

VÄHÄSEN FAKTORIANALYYSISTÄ

VELI-PEKKA JÄRVELÄINEN

SUMMARY:

SOME ASPECTS CONCERNING THE USE OF FACTOR ANALYSIS

Saapunut toimitukselle 6. 7. 1971

Faktorianalyysin soveltajien keskuudessa näyttää esiintyvän taipumusta laajentaa menetelmän käyttöä tehtäviin, joihin se huonosti soveltuu. Tästä syystä on aiheellista tähdentää ainakin seuraavia näkökohtia: (1) Tulisi kiinnittää enemmän huomiota faktorianalyysin yhteydessä esiintyviin tulkintaongelmiin, erityisesti tilanteessa, jossa menetelmää pyritään käyttämään muuttujien kausaalisen merkityksen erittelyyn; (2) Tutkimusongelma tulisi asettaa riittävän selväpiirteisesti, jotta voitaisiin arvioida, onko faktorianalyttinen malli sopiva asetetun tutkimustehtävän kannalta.

KAUKO HAHTOLA on arvioinut kirjoituksessaan »Faktorianalyysi metsänomistajien käyttäytymistutkimuksissa» väitöskirjatyöni (JÄRVELÄINEN 1971) metodisia ratkaisuja ja esittänyt koko joukon kriittisiä huomautuksia. Näiden huomautusten johdosta on tarpeen esittää muutamia lisäselvennyksiä ja tähdentää eräitä faktorianalyysin käyttöön liittyviä ongelmia.

INFORMAATION TIIVISTÄMINEN

HAHTOLA on oikeassa siinä, että faktorianalyysi ei ole tutkimukseni päämetodi, vaan menetelmää käytetään aineiston alustavaan järjestämiseen eli tarkemmin sanoen yhdistettyjen muuttujien muodostamiseen. Tällaisen tehtävän suorittamiseen faktorianalyysillä on mielestäni eräitä etuja, jotka — samoin kuin eräät menetelmään liittyvät, kyseisen tehtävän kannalta ilmeiset heikkoudet — olen esittänyt tutkimukseni sivuilla 35 ja 36. Kun käyttäytymistieteissä on kehitetty useita erityyppisiä menettelyjä yhdistettyjen muuttujien konstruoinemiseksi (ESKOLA 1967, s. 195—254; RILEY 1963, s. 424—501), katsoin, että näiden vaihtoehtoisten asteikointitekniikoiden seikkaperäinen käsittely olisi jo yksistään merkinnyt kovin laajoja metodisia tarkasteluja yhden tutkimuksen puitteissa suoritettavaksi. Työssäni tyydyin siis esittelemään vain faktorianalyysin ominaisuuksia kyseisen tehtävän kannalta.

Periaatteessa samalla tavalla menettelin myös vaikutusyhteyksiä koskevassa tarkastelussa käytetyn analyysitekniikan suhteen. Tutkimukseni sivuilla 37 ja 38 olen käsitellyt viimeksi mainittuun tehtävään valitun menetelmän, osittais-

korrelaatiotekniikkaa hyväkseen käyttävän kausaalianalyysin yhteydessä huomioon otettavia metodisia näkökohtia. Viittaukset faktorianalyysiin tässä yhteydessä johtuvat kahdesta seuraavasta syystä: (1) Katsoin tarpeelliseksi lyhyesti kommentoida sitä, miksi tutkimuksessa jo aiemmin käytettyä menetelmää, faktorianalyysia, ei pidetä tarkoituksenmukaisena vaikutusyhteyksiä koskevaan tarkasteluun; (2) Faktorianalyysin keinoin konstruoitujen yhdistettyjen muuttujien käyttö (kuten yhdistettyjen muuttujien käyttö yleensäkin) aiheuttaa vaikutusyhteyksiä koskevassa analyysissä tiettyjä erityisongelmia.

HAHTOLAN kirjoituksessa esitetään edelleen, että alkuperäisten muuttujien monilukuisuudesta johtuva informaation tiivistämisen tarve ei olisi ollut kovin aiheellinen. Tässä yhteydessä kirjoittaja viittaa nykyisten tietokoneiden kapasiteetin riittävyteen. Mielestäni mainittu viittaus ei ole yhteydessään erityisen relevantti. Kysymys ei ole niinkään tietokoneiden kapasiteetin riittävydestä, vaan yleisesti ottaen siitä, että *mitä monilukuisamman muuttujajoukon samanaikaisesta analyysistä on kysymys, sitä vaikeampaa on kehitellä käyttökelpoisia menettelysääntöjä saatujen, laskennallisten tulosten tulkinnassa*. Tämä ongelma on yleinen ns. tilastollisten monimuuttujamenetelmien (mm. faktorianalyysi) yhteydessä, ja erityisesti kun on kysymys tietyn muuttujajoukon kausaalista erittelystä, muuttujien monilukuisuudesta aiheutuvat tulkintaongelmat ovat merkittäviä (ESKOLA 1967, s. 310—312; BLALOCK 1964, s. 70—71 ja 178¹⁾).

TOIMINTAFAKTORIT

HAHTOLA esittää myös metsänhoidollista toimintaa mittaavia yhdistettyjä muuttujia koskevia huomautuksia. Kirjoittaja päättelee, että metsänhoidollisen toiminnan absoluuttista laajuutta mittaavien muuttujien kompleksisuus faktoriratkaisussa sekä metsälökoon ja metsänhoidollisen toiminnan absoluuttisen laajuuden välinen lähes triviaali yhteys häiritsee eräitä tutkimuksen keskeisiä johtopäätöksiä.

