

FAKTORIANALYYSI METSÄNOMISTAJIEN KÄYTTÄYTYMISTUTKIMUKSISSA

KAUKO HAHTOLA

SUMMARY:

USE OF FACTOR ANALYSIS IN THE STUDIES OF FOREST OWNERS' BEHAVIOR

Saapunut toimitukselle 28. 6. 1971

Artikkelissa valaistaan faktorianalyysin käyttömahdollisuuksia ja -tapoja metsänomistajien käyttäytymistutkimuksissa käyttäen esimerkkeinä kahta uutta alan suomalaista julkaisua. Kirjoittaja päätyy käsitykseen, että faktorianalyysin tietoteoreettiset ja matemaattiset ominaisuudet on esimerkkijulkaisuissa nähty liian rajoittavina ja sen hedelmälliset sovellutusalueet liian suppeina.

Faktorianalyysin menestyksellinen käyttö näyttää edellyttävän sekä analyysimenetelmän että alan erityisteorioiden melkoista tuntemusta. Muutoin joudutaan helposti nojautumaan faktorianalyysin käyttöä koskeviin yleisiin suosituksiin eikä useinkaan onnistuta sovittamaan faktorianalyysin käyttöä ja käyttötapaa tarkoituksenmukaisella tavalla tutkimustilanteeseen ja metodiseen kokonaisasetelmaan.

A. ALUKSI

Professori PÄIVIÖ RIIHISEN julkaisu vuodelta 1963 metsänhoidon tasoon eri piirimetsälautakuntien alueella vaikuttavista tekijöistä on osoittautunut hyvin merkitykselliseksi Suomen metsätieteille. Tällä julkaisullaan hän viritti kiinnostuksen metsänomistajien käyttäytymistutkimuksiin ja toi samalla metsätieteen käyttäytymistutkimusten varsin keskeisen analyysimenetelmän, faktorianalyysin. Sekä metsänomistajien käyttäytymistutkimukset että faktorianalyysin käyttö ovat sittemmin nopeasti yleistyneet.

Faktorianalyysin — kuten muidenkin uusien metodien — levitessä uudelle sovellutusalueelle havaitaan usein selvä aaltoliike. Ymmärrettävän alkuinnostuksen ja muotivirtauksen jälkeen seuraa vastavaikutus. MÄKELÄN (1966) ja HAHTOLAN (1967) arvioinnit faktorianalyysin käyttömahdollisuuksista metsätieteissä näyttävät liittyneen tähän alkuinnostuksen vaiheeseen. Odotettu ja jo jonkin aikaa »ilmassa» ollut vastavaikutus on vuorostaan havaittavissa PÄIVIÖ

RIIHISEN¹⁾ uusimmassa julkaisussa sekä VELI-PEKKA JÄRVELÄISEN²⁾ äskettäin valmistuneessa väitöskirjatyössä.

Eräs virike tälle artikkelille onkin, että mainitut PÄIVIÖ RIIHISEN ja VELI-PEKKA JÄRVELÄISEN uudet julkaisut valaisevat erittäin monelta näkökulmalta faktorianalyysin käyttömahdollisuuksia ja sen käytössä esiin tulevia ongelmia. JÄRVELÄISEN työ havainnollistaa faktorianalyysin käyttöä lähinnä empiirisen aineiston sisältämän informaation tiivistäjänä ja RIIHISEN työ sen käyttöä informaation tulkinnan apuvälineenä. Kyseiset julkaisut ovat myös siinä määrin ansiokkaita ja merkityksellisiä — ei ainoastaan teoreettisesti vaan myös metsäpoliittisesti — että ne ansaitsevat huomiota osakseen. Sitä paitsi metsätieteissäkin lienee jo saatu tästä varsin kiistelystä menetelmästä sen verran kokemuksia, että yleisempi mielipiteiden vaihto saattaisi hyödyttää faktorianalyysin käyttäjiä.

Artikkelin muotoon on vaikuttanut kirjoittajan käsitys, että tämänlaatuisia metodisia kysymyksiä voidaan parhaiten valaista konkreettisten tutkimustilanteiden, esimerkkijulkaisujen ja niitä koskevan keskustelun avulla.

B. FAKTORIANALYYSIN TEKNIikka INFORMAATION TIIVISTÄJÄNÄ

1. ESIMERKKIJULKAISUN TUTKIMUSTILANNE JA -OTE PÄÄPIIRTEIN

VELI-PEKKA JÄRVELÄINEN tutkii asenteiden, tilakohtaisten taustaedellytysten ja alueellisten edellytysten vaikutusta metsänomistajien metsänhoidolliseen toimintaan ja on sitä silmällä pitäen kerännyt noin 300 metsänomistajan haastatteluaineiston Karstulan ja Jämsän kunnista. Tutkimustehtävänsä ratkaisemiseksi hän tiivistää aluksi 47 muuttujan muodostaman aineiston kolmella suorakulmaisella faktorianalyysillä 10 faktoriksi eli yhdistetyksi muuttujaksi seuraavasti:

8 toimintamuuttujasta saadaan faktorit

T 1 »Toiminnan suhteellinen laajuus»,

T 2 »Ammattiavun käyttö» ja

T 3 »Toimintavalmius».

19 asennemuuttujaa tiivistetään neljäksi faktoriksi,

¹⁾ PÄIVIÖ RIIHINEN: The forest owner and his attitudes toward forestry promotion. A study based on forest owners in Ostrobothnia, Finland. Selostus: Metsänomistaja ja hänen asenteensa metsätalouden edistämiseen. Pohjanmaan metsänomistajiin perustuva tutkimus. Acta Forestalia Fennica 109. 1970.

²⁾ VELI-PEKKA JÄRVELÄINEN: Factors influencing silvicultural activity. A study of the influence of attitudes, individual farm backgrounds, and regional conditions on the silvicultural activity of forest owners in Karstula and Jämsä, Finland. Tiivistelmä: Metsänhoidolliseen toimintaan vaikuttavat tekijät. Tutkimus asenteiden, tilakohtaisten taustaedellytysten ja alueellisten edellytysten vaikutuksesta metsänomistajan metsänhoidolliseen toimintaan Karstulassa ja Jämsässä. Helsinki 1971.

A 1 »Asennoituminen ammattimiehiin»,

A 2 »Metsänomistajan itsekritiikki»,

A 3 »Asennoituminen metsänhoitoyhdistykseen» ja

A 4 »Asennoituminen menetelmiin».

20 taustamuuttujasta saadaan kolme faktorია,

E 1 »Resurssit»,

E 2 »sijainti» ja

E 3 »Irtautuminen maatalaloudesta»

Analyysin painopiste on tällä tavoin muodostettujen yhdistettyjen muuttujien korrelaatioiden, osittaiskorrelaatioiden ja kuntakohtaisten keskiarvojen tarkastelussa. Tutkimusote on eksploratiivinen, jolloin tarkoituksena on pikeminkin hahmotella teoreettisesti kiintoisia ja jatkotutkimusten kannalta hedelmällisiä hypoteeseja kuin testata niitä (s. 33—34, 37—40, 77—78).

2. INFORMAATION TIIVISTÄMINEN JA HYVÄKSIKÄYTTÖ

Tutkimuksen metodisessa puolessa kiintyy huomio ensiksi siihen, että tutkimuksen tärkeimmät metodiset ratkaisut (s. 34)

— aineiston tiivistäminen yhdistetyiksi muuttujiksi ja analyysin suorittaminen niitä eikä alkuperäisiä muuttujia käyttäen sekä

— tiivistämisen suorittaminen erikseen metsänhoidollista toimintaa, asenteita ja tilakohtaisia taustatekijöitä edustavilla muuttujilla

tapahtuvat varsin vähin perusteluin. *Faktorianalyysin käyttö rajoitetaan siten apuvälineeksi yhdistettyjä muuttujia muodostettaessa.* Muita vaihtoehtoja — kuten faktorianalyysiin varsinaisena monimuuttujamenetelmänä liittyvien mahdollisuuksien hyväksikäyttämistä ja sen valitsemista analyysin päämetodiksi — ei ainakaan eksplisiittisesti harkita. Tekijä ilmoittaa näin ollen jo metodisen keskustelunsa alkuvaiheessa (s. 35) rajoittuvansa faktorianalyysin käsittelyssä yhdistettyjen muuttujien muodostamiseen. Viittaus yhteen monimuuttuja-analyysin ja kolmeen faktorianalyysin erikoisteokseen tässä yhteydessä lienee ymmärrettävä vain lukijalle tarkoitettu kehoitukseksi paneutua syvällisemmin asiaan. Seuranneessa keskustelussa tulee kuitenkin esiin useita kiintoisia kannanottoja faktorianalyysin ominaisuuksista, jotka valottavat tutkimuksen metodisia ratkaisuja. Tarkastelen aluksi informaation tiivistämiseen ja hyväksikäyttöön liittyviä seikkoja.

Tiivistämisen yleisperusteluna esitetään alkuperäisten muuttujien monilukisuus. Muuttujien lukumäärä 47 ei nykyisten tietokoneiden kapasiteettia ajatellen kuitenkaan tunnu suurelta, varsinkaan kun tutkimuksen tekijä on hyvin selvillä myös yhdistettyjen muuttujien käyttämiseen liittyvistä haitoista. Niinpä hän toteaa, että yhdistettyjä muuttujia käytettäessä menetetään informaatiota ja etenkin ns. nyanssivaikutukset häipyvät. Sitä paitsi yhdistettyjen

muuttujien validiteetti jää helposti epävarmaksi. Pelkästään yhdistettyihin muuttujiin perustuva analyysi voi siten menettää kiintoisuuttaan tai muodostua johtopäätöksiltään harhaanjohtavaksi (s. 34).

Tämän artikkelin kannalta ovat kiintoisia tutkimuksen tekijän esittämät näkökohdat niistä lisäpiirteistä, joita faktorianalyysin käyttö tuo informaation tiivistämiseen. Hän korostaa ensinnäkin aiheellisesti, että faktorianalyysia käytettäessä yhdistettyjen muuttujien validiteetti riippuu olennaisesti siitä, kuinka faktorien tulkinnessa onnistutaan (s. 36). Sitä vastoin jää epäselväksi, mikä on tekijän kanta *informaation menettämiseen faktorianalyysissa*. Hän mainitsee (s. 35) faktorianalyysin eräänä etuna yhdistettyjä muuttujia muodostettaessa sen, että käyttämällä hyväksi vain muuttujien yhteistä varianssia voitaneen yhdistettyjen muuttujien reliabiliteettia kohottaa. Jo seuraavalla sivulla ja etenkin myöhemmässä keskustelussa (s. 51—52) ilmenee kuitenkin, että tutkimuksen tekijä pitää faktorianalyysilla muodostettujen yhdistettyjen muuttujien suurimpana heikkoutena sitä, että niistä puuttuu muuttujien uniikki varianssi ja osa yhteisvarianssia. Tekijä kiinnittää erityisesti huomiota tutkimuksen kannalta tärkeään metsämaan viljavuus-muuttujaan, jonka yhteinen varianssi taustamuuttujia tiivistettäessä jää varsin alhaiseksi ja siten myös sen vaikutus kyseisiin yhdistettyihin muuttujiin vähäiseksi (s. 52).

Tähän voidaan esittää eräitä kommentteja. Uniikkivarianssin osalta ei informaation menetys liene kovin haitallista, sillä samalla poistuu myös virhevarienssia. Voidaan myös herättää kysymys, minkä verran uniikkivarianssilla yleensä on tieteellistä merkitystä (HORST 1965, s. 19—20, 443—444, 551—552; COOLEY—LOHNES 1962, s. 159; LAGERSPETZ 1959, s. 20—26). Yhteisen varianssin hyväksikäyttö taas riippuu faktorien lukumäärästä, joka on tutkijan päätettävissä. Esimerkkijulkaisusta ei kuitenkaan käy ilmi olennaisin syy yhteisen varianssin menettämiseen tässä tapauksessa: *faktorianalyysien suorittaminen erikseen kullakin kolmella muuttujaryhmällä*. Se että suuri osa eräiden muuttujien — mm. metsämaan viljavuuden — systemaattisesta varianssista jää siten käyttämättä ja kokonaan tutkimuksen ulkopuolelle, ei näin ollen ole faktorianalyysin vika (vrt. s. 36)³⁾.

