family in mind. The approach of the present study to the consumer behaviour is theoretical: it does not issue direct instructions of how marketing should be planned in given situations or what

kind of decisions should be made. It provides indications how issues of the type discussed might be approached, what sort of questions made and how the given replies could be used in marketing planning.

The non-emergence of the details discussed in the theoretical section could not but be affected by the quantitatively small and regionally limited sample used in the study. The small size and homogeneity of the sample narrowed the range of variation of the variables, which may have had an impoverishing effect on the results of the study. Small and regionally limited sample also reduces the theoretical and methodological alternatives of a study. The small size of the present sample, however, is not considered to detract from the value of the analyses, for the study has not tried to describe discrete variables. The building of the theoretical frame of reference is based on the idea that the theory development of consumer behaviour should start from general theories of behavioural sciences. When testing general hypotheses the representativeness of the empirical material is not so essential a question as when estimating parameters (describing discrete variables) (see E s k o l a 1963, p. 38—39).

The results obtained from the analysis of the decision making behaviour of the family, broadly speaking, support the observations reported from earlier studies. However, the analyses revealed points that deserve special attention with a view both to the application of the results and to future studies. Perhaps the most prominent problem detected was the definition of decision making power. Earlier studies of intra-family decision making have not defined in sufficient detail the kind of the decision making power concerned. In this way the hypotheses concerning the factors affecting the power of decision remain partly without foundation. In the present study, for example, the wife's educational level and her occupational status were found to be associated with different dimensions of the decision making power. The part played by educational attainment seemed to be emphasized in explaining the differentiation of the roles, whereas wife's occupational status was associated with husband-wife dominance in decision making.

The meagre hypotheses of communication behaviour used so far were supported by the analyses of the present study. The explanation brought by social background for the receipt of product information was interestingly complemented by the communication-exposure variables. The variables describing attendance at demonstrations of building materials assumed a particularly conspicuous role.

The observations of the present study on the decision making behaviour of families are important in practically all marketing planning concerned with building materials, where the decision to purchase is made by a family. The validity of the attitude research and product tests underlying product planning depends on whether inquiries have been addressed to the right

persons. Product differentiation requires information on the needs affecting the selection of the products. The use of media is more effective if the audience to whom the message should be addressed is known.

The information produced by the analysis of communication behaviour is associated expressly with the choice of channels in an effort to find suitable channels for every audience. From the point of view of marketing planning, particularly prominent and perhaps even new information provided by the present study is the identification of the channels used by the decision makers in the families when selecting building materials for detached houses. The present study, above all, creates a basis for planning communication addressed to a family.

Research into decision making borrows the bulk of its concepts from small group research. The approach is therefore primarily sociopsychological. The study of communication behaviour, on the other hand, rests on the sociological research tradition.

Problems are approached by means of concepts and theories of several disciplines, but the problems themselves are part of everyday life in marketing planning.

REFERENCES

Ahmavaara, Y., Minkkinen, S., Nordenstreng, K., Rand, M., Starck, M. 1972. Joukkotiedotus yhteiskunnassa. Helsinki.

Alderson, Wroe. 1967. The analytical framework for marketing. In: Marketing and the behavioral sciences. Bliss, P., editor. Boston.

Allardt, Erik. 1971. Rakenteellisista, institutionaalisista ja kulttuurisista selityksistä. Sosiologia 1971: 3.

Allardt, Erik ja Littunen, Yrjö. 1972. Sosiologia. Porvoo.

Aranguren, J. L. 1967. Human Communication. Verona.

Bauer, Raymond and Wortzel, Lawrence. 1966. Doctor's Choice: The Physician and His Sources of Information about Drugs. Journal of Marketing Research. Vol. 3. (Feb. 1966), pp. 40—47.

Blood, Robert, O. and Hamblin, Robert, L. 1958. The Effect of the Wife's Employment on the Family Power Structure, Social Forces. Vol. 36, pp. 347—352.

Blood, Robert, O. and Wolfe, Donald, M. 1960. Husbands and Wives. Glencoe Ill.

Bott, Elizabeth. 1957. Family and Social Network. London.

Bråten, Stein. 1968. Marknadskommunikation. Stockholm.

Byckling, Timo. 1969. Sosiaalinen asema ja tiedotusvälineet. Joukkotiedotus ja yleisö. In: K. Nordenstreng, editor. Helsinki.

Chaffee, Steven, H. 1972. The Interpersonal Context of Mass Communication. In: Current Perspectives in Mass Communication Research. Kline, G. and Tichenor, P., editors. London.

Coleman, James, S., Katz, Elihu and Menzel, Herbert. 1966. Medical Innovation: A Diffusion Study. Indianapolis, New York, Kansas City.

Cooley, William, W. and Lohnes, Paul, R. 1966. Multivariate Procedures for the Behavioral Sciences. New York.

Cox, D. F. 1963. The Audience as Communicators. In: Toward Scientific Marketing, S. A. Greyser, editor. 1963 Winter Conference Proceedings. American Marketing Association. Chicago.

Crane, Edgar. 1966. Marketing Communications. New York, London, Sydney.

Davis, Harry, L. 1972. Determinants of Marital Roles in a Consumer Purchase Decision. (European institute for advanced studies in management. Working paper 72: 14) Brussels.

De Fleur, Melvin, L. 1970. Theories of Mass Communication. New York.

Engel, James, F., Kollat, Davis, T. and Blackwell, Robert, D. 1968. Consumer Behavior. New York.

Eskola, Antti. 1960. Aviopuolisoiden roolijakoon vaikuttavat tekijät. Väestön tutkimuksen vuosikirja VI. Helsinki.

—»— 1963. Asenne. Yhteiskuntatieteiden käsikirja I. Keuruu.

—»— 1963. Jäykkyys ja taidekäsitykset. Tampere.

—»— 1967. Sosiologian tutkimusmenetelmät II. Porvoo.

Foote, Nelson, N. (editor) 1961. Household decision making. New York.

—»— 1961. Introduction. In: Household Decision-Making. N. N. Foote, editor. New York.

Golembiewski, Robert, T. 1967. The Small Group. An Analysis of Research Concepts and Operations. Chicago.

Gouldner, Alvin, W. 1967. Explorations in Applied Social Science. In: Marketing and the Behavioral Sciences. Bliss, P., editor. Boston.

Granbois, D. H. 1963. The Role of Communication in the Family Decision-Making Process. In: Toward Scientific Marketing. S. A. Greyser, editor. 1963 Winter Conference Proceedings.

Green, Paul, E. and Tull, Donald, S. 1970. Research for Marketing Decisions. Englewood Cliffs, New Jersey.

Haavio-Mannila, Elina. 1968. Suomalainen nainen ja mies. Porvoo.

Hadenius, Stig och Weibull, Lennart. 1970. Press radio tv. En bok om massmedia i dagens samhälle. Stockholm.

Hamilton, David. 1965. Marketing Science: Usefulness to the Consumer. In: Science in Marketing. Schwartz, G., editor. New York.

Hansen, Flemming. 1972. Consumer Choice Behavior. New York.

Heer, David, M. 1963. The Measurement and Bases of Family Power: An Overview. Marriage and Family Living. Vol. 25. May 1963, p. 133—139.

Hemanus, Pertti. 1973. Joukkotiedotus piilovaikuttajana. Keuruu.

Hempel, Donald, J. 1969. Search Behavior and Information Utilization in the Home Buying Process. In: Marketing Involvement in Society and the Economy. P. R. Mc Donald, editor, 1969 Fall Conference Proceedings. American Marketing Association. Chicago.

Hill, Reuben. 1961. Patterns of Decision-Making and the Accumulation of Family Assets. In: Household Decision-Making. N. N. Foote, editor. New York.

Howard, John, A. and Sheth, Jagdish, M. 1969. The Theory of Buyer Behavior. New York.

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. (mimeograph). Helsinki.

—»— 1972 b. Tuoteominaisuudet, markkinointi ja tuotesuunnittelu. In: Kuluttajasta, kommunikaatiosta, palvelusta. Lehtinen, V. ja Möller, K., editors. Helsinki.

Juster, Thomas, F. 1961. Decision-Making Regarding Allocation and Spending. Discussion. Household Decision-Making. N. N. Foote, editor. New York.

Katz, Elihu. 1963. The Diffusion of New Ideas and Practices. In: The Science of Human Communication. W. Schramm, editor. New York.

Katz, Elihu and Lazarsfeld, Paul, F. 1966. Personal Influence. New York.

Kenkel, William, F. 1961. Family Interaction in Decision-Making on Spending. In: Household Decision-Making. N. N. Foote, editor. New York.

—»— 1970. Husband-Wife Interaction in Decision-Making and Decision Choices. In: Psychological Experiments in Consumer Behavior. S. H. Britt, editor. New York.

King, C. W. 1963. Fashion Adoption: A Rebuttal to the Trickle Down Theory. In: Towards Scientific Marketing. S. A. Greyser, editor, 1963 Winter Conference Proceedings. American Marketing Association. Chicago.

Komarovsky, Mirra. 1961. Class Differences in Family Decision-Making on Expenditures. In: Household Decision-Making. N. N. Foote, editor. New York.

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. 1969. Uutuustiedon leviäminen ja kanavoituminen yhteisössä. Tampereen yliopiston tutkimuslaitos D/20/1969.

—»— 1972. Yhteiskunta ja äitirooli. Tutkimusseloste n:o 34/1972. Tampereen yliopiston sosiologian laitos.

—»— 1973. Tiedon tiivistäminen ja järjestäminen: Monimuuttujamenetelmien vertailu laadullisen tiedon analyysimenetelmiin. Vaasan kauppakorkeakoulun julkaisuja: Opetusmoniste n:o 2. Taloussosiologia.

Kotler, Philip. 1967. Marketing Management: analysis, planning, and control. Englewood Cliffs, New Jersey.

Kulokari, Hannu. 1970. Tilastollisesta tietojenkäsittelystä Helsingin yliopiston laskentakeskuksessa. Helsinki.

