

Kimmo Vehkalahti

# Kyselytutkimuksen mittarit ja menetelmät



Kustannusosakeyhtiö Tammi – Helsinki

### **Kopiointikielto**

Tämä teos on oppikirja. Teoksen valokopioiminen on tekijänoikeuslain nojalla kielletty, ellei valokopiointiin ole hankittu erillistä lupaa. Tällaisesta luvasta ovat Kopiosto ry ja Suomen valtio sopineet koskien valokopiointia opetustarkoituksiin eräissä opetusministeriön alaisissa oppilaitoksissa. Lisätietoja antaa Kopiosto ry.

Teoksen muu kopioiminen tai tallentaminen digitaaliseen muotoon on ehdottomasti kielletty.

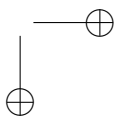
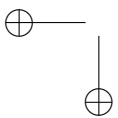
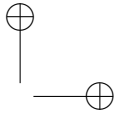
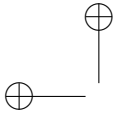
Typografia ja taitto: Kimmo Vehkalahti (Survo+ $\text{\LaTeX}$ )  
© Kimmo Vehkalahti ja Kustannusosakeyhtiö Tammi, 2008  
ISBN 978-951-26-5760-5  
Painopaikka: Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2008

# Sisällys

Alkusanat . . . . .	7
<b>1 Johdanto</b>	<b>11</b>
1.1 Kyselytutkimus . . . . .	11
1.2 Kirjan rakenne ja sisältö . . . . .	14
<b>2 Mittaus ja tiedonkeruu</b>	<b>17</b>
2.1 Johdatteleva esimerkki . . . . .	17
2.2 Kyselylomake mittausvälineenä . . . . .	20
2.2.1 Ulottuvuudet . . . . .	20
2.2.2 Osiot ja mittarit . . . . .	23
2.2.3 Avoimet ja suljetut osiot . . . . .	24
2.3 Mittauksen taso . . . . .	27
2.3.1 Luokittelu . . . . .	27
2.3.2 Järjestäminen . . . . .	30
2.3.3 Mittaaminen . . . . .	34
2.4 Mittauksen luotettavuus . . . . .	40
2.4.1 Validiteetti . . . . .	41
2.4.2 Reliabiliteetti . . . . .	41
2.5 Tiedonkeruu . . . . .	42
2.5.1 Perusjoukko ja otos . . . . .	43
2.5.2 Kokonaistutkimus ja rekisterit . . . . .	45
2.5.3 Näyteaineistot . . . . .	46
2.6 Kyselylomake tiedonkeruuvälineenä . . . . .	47

<b>3</b>	<b>Aineiston esikäsittely</b>	<b>51</b>
3.1	Aineistoon tutustuminen . . . . .	51
3.2	Yhden muuttujan tarkastelu . . . . .	52
3.2.1	Jakaumat . . . . .	52
3.2.2	Tunnusluvut . . . . .	54
3.2.3	Kuvat . . . . .	61
3.3	Muunnokset . . . . .	64
3.4	Kahden muuttujan tarkastelu . . . . .	67
3.4.1	Taulukot . . . . .	68
3.4.2	Kuvat . . . . .	71
3.4.3	Tunnusluvut . . . . .	77
3.5	Muokkaukset . . . . .	81
<b>4</b>	<b>Aineiston tiivistäminen</b>	<b>87</b>
4.1	Tilastollinen malli . . . . .	87
4.2	Mittausmalli . . . . .	91
4.3	Faktoriansalyysi . . . . .	93
4.3.1	Oletukset . . . . .	94
4.3.2	Faktoreiden tulkinta . . . . .	96
4.3.3	Mittausmallin rakennevaliditeetti . . . . .	100
4.4	Mitta-asteikko . . . . .	106
4.4.1	Faktoripisteet . . . . .	109
4.4.2	Summamuuttujat . . . . .	112
4.4.3	Mitta-asteikon reliabiliteetti . . . . .	116
<b>5</b>	<b>Havaintojen vertailu</b>	<b>121</b>
5.1	Mittauskehikko . . . . .	121
5.1.1	Vertailuperuste . . . . .	122
5.1.2	Tulosasteikko . . . . .	123
5.2	Regressioanalyysi . . . . .	124
5.2.1	Oletukset . . . . .	124
5.2.2	Selittäjien valinta . . . . .	128
5.2.3	Taustamuuttujat ja ennustevaliditeetti . . . . .	131
5.2.4	Luokitellut selittäjät . . . . .	134
5.3	Regressiodiagnostiikka . . . . .	141
5.3.1	Jäännösvaihtelu . . . . .	142
5.3.2	Vaikutusvaltaisuus ja poikkeavuus . . . . .	148

<b>6</b>	<b>Aineiston ryhmittely</b>	<b>151</b>
6.1	Hierarkkinen ja visuaalinen ryhmittely . . . . .	151
6.2	Moniulotteinen skaalaus . . . . .	159
6.3	Medoidiryhmittely . . . . .	166
<b>7</b>	<b>Ryhmien visualisointi</b>	<b>171</b>
7.1	Hajontakuvan yleistyksiä . . . . .	171
7.2	Erotteluanalyysi . . . . .	175
7.3	Korrespondenssianalyysi . . . . .	183
7.3.1	Kahden muuttujan taulukko . . . . .	183
7.3.2	Kahden muuttujan kuva . . . . .	186
7.3.3	Burtin matriisi . . . . .	189
7.3.4	Usean muuttujan kuva . . . . .	191
<b>A</b>	<b>Ohjelmistot ja dokumentointi</b>	<b>195</b>
A.1	Ohjelmistot . . . . .	195
A.1.1	Survo ja SPSS . . . . .	196
A.1.2	Aineiston perustaminen . . . . .	199
A.1.3	Dokumentoiva työskentelytapa . . . . .	202
A.2	Kuvien ja tulosteiden työkaavioita . . . . .	203
	<b>Lähteet ja kirjallisuus</b>	<b>211</b>
	<b>Kuvat, esimerkit, tulosteet ja taulukot</b>	<b>215</b>
	<b>Hakemisto</b>	<b>219</b>



## Alkusanat

*Olet kirjoittanut uuden oppikirjan. Miten luonnehtisit sitä?*

Kirja käsittelee käytännönläheisellä tavalla mittausta ja tilastollisten menetelmien soveltamista kyselytutkimuksessa.

*Keitä olet ajatellut kirjasi lukijoiksi?*

Esimerkiksi sosiologian, sosiaalipsykologian, kasvatustieteen, psykologian, viestinnän, markkinoinnin ja tilastotieteen opiskelijoita, opettajia, tutkijoita sekä muita asiantuntijoita, niin yliopistoista ja ammattikorkeakouluista kuin yrityksistä ja tutkimuslaitoksista.

*Kerro hieman itsestäsi ja kirjan aihepiirin erityisosaamisestasi.*

Olen yhteiskuntatieteelliseen mittaukseen erikoistunut ja menetelmistä kiinnostunut tilastotieteilijä. Kirjan aiheet kietoutuvat moniin sellaisiin aloihin ja asioihin, joista joutuisin kyselylomakkeessa valitsemaan kohdan *en osaa sanoa*. Toisaalta menetelmien soveltamisen kannalta osaan sanoa jotain myös useista muista kuin edellä mainituista aloista.

Olen opettanut näitä aiheita kursseilla ja koulutuspäivillä, ohjannut akateemisia opinnäytetöitä ja osallistunut tutkimusprojekteihin sekä neuvonut satoja opiskelijoita, tutkijoita ja opettajia. Myös oma tutkimustyöni tilastotieteen alalla koskee mittareita ja menetelmiä.

Soveltavana tilastotieteilijänä olen kiinnostunut eri alojen tutkimuskysymyksistä ja siitä, miten tilastotiedettä voidaan hyödyntää haettaessa vastauksia näihin kysymyksiin.

*Perustele, miksi mainitsemasi aiheet kiinnostaisivat lukijoita. Valaise myös vähän, mitä kaikkea kirjassasi käsittelet. Voit tarvittaessa jatkaa kääntöpuolelle.*

Kirjani kuviteltu kohderyhmä on laaja, samoin kuin kirjan aihepiiri. Kyselytutkimus, jonka juuret ovat selvimmin yhteiskuntatieteissä, on nykyään keskeinen tiedonkeruu- ja analysointiväline yhä useammalla alalla. En kata kaikkea, vaan nostan esiin asiantuntemukseni alueelle kuuluvia aiheita, joita ovat mittaus sekä aineiston keruu, hallinta, muokkaus ja analysointi tilastollisilla menetelmillä. Aiheet ovat paljolti alasta riippumattomia. Lisäksi tarkastelen dokumentoivaa työskentelytapaa, jota voisi tuoda enemmän esille pohdittaessa tutkimusprosessien ja -tulosten laatua ja luotettavuutta.

Näkökulmani painottuu siis tilastotieteeseen, mutta kohderyhmäni koostuu enimmäkseen muista kuin tilastotieteilijöistä. Ristiriitaa ei ole, sillä kaikilla aloilla tarvitaan tilastollisia menetelmiä mitattavissa olevan tiedon tiivistämiseen, kuvaamiseen ja mallintamiseen.

Menetelmäosaajista on jatkuvasti pulaa, mutta osaaminen ei saa olla vain tilastotieteilijöiden varassa. Tarvitaan enemmän eri alojen asiantuntijoita, jotka hallitsevat myös tilastollisten menetelmien soveltamisen oman alansa haasteissa. Kuvittelen kirjastani olevan hyötyä sen ymmärtämiseksi, mihin mitäkin menetelmää käytetään ja millaisiin tutkimuskysymyksiin menetelmillä voidaan saada vastauksia, mitä joudutaan olettamaan tai missä tilanteissa ja minkä vuoksi jotakin menetelmää ei pidä soveltaa.

Menetelmien ohella kirjaan punomani teema on mittaus, jota käsitellään usein liian vähän, liian pinnallisesti ja liian irrallaan menetelmistä. Omaksumani lähestymistapa korostaa mittauksen merkitystä ja vaikutuksia läpi kirjan.

Olen halunnut välttää teknisiä yksityiskohtia kuten laskukaavoja, joista menetelmien soveltajille ei yleensä ole paljoakaan hyötyä. Käsini ei ole enää vuosikausiin tarvinnut laskea: tietokoneet huolehtivat siitä rutiininomaisesti. Tutkimustyö ei sen sijaan ole rutiinia; sitä ei voi automatisoida. Pysin korostamaan tilastollista ajattelua. Haasteita riittää muun muassa siinä, mitä ohjelmistot kannattaa panna tekemään ja miten niiden tulosteita tulkitaan. Toivon kirjastani olevan apua tällaisten kysymysten kanssa painiskelussa.

*Kuvaile vielä kirjasi syntytapaa – mielellään lyhyesti.*

Minulta on monta kertaa kysytty, onko tästä aihepiiristä hyvää kirjaa. Tyhjentävän vastauksen antaminen on ollut vaikeaa, joten aloin harkita sellaisen kirjoittamista. Ajattelin, että olisi hyödyllistä tiivistää vuosien varrella karttuneita näkemyksiäni kirjalliseen muotoon. Aioin ensin päivittää aiemmin laatimaani monimuuttujamenetelmien monistetta, mutta palautteen ja kommenttien perusteella päätin pian ottaa tavoitteeksi kunnan painotuotteen synnyttämisen. Saatuaani työn alulle rohkenin väittää, että kirjani tulisi olemaan hyödyllinen. Toivon, että moni lukijoista olisi kanssani ainakin *osin samaa mieltä*.

Sovelluspainotteisessa lähestymistavassa hyvät esimerkit ovat tärkeitä. Halusin välttää kirjavuutta ja keksin, että kirja voisi rakentua vain yhden tutkimusasetelman varaan, kunhan se olisi riittävän edustava ja monipuolinen.



Olin onnekas, sillä sain käyttööni Maarit Valtarin tekeillä olevan sosiaalipsykologian väitöstutkimuksen kyselyaineiston. Tutkimus käsittelee *suomalaisten naisten suhtautumista omaan ulkonäköönsä*. Aihe on kiinnostava, ja sitä voi tässä lähestyä ilman erityisiä sosiaalipsykologian tietoja.

Kirjan esimerkit ja kuvat pohjautuvat ulkonäkö tutkimuksen asetelmaan, sen kyselylomakkeeseen ja aineistoon. Esittämiini sisällöllisiin tulkintoihin on syytä suhtautua varauksellisesti, koska en ole sosiaalipsykologi. Ulkonäkö tutkimuksen varsinaiset tulokset on parasta katsastaa aikanaan Maarit Valtarin väitöskirjasta.

### Kiitokset

Vaikka kirjan voi kirjoittaa yksin, on mukana joukko ihmisiä, joita ilman työtä ei saisi päätökseen, tuskin edes alulle.

Professori, VTT Lauri Tarkkonen sai kurssillaan minut innostumaan mittauskehikon ulottuvuuksista (Hirvelä & Vehkalahti, 1993).

Omien kurssieni ja koulutuspäivieni osallistujat yllyttivät oppikirjan kirjoittamiseen niin, että se todella tuntui hyvältä idealta.

Tammen kustannuspäällikkö Leena Paunonen tarttui ideaan ja auttoi monin tavoin sen muuntamisessa seoksesta teokseksi.

VTM Maarit Valtari antoi käyttööni väitöskirja-aineistonsa ja kävi viimeistelyvaiheessa käsikirjoitukseni perusteellisesti läpi.

VTM Kati Tiirikainen kommentoi kahtena kesänä keskeneräisiä kehitelmiäni – kappaleita, kuvia, kaavioita. Kiitän kukkasin!

FT, VTM Sirpa Lappalainen seurasi työn edistymistä likeltä ja toi pohdittavakseni useita yhteiskuntatieteilijän kriittisiä näkemyksiä.

Professori, FT Seppo Mustonen esitti arvokkaita kommentteja ja täytti monia Survo-toiveitani. Kirjaa on vaikea kuvitella ilman Survoa.

Dosentti, FT Simo Puntanen perehdytti minua siihen, miten julkaisuja laaditaan, työstetään ja viimeistellään.

Professori, FT Sari Lindblom-Ylänne kannusti kivasti kirjoittamaan lainaamalla kaksi klassikkoa (Jyrinki, 1977; Valkonen, 1981).

VTM Maria Valaste antoi viime vaiheissa hyödyllistä palautetta sekä rakentavia ehdotuksia ja huomautuksia.

LuK Heidi Rand ja VTK Emmi Tikkanen kommentoivat tekstiä työn loppumetreillä ja kysyivät hyviä kysymyksiä.

FT Pekka J. Nieminen ja FM Jarmo Niemelä ratkoivat ystävällisesti  $\LaTeX$ -ongelmiani asiantuntevilla neuvoillaan.

Perhepiirini merkitys on ollut suuri. Monet kohdat saivat alkunsa kirjoituslomilla Benalmádenassa ja Sastamalassa 2007 ja 2008.

Äitiäni Miiraa kiitän saamastani tuesta ja eräistä lempeistä, mutta tavattoman tarkkanäköisistä huomautuksista.

Isääni Mattia kiitän saamastani tuesta ja klassikosta (Sariola, 1956), joka merkinnöistä päätellen on luettu huolellisesti.

Veljeäni Herkkoa kiitän kadonneeksi luulemani ”*Karkkia vain karkkipäivänä*” -elokuvamme esiin kaivamisesta.

Puolisoani Sirpaa kiitän rakkaudesta ja rohkaisusta kirjasavottaan ryhtymisessä ja sen loppuun saattamisessa sekä tukemisesta ja lukemisesta kaikissa työn myötä- ja vastamäissä.

Vuosaarella 20. syyskuuta 2008

Kimmo Vehkalahti

# 1 Johdanto

Useimmat meistä ovat vastanneet johonkin kyselyyn. Laajasti käsitettynä kysely kattaa monenlaista toimintaa yksinkertaisista mielipidetiedusteluista laajoihin kyselytutkimuksiin. Kyselyjä tekevät sekä yliopistot, yritykset ja yhteisöt että tiedotusvälineet ja tutkimuslaitokset. Kyselylomakkeeseen voi törmätä yhtä hyvin työssä, kotona tai kadulla kuin kaupassa, ravintolassa tai verkossa.

Kaikkia kyselyjä ei voi pitää tutkimuksena, mutta tässä ei lähdetä tarkemmin rajaamaan, mikä on tutkimusta ja mikä ei. Kirjassa esitettäviä asioita voi hyödyntää kyselyn ”tutkimuksellisuuden” asteesta riippumatta, esimerkiksi palautelomaketta suunniteltaessa.

## 1.1 Kyselytutkimus

Kyselytutkimus on tärkeä tapa kerätä ja tarkastella tietoa muun muassa erilaisista yhteiskunnan ilmiöistä, ihmisten toiminnasta, mielipiteistä, asenteista ja arvoista. Tämän tyyppiset kiinnostuksen kohteet ovat sekä moniulotteisia että monimutkaisia.

Kyselytutkimuksessa tutkija esittää vastaajalle kysymyksiä kyselylomakkeen välityksellä. Kyselylomake on mittausväline, jonka sovellusalue ulottuu yhteiskunta- ja käyttäytymistieteellisestä tutkimuksesta mielipidetiedusteluihin, katukyselyihin, soveltuvuustesteihin ja palautemittauksiin.

Haastattelututkimuksessa tutkija tai haastattelija esittää kysymyksiä suoraan vastaajalle, esimerkiksi puhelimitse tai kasvotusten. Haastattelulomake muistuttaa kyselylomaketta. Erona on se, että kyselylomakkeen on toimittava omillaan, ilman haastattelijan apua.

## 1 Johdanto

---

Englanninkielinen termi *survey* kattaa sekä kysely- että haastattelututkimuksen, mutta valitettavasti sanalle ei ole vakiintunutta suomenmennosta. Toisinaan käytetty sana lomaketutkimus kuulostaa liian viralliselta ja hieman kuivalta, ikään kuin tutkittaisiin lomakkeita. Kysely ja haastattelu viittaavat paremmin tutkimustyössä tarvittavaan uteliaisuuteen.

Jatkossa puhutaan kyselytutkimuksesta, sillä tämän kirjan näkökulmasta kysely ja haastattelu eivät eroa käytännössä lainkaan. Kirjan näkökulmaan viittaavat sen nimessä esiintyvät mittarit ja menetelmät, jotka yhdistävät kaikkia kyselytutkimuksia. Juuri mittarien laatimisessa ja menetelmissä tilastotiede kietoutuu kiinnostavalla tavalla sisällöllisiin kysymyksenasetteluihin ja tulkintoihin.

### Mittarit

Mielipiteiden, asenteiden ja arvojen tutkiminen ei ole helppoa. Haasteita aiheuttavat lukuisat epävarmuudet: edustivatko kyselyyn osallistuneet tutkimuksen perusjoukkoa, saatiinko tarpeeksi vastauksia, oliko kysymyksiin vastattu riittävän kattavasti, mittasivatko kysymykset tutkittavia asioita, toimivatko mittarit luotettavasti, oliko kyselyn ajankohta hyvä ja niin edelleen. Osa haasteista liittyy tiedonkeruuseen, osa mittaamiseen ja osa tutkimuksen sisällöllisiin tavoitteisiin. Eniten huomiota tässä kirjassa saavat mittaamista tai mittareita koskevat tilastolliset näkökohdat.

Kyselytutkimuksessa mittarilla tarkoitetaan kysymysten ja väitteiden kokoelmaa, jolla pyritään mittaamaan erilaisia moniulotteisia ilmiöitä kuten asenteita tai arvoja. Mittareita voidaan rakentaa itse tai soveltaa aiemmin käytettyjä, ”valmiita” mittareita. Valmiisiin mittareihin on syytä suhtautua jossain määrin varauksellisesti, sillä niiden toimivuus toisessa yhteydessä ei ole itsestäänselvyys. Mitattavat ilmiötkään eivät yleensä ole kovin vakaita; ne voivat muuttua ajan kuluessa tai ilmetä eri ympäristöissä eri tavalla.

Mittarien laatiminen tapahtuu parhaimmillaan sisällön tuntevan tutkijan ja soveltavan tilastotieteilijän yhteistyönä. Tässä kirjassa korostuvat tilastotieteilijän näkemykset, mutta käytännössä tutkija on avainasemassa mittareiden määrittelyssä. Tilastotieteilijähän ei voi tietää, mitä pitäisi mitata, mutta voi auttaa siinä, miten mittaaminen kannattaisi suorittaa.

## Menetelmät

Kyselytutkimus on enimmäkseen määrällistä tutkimusta, jossa sovelletaan tilastollisia menetelmiä. Kyselyaineistot koostuvat pääosin mitatuista luvuista ja numeroista, sillä vaikka kysymykset esitetään sanallisesti, niin vastaukset ilmaistaan numeerisesti. Sanallisesti annetaan täydentäviä tietoja tai vastauksia kysymyksiin, joiden esittäminen numeroina olisi epäkäytännöllistä.

Usein sanotaan, että määrällisellä tutkimusotteella tavoitellaan yleiskäsityksiä ja laadullisilla menetelmillä pureudutaan yksityiskohtiin, mutta ei tutkimusote kaikkea ratkaise. Myös tilastollisilla menetelmillä päästään käsiksi yksityiskohtiin. Samassa tutkimuksessa saatetaan hyödyntää molempia lähestymistapoja. Sanallisia vastauksia voi olla antoisampaa analysoida laadullisilla menetelmillä, mutta saatuja tuloksia voi tiivistäen esittää määrällisillä menetelmillä. Olenaisinta on, että osaa valita tarkoituksenmukaiset lähestymistavat sen ilmiön tutkimiseen, josta on kiinnostunut.

Aineiston analysointi ei ole mekaanista käsittelyä, sillä jos se sitä olisi, ei tällaisia kirjoja tarvittaisi. Vaikka eri työvaiheita voidaan ja on syytäkin automatisoida, on menetelmien soveltaminen ja tulkinta paljolti käsityötä, joka edellyttää myös ohjelmistojen ja järkevien työskentelytapojen omaksumista.

## Mittauskehikko

Mittareiden ja menetelmien tarkastelun yhdistää käytännön kannalta hyödyllisellä tavalla *mittauskehikko*, jonka varaan kirja merkittävästi rakentuu. Kehikkoon viitataan alustavasti jo luvussa 2, mutta kokonaan se nähdään vasta kuvassa 5.1 (s. 122). Kehikon eri osiin syvennyttään vaiheittain luvuissa 4 ja 5.

Mittauskehikon on alun perin esittänyt Lauri Tarkkonen väitöskirjassaan *On Reliability of Composite Scales* (Tarkkonen, 1987). Ideaa ovat soveltaneet käytäntöön useiden eri alojen tutkijat. Mittauskehikon ja sen sovellusten teoriaperusteista kiinnostuneiden kannattaa tutustua aihepiiriin viimeaikaisiin julkaisuihin kuten Vehkalahti, Puntanen & Tarkkonen (2008, 2007, 2006); Valaste, Vehkalahti & Tarkkonen (2008); Tarkkonen & Vehkalahti (2005) tai Vehkalahti (2000). Käytännön soveltamisen kannalta se ei kuitenkaan ole välttämätöntä. Tässä kirjassa kehikon matemaattisiin yksityiskohtiin ei perehdytä.

## 1.2 Kirjan rakenne ja sisältö

Rakenteellisesti kirja seuraa kyselytutkimuksille yhteisiä vaiheita. Sisällöllisesti se yhdistää kaksi kokonaisuutta:

- mittauksen tilastolliset näkökohdat kyselytutkimuksessa
- kyselyaineiston tilastollinen mallintaminen ja kuvailu.

Olennaista käsiteltävien asioiden ymmärtämisessä ovat erilaiset tulosteet ja kuvat, joita kirjassa on runsaasti. Laskukaavoja ei ole lainkaan, sillä niistä ei yleensä ole menetelmien soveltajille hyötyä. Tietokoneet huolehtivat laskemisesta; tutkijalle kuuluvat menetelmien ja ohjelmistojen hallinta sekä lukujen ja numeroiden sanallinen tulkinta.

Luvut 2 ja 3 johdattelevat kyselytutkimuksen aihepiiriin ja luovat pohjan myöhemmissä luvuissa käsiteltäville malleille ja menetelmille. Luvussa 2 perehdytään kyselylomakkeen suunnitteluun mittauksen ja tiedonkeruun kannalta, pohjustetaan alustavasti mittauksen mallintamista sekä tarkastellaan lyhyesti, miten kyselyaineisto syntyy. Luvussa 3 käydään läpi välttämättömät aineiston esikäsittelyvaiheet, joiden kuluessa piirretään kuvia, tuotetaan taulukoita, tutkitaan tunnuslukuja sekä tehdään muunnoksia ja muokkauksia, joilla aineistoa valmistellaan varsinaisiin analyyseihin.