Etenkin tälle tutkimukselle keskeisten toimintamuuttujien kohdalla tiivistettäessä 8 alkuperäistä muuttujaa 3 faktoriksi tiivistämisen edut ja haitat tuntuvat epäsuhteisilta. Aineiston »tiivistäminen» edistyy näet tässä kohden jo muuttujien valinnalla niin pitkälle, että faktoroinnissa havaitaan toimintamuuttujien olevan lähes yksiuolotteisia. Kun tekijä kuitenkin joutuu »tutkimusstrategisista» syistä rotaation yhteydessä uudelleen keinotekoisesti lisäämään faktorien lukumäärää (s. 41—42, 45), tuntuu menettely kovin epäjohtomukaiselta. Seurausena on yhdistettyjen muuttujien *validiteetin aleneminen*, sillä etenkin

³⁾ Faktoripistemäärien estimoinnissa käytetty LEDERMANNIN menetelmä painottanee suhteettoman voimakkaasti suurimpia latauksia, mikä edelleen vähentää yhteiseltä varianssiltaan alhaisten itemien vaikutusta tutkimuksessa. Ks. OLAVI RIIHINEN. Teollistuvan yhteiskunnan alueellinen erilaistuneisuus. 1965. Helsinki. s. 235.

absoluuttista toimintalaajuutta edustavat muuttujat jäävät kompleksisiksi faktoriratkaisussa, jolloin yksinkertaista rakennetta ei saavuteta ja tulkinta vaikeutuu (s. 45, 52—53; COOLEY—LOHNES 1962, s. 163; THURSTONE 1947, s. 187—188, 192, 334). Rotatoidusta faktorimatriisista (s. 45) sekä faktoripistemäärien ja alkuperäisten muuttujien korrelaatioista (liite 13, s. 105) näet havaitaan, että *kaikki toimintafaktorit (T 1, T 2, ja T 3) liittyvät varsin läheisesti toiminnan absoluuttiseen laajuuteen, jota ne kaikki edustavat suunnilleen yhtä hyvin (tai yhtä huonosti)*. Metsänhoidollisten toimenpiteiden yhteinen ala (muuttuja 1) samoin kuin metsän uudistustoimenpiteiden ala (muuttuja 3) liittyvät yhtä läheisesti sekä faktoriin T 1 (toiminnan suhteellinen laajuus) että faktoriin T 2 (ammattiavun käyttö). Suoritettujen metsänhoidollisten toimintamuotojen lukumäärä (muuttuja 5) edustaa yhtä hyvin myös faktoria T 3 (toimintavalmius). Kuitenkin tutkimuksen tekijä liittyy johtopäätösten yhteydessä toiminnan absoluuttisen laajuuden ainoastaan faktoriin T 2 (ammattiavun käyttö) (s. 45—46, 54, 69—70).

3. ROTAATIOMENETELMÄT JA FAKTORIANALYYSIN KOULUKUNNAT

Lukija olisi kaivannut enemmän perusteluja myös rotaatiomenetelmän valinnalle (s. 35) erityisesti siitä syystä, että suuri osa tutkimuksessa esiintyvistä faktorianalyysin kritiikistä koskee nimen omaan suorakulmaista rotaatiota. Aluksi on lähellä ajatus, että tutkimuksen tekijä pyrki ratkaisuihinsa ennen muuta pitäytymään faktorianalyysin ns. matemaattisen koulukunnan esittämiin näkökohtiin faktorianalyysista ja sen käyttötavoista varsinkin, kun hän metodisia ratkaisuja pohtiessaan mainitsemistaan kolmesta faktorianalyysin erikoisteoksesta viittaa yksityiskohtaisemmin (s. 36, 38) ainoastaan tämän koulukunnan⁴⁾ edustajaan HARMANIIN (1960). Matemaattisen ja »thurstonelaisen» koulukunnan eroja, jotka tosin ovat jo hämärtyneet, voidaan luonnehtia seuraavasti: Matemaattisen koulukunnan mukaan faktorianalyysi soveltuu parhaiten empiirisen aineiston *matemaattiseen tiivistämiseen*, mikä saavutetaan tehokkaimmin pääakseli- (kommunaliteetit korrelaatiomatriisin diagonaalilla) tai pääkomponenttiratkaisulla (diagonaalilla kokonaisvarienssia edustavat ykköset). Koska faktoreita ei juuri pyritä tulkitsemaan, ei rotaatiota suoriteta lainkaan tai suositellaan esim. suorakulmaista rotaatiota sen matemaattisten ominaisuuksien perusteella. »Thurstonelaisen» käsityksen mukaan faktorianalyysin päätarkoitus on muuttujien *korrelaatioita aiheuttavien tekijöiden paljastaminen ja tulkinta* tutkimuskentän erityisteorioihin nojautuen. Tulkinnan helpottamiseksi katsotaan rotaatio tarpeelliseksi, jolloin faktoriakselit pyritään yleensä sijoittamaan mahdollisimman tarkoin muuttujien korrelaatioita edustavan vektorikonfiguraation mukaisesti. Sen rakenteesta riippuu, saadaanko suora vai vino ratkaisu.

Tutkimuksen tekijän ajattelu ei kuitenkaan näytä liittyvän näihin koulukuntiin. Pohtiesaan (s. 36) faktorianalyysilla muodostettujen yhdistettyjen muuttujien käyttöön liittyviä

⁴⁾ Keskustelu faktorianalyysin matemaattisen ja »thurstonelaisen» koulukunnan eroista ilmenee mm. tutkimuksen tekijän mainitsemissa faktorianalyysin erikoisteoksissa.

L. L. THURSTONE. Multiple factor analysis. Chicago. 1947 (sixth impression 1961) s. V—XII, 320, 321, 327—329, 334—338, 503—510.

HARRY H. HARMAN. Modern factor analysis. Chicago. 1960. s. VI—VII, 3—10, 97—98, 179—180.

K. ÜBERLA. Faktorenanalyse. Springer-Verlag. Berlin. 1968. s. 1—10, 89—90, 172, 175—176, 183—184, 292—293.

haittoja tekijä siteeraa COLEMANIN kriittisiä huomautuksia suorakulmaisesta faktorianalyysistä, jossa ei pyritä tutkimuskentän eritysteorioiden nojalla tulkittaviin ”mielekkäisiin”, vaan ”tilastollisesti riippumattomiin” faktoreihin. Olisi odottanut, että tekijä ainakin tässä kohden olisi tuonut esiin myös vinorotaation mahdollisuuden sekä jollakin sanalla kommentoinut selvää ristiriitaisuutta kyseisissä COLEMANIN ja HARMANIN esittämissä ajatuksissa, joihin hän viittaa (s. 36, kohta 2). JÄRVELÄINEN päätyy vain kysymään, mitä suorakulmaisten faktorien ”mielekäs riippumattomuus” merkitsee ja esiintyykö sitä lainkaan. Hän näkee tämän faktorianalyysin yleisenä tulkintaongelmana sekä faktorien ja faktoripistemäärien validiteettikysymyksenä.

Sellaista metsäntutkijaa ajatellen, joka tämän tutkimuksen perusteella arvioi faktorianalyysin käyttömahdollisuuksia ja -tapoja vastaavanlaisissa tutkimustilanteissa, olisi ollut hyödyllistä, jos tutkimuksen tekijä olisi pohtinut myös koko 47 muuttujan joukolla suoritettua vinoa faktorianalyysia. Se olisi ilmeisesti ollut luontevin ratkaisu informaation hyväksikäytön ja suorakulmaisten faktorien mielekkyydestä esitettyjen epäilyksien kannalta. Vino rotaatio koko 47 muuttujan joukolla olisi kuitenkin tässä tapauksessa siirtänyt tutkimuksen painopistettä detaljiansalyysistä monimuuttuja-analyysin suuntaan, jolloin ei enää olisikaan ollut kyse faktorianalyysin käyttämisestä pelkästään empiirisen aineiston matemaattiseen tiivistämiseen.

4. JOHTOPÄÄTÖSTEN VARMENTAMINEN

Empiirisen tutkimuksen tarkoituksena voitaneen hyvin yleisesti pitää mahdollisimman invarianttien ja selitysvoimaisten säännönmukaisuuksien, lakien ja teorioiden kehittämistä. Ehkä keskeisin ongelma on vastaavasti niiden tutkimustilanteeseen liittyvien häiritsevien tekijäin hallinta, jotka vaikeuttavat pysyvimpien säännönmukaisuuksien havaitsemista empiirisessä aineistossa. Erilaisen analyysimenetelmien käyttö tähtää juuri näiden häiritsevien tekijäin eliminointiin ja yleisempiä säännönmukaisuuksia koskevien johtopäätösten varmentamiseen. Esimerkkijulkaisussa pohditaankin useaan otteeseen tähän liittyviä yleisiä ongelmia, kuten »päällekkäistä» selitystä, korrelaatioista lähtevän kausaalisen tulkinnan vaikeuksia, näennäiskorrelaatioita jne. (esim. s. 35, 37—38, 69). Omaan tutkimustilanteeseensa liittyvistä häiritsevistä tekijöistä tutkimuksen tekijä kiinnittää huomiota erityisesti *metsämaan viljavuuden* (s. 52, 62) ja *metsänomistajan iän* (s. 62) mahdolliseen vaikutukseen metsänhoidollisen toiminnan, asenteiden ja taustatekijöiden kausaalisuhteita koskeviin tutkimustuloksiin.

Sekä metsämaan viljavuudelle että metsänomistajan iälle annetaan esimerkkijulkaisun teoreettisessa osassa varsin suuri paino pohdittaessa toimintaan mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä (s. 18, 62). Tekijä kiinnittää huomiota mm. PÄIVIÖ RIIHISEN alussa mainittuun tutkimukseen vuodelta 1963, jossa tutkittuista taloudellisista ja sosiaalisista tekijöistä metsämaan boniteetti selitti kaikista parhaiten metsänhoidon tasoa. Onkin sen vuoksi vaikea ymmärtää, että

arvioidessaan saamiensa yhdistettyjen muuttujien käyttökelpoisuutta ja todeksaan metsämaan viljavuuden jääneen käytännöllisesti katsoen analyysin ulkopuolelle hän ei tee mitään tilanteen korjaamiseksi (s. 52; taul. 4, s. 49; liitteet 5—7, 10, 13, s. 99—102, 104—105). Kuitenkin alkuperäisten muuttujien korrelaatioista päätellen (liite 7, s. 101) kiinnittämällä huomiota faktoria T 1 parhaiten mittaaviin muuttujiin 2 ja 4 metsämaan viljavuus (29) olisi esim. metsänhoidollisen toiminnan suhteellista laajuutta parhaiten selittävä muuttuja. Niin ikään havaitaan liitteestä 1 (s. 83), että tutkimuskunnat eroavat selvimmin toisistaan juuri metsämaan viljavuuden (29) suhteen.

Metsänomistajan iän kohdalla käy samoin kuin metsämaan boniteettimuuttujan: *erillisten analyysien vuoksi sen vaikutus jää suureksi osaksi huomioon ottamatta* (taul. 4, s. 49; liitteet 7 ja 10, s. 102, 104). Alkuperäisten muuttujien korrelaatiot (muuttuja 41 sekä faktoria T 3 parhaiten mittaava muuttuja 6; liite 7, s. 102) viittaavat siihen, että metsänomistajan ikä olisi vuorostaan ollut toimintavalmiutta (T 3) parhaiten selittävä taustamuuttuja.

Metsänhoidolliseen toimintaan vaikuttavia tekijöitä selvittäessä *jäävät eräät teoreettisesti tärkeät tekijät — kuten metsämaan viljavuus ja metsänomistajan ikä — näin ollen kontrolloimatta metodisten ratkaisujen vuoksi*, vaikka nämä muuttujat ovat mukana tutkimuksen empiirisessä aineistossa. Etenkin metsämaan viljavuuserot häiritsevät suuresti niin tilakohtaisia kuin kuntakohtaisiakin johtopäätöksiä. Esimerkiksi tutkimuskuntien eroista johdettu metsäpoliittisesti mielenkiintoinen oletamus, jonka mukaan ympäristön uudenaikaistuminen vähentää metsänomistajien metsänhoidollista toimintaa, jää siten varsin epävarmalle empiiriselle perustalle (s. 62, 70, 79⁵).

Tutkimuksen tekijä perustelee kolmen erillisen faktorianalyysin suorittamista yhdistetyn analyysin asemesta lähinnä alkuperäisten muuttujien »*eritasoisuudella*» sekä erillisten faktorien paremmalla *tulkittavuudella ja validiteetilla* (s. 38). Esimerkkijulkaisusta voidaan kuitenkin päätellä, että erilliset analyysit ovat pikemminkin vaikeuttaneet tulkintaa ja alentaneet yhdistettyjen muuttujien validiteettia (ks. HENRYSSON 1957, s. 101—102; THURSTONE 1947, s. 55—56). Keskustelu metsänomistajan iän ja faktorin T 3 (toimintavalmius) suhteesta (s. 62) valaisee tätä kysymystä. Huomataan, että tämän muuttujan läsnäolo olisi ollut erittäin tarpeellinen jo faktoria T 3 tulkittaessa (s. 46). Silloin olisi voitu päätellä, edustaako kyseinen faktori, joka on eräs tutkimuksen keskeisistä selitettävistä muuttujista »toimintavalmiutta» vai yksinkertaisesti sitä metsänomistajan ikään liittyvää seikkaa, että nuorilla metsänomistajilla on ollut paremmat mahdollisuudet kuin vanhoilla omaksua jo hallinta-aikansa alkuvuosina tiettyjä uusia metsänhoitomenetelmiä, jotka yleistyivät 1950-luvulla suunnilleen samanaikaisesti koko maassa (Metsätilastollinen vuosikirja 1969,

⁵ Tutkimustuloksia esiteltäessä (s. 69—70, 78—80) saavat kuntakohtaisen analyysin tulokset muutenkin suhteettoman suuren painon ottaen huomioon, että tilakohtaisessa analyysissä on havaintoja 289 ja kuntakohtaisessa vain 2.

s. 66, 72 ja 74). Metsänomistajan ikä olisi koko muuttujajoukolla suoritettua faktorianalyysia käyttäen ilmeisesti valaissut myös asennefaktorien luonnetta ja täsmentänyt niiden tulkintaa. Vastaavanlaista keskustelua voitaisiin käydä eräiden muidenkin muuttujien osalta (esim. muuttujat 29, 36, 43, 44 ja 47).

