

MOOTTORISAHOJEN VALINNASTA TEKNISTEN OMINAISUUKSIEN JA HINNAN PERUSTEELLA

MATTI KÄRKKÄINEN

SUMMARY:

ON THE CHOICE OF POWER-SAWS ON THE BASIS OF THE PRICE AND
TECHNICAL PROPERTIES

Saapunut toimitukselle 20. 3. 1970

Tutkimuksessa on tarkasteltu moottorisahojen hinnan ja teknisten ominaisuuksien suhteiden vaikutusta moottorisahojen suositummuutta kuvaaviin malleihin. Voitiin todeta, että ellei mitään rajoituksia ole sahan suositummuuden määräytymisessä teknisistä ominaisuuksista ja hinnasta, syntyvien preferenssijärjestysten määrä voi olla jopa $N!$, kun moottorisahojen on N kappaletta.

Eräin edellytyksin kehitettiin malli, joka oleellisesti vähentää suositummuusjärjestysten määrää. Edellytysten pätevyyttä tutkittiin 16 moottorisahan avulla, jotka edustivat erilaisia teknisiä tasoja ikänsä vuoksi. Hinnat koskivat kuitenkin samaa ajankohtaa. Voitiin havaita, että huolimatta melkoisesta hajonnasta oleellisin osa oletetuista edellytyksistä voi pitää paikkansa hinnan ja teknisten ominaisuuksien osalta. — Varsinaiisiin ihmisen käyttäytymistä koskeviin olettamuksiin tutkimuksessa ei puututtu.

1. MOOTTORISAHAN VALINNAN PÄÄTÄNTÄTEOREETTINEN MALLI

Se seikka, että Suomessa markkinoitavista yli kymmenestä moottorisahamerkistä toisia myydään jatkuvasti enemmän kuin toisia, viittaa siihen, ettei moottorisahan valinta ole täysin sen ominaisuuksista riippumaton tapahtuma. Voidaan olettaa, että jonkin sahamerkin ja -tyypin valinta on sekä myyjän markkinointiponnistuksen että ostajan tarpeiden funktio. Myyntiponnistuksissa yleensä otetaan huomioon ostajan todelliset tai oletetut tarpeet ja käytetään niitä hyväksi. Näin ollen jäljempänä tarkasteltu ceteris paribus-malli, jossa oletetaan eri sahojen myyntiponnistusten olevan samansuuruisia, on vaikeasti täsmällistettävissä myyntikeinojen ja tarpeiden keskinäisen riippuvuuden vuoksi (Ks. esim. BECKMAN ym. 1967, s. 7).

Kun tarkastellaan ainoastaan ostajan tarpeista riippuvaa moottorisahan valintaa, voidaan jonkin moottorisahan x_i valitsemistodennäköisyys $p(x_i)$ merkitä sahan relevanttien ominaisuuksien x_{ij} funktioksi. Valittavissa olevia

moottorisahojen on äärellinen joukko, ts. $i = 1, 2 \dots N$. Myös valintakriteereitä voidaan olettaa olevan kulloisessakin päätöksenteossa äärellinen määrä, ts. $j = 1, 2 \dots m$. Näin ollen, sahan x_i valitsemistodennäköisyys on

$$(1) \quad p(x_i) = f(x_{ij}), \quad j = 1, 2 \dots m$$

Mikäli valintaan vaikuttaviksi tekijöiksi otetaan hinnan lisäksi ainoastaan sahojen tekniset ominaisuudet, rajoitutaan valintatilanteessa mahdollisesti vain osatekijänä vaikuttavaan kognitiiviseen komponenttiin (Ks. WOODS 1964). Moottorisaha pelkkien teknisten ja taloudellisten ominaisuuksien yhdistelmänä on vain karkea approksimaatio, kun huomiota ei kiinnitetä siihen, miten ostaja kokee ja näkee haluamansa tuotteen (HERZOG 1964, s. 275). Milloin subjektivistista ainesta ei haluta analysoida, joudutaan tyytymään epärealistisen likimääräiseen malliin.

Muuttamalla kaava (1) deterministiseen muotoon saadaan ilmeisesti epärealistisen edullinen kuva valinnan riippuvuudesta eri teknisistä ominaisuuksista. Samalla voidaan kuitenkin analysoida eräitä päätäntään liittyviä tekijöitä lyhyessä muodossa.¹⁾ — Merkitään näin ollen

$$(2) \quad u(x_i) = f(x_{ij}), \quad j = 1, 2 \dots m$$

jossa $u(x_i)$ on moottorisahan x_i utiili. Utiili (= utiliteetti, »hyöty» — terminologia on osittain vakiintumatonta) määrittää sahojen keskinäisen suositummuusjärjestyksen. Mitä suurempi utiili on, sitä suositumpi ko. saha on, ja mitä suurempi kahden utiilin ero on, sitä suurempi on sahojen ero teknisten ominaisuuksien perusteella arvostellen.