Lippitt, Vernon, G. 1961. Decision-Making Regarding Allocation and Spending. Discussion. Household Decision-Making. N. N. Foote, editor. New York.

Mc Leod, Jack, M. and O'Keefe, Garrett, J. 1972. The Socialization Perspective and Communication Behavior. In: Current Perspectives in Mass Communication Research. Kline, G. and Tichenor, P., editors. London.

Mc Quail, Denis. 1972. Towards a Sociology of Mass Communications. London.

Mills, C. Wright. 1961. The Sociological Imagination. New York.

Morgan James, N. 1961. Household Decision-Making. In: Household Decision-Making. N. N. Foote, editor. New York.

Nicosia, Francesco, M. 1966. Consumer Decision Processes. New Jersey.

Nordenstreng, Kaarle. 1969. Tiedotusvälineiden kulutus: levikki ja käyttömäärät. In: Joukkotiedotus ja yleisö. K. Nordenstreng, editor. Helsinki.

Nunnally, Jum, C. 1967. Psychometric Theory. USA.

Nye, F. and Berardo, F. (editors). 1966. Emerging Conceptual Frameworks in Family Analysis. New York.

Parsons, T. and White, W. 1960. The Mass Media and the Structure of American Society. Journal of Social Issues, 16(3). pp. 67—77.

Pietilä, Veikko. 1969. Vieraantuneisuus ja tiedotusvälineiden käyttö. In: Joukkotiedotus ja yleisö. K. Nordenstreng, editor. Helsinki.

Puumarkkinatieteen opetuksen suunnittelutoimikunnan mietintö. 1972. (mimeograph).

Rainio, Kullervo. 1968. Valta ja vallan käyttö. Porvoo.

Rauhala, Urho. 1966. Suomalaisen yhteiskunnan sosiaalinen kerrostuneisuus. Helsinki.

Rogers, Everett, M. 1968. Diffusion of Innovations. New York.

Rogers, Roy, H. 1964. Toward A Theory of Family Development, Journal of Marriage and the Family. August 1964. pp. 262—270.

Safilios-Rotschilf, Constantina. 1969. Family Sociology or Wives' Family Sociology? A Cross-Cultural Examination of Decision-Making. Journal of Marriage and the Family. May 1969. pp. 290—301.

Schramm, Wilbur. 1966. Information Theory and Mass Communication. In: Communication and Culture, A. G. Smith, editor.

—»— 1969. Masscommunications. A book of readings selected and ed. by W. Schramm. Urbana University of Illinois Press.

Secord, Paul, F. and Backman, Carl, W. 1964. Social Psychology. Tokyo.

Sharp, H. and Mott, P. 1956. Consumer Decisions in the Metropolitan Family. Journal of Marketing, Vol. 21 (Oct. 1956) pp. 149—156.

Silk, Alvin, J. 1966. Overlap Among Self Designated Opinion Leaders: A Study of Selected Dental Products and Services. Journal of Marketing Research, Vol. 3. (August 1966). pp. 255—259.

Stenros, H., Kultalahti, O., Aura, S., Knuuti, M., Pfeifer, J. 1974. Asumisen arvostukset. Selvitys asukkaiden mielipiteiden käyttömahdollisuuksista asunnon ja sen lähiympäristön suunnittelussa. Tampereen teknillinen korkeakoulu A: 2. Tampere.

Suomen tilastollinen vuosikirja 1967. 1968. Statistical yearbook of Finland 1967. Helsinki.

Tampereen Yliopiston Tutkimuslaitos 1967. Tiedotustutkimuksen kyselylomake. Tampere.

Törnqvist, Leo ja Nordberg, Leif. 1968. Päätäntätieteen keskeisiä ongelmia. Porvoo.

Valkonen, Tapani. 1970. Yhteisön vaikutukset yksilöön ja niiden kvantitatiivinen tutkiminen. Summary: Contextual Effects and Their Quantitative Analysis. Helsingin yliopiston sosiologian laitoksen tutkimuksia. 71. Vammala.

—»— 1971. Haastattelu- ja kyselyaineiston analyysi sosiaalitutkimuksessa. Helsinki.

Wells, William, P. 1966. Children as Consumers. On Knowing the Consumer. J. W. Newman, editor. New York.

Wolgast, Elisabeth, H. 1958. Do Husbands or Wives make the Purchasing Decision? The Journal of Marketing. October 1958. pp. 151—158.

Zelditch, M. Jr. 1956. Role Differentiation in the Nuclear Family: A Comparative Study. Family-Socialization and Interaction Process. Parsons, T. and Bales, R., editors. London.

PÄÄTÖKSENTEKO JA KOMMUNIKAATIOKÄYTTÄYTYMINEN OMAKOTITALON RAKENNUSMATERIAALIEN VALINNASSA

SELOSTE:

Tutkimuksen tausta

Tämän tutkimuksen ongelman synnytti markkinoinnin teorian kehittämispyrkimys. Eräissä yhteyksissä markkinointi on määritelty sosiaalisiksi prosesseiksi, jotka yhdistävät tuotannon ja kulutuksen. Markkinointi ylläpitää tuottajan ja kuluttajan välistä suhdetta. Useimmissa tapauksissa on hyödyllistä tulkita tuottajan ja kuluttajan suhteen muodostuvan heidän välillään havaittavista virroista. Tuottajalta kuluttajalle virtaa tuotteita ja niihin liittyviä informatiivisia ja suostuttelevia viestejä. Kuluttajalta tuottajalle puolestaan virtaa maksusuorituksia tuotteista ja informaatiota kysynnän taustalla olevista tarpeista.

Markkinoinnin suunnittelulla pyritään helpottamaan tuottajaa ja kuluttajaa yhdistävien virtojen kulkua. Jotta tämä olisi mahdollista, tarvitaan tietoja siitä käyttäytymisestä, joka on mainittujen virtojen lähtökohta tai kohde. Tietoja tarvitaan sekä tuottajan että kuluttajan käyttäytymisestä. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan kuluttajan käyttäytymistä.

Yksi hedelmällisimmistä tavoista kuluttajan käyttäytymisen ymmärtämiseksi on nähdä hänet rakentamassa valikoimaa, täydentämässä itsensä tai perheensä käyttöön tarkoitettua tuotevalikoimaa. Tämä merkitsee sitä, että kuluttajaa tarkastellaan markkinoinnissa päätöksentekijänä. Päätöksenteko puolestaan edellyttää valintavaihtoehtoja koskevan tiedon hankintaa ja analysointia. Päätöksenteko ja sitä edeltävä kommunikaatiokäyttäytyminen ovat kuluttajakäyttäytymisen keskeisiä vaiheita. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan päätöksentekoa ja kommunikaatiokäyttäytymistä. Tutkimus luo pohjaa ennen muuta perheeseen suuntautuvan kommunikaation suunnittelulle.

Markkinoinnin suunnittelussa kuluttaja nähdään päätöksentekijänä, joka täydentää tai laajentaa itsensä tai perheensä käyttöön tarkoitettua tuotevalikoimaa. Valintaprosessin muotoutumisen kannalta on keskeistä se, monenko henkilön käyttöön tuote tulee. Mikäli käyttäjiä on useampia, joutuu valinnan suorittaja ottamaan muidenkin preferenssit huomioon, tai valintapäätös syntyy kollektiivisen työskentelyn tuloksena. Lukuisat tutkijat korostavat sitä, että käyttäytyminen markkinointitilanteessa on ensi sijassa ryhmäkäyttäytymistä. Ryhmän vaikutus ilmenee sekä vaikutuksena ryhmän yksittäiseen jäseneen että vaikutuksena kollektiivisen päätöksenteon kautta. Perhe on selvästi yleisin kulutusyksikkötyyppi. Huolimatta siitä haluaako markkinoija ymmärtää, selittää tai ennustaa kuluttajakäyttäytymistä, vaikuttaa siihen tai sopeutua siihen, täytyy hänen ymmärtää perheen roolia ja vaikutusta.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan päätöksentekoa ja kommunikaatiokäyttäytymistä perheessä.

Rakentaminen tuli tutkimuksen kohteeksi sen vuoksi, että se on metsäteollisuustuotteiden keskeinen käyttökohde. Omakotirakentaminen sen vuoksi, että se tyypillisesti heijastelee kuluttajakäyttäytymistä. Omakotirakentamisessa käytettävässä tuotevalikoimassa ovat edustettuina useimmat metsäteollisuuden tuotetyypit, mikä myös puoltaa sen valintaa tutkimuskohteeksi.

Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää:

1) Kuinka omakotitalon rakennusmateriaalien valintaan liittyvä päätöksenteko perheessä tapahtuu.
2) Kuinka aviopuolisot saavat omakotitalon rakennusmateriaalien valintapäätöksiin liittyvää tuoteinformaatiota.

Rakennusmateriaalien valintaan liittyvän päätöksenteon tarkastelussa pyritään identifioimaan erilaiset päätäntäkäyttäytymisen mallit ja löytämään ne selittävät tekijät, joiden avulla päätäntäkäyttäytymiseltään erilaiset perheet ovat tunnistettavissa ja lähestyttävissä.

Tuoteinformaation saamista on tarkoitus selvitellä kahdella tasolla:

Yleisen kommunikaatioalttiuden tarkastelulla pyritään valaisemaan niitä edellytyksiä, joita omakotirakentajilla tuoteinformaation saamiseksi on.
Saadun tuoteinformaation kanavien ja määrän tarkastelulla pyritään selvittämään, kuinka omakotirakentajat edellytystensä puitteissa käyttäytyvät.

Tutkimuksen teoreettiset puitteet

Perheessä tapahtuvan päätöksenteon analysointi jakautuu seuraaviin kolmeen vaiheeseen:

(1) aviopuolisoiden päätäntäkäyttäytymisen relevantti kuvaus
(2) aviopuolisoiden päätäntäkäyttäytymiseen pohjautuvien perheluokkien muodostaminen
(3) perheluokkien erottelu sosiaalista taustaa ja kommunikaatiokäyttäytymistä kuvaavien muuttujien avulla.

