

JUHANI RAUTOPURO



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
KOULUTUKSEN TUTKIMUSLAITOS

statisotus per
aani p-arvo satunnais
unnaisotos perusjoukko
keskiarvo korrelaatio keskihaj
mediaani p-arvo satunnaisoto
s perusjoukko keskiarvo korrela
o korrelaatio keskihajonta me
ediaani p-arvo satunnaisoto
s perusjoukko keskiarvo korrela



SISYFOKSEN KIVI?

Tilastollisten menetelmien
opetus ja oppiminen
kasvatustieteissä

Koulutuksen tutkimuslaitos
Tutkimuksia 27

Sisyfoksen kivi?

Tilastollisten menetelmien opetus ja oppiminen kasvatustieteissä

Juhani Rautopuro

Esitetään Itä-Suomen yliopiston filosofisen tiedekunnan suostumuksella
julkisesti tarkastettavaksi Itä-Suomen yliopiston Joensuun kampuksen salissa AT100 (Agora, teologiasiipi)
syyskuun 10. päivänä syyskuuta klo 12.

To be presented by permission of the Philosophical Faculty of the University of Eastern Finland
for public examination in Auditorium AT100, Agora (Joensuu campus)
on Friday 10th September 2010, at 12 noon.



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
KOULUTUKSEN TUTKIMUSLAITOS

JULKAISUN MYYNTI:

Koulutuksen tutkimuslaitos

Asiakaspalvelu

PL 35

40014 Jyväskylän yliopisto

Puh. (014) 260 3220

Faksi (014) 260 3241

Sähköposti: ktl-asiakaspalvelu@jyu.fi

www.ktl-julkaisukauppa.fi

© Juhani Rautopuro ja Koulutuksen tutkimuslaitos

Kansi ja ulkoasu: Martti Minkkinen

Taitto: Taittopalvelu Yliveto Oy

ISSN 1455-447X

ISBN 978-951-39-3978-6 (nid.)

ISBN 978-951-39-3979-3 (pdf)

Jyväskylän yliopistopaino

Jyväskylä 2010

Sisällys

TIIVISTELMÄ.....	5
ABSTRACT	6
ESIPUHE.....	9
PROLOGI	11
1 JOHDANTO.....	12
2 MITÄ OVAT TILASTOTIEDE JA TILASTOLLISET MENETELMÄT?	19
2.1 Tilastotieteen historiasta	22
2.2 Tilastotieteen määritelmistä	23
2.3 Numerot sanoiksi – havainnot informaatioksi	27
3 TILASTOTIEDE OPPIAINEENA JA TIETEENÄ TIETEIDEN JOUKOSSA	30
3.1 Tilastotieteen juuret ja tilastollisten menetelmien asema muissa tieteissä.....	31
3.2 Tilastotiede ja matematiikka – yksi ja sama?.....	34
3.3 Tieto- ja viestintäteknologia tilastotieteen kehittäjinä	37
3.4 Sosiaalitieteet tilastotieteen kehittäjänä	39
3.5 Tilastolliset menetelmät käyttäytymistieteissä.....	43
3.6 Yhteenvedo	49
4 TILASTOLLISTEN MENETELMIEN OPPIMISEN JA OPETTAMISEN ONGELMISTA	50
4.1 Oppimiskäsityksistä	54
4.2 Ennakkoluulot oppimisen esteenä	56
4.3 Opiskelijoiden minäpystyvyyden vaikutus oppimiseen.....	58
4.4 Tilastoahdistus	60

4.5	Harhakäsitykset oppimisen esteenä.....	61
4.6	Tilastotieteen opetus kehityksen jarruna.....	64
4.7	Yhteenveto	69
5	MITEN OPETTAA TILASTOLLISIA MENETELMIÄ	70
5.1	Korkeakouluopetuksen haasteet	70
5.2	Mihin tilastollisten menetelmien koulutuksella pyritään?	72
5.3	Tilastotieteen opetus käytännössä.....	77
5.4	Tilastotieteen perusteiden opetusmetodeista.....	79
5.4.1	Teknologian rooli tilastollisten menetelmien opetuksessa	80
5.4.2	Manuaalinen laskenta – syvällisen oppimisen edellytys?	87
5.5	Yhteenveto	89
6	EMPIIRISEN TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	91
6.1	Tutkimusongelmat.....	91
6.2	Aineiston keruu ja analyysit	93
7	TULOKSET.....	96
7.1	Tilastollisten menetelmien tila kasvatustieteiden tiedekunnissa.....	96
7.1.1	Opettajankoulutuslaitokset.....	96
7.1.2	Pääaineopinnot.....	99
7.1.3	Opettajien näkemyksiä tilastollisten menetelmien opetuksen tilasta ja tarpeellisuudesta	100
7.1.4	Pro gradu -tutkielmat	108
7.1.5	Yhteenveto	110
7.2	Ennakkoluulot tilastollisten menetelmien opintoja kohtaan.....	111
7.2.1	Ennakkoluulot perusopintojen kurssilla.....	111
7.2.2	Ennakkoluulot aineopintojen kurssilla	113
7.3	Harhakäsitykset tilastollisista peruskäsitteistä	118
7.3.1	Diagnostisten testien tulokset	118
7.3.2	Harhakäsitysten säilyvyys – väärinkäsityksistä väärinkäyttöön.....	122
7.3.3	Yhteenveto	125
8	TUTKIMUKSEN JA SEN TULOSTEN TARKASTELUA	127
8.1	Empiirisistä tuloksista tiivistettyä.....	127
8.2	Johtopäätelmiä ja suosituksia	130
8.3	Tutkimuksen luotettavuudesta.....	134
	EPILOGI.....	135
	LÄHTEET	137
	LIITTEET	157

Rautopuro, J. 2010
SISYFOKSEN KIVI?
Tilastollisten menetelmien opetus
ja oppiminen kasvatustieteissä

Jyväskylän yliopisto
Koulutuksen tutkimuslaitos
Tutkimuksia 27

ISSN 1455-447X
ISBN 978-951-39-3978-6 (nid.)
ISBN 978-951-39-3979-3 (pdf)

Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin tilastollisen tutkimuksen tilaa sekä tilastollisten menetelmien opettamisen ja oppimisen ongelmia suomalaisessa kasvatustieteessä. Kiinnostus kohdistui siihen millaisia tilastollisten menetelmien oppimista vaikeuttavia kognitiivisia ja affektiivisiä ongelmia opiskelijoilla on. Toinen tärkeä kiinnostuksen kohde oli tilastollisten menetelmien opetuksen tila ja tilastollisten tutkimusmenetelmien käyttö kasvatustieteissä.

Tilastollisten menetelmien jonkinasteinen hallinta on katsottava kaikkien kansalaisten jokapäiväisessä elämässä tarvittavaksi kansalaistaidoksi. Luotettavat tilastot ja niistä tehdyt asianmukaiset johtopäätökset ovat demokratian kulmakivi. Opiskelijat tarvitsevat tilastollisia menetelmiä selviytyäkseen opinnoistaan ja opinnäytetöistään, tutkijat ja yliopisto-opettajat puolestaan varmistaaksensa tutkimuksensa laadun ja kyetäkseen seuraamaan tieteen kehitystä.

Tulosten perusteella suurella osalla yliopisto-opiskelijoita on negatiivisia ennakkosenteiteitä, jopa ahdistusta, ja oppimista vaikeuttavia harhakäsityksiä tilastollisista menetelmistä. Suuri ongelma on se, että harhakäsitykset säilyvät ja johtavat tilastollisten menetelmien väärinkäyttöön. Nämä ongelmat näkyvät niin opinnäytetöissä kuin referoituissa tutkimuksissa.

Tilastollisten menetelmien opetuksen tila kasvatustieteissä ei helpota opiskelijoiden ongelmia. Opetukseen varatut resurssit ovat täysin riittämättömiä, eikä opetuksesta vastaavien henkilöiden oma tilastomenetelmien muodollinen koulutuskaan ole kovin korkea. Kursseilla on aikaa lähinnä aineistojen perusanalyysien pikaiseen tutustumiseen yleisimmin SPSS-ohjelmiston avulla. Tilastollisten menetelmien syvällisempään opettamiseen tai oppimiseen ei ole mahdollisuuksia.

Asiasanat: tilastomenetelmien opetus ja oppiminen, ennakkoluulot, asenteet, harhakäsitykset, tilastollisten menetelmien soveltamisen ja opetuksen tila kasvatustieteissä.