Tässä yhteydessä korostettakoon, että mm. peliteoriassa utiilikäsite määritellään huomattavasti suppeammin ja pitäen lähtökohtana käyttäytymisessä ilmeneviä tai oletettuja preferenssejä (Ks. NEUMANN ja MORGENSTERN 1953, s. 25—26, LUCE ja RAIFFA 1958, s. 23—32, CHERNOFF ja MOSES 1959). Edellisen sijaan vain oletetaan, että hinta ja tekniset ominaisuudet määräävät yksikäsitteisesti sahojen keskinäisen hyvyysjärjestyksen ja sahojen erot. Toisin sanoen, voidaan sanoa paitsi järjestys myös se, kuinka paljon jokin saha on parempi kuin toinen.

Mikäli kaavan (2) funktionaalille riippuvuudelle ei aseteta rajoituksia, saadaan kaavasta (3) erilaisten sahojen hyvyysjärjestysten määrä, kun sahoja on N kpl. Tällöin voivat vielä sahojen keskinäiset hyvyyserot vaihdella.

$$(3) \quad P_0 = N! \quad (\text{MORONEY 1960})$$

Yleensä mielenkiinto ei kuitenkaan kohdistu sahojen täydelliseen parem-

¹⁾ Kaavan (1) laajennusmahdollisuuksista Ks. LUCE ja RAIFFA 1958, s. 371—384.

muusjärjestykseen asettamiseen, vaan riittää, että selvitetään n kpl ($n < N$) keskinäinen järjestys. Tällöin saadaan permutaatio-oppia soveltamalla saha-kombinaatioiden lukumääräksi

$$(4) \quad C = \frac{N!}{(N-n)! n!}$$

Kun jokainen kombinaatio permutoituu $n!$ tavalla, saadaan, kun kaavan (2) riippuvuudelle ei aseteta mitään rajoituksia, kaavan (5) mukaan mahdollisten sahojen paremmuusjärjestysten lukumääräksi

$$(5) \quad P_1 = \frac{N!}{(N-n)!}$$

Esimerkkinä paremmuusjärjestysten määrästä mainittakoon, että sahojen lukumäärän ollessa viisi on P_0 kaavan (3) mukaan 120. Jos viidestä sahasta tarkastellaan ainoastaan kolmea, on mahdollisten paremmuusjärjestysten määrä P_1 kaavan (5) mukaan 60. — Kokeilemalla voidaan todentaa, että mahdollisten järjestysten määrä kasvaa erittäin voimakkaasti sahojen lukumäärän kasvaessa.

Sovellutusten kannalta saatu tulos on merkityksellinen. Mikäli kaavan (2) esittämää funktionaalista riippuvuutta eivät rajoita mitkään eri ominaisuuksien välisiä suhteita koskevat lainalaisuudet, on mahdollista, että saadut utiilit määräävät suuren joukon erilaisia sahojen paremmuusjärjestyksiä. Tällöin olisi esim. markkinointitutkimuksissa vaikeaa selvittää preferenssikäyttäytymisen perusteella niitä arvosteludimensioita, joihin sahojen asettaminen hyvyysjärjestykseen perustuu.

2. MOOTTORISAHAN HINNAN VAIKUTUS PÄÄTÄNTÄTEOREETTISESSA MALLISSA

Kaavassa (2) moottorisahan hinnan vaikutus utiiliin on ilmaistu ainoastaan implisiittisesti. Joskus lienee mahdollista olettaa, että jonkin teknisen ominaisuuden parantuessa myös sahan hinta kohoaa. Mikäli ostaja haluaa käyttää määrällisen rahamäärän jonkin teknisen ominaisuuden saamiseksi hankkimassaan sahassa, tai jostakin muusta syystä haluaa tietyn teknisen tason kunkin ominaisuuden osalta, kaava (2) saadaan muotoon

$$(6) \quad u(x_j) = f(|x_{ij} - y_j|), \quad j = 1, 2, \dots, m$$

jossa x_{ij} on sahan x_i teknisen ominaisuuden x_j taso ja y_j on haluttu teknisen ominaisuuden x_j taso.

Kaavassa (6) riippuvuus voidaan usein olettaa symmetriseksi, ts. poikkeama halutusta arvosta ylöspäin on samalla tavoin vaikuttavaa kuin poikkeama alas-

päin. Etenkin silloin, kun määrätason haluaminen perustuu halutun hintatason saavuttamiseen, oletamus lienee realistinen.

Koska erilaisia moottorisahan teknisiä ominaisuuksia ei ole mahdollista hankkia sahasta erillään, joudutaan sahaa tarkastelemaan kokonaisuutena. — Oletetaan, että ostaja on valmis maksamaan sahasta määrällisen hinnan, joka vastaa tietynlaista teknistä tasoa. Jos hän maksaisi enemmän, hän saisi teknisesti korkealuokkaisemman tuotteen. Toisaalta, jos hän tyytyisi vaatimattomampaan sahahan, hänen ei tarvitsisi uhrata niin paljon rahaa tuotteen saamiseksi. Tässä yhteydessä jätetään huomiotta se seikka, että samaa hintaa vastaa lukematon joukko teknisten ominaisuuksien x_j yhdistelmiä.