Jos toiminnan absoluuttista laajuutta mittaavat alkuperäiset muuttujat olisivat sillä tavoin kaikkia toimintafaktoreita dominoivia kuin HAHTOLA esittää, olisi todella johdonmukaista odottaa, että metsälökoon ja toiminnan absoluuttisen laajuuden välinen melko voimakas ja »triviaali» yhteys tulisi selväpiirteisesti esiin kaikkia toimintafaktoreita tarkasteltaessa. Näin ei ole kuitenkaan asianlaita, eikä kirjoittajan mainitsemaa häiritsevää vaikutusta johtopäätöksissä esiinny (ks. JÄRVELÄINEN 1971, s. 99—100 ja 107; ks. myös s. 65, alaviitta 1):

¹⁾ Alkuperäisten muuttujien yhdistelylle, koskien nimenomaan asenneväittämiä, voisi tässä esittää myös hieman toisenluonteisen perustelun. Tutkimuksessa on nimittäin tarkoituksena analysoida mm. metsänomistajan asenteita ja niiden vaikutusta hänen metsänhoidolliseen toimintaansa. Asenteita koskevia päätelmiä ei kuitenkaan voida tehdä yksittäisten mielipiteiden perusteella vaan tutkimalla useiden mielipiteiden johdonmukaisuutta. Käyttökelpoisin keino on tällöin hankkia tietoa useista mielipidereaktioista ja tiivistää nämä useat erilliset tiedot yhdistetyksi mittariksi (ESKOLA 1962, s. 41).

	(4) Metsänviljelyn suhteellinen laajuus		(2) Toiminnan suhteellinen laajuus		(T ₁) »Toiminnan suhteellinen laajuus»			
	K	J	K	J	K	J		
(28) Metsäala (E ₁) »Resurssit»	.05	.29	.00	.23			.08	.30
	(7) Ammattimiehen viime käynti		(1) Toiminnan absol. laajuus		(3) Metsänviljelyn absol. laajuus		(T ₂) »Ammattiavun käyttö»	
	K	J	K	J	K	J	K	J
(28) Metsäala (E ₁) »Resurssit»	.36	.40	.65	.53	.56	.51	.69	.58
	(6) Toimenpide ensin. kerran		(T ₃) »Toimintavalmius»*)					
	K	J	K	J				
(28) Metsäala (E ₁) »Resurssit»	.31	.30			.09	.28		

K = Karstula, r .05 = .17
J = Jämsä, r .05 = .16

*) Karstulassa toimintavalmiusfaktorin heikkoa korrelaatiota resurssifaktoriin selittää se, että eräät resurssihin liittyvät muut tekijät kuin metsälökoko (esim. tiedollinen aktiivisuus ja järjestöaktiivisuus) eivät juuri korreloi toimenpiteiden aloittamista mittaavaan muuttajaan.

Voidaan havaita, että toimintafaktorit käyttäytyvät melko tarkasti samalla tavalla kuin niiden tulkintaa määräävät alkuperäisetkin muuttujat. Nähdään myös, että metsälökoon ja toiminnan absoluuttista laajuutta mittaavien muuttujien kanssa. Sen sijaan metsälökoon ja toiminnan absoluuttista laajuutta mittaavien muuttujien kanssa on vähäinen. (Näin siitä huolimatta, että toiminnan absoluuttista ja suhteellista laajuutta mittaavien alkuperäisten muuttujien välillä on huomattava yhteisvaihtelu, mistä aiheutuu ensiksi mainittujen muuttujien kompleksisuus faktoriratkaisussa). Sekä alkuperäisiin että yhdistettyihin muuttujiin perustuvat havainnot tukevat näin ollen tutkimuksessa tehtyjä johtopäätöksiä, joiden mukaan ammattiavun käyttö ja metsänhoidollisen toiminnan absoluuttinen laajuus määräytyvät ensi kädessä metsälökoon mukaan, kun taas metsänhoidollisen toiminnan suhteellinen laajuus ja toimintavalmius ovat ainoastaan vähäisessä määrin (erityisesti perinnäistä maaseutua edustavissa olosuhteissa) yhteydessä metsälökoon. Toiminnan suhteellisen laajuuden ja toimintavalmiuden vaihtelua selitettäessä

näyttää sen sijaan mm. asennetekijöillä olevan oma merkityksensä (JÄRVELÄINEN 1971, s. 58—61).

Tässä yhteydessä on myös aiheellista todeta, että tutkimuksessa esiin tulleet melko voimakas yhteys metsälökoon ja metsänhoidollisen toiminnan absoluuttisen laajuuden välillä ei ole niin triviaali kuin miksi HAHTOLA sen tulkitsee. Metsänomistajien käyttäytymistä tarkasteltaessa tilanne ei ole aivan niin yksinkertainen, että pienille metsälöille »mahtuu» vähän ja suurille metsälöille paljon metsänhoidollisia toimenpiteitä; suurille metsälöille »mahtuu» myös paljon toimenpiteiden laiminlyöntejä ja pidättäytymistä ammattiavun käytöstä.

VALIDITEETTI

HAHTOLA esittää kirjoituksessaan myös eräitä yleisluonteisia, yhdistettyjen muuttujien validiteettia koskevia huomautuksia ja viittaa näiden muuttujien validiteetin epävarmuuteen. Olen puolestani todennut tutkimuksessa, että muodostettujen yhdistettyjen muuttujien validiteetista ei ole voitu tehdä kovin täsmällisiä päätelmiä (JÄRVELÄINEN 1971, s. 53). Tuntuu siltä, että olemme tässä asiassa kirjoittajan kanssa jossakin määrin samaa mieltä, mutta todennäköisesti kuitenkin eri syistä.