Rautopuro, J. 2010
SISYPHEAN CHALLENGE?
Teaching and learning of statistical methods
in educational sciences

University of Jyväskylä
Finnish Institute for Educational Research
Research Reports 27

ISSN 1455-447X
ISBN 978-951-39-3978-6 (printed version)
ISBN 978-951-39-3979-3 (pdf)

Abstract

The focus of this study was to examine the state of statistical research and the problems of teaching and learning statistical methods in educational sciences in Finland. The interest was concentrated on the cognitive and affective factors that cause problems for students to learn statistical methods. Another interest concerned with the state of art of teaching and the use of statistical research methods in educational sciences.

Some sort of mastery of statistical methods can be considered as a basic skill of citizens for everyday life. Reliable statistics and accurate interpretations based on the statistics are cornerstones of democracy. Students need statistical methods of overcoming their studies and theses. Researchers and university teachers need statistical methods of ensuring the quality of their research and to follow and analyse the development of science.

On the basis of the results, many students have negative preconceptions, even anxiety, and prejudice against statistical methods and misconceptions that make learning of methods difficult. The problem is that these misconceptions remain and lead to the misuse of statistical methods. Problems can be seen quite clearly in educational theses and refereed research articles.

The state of the teaching of statistical methods in Finnish educational sciences does not ease the problems of the students. The resources for statistics education in Finland are insufficient and the level of formal statistical education of the teachers is not quite high. Usually, during the courses there is only time enough for introducing some basic descriptive statistics with the help of SPSS software. No possibility for constructing deeper understanding about statistical methods exists.

Keywords: teaching and learning of statistical methods, preconceptions, prejudice, misconceptions, state of the use and teaching of statistical methods in educational sciences.

Tutkija	Juhani Rautopuro Koulutuksen tutkimuslaitos Jyväskylän yliopisto PL 35 40014 Jyväskylän yliopisto juhani.rautopuro@jyu.fi
Ohjaaja	Emeritusprofessori Jorma Enkenberg Itä-Suomen yliopisto
Esitarkastajat	Akatemianprofessori Erno Lehtinen Turun yliopisto Oppimistutkimuksen keskus Professori Jouni Välijärvi Jyväskylän yliopisto Koulutuksen tutkimuslaitos
Kustos	Emeritusprofessori Jorma Enkenberg Itä-Suomen yliopisto
Vastaväittäjä	Akatemianprofessori Erno Lehtinen Turun yliopisto Oppimistutkimuksen keskus

Esipuhe

Tutkimukseni aihe kypsyi hiljalleen toimiessani useita vuosia opettajana 1980- ja 1990-luvuilla Joensuun yliopiston tilastotieteen laitoksella. Kuunneltuani pitkään opiskelijoiden kommentteja tilastollisten menetelmien opetuksesta ja tarpeellisuudesta suoritin kasvatustieteestä sivulaudaturin ja hain professori Leena Ahon opastuksella oikeuden kasvatustieteen jatko-opintoihin 1990-luvun loppupuolella. Ohjaajakseni tuli professori Jorma Enkenberg, joka työskenteli tuolloin Joensuussa, mutta siirtyi pian Savonlinnan opettajankoulutuslaitoksen johtajaksi. Ennen vuosituhannen vaihdetta siirryin työskentelemään Joensuun yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitokselle professori Marja-Liisa Julkusen ehdotuksesta. Lisensiaattityöni valmistui vuonna 2000.

Lisensiaattityöni aiheen jalostaminen väitöskirjaksi on vienyt sen verran aikaa, että kaikki kolme edellä mainittua tutkimustani tukenutta professoria ovat jo hyvin ansaitsemallaan eläkkeellä. Joensuun yliopistoakaan ei ole enää olemassa, vaan se on osa Itä-Suomen yliopistoa ja tilastotieteen laitos on sulautettu yhteen tietojenkäsittelytieteen kanssa.

Olen työskennellyt eri alojen tutkijoiden kanssa tilastollisten menetelmien soveltajana useissa projekteissa sekä tilastollisten menetelmien opettamisen ja oppimisen tutkijana. Vajaan kymmenen vuoden työskentely kasvatustieteiden tiedekunnassa tuotti yhteistyössä professori Pertti Väisäsen kanssa useita tilastollisten menetelmien opettamisen ja oppimisen ongelmia käsitteleviä julkaisuja ja konferenssiesitelmiä. Päättynyt yhteistyömme opetti minulle monessa suhteessa paljon.

Minulla on ollut onni pohdiskella tilastollisten menetelmien tilaa yliopistoissa ja laajemmin yhteiskunnassa myös kokoneiden ja kansainvälisesti verkottuneiden tutkijoiden kanssa. Syvälliset keskustelumme erikoistutkija Antero Malinin kanssa ovat vahvistaneet tilastollista identiteettiäni ja ideologiaani. Yhteistyön tuloksena on syntynyt tilastollisten menetelmien tilaa ja tulevaisuutta pohdiskelevia tieteellisiä artikkeleita. Yhteisten konfe-

renssimatkojen iltoina olemme myös kehitelleet monia hyviä tutkimusideoita, joista ihan kaikkia emme ole muistaneet seuraavana päivänä. Tärkein tähänastisista kansainvälisistä tapahtumista on ollut Turun yliopiston erikoistutkija Mari Murtosen Earlin (European Association for Research on Learning and Instruction) konferenssiin Kyproksella vuonna 2005 organisoima symposium *Statistical literacy and new learning environments for statistics learning*. Symposium kokosi tilastollisten menetelmien opetuksen ja oppimisen tutkijoita useista maista ja sen tuloksena syntyi myös yksi tieteellinen kokoelmateos.

Kiitän useita hienoja työtovereita vuosien varrelta. Monta nimeä jää mainitsematta, mutta kasvatustieteissä edesmenneen Joensuun yliopiston eri osastoilta ja laitoksilta muistelen lämmöllä muun muassa Anttia, Ismoa, Jannea, Jaria, Johannaa, Mattia, Sakaria ja Sussanaa. Nykyisin olen siirtynyt opetustehtävistä puhtaasti tutkimustyöhön. Nykyiset tutkimuskumppanini Antero Puhakka ja Visa Tuominen pitävät omalla panoksellaan ja sarkasmillaan mieleni virkeänä. Myös uusi työ Koulutuksen tutkimuslaitoksella Jyväskylässä on avannut silmäni näkemään tutkimusmenetelmien aseman uudella tavalla. Professori Jussi Välimaa ja erikoistutkija Jani Ursin sekä kaikki muut uudet kollegat ovat ottaneet minut hyvin mukaan työyhteisöön.

Emeritusprofessori Jorma Enkenberg ansaitsee kiitoksen kärsivällisyydestään työni ohjaajana. Esitarkastajat akatemianprofessori Erno Lehtinen ja professori Jouni Välijärvi kommentoivat työtäni perusteellisesti ja kannustavasti. Kaikkien kolmen panos työni loppuun saattamiseksi oli huomattava.

Lämpimimmät kiitokset esitän läheisimmille ihmisille. Äitini Irmeli ja isäni Teuvo ymmärsivät koulutuksen merkityksen aikana, jolloin tavallisesta työläiskodista ei välttämättä lähdetty pitkälle koulutielle. Minä ja siskoni Marjut saimme tämän mahdollisuuden. Ilman vaimoni Annen kärsivällistä tukea ja kannustusta tämä työ ei olisi valmistunut koskaan. Lisäksi hän on kommentoinut asiantuntevasti käsikirjoituksiani työn eri vaiheissa. Lapsemme Leeni ja Tuukka ovat lentäneet jo pesästä, mutta eivät sydämistämme. He ovat tärkeä osa elämäämme. Viimeisimpänä, mutta ei vähäisimpänä, olen työni loppuvaiheissa ajatellut usein Leenin ja hänen elämäkumppaninsa Otson reilun vuoden ikäistä Viimo-poikaa, joka osaa katsoa hellästi silmiin ja lausua täysin aseistariisuvan sanan: "*pappa*".