Tällaista mallia voidaan kuvata seuraavasti. — Lukusuoralla sijaitsevat pisteet kuvaavat eri moottorisahojen hintoja ja vastaavia teknisiä ominaisuuksia. Paitsi pisteiden järjestys, myös niiden keskinäiset etäisyydet ovat merkitseviä. Lukusuoraa pitkin liikkuu haluttua teknistä tasoa ja hintaa kuvaava piste. Mitä kauempana eri moottorisahojen kuvaavat pisteet ovat halutusta arvosta, sitä alempana ne ovat preferenssijärjestyksessä. Näin saadaan kutakin haluttua arvoa vastaava moottorisahojen suositummuusjärjestys.¹⁾

Pisteen liikkua lukusuoraa pitkin syntyvien suositummuusjärjestysten määrä on huomattavasti pienempi kuin kaavan (3) osoittama. Esimerkiksi viiden moottorisahan osalta, kun sahoja merkitään lukusuoralla vasemmalta oikealle S_1, S_2, S_3, S_4 ja S_5 , saadaan seuraavat ehdot. — Nuolen suunta kuvaa dominanssia.

$$\begin{array}{l} \text{Jos } S_1 \rightarrow S_2, \text{ ei koskaan } S_5 \rightarrow S_4 \rightarrow S_3 \rightarrow S_2 \\ \gg S_5 \rightarrow S_4 \gg \gg S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow S_3 \rightarrow S_4 \\ \gg S_2 \rightarrow S_1 \gg \gg S_5 \rightarrow S_4 \rightarrow S_3 \\ \gg S_4 \rightarrow S_5 \gg \gg S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow S_3 \\ \gg S_3 \rightarrow S_2 \gg \gg S_1 \rightarrow S_2 \text{ tai } S_5 \rightarrow S_3 \\ \gg S_3 \rightarrow S_4 \gg \gg S_1 \rightarrow S_2 \text{ tai } S_5 \rightarrow S_4 \\ \gg S_4 \rightarrow S_3 \gg \gg S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow S_3 \\ \gg S_2 \rightarrow S_3 \gg \gg S_5 \rightarrow S_4 \rightarrow S_3 \end{array}$$

Merkin \rightarrow merkitys on tässä yhteydessä »ja/tai». Esim. ensimmäisessä pois-sulkevassa tapauksessa ovat kiellettyjä, jos $S_1 \rightarrow S_2$, tapaukset

$$\begin{array}{l} S_5 \rightarrow S_4 \\ S_4 \rightarrow S_3 \\ S_3 \rightarrow S_2 \end{array}$$

sekä yhdessä että erikseen. — Näin ollen voidaan havaita, että viisi moottorisahaa saadaan 16 järjestykseen edellä olevan logiikan mukaisesti. Yleisesti ha-

¹⁾ Idea tällaiseen kuvaamiseen on teoksesta LUCE ja RAIFFA (1958, s. 353–356).

vaitaan, että mahdollisia suositummuusjärjestyksiä on kaavan (7) osoittama määrä, kun sahoja on N kpl

$$(7) \quad P_2 = 2^{N-1}$$

Mikäli kaikkia N sahaa koskee edellä kuvattu lukusuora-ajattelu, ja tarkastelun kohteeksi valitaan n sahaa, saadaan mahdolliseksi suositummuusjärjestysten määräksi

$$(8) \quad P_3 = (N + 1 - n) \times 2^{n-1} \quad (\text{Vrt. kaavat (3) ja (5)})$$

Esimerkiksi jos viidestä moottorisahasta tarkastellaan ainoastaan kolmea, on mahdollisten suositummuusjärjestysten lukumäärä 12.

Tässä yhteydessä todettakoon, että mikäli n sahaa valitaan N sahasta satunnaisesti, esim. arpomalla, ja vasta näihin sovelletaan em. lukusuora-ajattelua, saadaan permutaatio-opin mukaan mahdollisten suositummuusjärjestysten määräksi kaavan (9) osoittama.

$$(9) \quad P_4 = \frac{N! \cdot 2^{n-1}}{(N-n)! \cdot n!}$$

Sovellutusten kannalta erityisesti kaavojen (7) ja (8) sisältämä informaatio on merkityksellinen. Esimerkiksi markkinointitutkimusten kannalta olisi hedelmällistä, mikäli voitaisiin havaita ostajien sahapreferenssien noudattavan edellä kuvattua mallia. Tällöin voitaisiin huomattavasti helpommin kuin muutoin päästä selville niistä arvosteludimensioista, jotka ovat vaikuttavina tekijöinä moottorisahan valinnassa.

3. MOOTTORISAHAN HINNAN JA TEKNISTEN OMINAISUUKSIEN YHTEYS

Siirtyminen kaavan (3) kuvaamasta lähinnä kaotillisesta preferenssien asetesta kaavan (7) sisältämään paremmuusjärjestysten määräytymiseen oli mahdollista ainoastaan silloin, kun eräät hintoja, teknisiä ominaisuuksia ja ihmisen käyttäytymistä koskevat oletukset olivat voimassa. Sama pätee osaryhmiä koskeviin kaavoihin (5) ja (8). Seuraavassa tarkastellaan lähemmin eräitä edellytyksiä.