Vastaavasti aviopuolisoiden kommunikaatiokäyttäytymisen analysointi jakautuu seuraaviin kolmeen vaiheeseen:

(1) kommunikaatiokäyttäytymisen kuvaus
  a) kommunikaatioalttiuden kuvaus
  b) tuoteinformaation saamisen kuvaus
(2) aviopuolisoiden kommunikaatiokäyttäytymiseen pohjautuvien kuluttajaluokkien muodostaminen
  a) kommunikaatioalttiuteen pohjautuva luokitus
  b) tuoteinformaation saamiseen pohjautuva luokitus

(3) kommunikaatiokäyttäytymiseen pohjautuvien kuluttajaluokkien erottelu taustamuuttujien avulla
   a) »kommunikaatioalttiusluokkien» erottelu sosiaalista taustaa kuvaavien muuttujien avulla
   b) »tuoteinformaation saamisluokkien» erottelu sosiaalista taustaa ja kommunikaatioalttiutta kuvaavien muuttujien avulla

Tämän tutkimuksen teoreettista viitekehystä muodostettaessa on oletettu, että päätöksenteko perheessä tapahtuu ryhmäprosessien ja niiden synnyttämien ryhmän rakenneominaisuuksien puitteissa. Ryhmäprosessit oletetaan primäärisemmiksi kuin rakennusmateriaalien valintaprosessi. Valintaprosessin tarkastelu tapahtuu näinollen ryhmäprosessien ja ryhmän rakennepiirteiden muodostamassa viitekehyksessä eikä päinvastoin.

Koska päätöksentekoprosessitarkastelua ei valittu tämän tutkimuksen kokoavaksi viitekehykseksi, poikkeavat rakennusmateriaalien hankintaan liittyvän kommunikaatiokäyttäytymisen tarkastelun lähtökohdat tavanomaisista kuluttajan etsintäkäyttäytymisen tarkastelun lähtökohdista. Tuoteinformaation saamista ei tarkastella pelkästään osana tietyn tuotteen valintaan tähtäävää päätöksentekoprosessia. Tuoteinformaation saaminen nähdään osana omakotirakentajan yleistä kommunikaatiokäyttäytymistä, joka puolestaan heijastelee yksilön yleisen elämäntilanteen synnyttämiä käyttäytymisedellytyksiä ja käyttäytymistaipumuksia.

Tutkimuksen metodiset puitteet

Ongelman lähestymistapaa ja tutkimuksen viitekehystä koskevat teoreettiset valinnat ovat pääpiirteissään sanelleet sen, mitkä tai minkälaiset menetelmät ovat mahdollisia tässä tutkimuksessa.

Rooliteorioihin pohjautuva päätäntäkäyttäytymisen kuvaus edellyttää päätäntäkäyttäytymistä kuvaavan muuttuja-avaruuden perusrakenteen selvittämistä. Tällaisen rakennekuvauksen mahdollistaa pääkomponenttianalyysi.

Päätäntäkäyttäytymistä kuvaavan perheluokituksen muodostaminen perustuu suoraan pääkomponenttianalyysin paljastamiin dimensioihin. Perheluokkien muodostaminen edellyttää havaintokohtaisten pääkomponenttipistemäärien laskemista. Perheluokkiin päästään dikotomisoimalla pääkomponenttipistemuuttujat ja ristiintaulukoimalla ne.

Perheluokkien mahdollisimman ekonominen erottelu sosiaalista taustaa ja kommunikaatiokäyttäytymistä kuvaavien muuttujien avulla on mahdollista suorittaa erotteluanalyysiä hyväksikäyttäen.

Kommunikaatiokäyttäytymisen kuvaus rakentuu kommunikaatiokanavarakenteiden varaan. Kanavarakenteita tarkastellaan siltä kannalta, kuinka omakotirakentaja eri kanavien suhteen käyttäytyy. Menetelmälliseksi ongelmaksi nousee havaittavan kommunikaatiokanavarakenteen perusdimensioiden paljastaminen. Kommunikaatiokäyttäytymisen perusdimensioiden paljastamiseen käytetään pääkomponenttianalyysiä.

Kommunikaatiokäyttäytymistä kuvaavien kuluttajaluokitusten muodostaminen tapahtuu periaatteessa samalla tavalla kuin päätäntäkäyttäytymistä kuvaavan perheluokituksen muodostaminen.

Kuluttajaluokkien erottelu sosiaalista taustaa kuvaavien muuttujien avulla suoritetaan erotteluanalyysiä hyväksikäyttäen. Tuoteinformaation saamista kuvaavien kuluttajaluokkien erottelu tapahtuu myös kommunikaatioalttiutta kuvaavien muuttujien suhteen.

Tutkimusaineisto

Tutkimuksen perusjoukon muodostivat kaikki Lappeenrannassa ja Lauritsalassa vuosina 1964—1967 uusiin omakotitaloihinsa muuttaneet perheet. Otos poimittiin perusjoukon luettelosta yksivaiheista satunnaisotantaa käyttäen. Otoksen suuruus oli 150 perhettä (300 aviopuolisoa).

Tutkimuksen empiirinen aineisto koottiin henkilökohtaisesti tarkistetulla postikyselyllä. Perheiden taloudellista asemaa koskevat tiedot saatiin Lappeenrannan verotoimistosta. Kadon ja hylkäämisten jälkeen analyyseihin jäi 113 perhettä, mikä on 75 % otoksesta.

Tulokset

Päätäntäkäyttäytyminen kuvautui kahdella dimensiolla:

1. päätöksenteko vaimon roolialueella
2. päätöksenteko miehen roolialueella

Kommunikaatioalttius kuvautui kolmella dimensiolla:

1. esittelytilaisuuksiin osallistuminen
2. painettujen kommunikaatiovälineiden käyttö
3. asenteellinen kommunikaatioalttius

Tuoteinformaation saaminen kuvautui kahdella dimensiolla:

1. tiedot henkilökohtaisen kommunikaation välityksellä
2. tiedot massakommunikaation välityksellä

Päätäntäkäyttäytymisen perusteella perheet luokiteltiin seuraaviin neljään luokkaan:

1. miesvaltainen
2. roolit eriytyneet
3. roolit eriytymättömät
4. vaimovaltainen

Kommunikaatioalttiuden perusteella omakotirakentajat (vaimot ja miehet) luokiteltiin seuraaviin neljään luokkaan:

1. kommunikaatiokäyttäytymiseltään passiiviset
2. esittelyihin osallistuvat
3. painettuja kommunikaatiovälineitä käyttävät
4. kommunikaatiokäyttäytymiseltään aktiiviset

Tuoteinformaation saamisen perusteella omakotirakentajat luokiteltiin seuraaviin neljään luokkaan:

1. vähän informaatiota saaneet
2. henkilökohtaisista lähteistä informaatiota saaneet
3. massakommunikaation välityksellä informaatiota saaneet
4. runsaasti monipuolista informaatiota saaneet

Perheluokkien erottelu sosiaalista taustaa ja kommunikaatiokäyttäytymistä kuvaavien muuttujien avulla tuotti seuraavanlaiset luonnehdinnat päätäntäkäyttäytymiseltään erilaisille perheluokille:

VAIMOVALTAINEN (päätöksenteko vaimovaltaista)

— Perheenäiti kouluja käynyt kotirouva
— Perheessä runsaasti tietoa rakennusmateriaaleista, vaimon tiedot formaalisista lähteistä hankittuja
— Vaimo osallistunut usein rakennusmateriaalien esittelytilaisuuksiin ja on asenteellisesti altis rakennusmateriaali-informaatiolle

MIESVALTAINEN (päätöksenteko miesvaltaista)

— Perheessä runsaasti lapsia
— Vaimon kommunikaatioalttius vähäistä
  — ei osallistu esittelytilaisuuksiin
  — ei käytä painettuja kommunikaatiovälineitä
  — ei asenteellisesti altis rakennusmateriaali-informaatiolle

ROOLIT ERIYTYNEET (vaimo tekee päätöksiä omalla roolialueellaan, mies omallaan)

— Perheenäiti kouluja käynyt kotirouva
— Vaimo suosii tiedonhankinnassaan painettuja kommunikaatiovälineitä, on asenteellisesti altis rakennusmateriaali-informaatiolle
— Vaimo osallistunut harvoin rakennusmateriaalien esittelytilaisuuksiin

ROOLIT ERIYTYMÄTTÖMÄT (eri päätökset eivät selväpiirteisesti ohjaudu jommalle kummalle aviopuolisoista)

— Vähän koulutusta, vaimo ansioäiti
— Vähän lapsia, vähän koulutusta
— Vaimo osallistunut harvoin rakennusmateriaalien esittelytilaisuuksiin, ei asenteellisesti altis rakennusmateriaali-informaatiolle
— Perheellä vähän tietoa rakennusmateriaaleista, vaimon tiedot henkilökohtaisen kommunikaation välityksellä saatuja

Kommunikaatioalttiutta kuvaavien kuluttajaluokkien erottelu sosiaalista taustaa kuvaavien muuttujien avulla tuotti seuraavanlaiset luonnehdinnat kommunikaatioalttiudeltaan erilaisille kuluttajaluokille:

KOMMUNIKAATIOKÄYTTÄYTYMISELTÄÄN AKTIIVISET (käyttävät keskimääräistä enemmän painettuja kommunikaatiovälineitä ja osallistuvat keskimääräistä useammin erilaisiin rakennusmateriaalien esittelytilaisuuksiin)

— Ylempiin sosiaaliluokkiin kuuluvat varakkaat miehet
— Kouluja käyneet varakkaat ansioäidit

PAINETTUJA KOMMUNIKAATIOVÄLINEITÄ KÄYTTÄVÄT (käyttävät keskimääräistä enemmän painettuja kommunikaatiovälineitä, mutta osallistuvat keskimääräistä harvemmin erilaisiin rakennusmateriaalien esittelytilaisuuksiin)