Jyväskylässä 4.8.2010

Juhani Rautopuro

Prologi

Kreikan mytologiassa on mielenkiintoisia, mutta ei välttämättä onnellisia kohtaloita. Yksi surullisen hahmon ritari on Sisyfos, jonka kohtalona on pyörittää manalassa suurta kiveä vuorenhuipulle. Aina kun Sisyfos saa raahattua kiven vuorenhuipulle, se vyöryy takaisin alas vuoren juurelle ja sama työ on aloitettava uudelleen alusta hiessä ja tomussa kylpien (Watson 1974, 102). Sisyfoksen kohtalon syistä on useita versioita, mutta yksi yleisimmistä selityksistä on se, että kivenpyöritys on rangaistus siitä, että hän oli – ehkäpä yhtenä ihmisistä ovelimpana – onnistunut uhmaamaan jumalia (Castrén & Pietilä-Castrén 2000, 527).

Sisyfoksen yksinkertaisesta ja yksitoikkoisesta rangaistuksesta on tullut monella tapaa turhan ja tarpeettoman, mutta myös toivottoman työn vertauskuva, eikä tämä antiikin myytti lakkaa kiehtomasta ihmisistä (Kettunen 1994). Runoudesta väitellyt Enwald (2003) kuvaa Sisyfoksen tarinaa ja turhan työn metaforaa kulttuurityöläisen näkökulmasta:

Tutkimusprojekti ei saa rahaa eikä julkaisijaa. Lehti ei kannata. Kustantaja palauttaa käsikirjoituksen. Mutta Sisyfos pyörittää.

Sisyfoksen myyttiä voi soveltaa myös yliopiston tilastollisten menetelmien opettajaan: menetelmien opetukselle ei ole riittäviä resursseja, opiskelijat eivät ole motivoituneita menetelmien oppimisesta saatikka niiden käytöstä, eikä opetus tuota toivottuja tuloksia. Opportunistissa kirjoituksissa ja puheissa tilastollisia menetelmiä ylistämällä alistetaan, sillä tosipaikan tullen ei menetelmien puolestapuhujien sitoutumisesta ja etiikasta näy jälkeäkään. Vähiten tilastollisten menetelmien taitoja omaava tutkimusryhmän jäsen saattaa jopa esittäytyä yllättäen yhteisen *tutkimusprojektin johtajana* ilman muiden ryhmän jäsenten tietoa. Mutta Sisyfos pyörittää – työ on tehtävä, koska tehtävä on annettu.

1

Johdanto

It is easy to lie with statistics. It is hard to tell the truth without it.

Andrejs Dunkels (1939–1998)

Euroopan yhteisöjen tilastotoimisto (Eurostat) järjesti joulukuussa 2007 Luxemburgissa kansainvälisen konferenssin *Conference on Modern Statistics for Modern Society*. Tässä konferenssissa CEIESin (The European Advisory Committee on Statistical Information in the Economic and Social Spheres) johtokunnan jäsen Ian MacLean siteerasi Yhdistyneiden kuningaskuntien tilastoministeriä Helen Liddellia toteamalla, että *laadukkaat tilastot muodostavat tosiasiassa demokratian kulmakiven* (MacLean 2008). Suomessa hallituksella ei ole tieteellistä neuvonantajaa, vaikka yhteiskunnan esityslistalla on harvoin asioita, joihin ei liity tieteellisiä näkökulmia (Raivio & Jalkanen 2010). Suomalaiset tieteen tekijät ovat esittäneet julkisesti huolensa siitä, että tieteellisillä asiantuntijoilla ei ole riittävästi mahdollisuuksia tuoda esille tutkimustuloksia päätöksenteon tueksi. Poliitikkojen katsotaan myös käyttävän tutkimustietoa valikoiden ja tiedon käyttö ei aina ole tutkijoiden mielestä rehellistä (Sajari 2010; Seuri 2010).

Suomen työministerinä vuoden 2009 kesäkuusta alkaen toiminut kansanedustaja Anni Sinnemäki totesi Jyväskylän ylioppilaslehden haastattelussa huhtikuussa 2010 akateemista työttömyyttä koskevaan kysymykseen, että *ei Tilastokeskuksessa tai ministeriössä ole sellaisia tilastoja, joten en tiedä tarkasti, miten akateemiset sijoittuvat työelämään*. Lehden toimittaja ei oman tekstinsä mukaan halunnut kuluttaa ministerin kiireistä aikaa kertomalla, että täl-

laisia tilastoja on saatavissa useammasta eri paikasta (Peltonen 2010). Samoihin aikoihin kirjoitti kansanedustaja Hanna-Leena Hemming Helsingin Sanomien mielipideosastolla (Hemming 2010), että *Suomessa koulutetaan maistereita työttömiksi, eikä arvosteta käytännön osaajia*. Avuliaat kansalaiset vastasivat saman lehden yleisöosastokirjoituksissa Tilastokeskuksen tietoihin ja erilaisiin tutkimustuloksiin vedoten, että maistereiden työllistymisen osalta tilanne on päinvastainen ja kyseiset tiedot ovat kaikkien kansalaisten, myös kansanedustajien, vapaasti saatavilla.

Numeerisen tiedon kasvu yhteiskunnassa edellyttää keinoja sen hallintaan. Käytännössä tämä tarkoittaa jatkuvaa oppimista, tilastollisten käsitteiden omaksumista sekä kykyä analysoida ja soveltaa alati lisääntyvää ja muuttuvaa informaatiota. Tiedon lisääntyminen ja helppo saatavuus edellyttävät hyvin jäsentyneiden tiedon analysointikykyjen lisäksi suurten kokonaisuuksien hallintaa, ja nämä taidot ovat nykyään osa kansalaisten perustaitoja (Moore 1997; Greer 2000). Hyvät ja luotettavat tilastot luovat pohjan luotettavalle päätöksenteolle, koska ne kertovat totuudenmukaisesti sen, miten asiat yhteiskunnassa ovat. Luotettavat tilastot ja asianmukaisesti käytetyt tilastolliset menetelmät ovat osa demokratista yhteiskuntaa, ja niitä voidaan pitää jopa demokratian kulmakivinä. Yesilcayn (2000) mukaan aineistojen kokoamisen ja analysoinnin taidot ovat olennaisia taitoja nyky-yhteiskunnassa ja tilastotiede tieteenalana palvelee juuri yhteiskunnan tärkeimpiä tarpeita.

Määrällisen tiedon lisääntyminen on uudistanut tilastollisten menetelmien opetusta kaikilla koulutustasoilla ja -aloilla (Cobb 1999). Ongelmana ei ole saatavilla olevien aineistojen puute tai niiden analysointiin tarvittavat menetelmät ja työkalut, vaan analyysien tekijöiden tietojen ja osaamisen puute (Tarkkonen 2006). Tilastojen lukutaito ja pidemmälle vietyinä tilastollinen lukutaito on nykyisin luku- ja laskutaitoon rinnastettava osa yleissivistystä. Tilastokeskuksen määritelmän mukaan tilastojen luku- ja käyttötaito (informaatiolukutaito; engl. *statistical literacy*) on kyky soveltaa ja ymmärtää elinympäristöön liittyvää tilastollista tietoa ja on edellytys yhteiskunnan kehityksen seuraamiseen (<http://www.stat.fi/tup/verkkokoulu/index.html>). Tilastojen lukutaito auttaa siis ihmisiä selviytymään arkipäivän vaatimuksista. Erittäin lähellä Tilastokeskuksen tulkintaa on aikuisten lukutaitotutkimuksessa (Linnakylä, Malin, Blomqvist & Sulkunen 2000, 13) määritelty kvantitatiivinen lukutaito (*quantitative literacy*):

luettuun tekstiin liittyvä ja peruslaskutoimituksia soveltava taito, jota tarvitaan tehtäessä johtopäätöksiä teksteihin tai dokumentteihin sisällyvistä numerotiedoista.

Aikuisten lukutaitotutkimuksessa dokumentit tarkoittivat yleisiä ohjeita, aikatauluja, lomakkeita, kuvia, taulukoita, karttoja sekä erilaisia graafisia ja kuvallisia esityksiä.