Muuttujien *eritasoisuutta* koskevan keskustelun kohdalla voidaan herättää kysymys, olisiko tässä tapauksessa ollut tutkimukselle vähemmän haitallista »eritasoisten» ja vaikka »eri asioitakin mittaavien» muuttujien joutuminen samaan analyysiin kuin samaa asiaa mittaavien muuttujien käsittely erillään, jolloin niiden yhteyksiä ei ole aina huomattu (s. 38). Alan kirjallisuudesta löytyy tosin mainintoja kokemuksista, jotka puoltavat erillisiä analyyseja »eritasoisten» muuttujien ollessa kyseessä⁹⁾ ja joiden mukaan informaation tiivistäminen muilla menetelmillä suoritettavia jatkoanalyyseja varten on faktorianalyysin hedelmällisin käyttötapa (ESKOLA 1967, s. 267; KULOKARI 1970, s. 47—48). Näissä suosituksissa lienee kuitenkin pääpaino jatkoanalyyseiden tarpeellisuuden korostamisessa. Lisäksi faktorianalyysin käytöstä voidaan esittää myös toisen-suuntaisia esimerkkejä, jotka puoltavat varsin »seka-aineksisten» muuttujajoukkojen käyttöä ja jolloin nimen omaan »seka-aineksisimmat» faktorit ovat osoittautuneet jatkotutkimusten kannalta hedelmällisimmiksi (ks. HAHTOLA 1967, s. 144—147).

Kiintoisia tässä yhteydessä ovat ALLARDTIN (1969, s. 48—51) esittämät näkökohdat, joiden mukaan *eritasoiisiin muuttujiin perustuvat yleistyksiset sisältävät yleensä enemmän informaatiota* ja ovat siten hedelmällisempiä kuin kovin samantyyppisiin muuttujiin perustuvat yleistyksiset, jotka tavallisesti jäävät triviaaleiksi. Esimerkkijulkaisun kohdalla lieneekin muuttujien »samantasoisuus» suurempi ongelma kuin niiden »eritasoisuus» varsinkin sen jälkeen, kun nyanssi-vaikutukset on saatu häviämään muuttujia karsimalla ja jakamalla ne ennen tiivistämistä kolmeen sisällöltään homogeeniseen ryhmään. Eräät tutkimuksen päätulokset — kuten metsänhoidollisen toiminnan lisääntyminen metsänomistajan tuotannollisten ja taloudellisten resurssien lisääntyessä — viittaavat ALLARDTIN mainitsemiin muuttujien liiallisesta samankaltaisuudesta aiheutuviin haittoihin. Toimenpiteiden absoluuttisen laajuuden sisältyessä metodisten ratkaisujen vuoksi yhteisenä komponenttina kaikkiin selitettävinä oleviin toimintamuuttujiin on lukijan vaikea päätellä, sisältääkö kyseinen tutkimustulos muuta-kin kuin sen tosiasian, että — koska pienillä metsälöillä ei voi olla kovin suuri-

⁹⁾ Esim. ESKOLAN (1967, s. 267) oppikirjasta löytyy seuraava kohta: »Faktorianalyysi voidaankin alunperin suunnitella apukeinoksi, jolla suuri muuttujajoukko karsitaan harvalukuisemmiksi perusolottuvuuksiksi muilla keinoin suoritettavaa jatkoanalyyseja varten. Tällöin voidaan tehdä useita analyyseja, esimerkiksi yksi riippuviksi ja toinen riippumattomiksi tarkoitetuista muuttujista. Varsin huonosti sen sijaan on toiminut se joskus nähty tapa, että tutkija yrittää selviytyä analyysiongelmistä työntämällä kaikki eritasoisetkin muuttujansa samaan faktorianalyysiin ja tyytyy näin saatuaan faktoritulokseen jatkamatta työtä sen paremmin tuloksen invariantin tutkimisen kuin mittareiden rakentamisen tai muunlaisenkaan lisäanalyysin suuntaan».

alaisia metsänhoidollisia toimenpiteitä — metsälön koon kasvaessa myös metsänhoitotoimenpiteiden ala yleensä suurenee.

Tutkimuksen tekijän alussa esittämät näkökohdat metodisten ratkaisujensa haittapuolista (s. 34) ja hänen myöhemmät havaintonsa johtopäätöksiä häiritsevien metsämaan viljavuus- ja metsänomistajan ikämuuttujan korrelaatioista (s. 52, 62) olisivat mielestäni edellyttäneet jatkotoimenpiteinä joko koko muuttujajoukolla suoritettua faktorianalyysia tai kyseisiin yhdistettyihin muuttujiin perustuvien *niin tilakohtaisten kuin kuntakohtaisten johtopäätösten varmentamista muuttujatason analyyseilla*. Esimerkiksi varianssi- ja regressioanalyysi olisivat tällöin olleet luontevia apuvälineitä (ks. esim. MÄKELÄ 1966, s. 2—3; 1968, 85—86). Näennäiskorrelaatioiden hallinnan kannalta yhdistetyn faktorianalyysin etuna erillisiin analyyseihin verrattuna olisi ollut mahdollisuus kaikkien alkuperäisten muuttujien korrelaatioiden samanaikaiseen tarkasteluun (ks. esim. ESKOLA 1962, s. 135). Keskenään korreloimattomien yhdistettyjen muuttujien muodostaminen kolmessa eri muuttujaryhmässä ja niiden osittaiskorrelaatioiden tarkastelu — kuten kyseisessä työssä on tehty — merkitsevät itse asiassa tyytymistä vain 3—6 validiteetiltään kovin epävarman muuttujan samanaikaiseen tarkasteluun. Tutkimuskuntien vertailua olisi voitu myös luontevasti täydentää suorittamalla faktorianalyysit koko muuttujajoukolla erikseen kummankin kunnan osalta ja jatkamalla sen jälkeen transformaatioanalyyseilla.

5. FAKTORIANALYYSIN TIETOTEOREETTISET LÄHTÖKOHDAT

JÄRVELÄISEN tärkeimmät metodiset ratkaisut — kuten hänen päätöksensä rajoittaa faktorianalyysin käyttö aineiston matemaattiseen tiivistämiseen, pelkästään yhdistettyjen muuttujien käyttö sekä erillisten faktorianalyysien suorittaminen yhdistetyn analyysin asemasta — joita edellä esitetyn valossa on muutoin vaikea ymmärtää, saavat lisävalaistusta hänen omaksumistaan *tietoteoreettisista käsityksistä sekä hänen kausaalianalyysin ja faktorianalyysin suhteita koskevista kannanotoistaan* (s. 38).

BLALOCKIIN (1964, s. 162—167) nojautuen tutkimuksen tekijä näyttää päätyneen käsitykseen, jonka mukaan kausaaliset tilanteet ja muuttujien kausaalisuhteet ovat hyvin kompleksisia empiirisessä todellisuudessa. Kukin alkuperäinen muuttuja voi näet olla useamman kuin yhden taustatekijän (faktorin) seuraus (tai syy). Liian yksinkertaisena mallina faktorianalyysi sen vuoksi vastaa huonosti tätä kompleksista todellisuutta varsinkin eritasoisia muuttujia käytettäessä, joten sen käyttökelpoisuus kausaalianalyyseissa on hyvin rajoitettu. Faktorianalyysilla olisi siten tutkimuksen tekijän mukaan etenkin seuraavat heikkoudet:

1) Faktorianalyysiin kuuluva rotaatio — jossa pyritään yksinkertaiseen rakenteeseen ja vähentämään muuttujien kompleksisuutta — vähentää myös faktorianalyysin soveltuvuutta kausaalisuhteiden analysointiin.

2) Faktorianalyysin käyttö edellyttää olettamuksen tietäntyyppisistä spesifistä kausaalisuhteista, nimittäin sellaisista, missä alkuperäiset havaitut muuttajat käsitetään vain taustalla olevien perustekijöiden (faktorien) indikaattoreiksi ja alkuperäisten muuttujien korrelaatiot siten täysin näennäisiksi.

Faktorianalyysien suorittaminen kolmessa eri osassa onkin siten nähtävä esimerkiksi julkaisussa keinona, jolla näitä faktorianalyysin »heikkouksia» pyritään eliminoimaan. Metsänhoidollista toimintaa, asenteita ja tilakohtaisia taustatekijöitä edustavien muuttujien korrelaatioita ei näet silloin tarvitsisi olettaa näennäisiksi. Samalla kuhunkin faktorianalyysiin mukaan tulevien muuttujien eritasoisuus ja niiden kausaalisuhteiden kompleksisuus vähenevät, jolloin tilanne olisi paremmin sopusoinnussa faktorianalyysiin liittyvän yksinkertaisen rakenteen periaatteen ja edellä mainitun »perustekijöitä» koskevan oletuksen kanssa. Nämä käsitykset faktorianalyysin ominaisuuksista selittävät myös sen, miksi tutkimuksen tekijä ei edes vakavammin harkitse faktorianalyysin suorittamista koko muuttujajoukolla ja faktorianalyysin valitsemista empiirisen analyysin perusmenetelmäksi.

Mitä tulee muuttujien kausaalisuhteiden kompleksisuuteen yleensä sekä kohtaan 1, lienee hedelmällisempää käsittää kausaliteetti sovinnaiseksi, joko symboliseksi tai verbaaliseksi ajatusrakennelmaksi, eikä reaalisiksi havaintokohteiden luonteeseen liittyväksi ominaisuudeksi (ALLARDT 1953, s. 82; vrt. BLALOCK 1964, s. 9—10; SARIOLA 1962, s. 37, 41, 50—51; SCHEFFLER 1969, s. 23—24). *Muuttujien kompleksisissa kausaalisuhteissa on siten itse asiassa kysymys tarjolla olevien kausaalisten selityskaavioiden monilukuisuudesta ja kompleksisuudesta.* Kuinka kompleksista tai yksinkertaista selityskaaviota käytetään, määräytyy paitsi tutkimusalan teoreettisen kehitysasteen myös tutkijan preferenssien mukaan. Varsin yleinen selittävien käsitejärjestelmien kriteeri on säästeliäisyyden (taloudellisuuden) periaate. Pyritään kehittämään sellainen käsitejärjestelmä, jonka avulla »kompleksinen todellisuus» olisi tiedollisesti hallittavissa mahdollisimman yksinkertaisin ja vähälukuisin käsittein. Faktorianalyysin — kuten muidenkin analyysimenetelmien — tarkoituksena on aineiston kuvausasia muuttamalla auttaa tutkijaa näiden tavoitteiden saavuttamisessa (HEMPEL 1966, s. 40—42; MARKKANEN 1963, s. 10—11; NAGEL 1961, s. 277—283; THURSTONE 1947, s. 51—59).

Vaikka tutkimuksen tekijä pohtiessaan korrelaatioista lähtevän kausaali-analyysin rajoituksia ilmeisesti tiedostaakin faktorianalyysin tekniikan vain erääksi korrelatiiviseksi metodiksi (s. 37), hän kuitenkin edellä esitetyn kohdan 2 mukaisesti esittää käsityksensä (s. 38), että faktorianalyyttinen malli korrelaatiomatriisin kuvausasuina ja kausaalisen tulkinnan apuvälineenä muodostaisi jonkinlaisen erikoistapauksen muihin korrelatiivisiin analyysimenetelmiin verrattuna, jolloin sallitaan ainoastaan tietäntyyppiset kausaalitulkinnat. Faktorianalyysin laaja käyttö lukuisin erilaisin sovellutustavoin monilla eri tutkimusaloilla on kuitenkin jo sinänsä vahva osoitus siitä, että käsitys faktorianalyysin sidonnaisuudesta tietäntyyppiseen kausaalimalliin, on erheellinen. Voidaan kui-

tenkin nähdä tekijöitä, jotka osaksi selittävät tällaisen käsityksen muodostumisen. Psykologiassa, jonka piirissä faktorianalyysi kehitettiin, ovat esim. persoonallisuuden ja lahjakkuuden »perustekijöillä» operoivat teoriat ja kyseisyytyypiset (kohta 2) selityskaaviot osoittautuneet käyttökelpoisiksi. Toisaalta on todennäköistä, että käytettävissä oleva keskeinen analyysimenetelmä, faktorianalyysi, sinänsä on lyönyt leimansa tämän tutkimusalan selityskaavioihin ja teorioihin. Lisäksi voidaan havaita, että faktorianalyysin alkeisoppikirjoissa pyritäessä selostamaan tämän menetelmän periaatteita sellaisille, jotka eivät asiasta vielä juuri mitään tiedä, joudutaan turvautumaan arkikielen syy-seurauskäsitteisiin, jolloin helposti syntyy väärinkäsityksiä faktorianalyysin tietoteoreettisesta luonteesta (esim. VAHERVUO—AHMAVAARA 1958).

THURSTONE luonnehtii pääteoksessaan faktorianalyysia yleiseksi tieteelliseksi metodiksi, joka erityisesti eksploratiivisissa tutkimustilanteissa auttaa tutkimuskentän taloudelliseen kuvaukseen ja selitykseen soveltuviin käsitejärjestelmien kehittämisessä. Lähinnä tutkimusalan erityisteorioista riippuu, minkä luonteiseksi käsitteiksi faktorit tulkitaan⁷⁾. Myös faktorianalyysin suomalainen kehittäjä AHMAVAARA (1957, s. 14—17) korostaa faktorianalyysin abstraktista luonetta ja sen riippumattomuutta tutkimuskentän spesifisistä »sisäisistä mekanismeista». Faktorianalyyttinen lähestymistapa voi kuitenkin tarjota välillistä tietoa myös näistä sisäisistä mekanismeista⁸⁾. Tässäkin kohden on faktorianalyysin etuna eräisiin muihin »välillistä» tietoa antaviin korrelatiivisiin menetelmiin — kuten osittaiskorrelaatioiden tarkasteluun — verrattuna se, että faktorianalyysissä johtopäätökset perustuvat koko korrelaatiomatriisiin tarkasteluun.