Luvut 4 ja 5 käsittelevät kaikissa kyselytutkimuksissa tarvittavaa aineiston tiivistämistä ja havaintojen vertailua. Aiheita yhdistää mittauskehikko, johon perehdytään vaiheittain. Aluksi keskitytään luvussa 2 pohjustettuun mittausmalliin, jonka avulla pureudutaan tutkitavan ilmiön ulottuvuuksiin. Mallin perusteella aineistoa tiivistetään mitta-asteikoiksi ja tutkitaan niiden ominaisuuksia. Kokonaisuudessaan mittauskehikko esitetään luvussa 5, jossa huomio kääntyy tiivistetyn aineiston havaintoihin. Luvut 4 ja 5 ovat sisällöltään tärkeimmät ja samalla vaativimmat. Mittauskehikon ohella esille tulevat myös keskeisimmät menetelmät, faktorianalyysi ja regressioanalyysi.

Luvuissa 6 ja 7 ryhmitellään aineistoa ja visualisoidaan ryhmiä erilaisilla monimuuttujamenetelmillä. Menetelmiä ei käsitellä yhtä yksityiskohtaisesti kuin kahdessa aiemmassa luvussa. Tarkastelut ovat esimerkkejä siitä, miten aineiston analysointia voidaan jatkaa syvemmälle.

s. 208

Liitteessä A kuvataan lyhyesti kirjassa käytettyjä Survo- ja SPSS-ohjelmistoja sekä tarkastellaan kuvien ja tulosteiden työkaavioita esimerkkeinä dokumentoivasta työskentelytavasta. Työkaavioihin viitataan luvuista 3–7 marginaaliin sijoitetulla sivunumerolla. Sekä tekstissä että tulosteissa on yhdenmukaisuuden vuoksi käytetty desimaali-erottimena pilkun sijasta pistettä.

Kirjalla on myös kotisivu (ks. [www.tammi.fi](http://www.tammi.fi)).

### Ulkonäkö tutkimus

Sekä rakenteellisesti että sisällöllisesti tärkeä kokonaisuus muodostuu Maarit Valtarin sosiaalipsykologian väitöstutkimukseen perustuvista esimerkeistä. Suomalaisten naisten suhtautumista omaan ulkonäkönsä luotaava, tekeillä oleva tutkimus on edustava esimerkki kyselytutkimuksesta. Sen kyselylomakkeessa on hyödynnetty useita erilaisia mittareita, ja tiedonkeruu on toteutettu rekisteripohjaisena otantana kahtena eri ajankohtana, vuosina 1997 ja 2005.

Ulkonäkö tutkimuksen pohjalta laadittujen esimerkkien tarkoitus on kuvata mittareiden ja menetelmien soveltamisen tilastollisia näkökohtia. Sisällöllisiin näkökohtiin on tässä kirjassa syytä suhtautua tilastotieteilijän mielikuvituksen tuotteina.

### Muita menetelmäkirjoja

Menetelmäkirjoja on julkaistu Suomessa yli 50 vuoden ajan, pääosin yhteiskunta- ja käyttäytymistieteiden piirissä. Sellaiset teokset kuten *Sosiaalitutkimuksen menetelmät* (Sariola, 1956), *Psykometriikan metodeja II* (Vahervuo, 1956), *Johdatus faktorianalyysiin* (Vahervuo & Ahmavaara, 1958), *Sosiologian tutkimusmenetelmät 2* (Eskola, 1968), *Haastattelu- ja kyselyaineiston analyysi sosiaalitutkimuksessa* (Valkonen, 1981) sekä *Kysely ja haastattelu tutkimuksessa* (Jyrinki, 1977), joiden ensipainokset ilmestyivät vuosina 1956–1974, ovat toimineet opinnäytetöiden lähteinä vielä 2000-luvulla.

Vanhoista teoksista osa on painunut unholaan, osa saavuttanut jo aikoinaan ”klassikon” aseman. Kirjoissa esitetyt tutkimuksen teon periaatteet pätevät edelleen monelta osin, mutta kun miltei kaikki tekniset ratkaisut ovat kauan olleet historiaa, on teosten käytännön hyöty vähentynyt.

## 1 Johdanto

Uudemmissakin oppikirjoissa käsitellään usein koko tutkimusprosessia suunnittelusta raportointiin. Tietokoneen käyttö nähdään olennaisena osana työskentelyä, mutta käsin laskeminen ja laskukaavat kulkevat yhä mukana yllättävän monissa teoksissa.

*Sosiaalitutkimuksen kvantitatiiviset menetelmät* (Alkula, Pöntinen & Ylöstalo, 1994) kuvaa tutkimuksen suunnittelua, aineiston hankintaa ja mittausta; analysoinnin osalta erityisesti ristiintaulukointia ja eräitä yleisimpiä tilastollisia menetelmiä. Kirjassa on SPSS-ohjelmistoon perustuvia esimerkkejä, mutta sen tärkein anti on menetelmien perusteiden selvittäminen ja tulosten tulkinta sosiaalityönteiden näkökulmasta. *Tutki ja mittaa* (Vilka, 2007) tiivistää sanallisesti määrällisen tutkimuksen perusteita suunnittelusta raportointiin unohtamatta tutkimusetiikkaa.

*Tilastolliset monimuuttujamenetelmät* (Mustonen, 1995) on perusteellinen esitys monimuuttujamenetelmistä. Vaikka kirja on monilta osin teoreettisesti vaativa, se sisältää myös runsaasti tulosten tulkinnan pohdiskelua. *Survo-ohjelmisto* (Mustonen, 2001, 1992) on keskeisellä sijalla sekä käytännön esimerkeissä että teoreettisemmissä tarkasteluissa. Myös *Tutkimusaineiston analyysi* (Nummenmaa, Konttinen, Kuusinen & Leskinen, 1997) on matemaattisesti melko vaativa teos, joka perusmenetelmien lisäksi sisältää pidemmälle meneviä mallintamismenettelyjä ja mittaamisen teoriatarkasteluja. Kirjaan sisältyy muun muassa *Survo-* ja *SPSS-*esimerkkejä.

*Tilastollinen tutkimus* (Heikkilä, 2004) kattaa kyselytutkimuksen tiedonkeruun ja mittaamisen, aineiston kuvaamisen, eräiden perusmenetelmien ja testien ohella myös tilastotieteen ja todennäköisyyslaskennan perusteita. Kirjassa työestetään asioita laskukaavojen lisäksi SPSS:llä ja Excelillä. Aihepiiriltään samantapainen teos on *Käyttätymistieteiden tilastolliset menetelmät* (Nummenmaa, 2004), jossa aineiston käsittelyyn, kuvien piirtoon ja menetelmiin tutustutaan käymällä läpi SPSS:n valikkoja ja tulostuksia. Kirjassa esiintyy melko runsaasti laskukaavoja.

Menetelmien perusteista löytyy myös paljon materiaalia verkosta. Esimerkiksi *Menetelmäopetuksen tietovaranto* (Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto, 2008) ja *Tilastokeskuksen verkkokoulu* (Tilastokeskus, 2006) ovat tutustumisen arvoisia sivustoja.



## 4 Aineiston tiivistäminen

Tulosten esittämiseen voi toisinaan riittää hyvä taulukko tai kuva, mutta sellaisen aikaansaaminen edellyttää yleensä aineiston tiivistämistä ja etenemistä perustarkasteluista pidemmälle. Näissä tehtävissä tarvitaan tilastollisia malleja ja menetelmiä.

Tässä luvussa kuvataan yleisiä mallintamisen tavoitteita ja käsitteitä, tarkennetaan kirjan alkupuolella hahmoteltua mittausmallia ja perehdytään sen avulla ulkonäkö tutkimuksen ulottuvuuksiin. Mallintamisen pohjalta aineistoa tiivistetään lopuksi merkittävästi jatkoanalyysia varten.

### 4.1 Tilastollinen malli

Tilastollisen mallin tavoitteena on ilmaista tiiviissä muodossa jotain kiinnostavaa tutkittavasta ilmiöstä. Mallin rakentamisessa eli *mallintamisessa* tarvitaan sekä ilmiön tuntemusta että tilastollisten menetelmien osaamista.

#### Tilastollisen päättelyn perusteet

Yleensä ajatuksena on, että aineisto muodostaa satunnaisotoksen jostakin hyvin määritellystä perusjoukosta (ks. kohta 2.5.1, s. 43). Otoksen avulla pyritään tekemään arvioita perusjoukkoa koskevista ominaisuuksista kuten odotusarvoista, hajonnoista, korrelaatioista tai todennäköisyyksistä. Tällaisia ominaisuuksia kutsutaan *parametreiksi* ja niiden arviointia *estimoinniksi*. Esimerkiksi perusjoukon tuntematon odotusarvo voidaan estimoida otoksesta lasketulla keskiarvolla.

#### 4 Aineiston tiivistäminen

Muita estimoitavia parametreja ovat muun muassa faktorilataukset ja regressiokertoimet, joihin perehdytään myöhemmin. Johtopäätösten tekemistä tällaisten arvioiden tai estimaattien perusteella kutsutaan *tilastolliseksi päättelyksi*.

Yksi päättelyn osa-alueista on *tilastollinen merkitsevyytestaus*. Siinä on ideana testata perusjoukkoa koskevia oletuksia eli *hypoteeseja* aineistoa vasten. Testaus muistuttaa logiikaltaan rikostutkintaa: aineisto edustaa ”todisteita”, joiden pohjalta tehdään johtopäätöksiä, ja oletuksia kumotaan vain, mikäli todisteet riittävät.

### Hypoteesien testaus

Tilastolliseen testaukseen sisältyy kahdentyyppisiä hypoteeseja. Testattavaa oletusta kutsutaan *nollahypoteesiksi*. Jos todisteet riittävät sen kumoamiseen, voimaan astuu *vastahypoteesi*. Testaus eli todisteiden kokoaminen tapahtuu jollakin tilastollisella *merkitsevyytestillä*. Erityyppisiä testausasetelmia on lukuisia, samoin erilaisia testejä, mutta yhteistä niille on testauksen ja päättelyn periaate:

1. asetetaan nollahypoteesi ja vastahypoteesi,
2. kerätään ”todisteet” yhteen *testisuureksi*,
3. tiivistetään testaustulos *p-arvoksi* ja
4. tehdään *p-arvon* perusteella *johtopäätökset*.

Testin *p*-arvo eli *havaittu merkitsevyytaso* kertoo, kuinka vahvat todisteet nollahypoteesia vastaan on esitetty. *Tilastollisesti merkitsevä p*-arvo tarkoittaa vahvoja todisteita, mutta se, onko tulos *sisällöllisesti merkittävä*, on tutkijan pääteltävä. Tilastollinen merkitsevyys ei sellaisenaan tarkoita paljoakaan eikä välttämättä takaa mitään oikeasti merkittävää. Se on vain yksi päättelyn apuneuvo, jota usein korostetaan aivan liikaa.

Monissa kyselytutkimusten testausasetelmissä voidaan pitää riittävänä todisteena nollahypoteesia vastaan noin 0.05:n suuruista *p*-arvoa. Se vastaa tällöin *viiden prosentin riskiä* tehdä päättelyssä väärä johtopäätös, hylätä paikkansa pitävä nollahypoteesi. Tätä ”riskirajaa” sovelletaan yleisesti. Päättely ei kuitenkaan saa olla liian mekaanista, esimerkiksi *p*-arvo 0.049 on käytännössä aivan sama kuin 0.051.

Dramaattisempia tulkintoja  $p$ -arvoille saadaan tilanteissa, joissa tilastollinen riski kytkeytyy johonkin todelliseen riskiin. Klassinen esimerkki on uuden lääkkeen testausasetelma, jossa  $p$ -arvo kytkeytyisi lääkkeen käyttäjän riskiin sairastua vakavasti. Lääke tuskin pääsisi markkinoille, jos riski olisi ”viiden prosentin luokkaa”, siis jos yksi 20:stä saattaisi sairastua vakavasti.

### Uskottavuuspäätely ja mallintaminen

Keskeisellä sijalla tilastollisessa päätelyssä on niin kutsuttu *uskottavuuspäätely*, joka tarkoittaa, että kiinnostaville parametreille pyritään löytämään aineiston valossa uskottavimmat estimaatit. Vastavaa estimointimenetelmää, jota kutsutaan *suurimman uskottavuuden (maximum likelihood)* menetelmäksi, sovelletaan monissa yhteyksissä, kuten faktorianalyyseissa, kohdassa 4.3 (s. 93).

Mallintamista voidaan tyypitellä teoriapainotteisuuden perusteella. *Konfirmatorinen* mallintaminen edellyttää vankkaa sisällöllistä teoriapohjaa ja yksityiskohtaisempia hypoteeseja, joita voidaan testata tilastollisesti. Usein siinä tarvitaan myös erikoistuneempien menetelmien ja ohjelmistojen tuntemusta. *Eksploratiivinen* mallintaminen perustuu aineistolähtöiseen toimintaan, jossa tilastollisen testauksen sijaan korostuu aineiston kuvaaminen. Käytännön tutkimusasetelmat sijoittuvat yleensä jonkin näiden ääripäiden väliin. Tämän kirjan lähestymistapa vastaa tyypillisiä kyselytutkimuksen tilanteita ja on siten melko eksploratiivinen.

### Epävarmuuksia ja riskejä

Tilastollisilla malleilla on yksi yhteinen piirre: niiden avulla ei ilmaistakaan tarkkoja totuuksia, ainoastaan todennäköisyyksiä. Mallinnetaan mitä tahansa ilmiötä kuinka hyvin tahansa, niin mukana on myös liuta epävarmuustekijöitä. Niiden vaikutuksia voidaan arvioida ja kenties vähentää muttei täysin poistaa. Johtopäätöksiin sisältyy epävarmuuksia ja riskejä, joiden hallinta kuuluu tilastolliseen mallintamiseen ja päätelyyn.

Osa epävarmuuksista voi johtua ilmiön teorian tuntemuksen puutteesta: asiaan vaikuttavia tekijöitä ei ole osattu ottaa huomioon riittävästi tai teoria ei kaikilta osin päde oletetulla tavalla. Osa epävarmuuksista johtuu tiedonkeruusta: otos ei vastauskadon myötä edusta

#### 4 Aineiston tiivistäminen

perusjoukkoa tai näyteaineistoon ei saatu tavoiteltuja henkilöitä. Oli tiedonkeruun tapa ja teorian osuus mikä hyvänsä, niin osa epävarmuuksista johtuu mittauksesta: joidenkin käsitteiden operationalisointi on epäonnistunut, osaa kysymyksistä ei ole ymmärretty, tai ne on ymmärretty eri tavalla kuin tutkija on tarkoittanut, tai eri vastaajat ovat ymmärtäneet ne eri tavoin. Kenties kysymyksiä on ollut liikaa, ja vastausväsymyksen on alkanut vaikuttaa. Lisäksi vastauksia voi hämärtää *sosiaalinen suotavuus*, joka tarkoittaa sitä, että vastaaja pyrkii vastauksillaan välittämään itsestään myönteisen vaikutelman. Epävarmuuden lähteitä on siis lukuisia.

Joitakin epävarmuuksia voidaan hallita tekemällä sopivia oletuksia, mutta oletukset voivat myös aiheuttaa lisää epävarmuuksia, etenkin jos niitä on liikaa tai ne ovat epärealistisia. Oletuksia on helppo tehdä, mutta pitäisi myös tutkia, missä määrin ne pitävät paikkansa. Mallit ovat sitä yleiskäyttöisempiä ja tulokset sitä uskottavampia, mitä vähemmällä oletuksilla toimitaan.

#### Mallit ja menetelmät

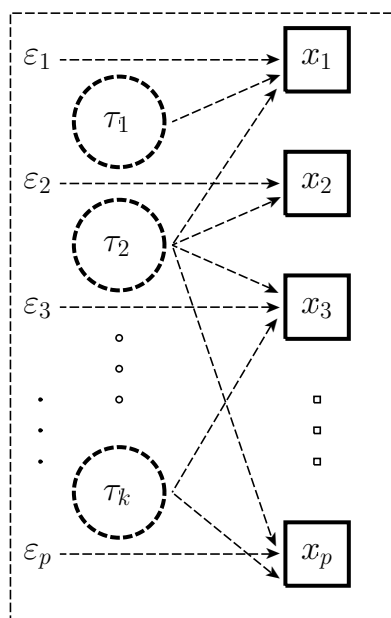
Tilastollisista malleista tehtyjen johtopäätösten yleistäminen on mahdollista, mikäli aineisto muodostaa edustavan otoksen jostakin perusjoukosta. Kiintoisia analyyseja voidaan tehdä myös aineistolähtöisesti, jolloin ei tarvita teoriasta johdettuja malleja vaan menetelmät riittävät. Analyysien perusteella tehdyt päätelmät rajoittuvat tällöin enemmän aineiston tasolle.

Tässä kirjassa käsitellään eräitä tyypillisimpiä malleja ja menetelmiä. Mallipohjaisempia menetelmiä edustavat etenkin perusmenetelmät *faktorianalyysi* ja *regressioanalyysi*, kun taas puhtaasti aineiston kuvaamisen menetelmiä ovat esimerkiksi *hierarkkinen ryhmittely* ja *korrespondenssianalyysi*. Yhteistä näille menetelmille on, että analysoitavana on yhtäaikaan useita muuttujia. Siksi niitä kutsutaan monimuuttujamenetelmiksi.

Tässä kirjassa käsiteltävillä menetelmillä selviää käytännössä pitkälle. Turhan monimutkaisia menetelmiä on jopa syytä välttää. Vaikka itse osaisi niitä soveltaa, voivat tulokset jäädä muilta ymmärtämättä. ”Hienompia” malleja tai menetelmiä ei ole syytä edes kokeilla, ellei hallitse perusmenetelmiä kunnolla.

## 4.2 Mittausmalli

On aika palata luvussa 2 hahmoteltuun mittausmalliin ja tarkentaa sen määrittelyjä. Kuva 4.1 on muutoin täysin sama kuin kuva 2.1 (s. 21), mutta kysymysmerkit on nyt korvattu uusilla merkinnöillä. Näitä mittausmallin matemaattisesta esityksestä periytyviä merkintöjä käytetään vain käsitteiden tarkempaan määrittelyyn, eikä niitä vastaavia kaavoja tässä yhteydessä tarvita. Riittää tarkastella kaavojen sijasta kaaviota ja ymmärtää sen eri osien merkitykset.



Kuva 4.1. Mittausmalli.

Mittausmalli on esimerkki tilastollisesta mallista. Se täsmentää, mitä mitataan ja miten. Malli on ajatusrakennelma, jonka tutkija laatii työpöydällään. Mitä enemmän käytettävissä on ilmiötä koskevaa teoriaa tai aiempiin tutkimuksiin perustuvaa muuta tietoutta, sitä vankempi rakennelma tulee olemaan.

### Käsitteet ja merkinnät

Mittausmalli sisältää kolmenlaisia käsitteitä (ks. kuva 4.1):

1. *Tosiarvoja*, jotka on piirretty ympyröinä ja merkitty kreikkalaisilla  $t$ -kirjaimilla (*tau*). Tosiarvot vastaavat tutkittavan ilmiön ulottuvuuksia, joiden lukumäärä  $k$  on tärkeimpiä mittausmallin oletuksia. Sen määrittäminen on ensisijaisesti sisällöllinen ja korkeintaan toissijaisesti tilastollinen haaste.
2. *Osoita*, jotka on piirretty neliöinä ja merkitty  $x$ -kirjaimin. Osiot ovat kysymyksiä tai väitteitä, joita on  $p$  kappaletta. Yleensä ne muodostavat yhden tai useampia mittareita, joilla tosiarvoja pyritään mittaamaan. Oletus on, että  $p$  on suurempi kuin  $k$  eli osoita on enemmän kuin tosiarvoja. Muistisääntönä voi ajatella, että tosiarvoja on ”kohtalaisesti” ja osoita ”paljon”. Määrä ei kuitenkaan kelpaa perusteeksi hyvälle mittaukselle.
3. *Mittausvirheitä*, joita on merkitty kreikan  $e$ -kirjaimin (*epsilon*) ja jotka väijyvät kunkin osion taustalla. Niitä ei voi kokonaan välttää, mutta mitä vähemmän mittausvirhettä, sitä parempi on mittauksen reliabiliteetti.

Tosiarvojen – siis esimerkiksi todellisten asenteiden tai arvojen – ajatellaan vaikuttavan siihen, miten ihminen lomaketta täyttäessään vastaa hänelle esitettyihin kysymyksiin tai väitteisiin. Siitä syystä mittausmallin nuolet osoittavat tosiarvoista osioihin. Kuten kuvasta 4.1 ilmenee, kutakin tosiarvoa kohti voi ja on hyväkin olla useita osoita. Vastaavasti yksi osio voi mitata useampaa tosiarvoa; se on moniulotteisessa mittaamisessa aivan luonnollista.

Tosiarvoja ja mittausvirheitä on tapana merkitä kreikkalaisilla kirjaimilla sen vuoksi, että ne ovat teoreettisia käsitteitä, joita ei voi suoraan havaita. Ne ovat osa ajatusrakennelmaa samoin kuin katkoviivoin piirretyt nuolet, tosiarvojen ympyrät ja koko mittausmallin kehys. Osiot ovat ainoat käytännössä vastaajalle näkyvät mittausmallin osat. Pyrkimys on mitata tosiarvoja, mutta se on mahdollista vain epäsuorasti, osioiden välityksellä.

### Ulkonäkö tutkimuksen mittausmalli

Luvussa 2 hahmoteltiin ulkonäkö tutkimuksesta kysymyksenasettelu, jossa suomalaisten naisten ulkonäkö käsityksiä tarkastellaan kolmen ulottuvuuden kannalta. Ulottuvuudet ovat 1) *itsetunto ulkonäköasioissa*, 2) *panostaminen ulkonäköön* ja 3) *sosiaaliset ulkonäköpainheet*. Näitä mitataan kolmella mittarilla, joista ensimmäiseen sisältyy 22, toiseen 20 ja kolmanteen 11 osiota.

Aineiston tiivistämistä ajatellen hyötysuhde vaikuttaisi erinomaiselta. Mallia on hahmoteltava paljon tarkemmin pohtimalla muun muassa, minkä osioiden oletetaan mittaavan mitäkin tosiarvoja. Näitä asioita on syytä miettiä perusteellisesti jo mittareita laatiessa. Tässä yhteydessä yksityiskohtaisempi pohdiskelu sivuutetaan.

Kun malli on tällä tarkkuudella laadittu, voidaan alkaa koetella sen toimivuutta. Tilastollisen mallintamisen seuraavassa vaiheessa valitaan tarkoituksenmukainen menetelmä, jolla mallin parametrit estimoidaan aineiston perusteella. Kiinnostavia ovat muun muassa seuraavat ulottuvuuksia ja osioita koskevat kysymykset:

- Tukeeko aineisto oletusta kolmesta ulottuvuudesta?
- Ovatko ulottuvuudet nimettävissä kuten ajateltiin?
- Mitkä mallin osioista toimivat parhaiten, mitkä huonoiten?
- Millaisia yhteyksiä tosiarvojen ja osioiden välillä vallitsee?

Vastauksia saadaan tutkimalla ja tulkitsemalla menetelmän, tässä tapauksessa faktorianalyysin, tulostuksia.

## 4.3 Faktorianalyysi

Faktorianalyysi on tilastollinen menetelmä, jolla mitä erilaisimpia mittausmallirakennelmia voidaan tarkastella havaintoaineistojen valossa, niin kyselytutkimuksessa kuin muissakin yhteyksissä. Kyseessä on yksi perinteisimmistä menetelmistä, jota on tutkittu ja sovellettu laajalti jo yli vuosisadan ajan. Faktorianalyysia pidetään yhtenä tilastotieteen menestystarinana erityisesti yhteiskuntatieteissä (Cudeck & MacCallum, 2007).

#### 4 Aineiston tiivistäminen

Sana ”faktori” tarkoittaa mittauskehikossa samaa kuin tosiarvo tai ulottuvuus. Kirjallisuudessa käytetään myös nimitystä *yhteisfaktori* erotukseksi *ominaisfaktoreista*, jotka tarkoittavat osiokohtaisia, satunnaisia häiriötekijöitä. Mittauskehikossa ominaisfaktorit tulkitaan mittausvirheiksi.

Faktorianalyysi koostuu useasta vaiheesta lähtien mittausmallin parametrien estimoinnista ja päätyen varsinaiseen aineiston tiivistämiseen mitta-asteikoiksi. Tässä luvussa näitä vaiheita selvennetään sekä yleisellä tasolla että ulkonäkötutkimuksen esimerkkien avulla.

### 4.3.1 Oletukset

Kuten tilastolliset menetelmät yleensä, myös faktorianalyysi toimii tiettyjen oletusten varassa. Mitä paremmin oletukset pätevät, sitä luotettavampia analyysin tulokset ovat, ainakin tilastolliselta kannalta. Sisällöllisesti luotettavuuteen vaikuttavat muutkin seikat.

Osa faktorianalyysin oletuksista liittyy lähinnä menetelmän teoreettisiin tarkasteluihin. Tilastotieteen teoria ja sovellusalojen käytäntö ovat kuitenkin kaksi eri maailmaa, ja käytännössä faktorianalyysi, kuten muutkin monimuuttujamenetelmät, sietävät melko hyvin poikkeamia teoreettisista oletuksista. Tiedetyt keskeiset oletukset on kuitenkin syytä tiedostaa, jotta osaa soveltaa faktorianalyysia oikealla tavalla ja oikeanlaisissa tilanteissa.