Kansainvälisen tilastoinstituutin (International Statistical Institute) ISI:n Suomessa järjestetyssä maailmankonferenssissa vuonna 1999 todettiin, että tilastojen lukutaidossa

on parantamisen varaa niin päättäjillä kuin tavallisella kansallakin. Vaikka YK:n kasvatustiede- ja kulttuurijärjestö Unescon johdolla käyty taistelu lukutaidottomuutta vastaan on maailmanlaajuisesti sujunut hyvin, ei numerotaidon ja tilastojen lukutaidon osalta ole päästy juurikaan eteenpäin. Päättäjien tilastoajattelun ja päätöksenteon kehittäminen edellyttää tehokkaita tilastojärjestelmiä hallintoon, suunnitteluun, seurantaan ja luonnollisesti näiden järjestelmien hallintaa. Tavallinen kansa tarvitsee tilastoajattelua arkielämän informaation ymmärtämiseen ja järkevien päätösten tekemiseen yksityiselämässä, mutta myös hallinnon demokraattiseen kontrollointiin. Tavoitteiden saavuttamiseksi ISI:lla on ollut vuodesta 2001 alkaen käynnissä kansainvälinen projekti *International Statistical Literacy Project* (ISLP) tilastojen luku- ja käyttötaidon edistämiseksi peruskoulusta aikuis-koulutukseen asti (<http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/islp/>). Projektin verkkosivuilta on saatavissa muun muassa oppimateriaalia sekä tietoa kansallisista koulutusohjelmista.

Myös työelämä arvostaa tilastollisten menetelmien ja tilastollisen ajattelun taitoja, joita tarvitaan erilaisissa suunnittelutehtävissä, tietojen keräämisessä, analysoinnissa sekä tulosten arvioinnissa ja raportoinnissa yhä pidemmälle kansainvälistyvässä maailmassa. Tilastollisia menetelmiä osaavista ja numeerista ajattelua hallitsevista henkilöistä on puute, ja varsinkin vaatimatonkin tilastollisten menetelmien hallinta voi olla työllistymisen kannalta ratkaisevaa. Työmarkkinoilla on lukuisia mahdollisuuksia tilastollista ajattelua hallitseville. (Biggeri 1999; Hahn 1999; Tarkkonen 2006.)

Tilastollisen tiedon mekaaninen luku- ja käyttötaito ei kuitenkaan ole kaikille riittävä taitotaso, vaan esimerkiksi yliopisto-opiskelijoilta pitää vaatia ymmärtävää ja jopa kriittistä tilastojen lukutaitoa (tilastollista lukutaitoa; engl. myös *statistical literacy*), eli sellaisia perusvalmiuksia, joita tarvitaan opintojen suorittamisessa. Tilastollinen lukutaito edellyttää kykyä jonkinasteiseen tilastolliseen ajatteluun ja päättelyyn ja tähän käsitteeseen löytyy analogia matematiikasta. Sorvali (2004) siteeraa Oulun yliopiston matematiikan lehtori Huovista, jonka mukaan:

Mekaanisilla taidoilla ei ole juuri mitään käyttöä koulun ulkopuolisessa maailmassa, vaan matematiikka alkaa vasta sitten, kun mukaan tulee luova järkeily ja looginen päättely.

Lähes vastaava määritelmä löytyy markkinatalousmaiden OECD:n PISA (Programme for International Students Assessment) ohjelmasta, jossa matemaattinen osaaminen (*mathematical literacy*) on muotoiltu seuraavasti (Kupari & Törnroos 2002):

Matemaattinen osaaminen tarkoittaa yksilön kykyä havaita ja ymmärtää matematiikan merkitys ympäröivässä maailmassa, tehdä perusteltuja matemaattisia päätelmiä ja harjoittaa matematiikkaa nykyisten ja tulevien elämäntilanteidensa tarpeita vastaavasti asioista välittävänä ja rakentavasti ajattelevana kansalaisena.

Edellä esitettyjen määritelmien mukaan tilastollisen lukutaidon, tilastollisen ajattelun ja päättelyn taidoilla voidaan hallita arkipäivän ongelmia. Tilastolliset menetelmät tarjoavat siis työkaluja vaikkapa kriittiseen lukutaitoon, eli kykyyn arvioida luetun tiedon luotettavuutta ja kattavuutta sekä taitoa ymmärtää teksteissä esitettyjen tietojen taustaolettamuksia. Opiskelijoiden ja tutkijoiden tulisi puolestaan tiedostaa, että hyvä tutkimus edellyttää riittäviä menetelmällisiä taitoja, sillä tutkimuksen taso määräytyy sen heikoimman osa-alueen perusteella.

Rumseyn (2002) mukaan tilastollisten menetelmien koulutuksella on kaksi päämäärää, joiden suomentaminen on hieman ongelmallista. Ensimmäisenä päämäärä on tilastollisesti sivistyneet kansalaiset (*statistical citizens*), jotka osaavat hankkia ja käyttää järkevästi saatavilla olevaa tietoa sekä tehdä sen perusteella kriittiseen ajatteluun pohjautuvia järkeviä johtopäätöksiä. Tämä käsite on hyvin samankaltainen kuin tilastollinen lukutaito. Suomen Tilastoseuran esimiehen Hoffrénin ja maailmanlaajuisen surveytilastotieteilijöiden järjestön IASS:n varapresidentti Laaksosen mukaan tilastotieteen perusteiden hallinta sekä tilastojen ja vastaavien aineistojen lukutaito kuuluu jokaisen sivistyneen kansalaisen, ainakin kaikkien ylioppilaiden perustaitoihin (Hoffrén & Laaksonen 2009). Suomen Tilastoseura onkin luovuttanut opetusministerille aloitteen tilastotieteen opetuksesta lukiossa sekä mahdollisuudesta tenttiä osaamista omana ylioppilaskokeena. Korkeampi päämäärä on tilastollinen kansalaisuus (*statistical citizenship*) joka tarkoittaa kykyä syvälliseen tilastolliseen päättelyyn ja ajatteluun joka antaa mahdollisuuden toimia asiantuntijana nykyaikaisessa informaatioyhteiskunnassa (Rumsey 2002).

Maailmanlaajuisten tutkimusten mukaan tilastollisten menetelmien opetus ei saavuta toivottuja tuloksia, sillä luovaan ja loogiseen päättelyyn pohjautuvaan tilastolliseen lukutaitoon kouluttaminen on vaikeaa. Varsinkin yhteiskunta- ja kasvatustieteissä tilastomenetelmien kurssit ovat haastavia opettaa ja oppia (Murtonen & Lehtinen 2003; Rautopuro & Väisänen 2004b; Schutz, Drogosz, White & Distefano 1998; Townsend, Moore, Tuck & Wilton 1998; Väisänen, Rautopuro & Haapala 2004; Väisänen & Ylönen 2004; Yilmaz 1996). Myös tilastotiedettä pääaineenaan opettavilla yksiköillä on omat ongelmansa, sillä lahjakkaista pääaineopiskelijoista on pula ja keskeyttäneiden opiskelijoiden osuus on suuri. Tutkimusmenetelmien opettamisen ja oppimisen ongelmista kertoo sekin, että yliopistosta valmistuneet opiskelijat eivät koe saaneensa menetelmäopinnoista eväitä työllistymiseensä (Puhakka, Rautopuro & Tuominen 2007, 72–73).

Kasvatustieteiden tiedekunnissa tilastollisia menetelmiä opettaville opettajille Suomessa tehdyn kyselyn (Rautopuro & Väisänen 2004a) mukaan ongelmia on niin menetelmäkurssien määrässä, ajoituksessa, sisällöissä ja saavutetuissa tuloksissa kuin laitosten asenneilmapiirissä. Useat ongelmat, kuten heterogeeninen opiskelijajoukko, puutteelliset matemaattiset valmiudet sekä asenne- ja motivaatio-ongelmat näyttävät kietoutuvan yhteen kasvatustieteiden tilastollisten menetelmien opetuksessa. Lisäksi opintojen irrallisuus

opiskelijoiden kokemuksesta ja kasvatustieteellisestä kontekstista sekä yritys opettaa menetelmiä perinteisen massaopetuksen avulla koetaan turhauttavana. Suomessa kasvatustieteissä tapahtunut paradigman muutos 1980-luvulta alkaen ja siihen liittyvä ideologinen vastustus tilastollisten menetelmien käyttöä kohtaan tutkimuksessa sekä vähentyneet opetusresurssit ovat johtaneet tilanteeseen, jossa niin opiskelijoiden kuin nuoremman opettaja- ja ohjaajasukupolven taidot ovat heikentyneet. Opiskelijoiden taitojen hiipuminen näkyy niin pro gradu -tutkielmissa kuin väitöskirjoissakin (Rautopuro & Väisänen 2004a; Rautopuro, Väisänen & Malin 2004). Osavastuu tästä voidaan vierittää ohjaajien ja opinnäytteiden tarkastajien tietojen ja taitojen harteille. Asenne tilastollisia menetelmiä kohtaan näkyy myös Suomen kasvatustieteellisen seuran julkaiseman aikakauskirjan Kasvatuksen linjassa. Päätoimittaja, professori Eskola kirjoittaa pääkirjoituksessaan vuoden 2005 alkajaisiksi päätoimittamansa lehden linjasta:

*Jokaista artikkelia arvioidaan sen omassa genressä, niinpä diskurssianalyttikolla aineisto voi olla pienehkö, mutta **tilastollisia temppejuja** (lihavointi tämän teoksen kirjoittajan) soveltavalla ei niinkään (Eskola 2005).*

Ilmeisesti Suomen johtavassa kasvatustieteellisessä julkaisussakaan tilastollisia menetelmiä ei nähdä varsinaisina tutkimusmenetelminä tai tutkimuksena ylipäätään. Eskola (2008) tosin pitää tätä tulkintaa turhan angstisena ja tarkoitushakuisena ja toteaa katkelman olleen pieni kevennys Risto Sänkiahon (1974) julkaiseman *Temput ja kuinka ne tehdään* -teoksen koulukunnalta oppinsa saaneelta tutkijalta. Pitkäniemi (2009) toteaa hieman samaan tapaan Toivosta (1999, 25) sangen vapaasti tulkiten, että *Myös kvalitatiivinen voi askarrella* (lihavointi tämän teoksen kirjoittajan) *kausaalisten suhteiden identifioimisessa*.

Kasvatustieteiden yhteys tilastotieteeseen on nykyään varsin ohut, mutta tähän tosiasiaan on varmaan syytä hakea selitystä molemmista osapuolista. Tilastotieteen laitoksetkaan eivät ole olleet sanottavammin kiinnostuneita opetuksensa kehittämistä ja kaikkien soveltajien näkemyksistä. Tästä syystä monet kasvatustieteille hyödylliset nykyaikaiset tilastolliset menetelmät jäävät vaille käyttöä ja opetusta. Jatko-opinnoissa puolestaan kaivataan usein soveltavia ja uusia tutkimusmenetelmiä, mutta jos perusta ei ole riittävän vankka, tämä vaatimus menee täysin hukkaan. Rumseyn (2002) mukaan ilman perustaitojen hallintaa ei ole mitään minkä varaan rakentaa. On lähinnä ajan hukkaa opettaa nykyaikaisia kehittyneitä ja vaativia menetelmiä opiskelijoille ja tutkijoille, jotka eivät hallitse tilastollisten menetelmien perusteita, sillä suuri osa uuden opetukseen ja oppimiseen varustusta ajasta menee perusasioiden kertaamiseen (Rautopuro & Malin 2008). Kasvatustieteissä on tavallaan syntymässä tai on jo syntynyt menetetty sukupolvi, jonka menetelmätaitojen taso vaatii kiireellistä parantamista (Rautopuro 2005; Töttö 2000).

Tilastollisten tutkimusmenetelmien dekadenttinen tila kasvatusalan koulutuksessa ja tutkimuksessa huolestuttaa tilastollisiin menetelmiin vihkiytyneitä opettajia, opinnäyte-töiden ohjaajia ja tutkijoita. Huoli ei rajoitu ainoastaan kasvatustieteilijöihin, sillä mureh-tijoiden joukkoon on julkisesti liittynyt muun muassa Jyväskylän yliopiston rehtori Sal-linen (2003), joka toteaa, että menetelmien hallinnassa on tieteenalojen välillä huomata-tava kirjo, eikä metodiosaaminen ole kaikilla aloilla kansainvälisesti arvioiden riittävää. Syvällisen ymmärryksen aikaansaamiseksi rehtori Sallinen vaatii menetelmäopinnoille riittävää aikaa ja resursseja, sillä metodiosaamiseen ei ole olemassa oikotietä, sillä mene-telmäosaaminen ja -ymmärrys syntyvät pitkällisen omakohtaisen tekemisen, kokeilemisen ja etsimisen kautta. Laajat menetelmätaidot ovat joka tapauksessa avain hyvään tutkimuk-seen. Tällöin tutkija osaa tehdä oikeita valintoja, eivätkä menetelmäosaamisen puutteet rajoita tutkimuskysymyksiin tarttumista. Atjosen (2001) mukaan opetus- ja kasvatusalalla tarvitaan entistä kipeämmin monipuolista ja laaja-alaista tutkimusintensiivistä asiantunti-juutta. Erittäin tärkeää on myös ymmärtää, että tutkimusmenetelmien luova soveltaminen edellyttää vankkoja perustaitoja.

Atjosen ja Sallisen kanssa samoilla linjoilla on sosiaalitieteiden professori Töttö, joka toteaa Ylioppilaslehden (Sommers 2000) haastattelussa, että *poliittisia päätöksiä tehdään ar-vailujen varassa, koska tutkijat pelkäävät numeroita*. Tötön mukaan monet tärkeät kysymykset jäävät vaille vastausta, koska tutkijat eivät hallitse tilastollisia tutkimusmenetelmiä. *Stake-silta on jo lähetetty terveisiä yliopistoille: siellä ihmetellään, kun tutkijoiksi tulee maistereita, jotka eivät osaa tehdä määrällisiä selvityksiä*, Töttö kertoo. Opetushallituksen erikoistutkija Met-sämuuronen totesi Kasvatustieteen päivien 2004 esityksessään, että ei rekrytoisi tutkimus-avukseen Opetushallituksen henkilöä, jolla ei ole hyvää tajua kvantitatiivisesta tutkimu-straditiosta ja positiivista asennetta niitä kohtaan (Metsämuuronen 2004). Myös teollisuus on huolissaan siitä, että tilastotieteilijöitä käytetään liian vähän, vaikka heillä olisi suuri rooli teollisuuden laadunvalvonnan parantamisessa (Bergman 1999).

Vanhassa suomalaisessa lastenlorussa kerrotaan että *Satu meni saunaan, pani laukun nau-laan*. Nykyään Sadulla on paneminen pannassa ja hän pelkkää häveliäisyyttään joko lait-taa tai pistää laukun naulaan (Penttinen 2007). Eufemismien eli kiertoilmausten avulla kaunistellaan, lievennetään tai peitellään epämiellyttäviksi koettuja, piinallisia tai arkoja asioita (Kupiainen 1964, 61). Esimerkiksi pelottavaa petoeläintä karhua kutsutaan *mesi-kämmeneksi* ja *nalleksi*, kuolemaa taas kuvataan *poisnukkumiseksi* tai *veivin heitoksi*. Tilasto-tieteeseen ja tilastollisiin menetelmiin liittyviä käsitteitä ja opintoja kutsutaan useissa niitä soveltavissa tieteissä epäsuorasti *kvantitatiiviseksi menetelmiksi* tai *määrällisiksi menetelmiksi*. Kiertoilmaisujen ongelma on kuitenkin se, että varsinainen käsite, tässä tapauksessa tilas-totiede, johon kvantitatiiviset menetelmät perustuvat, näyttäytyy lopulta itselleen kielteisiä mielikuvia luovana dysfemismina – siis eufemismin vastakohtana. Kiertoilmaisuu-kin pahimmillaan parodiaksi, ja on pelkkää sanahelinää, joka ei hämää ketään tai sitten

sen avulla peitellään totuutta. Tilastollisia menetelmiä hallitseva tutkija on kuitenkin positivistinen, jonka *kvantitatiivisen tutkimuksen perinteet jäykistävät ja saavat aikaan tutkijalle subjektiivisen pätevyden tunteen* (Pitkäniemi 2009).

Tämä tutkimus keskittyy tilastollisten menetelmien opettamisen ja oppimisen ongelmiin. Tarkoituksena on selvittää tilastollisten menetelmien osaamista ja käyttöä suomalaisessa kasvatustieteessä. Tutkimuksessa selvitetään myös sitä, ovatko suomalaisten opiskelijoiden asenteet sekä oppimisen ongelmat samanlaisia kuin muualla maailmassa. Tutkimuksen luvut 2 ja 3 kertovat tilastotieteen luonteesta ja tilastollisten menetelmien kehityksestä yhteistyössä muiden tieteenalojen kanssa. Tilastollisten menetelmien kehitykselle on ollut tyypillistä monitieteisyys ja vuoropuhelu menetelmien soveltajien kanssa. Toisaalta monien tieteet ovat tarvinneet tilastollisia menetelmiä kehittyäkseen ja taatakseen kansainvälisesti korkeatasoisen tutkimuksen. Tämä keskustelu on välttämätön, jotta tilastotieteen monipuolisuus tulee selväksi.