6. YHTEENVETO ESIMERKKIJULKAISUN METODISISTA RATKAISUISTA

Yhteenvetona esimerkkitutkimuksesta voidaan todeta, että siinä esiintyy useita epäjohdonmukaisia metodisia ratkaisuja ja niiden perusteluja. Tiivistetäessä 47 muuttujan alkuperäisaineisto kolmella erillisellä faktorianalyysillä 10 yhdistetyksi muuttujaksi (faktoriksi) on etenkin tutkimuksessa selitettävänä

⁷⁾ L. L. THURSTONE: Multiple factor analysis. s. 56. "Factor analysis is not restricted by assumptions regarding the nature of the factors, whether they be physiological or social, elemental or complex, correlated or uncorrelated. For example, some of the factors may turn out to be defined by endocrinological effects...biochemical or biophysical parameters...neurological or vascular relations...parameters in the dynamics of the autonomic nervous system... terms of experience and schooling. Factor analysis assumes that a variety of phenomena within a domain are related and that they are determined, at least in part, by a relatively small number of functional unities or factors. . ."

⁸⁾ Valaisevan esimerkin faktorien kausaalisen tulkinnan mahdollisuuksista "välittävien mekanismien" pohdiskelulla tarjoaa OLAVI RIIHINEN julkaisussaan "Teollistuvan yhteiskunnan alueellinen erilaistuneisuus" s. 82—88.

olevien toimintamuuttujien validiteetti alentunut haitallisesti. Toiminnan absoluuttinen laajuus on yhteisenä komponenttina kaikissa kolmessa toimintaa edustavassa yhdistetyssä muuttujassa (toiminnan suhteellinen laajuus, ammattiavun käyttö ja toimintavalmius). *Metsälön koon ja metsänhoidollisen toiminnan absoluuttisen laajuuden lähes triviaali yhteys häiritsee siten johtopäätöksiä niin toiminnan suhteelliseen laajuuteen, ammattiavun käyttöön kuin toimintavalmiuteenkin vaikuttavista tekijöistä.*

Metodisten ratkaisujen vuoksi on myös eräiden tärkeiden, alkuperäisessä muuttujajoukossa mukana olleiden taustamuuttujien — kuten metsämaan viljavuuden ja metsänomistajan iän — vaikutus tutkimustuloksiin jäänyt selvittämättä. Esitetystä empiirisestä aineistosta päätellen metsämaan viljavuus olisi kuitenkin ollut esimerkiksi metsänhoidollisen toiminnan suhteellista laajuutta mittaavia alkuperäisiä muuttujia parhaiten selittävä tekijä. Toimintavalmiudeksi tulkitun yhdistetyn muuttujan kohdalla jää taas epäselväksi, edustaako se edellä mainitun toiminnan absoluuttiseen laajuuteen liittyvän yhteisen tekijän lisäksi muuta kuin metsänomistajan ikää ja siihen liittyviä luonteeltaan teknisiä riippuvuussuhteita.

Tutkimuksessa havaitut sekä tilakohtaiset että kuntakohtaiset säännönmukaisuudet ja niihin perustuvat hypoteesit metsänhoidolliseen toimintaan vaikuttavista asenteista, tilakohtaisista taustaedellytyksistä sekä alueellisista edellytyksistä menettävät näin ollen metodisten ratkaisujen vuoksi suuren osan kiintoisuuttaan ja todistusvoimaansa. Samasta syystä jää tutkimuksen lopussa esitettyjen, etenkin metsänomistajan resursseihin ja maaseutuympäristön uuden aikaistumiseen liittyvien metsäpoliittisten näköalojen empiirinen perusta varsin epäselväksi. Nämä puutteet olisi kyseisessä tutkimustilanteessa voitu välttää esimerkiksi suorittamalla alun perin faktorianalyysi yhdellä kertaa koko alkuperäisellä muuttujajoukolla tai varmentamalla yhdistettyihin muuttujiin perustuvat johtopäätökset alkuperäisiä muuttujia analysoimalla. Tutkimuskuntien eroihin perustuvia johtopäätöksiä — joiden yleistettävyyttä rajoittaa suuresti se, että havainnot on vain kaksi — olisi voitu varmentaa esimerkiksi vertaamalla alkuperäisten muuttujien kunnittaisia korrelaatiomatriiseja transformatioanalyysia käyttämällä.

Huolimatta edellä esitetystä kritiikistä, jossa rajoitutaan lähinnä faktorianalyysin käyttöön liittyviin näkökohtiin, sisältää VELI-PEKKA JÄRVELÄISEN tutkimus mielestäni runsain mitoin väitöskirjatyöltä vaadittavat ansiot. Etenkin tutkimuksen teoreettinen osa osoittaa tekijän perehtyneen hyvin metsänomistajien käyttäytymistä selittäviin teorioihin ja alan tutkimuksiin. Hän on myös suunnitellut ja toteuttanut aineistonsa keräyksen erittäin huolellisesti ja taitavasti. Huomautukset koskevat yksin omaan aineiston analysointia, jonka yhteydessä tehdyt metodiset ratkaisut eivät mielestäni tee lainkaan oikeutta tutkimuksen muutoin erinomaisille lähtöedellytyksille. Tutkimuksen tekijän puolustukseksi on kuitenkin mainittava, että vastaväittäjät pitivät tämän työn metodisia ratkaisuja moitteettomina.

C. FAKTORIANALYYSI EMPIIRISEN AINEISTON TULKINNAN APUVÄLINEENÄ

Tämän jälkeen tarkastellaan faktorianalyysin käyttöön empiirisen aineiston tulkinnan apuvälineenä liittyviä kysymyksiä, joista PÄIVIÖ RIIHISEN (1970) metsänomistajien asenteita metsätalouden edistämiseen koskeva julkaisu tarjoaa havainnollisen esimerkin.

Käytettäessä faktorianalyysia tulkinnan apuvälineenä on eniten keskustelua käyty tämän menetelmän »subjektiivisuudesta» (esim. HARMAN 1960, s. 4—5; HORST 1965, s. 494—495; ks. HAHTOLA 1967, s. 36—39). Tätä kysymystä valaistaa aluksi kiinnittämällä huomiota empiirisen tutkimuksen tulkintavaiheen subjektiivisuuteen yleensä. Sen jälkeen tarkastellaan esimerkkijulkaisun perusteella toisaalta empiiristen havaintojen ja toisaalta tutkimuksen teoreettisen ajatusrakennelman osuutta faktorien tulkinnassa. Lopuksi esitetään eräitä näkökohtia faktorianalyysin hyväksikäytöstä ja käyttökelpoisuudesta tulkinnan apuvälineenä kyseisessä tutkimustilanteessa.

1. TULKINTA EMPIIRISESSÄ TUTKIMUKSESSA

Empiirinen tutkimus etenee teoreettisen ajatusrakennelman ja empiiristen havaintojen vuorovaikutuksena. Tulkinta on teoriaa ja havainnot yhdistävä välttämätön vaihe tässä prosessissa, kuljettakoonpa havainnoista teorian suuntaan kuten eksploraatiivisessa tutkimuksessa tai teoriasta havaintoihin päin kuten hypoteeseja testaavassa tutkimuksessa on asian laita. Tutkimuksen tulkintavaiheelle on myös olennaista, että se on aina enemmän tai vähemmän subjektiivinen, johon samalla kuitenkin kytkeytyvät myös tieteellisen työn luovat ominaisuudet (COHEN—NAGEL 1951, 391—396; LUNDBERG 1946, s. 5; MERTON 1957, s. 98; RILEY 1963, s. 4, 26—29; THURSTONE 1947, s. 145, 337).

Puuttumatta syvemmin empiirisen havainnoinnin ja mittauksen tietoteoreettisiin ongelmiin voidaan sanoa, että jo havainnointiin ja mittaukseen sisältyy aina teoreettisen ja empiirisen aineksen yhdistämistä, so. tulkintaa. Teoreettiset ajatusrakennelmat ja mittausmenetelmät määräävät, mihin havainnotkohteiden aspekteihin huomio kiinnitetään ja miten niiden ominaisuuksia edustava numeroaineisto saadaan aikaan (ACKOFF 1962, s. 178—179; LUNDBERG 1939, s. 58; 1946, s. 45; RILEY 1963, s. 349—351). Numeroaineiston ja siinä havaittujen säännönmukaisuuksien informaatioarvo on kuitenkin sellaisenaan varsin vähäinen. Vasta tulkinta saa empiiriset havainnot »puhumaan» kytke-mällä ne yleisempiin ja selitysvoimaisempiin käsitejärjestelmiin. Sellaisia päätte-lysääntöjä, joiden avulla esim. eksploraatiivisessa tutkimuksessa voitaisiin automaattisesti siirtyä havainnoista hedelmällisiin hypoteeseihin ja yleistyksiin, ei kuitenkaan ole olemassa, joten siirtyminen edellyttää aina luovaa inhimillistä ajattelua ja tulkintaa (COHEN—NAGEL 1951, s. 392, 201; HEMPEL 1952, s. 45—47; 1966, s. 14—18; RILEY 1963, s. 7, 408; ZETTERBERG 1965, s. 79—80, 102).

Tulkinnan ja siihen sisältyvän subjektiivisen aineksen välttämättömyys voidaan havaita myös tarkasteltaessa empiirisen tutkimuksen teoreettisista ajatusrakennelmista havaintoihin päin etenevää prosessia. Empiirisen tieteen luonteeseen kuuluu, että sen käyttämät teoreettiset käsitejärjestelmät (yleistyukset, lait, teoriat jne.) sisältävät muodollisen systeemin (matemaattinen malli, perusoletukset jne.) lisäksi myös sen tulkinnan. Vasta käsitejärjestelmään sisältyvän muodollisen systeemin tulkinta tekee siitä testattavan teorian (CARNAP 1950, s. 15—18; HEMPEL 1952, s. 33—35).

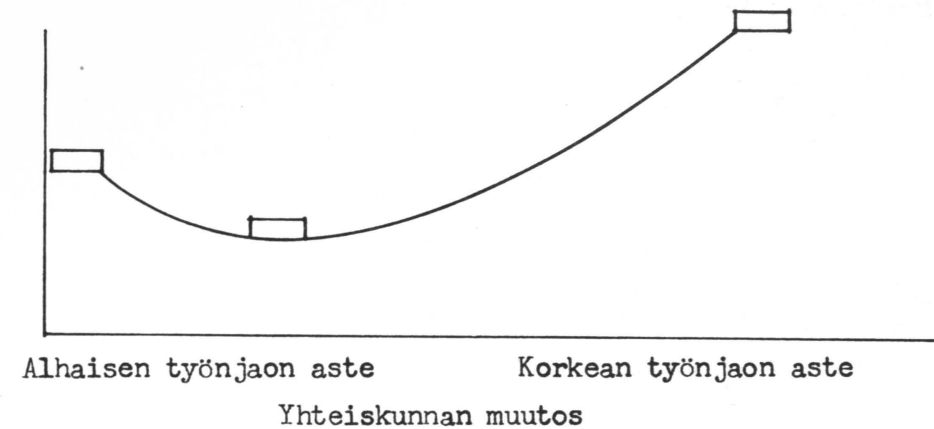
Faktorianalyysia käytetään empiirisessä tutkimuksessa sekä käsitejärjestelmiin liittyvien muodollisten systeemien laatimisessa että niiden tulkinnassa niin hypoteeseja kehiteltäessä kuin niitä testattaessakin. Faktorianalyysille on ominaista, että lähtökohdana on *empiirisen aineiston formaalinen tarkastelu* — silloinkin, kun pyrkimyksenä on lähinnä muodollisen systeemin kehittäminen — joten teorianmuodostus on korostetusti empiirisesti orientoitunut (AHMAVAARA 1957, s. 18—19; MERTON 1957, s. 201—202; ÜBERLA 1968, s. 175—183). Muodollisen systeemin tulkinta on faktorianalyysissa yhtä subjektiivinen kuin muissakin empiirisen aineiston analyysimenetelmissä (esim. HAHTOLA 1967, s. 59—60, 139—147).

2. ESIMERKKIJULKAISUN TUTKIMUSTILANNE JA -OTE PÄÄPIIRTEIN

Lähinnä faktorianalyysin tulkinnallisia näkökohtia valaisevaksi esimerkiksi valittiin PÄIVIÖ RIIHISEN (1970) tutkimus selvittelee *teollistumisen ja siihen liittyvien tekijöiden vaikutusta metsänomistajien asennoitumiseen metsätalouden edistämiseen*. Tutkimus perustuu noin 300 Etelä-Pohjanmaan metsänomistajan haastatteluun. Muuttujia on 28, joista teollistumiseen liittyviä ekologisia tekijöitä edustavat 5 muuttujaa ovat kuntakohtaisia ja loput yksilötason muuttujia. Viimeksimainituista 3 asennemittaria ja asumistasoa edustava muuttuja ovat faktorianalyysia käyttäen muodostettuja yhdistettyjä muuttujia (s. 15, 20, 23—24, 38). Tutkimus voidaan jakaa kolmeen pääosaan: teoreettisen ajatusrakennelman — viitekehysten — kehittelyyn, siitä johdettujen hypoteesien testaukseen keskiarvoja vertailemalla sekä faktorianalyyttiseen osaan.