- a. Sahan hinnan noustessa tulee sen teknisen tason parantua.
- b. Sahan teknisen tason mittareiden tulee olla positiivisessa yhteydessä keskenään, jotta mahdollisimman vähän olisi samanhintaisia sahoja, jotka teknisiltä ominaisuuksiltaan jyrkästi poikkeaisivat toisistaan.

Edellä olevan lisäksi oletetaan ostajien myös käänteisesti arvostavan hintaa

ja sahan teknistä tasoa siten, että kullakin on oma hinta- ja laatu yhdistelmänsä, jota hän arvostaa eniten. — Tähän olettamukseen ei jäljempänä enää palata.

Olettamuksen a. sisältämä informaatio lienee ilman muuta selvä jäljempänä empiirisesti koeteltavaksi. Sen sijaan olettamuksesta b. esitettäköön joitakin lisäkommentteja. — Kaavojen (7) ja (8) käyttökelpoisuuden kannalta olisi edullista, että eri tekniin ominaisuuksiin tehtäisiin suunnilleen samassa suhteessa parannuksia kuin sahan hinta nousee. Mikäli toiset valmistajat keskittyvät eri ominaisuuksien parantamiseen kuin toiset, voivat samanhintaiset sahat olla eri osatekijöiden yli summatulta tekniseltä tasoltaan samanlaisia, mutta sisäisesti jyrkästi poiketa toisistaan. Tämä taas aiheuttaa sen, ettei tällöin ole kovin realistista tarkastella ainoastaan sahan yleistä teknistä tasoa, koska se voi olla monella lailla määräytynyt, kuten aikaisemmin on todettu. Näin ollen on syytä kontrolloida, kulkevatko tekniset parannukset samaan suuntaan, ja onko yleensä samanaikaisesti mahdollista parantaa yhtä ominaisuutta huonontamatta toista.

Tämän tutkimuksen empiirinen aineisto on saatu Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitoksen koetusselostuksista n :ot 592, 612, 641, 679 ja 719 moottorisahojen teknisten tietojen osalta. Hintatiedot ovat vuodelta 1969, jolloin kaikkia tutkimukseen mukaan otettuja sahoja vielä markkinoitiin. Koska vanhimman ja nuorimman moottorisahan markkinoille ilmestymisen aikaväli oli yli viisi vuotta, teknistä kehitystä on voinut tapahtua. — Uusinta em. laitoksen tutkimusselostetta moottorisahojen osalta (Valtion . . . N:o 742, 1969) ei otettu mukaan jossakin määrin erilaisten variaabeleiden vuoksi.

Koska kaikkia markkinoilla olevia sahoja ei otettu tutkimukseen mukaan, ja koska nimenomaan uusimmat mallit jäivät ulkopuolelle, ei tässä yhteydessä katsota olevan syytä sahojen merkkien ja mallien ilmoittamiseen.

Aineisto on esitelty tärkeimpien muuttujien osalta taulukossa 1¹⁾. Kuten edellä on todettu, varsinaiset tekniset tiedot saatiin em. koetusselostuksista (Valtion . . . 1965—1969). Hintatiedot ovat sahojen valmistajilta tai maahan tuottajilta. Mainosten lukumäärä laskettiin vain yhden lehden vuosikerrasta 1969, joten sen saamaan arvoon on voinut huomattavastikin vaikuttaa myyjien lehtiä valikoiva ilmoituspolitiikka. Mikäli mainos oli sahamerkkiä koskeva, se laskettiin kaikkia eri malleja koskevaksi.

Graafisen pareittain suoritettujen muuttujien tarkastelun jälkeen päädyttiin korrelaatiokertoimen käyttöön riippuvuuden mittana, koska mikään ei pienessä moottorisahajoukossa viitannut ei-lineaariseen riippuvuuteen. Menettely oli aiheellinen myös myöhemmin selostettavan pääkomponenttianalyysin kannalta (Vrt. HARMAN 1960, s. 382).

Teknisen tason hyvyyden kriteeriksi otettiin seuraavat väittämät (ceteris-paribus -malli).

¹⁾ Muita tärkeitä teknisiä ominaisuuksia voivat olla esim. kestävyys, muotoilu, huollettavuus jne. Samoin tärkeitä hintamuuttujia ovat mahdollisesti vanhan sahan arvo, varaosahinnat, huollon kustannukset yms. Tässä yhteydessä huomiota ei voitu kiinnittää näihin sinänsä merkityksellisiin tekijöihin.

Taulukko 1. Eräiden moottorisahojen tekniset ominaisuudet, hinnat ja mainostuksen määrä eräässä lehdessä v. 1969

The technical properties, prices and the amount of advertisement of some power-saws.