Tutkimuksen luvut 4 ja 5 keskittyvät aiempiin tutkimuksiin tilastollisten menetelmien opetuksen ja oppimisen ongelmista. Nämä sekä kognitiiviset että ei-kognitiiviset tekijät muodostavat monimutkaisen ongelmakokonaisuuden ja suuren haasteen menetelmien opetukselle käytännössä. Tutkimuksessa perehdytään erilaisiin näkemyksiin ja teorioihin tilastollisten menetelmien opettamisesta ja oppimisesta. Opetusmenetelmien osalta pohdita koskee niin perinteistä luento-opetusta kuin modernin teknologian sovelluksia.

Tutkimuksen empiirinen osuus koostuu tämän työn kirjoittajan tutkimusten tuloksista, joista suuri osa on suoritettu yhteistyössä entisen Joensuun yliopiston (nykyisin Itä-Suomen yliopisto) professori Pertti Väisäsen ja Jyväskylän yliopiston Koulutuksen tutkimuslaitoksen erikoistutkija Antero Malinin kanssa.

2

Mitä ovat tilastotiede ja tilastolliset menetelmät?

Joku tilastotieteilijä on laskenut, kuinka paljon ihminen syö elämänsä aikana. Me syömme keskimäärin 20 000 muna, 6 000 leipää, 4 000 kiloa perunoita, 3 500 kiloa naudanlihaa, 12 lammasta, 15 sikaa, 5 vasikkaa ja 3000 kiloa kalaa.

Rovasti Pekka Harne, Nastola (Aamuhartaus, 22.10.2003)

Tiede on järjestelmällistä tiedon hankintaa, joka perustuu järkipäisten menetelmien käyttöön. Tieteellisen tiedon hankinnassa tulee käyttää tieteellisiä menetelmiä eli metodeja, joten se ei voi rakentua mielipiteiden, jumalallisten ilmoitusten, propagandan tai virheellisten argumenttien varaan (Haaparanta & Niiniluoto 1986). Töttö (2007) lainaa sosiologi Comtea todetessaan, että *tieteen metodi on havaintoja ja teoriaa – sopivassa suhteessa*. Tilastolliset menetelmät ovat tieteellisen päättelyn menetelmiä ja niitä myös on luonnehdittu maalaisjärjen tehostukseksi, sillä niiden avulla kyetään tunnistamaan suuresta tietomäärästä luotettavasti ilmiöiden väliset asiayhteydet sekä voidaan erottaa toisistaan sattuma ja systemaattisuus. Tilastolliset menetelmät auttavat mallintamaan ja järjestämään elämää sekä erottelemaan olennaisen tiedon hölynpölystä systemaattisella tavalla (Sund 2000). Käytännössä tieteellisen erityisalan tai koulukunnan kollektiivisesti omaksumat lähtöoletukset tutkimuksen tekoon liittyvistä tieteellisistä toimintatavoista kertovat mitä voi tutkia ja miten (Sund 2005).

Sundin (2005) mukaan tieteeseen kuuluu kaikille paradigmoille yhteinen eetos, jonka normit ovat *universalismi* (tuotetun tiedon arviointi ei perustu tiedon tuottajan ominaisuuksiin), *tieteellinen kommunismi* (tuotettu tieto on kaikkien käytettävissä), *pyyteettömyys* (tieto tuotetaan omaa etua ajamatta) sekä *järjestelmällinen epäily* (luotettavan tiedon tuottaminen). Metodologisten normien rikkomisen seurauksena on huonolaatuinen tutkimus.

Käsite *tilastotiede* tuo arkipuheessa monien mieleen tilastot ja taulukot, sekä niiden parissa nyhäämisen eli kansankielellä sanottuna kynän- ja numeroidenpyörittelyn. Sanat *tilasto* ja *aineisto* mielletään usein synonyymeiksi (Julian 1968, 1271). Stereotypiaan numeroiden ja taulukoiden parissa puuhastelevasta tilastotieteilijästä törmää varsin yllättävissäkin tilanteissa. Eräässä Aku Ankka -tarinassa istui Mikki Hiiren ohjaaman taksin kyydissä Saku Sarake -niminen tilastotieteilijä, jonka testattavana olleet apinat kykenivät tuottamaan kirjoituskoneella järkevää tekstiä (Petrucha & Sanchez 2001). Kymmenen vuotta tilastotiedettä opettanut tutkija Marianne Silén (2004) totesi puolestaan sosiologipäivien abstraktissaan:

Olen tilastotieteilijä – numeroiden ja laskukaavojen pyörittelijä.

Yliopisto-opiskelijoillakin on varsin hämärä kuva tilastollisista menetelmistä ja tilastotieteestä oppiaineena, niiden käytännön sovelluksista puhumattakaan. Gal ja Ginsburg (1994) tutkivat Pennsylvanian yliopiston opiskelijoiden käsityksiä tilastotieteestä ja saivat muun muassa seuraavia vastauksia:

- *En tosiaankaan tiedä mistä tilastotieteen opiskelussa on kyse. Kaipa sillä on jotakin tekemistä keskimääräisen kanssa.*
- *Kuvittelisin, että tilastotiede on yhtä tylsää ja asiapitoista kuin matematiikka.*
- *Tilastot ovat sanomalehtien, kirjailijoiden ja lakimiesten tarpeisiin kerättyjä tietoja.*
- *Tilastotiede on sitä, että joku kerää tietoa monista asioista, esimerkiksi baseball-tilastot. Matematiikkaa käytetään paljon tilastotieteessä.*
- *Mieleeni tulevat numerot ja kuviot haastattelututkimuksista. Mahtaa olla tylsää niiden ihmisten elämä, jotka tekevät sitä työkseen.*

Stereotyypisesti tilastotiede ja tilasto käsitetään yhdeksi ja samaksi ja tilastotieteilijöiden rooliksi käsitetään pelkästään tilastojen laatiminen ja kuvioden piirtäminen.

Tilastojen laatimisessa on toki omat vaatimuksensa, ja tilastot ovat usein tilastollisen tutkimuksen kohteena. Nykyaikaisten tilastojen kokoamisessa käytetään hyväksi tilastotieteellisiä menetelmiä ja tilastotieteilijöitä, koska niiden luotettavuuden ja ajantasaisuuden parantaminen edellyttävät muun muassa virallisten rekisteritietojen ja haastattelututkimusten tietojen yhdistämistä tilastollisten mallien avulla. Tilastotiede ei kuitenkaan rajoitu tilastojen laatimiseen ja tutkimiseen, vaan käyttöalue on huomattavasti laajempi. Jyvä-

kylän yliopiston matematiikan, fysiikan ja tietotekniikan opiskelijoiden ainejärjestön (Ynnä ry) julkaisemassa aloittelevien opiskelijoiden vaihtoehtoisessa opinto-oppaassa (2003) yritetään karsia tilastotieteilijään liittyviä stereotyyppioita:

Tilastotieteilijä ei ole se kadun kulmassa papereihinsa sotkeutuva kloppi, joka yrittää saada ohikulkijat vastaamaan epäselviin kysymyksiinsä, joissa on 27 vaihtoehtoa. Myöskään nuhanenäinen, kumarainen, tummiin pukeutunut liehuparta hämärässä, pölyisessä arkistossa tarkistamassa yhä uudestaan ja uudestaan pitkiä numerosarjoja ei ole tilastotieteilijä.