Tutkimuksen teoreettisessa osassa (s. 7—9) käsitellään aluksi yhteiskunnan teollistumista ja sen keskeisiä liitännäisilmiöitä, työnjakoa ja erilaisten organisaatioiden muodostumista. Tekijä kiinnittää huomiota mm. näiden muutosilmiöiden kasautuvaan luonteeseen. Kuva 1 esittää, miten tutkimuksen ajatusrakennelman mukaan asenteet alkutuotantoa kohtaan kehittyvät: työnjaon ja teollistumisen mukana asenteet aluksi muuttuvat jonkin verran myönteisemmiksi, mutta myöhemmissä vaiheissa ne kehittyvät voimakkaasti kielteiseen suuntaan. Tällaiseen käyräviivaiseen kehityskulkuun johtavina tekijöinä mainitaan julkaisussa etenkin *tiedontason kasvu ja sosiaalisissa organisaatioissa tapahtuvat muutokset*. Käyrän alussa esiintyvien teollistumattoman vaiheen suhteellisen

Kielteisten asenteiden
lukumäärä alkutuotantoa
kohtaan



Kuva 1. Kielteisten asenteiden lukumäärä ja yhteiskunnan muutos
(PÄIVIÖ RIIHISEN 1970 mukaan)

kielteisten asenteiden oletetaan aiheutuvan yhdessäolo-organisaatioiden — kuten perinteellisen kyläyhteisön — mekaanisesta solidaarisuudesta ja voimakkaasta yhdenmukaistavasta paineesta (s. 7—11). Tiedontason nousu lisää aluksi myönteistä asennoitumista alkutuotantoon. Alkutuotantoa kohtaan myönteisin vaihe käyrän keskellä edustaa alkutuotannon asiaorganisaatioiden kautta ja kielteisten asenteiden lisääntyminen sen jälkeen kuvastaa teollisuuden ja palveluelinkeinojen organisaatioiden kehittymistä⁹⁾.

Tästä ajatusrakennelmasta lähtien tutkimuksen tekijä johtaa hypoteeseja esim. metsällisen tiedontason, teollistumisasteen, tulotason jne. vaikutuksesta metsänomistajien asenteisiin. Hypoteesien testaus perustuu pääasiassa luokkakeskiauvojen vertailuun jakamalla aineisto 2—3 luokkaan kyseisten muuttujien mukaan (s. 15—18, 33—34).

Tutkimuksen faktorianalyttisessä osassa, joka suoritetaan erikseen sekä koko aineistolla että kahdella satunnaisesti valittujen kuntaryhmien muodostamalla osa-aineistolla, testataan lähinnä lähtökohdana olevaa viitekehystä kokonaisuudessaan eikä niinkään siitä johdettuja empiirisiä hypoteeseja. Tarkoituksena on etenkin selvittää, esiintyykö tutkimusalueella mekaanista solidaarisuutta vastaavia olosuhteita ja siirtymistä mekaanisesta orgaaniseen solidaarisuuteen. Lisäksi pyritään faktorianalyysilla valaisemaan, ovatko metsälliseen tietämykseen vaikuttavien ympäristötekijöiden muutokset luonteeltaan kasautuvia ja mitkä tekijät ottavat osaa tähän kasautuvaan kehitykseen (s. 12, 15—20,

⁹⁾ Olen METSÄN ja PUUN numerossa 3/1971 käsitellyt yksityiskohtaisemmin tutkimuksessa esitettyä teoreettista ajatusrakennelmaa (HAHTOLA 1971, s. 17; vrt. PÄIVIÖ RIIHINEN 1971, s. 29).

29, 33—35). Tutkimuksen faktorianalyttisessä osassa kiinnitetään näin ollen päähuomio eräiden viitekehyksen teoreettisten käsitteiden — kuten *kasautuvan kasvun sekä mekaanisen ja orgaanisen solidaarisuuden* — ja empiirisen aineiston vastaavuuteen sekä näiden käsitteiden soveltavuuteen aineiston tulkinnessa.

3. EMPIIRISTEN HAVAINTOJEN HUOMIOON OTTAMINEN FAKTORIRATKAISUN TULKINNASSA

31. Maa- ja metsätalouden »kasautuva kasvu»

Maa- ja metsätalouden piirissä tapahtuvan taloudellisen kasvun kasautuvaa luonnetta ja siihen osaa ottavia tekijöitä tutkimuksen tekijä pohtii ensiksi yhdistetyn aineiston faktorin 1 kohdalla (s. 21—22; ks. myös s. 19—20, 29, 33). Kyseisen vektorin F 1 suurimmat lataukset varimax-ratkaisussa ovat seuraavat:

4 Heinän viljelyala ¹⁰⁾	.880
8 Lypsylehmien lukumäärä	.866
5 Rehuviljan viljelyala	.851
15 Omaisuuden verotusarvo	.774
11 Lämmitettävien huoneiden lukumäärä	.759
10 Traktorien lukumäärä	.664
21 Metsäala	.627
6 Leipäviljan viljelyala	.595
22 Maatilan kokonaisala	.572
14 Tuloveron määrä	.492
7 Erikoiskasvien viljelyala	.424
16 Metsäpalstojen lukumäärä	.352
9 Hevosten lukumäärä	.272
12 Asumistaso (—) ¹¹⁾	— .211
18 Metsällisen tiedon taso	.198

Tekijä toteaa aluksi tämän faktorin suuren ominaisarvon perusteella (taul. IV, s. 42), että aineistossa esiintyy huomattavaa kasautumista. Sen jälkeen hän päättää maa- ja metsätaloudelliseen vaurauteen viittavien latausten esiintymisestä, että maatilatalouden *kasautuvalle kasvulle* näyttää olevan luonteenomaista *maa- ja metsätalouden vuorovaikutus* (ks. myös PÄIVIÖ RIIHINEN 1963, s. 44).

Tämän faktorin lukuisat suuret lataukset ja korkea ominaisarvo aiheutunevat kuitenkin yksinkertaisesti *maatilan kokoa* mittaavien muuttujien lukuisuu-

¹⁰⁾ Käännökset kirjoittajan.

¹¹⁾ Muuttuja edustaa alhaista asumistasoa ja on siten käänteisenä (ks. s. 38).

desta käytetyssä muuttujajoukossa. Tutkimuksen tekijä mainitsee itsekin (s. 19), että tämäläinen kasautuminen riippuu faktorianalyysin muuttujajoukosta. Maatilan koon maataloudellisten, metsätaloudellisten ja esim. kotitaloudellisten indikaattorien keskittyminen samalle faktorille ei näin ollen vielä antane aiheutta maatilatalouden kasautuvan kasvun tapaisen prosessin olettamiseen ja tällaisen käsitteen käyttöön ottamiseen, vaikka maatilan eri tuotannonalat samoin kuin kulutustalous ovatkin läheisessä yhteydessä toisiinsa. Taloudellisten ja sosiaalisten tekijäin vuorovaikutusta tarkoittava kasautuvan kasvun käsite on tosin osoittautunut hedelmälliseksi mm. teollistumista ja alueellista erilaistumista koskevilla teorioilla, kuten myös esimerkkijulkaisusta ilmenee (s. 19).

Vastaavasti voitaneen suurten pelto- ja metsäpinta-alojen esiintyminen toisessa osa-aineistossa yleensä samoilla tiloilla ja toisessa eri tiloilla (s. 25, 27) selittää luontevammin syrjäseutujen ja rintamaiden *luonnonolojen* kuin maa- ja metsätalouden tai yleensä talouselämän kasautumisilmiöiden perusteella.

Tulkittuaan kyseisen yhdistetyn aineiston faktorin F 1 maatilatalouden kasautuvaksi kasvuksi ja oletettuaan viitekehyksensä ja luokkakeskisarvojen vertailun perusteella (s. 18), että metsänomistajan tiedontaso ottaa osaa tähän kasautuvaan kehitykseen, tutkimuksen tekijä kiinnittää huomiota metsällisen tiedontason suhteellisen alhaiseen lataukseen tältä faktorilta. Hän katsoo kuitenkin sen aiheutuvan vain faktorianalyysin *likimääräisyydestä* ja pitää parhaana pitäytyä keskiarvojen vertailuissa saamiinsa tuloksiin. Kun tutkimuksen tekijä tässä kohden (s. 22) viittaa nollalatausten lisääntymiseen yksinkertaiseen rakenteeseen pyrkivissä rotaatiomenetelmissä, lukija saa helposti sen käsityksen, että faktorianalyysi jollakin tavoin »hukka» pienet lataukset ja on siinä mielessä likimääräinen menetelmä. Itse asiassa rotaatiossa ainoastaan siirretään latausten edustamaa yhteistä varianssia faktoriakselilta toiselle ja pyritään keskittämään kunkin muuttujan lataukset mahdollisimman harvalukuisille faktoreille, mitään kuitenkaan hukkaamatta. Muuttujien kommunaliteetit eivät muutu rotaatiossa.

Tarkasteltaessa lähemmin rotatoitua faktorimatriisia (taul. IV, s. 42) havaitaan mm., että huomattava osa metsällisen tiedontason (18) samoin kuin tulotason (14) ja omaisuuden (15) varianssista selittyy faktorin F 4 avulla ja että metsäalan (21) toiseksi suurin lataus asetuu tälle samalle ulottuvuudelle. Faktoriratkaisu auttaa siten tässä havaitsemaan, että metsälliseen tietämykseen vaikuttaa tulotason ja omaisuuden lisäksi myös se, millaisesta tulosta ja omaisuudesta on kysymys. Etenkin metsätulot ja -omaisuus näyttävät olevan merkityksellisiä tässä suhteessa. Tätä näkökohtaa valaistaan kyllä tutkimuksen monessa muussa kohdassa (s. 9, 18, 25, 29). Kyseistä tutkimuksen kohtaa lieneekin pidettävä pikemmin eräänä osoitukseksi rotaation onnistuneisuudesta ja menetelmän käyttökelpoisuudesta tulokinnan apuvälineenä kuin sen »likimääräisyydestä».

32. Maatilatalouden »kasautuva kasvu» ja teollistuminen

Yhdistetyn aineiston 2. faktorin kohdalla (s. 22) käsitellään maa- ja metsätalouden kasautuvan kasvun yhteyttä ekologisiin tekijöihin. Sekä yhdistetyssä

aineistossa että kummassakin osa-aineistossa ovat tutkimuksessa mukana olevat kuntakohtaiset ekologiset muuttajat keskittyneet varsin selvästi omaksi faktorikseen (taul. IV ja X, s. 42, 44, ja 46). Yhdistetyssä aineistossa kyseisen faktorin F 2 suurimmat lataukset ovat seuraavat:

24 Asukastiheys	.837
27 Vähintään 5 vuotta keskikoulua käyneiden osuus	.818
26 Maa- ja metsätalousväestön osuus	— .756
25 Ruokakunnan keskikoko	.259

Tämä ulottuvuus tulkitaan julkaisussa ekologiseksi faktoriksi määrittelemättä tarkemmin, millaisista ekologisista tekijöistä on kysymys. Muuttujien 24, 27 ja 26 perusteella, jotka tässä sekä kummassakin osa-aineistossa mittaavat jokseenkin puhtaasti samaa faktoria, voitaneen päätellä, että kyseessä on *teollistuneisuus*, jolla on varsin tärkeä merkitys tutkimuksen teoreettisessa rakennelmassa.

Tutkimuksen tekijä näyttää tässä odottaneen teoreettiseen viitekehukseensä paremmin soveltuvaa faktoriratkaisua, joka olisi osoittanut 1. faktorin edustaman »maa- ja metsätalouden kasautuvan kasvun» olevan yhteydessä teollistumiseen liittyviin kasautumisilmiöihin. Kyseisten muuttujien eriytyminen omiksi erillisiksi faktoreikseen F 1 ja F 2 ei sen sijaan viittaa tällaiseen yhteyteen. Tutkimuksen tekijä pitää näiden faktorien keskinäistä riippumattomuutta kuitenkin yksinomaan faktorianalyysin *laskentatekniikasta* aiheutuvana ja siten näennäisenä. Tämän osoittamiseksi hän suorittaa graafisen vinorotaation kyseisten kahden faktoriakselin osalta siirtämällä ne suorakulmaisesta vinoon asentoon, jolloin faktorit korreloivat keskenään (s. 22, 25, 27; s. 39 liitteessä VI esitetty piirros havainnollistaa tätä rotaatiota).

Vastaavasta varimax-ratkaisusta (taul. IV, s. 42) voidaan kuitenkin havaita, että faktoreilla F 1 ja F 2 ei todellakaan ole mainittavia latauksia samoille muuttujille. Sivulla 39 esitettyssä piirroksessa tämä ilmenee siten, että muuttujia edustavat numeroidut pisteet sijaitsevat hyvin lähellä suorakulmaisia faktoriakseleita. Suorakulmaisten faktorien välialueella, jonne uusi faktoriakseli on sijoitettu, pisteet sen sijaan puuttuvat lähes tyystin. Piirros havainnollistaa siten vain sen tosiasian, että kyseiset muuttujaryhmät ovat keskenään jokseenkin korreloimattomia ja että piirroksessa esitetyle *vinolle akselistolle ei näin ollen löydy empiiristä pohjaa*. Tilanne on sama myös kummankin osa-aineiston kohdalla (taul. VII, s. 44; taul. X, s. 46).

Tutkimuksen tekijän suorittamat vinorotaatiot ja niihin liittyvät keskustelut (s. 22, 25, 26, 27, 28, 39) tarjoavat lisävalaistusta myös faktorianalyysin »likimääräisyydestä». Tekijä näyttää näet tarkoittavan faktorianalyysin likimääräisyydellä myös sitä, että faktorien tulkinnallinen sisältö ei herkästi muutu, vaikka faktoriakseleita siirretäänkin. Tällöin likimääräisyys kuitenkin olisi tulkinna — so. tutkimuksen tekijän — likimääräisyyttä eikä laskentatekniikan ominai-

suus sinänsä, sillä muuttujien lataukset muuttuvat luonnollisesti koko ajan faktoriakseleita siirrettäessä, tehtiinpä siirto millä rotaatiomenetelmällä tahansa. Tulkinna kannalta on olennaista, että luopuminen yksinkertaisesta rakenteesta ja faktoriakselien irrottaminen muuttujakonfiguraatiosta aiheuttavat *kompleksisten muuttujien lisääntymisen ja tulkintaa helpottavien puhtaiden mittarien vähenemisen* (THURSTONE 1947, s. 333—334, 337—340).