— Varakkaat miehet
— Kouluja käyneet varakkaat ansioäidit

ESITTELYIHIN OSALLISTUVAT (käyttävät keskimääräistä vähemmän painettuja kommunikaatiovälineitä, mutta osallistuvat keskimääräistä useammin erilaisiin rakennusmateriaalien esittelytilaisuuksiin)

— Alempiin sosiaaliluokkiin kuuluvat vähempivaraiset miehet
— Vähemmän kouluja käyneet vähempivaraiset kotiäidit

KOMMUNIKAATIOKÄYTTÄYTYMISELTÄÄN PASSIIVISET (käyttävät keskimääräistä vähemmän painettuja kommunikaatiovälineitä ja osallistuvat keskimääräistä harvemmin erilaisiin rakennusmateriaalien esittelytilaisuuksiin)

— Alempiin sosiaaliluokkiin kuuluvat vähempivaraiset miehet
— Vähemmän kouluja käyneet vähempivaraiset kotiäidit

Tuoteinformaation saamista kuvaavien kuluttajaluokkien erottelu sosiaalista taustaa ja kommunikaatioalttiutta kuvaavien muuttujien avulla tuotti seuraavanlaiset luonnehdinnat tuoteinformaation saamisen suhteen erilaisille kuluttajaluokille:

RUNSAASTI MONIPUOLISTA INFORMAATIOTA SAANEET (saaneet keskimääräistä enemmän rakennusmateriaali-informaatiota sekä henkilökohtaisen että massakommunikaation välityksellä)

— Painettuja kommunikaatiovälineitä käyttävät, esittelytilaisuuksiin osallistuvat ja kommunikaatiolle asenteellisesti alttiit vaimot
— Esittelytilaisuuksiin osallistuvat, puhuttua ja kuvallista mainontaa suosivat miehet. (Runsaasti monipuolista informaatiota saaneita miehiä löytyy kaikista koulutus- ja tuloluokista.)

MASSAKOMMUNIKAATION VÄLITYKSELLÄ INFORMAATIOTA SAANEET (saaneet keskimääräistä enemmän rakennusmateriaali-informaatiota massakommunikaation välityksellä, mutta keskimääräistä vähemmän henkilökohtaisen kommunikaation välityksellä)

— Varakkaat vaimot
— Miehet, jotka eivät osallistu rakennusmateriaalien esittelytilaisuuksiin eivätkä suosi puhuttua ja kuvallista mainontaa, mutta tutustuvat heille lähetettyihin mainoslehtisiin

HENKILÖKOHTAISISTA LÄHTEISTÄ INFORMAATIOTA SAANEET (saaneet keskimääräistä vähemmän rakennusmateriaali-informaatiota massakommunikaation välityksellä, mutta keskimääräistä enemmän henkilökohtaisen kommunikaation välityksellä)

— Vähävaraiset vaimot, joiden kommunikaatioalttius on vähäistä
— Vähävaraiset miehet, jotka osallistuvat rakennusmateriaalien esittelytilaisuuksiin sekä suosivat puhuttua ja kuvallista mainontaa

VÄHÄN INFORMAATIOTA SAANEET (saaneet keskimääräistä vähemmän rakennusmateriaali-informaatiota sekä henkilökohtaisen että massakommunikaation välityksellä)

— Vähävaraiset vaimot, joiden kommunikaatioalttius on vähäistä
  — eivät osallistu esittelytilaisuuksiin
  — eivät käytä painettuja kommunikaatiovälineitä
  — eivät ole asenteellisesti alttiita kommunikaatiolle
— Vähän koulutusta saaneet miehet (voivat olla varakkaitakin), jotka eivät osallistu esittelytilaisuuksiin, eivätkä ole kiinnostuneita puhutusta ja kuvallisesta mainonnasta, eivätkä tutustu saamiinsa mainoslehtisiin.

Appendix 11. Questionnaire

UNIVERSITY OF HELSINKI, THE DEPARTMENT OF
FOREST PRODUCTS MARKETING
Unioninkatu 40 B, Helsinki 17

The Helsinki University Department of Forest Products Marketing is engaged in market research concerned with the building of detached houses. In the first phase, various problems connected with the selection of building materials are being studied.

The families receiving this letter have been selected by drawing lots from among all the Lappeenranta families who moved into their own detached houses in or after 1964.

The information collected will be used for scientific purposes, and it is therefore extremely important that replies are obtained from all those who by lot were included in the sample.

Two questionnaire forms are enclosed. The intention is that husband and wife complete their individual forms. It is important for the study that information is obtained for both the wife and the husband. To facilitate replying, the form is so planned that most questions can be answered by ticking the appropriate box. Many questions are accompanied by instructions. Should the form contain questions difficult to answer, they can be discussed with the research worker conducting the interview.

The questionnaires will be collected by the research worker during the period from Dec. 27, 1968 to Jan.30, 1969. On this same occasion, a small interview will be made.

The study is carried out by Forester Heikki Juslin of the Helsinki University Department of Forest Products Marketing.

Yours faithfully,

Heikki Juslin
Assistant at the Department of
Forest Products Marketing

UNIVERSITY OF HELSINKI
DEPARTMENT OF FOREST PRODUCTS MARKETING

STUDY OF DETACHED HOUSES

You can reply to the following questions by ticking the appropriate box. Please answer all the questions.

6. Respondent's sex
[ ] male
[ ] female

7. Respondent's marital status
1 [ ] married
2 [ ] single
3 [ ] widow(er)
4 [ ] divorced

8-9. Respondent's year of birth .....

10. Your present occupation (work, post)
.....

11-13. Size of the family (family members living at home)
..... adults
..... children
..... of the children are under 15 years of age

14. Type of the house
1 [ ] prefabricated timber house
2 [ ] " " " with brick gables
3 [ ] timber house (not prefabricated)
4 [ ] brick house
5 [ ] timber house with brick gables
6 [ ] some other type, please describe .....
.....

15. Family participation in construction
1 [ ] delivered by the builders on "turnkey" principle
2 [ ] built by skilled builders while we provided the building materials etc. ourselves
3 [ ] built by skilled builders with our help
4 [ ] we built the house ourselves using skilled workers only for bricklaying, electric and other special jobs
5 [ ] in some other way, please describe .....
.....
.....

16-17. Please list the newspapers you read regularly every day. Give the names of the papers on the lines provided below:

....
....
....
....

18-19. Please list the magazines and/or special papers (professional, organizational or informative) you read regularly.

....
....
....
....

20. How often do you go to cinema ?

1 [ ] a few times a month
2 [ ] approximately once a month
3 [ ] a few times a year
4 [ ] at least once a year
5 [ ] less than once a year

21. Do you read the advertising etc. leaflets received ?

1 [ ] always
2 [ ] often
3 [ ] sometimes
4 [ ] seldom
5 [ ] never

22. Have you got a TV ? yes no

23-26. Different occasions for demonstrations of detached houses and building materials are listed below. Have you attended such demonstrations? Please reply to all four points (23-26) by ticking the appropriate box.

		never	once	more than once
23.	Building material stalls at fairs and exhibitions	[ ]	[ ]	[ ]
24.	Mobile exhibitions	[ ]	[ ]	[ ]
25.	Demonstrations in the relevant shops	[ ]	[ ]	[ ]
26.	Demonstration evenings	[ ]	[ ]	[ ]

27-32. Please give your opinion on the advertising of detached houses and building materials. Evaluate all the six points (27-32) and tick the box for the alternative you deem appropriate.

		too much	just right	too little
27.	TV advertising is	[ ]	[ ]	[ ]
28.	Newspaper advertising is	[ ]	[ ]	[ ]
29.	Magazine advertising is	[ ]	[ ]	[ ]
30.	Advertisements carry pictures	[ ]	[ ]	[ ]
31.	Advertisements carry text	[ ]	[ ]	[ ]
32.	Advertisements provide price data	[ ]	[ ]	[ ]

33-34. Please indicate the shop(s) from which you bought the building materials used, by writing the name(s) of the shop(s) below.

.....

.....

.....

35. Please give the number of the societies, associations, clubs, boards or other similar bodies of which you hold the membership. .....

36. Please write the names of these societies etc. on the lines below.

....

....

....

37. Do you hold office in any of the above societies etc. (Examples of such office are chairman, secretary, treasurer)

yes how many ?

no

38-40. How often do you meet the following persons in your leisure time? (A meeting here involves a conversation with the person concerned). Please tick the box deem appropriate. Family members living at home are not classified among relatives under this heading.

	Relatives	Friends	Neighbours
several times a day	[ ]	[ ]	[ ]
approximately once a day	[ ]	[ ]	[ ]
almost daily	[ ]	[ ]	[ ]
at least once weekly	[ ]	[ ]	[ ]
a few times a month	[ ]	[ ]	[ ]
approximately once every month	[ ]	[ ]	[ ]
less often than once a month	[ ]	[ ]	[ ]

41-53. Please indicate the sources from which you obtained information on building materials. Tick off all twelve boxes (41-52) under the appropriate alternative.

		none	some	fairly much	much	cannot say
41.	conversations with neighbours	:	:	:	:	:
42.	brochures and advertising leaflets	:	:	:	:	:
43.	the TV	:	:	:	:	:
44.	conversations with colleagues	:	:	:	:	:
45.	newspapers	:	:	:	:	:
46.	conversations with salesmen	:	:	:	:	:
47.	magazines	:	:	:	:	:
48.	conversations with friends	:	:	:	:	:
49.	exhibitions, fairs, etc.	:	:	:	:	:
50.	my own experience	:	:	:	:	:
51.	discussions with experts of construction (master builders, carpenters, etc.)	:	:	:	:	:
52.	discussions with professional advisers and instructors	:	:	:	:	:

53. some other source, viz. .....

54a. How many nights a week, on average, do you view TV programmes?

..... evenings on average

54b. How many hours a night do you view TV ?

..... hours on average

55. What is your school education?

1 [ ] primary school

2 [ ] vocational school or other vocational exam based on primary school

3 [ ] junior secondary school

4 [ ] vocational exam based on junior secondary school

5 [ ] matriculation

6 [ ] vocational exam based on matriculation

7 [ ] university degree

8 [ ] other, please specify .....