### Havaintojen riippumattomuus

Havaintojen oletetaan olevan toisistaan riippumattomia. Kyselytutkimuksessa tämä tarkoittaa, etteivät eri vastaajien antamat vastaukset saisi riippua toisistaan ajan tai paikan suhteen. Tämä oletus rajaa käytännössä pois muun muassa aikasarja-aineistot, pitkittäistutkimusaineistot ja hierarkkiset koesuunnitteluaineistot. Kaikissa näissä tutkimusasetelmat ovat sellaisia, että havainnot riippuvat enemmän tai vähemmän toisistaan. Faktorianalyysin kannalta riippuvuutta on tällöin ”väärässä suunnassa”.

Silloin kun havaintojen riippumattomuusoletus pätee, aineiston havaintojen järjestyksellä ei ole väliä. Edellä mainittuja aineistotyyppä ei sen sijaan voi järjestää mielivaltaiseen järjestykseen aineiston sisällön kärsimättä. Esimerkiksi aikasarja-aineistossa havaintojen ajallinen järjestys on aineiston olennainen ominaisuus. Tällaisten aineis-



tojen analysointiin tarvitaan pidemmälle meneviä faktorianalyysin muunnelmia ja muita menetelmiä, joita ei tässä kirjassa käsitellä.

Tavanomaisessa kyselytutkimusaineistossa ei haittaa, että osa vastaajista on samalta alueelta – sehän on päinvastoin aivan tyypillistä. Mahdollisia vastaajien välisiä alueellisia riippuvuuksia voidaan tutkia tavanomaisten taustamuuttujien avulla. Parhaiten tällaisia riippuvuuksia hallitaan tarkoituksenmukaisella otanta-asetelmalla. Tutkimusajankohdan selkeä määrittely ja dokumentointi auttaa arvioimaan havaintojen mahdollisia riippuvuuksia aineiston ulkopuolisista tekijöistä kuten yhteiskunnallisista tilanteista ja tapahtumista.

### Muuttujien riippuvuus ja jakauma

Muuttujien välillä oletetaan ilmenevän selkeitä riippuvuuksia. Tämä on siinä mielessä selvää, että mittareita konstruoitaessa pyritään kehittämään useampia, samaa ulottuvuutta mittaavia osioita. Riippuvuuksien oletetaan olevan lineaarisia, toisin sanoen faktorianalyysi perustuu muuttujien välisiin korrelaatioihin (ks. kohdat 3.4.2, s. 71 ja 3.4.3, s. 77). Selvimmin näistä tarkasteluista pois jäävät luokitelutasoiset muuttujat. Niille on käyttöä myöhemmin muun muassa jatkoanalyysien taustamuuttujina.

Faktorianalyysin taustalla on periaatteessa oletus normaalijakamasta, jonka pätiessä kohdassa 3.4.3 (s. 77) mainitut tyhjentävät tunnusluvut, siis keskiarvot, keskihajonnat ja korrelaatiot, riittävät aineiston olennaisen informaation kuvaamiseen. Tarkemmin sanottuna oletus koskee muuttujien yhteisjakamaa, jota kutsutaan *multinormaalijakaumaksi*. Oletus ei oikeastaan päde käytännössä, sillä tyypilliset kyselytutkimuksen mittaukset eivät ole edes yksittäin normaalisia. Faktorianalyysi sietää kuitenkin tällaiset poikkeamat hyvin.

### Aineiston koko

Eräs yleisimpiä tilastotieteilijälle esitettyjä kysymyksiä niin faktorianalyysin kuin muidenkin analyysien yhteydessä koskee aineiston kokoa, etenkin havaintojen lukumäärää. Kysymykseen ei ole yksiselitteisiä vastauksia, sillä asiaan vaikuttavat monet seikat, joista vain osa on tilastollisia. Aineiston tavoitekoko voi määräytyä tutkimusasetelman perusteella, mutta lopullisen koon ratkaisevat usein tiedonkeruun kustannukset ja aikataulu, vastausprosentti ja vastausten laatu. On

4 Aineiston tiivistäminen

helppo neuvoa keräämään niin paljon havaintoja kuin mahdollista, mutta laatua ei voi korvata määrällä. Myös pienempien aineistojen analysointi on mahdollista.

Mittausmallin perusteella on jo selvää, että muuttujia on oltava enemmän kuin faktoreita. Havaintojen osalta vaatimus ei ole näin yksiselitteinen. Jonkinlaisena miniminä voidaan pitää muuttujien ja faktoreiden määrien tuloa, sillä se vastaa tärkeimpien analyysilla estimoitavien parametrien määrää. Muiden parametrien takia siihen on vielä lisättävä muuttujien määrä kertaalleen.

Vaikka faktoreiden määrä olisi kohtuullinen eikä muuttujia olisi paljonkaan, on estimoitavia parametreja pian useita kymmeniä tai satoja. Estimoinnin vakauden ja tulosten luotettavuuden kannalta olisi hyvä, että havaintoja olisi kutakin parametria kohden useita, eikä niin, että jonkin parametrin estimointi on yhden havainnon varassa.

Ulkonäkötutkimuksen esimerkkitalanteessa, jota seuraavaksi käsitellään, rajoitetaan aineiston ensimmäiseen keruuvuoteen 1997, koska ei voida olettaa, että tilanne olisi rakenteellisesti samanlainen vuonna 2005. Tällöin ollaan jo aineiston koon suhteen hieman arveluttavilla rajoilla, sillä havaintoja jää käyttöön vain 268 senkin jälkeen, kun puuttuvat tiedot on paikattu (ks. kohta 3.5, s. 81). Kolmen faktorin ja 53 muuttujan mallissa estimoitavia parametreja on kaikkiaan 212. Kun asetelmaa lavennetaan neliulotteiseksi, parametrien lukumäärä nousee jo 265:een, siis käytännössä samaan kuin osa-aineiston koko. Johtopäätöksiä tehdessä on viisasta välttää ylitulkintoja.

### 4.3.2 Faktoreiden tulkinta

Mittausmallin parametrien estimointia faktorianalyysillä kutsutaan *faktoroinniksi*. Lähtökohtana on kohdassa 3.4.3 (s. 77) käsitelty korrelaatiomatriisi, johon sisältyvä informaatio pyritään tiivistämään määritellyn mittausmallin mukaisesti.

Tärkeimpiä estimoitavia parametreja kutsutaan *faktorilatauksiksi*. Ne heijastelevat faktoreiden ja osioiden välisiä yhteyksiä, joita kuvassa 4.1 (s. 91) havainnollistivat näiden väliset nuolet. Koska yhteydet oletetaan lineaarisiksi, ovat faktorilatauksetkin korrelaatioita ja siten periaatteessa helposti tulkittavissa. Muita parametreja ovat mittausvirheiden varianssit, joita on yhtä paljon kuin osioita.

Tehdään nyt faktorianalyysi ulkonäkötutkimuksen mittausmallista, jonka pohtiminen aloitettiin jo luvussa 2. Korrelaatiomatriisi

53 muuttujasta perustuu siis 268 havaintoon, ja tiedot halutaan tiivistää kolmeksi faktoriksi. Tältä pohjalta parametrien estimointi suurimman uskottavuuden faktorointimenetelmällä tuottaa seuraavaksi tarkasteltavasta tulosteesta 4.1 löytyvät 216 lukua. Nyt pitäisi vain saada selville, mitä nuo luvut tarkoittavat ja mitä niistä voi päätellä.

**Tuloste 4.1.** Kolme faktoria vuoden 1997 aineistosta.

	F1	F2	F3	Comm	
k26.1	0.71	-0.27	0.15	0.60	Olen tyytyväinen ulkonäkööni.
k26.2	0.73	-0.10	0.05	0.54	Vaatteet näyttävät hyvältä päälläni.
k26.3	0.74	-0.28	0.14	0.64	Pidän ulkonäöstäni juuri sellaisenaan.
k26.4	-0.33	0.21	0.22	0.20	En pidä kehostani.
k26.5	0.59	0.18	-0.03	0.38	Olen naisellinen.
k26.6	-0.46	0.07	0.37	0.35	En ole fyysisesti viehättävä.
k26.7	0.53	-0.16	0.41	0.47	Olen aina hyvännäköinen ajankohdasta...
k26.8	0.56	-0.18	0.25	0.40	Laittautumattakin näytän hyvälle.
k26.9	0.70	0.10	-0.16	0.52	Kehoni on seksuaalisesti viehättävä.
k26.10	0.54	-0.26	0.41	0.53	Olen aina ollut tyytyväinen ulkonäkööni.
k26.11	0.40	0.06	0.28	0.25	Ulkonäkö kertoo millainen ihminen olen.
k26.12	-0.58	0.02	0.37	0.48	Olen ruma.
k26.13	0.54	-0.11	0.21	0.35	Ulkonäköni vastaa sisäistä minääni.
k26.14	-0.19	0.28	-0.18	0.15	Suhtautumiseni ulkonäköni vaihtelee.
k26.15	0.08	0.36	-0.27	0.21	Meikattuna olen tyytyväisempi ulkonäkööni.
k26.16	0.35	0.49	0.07	0.36	Ulkonäköni on tärkeä osa minua.
k26.17	0.66	0.13	-0.02	0.45	Olen kaunis nainen.
k26.18	-0.68	0.13	0.26	0.55	En pidä ulkonäöstäni.
k26.19	0.52	-0.05	0.15	0.30	Olen fyysisesti hyvässä kunnossa.
k26.20	0.43	0.45	0.31	0.48	Minulle on tärkeitä, että näytän hyvälle.
k26.21	0.18	0.33	-0.07	0.15	Tiedän, jos olen "huonosti laitettu".
k26.22	0.65	-0.16	0.01	0.44	Pidän siitä mille näytän ilman vaatteita.
k30.1	0.25	0.42	0.10	0.25	Katson aina miltä näytän kun lähdän...
k30.2	0.24	0.53	0.26	0.40	Tarkastan ulkonäköni peilistä aina,...
k30.3	0.18	0.62	0.13	0.44	Käytän aikaa itseni "laittamiseen"...
k30.4	0.11	0.61	0.15	0.41	Yritän aina parantaa ulkonäköäni.
k30.5	0.42	0.51	-0.16	0.46	Nautin kun ihmiset katsovat minua.
k30.6	-0.46	0.11	0.30	0.31	En mielelläni käy yleisillä rannoilla...
k30.7	-0.14	0.46	-0.05	0.24	Pukeudun niin, ettei "heikot kohtani"...
k30.8	0.33	0.44	-0.23	0.36	Ostan vaatteita, joissa näytän hyvälle.
k30.9	-0.19	-0.36	0.38	0.31	En välitä miltä vaatteeni näyttävät...
k30.10	0.26	0.48	-0.14	0.31	Pukeudun mielelläni seksikkäästi.
k30.11	0.25	0.31	0.20	0.20	Liikun pitääkseni vartaloni "kunnossa".
k30.12	-0.25	-0.16	0.54	0.38	Yritän olla huomaamattoman näköinen.
k30.13	-0.13	0.30	0.00	0.11	Olen aikonut mennä plastiikkakirurgille.
k30.14	0.05	0.46	-0.24	0.27	Viehättävänä olen myös halukkaampi...
k30.15	0.29	0.51	0.03	0.34	Pyrin herättämään huomiota ulkonäölläni.
k30.16	-0.32	0.19	0.37	0.28	Ulkonäköni takia jätän osallistumatta...
k30.17	-0.38	0.12	0.38	0.30	En osallistu iltamenoihin ulkonäköni...
k30.18	-0.20	-0.41	0.19	0.24	Käytän vähän kauneudenhoitotuotteita.
k30.19	0.14	0.27	0.13	0.11	Kiinnitän erityistä huomiota hiuksiini.
k30.20	0.14	0.60	0.19	0.41	Käytän aikaa ulkonäköni tutkimiseen.
k71.1	-0.13	0.14	0.09	0.05	Ulkonäkö on yliarvostetussa asemassa.
k71.2	-0.04	0.37	0.03	0.14	Miellyttävästä ulkonäöstä on hyötyä.
k71.3	-0.08	0.36	0.30	0.23	Hyvännäköiset pärjäävät elämässään...
k71.4	-0.04	0.36	0.21	0.17	Hyvännäköiset ihmiset ovat suositumpia.
k71.5	-0.20	0.21	0.01	0.08	Hoikkuuden ihannointi asettaa paineita.
k71.6	-0.07	0.23	-0.04	0.06	Ulkonäkövaatimukset naisille ovat kovia.
k71.7	-0.31	0.43	0.03	0.29	Median naiskuva vähentää tyytyväisyyttä...
k71.8	-0.39	0.42	0.08	0.34	Koetan olla kauneusihanteiden mukainen.
k71.9	0.05	-0.29	-0.08	0.09	Elämässä pärjää ulkonäöstä riippumatta.
k71.10	-0.11	0.21	-0.00	0.06	Nuoria ja hoikkia naisia ihannoidaan.
k71.11	-0.07	0.20	-0.06	0.05	Naisten ulkonäkö merkitsee enemmän...
Sumsqr	8.05	5.85	2.59	16.49	

### Tulosteen tulkintaa

Tässä vaiheessa tehdään nimenomaan *tulosteen* eikä *tulosten* tulkintaa. Parhaimmillaan ahertaminen voi johtaa tuloksiin ja syvällisempiin tulkintoihin, mutta se vaatii yleensä useita vaiheita, joista tämä on vasta ensimmäinen. Mikään ei takaa, että mallin parametrien estimointi osuisi heti kohdalleen.

Faktoriansalyysistä paljon olennaista tiivistyy tulosteeseen 4.1, mutta kuten myöhemmin havaitaan, tiedot voidaan esittää selvemminkin. Tulosteessa on yksi rivi kutakin analyysiin valittua muuttujaa kohden sekä otsikko- ja yhteenvetorivi. Vasemmalla olevista muuttujien nimistä voi päätellä, että kyseessä on kolme mittaria, jotka on numeroitu alkuperäisen lomakkeen mukaisesti k26, k30 ja k71. Oikealla on näihin kuuluvien osioiden sanalliset sisällöt. Alkuperäisiä kyselylomakkeen sanamuotoja on tilankäytön takia tiivistetty, mutta kokonaiskuvan saamiseen ne soveltuvat hyvin ja ovat helpompia hahmottaa. Osoiden yksityiskohtainen tutkiskelu kuuluu aineiston perustarkasteluihin (ks. luku 3), joten todellisuudessa osiot tunnetaan tässä vaiheessa jo hyvin.

Pystyriivien otsikoissa ovat faktoreiden ”nimet” F1, F2 ja F3. Sen kummempia eivät ohjelmistot tietenkään kykene tarjoamaan. Eräs tulkinnan tärkeimpiä asioita on faktoreiden nimeäminen. Sitä varten pitää perehtyä tulosteen lukuihin.

Luvuista suurin osa on faktorilatauksia, ja niihin myös tulkinta enimmiltä osin perustuu. Niistä muodostuu niin sanottu *faktorimatriisi*. Lataukset, jotka siis kuvaavat faktoreiden ja osioiden välisiä yhteyksiä korrelaatioina, voivat olla positiivisia tai negatiivisia, yhteyden luonteesta riippuen. Tulosteessa 4.1 valtaosa latauksista on positiivisia, mutta negatiivisiakin on jonkin verran. Esimerkiksi faktorin F1 ja osion k26.3 välinen lataus on 0.74, kun taas osion k26.18 lataus samalle faktorille on -0.68. Vastakkaisuus selittyy helposti tutkimalla osioiden sanamuotoja (vrt. kohta 3.3, s. 64).

Faktorilatauksia tarkastelemalla voi tuntua siltä, että jokainen osio latautuu jokaiselle faktorille. Se ei vaikuta miellyttävältä, sillä mallintamisen idea olisi ilmaista asioita tiiviimmin. Tarkemmin katsottuna lukujen suuruudet vaihtelevat. Mitä suurempi lataus osiolla on jollekin faktorille, sitä pienempiä sen lataukset näyttävät olevan muille faktoreille. Tämä pätee yleisesti: sama osio ei voi latautua voimakkaasti usealle faktorille. Se on myös luontevaa – pyritäänhän

osiot alun alkaen laatimaan niin, että ne mittaisivat vain yhtä asiaa. Puhtaasti niin yksinkertainen rakenne ei ole realistinen, koska tutkittavat ilmiöt ovat moniulotteisia. Luonnostaan mukana on myös osioita, jotka latautuvat useammalle kuin yhdelle faktorille.

Tulosteen 4.1 neljännen pystyrivin (Comm) lukuja tutkimalla saadaan käsitys mittausvirheiden vaikutuksista. Luvut lähestyvät asiaa positiivisessa valossa, sillä ne ilmaisevat, kuinka suuri osa kunkin osion vaihtelusta tulee tiivistetyksi faktoreilla. Nämä luvut, joita kutsutaan nimellä *kommunaliteetti*, eivät siis ole korrelaatioita vaan suhteellisia osuuksia. Mitä lähempänä kommunaliteetti on ykköstä, sitä paremmin osio mittausmallissa toimii. Parhaisiin osioihin näyttäisivät lukeutuvan ainakin edellä mainitut k26.3 ja k26.18. Jos kommunaliteetti on lähellä nollaa, ei osiosta saada juuri hyötyä irti mallissa. Silloin joudutaan tulkitsemaan, että osion vaihtelusta suurin osa johtuu mittausvirheistä. Tällaisia osioita näyttäisi tulosteessa olevan jonkin verran, erityisesti k71-mittarissa.

Jäljellä on enää tulosteen 4.1 alimman, yhteenvetorivin tulkinta. Sen luvut, jotka ovat aivan eri suuruusluokkaa kuin faktorilataukset tai kommunaliteetit, kuvaavat faktoreiden *voimakkuuksia*, eli sitä, miten voimakkaasti osiot kaikkiaan ovat niihin yhteyksissä. Faktorit esiintyvät tulosteessa voimakkuusjärjestyksessä. Sumsqr-otsikko viittaa siihen, että voimakkuudet ovat faktorilatausten pystyriveittäin laskettujen neliöiden summia. Kommunaliteetit ovat vastaavia lukuja vaakariveittäin laskettuina. Lukuja ei tarvitse itse laskea, vaan ne sisältyvät faktorianalyysin tulostuksiin.

Aivan viimeinen luku tulosteessa 4.1 on voimakkuuksien summa 16.5, joka on samalla myös kommunaliteettien summa. Siitä voi päätellä, miten hyvin malli kokonaisuudessaan tiivistää faktoreiden ja osioiden välisiä yhteyksiä ja miten suuri osuus on mittausvirheillä. Korrelaatioiden myötä muuttujien varianssit ovat ykkösiä. *Kokonaisvaihtelusta*, jota on alun perin 53 yksikön verran, on faktorianalyysi tiivistänyt *yhteisvaihteluksi* 16.5 yksikköä, siis noin 30 %, josta ensimmäisen faktorin osuus on noin puolet. Mittausvirheiden tiliin menee suurin osa, lähes 70 %, joten ei olisi kovin järkevää käyttää osioita jatkoanalyysissä sellaisenaan. Faktorianalyysillä saadaan parhaiten käyttöön jatkoon kannalta olennainen informaatio. Tärkein tavoite ei ole vaihtelun määrällinen tiivistäminen, vaan faktoreiden ja osioiden välisten yhteyksien kuvaaminen.

### 4.3.3 Mittausmallin rakennevaliditeetti

Vaikka faktorianalyysin tulostuksen tärkeimmät osat ovat edellä tulleet selvitettyiksi, on kokonaiskäsitksen muodostaminen tulosteen 4.1 perusteella hankalaa. Se johtuu tulosteen *surkeasta esitystavasta*: siinä on kyllä kaikki tarvittavat ainekset, mutta ne ovat tulkintaa ajatellen väärässä järjestyksessä. Osioiden listaaminen numerojärjestyksessä ei ole kovin hyödyllistä.

Kuten tulosten esittämiseen, johon tässä kirjassa ei juuri puututa, myös tulosteiden esittämiseen on kiinnitettävä huomiota. Vaikka tulosteita lukisi vain tutkija itse analyysija tehdessään, on tätä yksinäistä lukijaa autettava. Satojen lukujen ja numeroiden perusteella muodostettava tulkinta ei ole muutenkaan helppoa, ei etenkään, jos tulosteet ovat sellaisia kuin edellä käsitelty tuloste 4.1.

Tavoitteena on arvioida *mittausmallin rakennevaliditeettia*. Sitä varten pitää saada parempi käsitys faktorianalyysin onnistumisesta. Todellisuudessa arviointiin kuuluu myös sisällöllisiä näkökohtia, joihin ei tässä yhteydessä puututa. Rakennevaliditeetin arviointi nojaa siis seuraavassa vain tilastollisiin näkökohtiin.

Järjestelemällä tulostusta vuoroin faktoreiden voimakkuuksien, vuoroin kommunaliteettien perusteella sekä korostamalla voimakkaimpia latauksia ja heikoimpia kommunaliteetteja alkaa syntyä selvempi kuva siitä, mitä tuloste koettaa kertoa. Nämä dynaamiset vaiheet joudutaan tässä esityksessä sivuuttamaan, mutta johtopäätös niiden perusteella on, että mallin rakennevaliditeetti on ilmeisesti aika heikko: analyysi ei anna riittävää näyttöä mallin ajatellusta, kolmiulotteisesta rakenteesta. Erityisesti ulkonäköä koskevien sosiaalisten paineiden ulottuvuus ei tule esiin, vaan liian moni sitä mittaavan k71-mittarin osioista on käytännössä pelkkää mittausvirhettä. Osioita ei pidä kuitenkaan lähteä poistamaan; sitä olisi vaikea perustella sisällöllisesti. Sen sijaan herää kysymys, onko ennalta ajateltu faktoreiden määrä sittenkään oikea.

#### Tulosteen tulkintaa, uusi yritys

Luvun alussa viitattiin eksploratiiviseen ja konfirmatoriseen mallintamistapaan. Jos jälkimmäistä noudatettaisiin tiukasti, voitaisiin lopettaa äskeiseen johtopäätökseen ja todeta, ettei aineisto antanut tukea mallin pohjalta laadituille hypoteeseille. Tässä ei kuitenkaan olla niin

tiukkoja, vaan hypoteesien testauksen sijaan pyritään saamaan kokonaiskäsitys ilmiöstä. Analyysi on siis melko eksploratiivista, mutta siinä mielessä konfirmatorista, että se perustuu etukäteen pohdittuun mittausmalliin. Silloin on sallittua kokeilla muitakin vaihtoehtoja.