Vaikka faktorianalyysin eri koulukunnat saattavat olla eri mieltä rotaation tarpeellisuudesta ja eri rotaatiomenetelmien käyttökelpoisuudesta, vallitsee kuitenkin yksimielisyys siitä, että empiirisen aineiston tulee ohjata faktoriakselien sijoittamista. Siihen perustuvat myös ns. yksinkertaiseen rakenteeseen pyrkivät rotaatiomenetelmät (HARMAN 1960, s. 98; THURSTONE 1947, s. 176, 181, 327—329; ÜBERLA 1968, s. 183). Pyrittäessä esimerkkijulkaisussa esitettyjen »vinorotaatioiden» tapaan empiirisistä havainnoista riippumatta osoittamaan kahden muuttujajoukon yhteyksiä *siirrytään empiirisestä tutkimuksesta spekulatiiviselle alueelle* (HORST 1965, s. 4), jolloin luovutaan tutkimusaineiston ja teoreettisten rakennelmien vuorovaikutuksesta ja empiiristen havaintojen ohjaamasta teorianmuodostuksesta (COHEN-NAGEL 1951, s. 391—395)¹².

33. Mekaanisen ja orgaanisen solidaarisuuden esiintyminen

Keskustelu mekaanisesta ja orgaanisesta solidaarisuudesta liittyy tutkimuksen empiirisessä osassa lähinnä yhdistetyn aineiston faktoriin F 3, osa-aineiston 1 faktoriin F 4^I sekä osa-aineiston 2 faktoriin F 5^{II} (s. 22, 26, ja 28). Näistä kaksi ensinmainittua F 3 ja F 4^I ovat sisällöltään hyvin lähellä toisiaan — joskin latauksiltaan vastakkaismerkkisiä — ja niiden kohdalla on metsänomistajan ikä tärkein indikaattori, mihin tulkinna perustuvat. Näiden faktorien suurimmat lataukset ovat seuraavat:

	F 3	F 4 ^I
1 Omistajan ikä	.751	— .737
13 Hallinta-aika	.711	— .720
2 Alle 15 vuotisten kotona asuvien lasten lukumäärä	— .446	.395
18 Metsällisen tiedon taso	— .284	.314
3 Koulutus	(— .175)	.304
26 Itseriittoisuus, jolle on ominaista luottamus omiin kykyihin ja vähäinen usko metsänhoitoyhdistysten hyödyllisyyteen		— .295

¹²) K. ÜBERLA. Faktorenanalyse. s. 183. »Eine Einfachstruktur ist nichts Mystisches, wie oft behauptet wirdt. Sie liegt in einem Datenkörper vor oder nicht. Die Korrelationsmatrix definiert eindeutig die Konfiguration der Variablenvektoren innerhalb des gemeinsamen Faktorenraumes.»

Tutkimuksen tekijä etenee näitä faktoreita tulkitessaan hieman eri tavoin ja päätyy vähän erilaisiin tulkintoihin kummankin kohdalla huolimatta latausten yhdenmukaisuudesta. Yhteistä on kuitenkin, että näiden faktorien katsotaan edustavan *metsänomistajan ikää* ja siihen liittyvää säännönmukaisuutta, jonka mukaan nuoret metsänomistajat tietävät enemmän metsätaloudesta kuin vanhat.

Faktorin F 4^I kohdalla (s. 26) tekijä lisäksi toteaa asennemittarien latausten perusteella, että nuoret metsänomistajat asennoituvat myönteisemmin kuin vanhat metsänhoitoyhdistyksiin ja ammattiavun käyttöön. Näiden havaintojen perusteella tutkimuksen tekijä päätelee, että kyseinen faktori edustaa myös yhdenmukaistavan paineen heikkenemistä ja siirtymistä mekaanisesta orgaaniseen solidaarisuuteen, toisin sanoen yhdessäolo-organisaatiosta asiaorganisaatioon. *Asennoituminen eräiseen asiaorganisaatioon — metsänhoitoyhdistykseen — näyttää siten iän ohella olevan ainoa mekaanisen ja orgaanisen solidaarisuuden empiirinen indikaattori*, johon tässä tutkimuksessa nojaututaan. Kun näitä käsitteitä käytetään vuorostaan selittämään metsänomistajien asennoitumista metsänhoitoyhdistykseen ja yleensä metsätalouden edistämiseen (s. 29, 30, 34, 35), ollaan hyvin lähellä kehäpäätelmää, mikä vähentää olennaisesti johtopäätösten todistusvoimaa (ks. esim. COHEN—NAGEL 1951, s. 379).

Lukijan huomio kiintyy tässä kohden (s. 22, 26) myös siihen, että tutkimuksen tekijä kytkee faktorien F 3 ja F 4^I tulkinnot *nuoren väen muuttoliikkeeseen* teollistumattomilta teollistuneemmille alueille mainitsematta kuitenkaan *mihin empiirisiin indikaattoreihin tämä tulkinta perustuu*. Huolimatta latausten samankaltaisuudesta hän katsoo lisäksi, että faktori F 3 (s. 22) edustaa olosuhteita, joissa muuttoliikettä esiintyy enemmän ja F 4^I (s. 26) olosuhteita, joissa sitä esiintyy vähemmän. Teollistumista edustavien muuttujien sisältyessä analyysiin tulisi ikää koskevan valikoivan muuttoliikkeen samoin kuin aineistojen rakenne-erojen näkyä faktorimatriiseissa. Tässä näyttää kuitenkin olleen ajatuksena, että aineistojen edustaessa erilaisia olosuhteita voidaan latauksiltaan samankaltaisetkin faktorit tulkita eri tavoin.

Osa-aineiston 2 faktorin F 5^{II} kohdalla — jossa tulkinta niin ikään liittyy nuoren väen muuttoliikkeeseen ja sitä kautta mekaanisen ja orgaanisen solidaarisuuden esiintymiseen (s. 28, 30, 35) — on tilanne toinen: faktorilataukset tosin viittaavat ekologiseen varianssiin, mutta metsänomistajan ikä (muuttuja 1) ei saakaan latausta tältä faktorilta (taul. X, s. 46). Voidakseen osoittaa faktorin F 5^{II} yhteyden metsänomistajan ikään tekijä joutuu jälleen turvautumaan »vinorotaatioon», jonka empiirinen perusta puuttuu (Ks. HAHTOLA 1971, s. 19).

Muuttoliikettä koskevan keskustelun yhteydessä jää lukijalle myös epäselväksi, mihin suuntaan metsänomistajien iän oletetaan muuttuvan eri alueilla. Faktorien F 3 ja F 5^{II} yhteydessä oletetaan teollistuneiden alueiden metsänomistajien olevan nuorempia kuin muualla valikoivan muuttoliikkeen seurauksena (s. 22, 28). Johtopäätösten yhteydessä asia sitä vastoin esitetään toisin (s. 29, 33). Esitetyistä korrelaatio- ja faktorimatriiseista (esim. taul. II, muuttu-

jat 1 ja 26, s. 41) päätellen metsänomistajien keski-ikä on hieman korkeampi teollistuneilla kuin vähemmän teollistuneilla alueilla. Esityksestä ei myöskään ilmene, mihin perustuu tutkimuksen johtopäätös, että valikoiva muuttoliike koskee nimenomaan miespuolista väestöä (s. 30, 35; vrt. VALKONEN—KUKKONEN 1966, s. 28—29, 38).

34. Teoreettiset ajatusrakennelmat ja faktorianalyysi

Edellä esitetyt huomautukset empiiristen havaintojen syrjäyttämistä esimerkkijulkaisussa pyrkivät valaisemaan sitä näkökohtaa, että *faktorianalyysin käyttö empiirisen aineiston tulkinnan apuvälineenä ei vapauta tutkijaa havaittujen empiiristen indikaattorien — kuten latausten — huomioon ottamisesta* (ks. BRAITHWAITE 1955, s. 1, 7—8; RILEY 1965, s. 6—7; THURSTONE 1947, s. 176). Faktorianalyysi ei siinä suhteessa poikkea muista analyysimenetelmistä eikä faktorianalyysin »subjektiivisuus» lienekään muuta kuin empiirisen tutkimuksen ja siihen välttämättä sisältyvän tulkintavaiheen subjektiivisuutta. Faktorianalyysin subjektiivisuudesta puhuttaessa helposti sekoitetaan analyysimenetelmän ja tutkimuksen tekijän subjektiivisuus (THURSTONE 1947, s. 145—146, 337).

Esimerkkijulkaisun teoreettinen viitekehys ja sen hyväksikäyttö faktorien tulkinnaissa valaisevat kuitenkin myös asian toista puolta. »Tulkitseva» faktorianalyysi ei voi pitäytyä pelkästään latauksiin ja empiirisen aineiston matemaattiseen muokkaamiseen. *Tulkinta edellyttää latausten ohella myös teoreettisia ajatusrakennelmia* niin hypoteeseja testaavassa kuin niitä kehrittelevässäkin tutkimuksessa. Merkittäviä tuloksia ei voida saada aikaan pelkästään pyörittämällä faktoriakselistoa sääntöjen mukaisesti. Muuttujien välisiin yhteyksiin mekaanisesti — ilman teoreettista pohdiskelua — nojautuva faktorien tulkinta jää yleensä hedelmättömäksi (HENRYSSON 1957, 76, 86—88, 140; THURSTONE 1947, s. 145; OLAVI RIIHINEN 1965, s. 82—88).

Esimerkkitutkimuksen eräs ansiokas piirre onkin, että siinä on eksplisiittisesti esitetty viitekehys (vrt. s. 3), joka ohjaa empiirisen aineiston keräystä ja tulkintaa (esim. COHEN—NAGEL 1951, s. 391—395; HEMPEL 1952, s. 20; RILEY 1963, s. 5—9, 642; ZETTERBERG 1965, s. 161—164). Faktorianalyytisessä osassa esiintyvä empiiristen havaintojen sivuuttaminen vaikeuttaa kuitenkin tässä tapauksessa myös tutkimuksen viitekehysten luonteen ja käyttökelpoisuuden arviointia. Niinpä jää epäselväksi, mitkä viitekehysten sisältyvät oletukset ovat tarkoitettut empiirisesti todennettaviksi ja mitkä taas olisi käsiteltävä lähinnä teoreettisiksi, tutkimuskentän jäsentely- ja kuvailuperiaatteiksi (ALLARDT 1953, s. 77—83; COHEN—NAGEL 1951, s. 217—221, 393). Niin ikään on vaikea päätellä, milloin viitekehyksessä ja tutkimuksen empiirisessä osassa usein esiintyvällä kasautumis-käsitteellä (esim. s. 7—11, 19—22) tarkoitetaan faktorimatriisin muodollisia ominaisuuksia, milloin taas tutkimuskentän joidenkin ilmiöiden kumulatiivista vuorovaikutusta ja milloin ehkä näitä molempia.

4. Faktorianalyysin hyväksikäyttö ja käyttökelpoisuus kyseisessä tutkimustilanteessa

Faktorianalyysin käytön kannalta on mielenkiintoisinta, että esimerkkijulkaisussa johtopäätökset perustuvat melkein yksinomaan 2—3 luokkaisten luokkakeskiarvojen vertailuihin. Muuttujien korrelaatiomatriiseihin ei juuri nojaututa ja niihin perustuvia faktorimatriiseja tarkasteltaessa pikemminkin vain toistetaan viitekehysten oletuksia kuin pyritään niitä todentamaan. Lisäksi tutkimuksen tekijä esittää selvin sanoin antavansa johtopäätöksiä tehdessään suuremman painon näille keskiarvojen vertailuille kuin korrelaatio- tai faktorianalyysin tuloksille (12, 18, 22)¹³). Kun esimerkkijulkaisussa keskiarvoja verrattaessa tarkastellaan vain kahta muuttujaa kerrallaan ja lisäksi tyypistetään jatkuvat muuttujat 2—3 luokkaiseksi, on vaikea uskoa, että näin yksinkertainen ristiintaulukointi todellakin tarjoaisi kyseisessä tutkimustilanteessa käyttökelpoisemman ja luotettavamman kuvausosan empiirisen aineiston tulkinnalle kuin koko korrelaatiomatriisiin perustuva faktorianalyysi. Faktorianalyysin käyttökelpoisuuden valaisemiseksi esitetään julkaisun tärkeimmistä keskiarvovertailuista seuraavassa pari esimerkkiä.

Sivulla 16 todetaan kahden luokkakeskiarvon vertailuun perustuen, että viitekehyksessä esitettyjen hypoteesien mukaisesti *metsänomistajien asennoituminen metsätalouden suunnitteluun ja metsänviljelyyn* muuttuu kielteisemmäksi teollistumisasteen noustessa¹⁴). Tätä johtopäätöstä tukee hieman juuri merkitsevyysrajalla (5 %:n riskillä r :n itseisarvo 0.11) oleva kokonaiskorrelaatio (taul. II, muuttujat 19 ja 26, s. 41). Kummallakin muuttujalla on kuitenkin sekä kuntakohtaisten että yksilötason muuttujien kanssa useita muita itseisarvoltaan yhtä suuria tai suurempia korrelaatioita, joiden vaikutus jää kontrollomatta kahta keskiarvoa verrattaessa.