Saha N:o	Teho hv	Leikkuunopeus, cm ² /s	Paino, kg	Tärinänvaimennus	Mainoksia, kpl	Etukädensijan poikkeama, mm	Takakädensijan poikkeama, mm	Melu »C» db	Leikattu m ² /l bens	Hinta, mk
Saw No.	Power, hp	Cutting speed, cm ² /s	Weight, kg	Vibrated, on = yes, ei = no	No of advertisements	Amplitude in the front handle,	Amplitude in the rear handle,	Noise level »C» db	Area of cut, m ² , cross-section per 1 liter fuel	Retail price, Fmk
1	2.3	100	7.4	ei	2	15	27	116	11.6	795
2	2.1	110	8.2	ei	6	15	25	111	11.8	895
3	3.2	165	7.6	on	10	14	17	104	17.8	998
4	2.5	105	7.1	ei	10	8	17	111	17.9	940
5	2.7	100	7.0	ei	0	8	10	108	17.9	895
6	2.8	105	8.6	ei	0	6	13	104	13.4	748
7	1.3	50	3.8	ei	3	6	10	105	10.8	879
8	3.0	105	8.0	ei	35	11	29	108	14.0	896
9	2.7	100	6.3	ei	35	8	18	112	19.1	930
10	2.6	95	7.2	on	35	4	11	103	14.8	998
11	3.1	120	7.8	ei	29	10	15	111	19.9	998
12	2.3	70	6.9	ei	2	13	17	117	11.8	795
13	2.2	75	8.2	ei	11	7	10	114	10.9	698
14	2.6	90	7.0	on	11	4	5	115	22.3	898
15	2.2	80	7.9	ei	11	14	30	113	16.6	590
16	2.6	110	7.4	on	11	6	8	109	21.4	898

1. On edullista, jos saha on tehokas (mittareina teho hv ja leikkuunopeus cm²/s).
2. On edullista, jos saha on kevyt (mittarina sahan paino kg).
3. On edullista, jos sahan tärinä on pieni (mittareina etu- ja takakädensijan tärinän amplitudi mm. — vrt. AXELSSON 1967, s. 23).
4. On edullista, että sahan aiheuttama melu on pieni (mittarina sahan melutaso »C» db).
5. On edullista, että sahan polttoainekulutus on vähäinen tehtyä työmäärää kohti (mittarina leikattu pinta-ala m² per 1 litra polttoainetta).

Kuten seuraavasta korrelaatiomatriisista havaitaan, edellä määritellyt sahan teknisen hyvyden indikaattorit ovat positiivisessa yhteydessä sahan hinnan kanssa. Toisin sanoen, yleisenä lainmukaisuutena ottaen, sahan hinnan kohotessa myös sen tekninen taso nousee. Korostettakoon kuitenkin, ettei kausaliteetteja koskeviin johtopäätöksiin ole edellä olevan perusteella aihetta.

	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	
Teho hv	x ₁	1.00									
Leikkuunopeus cm ² /s	x ₂	.79	1.00								
Paino kg	x ₃	.58	.49	1.00							
Tärinänvaimennus ¹⁾	x ₄	.31	.39	.01	1.00						
Mainoksia kpl	x ₅	.44	.19	.07	.17	1.00					
Etukädensij. tärinä	x ₆	.03	.29	.30	-.36	-.19	1.00				
Takakädensij. tärinä	x ₇	.02	.13	.32	-.47	.14	.82	1.00			
Melutaso db	x ₈	-.19	-.32	.12	-.31	-.16	.34	.23	1.00		
Leikattu m ² /l bens.	x ₉	.56	.44	.06	.51	.30	-.31	-.33	.00	1.00	
Hinta mk	x ₁₀	.41	.51	-.24	.43	.44	-.22	-.30	-.41	.41	1.00

Korrelaatiomatriisista voidaan myöskin havaita hyvyyskriteereiden olevan yleensä positiivisissa yhteyksissä keskenään. Huomattavin poikkeus koskee moottorisahan tehoa ja painoa, sillä tehon lisääntyessä myös paino on yleensä lisääntynyt. Myös sahan paino ja tärinän amplitudi korreloivat positiivisesti keskenään. Itse asiassa, sahan markkinoille ilmestymisajankohdan mukaan sahat ikäjärjestykseen luokitellen voidaan todeta kehityksen kulkeneen yleensä kalliimpaa hintaa sekä pienempää tehoa, painoa, tärinää ja melua kohti.

Eräät seikat, mm. korrelaatiomatriisista näkyvä mainoksien määrän ja hinnan riippuvuus, viittaavat myös siihen, että ainoastaan sahan teknisten ominaisuuksien ja hinnan suhteiden tarkastelu ostopäätökseen vaikuttavina tekijöinä on ilmeisen karkea approksimaatio. Tästä on jo aikaisemmin mainittu (s. 143).