### Tuloste 4.2. Neljä faktoria vuoden 1997 aineistosta.

	F1	F2	F3	F4	Comm	
k26.3	<b>0.82</b>	-0.02	-0.05	0.01	0.68	Pidän ulkonäöstäni juuri sellaisenaan.
k26.1	<b>0.78</b>	-0.01	-0.08	0.02	0.62	Olen tyytyväinen ulkonäköni.
k26.2	<b>0.70</b>	0.14	-0.11	-0.12	0.54	Vaatteet näyttävät hyvältä päälläni.
k26.22	<b>0.64</b>	0.05	-0.11	-0.12	0.44	Pidän siitä mille näytän ilman vaatteita.
k26.10	<b>0.63</b>	0.06	-0.17	<b>0.30</b>	0.52	Olen aina ollut tyytyväinen ulkonäköni.
k26.8	<b>0.63</b>	0.06	-0.03	0.13	0.41	Laittautumattakin näytän hyvälle.
k26.7	<b>0.60</b>	0.13	-0.12	0.28	0.47	Olen aina hyvännäköinen ajankohdasta...
k26.9	<b>0.58</b>	0.25	-0.05	<b>-0.34</b>	0.52	Kehoni on seksuaalisesti viehättävä.
k26.17	<b>0.57</b>	0.29	0.02	-0.21	0.46	Olen kaunis nainen.
k26.13	<b>0.57</b>	0.11	-0.09	0.09	0.35	Ulkonäköni vastaa sisäistä minääni.
k26.19	<b>0.50</b>	0.18	-0.15	0.02	0.30	Olen fyysisesti hyvässä kunnossa.
k26.5	<b>0.49</b>	<b>0.32</b>	0.03	-0.21	0.39	Olen naisellinen.
k26.11	<b>0.39</b>	0.26	-0.07	0.15	0.25	Ulkonäkö kertoo millainen ihminen olen.
k26.14	-0.26	0.11	0.21	-0.17	0.16	Suhtautumiseni ulkonäköni vaihtelee.
k26.4	<b>-0.34</b>	0.15	0.06	0.25	0.20	En pidä kehostani.
k30.6	<b>-0.39</b>	0.03	0.11	<b>0.37</b>	0.30	En mielelläni käy yleisillä rannoilla...
k71.8	<b>-0.42</b>	0.23	<b>0.37</b>	0.10	0.38	Koetan olla kauneusihanteiden mukainen.
k26.18	<b>-0.64</b>	0.00	0.04	<b>0.40</b>	0.57	En pidä ulkonäöstäni.
k30.3	-0.04	<b>0.68</b>	0.04	-0.05	0.46	Käytän aikaa itseni "laittamiseen"...
k30.20	-0.07	<b>0.67</b>	-0.02	0.02	0.46	Käytän aikaa ulkonäköni tutkimiseen.
k30.4	-0.09	<b>0.65</b>	0.04	-0.02	0.43	Yritän aina parantaa ulkonäköni.
k26.20	0.29	<b>0.62</b>	0.03	0.09	0.48	Minulle on tärkeätä, että näytän hyvälle.
k30.2	0.09	<b>0.62</b>	0.09	0.08	0.40	Tarkastan ulkonäköni peilistä aina...
k26.16	0.17	<b>0.56</b>	0.05	-0.12	0.36	Ulkonäköni on tärkeä osa minua.
k30.5	0.18	<b>0.55</b>	0.02	<b>-0.36</b>	0.47	Nautin kun ihmiset katsovat minua.
k30.15	0.11	<b>0.54</b>	0.10	-0.15	0.34	Pyrin herättämään huomiota ulkonäölläni.
k30.10	0.03	<b>0.49</b>	-0.01	<b>-0.30</b>	0.33	Pukeudun mielelläni seksikkäästi.
k30.1	0.11	<b>0.49</b>	0.04	-0.05	0.25	Katson aina miltä näytän kun lähdän...
k30.11	0.13	<b>0.44</b>	-0.07	0.06	0.22	Liikun pitääkseni vartaloni "kunnossa".
k30.8	0.12	<b>0.43</b>	0.05	<b>-0.40</b>	0.36	Ostan vaatteita, joissa näytän hyvälle.
k71.3	-0.12	<b>0.36</b>	0.18	0.23	0.23	Hyvännäköiset pärjäävät elämässään...
k30.14	-0.12	<b>0.34</b>	0.18	<b>-0.33</b>	0.27	Viehättävänä olen myös halukkaampi...
k26.21	0.04	<b>0.33</b>	0.01	-0.18	0.15	Tiedän, jos olen "huonosti laitettu".
k71.4	-0.08	<b>0.33</b>	0.24	0.14	0.19	Hyvännäköiset ihmiset ovat suositumpia.
k30.19	0.06	<b>0.32</b>	0.02	0.03	0.11	Kiinnitän erityistä huomiota hiuksiini.
k30.7	-0.25	<b>0.32</b>	0.25	-0.10	0.24	Pukeudun niin, ettei "heikot kohtani"...
k71.2	-0.11	0.29	0.22	-0.03	0.14	Miellyttävästä ulkonäöstä on hyötyä.
k30.13	-0.21	0.23	0.10	-0.03	0.11	Olen aikonut mennä plastiikkakirurgille.
k71.9	0.13	-0.28	-0.03	-0.03	0.10	Elämässä pärjää ulkonäöstä riippumatta.
k30.18	0.02	<b>-0.41</b>	0.04	<b>0.32</b>	0.27	Käytän vähän kauneudenhoitotuotteita.
k71.5	-0.08	-0.03	<b>0.77</b>	0.03	0.60	Hoikkuuden ihannointi asettaa paineita.
k71.6	0.02	0.02	<b>0.75</b>	-0.06	0.57	Ulkonäkövaatimukset naisille ovat kovia.
k71.10	-0.00	0.01	<b>0.74</b>	-0.01	0.55	Nuoria ja hoikkia naisia ihannoidaan.
k71.1	-0.00	-0.03	<b>0.65</b>	0.12	0.43	Ulkonäkö on yliarvostetussa asemassa.
k71.11	-0.02	0.03	<b>0.55</b>	-0.08	0.31	Naisten ulkonäkö merkitsee enemmän...
k71.7	<b>-0.35</b>	0.23	<b>0.43</b>	0.02	0.36	Median naiskuva vähentää tyytyväisyyttä...
k30.12	-0.08	-0.07	-0.00	<b>0.61</b>	0.38	Yritän olla huomaamattoman näköinen.
k26.12	<b>-0.49</b>	-0.04	0.02	<b>0.49</b>	0.49	Olen ruma.
k30.9	0.01	-0.27	-0.07	<b>0.49</b>	0.31	En välitä miltä vaatteeni näyttävät...
k26.6	<b>-0.38</b>	0.03	0.06	<b>0.45</b>	0.35	En ole fyysisesti viehättävä.
k30.17	<b>-0.31</b>	0.09	0.12	<b>0.43</b>	0.30	En osallistu iltamenoihin ulkonäköni...
k30.16	-0.27	0.15	0.16	<b>0.40</b>	0.28	Ulkonäköni takia jätän osallistumatta...
k26.15	-0.10	0.29	0.02	<b>-0.35</b>	0.22	Meikattuna olen tyytyväisempi ulkonäköni.
Sumsqr	6.98	5.68	3.26	3.17	19.09	

#### 4 Aineiston tiivistäminen

Samalla kun palataan tulosteen tulkintaan, kohennetaan edellä kritisoitua esitystapaa. Tulosteessa 4.2 on neljän faktorin ratkaisu, jonka perusainekset ovat samat kuin edellä, mutta esitettyinä niin, että tulkinnan muodostaminen sujuisi kätevämmiin. Itse luvut eivät ole samat, joten tulkinta alkaa alusta.

Kun katsoo tulostetta 4.2, ei huomio ensimmäiseksi kiinnity osioihin, vaan faktoreihin niin kuin pitääkin. Tarkoitushan ei ole tehdä *osioanalyysia* vaan faktorianalyysia. Lataukset on järjestetty faktoreittain positiivisista negatiivisiin korostaen suurimpia, jolloin hahmottuu välittömästi neljä faktoria. Kolme niistä on mittausmallin mukaisia, voimakkuusjärjestyksessä 1) *itsetunto ulkonäköasioissa* (tulosteen F1), 2) *panostaminen ulkonäköön* (F2) ja 3) *sosiaaliset ulkonäköpaineet* (F3). Tältä osin rakennevaliditeetti alkaa vaikuttaa selvästi paremmalta. Faktorit voidaan ainakin näiden kolmen osalta nimetä, ja unohtaa tulosteen väliaikaiset, paremminkin formula-kilpailuihin viittaavat nimet.

Pienen lisähaasteen tulkinnalle aiheuttaa faktori F4, joka näyttää kokoavan yhteen ulkonäköä koskevia, enimmäkseen negatiivisuonteisia väittämiä kahdestakin eri mittarista (k26 ja k30). Tämä faktori on voimakkuudestaan huolimatta kaikista heikoin, koska sillä on vähiten omia osioita eivätkä niiden lataukset ole yhtä korkeita kuin muiden faktoreiden vastaavat. Lähinnä se näyttäisi tuovan esiin passiivisen suhtautumisen ulkonäköön (esim. osiot k30 . 12, k30 . 9 tai k30 . 17) tai karun realistisen näkemyksen siitä (esim. osiot k26 . 12, k26 . 6 tai k26 . 18). Sille latautuvat osiot latautuvat myös kahdelle ensimmäiselle faktorille päinvastaisilla etumerkeillä. Kaikesta huolimatta negatiivissävyinen faktorikin lienee sisällöllisesti tulkittavissa, joten sekin pidetään jatkossa mukana tarkasteluissa.

Aina kun faktoreita lisätään, kommunaliteetit ja niiden summa kasvavat, koska suurempi osuus muuttujista tulee tiivistetyksi faktoreihin. Taikatempuksi tästä keinosta ei ole. Liian monessa faktorissa ei ole mieltä, koska rakenne hajoaa liiaksi. Sitäpaitsi, jos faktoreiden määrä ei enää ole sinne päinkään sama kuin alun perin, voi kysyä, mitä mittausmallia pohtiessa on tehty ja mitä aineiston osioiden on luultu mittaavan. Ellei mittausmallia ole lainkaan pohdittu, faktorianalyysi saattaa mennä tyystin arvailuksi.



### Tulkinnan selkiyttäminen rotaatiolla

Edellä nähtiin, että tarkasteltu neljän faktorin analyysi johti kohtalaisen selkeään tulkintaan. Asiaa auttoi faktorimatriisin esittäminen niin, että tulkinta tuli mahdollisimman helpoksi. Esittäminen perustui faktorilatausten järjestämiseen ja korostamiseen, mutta myös uuden faktoroinnin jälkeen suoritettuun välivaiheeseen, jota kutsutaan *faktorirotaatioksi*.

Faktorointi ei tuota tuloksenaan yksikäsitteistä ratkaisua. Se kiinnittää muuttujien kommunaliteetit, mutta faktorien tulkintaan jää useita mahdollisuuksia, koska samat kommunaliteetit voivat muodostua eri latauksista lukemattomilla tavoilla. Koska faktorointimenetelmien kriteerit ovat laskennallisia, ei lopputulos yleensä ole sisällöllisesti ”parhaassa asennossa” vaan sitä on syytä rotatoida eli muuntaa niin että selkein tulkintasuunta tulee esiin. Toisinaan nähdyt arvostelut faktorianalyysin ”subjektiivisuudesta” voi jättää omaan arvoonsa. Tutkijan on joka tapauksessa tehtävä erilaisia valintoja ja perusteltava niitä. Mikään laskennallinen kriteeri ei tee analyysistä sen objektiivisempää. Sama koskee muitakin menetelmiä.

Rotaatiomenetelmät ovat olleet tutkimuksen kohteina moniulotteisen faktorianalyysin syntyajoista 1930-luvulta. Sitä ennen rotaatiota ei tarvittu, koska analyysin varhaisimmat muodot perustuivat vain yhteen faktoriin. Sittemmin rotaatiosta on tullut käytännössä kiinteä osa faktorianalyysia, usein pelkkä rutiininomainen vaihe. Siinä on kuitenkin omaa mielenkiintoa, jossa ei pitäisi luottaa pelkkiin rutiineihin.

### Graafinen rotaatio

Faktorimatriisin järjestelyn ja latausten korostamisen tapaan rotaatio on keino nähdä syvemälle aineistoon. Kirjallisessa esityksessä nämä työvaiheet eivät pääse oikeuksiinsa, ja siksi ne on tässä kuitattu vain lyhyesti. Osaavan tutkijan käsissä paras rotaatiomenetelmä on interaktiivinen *graafinen rotaatio*, josta kaikki aikanaan alkoikin. Menetelmä syrjäytyi 1960-luvulla laskemiseen rajoittuneiden tietokoneiden takia, mutta nykyiselle visuaalisuuden aikakaudelle graafinen rotaatio sopii kerrassaan hyvin. Toistaiseksi ainoa graafisen rotaation mahdollistava ohjelmisto lienee Survo (Mustonen, 1995, 81–82).

#### 4 Aineiston tiivistäminen

Edellä tutkittu ja tulkittu neljän faktorin ratkaisu on muodostettu graafisella rotaatiolla. Täysin samaa lopputulosta ei saa muilla rotaatiomenetelmillä. Käytännössä eniten sovellettu, 1960-luvulta periytyvä *varimax*-rotaatio mahdollistaa suurin piirtein saman tulkinnan, muttei anna kaikilta osin yhtä selvää kuvaa tilanteesta.

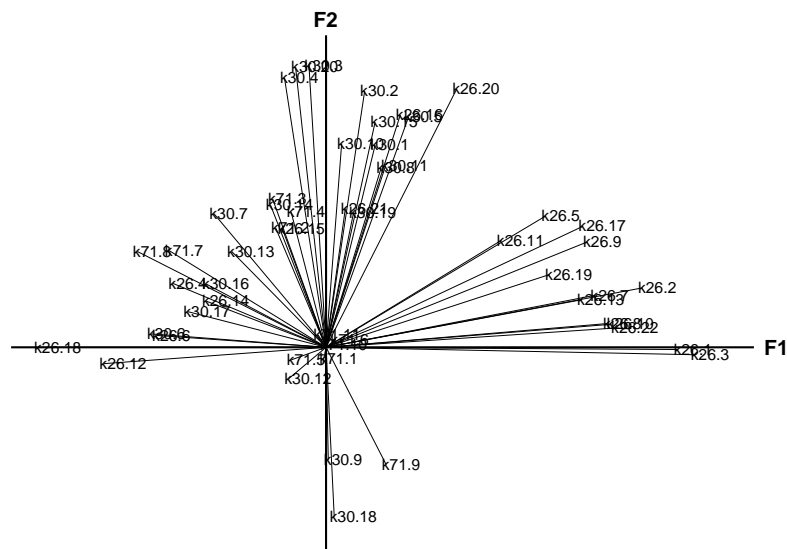
#### Suorakulmaiset ja vinot rotaatiot

Edellä mainitut rotaatiot ovat tyypiltään *ortogonaalisia*, mikä tarkoittaa, että faktorit ovat kohtisuorassa toisiaan vastaan, ne eivät korreloi keskenään, vaan edustavat selkeästi eri ulottuvuuksia. Vielä eri tavalla sanottuna niiden muodostama *faktoriavaruus*, johon muuttujat analyysissa sijoittuvat, on tavallinen suorakulmainen koordinaatisto.

On siis mahdollista piirtää esimerkiksi kaksi ensimmäistä faktoria vastakkain ikään kuin koordinaattiakseleiksi ja sijoittaa kuvaan muuttujat sen mukaan, miten hyvin ne latautuvat näille faktoreille. Kuvassa 4.2 muuttujat on piirretty origosta lähtevinä vektoreina. Mitä korkeampi lataus, sitä pidempi vektori ja sitä lähempänä muuttuja on vastaavaa faktoriakselia (vrt. tuloste 4.2, s. 101). Juuri tällaisten kuvien parissa vuorovaikutteinen graafinen rotaatio tapahtuu, mikä tekee siitä hyvin konkreettisen ja aineistoläheisen menetelmän.

Suorakulmainen rotaatio on suoraviivaisen tulkintansa vuoksi suosittelavampi ainakin tavanomaisissa, melko eksploratiivisissa tutkimusasetelmissä. Konfirmatorisissa asetelmissä ilmiön teoria saattaa tukea myös niin sanottua *vinorotaatiota*. Siirtyminen tutusta suorakulmaisesta koordinaatistosta vinokulmaiseen koordinaatistoon tarkoittaa, että faktoreiden annetaan korreloida keskenään. Voidaan tietysti ajatella, että esimerkiksi ”itsetunto ulkonäköasioissa” ja ”panostaminen ulkonäköön” korreloivat keskenään. Silti ei kannata ihan helposti lähteä tähän houkuttukseen, sillä vinokulmaisen faktoriavaruuden tulkinta on vaikeaa.

On hyödyllisempää analysoida ulottuvuuksia toisistaan riippumattomina ja soveltaa suorakulmaista rotaatiota. Osaamattoman käsissä vinorotaatiot johtavat harhaan. Jos tuijottaa vain vinorotaation faktori-latauksia, voi jäädä siihen käsitykseen, että osiot latautuvat todella selkeästi eri faktoreille. Todellisuudessa tilanne saattaa olla aivan toinen, kun faktorit korreloivat keskenään. Tuloksia pitäisi silloin tulkita niin sanotusta vinorotaation rakennematriisista. Vinorotaatioita ei ole syytä pitää tasaveroisina vaihtoehtoina suorakulmaisille rotaatioille.



Kuva 4.2. Muuttujat faktoriavaruudessa.

### Faktorirakenteiden vertailu

Rotaatiota voidaan soveltaa myös käyttäen kriteerinä toista faktori-matriisia. Rotaatiossa pyritään tällöin siihen, että tulos muistuttaisi mahdollisimman paljon kohteena olevaa, esimerkiksi hypoteesin mukaista tai aiemmassa tutkimuksessa löydettyä faktorirakennetta. *Kohderotaatio* on esimerkki konfirmatorisesta faktorianalyysistä.

Faktorirakenteita vertailemalla voidaan tutkia, millä tavoin eri ajankohtien, eri organisaatioiden, eri maiden tai kaikkien näiden suhteen tehdyt kyselytutkimukset eroavat rakenteellisesti toisistaan.

Edellä rajoituttiin vain vuoteen 1997, koska olisi ollut uskaliaasta olettaa tilanne rakenteellisesti samanlaiseksi vuonna 2005. Mikään ei takaa, että löydetäisiin samat faktorit, vaikka kysyttäisiin samoja kysymyksiä. Yhteiskunnalliset ilmiöt muuttavat muotoaan lyhyem-mässäkin ajassa.

#### 4 Aineiston tiivistäminen

Kahden eri faktorianalyysin, esimerkiksi vuosien 1997 ja 2005, silmämääräinen vertailu ei auta, koska kummankaan analyysin tulokset eivät ole yksikäsitteisiä. Edes sama rotaatio ei takaa vertailukelpoisuutta. Tilan säästämiseksi yksityiskohtaiset tarkastelut on tässä yhteydessä sivuutettu, mutta tehdyn kohderotaation perusteella samat ulottuvuudet voidaan tunnistaa myös vuoden 2005 aineistosta. Jos ei voitaisi, ei olisi perusteltua tehdä ajankohtien välisiä keskiarvotai muita vertailuja; tällöin vertailtaisiin keskenään eri asioita.

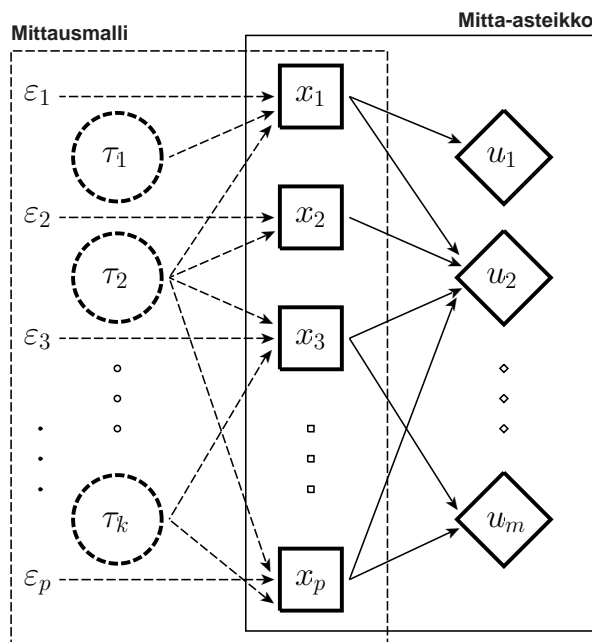
Rakennevertailuun soveltuva kohderotaatiomenetelmä tunnetaan Suomessa nimellä *transformaatioanalyysi*. Tavoitteiltaan vastaava menetelmä kantaa nimeä *Prokrustes-analyysi*. Tässä kirjassa ei syvennyttä näihin menetelmiin. Asiaan perehdyttää Mustonen (1995, 95–105). Konfirmatorisesta faktorianalyysistä kertoo tarkemmin muun muassa Nummenmaa ym. (1997, 263–290).

Palataan takaisin faktorianalyysiin ja sen seuraavaan vaiheeseen, jossa varsinainen aineiston tiivistäminen tapahtuu.

## 4.4 Mitta-asteikko

*Mitta-asteikko* tarkoittaa valituista muuttujista muodostettua yhdistelmää. Sillä esitetään tiiviisti asioita, joita alun perin mitataan väljästi. Tyypillisiä asteikkoja ovat muuttujien painotetut summat kuten *faktoripisteet* ja *summamuuttujat*. Mitta-asteikkojen myötä saatetaan loppuun faktorianalyysillä aloitettu aineiston tiivistäminen, jolloin tarkasteltavien muuttujien määrä tulee vähenemään merkittävästi. Samalla huomio alkaa siirtyä faktoreista ja muuttujista kohti havaintoja, joiden vertailuun ja ryhmittelyyn perehdytään seuraavissa luvuissa.

Kuva 4.3 esittää mitta-asteikkoa, jonka taustalle on asetettu aiemmin läpikäyty mittausmalli. Yhdessä ne muodostavat tärkeimmän osan tätä kirjaa hallitsevasta mittauskehikosta; loput osat tulevat esiin luvussa 5. Kuvasta nähdään, että  $x$ -muuttujat eli osiot kuuluvat sekä mittausmalliin että mitta-asteikkoon. Mallissa ne edustavat ainoita havaittavissa olevia asioita; kaikki muu on katkoviivoja ja kreikkaa. Asteikon puolella kaikki on havaittavissa, joten kirjaimet ovat latinalaisia ja kehys yhtenäinen. Asteikkoja on merkitty  $u$ -kirjaimilla. Muistisäännöistä pitävä voi mieltää ne ”uusiksi muuttujiksi”. Koska asteikot ovat osioiden yhdistelmiä, niin nuolet osoittavat osioista eteenpäin. Kaaviossa edetään siis koko ajan vasemmalta oikealle.



Kuva 4.3. Mitta-asteikko; taustalla mittausmalli.

### Teoriasta käytäntöön

Asteikkojen myötä palataan takaisin havaintojen eli kyselyaineiston vastausten pariin. Havainnothan jäivät sivuosaan, kun aineistoa ryhdyttiin tutkimaan tunnuslukujen avulla, ennen kaikkea muuttujien välisillä korrelaatioilla. Faktorianalyysillä päästiin tarkastelemaan muuttujien keskinäisiä suhteita mielenkiintoisissa faktoriavaruuksissa. Ellei sieltä tulla takaisin, jäädään tavallaan pyörittelemään pelkkää teoriaa. Sitäkin voidaan tehdä, mutta tässä kirjassa halutaan päästä teoriasta taas käytäntöön.

Osioiden merkitystä ei voi vähätellä, sillä ne kytkevät teorian ja käytännön toisiinsa: ainakin karkeasti malli edustaa teoriaa ja asteikko käytäntöä. Aluksi mallia voidaan pohtia puhtaasti teoriapohjalta, mutta aineiston ja faktorianalyysin avulla teoriaa koetellaan käytännössä. Lopulta tämän työn tulokset tiivistetään mitta-asteikoiksi.

#### 4 Aineiston tiivistäminen

Myös mitta-asteikko on moniulotteinen. Asteikkojen lukumääränä kuvassa 4.3 esiintyy  $m$ , joka on ”mitä vain” – se ei riipu faktoreiden eikä muuttujien määristä. Tyypillisesti halutaan tehdä ainakin sellaisia asteikkoja, jotka sisällöltään vastaisivat tosiarvoja eli faktoreita, siis teoreettisia käsitteitä kuten asenteita tai arvoja, joita ei suoraan pystytä mittaamaan.

#### Tarvitaanko mittausmallia?

On paikallaan pohtia, tarvitaanko mittausmallia mihinkään. Jos kuvasta 4.3 häivyttää katkoviivat ja kreikkalaiset kirjaimet, jäljelle jää pelkkä mitta-asteikon kehys. Kaikki siinä on käytännössä havaittavissa: joukko muuttujia, joista voidaan tehdä erilaisia yhdistelmiä. Mihin tässä mittausmallia tarvitaan?

Mittausmallia tarvitaan, jotta voidaan arvioida, miten hyvin asteikot vastaavat ilmiön ulottuvuuksia. Jos mittausmallia ei lainkaan pohdita, ajaudutaan toimimaan kokonaan aineiston ehdoilla.

Täysin aineistolähtöistä toimintatapaa vastaa menetelmä nimeltään *pääkomponenttianalyysi*, joka historiallisista syistä johtuen sekoitetaan usein faktorianalyysiin. Menetelmien olennainen ero on, että faktorianalyysi perustuu tilastolliseen malliin, pääkomponenttianalyysi ei. Mittausmallin ja faktorianalyysin perusteella saadaan selville, miten suuri osuus muuttujien vaihtelusta johtuu mittausvirheistä. Tietoa pystytään hyödyntämään muuttujien yhdistelyssä ja siten vähentämään mittausvirheiden vaikutuksia jatkoanalyysissa. Pääkomponenttianalyysillä ei mittausvirheistä päästä eroon eikä selville, vaan kaikki vaihtelu seuraa jatkoanalyysiin samanarvoisena.

Käytännössä menetelmien sekoittaminen ilmenee niin, että faktorianalyysia tehdään vähän kuin pääkomponenttianalyysia: annetaan menetelmän itse ”keksiä” faktorien lukumäärä korrelaatiomatriisiin niin sanottujen *ominaisarvojen* perusteella ja tyydytään siihen. Tällä tavoin ”löydetään” useimmiten aivan liian suuri määrä enemmän tai vähemmän keinotekoisia ulottuvuuksia. Ulkonäkö tutkimuksen edellä käytetyistä 53 osiosta tämä lähestymistapa tuottaisi peräti 14 faktoria! Se on liikaa, minkä voisi todeta näkemättä koko aineistoa. Tutkittavan ilmiön ulottuvuuksien hahmottamista ei pidä antaa menetelmän tehtäväksi. Vaikkei toimittaisi edes kovin vankalta teoriapohjalta, pitäisi parhaan käsityksen faktorien lukumäärästä löytyä tutkijan päästä eikä jonkin matriisin ominaisarvoista.