Jyväskylän yliopiston (2000) matematiikan ja tilastotieteen laitoksen ehdotuksessa korkealaatuisen koulutuksen yksiköksi vuosille 2007–2009 (<http://www.jyu.fi/hallinto/oplaapro>) osana oman yliopistonsa laatuprosessia (hanke päättynyt vuoden 2006 lopussa) todetaan, että tilastotieteellä on kaksi roolia akateemisessa yhteisössä. Oman koulutus-alansa pääaineopiskelijoiden koulutuksen lisäksi tilastotieteilijöiden tehtävänä on opettaa tilastollisten tutkimusmenetelmien käyttöä kaikille yliopistoissa empiiristä tutkimusta tekevien alojen opiskelijoille ja tutkijoille sekä avustaa heitä tutkimusongelmiensa metodisissa ratkaisuisissa. Suomalaisten yliopistojen tilastotieteen laitosten, tutkimuslaitosten sekä tilastolliseen tutkimukseen ja tilastotuotantoon erikoistuneiden yhdistysten verkosto *StatNet* määrittelee tilastollisen informaation, päättelyn ja data-analyysin tutkijakoulun sivustolla tilastotieteen tehtävät seuraavasti:

*Tilastotieteen tehtävänä voidaan ajatella olevan sekä ilmiöiden kvantitatiivinen kuvaaminen että ilmiöiden olennaista rakennetta kuvaavien yksinkertaistettujen mallien kehittäminen ja niiden käyttö ennusteiden laadinnassa. Tilastollisen mallin rakentaminen on usein heuristista toimintaa, jolle on luonteenomaista **ongelmanratkaisu**. (http://www.joensuu.fi/statnet/siida_app.html)*

Sekä Jyväskylän yliopiston ainelaitoksen että *StatNetin* näkemykset sisältävät tilastotieteen ja tilastollisten menetelmien luonteesta ja asemasta lähes kaiken tunnusomaisen: alan kehitystä kuvaavia piirteitä ovat poikkitieteellisyys ja ongelmalähtöisyys. Perinteisten tilastollisia menetelmiä soveltaneiden alojen lisäksi uusia sovelluksia syntyy jatkuvasti. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että vahvan tilastotieteellisen teoriapohjan omaavien ammattilaisten lisäksi aineistojen käsittelyä, tulkintaa ja ymmärrystä on suunnattava erityisesti sovellusaloille niiden erityistarpeiden mukaisesti.

2.1 Tilastotieteen historiasta

Tilastotiede on tieteenalana varsin nuori, vaikka monet nykyisen tilastotieteen työkalut ovat olleet pitkään käytössä. Johnsson (1999, 7) toteaa osuvasti, että tilastotieteellä on lyhyt historia, mutta pitkät juuret. Tilastotieteen historian katsotaan yleisimmin alkaneen Englannissa ja Saksassa 1600- ja 1700-luvuilla valtionhallintoa palvelleesta väestö- ja taloustieteellisestä tietojenkeruusta sekä uhkapelien matemaattisesta tarkastelusta ja riskianalyysistä Italiassa ja Ranskassa 1500-luvulta alkaen. Kuuluisat englantilaiset väestötieteilijät Graunt ja Malthus olivat lähinnä väestön kasvua ja muuttoliikettä pohtineita virkamiehiä, kun taas todennäköisyysmallien varhaiset kehittäjät elivät hieman vaarallisempaa elämää. Italialainen Cardano (1501–1576) oli lääkäri, matemaatikko, astrologi ja uhkapeluri, joka kehitti noppapelien avulla todennäköisyyslaskennasta tunnetun symmetristen alkeistapahtumien teorian ja oli oikeudessa syytettynä ainakin kerettiläisyydestä ja joukkomurhasta (Brockett & Levine 1984, 62).

Tuntuu kaukaa haetulta väittää, että Darwinin vuonna 1859 ilmestynyt teos *Lajien synty* olisi merkinnyt jonkinlaista mullistusta tilastotieteessä. Darwinin teos käänsi kuitenkin monien konkreettisista ongelmista kiinnostuneiden matemaatikkojen katseet kohti perinnöllisyys- ja evoluutiokysymyksiä. Esimerkiksi tilastotieteen suuriin pioneereihin kuuluva englantilainen Pearson (1857–1936) antoi vuonna 1903 ilmestyneelle pääteokselleen nimen *Mathematical Contributions to the Theory of Evolution*. Pearson perusti edelleenkin ilmestyvän tieteellisen aikakauslehdien *Biometrika*, joka keskittyy tilastotieteen sovelluksiin luonnontieteissä (Arjas 1998). Tilastotieteen kehityksen kannalta tärkein Pearsonin määrittelemistä käsitteistä oli jatkuvien satunnaismuuttujien välinen Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokerroin. Pearson julkaisi 1900-luvun alussa myös artikkelin pääakselimenetelmästä, joka ennakoiki faktorianalyysin syntyä (Leskinen 1987, 1–2). Tällä hetkellä tärkein tilastotieteen sovellus luonnontieteissä – ja myös lääketieteessä – on biometria. Biometria voidaan määritellä laajassa mielessä tieteenalaksi, joka soveltaa tilastollisia menetelmiä biologisten ongelmien ratkaisuun (Arjas 1998; Sarna 1990).

Tilastotiede on kehittynyt vuorovaikutuksessa sovellustieteiden ja matematiikan kanssa. Nykymuotoonsa, johon liittyy olennaisesti matemaattinen tilastotiede, todennäköisyyslaskennan teoria ja tilastollinen päättely, on tilastotiede kehittynyt vasta 1800-luvun lopulla ja 1900-luvun alussa. Ensimmäisinä nykyaikaisina tilastotieteellisinä tutkimuksina pidetään varsin yleisesti irlantilaisen tutkijan Gossetin (nimimerkki Student) 1900-luvun alkupuolella laatimia artikkeleita. Artikkeleiden tärkeintä antia ovat Studentin t-jakauma ja t-testit, jotka ovat edelleen olennainen osa nykyaikaisesta tilastotieteellisistä tutkimusta. Artikkelit perustuivat oluen valmistuksessa esiin tulleisiin ongelmiin Guinnessin panimolla (Casella & Berger 1990, 225–227). Muutaman viimeisen vuosikymmenen aikana tilastollisten menetelmien kehitystä on puolestaan vauhdittanut tietoteknologian kehitys, sillä

tietokoneiden suorituskyky alkaa olla käytännöllisesti katsoen rajatonta, ja valtavaa laskentakapasiteettia vaativien menetelmien kehitys on ollut nopeaa (Rautopuro & Malin 2008).

Suomen virallisen tilastotoimen historia alkaa vuodesta 1749, jolloin lähinnä väestöä koskevia tietoja ja tilastoja koonnut Ruotsi-Suomen *taulustolaitos* (tabellverket) aloitti toimintansa. Tietojen kokoamisesta vastasi aluksi kansliakollegio, mutta vuonna 1756 toiminta sai kiinteämmän organisaation, kun *tabellkommissionen* – maailman ensimmäiseksi tilastovirastoksi mainittu laitos – perustettiin. Väestöllisten tietojen lisäksi taulustolaitos kokosi tietoja viljasadosta, viljanhinnasta ja kotieläimistä. Vaikka Suomi olikin tuohon aikaan Ruotsin vallan alaisena, oli Suomessa tarvetta myös omiin tilastoihin ja niitä laativaan elimeen. Suomen Talousseura ryhtyi keräämään väestöä ja taloutta koskevia tilastoja vuonna 1800, mutta toiminta tyrehtyi varojen puutteeseen varsin nopeasti. Suomen nykyisen Tilastokeskuksen edeltäjä Suomen tilastollinen päätoimisto keräsi epävirallisesti erilaisia tilastoja jo 1800-luvun puolivälissä ja sen toiminta vakinaistettiin vuonna 1870. (Myllys 1981.) Yhdyssanan tilastotiede alkuosa tuli suomen kieleen 1800-luvun loppupuolella, ja sen on tiettävästi keksinyt kiuruveteläinen lääkäri Paavo Seppänen. Suomen ensimmäinen tilastotieteen tutkimukseen ja opetukseen keskittynyt yliopistollinen laitos perustettiin Helsingin yliopistoon vasta vuonna 1945. Ensimmäisenä tilastotieteen professorina Suomessa toimi Leo Törnqvist vuosina 1945–1974 (Läärä & Lammi 1989, 1–2).

Tilastotiedettä opetettiin yliopistollisena oppiaineena Suomessa jo ennen itsenäisyyden aikaa. Esimerkiksi Karjalan autonomisen sosialistisen neuvostotasavallan neuvoston puheenjohtajanakin vuosina 1920–1925 toiminut Edvard Gylling opiskeli Keisarillisen Aleksanterin yliopistossa Helsingissä muun muassa filosofiaa, historiaa, kansantaloustiedettä ja tilastotiedettä. Hän saavutti vuonna 1903 korkeimman arvosanan, laudaturin, sekä kansantaloustieteessä että tilastotieteessä ja toimi Tilastollisen päätoimiston virkaatekevänä aktuaarina vuosina 1908–1910 ja Helsingin yliopiston tilastotieteen dosenttina 1910–1918. (Sahlström 2009, 16–21.) Gyllingin väitöskirjaan, joka käsitteli Suomen torpparilaitoksen kehitystä Ruotsinvallan aikana, liittyi 105-sivuinen tilasto-osa ja päätelmät perustuivat perusteelliseen tilastolliseen analyysiin (Jussila 1998, 119–142).