Validiteettiongelman tarkoittaa kysymystä teoreettisen käsitteen ja sen mitatun, operationaalisen vastinkäsitteen toisiaan vastaavuudesta (ESKOLA 1962, s. 153—156; ZETTERBERG 1965, s. 114—120). Faktorianalyysissä kysymyksenasettelu on kuitenkin eräissä mielessä päin vastainen tavanomaiseen verrattuna. Tavanomainen tilanne on se, että tutkitaan, kuinka hyvin jokin operationaalinen vastinkäsite vastaa tiettyä ennalta määritettyä teoreettista käsitettä. Faktoreiden tulkinnassa on sen sijaan kysymys sellaisten teoreettisten käsitteiden »löytämistä», joita »empiiristen» faktoreiden voidaan ajatella parhaiten edustavan. Nyt HAHTOLA näyttäisi esittävän, että jos tutkimuksessani olisi suoritettu yhdistetty faktorianalyysi ts. jos kaikki sisällöltään eritasoisetkin muuttujat olisi käsitelty samassa ratkaisussa, olisi päädytty valiidimpeihin faktoreihin. Tällaiseen päätelmään sietäisi mielestäni suhtautua varsin kriittisesti. Tuntuu pikemminkin luonteelta ajatella, että *jos faktorianalyysin lähtökohtamuuttujat mittaavat tiettyä samaa aluetta (esim. asenteita), on faktoreiden tulkinta eli muuttujien korrelaatioita »aiheuttavien» yhteisten tekijöiden oivaltaminen yleensä helpompi tehtävä ja siten myös validiteettia koskevat päätelmät täsmällisempiä* kuin tapauksessa, jossa analyysin lähtökohtamuuttujat ovat sisällöltään heterogeenisiä ja mittaavat tulkinnallisesti toisistaan kovin »etäällä» olevia ominaisuuksia²⁾.

Faktorianalyysin keinoin muodostettujen yhdistettyjen muuttujien validiteettiongelma ei kuitenkaan rajoitu kysymykseen teoreettisen käsitteen (tässä

²⁾ On hieman eri asia, että sisällöltään eritasoisia ominaisuuksia sisältävät käsitteet saattavat toisinaan muodostua teoreettisesti hedelmällisiksi siitakin huolimatta, että niiden validiteettia koskevat päätelmät jäävät epävarmoiksi. Esimerkiksi tästä sopii HAHTOLAN (1967b) tutkimus maatilametsätalouden yhteydestä taloudelliseen ja sosiaaliseen ympäristöön.

siis faktorin) sisällyksen (intensio) laajuudesta. Validiteettiongelmaa erästä toisesta näkökulmasta valaiseva on nimittäin COLEMANIN huomautus, jonka mukaan »it is evident that two variables like arithmetic ability and verbal ability, or economic liberalism and foreign-policy liberalism, may be not at all statistically independent and therefore not separated by factor analysis, even though they are meaningfully quite independent» (COLEMAN 1964, s. 20)³⁾. Onkin aiheellista tähdentää sitä, että käytettäessä faktorianalyysiä tulkinallisiin tavoitteisiin ja yleensä ilmiöiden selittämiseen, eräänä merkittävänä ongelmana on, että tällöin saatetaan *samaistaa harhaanjohtavalla tavalla lähtökohtamuuttujien tilastollinen eriytyminen omille dimensioilleen ja näiden muuttujien ryhmittymisen jollakin teoreettisesti mielekkäällä tavalla* tai yksinkertaisesti tilastollinen riippuvuus ja jokin teoreettisesti mielekäs, »ymmärrettävä» riippuvuus. Käsitteeni mukaan erityisesti tästä seikasta johtuu se, että faktorianalyysin tulokset ovat helposti keinotekoisia tai mitäänsanomattomia, eikä niinkään joidenkin selittävien teorioiden puutteesta tai tulkinnan »subjektiivisuudesta». Tämä on myös faktorianalyysin avulla konstruoitujen yhdistettyjen muuttujien validiteettiongelman eräs olennainen piirre.

On kuitenkin tarpeen huomauttaa siitä, että erilaisten rotaatoratkaisujen avulla faktorimatriisi voidaan saattaa »helpommin tulkittavaan muotoon». THURSTONEN kehittämää ja eräisiin yleisluonteisiin tietoteoreettisiin lähtökohtiin perustuvaa kuvausideaalia eli ns. yksinkertaista rakennetta (simple structure) tavoittelevien analyttisten rotaatoratkaisujen yhteydessä pyrkimys tulkittavuuden lisäämiseen merkitsee operationaalisesti pyrkimystä tiettyyn määrään nollalatauksia. Tällöin faktoreiden tulkinta yksinkertaistuu sen johdosta, että eräät lataukset lähestyvät ykköstä ja toiset vastaavasti nolaa. Käsitteeni mukaan nämäkään rotaatiomenettelyt eivät kuitenkaan pysty eliminoimaan edellä käsiteltyjä faktoreiden tulkintaan liittyviä ongelmia, ei enempää suoraa kuin vinoakaan ratkaisua käytettäessä; alkuperäisten muuttujien ryhmittymistä (omille dimensioilleen) määräävänä lähtökohtana faktorianalyysissä ovat nimittäin joka tapauksessa näiden muuttujien väliset, luonteeltaan tilastolliset yhteydet⁴⁾.

³⁾ Mielestäni COLEMANIN kriittiset huomautukset eivät kohdistu niinkään suorakulmaiseen rotaatioon, kuten HAHTOLA näyttää asian tulkitsevan, vaan siihen, että faktorianalyysissä on kysymys eräänlaisesta muuttujien tilastollisesta eriytymisestä omille dimensioilleen, minkä ei suinkaan tarvitse merkitä näiden muuttujien ryhmittymistä jollakin mielekkäällä ja teoreettisesti perustellulla tavalla.