Vaikka useimmilla hyvyysindikaattoreilla on positiivinen yhteys keskenään, riippuvuus ei ole kovin vahva korrelaatiokertoimien pienuudesta päätellen. Todettakoon kuitenkin, ettei minkäänlaisen merkitsevyyyskriteerin käyttäminen ole mielekäästä tässä yhteydessä, kun koko tutkittava joukko on myös havainnoinnin kohteena. — Eräänä syynä huomattavaan hajontaan voisi olla se, että moottorisahoja parannettaessa on eri tahoilla kiinnitetty huomiota eri seikkoihin (Vrt. s. 147). Tämän mahdollisuuden selvittämiseksi valittiin moottorisahoja kuvaavista muuttujista kuusi variaabelia, joita pidettiin tärkeinä sahojen erotelussa. Selkeämmän kokonaiskuvan saamiseksi variaabelit muunnettiin siten, että muuttujan saaman lukuarvon kasvaminen oli positiivinen piirre. Toisin sanoen, tekninen ominaisuus oli sitä edullisempi, mitä suurempi oli muuttujan lukuarvo.

Käytetyt muuttujat olivat seuraavat.

- y₁ = leikkuunopeus, cm²/s
- y₂ = 10 — sahan paino, kg
- y₃ = 30 — takakädensijan tärinän amplitudi, mm
- y₄ = 120 — melu (»C»), db
- y₅ = leikattu m²/l litra bensiiniä
- y₆ = 1000 — hinta, mk

¹⁾ Dikotomisena valemuuttujana mitaten (Ks. DRAPER ja SMITH 1968, s. 135)

Kaavasta (10) laskettiin em. muuttujien suhteen etäisyysarvot (d^2 -arvot) kullekin sahaparille.

$$(10) \quad d^2(i,k) = \sum_j c_j (y_{ij} - y_{kj})^2 \quad j = 1, 2 \dots 6$$

jossa i, k $i \neq k$ kuvaavat kahta eri sahaa ja c_j on kunkin muuttujan painokerroin

(Ks. NUNNALLY 1967, OSGOOD ym. 1967, s. 90—97, myös PARTANEN 1963)

Painokertoimina käytettiin muuttujien varianssien käänteisarvoja. Näin ollen kaikki variaabelit vaikuttivat tältä osin yhtä paljon etäisyyden määräämiseen. — Muuttujien korreloitumisesta aiheutuvaa painottumista ei otettu erikseen huomioon.

Etäisyysarvojen perusteella voitiin todeta sahojen ryhmittelyn olevan suuressa määrin mahdollista ja viittaavan siihen, että käytännössä on ollut useita sahojen kehityslinjoja. Esim. taulukon 1 sahat 4, 5, 9 ja 11 muodostavat varsin selvästi muista poikkeavan ryhmän huolimatta siitä, että kaikki olivat eri valmistajien tekemiä. Niiden keskinäinen etäisyyksien keskiarvo oli 2.0 ja etäisyys kaikkiin muihin sahoihin keskimäärin 8.5. Vielä enemmän poikkesi omaan suuntaansa ainoa aineistossa ollut kevytsaha, numero 7, jonka keskimääräinen etäisyys muihin sahoihin oli 24.6. Mainitut sahat 4, 5, 9 ja 11 edustivat selvästi tehokasta, viimeisteltyä ja kallista, mutta ei erityisen kevyttä linjaa, kun taas sahassa 7 ilmeisenä tavoitteena oli todellakin keveys ja siihen liittyvät ominaisuudet. Jollakin lailla omaksi ryhmäksi voitiin erottaa myös »maatilasahat», jotka olivat kohtalaisen edullisia hinnaltaan, mutta melko painavia ja joissa oli varsin vähän kiinnitetty huomiota tärinän ja melun torjuntaan. Tähän ryhmään kuuluivat lähinnä sahat 1, 12, 13 ja 15 sekä varsinaisen aineiston ulkopuolelta sahojen 4, 5, 9 ja 11 vanhentuneet mallit, joita ei enää markkinoitu v. 1969. — Sahojen 1, 12, 13 ja 15 keskimääräinen keskinäinen etäisyys oli 6.6 ja keskietäisyys kaikkiin muihin sahoihin 13.0.

Johtopäätöksenä koko kappaleesta voitaneen todeta empiirisen aineiston vahvistavan jossakin määrin olettamusta moottorisahan hinnan ja teknisten ominaisuuksien välisestä riippuvuudesta. Ilmeistä kuitenkin on, että monet kaupalliset yms. tekijät vaikuttavat niin paljon, ettei riippuvuus voi olla kovin selvä. Myös sahan teknistä tasoa määräävät eri hyvyyden kriteerit korreloivat jossakin määrin positiivisesti, joskin on myös toisilleen vastakkaisia kehitystendenssejä. — Kaiken kaikkiaan näyttää hinnan ja teknisten ominaisuuksien suhteiden perusteella mahdolliselta, että sahojen arvostamispreferenssit erilaisina suositummuusjärjestyksinä mitaten voivat olla yksinkertaisempaa muotoa kuin kaavan (3) ilmoittama. Ilmeistä tosin on, että differentioituva sahojen kehittäminen vaikeuttaa huomattavasti empiiristä todentamista.