Mittausmallin ja faktorianalyysin yhdistelmä on paras keino peilata aineiston perusteella nähtyä teorian perusteella pohdittuun. Myös seuraavaksi tarkasteltavista vaihtoehdoista luontevin tapa siirtyä mallista asteikkoon pohjautuu faktorianalyysiin. Näin ollen faktorianalyysi kattaa kaikki kuvan 4.3 (s. 107) esittämät vaiheet, joten sitä voi perustellusti pitää kyselytutkimuksen keskeisimpänä menetelmänä.

#### 4.4.1 Faktoripisteet

Kaikki muuttujat eivät ole mittaustarkkuudeltaan yhtä hyviä, vaan joissain on enemmän mittausrvirhettä kuin toisissa. Jatkoa ajatellen on tarkimmin mitatuille muuttujille syytä antaa enemmän painoarvoa ja jättää vähemmälle huomiolle muuttujat, joiden vaihtelu johtuu lähinnä mittausvirheistä.

Tavoitteeseen päästään parhaiten *faktoripisteillä*, joilla tarkoitetaan faktoreita kuvaavia havaintokohtaisia lukuja. Yksittäisinä luvut eivät ehkä puhuttele, mutta yhdessä ne kuvaavat faktoreiden edustamien ulottuvuuksien kuten asenteiden jakautumista aineistossa – tai perusjoukossa, jos aineisto on otos. Faktoripisteiden perusteella havaintoja voidaan ryhmitellä, järjestellä tai muuten tiivistetysti tarkastella tutkimuksen kannalta kiintoisista näkökulmista. Alkuperäisten muuttujien perusteella se ei onnistu yhtä hyvin.

#### Faktoripisteiden nimeäminen

Faktoripisteet muodostetaan laskemalla osioita yhteen ja painottamalla niitä faktorianalyysin perusteella. Painotus syntyy kokonaisuudesta, jossa huomioidaan sekä faktorilataukset että kommunaliteetit. Tarvittavat painokertoimet saadaan helposti, mutta automaattisesti ei faktoripisteitä voi tehdä, sillä uusille faktoripistemuuttujille pitää saada kunnolliset nimet.

Nimeämistä pohdittiin jo faktorimatriisin äärellä kohdassa 4.3.2 (s. 96). Ellei faktoreita pystytä nimeämään, ei faktoripisteisiin siirtymiselle ole edellytyksiä. Ohjelmistojen ”keksimät” nimet eivät kelpaa, sillä analyyseja ei voi selostaa tyyliin ”... selitettiin faktorilla 2 ja faktorilla 4 ...” tai että ”... ryhmiteltiin F3:n arvojen perusteella ...”. Kuvaavien nimien keksiminen on tulosten tulkinnan, aineiston hallinnan ja jatkoanalyysien kannalta olennaista, ja se on osa dokumentointia, jota käsitellään liitteessä A.

4 Aineiston tiivistäminen

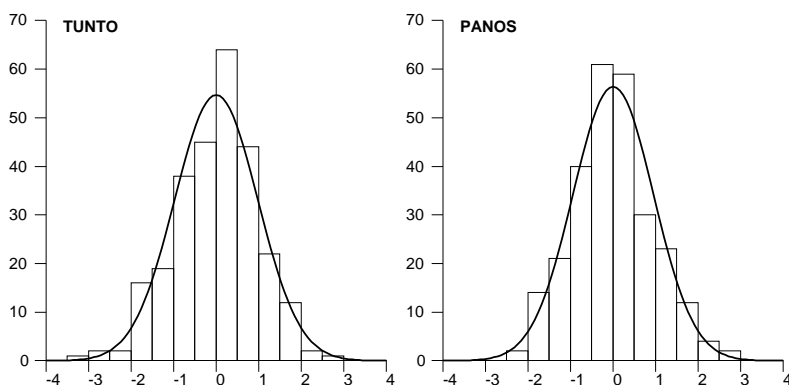
Edellä muodostetuista faktoripistemuuttujista tullaan jatkossa käyttämään taulukossa 4.1 esiintyviä nimiä ja kuvauksia.

Nimi	Kuvaus
TUNTO	Itsetunto ulkonäköasioissa
PANOS	Panostaminen ulkonäköön
PAINE	Sosiaaliset ulkonäköpaineet
NEGAT	Negatiivinen suhtautuminen

**Taulukko 4.1.** Faktoripistemuuttujien nimet ja kuvaukset.

**Faktoripisteiden ominaisuuksia**

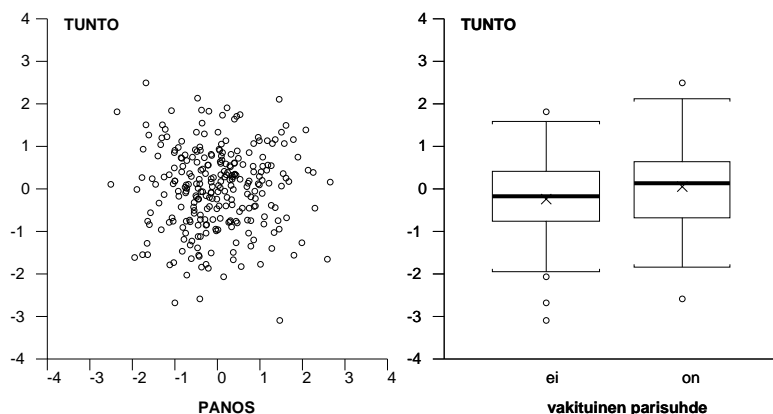
Kuvassa 4.4 on kahden ensimmäisen faktoripistemuuttujan jakaumia kuvattu histogrammeilla, joihin on liitetty myös normaalijakauman kuvaajat. Vaikka alkuperäisten osioiden jakaumat olisivat suunnilleen millaisia tahansa, niin niiden kaikenlaiset summat lähestyvät nopeasti normaalijakaumaa. Tämä tilastotieteen teoriassa jo varhain osoitettu tulos on käytännössäkin tärkeä ja kuvastaa normaalijakauman keskeistä asemaa tilastollisessa työskentelyssä.



**Kuva 4.4.** Kahden faktoripistemuuttujan histogrammit.



Monissa jatkoanalyysissä oletetaan muuttujien noudattavan normaalijakaumaa, joten tässä suhteessa faktoripisteet ovat otollisia. Toisen jatkoanalyysien kannalta mukava ominaisuus on se, että faktoripistemuuttujat eivät korreloi keskenään, jos faktorianalyysissä on käytetty suorakulmaista rotaatiota (ks. kohta 4.3.3, s. 100). Tällöin esimerkiksi regressioanalyysin tekeminen ja tulkinta on selkeämpää. Kuvassa 4.5 itsetunnon ja ulkonäköön panostamisen hajontakuva osoittaa, ettei kyseisten faktoripisteiden välillä ilmene riippuvuutta.



**Kuva 4.5.** Faktoripisteet hajonta- ja laatikkokuvana.

Faktoripisteet on skaalattu siten, että niiden keskiarvot ovat nollia, jolloin positiiviset ja negatiiviset arvot kuvastavat ulottuvuuksien eri suuntia. Keskiarvoeroja ilmenee kuitenkin tarkasteltaessa faktoripisteitä muiden muuttujien, esimerkiksi taustamuuttujien, suhteen. Kuvan 4.5 laatikkokuva vertailee itsetuntoa parisuhteen vakituisuuden suhteen. Vakituudessa parisuhteessa elävien itsetunto ulkonäköasioissa näyttäisi kuvan perusteella jonkin verran paremmalta.

#### 4.4.2 Summamuuttujat

Toinen tapa muodostaa mitta-asteikkoja on laskea vain valitut osiot yhteen ja unohtaa muut. Tällaisia asteikkoja on tapana kutsua *summamuuttujiksi*. Usein summamuuttuja skaalataan vielä jakamalla se summauksessa käytettyjen muuttujien lukumäärällä, jolloin saatu asteikko vastaa yleensä alkuperäisten osioiden keskiarvoa.

Seuraavassa esitettyjen näkemysten hieman kriittinen sävy selittyy sillä, että tilastotieteilijän näkökulmasta faktoripisteet ovat monella muotoa parempi tapa tiivistää aineistoa kuin summamuuttujat. Osittain erilaisia näkemyksiä esittää muun muassa Alkula ym. (1994, 100–103, 277–278).

#### Perusteluja summamuuttujien käytölle

Summamuuttujia perustellaan yleensä tulkinnalla: on helpompi ymmärtää, kun mitta-asteikon luvut vaihtelevat samalla välillä kuin alkuperäiset osiotkin. Tässä kuitenkin oletetaan, että mittaukset on alun perin tehty samanlaisilla, tyypillisesti viisiportaisilla osioilla. Jos osiot ovat erilaisia, tulkinta ontuu. Osioista muodostettujen mitta-asteikkojen ei kuitenkaan tarvitse muistuttaa lukuarvoiltaan alkuperäisiä osioita. Pikemminkin olisi parempi, ettei liikaa juututtaisi ajattelemaan osioita. Nehän ovat vain mittausvälineitä, joista pitäisi analyysien myötä päästä ylemmän tason muuttujiin, mitta-asteikkoihin.

Toinen peruste summamuuttujille tulee ilmiön teoriasta, joka saattaa sanella, mitä osioita pitää painottaa ja millä tavalla. Periaatteessa tällaisessa tilanteessa ei koko faktorianalyysille ole käyttöä. Ennen summamuuttujien muodostamista olisi kuitenkin hyvä edes tarkistaa faktorianalyysillä, vastaako aineiston perusteella havaittu rakenne sitä, mitä teoria väittää. Jos vain ”sokeasti” lasketaan mitattuja osioita yhteen, lopputulos voi olla mitä sattuu, vaikka mittari olisi kuinka ”validoitu” tahansa. Kansainvälisesti tunnettujen mittareidenkaan toimivuus ei ole itsestäänselvyys, sillä kielelliset ja kulttuuriset erot aiheuttavat helposti yllätyksiä.

Faktorianalyysin käyttö pelkkänä summamuuttujien muodostamisen perusteena ei myöskään ole ongelmatonta, koska osioita valitessa huomio kiinnittyy useimmiten pelkkiin faktorilatauksiin. Faktoripisteissä huomioidaan sekä lataukset että kommunaliteetit, toisin sanoen koko moniulotteinen faktorirakenne.

### Esimerkki summamuuttujien muodostamisesta

Tarkastellaan asiaa esimerkin avulla tekemällä summamuuttujia vuoden 1997 faktorirakenteen pohjalta (ks. tuloste 4.2, s. 101). Otetaan mukaan vain osiot, joilla on vähintään 0.6:n suuruinen lataus jollakin faktorilla. Tämä on täysin mielivaltainen päätössääntö ja perustuu vain tässä analyysissä saatuihin faktorilatauksiin, joita on tulosteessa korostettu. Neljäs faktori on parasta unohtaa kokonaan, koska sitä jäisi tällä säännöllä kuvaamaan ainoastaan yksi osio. Samalla on käännettävä osion k26.18 suunta, koska sen suurin lataus on negatiivinen. Faktoripisteissä mahdolliset eri suunnat eli latausten etumerkit otetaan huomioon automaattisesti; summamuuttujissa niistä pitää itse huolehtia.

### Tuloste 4.3. Faktoripisteiden ja summamuuttujien tunnuslukuja.

```
Means, std.devs and correlations of UNSUMMAT N=273
# of missing observations =5
Variable Mean Stddev
TUNTO 0.00 0.96
tunto 3.26 0.77
PANOS 0.00 0.94
panos 2.67 0.85
PAINE 0.00 0.92
paine 4.09 0.79
TUNTO tunto PANOS panos PAINE paine
1.00 0.97 0.01 0.06 -0.03 -0.02
0.97 1.00 0.07 0.11 -0.13 -0.13
0.01 0.07 1.00 0.92 0.02 -0.01
0.06 0.11 0.92 1.00 0.06 0.05
-0.03 -0.13 0.02 0.06 1.00 0.97
-0.02 -0.13 -0.01 0.05 0.97 1.00
```

Näin saadaan kolme summamuuttujaa, joihin tiivistyy kahdeksan, viiden ja neljän, yhteensä 17 muuttujan tiedot. Uudet muuttujat on nimetty muuten samoin kuin faktoripisteet, mutta pienillä kirjaimilla. Tulosteesta 4.3 nähdään, että sisällölliset vastaavuudet ovat yhtä hyvät kuin ”nimelliset”: muuttujat korreloivat lähes täydellisesti.

Kaikkiaan 36 osiota jää kuitenkin tällä tavoin kokonaan tarkastelujen ulkopuolelle. Miksi suotta vaivata vastaajia turhilla kysymyksillä, jos niillä ei analyseissa tehdä mitään? Vastauksetkin voisivat olla luotettavampia, jos kysymyksiä olisi vähemmän. Tarkemmin mietittynä asiaan kätkeytyy kuitenkin potentiaalinen ongelma: Entä jos tutkimus toistetaan ja siinä nyt valitut 17 osiota eivät toimikaan niin hyvin kuin tässä? Olisivatko pois jätetyt osiot toimineet sittenkin paremmin?

#### 4 Aineiston tiivistäminen

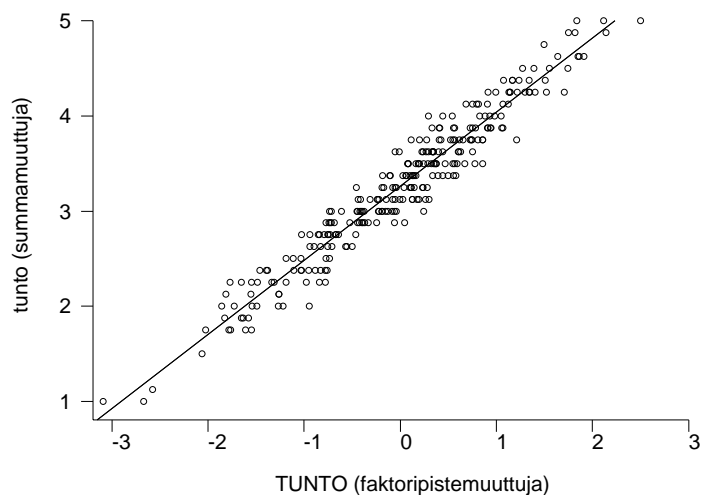
Vuosien 1997 ja 2005 faktorirakenteiden vertailu, jonka yksityiskohdat edellä sivuutettiin, todistaa rakenteiden vastaavan hyvin toisiaan. Faktoreille voi siis antaa samat nimet, ja vastaavat faktoripisteet voidaan muodostaa myös vuoden 2005 havainnoille. Summamuuttujissa ilmenee kuitenkin eroja, kun sovelletaan samaa, vähintään 0.6:n suuruisen latausten päätössääntöä kuin edellä. Selvin yksittäinen poikkeama on ulkonäkövaatimuksia luotaavan osion k71.6 (*”Ulkonäkövaatimukset naisille ovat kovia”*) faktorilataus, joka vuonna 2005 on noussut koko analyysin korkeimmaksi. Tällä kiinnostavalla yksityiskohdalla voi hyvin olla sisällöllistä merkitystä, mutta ”tasapaksusti” painotetut summamuuttujat eivät ota sitä lainkaan huomioon, toisin kuin faktoripisteet.

Kysymys ei siis ole pelkästään uusien muuttujien muodostamisesta, vaan jo kohdassa 4.3.3 (s. 100) pohditusta rakennevaliditeetista – tarkemmin sanottuna sen puutteesta. Tiedot jotka kerran on kerätty, pitäisi pyrkiä hyödyntämään, eikä heittää niitä menemään mielivaltaisin perustein.

Mittareita pitää kehittää, mutta sitä voidaan tehdä vasta, kun tutkimus toistetaan ja mittauksia pohditaan uudelleen. Tällöin on aika hyödyntää aiemman tutkimuksen faktorianalyyseja, jättää huonoimpia osioita pois ja korvata niitä mahdollisesti paremmilla. Rakennevaliditeetin kannalta ei tunnu perustellulta ratkaisulta, että kesken analyysin kelpuutetaan jatkoon vain parhailta vaikuttavat osiot. Faktoripisteissä käytetään kaikkia osioita painottamalla niitä mittaustarkkuuden mukaisesti.

#### Summamuuttujien ja faktoripisteiden vertailua

Summamuuttujien käyttöön houkuttelevat siis tulkinnan näennäinen helppous sekä ajateltu vastaavuus alkuperäisiin osioihin. Tulosteessa 4.3 (s. 113) korrelaatiot viittasivat summamuuttujien ja faktoripisteiden yhteneväisyyteen, ja samaa todistavat kaksi niiden välistä hajontakuvaa, kuvat 4.6 (s. 115) ja 4.7 (s. 116). Hajontakuvista ja tulosteesta 4.3 havaitaan myös, että summamuuttujien ja faktoripisteiden välillä on eroja sekä keskiarvoissa että hajonnoissa.

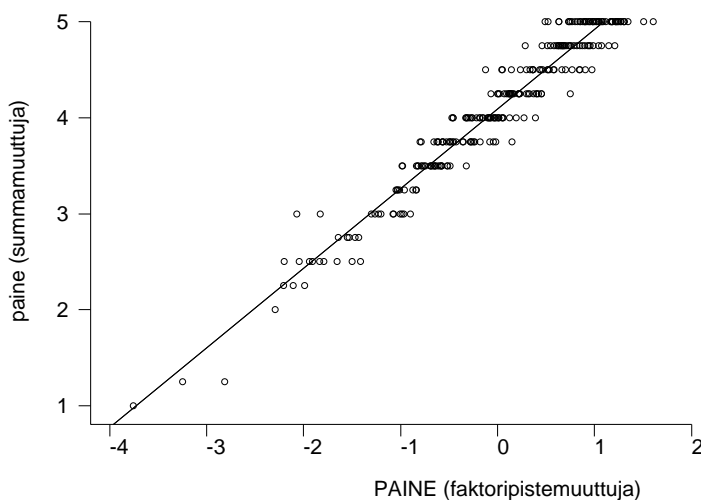


**Kuva 4.6.** Itsetunto faktoripiste- ja summamuuttujina.

Faktoripisteiden keskiarvot ovat nollia, mutta summamuuttujien keskiarvot määräytyvät osioiden perusteella. Niitä voi tulkita samalla tavalla kuin osioidenkin keskiarvoja, kunhan kaikki osiot ovat samalla tavalla mitattuja. Mikäli samassa yhteydessä esiintyisi muunkin tyyppisiä kuin viisiportaisia osioita, ei näin lasketuissa summamuuttujien keskiarvoissa olisi mitään mieltä. Faktoripisteet toimivat, vaikka alkuperäiset osiot olisivat erilaisia. Osioden keskiarvoihin on yhtä turha jumittua kuin osioihin muutenkaan.

Toinen summamuuttujien ja faktoripisteiden ero koskee niiden hajontoja ja jatkuvuutta. Faktoripisteiden hajonnat ovat yleensä suurempia, kuten tässäkin, joten niihin sisältyy enemmän jatkoanalyysissä tarvittavaa tilastollista informaatiota. Summamuuttujat ovat sidottuja osioiden vaihteluvälille 1–5. Ne eivät myöskään ole niin jatkuvia kuin faktoripisteet, vaan osioiden diskreetti luonne ”paistaa läpi” kuten kuvassa 4.7. Pisteet muodostavat vaakasuoria pisteviivoja summamuuttujan diskreettien arvojen tasoille.

4 Aineiston tiivistäminen



**Kuva 4.7.** Ulkonäköpaineet faktoripiste- ja summamuuttujina.

Todellisuudessa summamuuttujien ja faktoripisteiden erot voivat olla selvästi suurempia kuin tässä esitetyt. Seuraavassa eroja tarkastellaan vielä asteikkojen mittaustarkkuuden kannalta.

#### 4.4.3 Mitta-asteikon reliabiliteetti

Aineiston tiivistäminen koostuu monesta eri vaiheesta, joiden luotettavuuden arviointi on jatkon kannalta olennaista. Validiteettikysymykset ovat paljolti sisällöllisiä. Mikäli niihin saadaan hyväksyttäviä vastauksia, kiinnostaa myös *reliabiliteetti* eli mittauksen tarkkuus. Reliabiliteetti on tärkeä, mutta validiteettiin verrattuna vasta toissijainen peruste mittauksen luotettavuudelle.

Reliabiliteettia arvioidaan tilastollisesti tutkimalla mittauksen vaihtelun määrää ja laatua. Täsmällisemmin määriteltynä reliabiliteetti ilmaisee mittauksen *todellisen vaihtelun osuuden*. Jännösosuus aiheutuu satunnaisesti vaihtelevasta mittausvirheestä.

Mittauksen todelliseen vaihteluun kiinni pääseminen edellyttää mittauksen mallintamista, sillä satunnaisia mittausvirheitä ei voi suoraan havaita. Kohdassa 4.2 (s. 91) esitetty mittausmalli luo perus-

tan reliabiliteetin arvioinnille, mutta itse reliabiliteetti on vain mitta-asteikon ominaisuus. Niinpä kuvan 4.3 (s. 107) havainnollistamalla, mitta-asteikon kehykseen sisältyvillä  $x$ - ja  $u$ -muuttujilla on reliabiliteetti, joka määräytyy siitä, missä suhteessa tosiarvot ja mittausrvirheet vaikuttavat niiden vaihteluun. Tosiarvoilla ja mittausrvirheillä ei sen sijaan ole reliabiliteettia, koska ne kuuluvat vain mittausrmalliin.

### Mittauksen keskivirhe

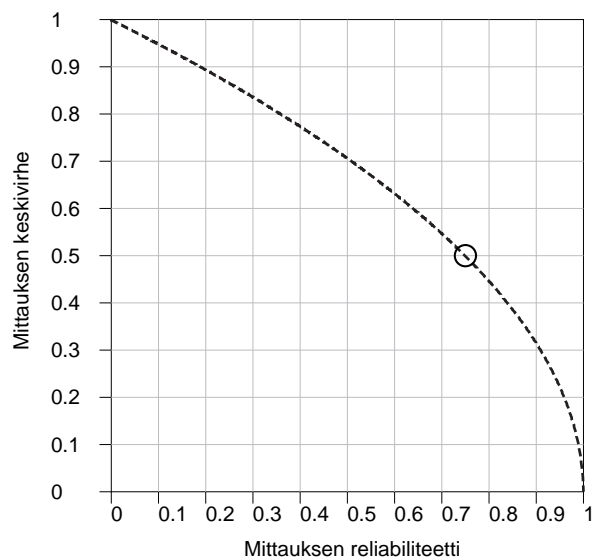
Reliabiliteetti raportoidaan usein rutiininomaisesti lukuina, jotka eivät anna mittausrstarkkuudesta selvää käsitystä. Luvut voivat olla avuksi vertailtaessa eri tutkimusten reliabiliteetteja, mutta käytännön mittausrstarkkuus on parempi ilmaista *mittauksen keskivirheenä*.

Mittauksen keskivirheen tulkinta perustuu tilastollisen päättelyn periaatteeseen, jossa *kahden keskivirheen eroa* voidaan pitää tilastollisesti merkitsevänä ja siten vähän painavampana perusteena (vrt. kohta 3.2.2, s. 54). Vastaavasti voidaan muodostaa myös mittausrstarkkuuteen perustuvia *luottamusvälejä* ja verrata esimerkiksi, menevätkö kahden ryhmän mittausten luottamusvälit päällekkäin. Tulkintojen taustalla on oletus normaalijakaumasta, joka yleensä pätee varsin hyvin useammista osioista muodostetuille mitta-asteikoille, kuten edelläkin havaittiin (ks. kuva 4.4, s. 110). Yksittäisten osioiden reliabiliteetit eivät enää tässä vaiheessa kiinnosta; niiden tarkastelu kuuluu mittausrmallin rakennevaliditeetin arviointiin.

Jos raportoidaan vain, että ”*reliabiliteetti on 0.75*”, voidaan päätellä, että neljännes mitta-asteikon vaihtelusta johtuu mittausrvirheestä. Mittausrstarkkuudesta saadaan parempi käsitys, kun todetaan, että ”*mittauksen keskivirhe on 0.5*”. Tällöin on perusteltua puhua noin ykkösen suuruisista eroista. Pienemmät erot mahtuvat virhemarginaaliin, joten niistä ei kannata tehdä numeroa.

Mittauksen keskivirhe tuo reliabiliteettitarkastelut suhdeluvuista käytännöllisemmälle, asteikon vaihtelun tasolle. Kuva 4.8 näyttää reliabiliteetin ja mittausrstarkkuuden keskivirheen yhteyden, kun hajonta on ykkösen suuruista. Edellä mainittu esimerkki luvuista 0.75 ja 0.5 on ympyröity. Kuva osoittaa selvästi, että korkeampi reliabiliteetti vastaa pienempää mittausrstarkkuuden keskivirhettä. Yhteyden epälineaarisuuden vuoksi mittausrstarkkuuden keskivirhe pienenee yhä jyrkemmin, kun reliabiliteetti lähestyy ykköstä. On siis eroa, onko reliabiliteetti 0.9 vai 0.95.