⁴⁾ Itse asiassa vetoaminen yleisluonteisiin tietoteoreettisiin periaatteisiin tulkinnan apuvälineenä näyttää toisinaan johtavan tutkimusotteeseen, (1) jossa ikään kuin unohdetaan se usein varsin vaivalloinen taival, joka välttämättömästi on yleisten filosofis-metodisten periaatteiden ja konkreettisten analyysipulmien ratkaisun välillä, (2) jossa tilastollisista yhteyksistä lähtevän selittävän analyysin menetelmät, esim. elaborointitekniikka tai ns. lineaariset kausaalimallit, jäävät riittävää huomiota vaille, (3) ja jossa tulkinnat saavat kovin helposti *ex post facto*-tulkintoja usein rasittavan luonteen (ks. MERTON 1967, s. 147—149) ts. olivatpa faktoreiden lataukset mitkä tahansa, aina on löydettävissä jokin »mielekäs» tulkinta, joka on sopusoinnussa näiden latausten kanssa.

HAHTOLA huomauttaa edelleen, että käyttämäni suoran rotaatoratkaisun (varimax) sijasta olisi tullut käyttää vinokulmaista ratkaisua. Suorakulmaisen ratkaisun käyttöä tässä yhteydessä puoltaa kuitenkin se, että yhdistettyjen muuttujien keskinäistä korreloimattomuutta voidaan pitää jatkoanalyysijä helpoittavana tekijänä (selittäjien multikollineaarisuusongelma). Lisäksi on aiheellista viitata vinorotaation keskeiseen pulmaan eli tasapainoisen ratkaisun aikaansaamiseen »liian» suorakulmaisen ja »liian» vinokulmaisen ratkaisun välillä (HARMAN 1960, s. 309—334) sekä siihen, että eräät yleisesti käytössä olevat suora- ja vinokulmaiset ratkaisut (varimax- rotaatio ja analyttinen kosini- rotaatio) näyttävät antavan usein varsin samanlaisia tuloksia (HAHTOLA 1967a, s. 141).

HÄIRITSEVÄT TEKIJÄT

HAHTOLA kiinnittää huomiota myös eräisiin, kuten hän asian ilmaisee, analyysejä »häiritseviin» tekijöihin, tarkoittaen erityisesti metsämaan viljavuutta ja metsänomistajan ikää mittaavia muuttujia.

Olen tutkimuksessani huomauttanut siitä, että tapauksessa, jossa muuttujalla ei ole yhteistä vaihtelua muiden faktoriratkaisuun sisällytettyjen muuttujien kanssa (tämä mahdollisuus pyrkii, kuten kirjoittaja esittää, lisääntymään erillisiä faktorianalyysijä käytettäessä) tai jossa osa yhteistäkin varianssia selittävistä faktoreista jätetään ottamatta huomioon, *saattaa ainoastaan faktoreihin (faktoripistemääriin) perustuvassa jatkoanalyysissä osa tärkeäksikin katsottavista tekijöistä jäädä tarkastelun ulkopuolelle* (JÄRVELÄINEN 1971, s. 36, kohta 1). Tällaisten »analyysin ulkopuolelle» jääneiden tekijöiden vaikutuksia metsänomistajan metsänhoidolliseen toimintaan on tutkimuksessani kuitenkin käsitelty viittaamalla *alkuperäisten muuttujien välisiin korrelaatioihin* (JÄRVELÄINEN 1971, s. 62). Metsämaan viljavuutta mittaavan muuttujan osalta on huomautettu siitä, että osa tutkimuskuntien välillä havaituista eroista saattaa aiheutua näiden paikkakuntien välisistä viljavuuseroista. Lisäksi on syytä todeta, että metsämaan viljavuus korreloi toimintamuuttujiin ainoastaan Karstulassa, ja että tämän muuttujan vaikutusten kontrolloimiseen käsillä olevan aineiston (muuttujajärjestelmän) puitteissa ei ylipäätönsä ole erityistä aiheuttakaan, koska viljavuus ei juuri korreloi muiden selittävien muuttujien kanssa. Metsänomistajan iän osalta tutkimuksesta voidaan puolestaan lukea suurin piirtein sama tulkintayritys kuin mihin HAHTOLA kirjoituksessaan viittaa ts. että ikä merkitsee toimintavalmiutta selitettäessä mieluummin tiettyyn sukupolveen kuulumista kuin tiettyä ikäkautta (vrt. ESKOLA 1967, s. 303)⁵⁾.

⁵⁾ Epäilemättä olisi voitu käyttää hyväksi myös regressionalyysejä esimerkiksi ottamalla asenne- ja taustafaktoreiden lisäksi metsämaan viljavuus ja metsänomistajan ikä mukaan malliin erillisinä selittäjinä. Päätelmät viljavuuden ja iän vaikutuksista olisivat tällöin tuskin olennaisesti muuttuneet. — Todettakoon, että aineiston analyysivaiheessa laskettiin regressiomallit käyttäen selittäjinä asenne- ja taustafaktoreita sekä yhdessä että erikseen. Saadut regressiokertoimet (β — kertoimet) olivat kuitenkin käytännöllisesti katsoen samat kuin vastaavat korrelaatiokertoimet (vrt. MÄKELÄ 1968, s. 69—70; TAURIAINEN 1970, s. 195), eikä niitä katsottu tarpeelliseksi esittää tutkimuksessa.

HAHTOLA olisi myös pitänyt tarpeellisena transformaatioanalyysin käyttöä tutkimuskuntien välisessä vertailussa⁶⁾. Suositus on periaatteessa käyttökelpoinen. On kuitenkin todettava, että sen alustavan luonteen vuoksi, mikä on ominaista erityisesti tutkimuksessa suoritettulle alueellisia eroja koskevalle tarkastelulle, ei kovin yksityiskohtaisiin tuloksiin pyrkivien analyysikeinojen käyttö tuntunut aiheelliselta. Jo tutkimalla faktoreiden välisiä korrelaatioita ja faktoripistemäärien keskiarvoja ilmeni tutkimuskuntien välillä tiettyjä selväpiirteisiä rakenne- ja tasoeroja.