4. UTILIARVOJEN SAAMINEN MOOTTORISAHAN HINNASTA JA TEKNISISTÄ OMINAISUUKSISTA

Kaavan (2) pukeminen operationaaliseen muotoon on huomattavan vaikea tehtävä, eikä siihen ole olemassa objektiivista ratkaisua. Teknisen tason osatekijöiden arvostaminen on joka tapauksessa subjektiivista. On kuitenkin mahdollista antaa päätöksentekijälle analysointimenetelmiä päätöksenteon helpottamiseksi niiltä osin kuin se perustuu teknisten ominaisuuksien ja hinnan suhteiden tarkkailuun. Tässä yhteydessä ei kuitenkaan puututa varsinaisiin monitavoitteellisiin malleihin. Sen sijaan lienee yleisempää mielenkiintoa »sokealla» utiiliarvojen laskemisella muodollisten periaatteiden mukaan.

Eräs mahdollisuus on muodostaa sellainen lineaarinen standardisoitujen muuttujien kombinaatio, jolla on maksimivarianssi. Moottorisahan x_1 saama arvo on näin ollen

$$(11) \quad z_1 = \sum_j b_j y_j \quad j = 1, 2 \dots m$$

jossa b_j on muuttujan y_j painokerroin

Ideana on tällöin painottaa niitä teknisiä ominaisuuksia, jotka eniten erottavat moottorisahoja toisista moottorisahoista. Jotta menettely olisi mielekäs, tulee teknisen hyvyyden annetulla vaihteluvälillä olla lineaarisesti kuvattavissa ja riippumatonta muista hyvyyden kriteereistä.

Tässä tutkimuksessa kertoimet laskettiin seuraavasti. — Muuttujiksi otettiin aikaisemmin mainitut (s. 149) y_j variaabelit. Niistä laskettiin korrelaatiomatriisi R , ja siitä laskettiin ortogonaaliset pääkomponentit. Tulos olisi ilmeisesti ollut erilainen, jos lähtökohtana olisi ollut yleisesti käytetty kovarianssimatriisi (Vrt. ANDERSON 1958, s. 281). — Korrelaatiomatriisi laskettiin sekä ilman hintamuuttujaa että sen ollessa analyysissä mukana.

Saadut kerrointulokset on esitetty taulukossa 2. — Selitysosuus on saatu laskemalla kunkin ominaisarvon osuus prosentteina matriisin R jäljestä.

Taulukon 2 esittämistä tuloksista voidaan tehdä eräitä valaisevia johtopäätöksiä. Ensinnäkin selitystason pienuus ensimmäisissä pääkomponenteissa ja sen hidaskas lasku viittaa siihen, ettei yksi- tai kaksiulotteisen hyvyydsindikaattorin konstruointiin ole juuri mahdollisuuksia. Kun hintamuuttuja on analyysissä mukana, tulos on kuitenkin jossakin määrin parempi kuin viiden muuttujan tapauksessa. Toisaalta voidaan havaita, etteivät teknisen hyvyyden kriteerit, ts. mukaan otetut tekniset ominaisuudet, muodosta kovinkaan suppeaa vektorikimppua, sillä ennen kaikkea paino ja teho ovat keskenään ristiriidassa, kuten aikaisemmin on jo todettu. Vektoreiden hajaantumisen seurauksena se, ettei informaation tiivistämiseen muutamalle harvalle pääkomponentille ole erityisen hyviä edellytyksiä. Merkittävää on, ettei pääkomponenttianalyysin mukaan hintamuuttujalla ole ratkaisevan tärkeää merkitystä selkeämmän kokonaiskuvan luomisessa.

Tutkimuksessa laskettiin myös pääkomponenttien arvot kuuden muuttujan pääkomponenttianalyysin perusteella tavanomaisella menetelmällä (Esim. COOLEY ja LOHNES 1966, s. 164). Itse asiassa, tavoitteena oli moottorisahojen saaminen hyvyysjärjestykseen teknisten ominaisuuksien ja hinnan perusteella (Vrt. KUUSI ym. 1968). Varsinaisia tuloksia ei ole kuitenkaan syytä esittää, sillä osoittautui, että järjestys oli huomattavan herkkä pääkomponenttien painotuksen muutoksille. Kun pääkomponentit olivat varsin epäselviä luonteeltaan, ja asiallinen painotus oli näin ollen jokseenkin sattumanvaraista, ei ollut juuri mahdollista päästä subjektiivista arviointia parempaan tulokseen.