Rotatoidusta faktorimatriisista (taul. IV, s. 42) voidaan havaita ensinnäkin, että vastoin keskiarvovertailun tulosta *kyseinen asennemittari (19) ei näytä olevan yhteydessä teollistumisfaktoriin F 2*. Tämä ei aiheudu faktorianalyysin kyvyttömyydestä kontekstuaalivaikutusten esille saamiseen vaan siitä, että empiirisissä havainnoissa ei yhteyttä esiinny (vrt. PÄIVIÖ RIIHINEN 1971, s. 29—30). Muuttujan 19 faktorirakenteesta on sen sijaan luettavissa, että asennoituminen metsätalouden suunnitteluun ja metsänviljelyyn muuttuu kielteisemmäksi metsänomistajien keski-ikäen noustessa (F 3), yleisen tiedontason (F 4) alentuessa sekä kyseisiin faktoreihin liittyvän metsällisen tietämyksen (18) vähetessä.

¹³) "... we must also bear in mind that statistical tests cannot be replaced by the results of factor analysis with an approximative nature and given descriptive ideals (simple structure, parsimony, etc.) ..." (s. 22) (ks. myös PÄIVIÖ RIIHINEN 1971, s. 30).

¹⁴) Tämä vertailu on valittu esimerkiksi, koska kyseisessä keskiarvojen vertailussa asennemittarin suunta on ilmeisesti tulkittu oikein ja koska tämä asennemuuttuja on johtopäätösten kannalta tärkein yhdistetyn aineiston faktorianalyysissä mukana olleista kahdesta asennemittarista (ks. HAHTOLA 1971, s. 18—19).

Maa- ja metsätalousväestön osuuden (26) lataus faktorilta F 3 ja metsänomistajan iän (1) lataus faktorilta F 2 antavat viitteitä siitä, mistä alussa mainitun keskiarvovertailun tulos saattaa aiheutua. Teollistuneimpien kuntien metsänomistajat näyttävät olevan keskimäärin vanhempia ja tietävän vähemmän metsätaloudesta kuin muut (vrt. edellä s. 20). Mikäli tämän nojalla halutaan edelleen säilyttää olettaimus, että teollistuminen lisää metsänomistajien kielteisiä asenteita metsätalouteen, olisi samalla oletettava, että se myös alentaa metsänomistajien metsätaloudellista tietämystä (vrt. s. 11; ks. myös PÄIVIÖ RIIHINEN 1971, s. 30).

Toisena esimerkkinä tarkastellaan *teollistumisen vaikutusta metsänomistajien metsätaloudellisen tiedon tasoon* koskevia keskiarvovertailuja ja niihin perustuvia johtopäätöksiä (s. 17—18). Metsällisen tiedon tasolla on keskeinen asema julkaisun teoreettisessa ajatusrakennelmassa ja se on myös metsäpoliittisesti kiintoisa instrumenttimuuttuja (s. 9—11). Tutkimuksessa todetaan aluksi (s. 17) kahta keskiarvoa vertaamalla, että teollistuneimpien kuntien metsänomistajat tietävät enemmän metsätaloudesta kuin vähemmän teollistuneiden kuntien metsänomistajat. Kolmea luokkakeskiarvoa vertaamalla päädytään sen jälkeen käsitykseen, että teollistuminen lisää metsänomistajien metsätaloudellista tietämystä mutta riippuvuus on U-muotoisesti käyräviivainen.

Käyttämällä hyväksi rotatointia faktorimatriisia (taul. IV, s. 42) voidaan kuitenkin havaita, että metsällinen tietämys (18) ei saa mainittavaa latausta teollistumisfaktorilta F 2, joten teollistumista ei ole syytä pitää yllä mainittuja keskiarvoeroja aiheuttavana primääritekijänä. Sen sijaan kyseinen muuttuja näyttää olevan yhteydessä kaikkiin muihin faktoreihin. Metsänomistajien metsätaloudellinen tietämys näyttäisi siten lisääntyvän *maatilan koon* (F 1) kasvaessa, *metsänomistajan iän* (F 3) aletessa, *yleisen tiedontason* (F 4) noustessa sekä *haja-asutuksen* (F 5) lisääntyessä.

Tutkimuksen tekijän havaitsemat erot metsänomistajien metsätaloudellisessa tietämyksessä teollistumisasteeltaan erilaisissa kuntaryhmissä aiheutuvat näin ollen kuntaryhmien muista eroista, joita ei ole voitu kontrolloida pelkästään 2—3 luokkakeskiarvoa verrattaessa. Yhdistetyllä aineistolla ja kahdella osa-aineistolla suoritettut faktorianalyysit olisivat tarjonneet varsin käyttökelpoisen kuvausosan näiden keskiarvovertailuja häiritsevien tekijöiden paljastamiseen ja johtopäätösten varmentamiseen. Maa- ja metsätalousväestön osuutta sekä metsänomistajien metsätaloudellisen tiedon tasoa edustavien muuttujien faktorirakenteesta voidaanakin päätellä, että RIIHISEN havaitsema teollistumisasteen ja metsällisen tietämyksen käyräviivainen riippuvuusuhde aiheutuu useista teollistumiseen vain välillisesti liittyvistä osatekijöistä. Metsänomistajan iän (F 3, taul. IV, s. 42) ohella sellaisia näyttävät olevan kylä- ja haja-asutuksen (F 5, taul. IV, s. 42) sekä teollistumisesta riippumattomien maataloudellisten asutuskeskittymien (F 2¹¹, taul. X, s. 46) esiintyminen tutkimusalueella (vrt. s. 27, 29).

Tutkimuksen tekijä näyttää perustelevan faktorianalyysin vähäistä hyväksikäyttöä sillä, että keskiarvoja verrattaessa on mahdollisuus nojautua enemmän kuin faktorianalyysissä *tilastolliseen testaukseen* (s. 12, 22; ks. esim. HAHTOLA 1967, s. 38—39, 140). On kuitenkin otettava huomioon, että esimerkkijulkaisussa — kuten yleensäkin — ei päätarkoituksena ole tilastollisesti merkitsevien keskiarvoerojen tai korrelaatioiden osoittaminen vaan empiirisen aineiston

tulkinta ja siihen perustuvien, *tutkimustehtävän edellyttämien johtopäätösten tekeminen*. Testaus on eräs tärkeä apuväline johtopäätösten varmentamisessa, joka osoittaa tilastollisen todennäköisyyden, mutta se ei yksinään voi todentaa kausaalihypoteeseja eikä yleensääkään selitysmalleja (ALLARDT 1969, s. 42—44; ESKOLA 1962, s. 99; ÜBERLA 1968, s. 2). Tärkeämpää kuin parin merkitsevän keskiarvoeron osoittaminen olisi esimerkkijulkaisun tutkimushypoteesien todentamisen kannalta ollut todeta, käyttäytyvätkö muutkin tutkimuksessa mukana olevat muuttujat oletetulla tavalla ja varmistua, etteivät havaitut merkitsevät erot mainituissa luokakeskiarvoissa aiheudu kokonaan muista kuin hypoteesien edellyttämistä tekijöistä (esim. RILEY 1963, s. 408; vrt. PÄIVIÖ RIIHINEN 1971, s. 30).

Tutkimuksen metodisia ratkaisuja ja niiden perusteluja esiteltäessä viitataan myös faktorianalyysin joihinkin matemaattisiin heikkouksiin (s. 12). Esimerkkinä esitetään, että analyysin käsittäessä sekä ekologisia että yksilötason muuttujia on ekologisten tekijäin *kontekstuaalivaikutuksia yksilömuuttujiin vaikea erottaa*. Tämä on erittäin tärkeä näkökohta, sillä metsänomistajien asennoitumista selitettäessä tutkimuksessa kiinnitetään päähuomio juuri teollistumisen ja siihen liittyvien ympäristötekijäin kontekstuaalivaikutuksiin. Tehtäessä päätelmiä teollistumisen vaikutuksesta metsänomistajien asennoitumiseen, tiedontasoon jne. on vaikeutena siten johtopäätöksiä häiritsevien muiden yksilö- ja yhteisötason muuttujien eliminoiminen (VALKONEN 1970, s. 18—25).

Vaikka tutkimuksen tekijä onkin tiedostanut kontekstuaalianalyysin vaikeuksia ja faktorianalyysin heikkouksia niiden voittamisessa, hän ei kuitenkaan käytä muitakaan keinoja tilanteen parantamiseksi. Eräs askel siihen suuntaan olisi ollut yhdenkin häiritsevän yksilö- tai yhteisötason muuttujan kontrolloiminen ristiintaulukointia käyttäen. Koska häiritseviä tekijöitä on tässäkin tapauksessa useita, olisi korrelaatioiden tarkastelu ja korrelatiivisten analyysimenetelmien käyttö kuitenkin tarjonnut tehokkaamman keinon (VALKONEN 1969, s. 63—64). VALKONEN (1969, s. 62; 1970, s. 24—25) pitää eri yhteisötekijäin vaikutuksen erottamista jokseenkin mahdottomana silloin, kun tutkittavia yhteisöjä — esimerkiksi ”tyypillisiä” kuntia — on vähän. Luokakeskiarvojen vertailu ei liene ainakaan sen parempi menetelmä yhteisötason muuttujien kontrolloinnin kannalta.

Kontekstuaalianalyysin kannalta on faktorianalyysille ominaista — kuten muillekin korrelatiivisille menetelmille — että faktorit niin kuin korrelaatiotkin saattavat edustaa joko ekologista tai yksilöiden välistä vaihtelua tai näitä molempia. Kuten edellä esitetyt esimerkit osoittavat, faktorianalyysi soveltuu kuitenkin hyvin kontekstuaalivaikutusten erottelemiseen — etenkin silloin kun analyysissa on mukana yksilötason muuttujien ohella myös ekologisia muuttujia. Kontekstuaalivaikutukset ilmenevät tällöin useimmiten omina faktoreinaan — kuten tässäkin tapauksessa — mitä tutkimustilanteesta riippuen voidaan pitää myös epäkohtana. Ekologisten faktorien (vaikkapa teollistumisasteen) muodostuminen ei kuitenkaan merkitse sitä, etteivätkö ne voisi saada latauksia myös yksilötason (esimerkiksi yksittäisiä metsänomistajia edustavilta) muuttujilta (vrt. PÄIVIÖ RIIHINEN 1971, s. 29—30; ÜBERLA 1968, s. 310—317).

Eräs faktorianalyysin rajoitus, joka tässä yhteydessä ansaitsee vielä lyhyen käsittelyn, on sen *lineaarisuus*. Käyräviivaisia yhteyksiä analysoitaessa on esimerkiksi moniluokkaisella ristiintaulukoinnilla ja käyräviivaisella regressiomallilla selviä etuja faktorianalyysiin verrattuna. Edellä esitetty esimerkki luokakeskiarvojen osoittaman teollistumisasteen ja metsänomistajien tiedontason käyräviivaisen riippuvuussuhteen tulkinnasta osoittaa kuitenkin, että faktorianalyysia käytettäessä voidaan muuttujien mahdollinen käyräviivainen riippuvuus esittää sen lineaarisina komponentteina ja päätyä yhtä hedelmällisiin ja tarkkoihin tulkintoihin kuin käyräviivaista mallia käytettäessä (AHMAVAARA 1957, s. 36—41).

Teollistumisen vaikutuksia metsänomistajien asenteisiin tutkittaessa ei esimerkkijulkaisussa näin ollen ole käytetty tehokkaasti hyväksi faktorianalyysia, mutta ei myöskään ristiintaulukointia, jonka alkeelliseen muotoon, luokakeskiarvojen vertailuun, tutkimuksen johtopäätökset pääasiassa perustuvat. Julkaisun perusteella ei sen vuoksi voida tehdä kovinkaan pitkälle meneviä johtopäätöksiä faktorianalyysin käyttökelpoisuudesta esimerkiksi ristiintaulukointiin verrattuna. Se seikka, että esimerkkijulkaisussa annetaan johtopäätöksiä tehtäessä ratkaisevasti suurempi paino luokakeskiarvojen vertailulle kuin suoritettuun ja käytettävissä olevan faktorianalyysin tuloksille, antaa kuitenkin täysin harhaanjohtavan kuvan faktorianalyysin — ja yleensä monimuuttujamenetelmien — soveltuvuudesta vastaaviin tutkimustilanteisiin. Asiaa ei paranna se, että julkaisussa esitetään myös faktorianalyysin merkitystä korostavia näkökohtia (esim. s. 12, 20, 28—29, 30) ja että faktorianalyysilla on sivumäärällä mitaten keskeinen asema tutkimusasetelmassa.

D. PÄÄTELMÄT

Esimerkkijulkaisuiksi valitut kaksi uusinta suomalaista metsänomistajien käyttäytymistutkimusta osoittavat, että alkuinnostuksen kausi faktorianalyysin käytössä on ohi kyseisellä tutkimuskentällä. Vaikka tämän menetelmän muodollinen asema tutkimusasetelmassa onkin niissä erilainen, on näille tutkimuksille yhteistä, että faktorianalyysin merkitys tutkimustulosten kannalta jää erittäin vähäiseksi. Faktorikuvauksia ei käytetä juuri hyväksi siinäkään tapauksessa, että ne on suoritettu ja julkaisussa esitetty. Kiinnostuksen väheneeseen tätä menetelmää kohtaan viittaa myös se, että kumpikin tutkija kiinnittää enemmän huomiota faktorianalyysin matemaattisiin ja tietoteoreettisiin rajoituksiin kuin sen tarjoamiin mahdollisuuksiin tutkimustilanteessaan. Onkin epäilemättä aivan yhtä tärkeätä tuntea tutkimusmenetelmän rajoitukset kuin sen mahdollisuudet.