56-74. Selection of building materials

Every family planning or possessing a detached house of their own makes decisions concerning the selection of various building materials (e.g., what sort of wallpapers are bought or what wainscoting is used for the outer walls). Many couples first talk things over, perhaps ask the advice of an expert, etc., but the final decision often must be made by the husband or wife. Who in your family makes the final decision concerning the selections listed below ?

How to reply:

To facilitate the reply, five alternatives per question are given. You should ring the one nearest to the true selection situation in your family. If there is a question concerning which selection decision has been made by a person outside the family, please write this person's occupation on the line reserved for the purpose. If there is something unclear about the questions, making their answering difficult, these points can be discussed later with the interviewer.

For example:

If in your family the wife alone decides the type of flooring for the kitchen, alternative 5 should be ringed.

Husband alone	Husband in the first place	Spouses together	Wife in the first place	Wife alone	Someone outside the family (occupation)
1	2	3	4	(5)	.....

Questions: Who in your family makes the final decision when you select ....

Husband alone	Husband in the first place	Spouses together	Wife in the first place	Wife alone	Someone outside the family (occupation)
56. living room flooring (e.g. whether wooden floor or linoleum)					
1	2	3	4	5	.....
57. wallpapers except for kitchen (e.g. cloth or paper)					
1	2	3	4	5	.....

	Husband alone	Husband in the first place	Spouses together	Wife in the first place	Wife alone	Someone outside the family (occupation)
58.	outer wall wainscoting (e.g. brick, slabs or boarding)					
	1	2	3	4	5	.....
59.	windows (e.g. shape, the way they open, etc.)					
	1	2	3	4	5	.....
60.	kitchen wall material (e.g. wallpaper, painted surface or ready-made panels)					
	1	2	3	4	5	.....
61.	thermal insulation for different parts of the house					
	1	2	3	4	5	.....
62.	bathroom wall material (e.g. tiles or wallboards etc.)					
	1	2	3	4	5	.....
63.	ceiling material (e.g. wooden ceiling or panels)					
	1	2	3	4	5	.....
64.	roofing material (e.g. felt, tinplate or brick)					
	1	2	3	4	5	.....
65.	bathroom floor material (e.g. wood, rubber or plastic)					
	1	2	3	4	5	.....
66.	kitchen furnishings (e.g. cupboards for dishes, cleaning gear etc.)					
	1	2	3	4	5	.....
67.	wardrobes and other storage places in various parts of the house					
	1	2	3	4	5	.....
68.	outer and inner doors (e.g. exotic or domestic wood, painted or varnished)					
	1	2	3	4	5	.....

	Husband alone	Husband in the first place	Spouses together	Wife in the first place	Wife alone	Someone outside the family (occupation)
69. kitchen floor material (e.g. wooden floor or linoleum)	1	2	3	4	5	.....
70. type of the house (e.g. brick or timber house)	1	2	3	4	5	.....
71. cellar structures (shelves, cupboards etc.)	1	2	3	4	5	.....
72. kitchen colouring	1	2	3	4	5	.....
73. living room colouring	1	2	3	4	5	.....
74. exterior colours of the house	1	2	3	4	5	.....

Please write your remarks here:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

MANY THANKS FOR YOUR COOPERATION

Appendix 12. Contents of the variables used in the final analyses

1. Form of commune
A two-class variable (Lappeenranta = 3, Lauritsala = 2).

2. Degree of urbanization of living environment
The values of the variable are based on the distance between the house and city centre. The distances of 21 distinctly separate districts from city centre were measured. The districts were placed in ascending order of distance measured. On the basis of this order each district was given a score, the one nearest the city centre scored 1 and that farthest from the city centre 21. Each family then acquired the score corresponding to its district area on the degree of urbanization of living environment variable.

4. Spouses' mean age. Question 8-9.
The value of the variable is based on the mean age calculated on the basis of the years of birth of husband and wife.

5. Age difference. Question 8-9.
The wife's age has been subtracted from the husband's age, and the difference added to ten.

6. Husband's social class. Question 10.
The social class index according to the Rauhala classification, obtained on the basis of the husband's occupation.

9. Difference in social background. Question 10.
The wife's social class has been subtracted from that of the husband's, and the difference added to ten.

11. Children. Question 11-13.
Number of the children in the family.

12. Children under 15 years. Question 11-13.
The number of the children in the family under 15.

14. Family participation in construction. Question 15.
A four-class variable. The coding is that of the questionnaire.

15. Husband's educational level. Question 25.
A seven-class variable. The coding is that of the questionnaire.

17. Wife's educational level. Question 55.
Corresponds to variable 15.

20. Difference in educational level. Question 55.
The wife's educational level has been subtracted from that of the husband's, and the difference added to ten.

21-39. Decision maker for building materials selected for the various structures of the house. Questions 56-74.
A nine-class variable.
The values of the variables were obtained by calculating the means of the answers of husband and wife and multiplying them by ten.

43. Wife's occupational status. Question 10.
A two-class variable (working wife = 0, housewife = 1).

49. Reading of newspapers (wife). Question 16-17.
Number of the newspapers read daily by the wife.

50. Reading of entertainment magazines (wife). Question 18-19.
Number of the entertainment magazines regularly read by the wife. (E.G. the following magazines were coded as entertainment: Me Naiset, Uusi Maailma, Anna, Hymy, Monalisa, Hopeapeili, Eeva, Jaana.)

51. Reading of informative entertainment magazines (wife). Question 18-19.
Number of the informative entertainment magazines regularly read by the wife. (The following were coded under this heading: Kauneus ja Terveys, Kotiliesi, Terveydenhoitolehti.)

53. Reading of professional papers (wife). Question 18-19.
Number of professional papers regularly read by the wife. (The following were coded under this heading: Kotisisarviesti, Iloinen Myyjä, Sairaanhoitajalehti, Kaukas-lehti, Kirjatyö, Kätilölehti, Kauppias.)

58. Reading of periodicals (wife). Question 18-19.
Number of all magazines and/or special papers read by the wife. In addition to the above, this variable covers the papers of the following categories: recreational papers, freely distributed papers, builders' informative papers, foreign-language papers, and various advertising papers.

60. Reading of advertising leaflets. Question 21.
The coding is that of the questionnaire.

62-65. Attendance at various demonstrations of building materials (wife). Questions 23-26.
Three-class variables (never = 0, once = 1, more than once = 2).

66-70. Opinions on the amount and contents of TV, newspaper and periodical advertising (wife). Questions 27-31.
Three-class variables (too much = 0, just right = 1, too little = 2).

75. Organizational activity (wife). Question 35.
The number of societies, associations etc., of which the respondent was member.

78. Contacts with friends (wife). Question 38-40.
A seven-class variable describing the frequency of contacts. (1 = less than once a month, ... 7 = several times a day, see questionnaire.)

79. Contacts with neighbours (wife). Questions 38-40.
Contents similar to those of variable 78.

80-91. Receiving of information associated with building materials (wife). Questions 42-51.
Four-class variables describing information received through various channels (none or cannot say = 1, some = 2, fairly much = 3, much = 4).

102. Reading of newspapers (husband).
Contents are the same as for variable 49.

103. Reading of entertainment magazines (husband).
Contents are the same as for variable 50.
(The following papers were among those coded under this heading: Apu, Hymy, Kotiposti, Nyrkkiposti, Kansa Taisteli.)

104. Reading of informative entertainment magazines (husband).
Contents are the same as for variable 51.
(The following papers were among those coded under this heading: Suomen Kuvalehti, Valitut Palat.)

106. Reading of professional papers (husband).
Contents are the same as for variable 53.
(The following papers were among those coded under this heading: Ahjo, Maansiirto, Ekonomia, Myyntimieslehti, Insinööriuutiset, Puumies.)

111. Reading of periodicals (husband).
Contents are the same as for variable 58.

113. Reading of advertising leaflets.
Contents are the same as for variable 60.

115-118. Attendance at various demonstrations of building materials (husband).
Contents are the same as for variables 62-65.

119-123. Opinions on the amount and contents of TV, newspaper and periodical advertising (husband).
Contents are the same as for variables 66-70.

128. Organizational activity (husband).
Contents are the same as for variable 75.

131. Contacts with friends (husband).
Contents are the same as for variable 78.

132. Contacts with neighbours (husband).
Contents are the same as for variable 79.

133-144. Receiving of information associated with building materials (husband).
Contents are the same as for variables 80-91.

190,193. Taxable income and debts. Figures obtained from the Lappeenranta Taxation Office. The aggregate taxable income and debts of husband and wife taken from the tax return from of the year during which the detached house was being built. The values were converted by the standard-of-living index to the 1965 level.