YHDISTETTY FAKTORIANALYYSI

HAHTOLAN kirjoituksessa esiintyvänä keskeisenä huomautuksena näyttäisi olevan se, että tutkimuksessani olisi ollut tarkoituksenmukaista käyttää erillisten faktorianalyysien sijasta yhdistettyä faktorianalyysia ts. valita faktorianalyysi tutkimuksen päämetodiksi ja käsitellä kaikkia sisällöltään eritasoisia-kin muuttujia saman faktoriratkaisun puitteissa. Koska en pidä tätä huomautusta tai suositusta oikeaan osuvana, on tarpeen esittää muutamia tähän kysymykseen liittyviä näkökohtia.

Edellä puututtiin jo informaation käyttöön liittyvään kysymykseen ja todettiin, että »analyysin ulkopuolelle» jääneiden tekijöiden vaikutuksia on tutkimuksessa tarkasteltu alkuperäisten muuttujien välisiin korrelaatioihin viittaamalla. Toinen vaihtoehto olisi ollut ottaa mainitut tekijät mukaan jatkoanalyysiin erillisinä selittäjinä.

Edellä on myös käsitelty faktorianalyysin yhteydessä esiintyviä tulkinta- ja validiteettiongelmia, jotka käsitykseni mukaan johtavat siihen, että faktorianalyysin keinoin tapahtuva muuttujien samanaikainen tarkastelu on helposti harhaanjohtavaa ja samanaikaisesta tarkastelusta koituva etu siten luonteeltaan näennäistä. Haluankin tähdentää, että sijoittamalla sisällöltään eritasoiset lähtökohتامuuttujat eri faktoriratkaisuihin olen pyrkinyt siihen, että faktorianalyysin avulla tapahtuvaa muuttujien ryhmittelyä edeltää tutkimuksessa lä-

⁶⁾ Tutkimuksen alkuvaiheessa suoritettiin asennefaktoreita koskeva rakennevertailu tutkimuskuntien välillä MUSTOSEN (1966) kehittämää ns. symmetristä transformaatioanalyysia käyttäen (JÄRVELÄINEN 1968). Tutkimuskuntien välisiä tasoeroja analysoitiin (tai ne tulivat esiin) puolestaan diskriminaatioanalyysillä (COOLEY—LOHNES 1966; RANTALAIHO 1967) suoritettussa tarkastelussa. Tällöin haastateltavat jaettiin molemmilla tutkimuspaikkakunnilla kolmeen ryhmään sen mukaan, kuinka monta erilaista metsänhoidollista toimenpidettä he olivat suorittaneet. Osoittautui mm., että tutkimuskuntien väliset tasoerot olivat suuremmat kuin muodostettujen ryhmien »sisäiset» erot. Edelleen voitiin havaita, että muuttuja metsämaan viljavuus sai ensimmäisellä diskriminaattorilla (erotteli Karstulan ja Jämsän ryhmät toisistaan) painokertoimen -0.25 ja toisella diskriminaattorilla (erotteli ryhmät toisistaan) painokertoimen -0.04 (normalisoidut arvot). Tämän voidaan katsoa viittaavan siihen, että metsämaan viljavuudella olisi po. suhteessa tiettyä vaikutusta tutkimuskuntien välisiin tasoeroihin.

hinnä asetetun tutkimustehtävän kannalta mielekäs muuttujien »esiryhmittely». Tämä menettely turvaa sen, että *asenteiden ja tilakohtaisten taustaedellytysten vaikutuksia metsänomistajan metsänhoidolliseen toimintaan (sekä yhdessä että erikseen) voidaan eritellä ja analysoida* (vrt. BLALOCK 1964, s. 61–94), eikä näiden vaikutusten tarkastelussa tarvitse tyytyä ainoastaan joidenkin seka-aineksisien ja toisinaan varsin vaikeasti tulkittavien faktoreiden latausten avulla suoritettuihin pohdiskeluihin. — Muuten en oikein ymmärrä, miksi HAHTOLA viittaa siihen ALLARDTIN esittämään ja perusteltuun käsitykseen, että eritasoisiin muuttujiin perustuvat yleistyksiset sisältävät yleensä enemmän informaatiota kuin ainoastaan tiettyä samaa aluetta mittaaviin muuttujiin perustuvat yleistyksiset. Olennainen kysymys tässä yhteydessä on nimittäin se, miten eritasoiset muuttujat yhdistetään ts. miten eritasoisten muuttujien samanaikainen tarkastelu suoritetaan. Tällaiset »vasta-argumentit» eivät kohdistu tarkasteltavan kysymyksen kannalta relevantteihin seikkoihin. Samaa on sanottava niistä pohdiskeluista, joita kirjoittaja esittää pyrkiessään osoittamaan virheelliseksi käsityksen, jonka mukaan faktorimalli on analooginen ainoastaan tietyyppisten kausaalimallien kanssa ja siten käyttökelpoinen ainoastaan tietyissä erityisolosuhteissa. HAHTOLAN esityksestä en onnistunut löytämään yhtään sellaista näkökohtaa, joka osoittaisi, että BLALOCKIN (1964, s. 167–169) tätä asiaa koskevat tarkastelut eivät olisi perusteltuja. Se, että faktorianalyysiä sovelletaan hyvin monenlaisissa tutkimustilanteissa, ja että siinä sallitaan hyvin monenlaista tulkinnallista otetta, viittaa enemmän soveltajien kuin menetelmän ominaisuuksiin⁷⁾.