Faktorianalyysin tietoteoreettiset ja matemaattiset ominaisuudet lienee kyseisissä tutkimuksissa kuitenkin nähty liian rajoittavina. Metodisista ratkaisuista ja niiden seurauksista voidaan päätellä, että eräät näiden tutkimusten

puutteet: tutkimuskentän kokonaiskuvan hämärtyminen toisessa tapauksessa yhdistettyjen muuttujien alhaisen validiteetin ja toisessa tapauksessa erillisten detaljanalyysien vuoksi, johtopäätösten epävarmuus ja osin triviaali luonne sekä eräät harhapäätelmät olisivat olleet vältettävissä faktorianalyysin tarjoamia mahdollisuuksia enemmän hyväksikäyttäen.

Tämän kirjoittaja onkin päätenyt käsitykseen, että tärkein faktorianalyysin hyväksikäyttöä rajoittava tekijä on tutkijain liian pintapuolinen tutustuminen tähän menetelmään — eivätkä menetelmän ominaisuudet sinänsä (ÜBERLA 1958, s. 362—363)¹⁵⁾. Tutkijat joutuvat silloin nojautumaan faktorianalyysin käyttöä koskeviin yleisiin suosituksiin, joita etenkin yleisestä metodisesta kirjallisuudesta löytyy runsaasti — ja hyvinkin ristiriitaisia — eivätkä useinkaan onnistu sovittamaan faktorianalyysin käyttöä ja käyttötapaa tarkoituksenmukaisella tavalla tutkimustilanteeseensa ja metodiseen kokonaisuutensa (KULOKARI 1970, s. 19).

Vaikka esimerkkijulkaisujen metodisia ratkaisuja tarkasteltaessa edellä onkin esitetty näkökohtia, joiden mukaan kyseisissä tutkimustilanteissa olisi ollut paikallaan käyttää faktorianalyysia enemmän hyväksi nimen omaan empiirisen aineiston tulkinnan apuvälineenä, ei tätä ole käsiteltävä yleiseksi suositukseksi faktorianalyysin »oikeasta» käyttötarkoituksesta tai tavasta. Aineiston matemaattinen tiivistäminen on aivan yhtä tärkeä faktorianalyysin sovellutustapa. Edellä esitetyn perusteella voidaan pikemminkin varoittaa yleisistä suosituksista ja korostaa, että faktorianalyysi on erittäin joustava menetelmä, jonka sopivin käyttötarkoitus ja -tapa määräytyy kunkin spesifisen tutkimustilanteen mukaan.

Korostaessaan faktorianalyysin menestyksellisen käytön edellyttämää metodin tuntemusta ÜBERLA (1968, s. 363)¹⁵⁾ päätyy käsitykseen, että tämä menetelmä oikeastaan kuuluisi vain asiantuntijain käsiin. Asia voidaan nähdä toisessakin valossa: Tietokonepalvelusten nopeasti lisääntyessä standardimenetelmistä, kuten faktorianalyysista, tulee joka tapauksessa lähes jokaisen tutkijan työväline. Kun toisaalta on nähtävissä, että faktorianalyysin hedelmälliset sovellutusalueet laajenevat — niin metsänomistajien käyttäytymistutkimuksissa kuin yleensäkin — yhä useamman tutkijan kannattaa tutustua siihen pintaa syvemmin. Jokaisen tutkijan asiantuntemukseen jää kuitenkin aina aukkon-sa. Niiden täyttäminen on tieteellisen keskustelun eräs tehtävä.

¹⁵⁾ K. ÜBERLA. Faktorenanalyse. s. 362—363. "Eine praktisch wichtige Grenze der Methode liegt im Kenntnisstand des Untersuchers. In vielen Fällen werden Studien durchgeführt ohne genauere methodische Kenntnisse. Dazu tragen die verfügbaren Programme für elektronische Rechenmaschinen bei... Die Faktorenanalyse ist eine sehr empfindliche und differenzierte Methodik, die in die Hände des Spezialisten gehört, der mit ihr und in seinem Sachgebiet gleichermaßen Erfahrung hat. Faktorenanalyse ohne eine sehr detaillierte Kenntnis der Methodik gehen oft in der Interpretation fehl und schaden dem Ansehen der Methode, da sie auf die Dauer zu Widersprüchen und zu Meinungsverschiedenheiten zwischen Schulen führen."

VIITEKIRJALLISUUS

- ACKOFF R. L. 1962. Scientific Method: Optimizing Applied Research Decisions. New York—London.
- AHMAVAARA YRJÖ. 1957. On the Unified Factor Theory of Mind. Suomalaisen Tiedeakatemia toimituksia B 106. Helsinki.
- ALLARDT ERIK. 1953. How disagreements in sociology arise from the confusions of empirical propositions with rules for scientific procedure. Transactions of the Westermarck Society II. Copenhagen.
- 1969. Aggregate analysis: The problem of its informative value. Mattei Dogan — Stein Rokkan (eds.). Quantitative ecological analysis in the social sciences. Cambridge, Massachusetts, and London.
- BLALOCK HUBERT M. Jr. 1964. Causal inferences in nonexperimental research. Chapel Hill.
- BRAITHWAITE RICHARD BEVAN. 1955. Scientific Explanation. A Study of the Function of Theory, Probability and Law in Science. Cambridge at the University Press.
- CARNAP RUDOLF. 1950. Logical Foundations of Probability. The University of Chicago Press. Chicago, Illinois.
- COHEN MORRIS R.—NAGEL ERNEST. 1951 (third edition). An Introduction to Logic and Scientific Method. London.
- COOLEY WILLIAM W.—LOHNES PAUL R. 1962. Multivariate Procedures for the Behavioral Sciences. New York.
- ESKOLA ANTTI. 1962. Sosiologian tutkimusmenetelmät I. Porvoo—Helsinki.
- 1967. Sosiologian tutkimusmenetelmät II. Porvoo—Helsinki.
- HAHTOLA KAUKO. 1967. Hankintahakkuut ja maatilakokonaisuus. Summary: Delivery cuts of timber in farm management. Acta For. Fenn. 84. 1.
- 1971. Metsänomistajan tiedontaso ja hänen asenteensa metsätalouden edistämiseen. Metsä ja Puu 3.
- HARMAN HARRY H. 1960. Modern Factor Analysis. Chicago.
- HEMPEL CARL G. 1952. Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science. International Encyclopedia of Unified Science.
- 1966. Philosophy of Natural Science. Englewood Cliffs. N. J.
- HENRYSSON STEN. 1957. Applicability of Factor Analysis in the Behavioral Sciences. Stockholm.
- HORST PAUL. 1965. Factor Analysis of Data Matrices. New York.
- JÄRVELÄINEN VELI-PEKKA. 1971. Factors influencing silvicultural activity. A study of the influence of attitudes, individual farm backgrounds and regional conditions on the silvicultural activity of forest owners in Karstula and Jämsä, in Finland. Selostus: Metsänhoidolliseen toimintaan vaikuttavat tekijät. Tutkimus asenteiden, tilakohtaisten taustaedellytysten ja alueellisten edellytysten vaikutuksesta metsänomistajan metsänhoidolliseen toimintaan Karstulassa ja Jämsässä. Helsinki.
- KULOKARI HANNU. 1970. Tilastollisesta tietojenkäsittelystä Helsingin yliopiston laskentakeskuksessa. Helsingin yliopiston laskentakeskuksen julkaisuja. Helsinki.
- LAGERSPETZ KARI. 1959. Teleological explanations and terms in biology. Vanamon eläintieteellisiä julkaisuja 19:6. Helsinki.
- LUNDBERG GEORGE A. 1939. Foundations of Sociology. New York.
- 1946. Social Research. A Study in Methods of Gathering Data. New York.
- MARKKANEN TOUKO. 1963. Primäärifaktorikannan ja dimension valintaratkaisusta. Alkoholi-poliittisen tutkimuslaitoksen tutkimusseloste 5. Helsinki.
- MERTON ROBERT K. 1957. Social theory and social structure. Glencoe.
- Metsätalastollinen vuosikirja 1969. Yearbook of forest statistics 1969. Suomen virallinen tilasto XVII A:2. Official statistics of Finland XVII A:2. Helsinki.

- MÄKELÄ JOUKO. 1966. Faktorianalyysi ja sen käyttö regressio-ongelman ratkaisussa. Summary: Factorial analysis and its applications to solution of the regression problem. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 12.
- »— 1968. Puunkorjuun tuottavuuteen vaikuttavat tekijät maatilametsätaloudessa. Factors Affecting Logging Productivity in Farm Forests. *Acta For. Fenn.* 85.
- NAGEL ERNEST. 1961. The structure of science. New York.
- RIIHINEN OLAVI. 1965. Teollistuvan yhteiskunnan alueellinen erilaistuneisuus. Helsinki.
- RIIHINEN PÄIVIÖ. 1963. Metsänhoidon tason vaihtelu Suomen maatilametsäoilla. Tutkimus metsänhoitolautakunnittaisten erojen taloudellisista ja sosiaalisista tekijöistä. Summary: Variations in the level of silviculture on the Finnish farm woodlots. *Repr. Acta For. Fenn.* 75.
- »— 1970. The forest owner and his attitudes toward forestry promotion. A study on forest owners in Ostrobothnia, Finland. Selustus: Metsänomistaja ja hänen asenteensa metsätalouden edistämiseen. Pohjanmaan metsänomistajiin perustuva tutkimus. *Acta For. Fenn.* 109.
- »— 1971. Muutama kommentti metsänomistajien käyttäytymisestä. *Metsä ja Puu* 5.
- RILEY MATILDA WHITE. 1963. Sociological Research. I A Case Approach. New York and Burlingame.
- SARIOLA SAKARI. 1961. Kausaliteetti sosiaalitieteissä. Heikki Waris ja 15 tohtoria. Porvoo—Helsinki.
- SCHEFFLER ISRAEL. 1969. The Anatomy of Inquiry. Philosophical studies in the theory of science. New York.
- THURSTONE L. L. 1947. Multiple factor analysis. (sixth impression 1961). Chicago.
- ÜBERLA K. 1968. Faktorenanalyse. Springer-Verlag. Berlin.
- VAHERVUO TOIVO—AHMAYAARA YRJÖ. 1958. Johdatus faktorianalyysiin. Porvoo.
- VALKONEN TAPANI. 1969. Individual and structural effects in ecological research. Mattei Dogan — Stein Rokkan (eds.). Quantitative ecological analysis in the social sciences. Cambridge, Massachusetts, and London.
- »— 1970. Yhteisön vaikutukset yksilöön ja niiden kvantitatiivinen tutkiminen. Publication No. 71 of the institute of sociology. University of Helsinki.
- VALKONEN TAPANI—KUKKONEN KAISA. 1966. Maaltamuuton valikoivuudesta. Väestöntutkimuksen vuosikirja IX. Helsinki.
- ZETTERBERG HANS L. 1965. On Theory and Verification in Sociology. New York.

SUMMARY:

USE OF FACTOR ANALYSIS IN THE STUDIES OF FOREST OWNERS' BEHAVIOR.

The increasing studies of forest owners' behavior and the use of the factor analysis in Finnish forestry research in the 1960's — thanks particularly to Professor PÄIVIÖ RIIHINEN — have led to a discussion among the researchers in this field about the properties and applicability of the factor analysis. The author deals in his article with some philosophical and mathematical features of this method, which are often considered too restrictive.

The wide application of the factor analysis in psychology for determining mental abilities with main emphasis on the primary factors in the background, and not on

the directly measurable test variables and their connections has caused the misconception that the factor analysis were suitable only to a special type of a causal situation and explanation. The elimination of this bias will give way to a wider range of alternatives for the selection of variables and the use of various theoretical constructs.

The factor analytical model is only a mathematical description of the correlation matrix and a means of its interpretation. The interpretation of a single correlation coefficient, a correlation matrix, or a mathematical construct based on them, is equally subjective in the factor analysis as in any other correlative method. The factor analysis does not, however, offer any additional liberties to imagination. Thus the interpretations must be led from empirical indicators and factor loadings based on them.

A defect of the factor analytical approach is the lack of suitable testing methods. The restricted testing possibilities are, on the other hand, partly compensated by the property of the factor analysis as a multivariate method that makes it possible to handle a great number of variables simultaneously, thus revealing if all relevant variables in the analysis are behaving according to hypotheses. Another property of the factor analytical method, its linearity, may in some cases recommend the use of other methods, such as multigroup cross-tabulation or curvilinear regression. It should be recognized, however, that in the factor analysis a possible curvilinear relationship can be described by its linear components, resulting in as exact and fruitful interpretations as by using the curvilinear model.

The increasing emphasis on the ecological factors in the behavior of forest owners has awakened a discussion about the applicability of the factor analysis in revealing contextual affects. In the case of the analysis comprising both ecological and individual-level variables, different opinions have been presented, whether the grouping of the ecological variables to their own factor — as often occurs — were an advantage or defect for the contextual analysis. The author takes the view that factor analysis is applicable regardless of the fact, whether the revealed factors indicate ecological or individual variance, or both.

The main obstacle for the use of factor analysis is often researchers' insufficient acquaintance with this method, and not the properties of the method itself. Consequently when researchers are obliged to rely on the numerous and often contradicting recommendations for the use of the factor analysis — found in general methodological literature — they fail in applying the factor analysis to their special methodological setting. Especially the general recommendations of the different schools for the »proper» use of factor analysis — sometimes for the mathematical condensation of information, sometimes to discover and to interpret the underlying factors — may prove misleading, taken too categorically.