4 Aineiston tiivistäminen



**Kuva 4.8.** Kaavio mittauksen reliabiliteetista ja keskivirheestä.

### Ulkonäkö tutkimuksen mitta-asteikkojen tarkkuus

Tarkastellaan esimerkkinä ulkonäkö tutkimuksen mitta-asteikkojen tarkkuutta. Laskelmat on tehty mittauskehikkoon sisältyvällä reliabiliteetin arviointimenetelmällä, joka huomioi mittausmallin ja mitta-asteikon moniulotteisuuden.

Taulukosta 4.2 nähdään, että faktoripisteiden reliabiliteetit ovat parhaimmillaan 0.92 ja huonoimmillaan 0.82. Hajonnat ovat vähän alle ykkösen, kuten jo aiemmin todettiin. Mittauksen puolesta tarkin asteikko on ”itsetunto ulkonäköasioissa” ja karkein on odotetusti tulkinnaaltaan vaikein ”negatiivinen suhtautuminen”. Mittauksen keski virheiden perusteella tarkimmalla asteikolla voidaan puhua noin 0.5:n kokoisista eroista.

Mittaustarkkuus on syytä ottaa huomioon esimerkiksi muuttujien luokittelussa. Aiemmin piirretyissä histogrammeissa (ks. kuva 4.4, s. 110) itsetuntoasteikon luokittelu vastaa hyvin sen mittaustarkkuutta. Kauimmaisista luokkia tosin jouduttaisiin yhdistämään vähäisten havaintomäärien vuoksi, mutta nähtävästi olisi mahdollista muodos-



Faktoripistemuuttuja	Hajonta	Reliabiliteetti	Mittauksen keskivirhe
Itsetunto ulkonäköasioissa	0.96	0.92	0.26
Panostaminen ulkonäköön	0.94	0.89	0.31
Sosiaaliset ulkonäköpaineet	0.92	0.85	0.35
Negatiivinen suhtautuminen	0.91	0.82	0.38

**Taulukko 4.2.** Faktoripisteiden vaihtelu ja mittaustarkkuus.

taa jopa 7–9 luokkaa, joiden väliset erot eivät johtuisi ainakaan kokonaan mittausvirheistä. Luottamusvälitulkinnoissa huomioon otetaisiin 0.5:n pituinen vaihtelu molempiin suuntiin, joten tyypillisen 95 %:n luottamusvälin pituus olisi noin yhden yksikön mittainen. Tiiviimpi luokitus, esimerkiksi neljä luokkaa, kuvastaisi jo varsin luotettavasti todellisia eroja vastaajien itsetunnon suhteen. Tähän palataan luvun 7 lopussa.

Summamuuttuja	Hajonta	Reliabiliteetti	Mittauksen keskivirhe
Itsetunto ulkonäköasioissa	0.77	0.83	0.32
Panostaminen ulkonäköön	0.86	0.79	0.39
Sosiaaliset ulkonäköpaineet	0.80	0.82	0.34

**Taulukko 4.3.** Summamuuttujien vaihtelu ja mittaustarkkuus.

Taulukosta 4.3 nähdään, että kolmen summamuuttujan mittaustarkkuudet eivät ole yhtä hyviä kuin faktoripisteiden. Kuten aiemmin tuotiin esille, niiden hajonnat ovat pienempiä, toisin sanoen informaatiota on vähemmän. Kun reliabiliteetitkin ovat heikompiä kuin faktoripisteiden, on mittauksen keskivirhe suurempi, etenkin suhteessa vastaavaan hajontaan.

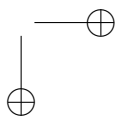
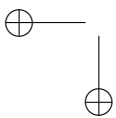
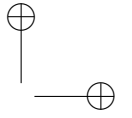
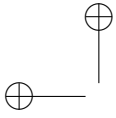
### Pohdintaa reliabiliteetista

Reliabiliteetin arviointiin on aikojen saatossa kehitetty lukuisia menetelmiä. Pohjimmiltaan kyse on siitä, miten paljon ja millaisia oletuksia tehdään mittausvirheistä. Varhaisissa menetelmissä jouduttiin tekemään kohtuuttoman paljon oletuksia, koska vähemmillä oletuksilla oltaisiin jouduttu laskemaan enemmän. Laskeminen oli vaikeaa ja vei aikaa, joten sitä haluttiin välttää. Enää laskeminen ei ole ongelma, joten voidaan soveltaa realistisempia menetelmiä.

Valitettavasti reliabiliteetin arvioinnissa tyydytään useimmiten *Cronbachin alfa* -nimisen, 1930-luvulta periytyvän laskukaavan rutiinimaiseen käyttöön. Kaavaa sovelletaan kritiikittömästi tiedostamatta sen taustalle hautautuneita oletuksia. Psykologian alan vuosikatsauksessa todettiin jo 1980-luvulla, että reliabiliteetin arvioinnin tarkoitus on jossain vaiheessa hämärtynyt (Weiss & Davison, 1981).

Tavaksi on muun muassa tullut jättää osioita pois summamuutujasta, jotta saadaan sen alfa-arvo korkeammaksi. Epärealistisista oletuksista johtuen alfan kaava ei siedä sitä itsestäänselvyyttä, että osioiden mittaustarkkuus vaihtelee. Tällainen reliabiliteetin maksimointi aiheuttaa vakavia seurauksia, sillä se huonontaa validiteettia. Osioden karsintaa mielivaltaisten alfa-rajojen avulla on vaikea perustella sisällöllisesti kestäväällä tavalla.

Kehittyneemmän menetelmän reliabiliteetin arviointiin osana mitauskehikkoa on esittänyt Lauri Tarkkonen väitöskirjassaan (Tarkkonen, 1987). Menetelmän tunnetuksi tekeminen on haasteellista, mutta toisaalta sen soveltaminen on palkitsevaa. Tarkkosen menetelmällä reliabiliteettia voidaan arvioida monipuolisemmin eikä osioita tarvitse keinotekoisesti jättää pois. Menetelmällä saadut arviot ovat myös korkeampia kuin Cronbachin alfat niissä tilanteissa, joissa menetelmiä on perusteltua vertailla (Vehkalahti ym., 2008; Vehkalahti, 2000).



# A Ohjelmistot ja dokumentointi

Kirjan varsinaiset luvut keskittyivät mittaukseen ja tiedonkeruuseen, aineiston esikäsittelyyn sekä tilastollisiin malleihin ja menetelmiin. *Ohjelmistot* olivat esillä vain tulosteiden ja kuvien välityksellä. Käytännössä tulosteet ja kuvat eivät riitä; on myös tiedettävä, miten ne on saatu aikaan. *Dokumentointi* on avain toistettavuuteen ja laadukkaaseen työskentelyyn.

Tässä liitteessä perehdytään dokumentoivaan työskentelytapaan kirjassa käytettyjen ohjelmistojen avulla. Esimerkkeinä tarkastellaan aineiston perustamista sekä tulosteiden ja kuvien työkaavioita.

## A.1 Ohjelmistot

Tässä kirjassa käytetyt ohjelmistot ovat Survo (SURVO MM, ver. 3.00) ja SPSS (SPSS 15.0 for Windows). Survo on suomalainen, professori Seppo Mustosen kehittämä tietojenkäsittely-ympäristö (Survo Systems, 2007) ja SPSS on amerikkalainen, alun alkaen Norman H. Nien, C. Hadlai Hullin ja Dale H. Bentin kehittämä tilastollisten ohjelmien paketti (SPSS, 2007).

Survo on kirjan keskeinen työväline, jolla on kirjoitettu tekstit, piirretty kuvat ja tehty suurin osa analyyseista. SPSS:llä on tehty osa luvun 3 taulukoista sekä luvun 5 regressio- ja varianssianalyyseista.

Kirja on taitettu Survon ja  $\text{\LaTeX}$ -ladontaohjelmiston (Lamport, 1994; Mittelbach & Goossens, 2004) yhteistyönä, tekniikalla, josta kertoo yksityiskohtaisemmin ja värikkäämmiin Vehkalahti (2007).

### A.1.1 Survo ja SPSS

Survon alaa ovat tilastolliset analyysimenetelmät ja kuvat, aineistojen hallinta sekä julkaisujen ja sovellusten laatiminen (Mustonen, 2001). Ohjelmiston nimi johtuu sanasta *survey* tai tiedon tiivistämiseen viittaavasta verbistä *survoa* (Mustonen, 1992, 2).

Survon varhaisimmat 1960-luvun versiot ovat osa suomalaisen tietojenkäsittelyn kiehtovaa esihistoriaa, jota valottaa muun muassa Mustonen (2007). Nyky-Survo sai alkunsa vuonna 1979 *nuotinpainatuksesta*. Idea tekstinkäsittelyyn perustuvasta tavasta käyttää tietokonetta myös tilastollisiin analyyseihin syrjäytti valikot silloisessa SURVO 76:ssa, joka oli maailman ensimmäisiä interaktiivisia tilastollisia ohjelmistoja (Mustonen, 1980, 1996, 2001).

Myös SPSS:n historia ulottuu 1960-luvulle, jolloin se tuli tunnetuksi erityisesti yhteiskuntatieteisiin sopivana, tilastollisten sovel-lusohjelmien pakettina, ”*Statistical Package for Social Sciences*”. Nykyään ohjelmistosta käytetään vain lyhennettä.

SPSS:n perinteistä alaa ovat edelleen yhteiskuntatieteissä keskei-set ristiintaulukointi sekä regressio- ja varianssianalyysit. Menetelmävalikoiman suhteen SPSS on yksi laajimmista tilastollisista ohjel-mistoista, mikäli käytössä ovat peruspaketin ohella tyypillisimmät laajennusosat (mm. *Advanced Models*, *Categories* ja *Missing Values*).

#### Käyttöliittymä

Pintapuolisesti Survo ja SPSS saattavat vaikuttaa aivan erilaisilta, mutta pohjimmiltaan niissä on samoja yhtäläisyyksiä kuin muissakin tilastollisten aineistojen analysointiin soveltuvissa ohjelmistoissa:

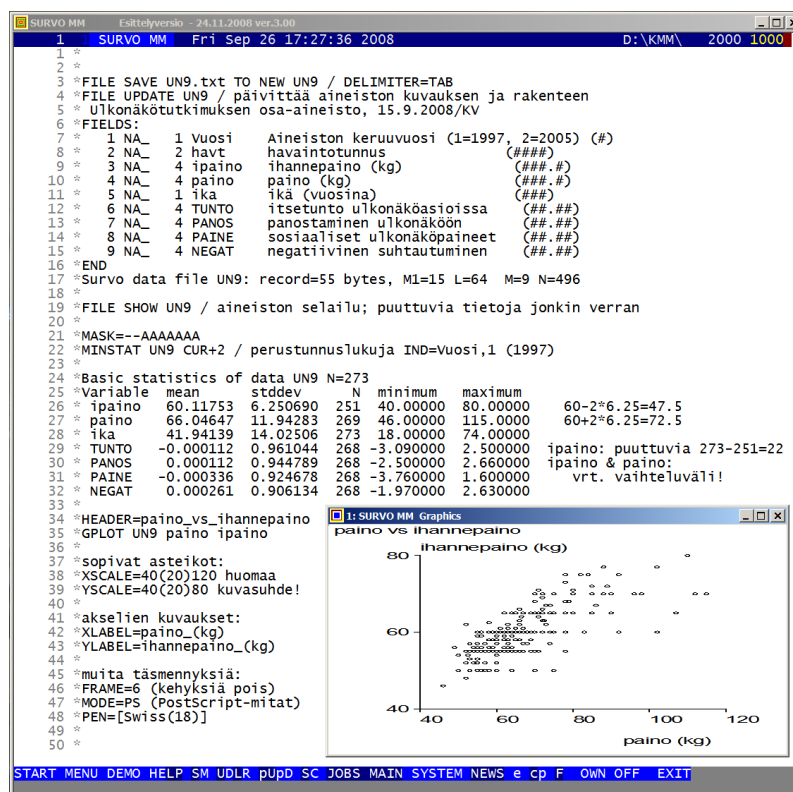
- Asiat ilmaistaan täsmällisesti komennoin ja avainsanoin.
- Työskentelyn apuna hyödynnetään lisäksi valikoita.
- Toimintoja ohjataan näppäimistöllä tai hiirellä.

Esimerkkejä puhtaasti hiirellä ohjattavista toiminnoista ovat Survon graafinen faktorirotaatio ja SPSS:n kuvien muokkaus. Työvaiheiden toistamisen ja dokumentoinnin kannalta keskeisimpiä ovat kuitenkin komennot ja avainsanat.

## Survo

Survo on tekstinkäsittelyyn perustuvan käyttöliittymänsä ansiosta näyttänyt varsin samanlaiselta aikakausista ja versioista riippumatta.

Näkymä A.1 kuvaa Survon pääikkunaa ja siihen sijoittuvaa *toimituskenttää*, josta ohjataan kaikkia Survon toimintoja sekä käsitellään niin tekstiä, taulukoita, lukuja, lausekkeita ja aineistoja kuin matriiseja, kommentoja, kuvanpiirto- ja muita kaavioita sekä näiden tulosteita.



Näkymä A.1. Survo-ohjelmiston käyttöliittymä.

Komento *aktivoidaan* joko Esc-näppäimellä tai hiiren kaksoispainalluksella. Mahdollinen tuloste ilmestyy samaan toimituskenttään komennossa osoitetulta riviltä alkaen.

Survo muodostaa oman käyttöympäristön, jonka pelisääntöihin voi tutustua asennus- ja käyttöönotto-oppaasta (Mustonen, 2003) tai Survon ilmaisversion ja opetusohjelmien välityksellä.

A Ohjelmistot ja dokumentointi

## SPSS

SPSS on mukauttanut käyttöliittymänsä kulloiseenkin ympäristöön. Windowsissa SPSS näyttää tyypilliseltä Windows-ohjelmalta.

Näkymä A.2 kuvaa SPSS:n pääikkunaa (*Data Editor*) ja aineiston muuttujia (*Variable View*). Vaihto havaintoihin (*Data View*) tapahtuu hiirellä tai näppäimellä **Ctrl-T**. Näkymään sisältyvät myös komentoikkuna (*Syntax Editor*) ja tulosteikkuna (*Viewer*).

The screenshot displays three overlapping SPSS windows. The top window is the 'Syntax Editor' showing the following code:

```

NEGAT 'negatiivinen suhtautuminen'.

VALUE LABELS
  Vuosi 1 '1997' 2 '2005'.
    
```

The middle window is the 'Variable View' showing a list of variables with their properties:

Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measur.
1 Vuosi	Numeric	6	0	Aineiston keruu (1, 1997)...	None	None	8	Right	Nominal
2 havt	Numeric	4	0	havaintotunnus	None	None	8	Right	Scale
3 ipaino	Numeric	6	2	ihannepaino (kg)	None	None	8	Right	Scale
4 paino	Numeric	5	1	paino (kg)	None	None	8	Right	Scale
5 ika	Numeric	3	0	ikä (vuosina)	None	None	8	Right	Scale
6 TUNTO	Numeric	5	2	itsetunto ulkonä	None	None	8	Right	Scale
7 PANOS	Numeric	5	2	panostaminen u	None	None	8	Right	Scale
8 PAINE	Numeric	5	2	sosiaaliset ulko	None	None	8	Right	Scale
9 NEGAT	Numeric	5	2	negatiivinen suh	None	None	8	Right	Scale
10									
11									

The bottom window is the 'Data Editor' showing a table with columns corresponding to the variables in the Variable View.

Näkymä A.2. SPSS-ohjelmiston käyttöliittymä.

SPSS-komento suoritetaan maalaamalla se komentoikkunassa ja painamalla näppäintä **Ctrl-R** (*Run Current*). Vaikutus ilmenee joko tulosteikkunassa tai pääikkunassa.

SPSS-oppaita on runsaasti, mutta useimmissa korostetaan vain valikkoja. Dokumentointiin tarvittavat komennot saa komentoikkunaan, kun valintojen loppuksi painaa OK-näppäimen sijasta *Paste*.

### A.1.2 Aineiston perustaminen

Luvun 2 lopussa mainittiin lyhyesti, millä tavoin kyselytutkimusaineisto siirretään tiedonkeruussa käytetyiltä lomakkeilta ohjelmistoilla käsiteltävään muotoon. Seuraavassa perehdytään aiheeseen yksityiskohtaisemmin Survon ja SPSS:n avulla.

Esimerkkinä tarkasteltava tekstitiedosto UN9.txt muodostuu ulkonäkö tutkimuksen 496 havainnosta ja yhdeksästä, erityisesti luvuissa 5–7 analysoidusta muuttujasta. Listauksessa A.1 tästä osaineistosta on näkyvissä 25 havaintoa: 13 alusta, viisi keskeltä ja seitsemän lopusta. Jokainen havainto muodostaa tekstitiedostossa yhden rivin. Ensimmäisellä rivillä ovat muuttujien nimet.

#### Listaus A.1. Ulkonäkö tutkimuksen aineistoa tekstimuodossa.

Vuosi	havt	lipaino	paino	ika	TUNTO	PANOS	PAINE	NEGAT
1 1003	65.00	75.0	53	-0.33	-1.36	0.58	0.30	
1 1004	67.00	86.0	55	0.23	0.35	0.77	-0.32	
1 1006	60.00	64.0	36	0.29	0.37	-0.46	-1.15	
1 1008	58.00	63.0	34	1.06	0.10	0.98	-1.07	
1 1009	46.00	46.0	26	0.86	0.75	0.22	-0.85	
1 1010	53.00	53.0	74	0.02	-0.71	0.69	0.91	
1 1011	60.00	70.0	71	0.33	0.09	-1.23	-0.21	
1 1015	60.00	72.0	21	-1.34	0.79	0.88	1.06	
1 1016	71.00	80.0	67	-0.98	-0.02	0.96	0.84	
1 1017	60.00	55.0	24	-1.48	0.38	0.66	-0.48	
1 1018	60.00	102.0	27	-1.19	0.87	-1.05	-0.29	
1 1019	-	60.0	22	1.82	-2.36	0.49	1.38	
1 1020	58.00	65.0	37	-1.86	-0.20	-1.84	0.68	
.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	
2 1672	58.00	58.0	29	1.62	-0.15	-0.62	0.22	
2 1673	-	-	53	-	-	-	-	
2 1680	65.00	90.0	67	-0.20	0.18	-2.43	-0.70	
2 1681	64.00	64.0	40	1.54	-1.23	-3.88	1.04	
2 1685	60.00	63.0	19	0.74	-0.37	0.43	-0.58	
.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	
2 1965	60.00	61.0	65	1.11	-0.64	-1.12	0.70	
2 1969	70.00	78.0	24	-1.00	-0.47	0.77	-1.25	
2 1970	58.00	68.0	31	1.04	-0.62	0.79	-1.31	
2 1977	56.00	47.0	66	-0.46	-0.39	0.47	0.13	
2 1988	55.00	63.0	58	-0.40	-0.73	0.46	-0.71	
2 1991	65.00	65.0	25	-0.74	0.13	0.29	-1.08	
2 1998	58.00	65.0	38	0.14	1.03	-1.18	0.42	



A Ohjelmistot ja dokumentointi

---

Tiedot ovat järjestyksessä keruuajankohdan (Vuosi) ja havaintotunnuksen (havt) mukaan. Puuttuvia tietoja on merkitty viivalla (-). Todellisuudessa muuttujien arvoja erottavat *tab*- eli sarkainmerkit, mutta havainnollisuuden vuoksi ne on listauksessa A.1 korvattu pystyviivoilla (|).

Seuraavassa tiedot siirretään tekstitiedostosta ohjelmien omiin tiedostoihin. Esimerkki on keinotekoinen, koska siinä rajoitutaan vain yhdeksään muuttujaan, joista osa on luotu vasta aineiston esikäsittelyn ja analyysien myötä. Käytännössä siirto tapahtuisi vastaavasti.

### Survo

Kaaviossa A.1 tiedot siirretään ja talletetaan tekstitiedostosta Survon havaintotiedostoksi FILE SAVE -komennolla.

#### Kaavio A.1. Aineiston perustaminen (Survo).

```
FILE SAVE UN9.txt TO NEW UN9 / DELIMITER=TAB

FILE STATUS UN9 / näyttää aineiston kuvauksen ja rakenteen
Copied from text file UN9.txt
FIELDS: (active)
  1 NA_  1 Vuosi  (#####)
  2 NA_  2 havt   (####)
  3 NA_  4 ipaino  (###.##)
  4 NA_  4 paino   (###.#)
  5 NA_  1 ika    (###)
  6 NA_  4 TUNTO  (##.##)
  7 NA_  4 PANOS  (##.##)
  8 NA_  4 PAINE  (##.##)
  9 NA_  4 NEGAT  (##.##)
END
Survo data file UN9: record=55 bytes, M1=15 L=64 M=9 N=496
```

---

Perustetun aineiston rakenne ilmenee kaavion alaosasta, jonka on tuottanut FILE STATUS -komento. FILE SAVE on automaattisesti päätelty, että kaikki muuttujat ovat numeerisia, osa kokonais- ja osa desimaalilukuja. Kaavioon sisältyvät yksityiskohdat selviävät muun muassa Survon käyttöoppaasta (Mustonen, 1992, 86–88).

Kaaviossa A.2 aineistoa on dokumentoitu lisäämällä muuttujien sanalliset kuvaukset sekä päivämäärällä varustettu, aineiston sisältöä kuvaava kommentti. Rakenne päivittyy aktivoimalla kaavion yläpuolelle vaihdettu FILE UPDATE -komento.

### Kaavio A.2. Aineiston dokumentointi (Survo).

```
FILE UPDATE UN9 / päivittää aineiston kuvauksen ja rakenteen
Ulkonäkötutkimuksen osa-aineisto, 15.9.2008/KV
FIELDS:
  1 NA_ 1 Vuosi   Aineiston keruuvuosi (1=1997, 2=2005) (#)
  2 NA_ 2 havt     havaintotunnus                (####)
  3 NA_ 4 ipaino  ihannepaino (kg)              (###.#)
  4 NA_ 4 paino    paino (kg)                   (###.#)
  5 NA_ 1 ika     ikä (vuosina)                 (###)
  6 NA_ 4 TUNTO  itsetunto ulkonäköasioissa   (##.##)
  7 NA_ 4 PANOS  panostaminen ulkonäköön     (##.##)
  8 NA_ 4 PAINE  sosiaaliset ulkonäköpaineet (##.##)
  9 NA_ 4 NEGAT  negatiivinen suhtautuminen  (##.##)
END
```

### SPSS

Kaaviossa A.3 tiedot siirretään tekstitiedostosta SPSS-muotoon komennolla GET DATA. Komento on saatu *File*-valikon *Read Text Data*-toiminnolla, joka vaiheittain, osittain automaattisesti, selvittää aineiston rakenteen kuusisivuisella lomakkeella.

### Kaavio A.3. Aineiston perustaminen (SPSS).

```
GET DATA /TYPE = TXT
/FILE = 'D:\KMM\UN9.txt' /DELCASE = LINE /DELIMITERS = "\t"
/ARRANGEMENT = DELIMITED /FIRSTCASE = 2 /IMPORTCASE = ALL
/VARIABLES =
Vuosi F6.0 havt F4.0 ipaino F6.2 paino F5.1 ika F3.0
TUNTO F5.2 PANOS F5.2 PAINE F5.2 NEGAT F5.2.
EXECUTE.
DATASET NAME DataSet1 WINDOW=FRONT.

SAVE OUTFILE='D:\KMM\UN9.sav'
/COMPRESSED.
```

Suorittamalla kaavion komennot aineisto haetaan SPSS:n pääikkunaan ja talletetaan SPSS:n havaintotiedostoksi.

Kaaviossa A.4 aineistoa on dokumentoitu lisäämällä päivämäärällä varustettu, aineiston sisältöä kuvaava kommentti sekä muuttujien sanalliset kuvaukset. Vuosi-muuttujalle on asetettu myös sen yksittäisten arvojen kuvaukset.

#### Kaavio A.4. Aineiston dokumentointi (SPSS).

\* Päivitetään aineiston kuvaus ja rakenne:

```
ADD DOCUMENT
'Ulkonäkötutkimuksen osa-aineisto, 15.9.2008/KV'.
```

```
VARIABLE LABELS
Vuosi 'Aineiston keruuvuosi (1=1997, 2=2005)'
havt 'havaintotunnus'
ipaino 'ihannepaino (kg)'
paino 'paino (kg)'
ika 'ikä (vuosina)'
TUNTO 'itsetunto ulkonäköasioissa'
PANOS 'panostaminen ulkonäköön'
PAINE 'sosiaaliset ulkonäköpaineet'
NEGAT 'negatiivinen suhtautuminen'.
```

```
VALUE LABELS
Vuosi 1 '1997' 2 '2005'.
```

#### A.1.3 Dokumentoiva työskentelytapa

Edellä esitetyt kaaviot ovat esimerkkejä *dokumentoivasta työskentelytavasta*, joka helpottaa olennaisesti työvaiheiden toistamista. Toistamista on mahdoton välttää, sillä se kuuluu tutkimustyön luonteeseen. Tuloksiin ei yleensä päästä suorinta tietä, vaan siihen vaaditaan lukuisia yrityksiä ja erehdyksiä. Yksinkertaisimmillaan samoja työvaiheita toistetaan, kun jotain analyysia tehdään eri muuttujilla tai eri havainnoilla.