Edelleen on syytä tähdentää sitä, että *tutkimuksessani ei ole kysymys varsinaisesta faktoriongelma*sta, joten faktorianalyysin valitseminen tutkimuksen päämetodiksi ei olisi ollut tässä mielessä perusteltua. Kysymys ei ole tutkittavan ilmiökentän perusulottuvuuksien kartoittamisesta, vaan huomio kiinnitetään erityisesti tiettyihin, metsänhoidollista toimintaa mittaaviin muuttujiin ja niiden vaihtelun selittämiseen (vrt. OLAVI RIIHINEN 1965, s. 82).

Näyttääkin olevan lopuksi tarpeen huomauttaa siitä, että käytetyn menetelmän tulee olla sopiva asetetun tutkimustehtävän kannalta; jos näin ei ole asianlaita, joudutaan helposti eräänlaisen menetelmäritualismin alueelle. Esimerkiksi kirjoittaja asettaa omassa väitöskirjatyössään tehtäväksi selvittää hankintahakkuitten ja maatilakokonaisuuden yhteyksiä (sekä maatilatalouden alueellisia eroja). Kuitenkin hän valitsee analyysikeinoon faktorianalyttisen mallin, jonka avulla hankintahakkuita ja maatilakokonaisuutta mittaavien muuttujien välisiä yhteyksiä (= tutkittavan ilmiökentän »sisäisiä mekanis-

⁷⁾ BLALOCK esittää, että jos faktorimallia käytetään kausaalimallina, se on käyttökelpoinen vain sellaisissa tilanteissa, joissa faktorit voidaan käsittää alkuperäisten muuttujien »korrelaatioita aiheuttaviksi perustekijöiksi» ts. tilanteissa, joissa faktorit selittävät lähtökohtamuuttujien väliset, luonteeltaan näennäiset yhteydet. Tämä käsitys tuntuu perustellulta; kuvaavathan lataukset, joiden avulla faktoreiden tulkinta tapahtuu, nimenomaan lähtökohtamuuttujien ja faktorien välisiä yhteyksiä.

meja») voidaan selvittää ainoastaan välillisesti, nimittäin siinä laajuudessa kuin ne sisältyvät itse perusulottuvuuksien tulkintaan (HAHTOLA 1967a, s. 10–11 ja 125)⁸⁾. Kun lisäksi tämä yhdistetty faktorianalyysi on »ryhmittänyt erilleen» hankintahakkuita ja toisaalta maatalan yleisiä ominaisuuksia edustavat lähtökohtamuuttujat ts. nämä muuttujat ovat kasautuneet pääasiassa omille perusulottuvuuksilleen (HAHTOLA 1967a, s. 78), ei yhdistetyn faktorianalyysin käyttökelpoisuudesta kyseisessä tutkimustilanteessa saa kovin myönteistä kuvaa.

Suomen Metsätieteellinen Seura on antanut prof. Päiviö Riihiselle ja metsätri. Veli-Pekka Järveläiselle tilaisuuden jättää vastineensa metsätri. Kauko Hahtolan kirjoitukseen aikakauslehden samassa numerossa. Keskustelu aiheesta päättyy tähän.

KIRJALLISUUTTA

- BLALOCK, H. M. Jr. 1964. Causal inferences in nonexperimental research. Chapel Hill.
- COLEMAN, J. S. 1964. Introduction to mathematical sociology. Glencoe.
- COOLEY, W. W. and LOHNES, P. R. 1966. Multivariate procedures for the behavioral sciences. New York.
- ESKOLA, A. 1962 ja 1967. Sosiologian tutkimusmenetelmät I ja II. Porvoo.
- HAHTOLA, K. 1967a. Hankintahakkuut ja maatilakokonaisuus. Summary: Delivery cuts of timber in farm management. Acta For. Fenn. 84:1. Helsinki.
- 1967b. Maatilmetsätalouden yhteys taloudelliseen ja sosiaaliseen ympäristöön. Summary: Farm forestry and its socio-economic environment. Acta For. Fenn. 84:2. Helsinki.
- HARMAN, H. H. 1960. Modern factor analysis. Chicago.
- JÄRVELÄINEN, V.-P. 1968. Metsänhoidolliseen toimintaan vaikuttavat tekijät. Jämsän ja Karstulan metsänomistajia koskeva haastattelututkimus. Kansantaloudellisen metsäekonomian lisensiaattityö. Konekirjoite.
- 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, Finland. Tiivistelmä: Metsänhoidolliseen toimintaan vaikuttavat tekijät. Tutkimus asenteiden, tilakohtaisten taustaedellytysten ja alueellisten edellytysten vaikutuksesta metsänomistajan metsänhoidolliseen toimintaan Karstulassa ja Jämsässä. Commun. Inst. For. Fenn. 73.2.
- MERTON, R. K. 1967. On theoretical sociology. Five essays, old and new. New York.
- MUSTONEN, S. 1966. Symmetrinen transformaatioanalyysi. Alkoholipoliittisen Tutkimuslaitoksen Tutkimusseloste, 24. Helsinki.
- MÄKELÄ, J. 1968. Puun korjuun tuottavuuteen vaikuttavat tekijät maatilametsätaloudessa. Summary: Factors affecting logging productivity in farm forests. Acta For. Fenn. 85.
- RANTALAIHO, L. 1967. Diskriminaatioanalyysin käyttö kuntoutumistutkimuksessa. Metodinen esitys. Tampereen Yliopiston Tutkimuslaitos. Monistesarja, 32. Tampere.