Appendix 13. The mean values and standard deviations of the variables

Variable	Mean	S.D.
1	2.62	0.49
2	11.50	5.43
4	40.13	7.25
5	12.12	3.36
6	5.37	1.14
9	10.78	1.21
11	2.40	1.45
12	1.73	1.35
13	3.73	1.78
14	3.47	0.87
15	1.78	1.57
17	1.81	1.46
20	9.97	1.21
21	27.61	6.34
22	30.88	7.27
23	21.95	7.21
24	25.04	9.05
25	29.47	8.90
26	17.04	7.25
27	28.27	7.61
28	24.60	7.59
29	18.50	8.37
30	25.97	7.73
31	34.42	8.50
32	31.77	8.42
33	24.51	8.63
34	29.42	8.07
35	24.82	7.38
36	26.50	8.91
37	35.97	9.08
38	32.26	7.38
39	26.24	7.63
43	0.41	0.49
49	1.42	0.68

Variable	Mean	S.D.
50	1.15	1.26
51	0.57	0.80
53	0.31	0.64
58	2.68	2.14
60	2.26	0.96
62	1.04	0.88
63	0.47	0.70
64	0.77	0.89
65	0.27	0.58
66	1.58	0.62
67	1.33	0.56
68	1.14	0.58
69	1.35	0.53
70	1.23	0.55
75	0.77	1.18
78	3.71	1.29
79	4.17	1.67
80	1.46	0.57
81	2.21	0.78
83	1.34	0.59
84	1.67	0.74
85	1.82	0.93
86	1.58	0.73
87	1.73	0.62
88	1.72	0.81
89	1.49	0.76
90	2.07	1.08
91	1.15	0.36
102	1.60	0.81
103	0.80	1.05
104	0.36	0.63
106	0.89	1.32
111	3.17	2.68
113	2.27	0.92
115	1.58	0.66
116	1.05	0.86

Variable	Mean	S.D.
117	1.60	0.71
118	0.82	0.80
119	1.62	0.63
120	1.33	0.53
121	1.24	0.54
122	1.40	0.53
123	1.27	0.62
128	2.14	2.50
131	4.54	1.61
132	4.33	1.39
133	1.65	0.64
134	2.45	0.81
136	2.29	0.85
137	1.79	0.73
138	2.49	0.80
139	1.63	0.72
140	2.06	0.74
141	2.27	0.86
142	2.31	1.03
143	2.95	0.93
144	1.33	0.65
173	91.26	17.19
174	4.95	0.86
178	44 207.50	16 407.8
179	4 787.09	6 195.12
181	1.82	2.13
182	1.77	2.29
184	4.62	2.92
185	3.40	1.99
190	9 566.84	7 225.80
193	17 878.10	14 746.90

Appendix 14. Reliability of the measurements

The study material was collected using personally checked, mailed inquiry. The giving of answers, therefore, was uncontrolled by the research worker. The bulk of the questions were concerned with the detached house builders' true behaviour. Owing to the techniques of measurement, the results of the measurement were based on the respondents' reminiscences, or opinions of that nature. Since in such cases both time and many other factors can affect the answers, it has been considered necessary to check the reliability of the results of measurement.

Reliability was measured by means of re-measurement which was concerned with a few variables. Four groups of variables were selected for re-measurements: (1) attendance at various demonstrations of building materials, (2) contacts with relatives, friends and neighbours, (3) receiving of information on building materials, and (4) decision making connected with the selection of building materials. Reliability observations were collected from 26 respondents.

The conformity of the results obtained at the original measurement and re-measurement can be reviewed from the following frequency tables. The numerical values on the diagonal of the frequency table indicate the number of identical replies obtained at the different measurements. The reliability of the results of measurements has been obtained by calculating the ratio between the numbers of the replies on the left lower angle/right upper angle diagonal of the frequency table and the total of all replies in the frequency table.

Attendance at demonstrations of various building materials (variables 62-65 and 115-188)

re-measurement	2		6	36
	1	5	14	3
	0	33	4	3
		0	1	2

original measurement

reliability = 0.80

Contacts with relatives, friends and neighbours (variables 77-79 and 130-132)

7					1		3
6					3	3	
5			1	3	10	4	
4			7	15	2	1	1
3		1	6	5	1		
2		3	2				
1	5	1					
	1	2	3	4	5	6	7

original measurement

reliability = 0.58

Receiving of information on building materials (variables 80-91 and 133-144)

re-measurement

4			5	7
3	1	12	30	7
2	28	92	15	1
1	85	26	3	
	1	2	3	4

original measurement

reliability = 0.69

Decision maker in selection of building materials for various structures of the house (variables 21-39)

re-measurement

5				3	3
4			14	40	8
3	20	13	207	15	3
2	9	33	15	1	
1	28	2	7		
	1	2	3	4	5

reliability = 0.74

Appendix 21. Correlation matrix of variables describing decision making behaviour

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
21																			
22	.34																		
23	.30	.21																	
24	.40	.17	.44																
25	.46	.32	.22	.41															
26	.35	-.00	.36	.42	.24														
27	.57	.27	.47	.38	.42	.23													
28	.50	.21	.37	.41	.48	.35	.41												
29	.31	-.05	.38	.23	.29	.57	.32	.29											
30	.47	.16	.40	.41	.28	.34	.61	.40	.25										
31	.29	.12	.20	.33	.41	.14	.32	.15	.05	.19									
32	.56	.33	.40	.35	.50	.25	.60	.41	.35	.45	.49								
33	.50	.15	.29	.41	.52	.45	.53	.43	.44	.43	.28	.52							
34	.58	.46	.27	.44	.61	.24	.53	.50	.20	.51	.36	.60	.55						
35	.53	.07	.43	.18	.19	.29	.46	.41	.43	.50	-.03	.38	.32	.40					
36	.43	.25	.28	.37	.48	.34	.50	.40	.19	.43	.25	.41	.50	.50	.28				
37	.45	.31	.19	.26	.35	.03	.54	.27	.10	.44	.34	.47	.34	.42	.28	.37			
38	.39	.30	.20	.20	.31	.11	.56	.31	.13	.31	.27	.41	.49	.37	.23	.48	.72		
39	.46	.26	.41	.40	.29	.28	.50	.42	.35	.35	.19	.34	.46	.33	.46	.45	.42	.60	

Appendix 22. Four principal components solution. Variables describing decision making behaviour.

	I	II	III	IV	h_4^2
21	.76	-.01	.04	.20	.62
22	.40	-.44	-.02	.48	.58
23	.56	.34	.09	.12	.44
24	.60	.15	-.34	-.03	.50
25	.65	-.16	-.45	.05	.66
26	.48	.61	-.23	-.19	.69
27	.79	-.10	.21	-.03	.67
28	.65	.16	-.07	.23	.51
29	.47	.62	.01	-.20	.64
30	.67	.11	.18	.16	.52
31	.44	-.32	-.47	-.31	.62
32	.75	-.13	-.14	.05	.60
33	.73	.10	-.13	-.26	.63
34	.76	-.19	-.22	.32	.76
35	.58	.36	.45	.29	.75
36	.67	-.09	-.05	-.13	.48
37	.62	-.47	.30	-.19	.74
38	.63	-.41	.37	-.39	.85
39	.67	.04	.35	-.22	.62
Eigenvalue	7.64	1.85	1.33	1.05	11.88
Percentage of total variance	40.21	9.74	7.00	5.53	
Cumulative percentage	40.21	49.95	56.95	62.48	

Appendix 23. Discrimination of family classes regarding social background

The variables that brought significant additional information in the discrimination

Variable	F-value	Risk
(17) Wife's educational level	F(3,117) = 15.66	1.00
(43) Wife's occupational status	F(6,230) = 4.98	1.00
(5) Age difference between spouses	F(9,275) = 2.42	.99
(11) Number of children	F(12,293)= 1.19	.71

Criterion for the discriminating power of the measurement battery

WILKS' lambda = .757
Significance of separation of the classes
F(12,280) = 2.60 Prob. = 1.00

Coefficients for the (original) variables

Variable	Coefficient	
	Discriminant function I	Discriminant function II
5	.13	.16
11	.08	-.56
17	.50	-.31
43	1.61	.43

Appendix 24. Discrimination of family classes regarding exposure to communication

The variables that brought significant additional information in the discrimination

Variable	F-value	Risk
(65) Attendance at demonstration evenings (wife)	F(3,116) = 9.29	1.00
(66) Opinions on the amount of TV advertising (wife)	F(6,228) = 3.56	1.00
(75) Organizational activity (wife)	F(9,272) = 1.83	.94
(123) Opinion on the contents of advertising (text) (husband)	F(12,291)= .95	.51

Criterion for the discriminating power of the measurement battery

WILKS' lambda = .844

Significance of separation of the classes

F(12,280) = 1.55 Prob. = .89

Coefficients for the (original) variables

Variable	Coefficient	
	Discriminant function I	Discriminant function II
65	.45	1.56
66	-1.16	.39
75	-.58	.07
123	.92	.40

Appendix 25. Discrimination of family classes regarding receipt of product information

The variables that brought significant additional information in the discrimination

Variable			F-value	Risk
(139)	Information	from periodicals (husband)	F(3,130) = 33.53	1.00
(134)	-"-	from advertising leaflets (husband)	F(6,256) = 12.73	1.00
(87)	-"-	from friends (wife)	F(9,306) = 7.22	1.00
(81)	-"-	from advertising leaflets (wife)	F(12,328) = 4.63	1.00
(133)	-"-	from neighbours (husband)	F(15,337) = 3.21	1.00
(80)	-"-	from neighbours (wife)	F(18,339) = 2.34	1.00
(136)	-"-	from fellow workers (husband)	F(21,339) = 1.77	.98
(83)	-"-	from fellow workers (wife)	F(24,337) = 1.35	.87

Criterion for the discriminating power of the measurement battery

WILKS' lambda = .685
Significance of separation of the classes
F(24,296) = 1.72 Prob. = .98

Coefficients for the (original) variables

Variable	Coefficient
	Discriminant function I
80	-.28
81	.44
83	-.50
87	-.82
133	.82
134	.30
136	.47
139	.59

Appendix 26. Discrimination of family classes regarding social background (effects of variables for educational level and for working mother vs. housewife were eliminated in turns)

The variables that brought significant additional information in the discrimination

Variable	Effect of variable 17 eliminated		Effect of variable 43 eliminated	
	F-value	Risk	F-value	Risk
(17) wife's educational level	-		F(3,116) = 10.36	1.00
(43) wife's occupational status	F(3,116) = 10.55	1.00	-	
(5) age difference between spouses	F(6,228) = 3.64	1.00	F(6,228) = 3.60	1.00
(11) number of children	F(9,272) = 1.59	.88	F(9,272) = 1.55	.87

Criterion for the discriminating power of the measurement battery and significance of separation

Effect of variable 17 eliminated	Effect of variable 43 eliminated
WILKS' lambda = .814	WILKS' lambda = .812
F(9,260) = 2.56 Prob. = .99	F(9,260) = 2.59 Prob. = .99