Lisää toistoa on tiedossa, kun aineistosta löytyy virheitä. Tällöin joudutaan yleensä uusimaan monia, virheen korjausta edeltäneitä työvaiheita, kuten muunnoksia, muokkauksia ja analyysseja. Laajimmillaan toistaminen on, kun aineisto vaihtuu. Monessa tutkimuksessa halutaan toistaa olennaisesti samat, aiemmin tehdyt vaiheet. Mitä paremmin työvaiheet on dokumentoitu, sitä helpompaa se on.

Valikot ovat käteviä kertaluonteisissa töissä, mutta tutkimustyössä vain harvat tehtävät ovat kertaluonteisia. Valikkojen varassa työskentelemällä toistaminen on hidasta ja turhauttavaa, eikä työskentelystä jää yleensä mitään jälkiä.

Dokumentoiva työskentelytapa jättää jäljet, joita seuraamalla voi myöhemmin jäljittää oman ajatusprosessinsa. Tuloksista näkee, *mitä* kaikkea on tehty, mutta jäljistä näkee, *miten* kaikki on tehty.

## A.2 Kuvien ja tulosteiden työkaavioita

Esimerkkeinä dokumentoivasta työskentelytavasta tarkastellaan kirjan kuvien ja tulosteiden tekemisessä käytettyjä Survo- ja SPSS-työkaavioita. Kaikkiaan kirjassa on yli 80 kuvaa tai tulostetta; vain muutaman työkaavio on voitu mahduttaa tähän. Kaikkia koskee kuitenkin sama periaate: kun kuva tai tuloste pitää tuottaa uudelleen, työ ei ala alusta, vaan se jatkuu siitä, mihin on viimeksi jääty.

Käytännössä periaate tarkoittaa, että työkaavion toiminnot ainoastaan aktivoidaan tai suoritetaan uudelleen, jolloin tuloksena saadaan uusi versio kuvasta tai tulosteesta. Kaavioissa on melko vähän kommentteja, sillä ne dokumentoivat pitkälti itse itsensä.

Kaaviossa A.5 tutkitaan jakaumia ja tunnuslukuja Survon STAT-komennolla. Tulokset tulevat komentorivin alapuolelle (CUR+1). Täsmennys VARS luettelee muuttujat (tässä vain sv), ja CLASSMAX määrää luokkien maksimimäärän automaattisessa luokittelussa. Oletusarvo on 30, joten täsmennys ei olisi tässä välttämätön.

### Kaavio A.5. Tuloste 3.1, sivu 53 (Survo).

```
STAT MV2007A CUR+1 / VARS=sv CLASSMAX=30
```

Kaavion A.6 SPSS-komennot tarkenteineen saadaan komentoikkunaan Paste-toiminnolla valitsemalla ensin valikoista kohdat *Analyze – Descriptive Statistics – Descriptives* ja muuttujaksi sv. Tunnuslukujen (rivi 3) osalta valinnat vastaavat *Options*-alakohdassa tarjolla olevia oletuksia. Piste rivin 3 lopussa päättää SPSS-komennon.

### Kaavio A.6. Tuloste 3.2, sivu 55 (SPSS).

```
1 DESCRIPTIVES
2 VARIABLES=sv
3 /STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX .
```

Kaaviossa A.7 tehdään Survon TAB-komennolla ristiintaulukko muuttujista yhdessä ja pari, jotka annetaan täsmennyksellä VARIABLES.

Halutunlaiset luokittelut muuttujille ilmaistaan omina täsmennyksinä riveillä 2 ja 3. Ensimmäinen luku on luokan alaraja, loput ylärajoja. Suluissa annetaan luokille nimet.

Avainsana MISSING sisällyttää mukaan puuttuvien tietojen lukumäärät. Täsmennykset CHI2 ja LABELS jättävät tulostuksesta pois turhia osia kuten riippumattomuustestin ja taulukon otsikoita.

**Kaavio A.7.** Tuloste 3.5, sivu 60 (Survo).

```
1 TAB MV2007A END+2 / VARIABLES=yhdessa,pari CHI2=- LABELS=0
2 yhdessa=0,0(ei),53(on),MISSING(?)
3 pari=1,1(ei),02(on),MISSING(?)
```

Kaavio A.8 piirtää Survossa histogrammin. Tällaiset kaaviot syntyvät vaiheittain. Alkutilanteessa kaavio on paljon yksinkertaisempi.

Varsinainen komento on rivin 2 HISTO. Täsmennyksiä ja kommentteja saa esiintyä vapaasti komennon ympärillä (kuten riveillä 1 ja 4). Olennaisinta on, että kuva syntyy täsmälleen sellaisena kuin halutaan eikä sitä tarvitse muokata jälkeinpäin.

**Kaavio A.8.** Kuva 3.2, sivu 61 (Survo).

```
1 IND=yhdessa,0.01,53 (rajataan nollat pois)
2 HISTO MV2007A yhdessa / yhdessa=0(1)55 FILL=NO DEVICE=PS,K.PS
3 XSCALE=-3:?,0(5)55 YSCALE=0(5)20 HEADER= FRAME=6
4 Kuvan koko ja mittasuhteet: SIZE=1200,600 XDIV=2,9,1 YDIV=0.5,5.5,0
5 *pen=[Swiss(10)][move(0,0)][rot(0)] PEN=*pen
6 XLABEL=yhdessäoloaika_(vuosina) LINETYPE=*pen
7 YLABEL=[move(-140,-450)][rot(90)],vastaajien_lukumäärä
```

Kaaviota A.8 hyödynnetään myös kuvan 3.3 (s. 62) piirtämisessä. Ainoat muutettavat kohdat ovat yhdessa-muuttujan luokittelu rivillä 2 ja YSCALE-täsmennys rivillä 3.

Myös kaavio A.9 pohjautuu kaavioon A.8. Luokkafrekvenssit on taulukoitu TAB-komennolla, nimetty taulukko dataksi YHD5 ja piirretty se PLOT-komennolla. Loput täsmennykset ovat samat kuin kaaviossa A.8 (rivit 3–7), vain  $x$ -akselin nimeä on siirretty vähän vasemmalle samaan tapaan kuin  $y$ -akselin nimeä kaavion A.8 rivillä 7.

**Kaavio A.9.** Kuva 3.4, sivu 63 (Survo).

```

1 TAB MV2007A CUR+3 / VARIABLES=yhdessa IND=yhdessa,0.01,53 (nollat pois)
2 yhdessa=0.1,4.9(alle_5),15(5_-_15),25(16_-_25),35(26_-_35),53(yli_35)
3
4 DATA YHD5
5 yhdessa      f
6 alle_5      71
7 5_-_15     120
8 16_-_25     91
9 26_-_35     65
10 yli_35     37
11
12 PLOT YHD5 / TYPE=VBAR DEVICE=PS,K.PS
13 LEGEND=- SHADING=7 VALUES=[Swiss(9)],##%,1

```

Kaavio A.10 sisältää vastaavia SPSS-komentoja; periaate on vain hieman toisenlainen. Frekvenssitaulukon sijaan tehdään riveillä 1–6 uusi luokiteltu muuttuja (YHD5). Komento RECODE saadaan valikosta *Transform – Recode into Different Variables*. Riveillä 7–14 nimetään muuttuja ja sen luokat, minkä jälkeen piirretään pylväskuva.

**Kaavio A.10.** Kaaviota A.9 vastaavia komentoja (SPSS).

```

1 DO IF (yhdessa ~= 0) .
2 RECODE
3   yhdessa
4   (0.1 thru 4.9=1) (5 thru 15=2) (16 thru 25=3)
5   (26 thru 35=4) (35.1 thru Highest=5) INTO YHD5 .
6 END IF .
7 VARIABLE LABELS YHD5 'yhdessäolo luokiteltuna'.
8 VALUE LABELS YHD5 /* annetaan luokille nimet */
9   1 'alle 5'
10  2 '5 - 15'
11  3 '16 - 25'
12  4 '26 - 35'
13  5 'yli 35'.
14 EXECUTE .
15           /* pylväskuva, kaksi erilaista versiota: */
16 GRAPH
17   /BAR(SIMPLE)=COUNT BY YHD5 .
18
19 IGRAPH /VIEWNAME='Bar Chart'
20 /X1 = VAR(YHD5) TYPE = SCALE
21 /Y = $count /COORDINATE = VERTICAL
22 /X1LENGTH=3.0 /YLENGTH=3.0 /X2LENGTH=3.0 /CHARTLOOK='NONE'
23 /BAR KEY=ON SHAPE = RECTANGLE BASELINE = AUTO. EXE.

```

Kuva piirretään kahdella tavalla. Rivin 16 GRAPH-komennon tuottaa valinta *Graphs – Legacy Dialogs – Bar* ja rivin 19 IGRAPH-komennon valinta *Graphs – Interactive – Bar*. Vaihtoehdot edustavat SPSS:n eri kehitysvaiheita. Vanhempi GRAPH osaa hyödyntää luokkien nimiä, mutta sitä ei voi ohjata komennoilla paljoo pidemmälle. Uudempi IGRAPH tarjoaa enemmän mahdollisuuksia, muttei oletuksena hyödynnä nimiä, vaan sijoittaa pylväiden alle luvut 1–5.

Molemmissa tapauksissa kuvan viimeistely edellyttäisi käsin tapahtuvaa muokkausta. Koska sellaisten työvaiheiden dokumentointimahdollisuudet ja toistettavuus ovat olemattomia, ei tässä kirjassa ole yhtään SPSS:llä piirrettyä kuvaa.

Kaaviossa A.11 asetetaan mittarin k26 muuttujille sanalliset selitteet ja taulukoidaan kahden muuttujan frekvenssijakaumat niin, että taulukkoon tulevat sekä luvut että selitteet. Komento FREQUENCIES saadaan valikosta *Analyze – Descriptive Statistics – Frequencies*.

**Kaavio A.11.** Tuloste 3.7, sivu 66 (SPSS).

```

1 VALUE LABELS k26.1 TO k26.22
2   1 'Täysin eri mieltä'
3   2 'Osin eri mieltä'
4   3 'Ei samaa eikä eri'
5   4 'Osin samaa mieltä'
6   5 'Täysin samaa mieltä'.
7 SET TNumbers Both. /* taulukkoon sekä luvut että selitteet */
8 FREQUENCIES
9   VARIABLES=k26.3 k26.18
10  /ORDER= ANALYSIS.
```

SET-komennolla voi säätää monia asetuksia. Tarkempia tietoja on SPSS:n käsikirjassa (*Help – Command Syntax Reference*). Kaaviossa A.12 muuttujat taulukoidaan vastakkain CROSSTABS-komennolla (*Analyze – Descriptive Statistics – Crosstabs*).

**Kaavio A.12.** Tuloste 3.9, sivu 68 (SPSS).

```

1 SET TNumbers Values. /* tiiviimpi taulukko ilman selitteitä */
2 CROSSTABS
3   /TABLES=k26.18 BY k26.3
4   /FORMAT= AVALUE TABLES
5   /CELLS= COUNT
6   /COUNT ROUND CELL.
```

Kaaviossa A.13 lasketaan ja taulukoidaan puuttuvia tietoja. Kun rivin 14 kaksoispiste korvataan pilkulla, saadaan vastaava sisäkkäinen taulukko (tuloste 3.13).

**Kaavio A.13.** Tuloste 3.12, sivu 84 (Survo).

```

1 *mask1=-AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA-----
2 *mask2=-----AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
3 *mask3=-----AAAAAAAAAAAA
4
5 VARSTAT MV2007I,Mittari1:1,#VAL,1,5 / MASK=*mask1
6 VARSTAT MV2007I,Mittari2:1,#VAL,1,5 / MASK=*mask2
7 VARSTAT MV2007I,Mittari3:1,#VAL,1,5 / MASK=*mask3
8 Luokittelut: Mittari1=0,11(poistetaan),21(paikataan),22(jätetään)
9               Mittari2=0,10(poistetaan),19(paikataan),20(jätetään)
10              Mittari3=0,05(poistetaan),10(paikataan),11(jätetään)
11
12 Katsotaan samalla vuosittain: Vuosi=1,1(1997),2(2005) LABELS=0
13                               RESULTS=RSUMS,CSUMS CHI2=-
14 TAB MV2007I CUR+3 / VARIABLES=Vuosi:Mittari1,Mittari2,Mittari3

```

Kaaviossa A.14 tehdään faktorianalyysi ja graafinen rotaatio, talletetaan työvaiheita ja otetaan tulos esiin tulkintaa varten.

**Kaavio A.14.** Tuloste 4.2, sivu 101 (Survo).

```

1 Valitaan muuttujat: MASK=#7(CGQ) ja havainnot: IND=Vuosi,1 (1997)
2 CORR UN / korrelaatiot (+ keskiarvot ja hajonnat)
3 MAT R1997=CORR.M / korrelaatiomatriisi talteen
4 FACTA R1997,4 / faktorointi (maximum likelihood, 4 faktoria)
5 MAT F1997=FACT.M / rotatoimaton faktorimatriisi talteen
6 ROTATE F1997,4 / graafinen rotaatio: ROTATION=GRAPHICAL
7 MAT T1997=TFACT.M / rotaation muunnosmatriisi talteen
8 MAT G1997=AFACT.M / rotatoitu faktorimatriisi talteen
9 /LOADFACT UN G1997 / tulos järjestettynä ja korostettuna + kuvaukset

```

Kaaviossa A.15 testataan regressiomallin jäännösten normaalisuutta Kolmogorovin ja Smirnovin ei-parametrisellä testillä.

**Kaavio A.15.** Tuloste 5.10, sivu 147 (SPSS).

```

1 NPAR TESTS /* Analyze - Nonparametric Tests - 1-Sample K-S */
2 /K-S(NORMAL)= Jäännös
3 /STATISTICS DESCRIPTIVES QUANTILES
4 /MISSING ANALYSIS.

```



A Ohjelmistot ja dokumentointi

Kaaviossa A.16 piirretään naamakuva kymmenen havainnon aineistosta TÄHDET, jonka tiedot on esitetty taulukossa 6.1 (s. 154).

**Kaavio A.16.** Kuva 6.3, sivu 156 (Survo).

```

1 SIZE=1200,800 XDIV=0,1,0 YDIV=0,1,0 HEADER= LINETYPE=[Swiss(10)]
2 PLOT TÄHDET / TYPE=FACES MASK=-AAAA LABEL=havt DEVICE=PS,K.PS
3
4 VARIABLES: xmin      xmax      Features      fmin fmax
5 -          *         **          Radius_to_corner_of_face_OP  0.6 1.0
6 -          *         **          Angle_of_OP_to_horizontal    0.0 0.6
7 -          *         **          Vertical_size_of_face_OU     0.6 1.0
8 -          *         **          Eccentricity_of_upper_face   0.5 1.5
9 -          *         **          Eccentricity_of_lower_face   0.5 1.5
10 NEGAT     -1.89*    2.37**    Length_of_nose               0.1 0.5
11 -          *         **          Vertical_position_of_mouth    0.2 0.8
12 TUNTO     -2.06*    0.91**    Curvature_of_mouth_1/R      -4.0 4.0
13 -          *         **          Width_of_mouth               0.2 1.0
14 -          *         **          Vertical_position_of_eyes     0.0 0.4
15 PAINE     -2.82*    1.05**    Separation_of_eyes           0.3 0.8
16 PANOS     -1*       1.8**     Slant_of_eyes                -0.5 0.5
17 PANOS     -1*       1.8**     Eccentricity_of_eyes         0.3 1.0
18 -          *         **          Size_of_eyes                 0.1 0.2
19 -          *         **          Position_of_pupils           -0.1 0.1
20 -          *         **          Vertical_position_of_eyebrows 0.2 0.4
21 PAINE     -2.82*    1.05**    Slant_of_eyebrows           -0.5 0.5
22 PAINE     -2.82*    1.05**    Size_of_eyebrows            0.1 0.5
23 END

```

Riveillä 4–23 kytketään muuttujat eri kasvopiirteisiin kirjoittamalla muuttujan nimi VARIABLES-sarakkeeseen halutun piirteen kohdalle. Valmis pohja saadaan aktivoimalla pelkkä rivin 2 PLOT-komento täsmennyksellä TYPE=FACES.

Seuraava aktivointi synnyttää kuvan, jossa kaikki naamat ovat peruslukemilla joka piirteen suhteen. Kun muuttujan nimi kirjoitetaan jollekin riveistä 5–22 ja aktivoidaan PLOT jälleen, alkaa kyseinen piirre varioida kuvassa muuttujan arvojen suhteen. Tästä merkinä kaavioon ilmestyvät muuttujan minimi ja maksimi sarakkeisiin *xmin* ja *xmax*. Ne voi kääntää piirrekohtaisesti toisinpäin vaihtamalla lukujen perässä olevien tähtien paikkaa.

Sarake Features kuvaa piirteet lyhyesti Chernoffin (1973) artikkelissa esitetyn kaavakuvan mukaisesti. Piirteet selviävät ilman artikkeliakin yksinkertaisesti kokeilemalla. Oikean reunan sarakkeissa *fmin* ja *fmax* olevat luvut säätelevät piirteiden vaihtelun määrää. Niitä ei ole tässä muutettu oletusarvoistaan.

Kaaviossa A.17 tehdään medoidiryhmittely perustuen etäisyysmatriisiin, joka muodostetaan DIST-komennolla rivillä 2. Euklidisista etäisyyksistä lasketaan neliöt rivin 3 matriisikomennolla, minkä jälkeen riveillä 5–6 alustetaan tuloksia varten kaksi uutta muuttujaa. Ryhmittely tapahtuu rivin 8 DCLUSTER-komennolla, jossa viitataan aineistoon, etäisyysmatriisiin ja uusiin muuttujiin.

**Kaavio A.17.** Tuloste 6.3, sivu 169 (Survo).

```

1 MASK=-----AAAA-----AA--
2 DIST UNRYHM,UNDIST / MEASURE=EUCLIDEAN IND=Vuosi,1 (1997)
3 MAT TRANSFORM UNDIST BY X#^2 / neliölliset etäisyydet
4 .....
5 VAR G4:1=MISSING TO UNRYHM / ryhmäkoodeja varten
6 VAR S4:4=MISSING TO UNRYHM / siluettiarvoja varten
7
8 DCLUSTER UNRYHM,UNDIST,CUR+2 / GROUPS=4 VARS=G4(G),S4(S)

```

Kaaviossa A.18 piirretään erotteluavaruutta havainnollistava kaksoiskuva. Ensimmäisen osakentän avainsana \*GLOBAL\* saa täsmennykset voimaan myös muissa osakentissä, ellei niissä määrätä toisin. Näin kootaan yhteisiä, esimerkiksi kuvan koon ja mittasuhteiden sekä koodinaattiakseleiden ja viivatyypin määrittelyjä samaan paikkaan.

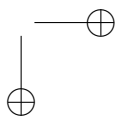
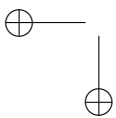
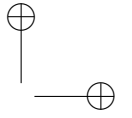
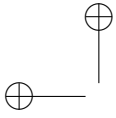
Riveillä 6–9 piirretään ryhmittäiset pisteet ja merkataan ne ryhmäkoodeilla (1, 2, 3, 4). Rivillä 11 piirretään muuttujat vektoreina rakennematriisista muodostetusta aineistosta.

**Kaavio A.18.** Kuva 7.5, sivu 180 (Survo).

```

1 CONTOUR=[line_width(0.8)][line_type(2)],0.95 FRAME=0 *GLOBAL*
2 XSCALE=4,10,16 YSCALE=2,8,14 GRID=XY
3 PEN=[Swiss(10)][line_type(0)] LINETYPE=[Swiss(10)][line_type(0)]
4 SIZE=1200,1200 XDIV=0,1,0 YDIV=0,1,0 HEADER= YLABEL= XLABEL=
5 .....
6 PLOT UNRYHM,D1,D2 / IND=G4,1 POINT=[Swiss(8)],G4 DEVICE=PS,K1.PS
7 PLOT UNRYHM,D1,D2 / IND=G4,2 DEVICE=PS,K2.PS
8 PLOT UNRYHM,D1,D2 / IND=G4,3 DEVICE=PS,K3.PS
9 PLOT UNRYHM,D1,D2 / IND=G4,4 DEVICE=PS,K4.PS
10 .....
11 PLOT DCONTR4 D1,D2 / CONTOUR= SCALE=-1:?,1:?_ DEVICE=PS,K5.PS
12 POINT=[SwissB(13)],CASE LINE=[line_width(1.4)],6 LINE2=0,0
13 EPS JOIN K,K1,K2,K3,K4,K5 / osakuvat yhdeksi PostScript-kuvaksi

```



## Lähteet ja kirjallisuus

- Alkula, Tapani; Pöntinen, Seppo & Ylöstalo, Pekka (1994). *Sosiaalitutkimuksen kvantitatiiviset menetelmät*. Porvoo: WSOY.
- Alwin, Duane F. (2007). *Margins of Error: A Study of Reliability in Survey Measurement*. Hoboken, NJ: Wiley.
- APA (2001). *Publication Manual of the American Psychological Association*. Washington, DC: American Psychological Association, 5. painos.
- Bourdieu, Pierre (1984). *Distinction: A Social Critique of the Judgement of Taste*. Boston: Harvard University Press.
- Chernoff, Herman (1973). The use of faces to represent points in  $k$ -dimensional space graphically. *Journal of the American Statistical Association*, 68, 361–368.
- Cook, R. Dennis & Weisberg, Sanford (1999). *Applied Regression Including Computing and Graphics*. New York: Wiley.
- Cudeck, Robert & MacCallum, Robert C., toim. (2007). *Factor Analysis at 100: Historical Developments and Future Directions*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- DeMaris, Alfred (2004). *Regression with Social Data: Modeling Continuous and Limited Response Variables*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Eskola, Antti (1968). *Sosiologian tutkimusmenetelmät 2*. Porvoo: WSOY, 2. painos.
- Fowler, Jr., Floyd J. (1995). *Improving Survey Questions: Design and Evaluation*. Lontoo: Sage.
- Greenacre, Michael (2007). *Correspondence Analysis in Practice*. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, 2. painos.
- Greenacre, Michael & Blasius, Jörg, toim. (2006). *Multiple Correspondence Analysis and Related Methods*. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC.

Lähteet ja kirjallisuus

---

- Groves, Robert M.; Fowler, Jr., Floyd J.; Couper, Mick P.; Lepkowski, James M.; Singer, Eleanor & Tourangeau, Roger (2004). *Survey Methodology*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Hair, Jr., Joseph F.; Anderson, Rolph E.; Tatham, Ronald L. & Black, William C. (1998). *Multivariate Data Analysis*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 5. painos.
- Heikkilä, Tarja (2004). *Tilastollinen tutkimus*. Helsinki: Edita, 5. painos.
- Hirvelä, Satu & Vehkalahti, Kimmo (1993). Tutkimus työviihtyvyydestä. <http://www.helsinki.fi/~kvehkala/posteri93.pdf> (20.9.2008).
- Huff, Darrell (1954). *How to Lie with Statistics*. New York: Norton.
- Suom. ”Kuinka tilastoilla valehdellaan”, Otava (1974).
- Jyrinki, Erkki (1977). *Kysely ja haastattelu tutkimuksessa*. Helsinki: Gaudeamus, 3. painos.
- Kaufman, Leonard & Rousseeuw, Peter J. (1990). *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*. New York: Wiley.
- Kuula, Arja (2006). *Tutkimusetikka: aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys*. Tampere: Vastapaino.
- Kuusela, Vesa (2000). *Tilastografikan perusteet*. Helsinki: Edita.
- Lamport, Leslie (1994). *TEX: A Document Preparation System. User's Guide and Reference Manual*. Boston: Addison-Wesley, 2. painos.
- Lehtonen, Risto & Pahkinen, Erkki (2004). *Practical Methods for Design and Analysis of Complex Surveys*. Chichester, UK: Wiley, 2. painos.
- Little, Roderick J. A. & Rubin, Donald B. (1987). *Statistical Analysis with Missing Data*. New York: Wiley.
- Mittelbach, Frank & Goossens, Michel (2004). *The TEX Companion*. Boston: Addison-Wesley, 2. painos.
- Mustonen, Seppo (1980). SURVO 76 EDITOR, a new tool for interactive statistical computing, text and data management. Research Report 19, Department of Statistics, University of Helsinki.
- Mustonen, Seppo (1992). *Survo, An Integrated Environment for Statistical Computing and Related Areas*. Helsinki: Survo Systems.
- Mustonen, Seppo (1995). *Tilastolliset monimuuttujamenetelmät*. Helsinki: Survo Systems. <http://www.survo.fi/monim/> (28.10.2007).
- Mustonen, Seppo (1996). *Survo ja minä*. Helsinki: Survo Systems.
- Mustonen, Seppo (2001). SURVO MM: käyttöympäristö tekstin ja numeerisen tiedon luovaan käsittelyyn. <http://www.survo.fi/> (28.10.2007).