Taulukko 2. Pääkomponenttimatriisit, kun korrelaatiomatriisissa on ollut 5 tai 6 muuttujaa
Table 2. Principal components based on 5 or 6 variables

Muuttuja Variable	Viisi muuttujaa Five variables					Kuusi muuttujaa Six variables				
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
	pääkomponentti principal component					pääkomponentti principal component				
Leikkuunopeus, cm ² /s — Cutting speed	-.93	-.06	-.14	-.14	-.30	-.71	-.65	-.10	-.06	-.05
10 — paino, kg — 10 — weight . . .	-.69	-.51	-.07	-.48	-.14	-.02	-.88	-.08	-.41	-.16
30 — takakädensi- jan tärinä, mm 30 — vibration in the rear handle .	-.14	-.85	-.19	-.46	-.13	-.44	-.64	-.30	-.51	-.22
120 — melu, db — 120 noise level . .	-.26	-.52	-.79	-.00	-.18	-.57	-.16	-.70	-.29	-.26
Leikattu m ² /l bens. Area of cut/l liter fuel	-.55	-.52	-.57	-.25	-.21	-.67	-.09	-.64	-.04	-.35
1 000 — hinta mk % of the total variance . . . . .	..	..	..	..	..	-.85	-.16	-.11	-.37	-.29
	34.64	30.60	20.16	10.50	4.11	36.56	27.69	17.02	10.86	5.78

.. = käyttämätön muuttuja
unused variable

KIRJALLISUUTTA

ANDERSON, T. W. 1958. An introduction to multivariate statistical analysis. New York — London — Sydney.
AXELSSON, SVEN-ÅKE 1967. Analys av motorsågars vibrationer. Analysis of vibrations of power-saws. Institutionen för skogsteknik. Rapporter och uppsatser Nr. 31.
BECKMAN, THEODORE N., DAVIDSON, WILLIAM R. ja ENGEL, JAMES F. 1967. Marketing. 8. painos. New York.

CHERNOFF, HERMAN ja MOSES, LINCOLN E. 1959. Elementary decision theory. New York — London.
COOLEY, WILLIAM W. ja LOHNES, PAUL R. 1966. Multivariate procedures for the behavioral sciences. New York — London — Sydney.
DRAPER, N.R. ja SMITH, H. 1968. Applied regression analysis. New York.
HARMAN, HARRY H. 1960. Modern factor analysis. Chicago.
HERZOG, HERTA 1964. Behavioral science concepts for analyzing the consumer, teoksessa The environment of marketing behavior. Selections from the literature, toim. HOLLOWAY, ROBERT J. ja HANCOCK, ROBERT S. New York — London — Sydney.
KUUSI, PEKKA, MARKKANEN, TOUKO ja MUSTONEN, SEPPO 1968. Uusien myymäläpaikkakuntien valinta. Alkoholipolitiikka 33:235—240.
LUCE, R. DUNCAN ja RAIFFA, HOWARD 1958. Games and decisions. Introduction and critical survey. New York.
MORONEY, M.J. 1960. Facts from figures. 3. painos. London — Beccles.
VON NEUMANN, JOHN ja MORGENSTERN, OSKAR 1953. Theory of games and economic behavior. 3. painos. Princeton.
NUNNALLY, JUM C. 1967. Psychometric theory. New York — St. Louis — San Francisco — Toronto — London — Sydney.
OSGOOD, CHARLES E., SUCI, GEORGE J. ja TANNEBAUM, PERCY H. 1967. The measurement of meaning. Urbana — Chicago — London.
PARTANEN, JUHA 1963. Ryhmittelyongelmista. Alkoholipoliittisen tutkimuslaitoksen tutkimuslause No. 8.
Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos. Koetuslausekset 592 (v. 1965), 612 (v. 1966), 641 (v. 1967), 679 (v. 1967), 719 (v. 1969), 742 (v. 1969). Helsinki.
WOODS, WALTER A. 1964. Psychological dimensions of consumer decision, teoksessa The environment of marketing behavior. Selections from the literature, toim. HOLLOWAY, ROBERT J. ja HANCOCK, ROBERT S. New York — London — Sydney.

SUMMARY:

ON THE CHOICE OF POWER-SAWS ON THE BASIS OF THE PRICE AND TECHNICAL PROPERTIES

Because some power-saws continuously are purchased to a much more extent than the others it seems to be possible that buying a power-saw is not thoroughly independent of the data of the saws. In this study it has been paid attention to the effect of the retail price and the technical properties on the preference ordering.

The model (2) (p. 143) is used as a starting-point. According to it the preference ordering of power-saws is due to technical properties x_j . If no such restrictions in the function are supposed that could have bearing on the preferences of the buyers, there may be even $N!$ possible combinations according to the model (3) (p. 143), when there are N power-saws.

If one can presume that each price corresponds with a technical level it is possible that each buyer has an optimum price of his own. The bigger the difference between the optimum and actual price, the less preferred the actual power-saw is. In this case one may notice that the amount of possible orderings is much less than that based on the model (3) — thus the model (7) (p. 146) may be used.

In this paper some models are presented for cases when only n pieces of the population of N power-saws are studied (models (5) and (8), p. 144 and 146).

In this study 16 power-saws of differing ages and technical levels were investigated, too. It was noted that many criteria of technical goodness were positively intercorrelated. The price correlated positively with every criterium used. According to the profile analysis it was concluded that there were many development lines. For example, there were the idea of a light and the idea of an effective power-saw.

According to the principal component analysis it seemed obvious that there was little room for one- or two-dimensional preference ordering by the technical properties and price. In spite of it, the idea of models (7) and (8) (p. 146) seemed very possible in the practice, too.