Relative importance of individual discriminant functions

	Effect of variable 17 eliminated			Effect of variable 43 eliminated		
Discriminant function	I	II	III	I	II	III
Eigenvalue	.14	.06	.01	.13	.07	.02
Percent trace	66	28	6	58	34	8
Chi-square value	14.60	6.51	1.45	13.15	7.82	1.84
NDF	5	3	1	5	3	1
Prob.	.99	.91	.77	.98	.95	.83

Coefficients for the (original) variables

Variable	Discriminant function I	
	Effect of variable 17 eliminated	Effect of variable 43 eliminated
5	.19	.09
11	-.10	.29
17	-	.63
43	1.77	-

Appendix 311. Correlation matrix of the variables describing communication behaviour (wives)

	49	50	51	53	58	62	63	64	65	66	67	68	69	70	75	81	83	84	85	86	87
49																					
50	-.04																				
51	.12	-.17																			
53	.11	.03	.21																		
58	.06	.54	.49	.52																	
62	.12	.12	.13	.21	.22																
63	.13	.16	.06	.21	.28	.49															
64	.24	.10	-.00	.39	.16	.47	.28														
65	.10	.16	.02	.11	.13	.40	.37	.36													
66	-.05	-.08	.10	.17	.07	.07	-.04	.10	.09												
67	.04	-.10	.16	.14	.01	.21	.02	.15	.14	.47											
68	.19	-.18	.17	.07	-.14	.16	.10	.08	.10	.36	.49										
69	-.13	-.09	.12	.05	-.04	.18	.07	.15	.16	.41	.37	.28									
70	.05	.00	.09	.05	-.01	.11	.07	-.00	.11	.31	.33	.34	.37								
75	.46	.07	.27	.20	.26	.23	.17	.27	.10	.01	.02	.15	-.00	.11							
81	.19	-.02	.13	.08	.08	.14	.18	.25	.21	.09	.13	.03	.12	-.03	.10						
83	.05	.02	-.01	.24	.06	.13	.18	.13	.18	-.01	-.09	-.11	-.03	-.08	.04	.15					
84	.08	-.08	.14	.14	.01	.01	.09	.18	.10	-.03	-.15	.11	.09	-.01	.16	.29	.09				
85	.30	.09	.02	.21	.09	.13	.10	.19	.09	.13	.06	.10	.09	.05	.32	.24	.09	.15			
86	.12	-.05	.41	.24	.29	.15	.05	.17	.14	.11	.16	.10	-.02	.02	.31	.27	.06	.36	.10		
87	.06	.04	-.10	.15	-.01	.12	.12	.13	.01	.03	.06	-.04	.02	.00	.12	.14	.13	.15	.41	.22	
88	.17	-.05	.13	.14	.04	.58	.43	.33	.29	.01	.19	.22	.13	-.07	.25	.28	.15	.22	.27	.31	.27
90	.16	.03	.08	.18	.15	.10	.17	.11	.08	.10	-.01	-.05	-.11	.00	.28	.19	.27	.03	.38	.16	.35

Appendix 312. Correlation matrix of the variables describing communication behaviour (husbands)

	102	103	104	106	111	115	116	117	118	119	120	121	122	123	128	134	136	137	138	139	140
102																					
103	-.01																				
104	.15	.01																			
106	.36	-.06	.28																		
111	.28	.33	.50	.77																	
115	.29	-.11	.17	.18	.17																
116	.25	-.02	.29	.29	.37	.46															
117	.17	-.18	-.03	.19	.08	.23	.25														
118	.19	-.05	.13	.25	.26	.16	.35	.22													
119	-.06	.11	.15	-.04	.09	-.02	.04	-.04	.13												
120	-.01	-.04	.04	.04	.02	-.02	.14	.16	.22	.30											
121	-.03	.10	.03	-.04	.01	-.02	-.05	-.05	.08	.40	.38										
122	-.07	-.08	-.10	-.08	-.08	.12	.13	.24	.27	.25	.46	.32									
123	-.03	-.05	.13	.11	.07	.02	.04	.01	-.01	.27	.38	.23	.24								
128	.41	-.09	.31	.49	.51	.33	.31	.16	.28	.03	-.03	.01	-.13	.03							
134	.21	-.10	.17	.18	.20	.14	.32	.34	.36	-.03	.24	.02	.20	.05	.26						
136	-.02	.01	.10	.06	.17	.14	.04	.03	-.00	.13	-.22	-.08	-.02	-.09	.12	.13					
137	.14	.06	.01	.00	.07	.13	-.04	.13	.07	-.18	-.07	-.05	.01	-.15	.14	.26	.19				
138	-.00	.06	.09	.04	-.01	.05	-.08	.09	-.07	-.07	.02	-.09	-.10	-.02	-.06	.17	.14	.10			
139	.25	-.02	.16	.06	.11	.05	.02	.16	.19	.14	.18	.00	.09	.11	.14	.29	.02	.41	.13		
140	.21	.08	.09	.02	.08	.11	.09	.20	.06	.01	.06	.08	-.06	.00	.20	.21	.16	.23	.22	.30	
141	.22	-.15	.18	.19	.19	.33	.33	.21	.39	.01	.06	-.05	.07	-.04	.34	.41	.26	.21	.01	.22	.20
143	.15	-.01	.13	.02	.10	.19	.13	.08	.05	.15	-.06	.13	.01	.09	.23	.08	.32	.05	-.10	.08	.32

Appendix 321. Five principal components solution. Variables describing wives' exposure to communication

	I	II	III	IV	V	h_5^2
49	.32	-.18	.33	.65	-.23	.72
50	.15	-.50	-.23	-.45	-.56	.84
51	.39	-.02	.65	-.17	.14	.62
53	.53	-.25	.25	-.22	.44	.65
58	.47	-.55	.33	-.55	-.09	.94
62	.65	-.20	-.35	.14	.11	.62
63	.51	-.34	-.33	.10	-.03	.50
64	.59	-.24	-.26	.22	.33	.64
65	.51	-.15	-.49	.09	-.05	.53
66	.42	.55	.05	-.30	.05	.57
67	.51	.56	.01	-.10	.02	.59
68	.46	.55	.11	.24	-.13	.60
69	.42	.52	-.19	-.22	.04	.54
70	.39	.46	-.00	-.09	-.48	.60
75	.47	-.25	.41	.38	-.26	.66
Eigenvalue	3.28	2.36	1.51	1.44	1.03	9.62
Percentage of total variance	21.87	15.73	10.07	9.60	6.87	
Cumulative percentage	21.87	37.60	47.67	57.27	64.14	

Appendix 322. Five principal components solution. Variables describing husbands' exposure to communication

	I	II	III	IV	V	h_5^2
102	.54	-.21	-.13	-.02	-.06	.36
103	-.01	-.03	.60	-.65	.01	.78
104	.53	-.06	.36	.25	.35	.59
106	.74	-.21	.16	.18	-.41	.82
111	.77	-.19	.45	-.10	-.19	.88
115	.51	-.06	-.39	-.05	.57	.73
116	.65	.02	-.24	-.20	.35	.64
117	.35	.11	-.58	-.08	-.28	.56
118	.52	.22	-.22	-.35	-.19	.52
119	.14	.59	.35	-.04	.22	.54
120	.20	.75	-.04	.06	-.18	.64
121	.08	.65	.27	-.07	.05	.51
122	.11	.72	-.31	-.19	-.05	.67
123	.17	.53	.19	.54	-.01	.63
128	.71	-.22	.04	.15	-.02	.58
Eigenvalue	3.40	2.37	1.65	1.06	.98	9.45
Percentage of total variance	22.67	15.80	11.00	7.07	6.53	
Cumulative percentage	22.67	38.47	49.47	56.54	63.07	

Appendix 323. Discrimination of the wives' exposure-to-communication classes regarding social background

The variables that brought significant additional information in the discrimination

Variable	F-value	Risk
(190) taxable income	F(3,118) = 10.98	1.00
(43) wife's occupational status	F(6,232) = 3.46	1.00
(11) number of children	F(9,277) = 1.58	.88
(17) wife's educational level	F(12,296)= .91	.46

Criterion for the discriminating power of the measurement battery

WILKS' lambda = .773
Significance of separation of the classes
F(12,280) = 2.39 Prob. = .99

Coefficients for the (original) variables

Variable	Coefficient
	Discriminant function I
11	.34
17	.21
43	-1.16
190	.00007

Appendix 324. Discrimination of the husbands' exposure-to-communication classes regarding social background

The variables that brought significant additional information in the discrimination

Variable	F-value	Risk
(6) husband's social group	F(3,115) = 9.89	1.00
(190) taxable income	F(6,226) = 3.25	1.00
(43) wife's occupational status	F(9,270) = 1.47	.84
(14) family participation in construction	F(12,288)= .70	.24

Criterion for the discriminating power of the measurement battery

WILKS' lambda = .686
Significance of separation of the classes
F(12,280) = 3,58 Prob. = 1.00

Coefficients for the (original) variables

Variable	Coefficient	
	Discriminant function I	Discriminant function II
6	.87	.38
14	.32	.68
43	.74	.86
190	.0000	.0002

Appendix 331. Four principal components solution. Variables describing wives' receipt of product information

	I	II	III	IV	h_4^2
81	.57	-.28	.21	-.63	.85
83	.37	.25	.82	.19	.91
84	.49	-.57	.04	-.02	.57
85	.63	.38	-.34	-.31	.74
86	.56	-.49	-.06	.40	.71
87	.64	.32	-.33	.28	.70
88	.61	-.21	-.08	.13	.44
90	.57	.53	.12	.02	.63
Eigenvalue	2.51	1.27	.97	.78	5.55
Percentage of total variance	31.38	15.88	12.13	9.75	
Cumulative percentage	31.38	47.26	59.39	69.14	

Appendix 332. Four principal components solution. Variables describing husbands' receipt of product information