- Mustonen, Seppo (2003). SURVO MM:n asennus- ja käyttöönotto-  
opas. <http://www.survo.fi/opastus/Asennusopas.pdf>  
(11.9.2008).
- Mustonen, Seppo (2007). Survo Crossings. *CSCnews 1/2007*.  
[http://www.csc.fi/english/csc/publications/  
cscnews/back\\_issues/cscnews1\\_2007](http://www.csc.fi/english/csc/publications/cscnews/back_issues/cscnews1_2007) (29.9.2008).
- Nummenmaa, Lauri (2004). *Käyttäytymistieteiden tilastolliset mene-  
telmät*. Helsinki: Tammi.
- Nummenmaa, Tapio; Konttinen, Raimo; Kuusinen, Jorma & Leskinen,  
Esko (1997). *Tutkimusaineiston analyysi*. Porvoo: WSOY.
- Pahkinen, Erkki & Lehtonen, Risto (1989). *Otanta-asetelmat ja  
tilastollinen analyysi*. Helsinki: Gaudeamus.
- Presser, Stanley; Rothgeb, Jennifer M.; Couper, Mick P.; Lessler, Ju-  
dith T.; Martin, Elizabeth; Martin, Jean & Singer, Eleanor, toim.  
(2004). *Methods for Testing and Evaluating Survey Question-  
naires*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Robbins, Naomi B. (2005). *Creating More Effective Graphs*. New  
York: Wiley.
- Sariola, Sakari (1956). *Sosiaalitutkimuksen menetelmät*. Porvoo:  
WSOY.
- Saris, Willem E. & Gallhofer, Irmtraud N. (2007). *Design, Evaluation,  
and Analysis of Questionnaires for Survey Research*. Hoboken,  
NJ: Wiley.
- Sovio, Ulla & Läärä, Esa (2002). Puuttuvan datan ongelma ja sen  
ratkaisukeinoja terveystutkimuksissa. *Sosiaalilääketieteellinen  
aikakauslehti*, 39, 312–325.
- SPSS (2007). About SPSS Inc. [http://www.spss.com/  
corpinfo/history.htm](http://www.spss.com/corpinfo/history.htm) (29.10.2007).
- Survo Systems (2007). Survo-ohjelmiston historiaa ja nykypäivää.  
<http://www.survo.fi/esittely/> (28.10.2007).
- Tarkkonen, Lauri (1987). On Reliability of Composite Scales: An  
essay on the structure of measurement and the properties of  
the coefficients of reliability – an unified approach. *Statistical  
Studies* 7, Helsinki: Suomen Tilastoseura.
- Tarkkonen, Lauri & Vehkalahti, Kimmo (2005). Measurement errors  
in multivariate measurement scales. *Journal of Multivariate  
Analysis*, 96, 172–189.
- Tilastokeskus (2005). SurveyLaboratorio. [http://www.stat.fi/  
tup/surveylab/](http://www.stat.fi/tup/surveylab/) (5.9.2008).
- Tilastokeskus (2006). Verkkokoulu. [http://www.stat.fi/tup/  
verkkokoulu/](http://www.stat.fi/tup/verkkokoulu/) (5.9.2008).

Lähteet ja kirjallisuus

---

- Vahervuo, Toivo (1956). *Psykometriikan metodeja II*. Porvoo: WSOY.
- Vahervuo, Toivo & Ahmavaara, Yrjö (1958). *Johdatus faktorianalyysiin*. Porvoo: WSOY.
- Valaste, Maria; Vehkalahti, Kimmo & Tarkkonen, Lauri (2008). Generalizability: Reliability or Validity? Teoksessa K. Shigemasu; A. Okada; T. Imaizumi & T. Hoshino, toim., *New Trends in Psychometrics*. Tokio: Universal Academic Press.
- Valkonen, Tapani (1981). *Haastattelu- ja kyselyaineiston analyysi sosiaalitutkimuksessa*. Helsinki: Gaudeamus, 6. painos.
- Valtari, Maarit [o.s. Leijola] (2001). Suomalaisten naisten ulkonäkötyytyväisyys. Pro gradu -tutkielma, Sosiaalipsykologian laitos, Helsingin yliopisto.
- Vehkalahti, Kimmo (2000). Reliability of Measurement Scales: Tarkkonen's general method supersedes Cronbach's alpha. Statistical Research Reports 17, Helsinki: Suomen Tilastoseura.
- Vehkalahti, Kimmo (2007). Survo+L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X kuvien käytössä ja näytössä. <http://www.survo.fi/latex/kuvittelua.pdf> (15.9.2008).
- Vehkalahti, Kimmo; Puntanen, Simo & Tarkkonen, Lauri (2006). Estimation of reliability: a better alternative for Cronbach's alpha. Reports on Mathematics 430, Dept of Mathematics and Statistics, University of Helsinki. <http://mathstat.helsinki.fi/reports/Preprint430.pdf> (26.10.2007).
- Vehkalahti, Kimmo; Puntanen, Simo & Tarkkonen, Lauri (2007). Effects of measurement errors in predictor selection of linear regression model. *Computational Statistics & Data Analysis*, 52, 1183–1195.
- Vehkalahti, Kimmo; Puntanen, Simo & Tarkkonen, Lauri (2008). Implications of dimensionality on measurement reliability. Teoksessa Bernhard Schipp & Walter Krämer, toim., *Statistical Inference, Econometric Analysis and Matrix Algebra. Festschrift in Honour of Götz Trenkler*. Heidelberg: Springer.
- Vilka, Hanna (2007). *Tutki ja mittaa: määrällisen tutkimuksen perusteet*. Helsinki: Tammi.
- Weiss, David J. & Davison, Mark L. (1981). Test theory and methods. *Annual Review of Psychology*, 32, 629–658.
- Yhteiskuntatieteellinen tietovarasto (2008). Menetelmäopetuksen tietovarasto. <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/> (5.9.2008).

## Kuvat, esimerkit, tulosteet ja taulukot

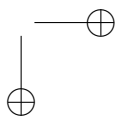
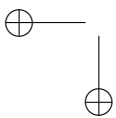
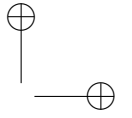
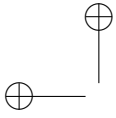
Kuva 2.1	Mittausmalli alkutekijöissään . . . . .	21
Esimerkki 2.1	Kaksi tapaa kysyä vastaajan ikää . . . . .	25
Esimerkki 2.2	Kolme tapaa kysyä vastaajan vointia . . . . .	26
Esimerkki 2.3	Työllisyystilanne, kymmenen vaihtoehtoa . . . . .	28
Esimerkki 2.4	Ulkonäön kuvailu valmiilla vaihtoehdoilla . . . . .	29
Esimerkki 2.5	Peruskoulutus, neljä vaihtoehtoa . . . . .	31
Esimerkki 2.6	Liikunnan harrastaminen, aktiivisuusasteikko . . . . .	31
Esimerkki 2.7	Painon luonnehdinta viisiportaisena . . . . .	32
Esimerkki 2.8	Huolissaan olo painosta, ääripäät ja välit . . . . .	33
Esimerkki 2.9	Pituus, paino ja rahan käyttö vaatteisiin . . . . .	34
Esimerkki 2.10	Käsityksiä ulkonäön merkityksestä . . . . .	35
Esimerkki 2.11	Ulkonäön luonnehdintoja laatusanapareilla . . . . .	39
Tuloste 3.1	Syntymävuoden luokiteltu jakauma ja tunnusluvut . . . . .	53
Tuloste 3.2	Keskeisimpiä tunnuslukuja taulukkona . . . . .	55
Kuva 3.1	Laatikkokuva syntymävuoden jakaumasta . . . . .	56
Tuloste 3.3	Yhdessäolon jakauma ja tunnusluvut . . . . .	58
Tuloste 3.4	Vakituisen parisuhteen perustiedot . . . . .	59
Tuloste 3.5	Parisuhtemuuttajat ristiintaulukoituna . . . . .	60
Kuva 3.2	Yhdessäolon histogrammi vuoden välein . . . . .	61
Kuva 3.3	Yhdessäolon histogrammi viiden vuoden välein . . . . .	62
Kuva 3.4	Yhdessäolon pylväskuva viisiluokkaisena . . . . .	63
Tuloste 3.6	Ikäjakauma vuoden 1997 aineistosta . . . . .	65
Tuloste 3.7	Kaksi erisuuntaista asennemuuttujaa . . . . .	66
Tuloste 3.8	Uudelleenluokittelun tarkistaminen . . . . .	67



Kuvat, esimerkit, tulosteet ja taulukot

Tuloste 3.9	Kahden asennemuuttujan ristiintaulukko . . . . .	68
Tuloste 3.10	Kolme taulukkoa iästä ja aineiston keruuvuodesta .	70
Kuva 3.5	Iän laatikkokuva vuosina 1997 ja 2005 . . . . .	71
Kuva 3.6	Iän ja yhdessäolon hajontakuva . . . . .	73
Kuva 3.7	Asennemuuttujan ja yhdessäolon hajontakuva . . .	75
Kuva 3.8	Sarja hajontakuvia kahdesta asennemuuttujasta . .	76
Kuva 3.9	Simuloituja hajontakuvia regressiosuorineen . . . .	78
Tuloste 3.11	Yhdeksän asennemuuttujan korrelaatiomatriisi . .	79
Tuloste 3.12	Puuttuvien tietojen tarkastelu mittareittain . . . . .	84
Tuloste 3.13	Puuttuvien tietojen tarkempi tarkastelu . . . . .	85
Kuva 4.1	Mittausmalli . . . . .	91
Tuloste 4.1	Kolme faktoria vuoden 1997 aineistosta . . . . .	97
Tuloste 4.2	Neljä faktoria vuoden 1997 aineistosta . . . . .	101
Kuva 4.2	Muuttujat faktoriavarudessa . . . . .	105
Kuva 4.3	Mitta-asteikko; taustalla mittausmalli . . . . .	107
Taulukko 4.1	Faktoripistemuttujien nimet ja kuvaukset . . . . .	110
Kuva 4.4	Kahden faktoripistemuttujan histogrammit . . . . .	110
Kuva 4.5	Faktoripisteet hajonta- ja laatikkokuvana . . . . .	111
Tuloste 4.3	Faktoripisteiden ja summamuuttujien tunnuslukuja	113
Kuva 4.6	Itsetunto faktoripiste- ja summamuuttujina . . . . .	115
Kuva 4.7	Ulkonäköpaineet faktoripiste- ja summamuuttujina	116
Kuva 4.8	Kaavio mittauksen reliabiliteetista ja keskivirheestä	118
Taulukko 4.2	Faktoripisteiden vaihtelu ja mittaustarkkuus . . . . .	119
Taulukko 4.3	Summamuuttujien vaihtelu ja mittaustarkkuus . . .	119
Kuva 5.1	Mittauskehikko kokonaisuudessaan . . . . .	122
Kuva 5.2	Ihannepainon histogrammi ja normaalijakauma . .	127
Tuloste 5.1	Ihannepainon normaalisuuden testaus . . . . .	128
Tuloste 5.2	Ihannepainon ja faktoripisteiden regressiomalli . .	129
Tuloste 5.3	Ihannepainon askeltamalla valittu regressiomalli .	131
Tuloste 5.4	Taustamuuttujilla täydennetty regressiomalli . . . .	132
Tuloste 5.5	Ihannepaino ikä- ja painoluokissa . . . . .	134
Tuloste 5.6	Ihannepaino, kun paino 46–60 kg ja ikä 26–35 v .	135
Tuloste 5.7	Osoitinselittäjillä täydennetty regressiomalli . . . .	137
Tuloste 5.8	Osoitinselittäjämallin varianssitaulu . . . . .	138
Tuloste 5.9	Yhdysvaikutusmallin varianssitaulu . . . . .	139
Kuva 5.3	Ihannepainon keskiarvo paino- ja ikäluokittain . .	141
Kuva 5.4	Regressiomallin sovite ja vaste . . . . .	143
Kuva 5.5	Regressiomallin tasoitettu jäännösvaihtelu . . . . .	144
Kuva 5.6	Regressiomallin jäännösvaihtelu iän suhteen . . . .	145

Kuva 5.7	Regressiomallin jäännökset todennäköisyyspaperilla	146
Tuloste 5.10	Regressiomallin jäännösten normaalisuustestaus . . .	147
Kuva 5.8	Simuloituja regressiokuvia vipuarvoineen . . . . .	148
Kuva 5.9	Havaintojen vaikutusvaltaisuus ja poikkeavuus . . .	149
Kuva 6.1	Osa-aineiston hierarkkinen ryhmittely . . . . .	153
Taulukko 6.1	Kuvan 6.1 tähdellisten havaintojen arvoja . . . . .	154
Taulukko 6.2	Taulukon 6.1 tiedot symboleina . . . . .	155
Kuva 6.2	Kuvan 6.1 tähdellisten havaintojen profiilikuva . . .	155
Kuva 6.3	Kuvan 6.1 tähdellisten havaintojen naamakuva . . .	156
Kuva 6.4	Kuvan 6.3 naamakuvan muunnelma . . . . .	157
Tuloste 6.1	Kuvan 6.1 tähdellisten havaintojen etäisyysmatriisi	159
Kuva 6.5	Kuvan 6.1 tähdellisten havaintojen skaalaus . . . . .	160
Kuva 6.6	Kuvan 6.1 havaintojen skaalaus . . . . .	161
Taulukko 6.3	Kahden luokittelutason tiedon vertailukaavio . . . . .	162
Kuva 6.7	Ulkonäön sanallisten luonnehdintojen skaalaus . . .	163
Kuva 6.8	Sanallisten luonnehdintojen toinen skaalaus . . . . .	164
Kuva 6.9	Luonnehdintoja esittäneiden skaalaus . . . . .	165
Tuloste 6.2	Medoidiryhmittely faktoripistemuuttujilla . . . . .	167
Kuva 6.10	Ensimmäisen medoidiryhmittelyn siluetti . . . . .	168
Tuloste 6.3	Medoidiryhmittely faktoripisteillä ja taustoilla . . .	169
Tuloste 6.4	Kahden medoidiryhmittelyn vertailutaulukko . . . . .	169
Kuva 6.11	Toisen medoidiryhmittelyn siluetti . . . . .	170
Kuva 7.1	Hajontakuvamatriisi; faktoripisteet, paino ja ikä . . .	172
Kuva 7.2	Faktoripisteiden hajontakuva medoidiryhmittäin . . .	173
Kuva 7.3	Faktoripisteiden symbolikuva medoidiryhmittäin . . .	174
Tuloste 7.1	Ensimmäisen medoidiryhmittelyn erotteluanalyysi	176
Kuva 7.4	Ensimmäisen medoidiryhmittelyn erotteluavaruus . . .	178
Tuloste 7.2	Toisen medoidiryhmittelyn erotteluanalyysi . . . . .	179
Kuva 7.5	Toisen medoidiryhmittelyn erotteluavaruus . . . . .	180
Tuloste 7.3	Havaintojen luokittelu erotteluanalyysin perusteella	181
Kuva 7.6	Havaintojen Bayes-todennäköisyydet ryhmittäin . . .	182
Tuloste 7.4	Peruskoulutuksen ja yhdessäoloajan ristiintaulukot	185
Tuloste 7.5	Korrespondenssianalyysin numeerinen yhteenveto . . .	186
Kuva 7.7	Harhaanjohtava korrespondenssianalyysikuva . . . . .	187
Kuva 7.8	Kahden muuttujan korrespondenssianalyysi . . . . .	188
Tuloste 7.6	Osa kahdeksan muuttujan Burtin matriisista . . . . .	190
Kuva 7.9	Kahdeksan muuttujan korrespondenssianalyysi . . . . .	192



# Hakemisto

## A

aamulenkki 19  
aikasarja-aineistot 94  
alakovartiili 54, 56, 57  
asenne 18, 35  
asennemittari 17

## B

bayesiläinen luokittelu 181  
box-plot 56  
Burtin matriisi 189

## C

Cronbachin alfa 120

## D

dikotominen asteikko 39  
diskreetti muuttuja 134  
dokumentointi 67  
dot-plot 74  
dummy-muuttuja 126

## E

elämänasenne 17  
ennuste 125  
ennustevaliditeetti 133, 142  
erottelija 177  
erotteluanalyysi 175

erotteluavaruus 177  
erottelumuuttuja 177  
erottelupisteet 177  
estimaatti 88  
estimointi 87  
etäisyysmatriisi 186  
etäisyysmitta 181

## F

faktori 94  
faktorianalyysi 14, 90, 93, 191  
    konfirmatorinen 105  
    rakennevertailu 105  
faktoriavaruus 104  
faktorilataus 88, 96, 109  
faktorimatriisi 98, 105  
faktoripisteet 106, 109  
faktorointi 96  
frekvenssi 34  
    havaittu 127, 184  
    odotettu 127, 184  
frekvenssiaineisto 193  
frekvenssijakauma 53

## G

graafinen rotaatio 103

Hakemisto

---

**H**

haastattelulomake 11  
haastattelututkimus 11  
hajontaellipsi 178  
hajontakuva 72  
hajontakuvamatriisi 172  
havainto 51, 94, 121, 152, 180  
havaintomatriisi 51, 182  
havaittu merkitsevyytaso 88  
hierarkkinen malli 140  
hierarkkinen ryhmittely 90  
histogrammi 61, 110  
huipukkuus 54  
hypoteesi 88

**I**

imputointi 81  
    keskiarvo 86  
    regressio 86  
interaktio 139

**J**

jakauma 52  
jatkuva muuttuja 134  
juoksunopeus 17  
järjestysasteikko 30  
järjestystunnusluvut 56  
jäännös 129, 142  
jäännösvaihtelu 142

**K**

kaksisuuntainen skaalaus 184,  
    186  
kaksoiskuva 177, 187  
kato  
    eräkato 81  
    yksikkökato 81  
keskiarvo 54, 140  
keskiarvoprofiili 140

keskihajonta 54  
khiin neliö -testi 184  
khiin neliön kontribuutio 184  
klusterointi 151  
koesuunnitteluaineistot 94  
kokonaistutkimus 45  
kokonaisvaihtelu 99  
kommunaliteetti 99, 109  
korrelaatio 72, 77  
korrelaatiomatriisi 79  
korrespondenssianalyysi 90,  
    183  
    usean muuttujan 191  
kouluarvosana-asteikko 38  
kovarianssi 80  
kovarianssianalyysi 140  
kuvasuhde 187  
kvartiiliväli 57  
kymmenottelu 19  
kyselylomake 11, 17, 20, 47  
kyselytutkimus 11

**L**

laadullinen tieto 60  
laadullinen tutkimus 183  
laadulliset menetelmät 13  
laatikkokuva 56, 71  
lenkkeilijä 17  
Likertin asteikko 35  
lineaarinen malli 124, 138  
    yleistetty 126, 193  
linearisointi 126  
log-lineaarinen malli 193  
logaritmoidi 126  
lomaketutkimus 12  
luokitteluanalyysi 180  
luokitteluasteikko 29  
luottamusväli 117

## M

maksimi 54, 56  
mallidiagnostiikka 141  
mallintaminen 126  
    eksploratiivinen 89, 100  
    konfirmatorinen 89, 100  
mediaani 54, 56  
merkitsevyytestaus 88  
merkitsevyydesti 88  
minimi 54, 56  
mitta-asteikko 14, 106, 121  
mittari 12, 17, 23, 92  
mittaus 125  
    keskivirhe 117, 119, 154,  
    189  
    luotettavuus 40  
mittauskehikko 13, 14, 121  
mittausmalli 14, 21, 91, 106,  
121, 125  
mittaustaso 27  
    järjestäminen 30  
    luokittelu 27  
    mittaaminen 34  
mittausvirhe 22, 55, 92, 94,  
121, 125  
moniulotteinen skaalaus 184,  
186  
moniulotteisuus 18  
multinormaalijakauma 95  
muuttuja 51, 95  
    diskreetti 26  
    jatkuva 26  
    osoitin 126  
    selitettävä 124  
    selittäjä 124  
    vaste 124

## N

nollahypoteesi 88

normalisointi 126  
näyte 46  
    harkinnanvarainen 46  
    itse valikoituva 47  
    sattumanvarainen 47  
    yleistäminen 47

## O

ominaisarvo 108  
ominaisfaktori 94  
operationalisointi 18  
Osgoodin asteikko 38  
osio 22, 23, 92, 106, 121  
    avoin 24  
    suljettu 24  
osioanalyysi 102  
osoitinmuuttuja 126, 135  
osoitinselittäjä 135  
otanta 43  
otanta-asetelma 43, 81, 95  
otantamenetelmä 43  
otantavirhe 125  
otos 43, 87, 109  
otoskoko 43, 95

## P

*p*-arvo 88, 136  
paikkaus 81  
parametri 87  
perusjoukko 43, 87, 109  
piirakkakuva 188  
pistekuva 74  
pitkittäisaineistot 94  
poikkeavuus 148  
Prokrustes-analyysi 106  
prosenttijakauma 53  
puuttuva tieto 69  
pylväskuva 63, 186, 188  
pääkomponenttianalyysi 108

Hakemisto

---

päävaikutus 139

**R**

rakenne-ero 137

rakennematriisi 177

regressioanalyysi 14, 72, 90,  
111, 124, 165

regressiodiagnostiikka 141

regressiokerroin 88

regressiomalli 124, 125

askeltava valinta 130

F-testi 138

harhattomuus 143

jännös 129

merkitsevyydesti 129

regressiokerroin 129

residuaali 129

selittäjien valinta 128

selitysaste 130

sovite 129

suora 74, 77

tasointi 144

taustamuuttuja 131

vakiointi 132

vakiotermin 129

varianssitaulu 138

rekisterit 46

reliabiliteetti 92, 116

reunafrekvenssi 184

reunajakauma 69, 184

riippumattomuus 94, 184

riippuvuus 72, 80, 94, 95, 111,  
124, 148, 184, 186, 191,  
193

epälineaarinen 77

lineaarinen 77

ristiintaulukointi 59, 68, 80,  
184, 186

rotaatio 103

graafinen 103

kohderotaatio 105

ortogonaalinen 104

suorakulmainen 104, 111

vinokulmainen 104

ryhmittely 151

**S**

saatekirje 47

satunnaisuus 43

selitettävä muuttuja 72, 124

selittävä muuttuja 72, 124

selitysaste 133

semanttinen differentiaali 38

siluettiarvo 167

siluettikuva 168

solufrekvenssi 68

sosiaalinen suotavuus 90

sovite 125, 129, 142

SPSS 15, 16, 195, 196, 198,  
201

suhdeasteikko 34

summamuuttujat 106, 112

survey 12

Survo 2, 9, 15, 16, 103, 157,  
195–197, 200

syke 17

**T**

tasoero 137

taulukointi 59, 68, 80, 184,  
186

tekstuaalinen aineisto 183

testisuure 88, 129, 138, 184

tiedonkeruu 125

tilastollinen merkitsevyys 79,  
88, 89, 117, 129, 130,  
132, 136–138, 140, 177,  
186

- tilastollinen päättely 43, 88  
tilastollinen testaus 88, 127,  
140, 147, 184  
tosiarvo 92, 94  
transformaatioanalyysi 106  
tulosasteikko 121, 123  
tunniste 51  
tutkimuskysymys 121  
täristys 76
- U**  
ulkonäkö tutkimus 9, 15  
Burtin matriisi 189  
edustavuus 45  
erotteluanalyysi 176  
faktorianalyysi 96, 109  
faktoripisteet 109, 113  
hajontakuvamatriisi 172  
havainnot 52  
hierarkkinen ryhmittely 152,  
158  
imputointi 83  
korrespondenssianalyysi 186,  
192  
kyselylomake 49  
luokitteluanalyysi 181  
medoidiryhmittely 166  
mittarit 24, 93  
mittausmalli 93, 96  
mittaustarkkuus 118  
moniulotteinen skaalaus 160  
muuttajat 52  
naamakuva 156  
osiot 24, 93  
otanta-asetelma 45, 64  
otos 45  
paikkaus 83  
perusjoukko 45  
profiilikuva 154
- rakennevertailu 105  
regressioanalyysi 129  
regressiodiagnostiikka 141  
regressiomalli 126, 128  
reliabiliteetti 118  
ryhmittely 152, 166  
summamuuttajat 113  
ulottuvuudet 23, 93  
variassianalyysi 138  
ulottuvuus 20, 21, 94, 121  
uskottavuuspäättely 89
- V**  
vaihteluväli 55  
vaikutusvaltaisuus 74, 148  
vapausaste 184  
variassi 54, 80  
variassianalyysi 138  
vastahypoteesi 88  
vastemuuttaja 124, 142  
vertailuperuste 121, 122  
vinous 54  
virhemarginaali 44  
voimakkuus 99  
väliasteikko 34
- Y**  
yhdysvaikutus 139  
yhteensopivuustesti 127  
yhteisfaktori 94  
yhteisjakauma 69  
yhteiskorrelaatiokerroin 133,  
142  
yhteisvaihtelu 99  
yleistäminen 43  
yläkvartiili 54, 56, 57