⁸⁾ Kenties tässä yhteydessä voidaan keskustella abstraktin ja mekanistiseen teoriaan perustuvan selityksen eroista (ks. HAHTOLA 1967a, s. 45; vrt. MERTON 1967, s. 140–141). Mielestäni kysymys näyttää kuitenkin olevan lähinnä siitä, että analyysimalli ei oikein vastaa asetettua tutkimustehtävää.

- RIIHINEN, O. 1965. Teollistuvan yhteiskunnan alueellinen erilaistuneisuus. Summary: Regional differentiation of industrial society. Sosiaalipoliittisen Yhdistyksen Tutkimuksia, 13. Kuopio.
- RILEY, M. W. 1963. Sociological research, I. A case approach. New York and Burlingame.
- TAURIAINEN, J. 1970. Kehitysalueiden muuttuva maatalous. Tutkimus Itä-, Sisä- ja Pohjois-Suomen maatalouden uudenaikaistumisesta. Pellervo-Seuran Markkinatutkimuslaitoksen julkaisuja, N:o 12. Helsinki.
- ZETTERBERG, H. L. 1965. On theory and verification in sociology. Third enlarged ed. New Jersey.

SUMMARY:
SOME ASPECTS CONCERNING THE USE OF FACTOR ANALYSIS

Among the users of factor analysis there seems to be a tendency to extend the use of this method to tasks where it suits poorly. It is therefore important to emphasize at least the following aspects: (1) More critical attention should be paid to problems of interpretation especially at situations where the method is aimed at analyzing the causal relationships among the variables; (2) The study problem should be stated so clearly as to make it possible to evaluate the suitability of factor model to the problem.

LINNAMIES, OLAVI

O.D.C. 905.2: 792

1971. Expansion of the capacity of Finnish forest industries and the sufficiency of wood raw material. — SILVA FENNICA Vol. 5, N:o 3. 13 p Helsinki.

The Finnish forest industries have doubled their use of wood raw material during the past two decades. The average annual overcut of 4.0 mill. m³ in 1960—64 has been turned into an average annual surplus of 2.7 mill. m³ in 1965—69. By 1974 industry's requirements for domestic roundwood would increase by about 6.3 mill. m³, if all new capacity can be taken into full production. The MERA allowable cut, if realised, would leave a 1.5 mill. m³ annual surplus in the forest balance in 1974. Less intensive forestry programs would mean a 1.5 to 4.4 mill. m³ overcut in 1974.

Author's address: Central Association of Finnish Woodworking Industries, Department of Forestry, E. Esplanadikatu 2, 00130 Helsinki 13, Finland.

KÄRKKÄINEN, MATTI

O.D.C. 461:443.3

1971. Decay following logging injury in stems and roots of Norway spruce. — SILVA FENNICA VOL. 5, N:o 3. 7 p. Helsinki.

The material of 78 damaged spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) trees was gathered in Southern Finland in order to clarify the advance of decay. The harvesting which had caused the scars had been carried out 12 years ago and at the moment of the investigation the growing stand was 110 years old. It was noticed that the variables used could explain only a few per cent of the variation of the advance. It was concluded that the only important thing in practice is whether the injuries are in roots or in stems. Address of the author: Department of Logging and Utilization of Forest Products, University of Helsinki, Unioninkatu 40 B, Helsinki 17, Finland.

RÄSÄNEN, PENTTI K. & MATTI HILTUNEN

O.D.C. 232.4

1971. The effect of differences in Scots pine nursery stock on the field survival and growth. — SILVA FENNICA Vol. 5, N:o 3. 10 p. Helsinki.

The seedlings studied were stored for five days in an ordinary wood shed. One half of them were planted out directly, and another half, after soaking the roots of the seedlings for 3—6 hours in water with the aim to compensate for the possible water deficit developed. According to the results of the experiment, the effect of watering was extremely small: the difference observed, which was in favor of the trees that had been watered during storage, was discernible only in the needle length and in the number of lateral buds; in mortality or in the growth of the seedlings no difference could be observed.

Authors' address: Department of Silviculture, University of Helsinki, Helsinki 17, Finland.

RÄSÄNEN, PENTTI K. & TAPANI HÄNNINEN

O.D.C. 232. 412.3

1971. The effect of some over-winter storage methods on different Scots pine nursery stock — SILVA FENNICA Vol. 5, N:o 3. 12 p. Helsinki.

Seedlings of three different Scots pine nursery stock, 1+0, 1+1, and 2+0 were kept over the winter, after they had been packed in polythene bags, in three different ways: 1) in a refrigerated storage room, 2) in a wooden crate in the ground, 3) submerged in a lake. The items to which they were to be compared with, were left over the winter in a nursery bed. The 1800 seedlings were planted out in the spring of 1966 in 15 randomized blocks. Their development was scrutinized during the three subsequent falls. The seedlings which had been stored in the lake, all died. The seedlings which had been stored along the 1st and 2nd method, managed almost as well as the ones which had been kept over the winter in the nursery bed, except for those of the 1+0 stock.

Authors' address: Department of Silviculture, University of Helsinki, Helsinki 17, Finland.

HAHTOLA, KAUKO

O.D.C. 945.4: 923.4

1971. Use of factor analysis in the studies of forest owners' behavior. — SILVA FENNICA Vol. 5, N:o 3. 28 p. Helsinki.

Some alternative ways of using factor analysis in the field of forest owners' behavior are explored in the article, in the light of two new Finnish publications.

The philosophical and mathematical properties of factor analysis are often considered too restrictive and thus its applicability to different fields too limited. A good knowledge of the method and the subject matter theories seems to be an important prerequisite for a successful application of factor analysis. Otherwise the researcher is too dependent on the general recommendations concerning the use of factor analysis and cannot fit its use in his special situation and the whole methodological setting of the study.