	I	II	III	IV	h_4^2
134	.62	-.21	-.23	-.42	.66
136	.47	.51	.29	-.31	.66
137	.60	-.31	-.15	.19	.51
138	.30	-.38	.77	-.27	.90
139	.61	-.43	-.19	.37	.72
140	.62	.07	.33	.44	.68
141	.62	.18	-.38	-.39	.71
143	.42	.72	.02	.31	.79
Eigenvalue	2.37	1.27	1.04	.95	5.63
Percentage of total variance	29.63	15.88	13.00	11.88	
Cumulative percentage	29.63	45.51	58.51	70.39	

Appendix 333. Discrimination of the classes describing the wives' receipt of product information regarding social background

The variables that brought significant additional information in the discrimination

Variable	F-value	Risk
(190) taxable income	F(3,118) = 6.36	1.00
(43) wife's occupational status	F(6,232) = 2.47	.98
(17) wife's educational level	F(9,277) = 1.28	.75

Criterion for the discriminating power of the measurement battery

WILKS' lambda = .842
Significance of separation of classes
F(9,260) = 2.13 Prob. = .97

Coefficients for the (original) variables

Variable	Coefficient
	Discriminant function I
17	.17
43	.54
190	.0001

Appendix 334. Discrimination of the classes describing the wives' receipt of product information regarding exposure to communication

The variables that brought significant additional information in the discrimination

Variable	F-value	Risk
(63) attendance at mobile exhibitions	F(3,124) = 20.47	1.00
(68) opinion on the amount of magazine advertising	F(6,244) = 7.19	1.00
(53) reading of professional papers	F(9,292) = 3.69	1.00
(78) contacts with friends	F(12,312)= 2.16	.99
(51) reading of informative magazines	F(15,320)= 1.37	.84

Criterion for the discriminating power of the measurement battery

WILKS' lambda = .721
Significance of separation of classes
F(15,290) = 2.43 Prob. = 1.00

Coefficients for the (original) variables

Variable	Coefficient
	Discriminant function I
51	.38
53	.72
63	.69
68	.84
78	.34

Appendix 335. Discrimination of the classes describing the husbands' receipt of product information regarding social background

The variables that brought significant additional information in the discrimination

Variable	F-value	Risk
(15) wife's educational level	F(3,115) = 6.20	1.00
(190) taxable income	F(6,226) = 2.27	.96
(14) family participation in construction	F(9,270) = .92	.50

Criterion for the discriminating power of the measurement battery

WILKS' lambda = .833
Significance of separation of the classes
F(9,260) = 2.26 Prob.= .98

Coefficients for the (original) variables

Variable	Coefficient	
	Discriminant function I	Discriminant function II
14	.43	.91
15	-.60	-.15
190	.00002	.0002

Appendix 336. Discrimination of the classes describing the husbands' receipt of product information regarding exposure to communication

The variables that brought significant additional information in the discrimination

Variable	F-value	Risk
(115) attendance at fairs	F(3,119) = 24.23	1.00
(106) reading of professional papers	F(6,234) = 8.80	1.00
(113) reading of advertising leaflets	F(9,280) = 4.83	1.00
(116) attendance at mobile exhibitions	F(12,299)= 2.97	1.00
(119) opinions on the amount of TV advertising	F(15,306)= 1.91	.98
(120) opinions on the amount of newspaper advertising	F(18,308)= 1.09	.64

Criterion for the discriminating power of the measurement battery

WILKS' lambda = .655
Significance of separation of the classes
F(18,294) = 2.64 Prob. = 1.00

Coefficient for the (original) variables

Variable	Coefficient	
	Discriminant function I	Discriminant function II
106	-.10	.16
113	.24	-.93
115	-.90	.70
116	-.36	-.90
119	-.88	-.80
120	1.13	.42

Appendix 4. List of variables
(Contains also the variables eliminated from the analyses, raw variables and principal component score variables)

1 Form of commune
2 Degree of urbanization of living environment
3 Size of the district
4 Spouses' mean age
5 Age difference between spouses
6 Husband's social class
7 Wife's social class
9 Difference in social background
11 Children
12 Children under 15 years
13 Type of house
14 Family participation in construction
15 Husband's educational level
17 Wife's " "
20 Difference in educational level
21 Decision maker for choice of living room flooring
22 " " " " " wallpapers (excl. kitchen)
23 " " " " " outer wall wainscoting
24 " " " " " window structures
25 " " " " " kitchen wall material
26 " " " " " thermal insulation
27 " " " " " bathroom wall material
28 " " " " " ceiling material
29 " " " " " roofing material
30 " " " " " bathroom floor material
31 " " " " " kitchen furnishings
32 " " " " " storage structures
33 " " " " " outer and inner doors
34 " " " " " kitchen floor material
35 " " " " " type of the house
36 " " " " " cellar structures

37 Decision maker for choice of kitchen colouring
38 " " " " " living room colouring
39 " " " " " colours of the exterior of house
43 Wife's occupational status
45 Reading of national newspapers (wife)
46 Reading of local newspapers (wife)
47 Reading of political party etc. papers (wife)
48 Reading of advertising papers (wife)
49 Reading of newspapers (wife)
50 Reading of entertainment magazines (wife)
51 Reading of informative magazines (wife)
52 Reading of recreational papers (wife)
53 Reading of professional papers (wife)
54 Reading of freely distributed papers (wife)
55 Reading of builders' informative papers (wife)
56 Reading of foreign-language papers (wife)
57 Reading of advertising brochures (wife)
58 Reading of periodicals (wife)
59 Visits to cinema (wife)
60 Reading of advertising leaflets (wife)
62 Attendance at exhibitions and fairs (wife)
63 Attendance at mobile exhibitions (wife)
64 Attendance at demonstrations in shops (wife)
65 Attendance at demonstration evenings (wife)
66 Opinions on the amount of TV advertising (wife)
67 Opinions on the amount of newspaper advertising (wife)
68 Opinions on the amount of magazine advertising (wife)
69 Opinions on the contents of advertisements (pictures) (wife)
70 Opinions on the contents of advertisements (text)(wife)
71 Opinions on the contents of advertisements (price data) (wife)
72 Number of retail outlets for building materials, general stores
73 Number of retail outlets for building materials, specialized shops
74 Total number of retail outlets for building materials
75 Organizational activity (wife)

76 Offices held in organizations (wife)
77 Contacts with relatives (wife)
78 Contacts with friends (wife)
79 Contacts with neighbours (wife)
80 Information from neighbours (wife)
81 Information from advertising leaftlets and brochures (wife)
82 Information from the TV (wife)
83 Information from fellow workers (wife)
84 Information from newspapers (wife)
85 Information from salesmen (wife)
86 Information from magazines (wife)
87 Information from friends (wife)
88 Information from exhibitions (wife)
89 Information from experience of her own (wife)
90 Information from professionals (wife)
91 Information from advisors (wife)
92 Viewing of TV (wife)
98 Reading of national newspapers (husband)
99 Reading of local newspapers (husband)
100 Reading of political party etc. papers (husband)
101 Reading of advertising papers (husband)
102 Reading of newspapers (husband)
103 Reading of entertainment magazines (husband)
104 Reading of informative magazines (husband)
105 Reading of recreational papers (husband)
106 Reading of professional papers (husband)
107 Reading of freely distributed papers (husband)
108 Reading of builders' informative papers (husband)
109 Reading of foreign-language papers (husband)
110 Reading of advertising brochures (husband)
111 Reading of periodicals (husband)
112 Visits to cinema (husband)
113 Reading of advertising leaflets (husband)
115 Attendance at exhibitions and fairs (husband)
116 Attendance at mobile exhibitions (husband)
117 Attendance at demonstrations in shops (husband)
118 Attendance at demonstration evenings (husband)

119 Opinions on the amount of TV advertising (husband)
120 Opinions on the amount of newspaper advertising (husband)
121 Opinions on the amount of magazine advertising (husband)
122 Opinions on the contents of advertisements (pictures) (husband)
123 Opinions on the contents of advertisements (text) (husband)
124 Opinions on the contents of advertisements (price data) (husband)
128 Organizational activity (husband)
129 Offices held in organizations (husband)
130 Contacts with relatives (husband)
131 Contacts with friends (husband)
132 Contacts with neighbours (husband)
133 Information from neighbours (husband)
134 Information from advertising leaflets and brochures (husband)
135 Information from the TV (husband)
136 Information from fellow workers (husband)
137 Information from newspapers (husband)
138 Information from salesmen (husband)
139 Information from magazines (husband)
140 Information from friends (husband)
141 Information from exhibitions (husband)
142 Information from experience of his own (husband)
143 Information from professionals (husband)
144 Information from advisors (husband)
145 Viewing of TV (husband)
150 Outer wall material
151 Roofing material
152 Floor material in entrance hall
153 Wall material in entrance hall
154 Ceiling material in entrance hall
155 Floor material in the kitchen
156 Wall material in the kitchen
157 Ceiling material in the kitchen
158 Way of making the kitchen furnishings
159 Floor material in the living room
160 Wall material in the living room

161 Ceiling material in the living room
162 Floor material in the bedroom
163 Wall material in the bedroom
164 Ceiling material in the bedroom
165 Floor material in the bathroom and lavatories
166 Wall material in the bathroom and lavatories
167 Ceiling material in the bathroom and lavatories
168 Method of construction cupboards and other storage places
169 Kitchen colouring
170 Colours of the living spaces
171 Exterior colours of the house
173 Floor area of the living spaces
174 Number of rooms
178 Cost estimate
179 Arava (State Housing Board) loan
180 Variety in the use of building materials
181 Extent of use of timber
182 Extent of use of stone materials
183 Extent of use of plywood
184 Extent of use of particle board or fibreboard
185 Extent of use of special boards
190 Taxable income
193 Debts.

Principal component score variables

194 Decision making in the wife's role sector
195 Decision making in the husband's role sector

211 Attendance at demonstrations (wife)
212 Attitudinal exposure to communication (wife)
213 Exposure to printed media (wife)
214 " " " " (husband)
215 Attitudinal exposure to communication (husband)
216 Attendance at demonstrations (husband)

217 Information through interpersonal communication channels (wife)
218 Information through mass media (wife)
219 " " " " (husband)
220 Information through interpersonal communication channels (husband)