Authors' address: Työtehosuura r.y., Boulevardi 7 A, 00120 Helsinki 12, Finland.

JÄRVELÄINEN, VELI-PEKKA

O.D.C. 945.4: 923.4

1971. Some aspects concerning the use of factor analysis. — SILVA FENNICA Vol. 5, N:o 3. 9 p. Helsinki.

Among the users of factor analysis there seems to be a tendency to extend the use of this method to tasks where it suits poorly. It is therefore important to emphasize at least the following aspects: (1) More critical attention should be paid to problems of interpretation especially at situations where the method is aimed at analyzing the causal relationships among the variables; (2) The study problem should be stated so clearly as to make it possible to evaluate the suitability of factor model to the problem.

Authors' address: Department of Social Economics of Forestry, University of Helsinki. 00170 Helsinki 17, Finland.

RIIHINEN, PÄIVIÖ

O.D.C. 945.4: 923.4

1971. A Contribution to Discussion on the Application of Factor Analysis. — SILVA FENNICA Vol. 5, N:o 3. 4 p. Helsinki.

A hypothetical problem is outlined as an example of the type of problem to which factor analysis should not be applied. Apart from this, attention is paid to industrialization, a concept characterized by several variables, none of which can be held constant while analyzing its influence on attitudes by multi-variable cross-tabulation techniques.

Authors' address: Department of Social Economics of Forestry, University of Helsinki. 00170 Helsinki. Finland.

KIRJOITUSTEN LAATIMISOHJEET

SILVA FENNICA-sarjassa julkaistaan suomen- tai ruotsinkielisiä lyhyitä metsätieteellisiä tutkimuksia ja kirjoituksia. Julkaistavaksi tarkoitettu käsikirjoitus on jätettävä Seuran sihteerille painatuskelpoisessa asussa. Seuran hallitus ratkaisee asiantuntijoita kuultuaan, hyväksytäänkö kirjoitus painettavaksi.

Kirjoitusten laadinnassa noudatetaan SILVA FENNICAN numerossa Vol. 4, 1970, N:o 3 painettuja kansainvälisiä yleisiä ohjeita.

Kirjoituksen alkuun tulee julkaisun kielellä lyhyt tiivistelmä tutkimuksen tuloksista. Samoin laaditaan tutkimuksen yhteyteen lyhyt englannin kielinen tiivistelmä, jonka lisäksi kunkin SILVAN numeron loppuun painetaan irti leikattavan kortin muotoon kustakin tutkimuksesta englanninkielinen esittely. Luettelo sisällöstä ei ole välttämätön. Mahdolliset kiitokset esitetään lyhyesti johdannon lopussa — viivalla muusta tekstistä erotettuna.

Kuvien ja piirrosten viivapaksuudet ja tekstikoko on valittava siten, että ne sallivat painatuksen vaatiman pienennyksen. Kuvien ja piirrosten painatuskoosta on syytä neuvotella etukäteen toimittajan kanssa, sillä tarpeettomia kustannuksia aiheuttavaa painatuskokoja ei sallita. Valokuvien tulee olla teknisesti moitteettomia ja kiiltävälle paperille suurennettuja. Värikuvia ei yleensä hyväksytä painettaviksi. Kuvat ja taulukot numeroidaan kummatkin erikseen juoksevasti, ja niiden otsikoista laaditaan erillinen luettelo kirjapainoa varten.

Jos vieraskielisessä lyhennelmässä viitataan tiettyihin kuviin ja taulukoihin, on nämä varustettava vieraskielisin otsikoin ja selityksin. Muut kuvat ja taulukot voivat olla yksikielisiä.

Lähteiviitauksissa tekijännimet sijapäätteineen kirjoitetaan isoin kirjaimin. Milloin tekijöitä on kolme tai useampia, mainitaan tekstissä vain ensimmäinen (esim. HEIKURAINEN et al. 1961).

Viitekirjallisuus luetteloidaan tekijännimien (kirjoitetaan isoin kirjaimin) mukaisessa aakkosjärjestyksessä. Jos tekijöitä on useampia, nimet erotetaan pilkulla, paitsi kaksi viimeistä, jotka erotetaan &-merkillä. Tekijäin etunimistä suositellaan käytettäväksi vain alkukirjaimia. Tutkimusten nimet kirjoitetaan lyhentämättä. Julkaisusarjoista käytetään niitä lyhenteitä, jotka on painettu SILVA FENNICAN numerossa Vol.5, 1971, N:o 2. Täydellisempi luettelo on nähtävissä Seuran toimistossa. Kirjoituksen löytämisen helpottamiseksi mainitaan aikakauslehdistä myös sivunumerot. Suomenkielisistä tutkimuksista otetaan mukaan vieraskielisen lyhennelmän nimi. Esimerkkejä:

ILVESSALO, Y. 1952. Metsikön kasvun ja poistuman välisestä suhteesta. Summary: On the relation between growth and removal in forest stands. — Commun. Inst. For. Fenn. 40.1.
LINDROOS, H., NENONEN, M. & PESONEN, P. 1970. Tutkimus metsänomistajien koulutustarpeesta. Summary: Observations on the need for education of forest owners. — Silva Fenn. Vol. 4, 1970, N:o 1: 12—32.

Seuran julkaisujen toimittaja vastaa eri kirjoitusten painoasun yhtäläisyydestä, josta syystä hänen painoasua koskevia määräyksiään on noudatettava. Tekijä vastaa kirjoituksen sisällöstä. Jos käsikirjoituksesta poiketaan, lankeavat tästä aiheutuvat lisäkustannukset kirjoittajan maksettaviksi. Lähempiä tietoja antaa Seuran julkaisujen toimittaja.

KANNATTAJAJÄSENET — UNDERSTÖDANDE MEDLEMMAR

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