2.2 Tilastotieteen määritelmistä

For the most part, statistics is a method of investigation that is used when other methods are of no avail; it is often a last resort and forlorn hope.

Julian (1968, 1271; lainaus M.J. Moroneylta 1965)

Tilastotieteen määrittäminen lyhyesti on mahdotonta. Määritelmästä tulee helposti liian yleinen, jolloin se ei rajaa tilastotieteen luonnetta ja käyttöä tarpeeksi tai määritelmässä

Mitä ovat tilastotiede ja tilastolliset menetelmät?

joudutaan käyttämään sellaisia käsitteitä, jotka ovat tilastotiedettä tuntemattomalle täysin vieraita. Yleisten määritelmien ongelmana on myös löytää totuudenmukainen suhde teorialle ja havaintoaineistojen analysoinnille tilastotieteessä. Suomen ensimmäisen tilastotieteen laitoksen ensimmäisen tilastotieteen professorin Törnqvistin tilastotieteen peruskursusin luennoilla ja luentomonisteessaan esittämää määritelmää tilastotieteestä on lainattu useissa pitkään yliopistojen opetuskäytössä olleissa kotimaisissa tilastotieteen oppikirjoissa (Hjelt 1976; Vasama & Vartia 1971).

Tilastotiede on tietotuotannon tekniikkaa, jonka avulla voidaan suorittaa numerotietojen joukkotuotantoa ja havaintoihin perustuvia tieteellisiä ja käytännöllisiä päätelmiä. Tilastotiede on yksikköjen muodostamaan joukkoon liittyvän numeerisen tietoa-aineuksen keräämistä, analysointia ja tulkintaa käsittelevä tiede.

Törnqvistin määritelmän mukaan tilastotiede koostuu pääasiallisesti tutkimuksessa tarvittavan numeerisen tiedon hankinnan suunnittelusta, keräämisestä ja kerätyn tiedon analysoinnista, eli määritelmässä korostuu selkeästi tilastotieteen suhde empiriaan. Tutkimukseen kerätyn tiedon analysoinnin vaiheita ovat esimerkiksi perusjoukon tunnuslukujen arviointi eli estimointi, matemaattisten mallien, kuten varianssianalyysi ja regressioanalyysi rakentaminen ja hypoteesien testaus (Vasama & Vartia 1971, 9–10). Lyhyemmin määriteltynä tilastotieteen päämääränä on tuottaa ymmärrystä havaintoaineistossa piilevästä informaatiosta.

Mellin (1996) yrittää puolestaan tilastotieteen perusteiden oppikirjansa johdannossa karsia yleistä harhakuvaa tilastotieteen luonteesta ja määrittelee sen, mitä tilastotiede ei ole:

Tilastotiede ei ole oppia tilastoista ja niiden tekemisestä.

Mellinin mukaan tilastotiede on oppi päätöksenteosta tilanteissa, joissa päätöksenteossa on mukana sattuma. Sattumalla tarkoitetaan tässä tapauksessa jotain ennalta arvaamatonta ja ennustamatonta (Mellin 1996, 1–3). Tilastollisessa tutkimuksessa tutkittavaa ilmiötä selitetään tilastollisen yleistyksen avulla ja tehdään tutkittavaa perusjoukkoa koskevia väittämiä ja päätelmiä. Tilastollisten analyysien avulla määritellään millainen on virhepäätelmien riski (mm. virherajat, luottamusväli) eli millaisella riskitasolla ennalta asetettu testattava hypoteesi, eli perusjoukon tunnuslukua koskeva väittäjä, hyväksytään tai hylätään. Myös Moore (1991) sekä Moore ja McCabe (1993) määrittelevät tilastotieteen tieteenksi, jonka tehtävänä on dataksi kutsutun havaintoaineiston kerääminen, järjestäminen ja tulkinta. Tilastotieteen päämääränä on luoda oivalluksia numeroiden avulla.

Kaikissa edellä esitetyissä määritelmissä korostuu tilastotieteen perusluonne, joka tarkoittaa käytännössä kaksivaiheista päättelyn rakennetta, jossa laaditaan esimerkiksi

aikaisempien teorioiden pohjalta ensin hypoteesit, joita testataan vertaamalla niiden deduktiivisia *totuuden säilyttäviä* seurauksia havaintoihin. Tilastollisessa tutkimuksessa hypoteeseja ei johdeta havainnoista, vaan hypoteesit yrittävät vastata kuvailu-, ennustamis- ja selitysongelmiin (Haaparanta & Niiniluoto 1986). Tilastollisten menetelmien tarkoituksena on tehdä yksittäisistä havainnoista kerättyjen tietojen pohjalta kokonaisia perusjoukkoja koskevia päätelmiä, yleistyksiä. Yksittäistapaukset ovat tilastotieteen kannalta anekdootteja, joiden selitysvoimaa ei tule ylikorostaa. Toisaalta on myös syytä ymmärtää, että tilastollisten yleistysten perusteella ei saada yksilötason tuloksia ja ennusteita (Mellin 1998a).

Tilastollisin menetelmin kerättyjä aineistoja on perinteisesti pidetty objektiivisina tietoina asioiden todellisesta tilasta. Jokainen käytännön aineistojen kanssa tekemisissä ollut kuitenkin tietää, että asia ei ole ihan niin suoraviivaista, vaan sovellusten osalta aineistoa on tulkittava siinä sosiaalisessa ja historiallisessa kontekstissa, josta se on peräisin. Menetelmien järkevän käytön ehtona on kuitenkin menetelmien, aineiston ja tutkittavan ilmiön pintaa syvemmälle ulottuva tuntemus. (Sund 2000.) Kaikkien tilastollisten testien taustalla ovat testattavat hypoteesit ja kaikkien analyysien käytön edellytyksenä on joukko oletuksia. Mikäli käytettävien analyysien oletukset eivät toteudu, ne antavat harhaisia tuloksia ja tulosten harha on sitä suurempi mitä enemmän oletukset ovat virheellisiä.

Siitä huolimatta, että tilastotieteen päätehtävänä on reaali maailman ilmiöiden havainnointi ja tulkinta, se sekoitetaan usein matematiikan osa-alueeksi. Vaikka tilastotieteen teoriassa, varsinkin matemaattisessa tilastotieteessä, käytetään runsaasti matematiikan kieltä ja vaikka osa tilastotieteilijöistä pitää tilastotiedettä matematiikan osa-alueena, on tilastotieteessä olennaisia osatekijöitä, jotka erottavat sen matematiikasta. Sekä matematiikkaa että tilastotiedettä voidaan toki tutkia puhtaasti loogis-formaalisena järjestelmänä, mutta tilastotieteen kehitystä ohjaa voimakkaasti reaali maailman ilmiöitä koskevien numeeristen aineistojen analysointi. Bartholomew (1995) toteaa, että teoreti-sointi ilman minkäänlaista havaintoaineistojen analysointia tai pelkkä havaintoaineisto ilman tilastotieteellistä päättelyä ei johda minnekään. Tilastotiede on kuitenkin muuttanut matemaattisesti yhä vaativammaksi ja maallikon on joissakin tapauksissa vaikeaa erottaa tilastotieteen ja sovelletun matematiikan tutkimuksia toisistaan (Hand 1998; Mellin 1998b).

Tilastollisten menetelmien tieteellinen perusta ja selkäranka on tilastotiede, joka ei ole pelkästään puhdasta matematiikkaa ja joka kehittyy vauhdilla muun muassa tietotekniikan kehityksen myötä. Tilastomenetelmien kehitys osana tilastotiedettä käy läpi ankaran tieteellisen arvioinnin, joten niiden tieteellinen perusta on vankka. Tilastotieteen parhaat voimat ympäri maailmaa saattavat tehdä vuosikausia töitä saadakseen aikaan pienen testin tai jopa pienen parannuksen johonkin olemassa olevaan pieneen testiin (Rautopuro & Malin 2006.)

Mitä ovat tilastotiede ja tilastolliset menetelmät?

Yhtenä tilastotieteen määritelmänä voidaan käyttää vaikkapa Oulun yliopistossa tilastotiedettä opiskelleen Pirjo Virkkusen runoa *Miten voisinkaan ymmärtää* vuodelta 1980 (Arjas 1998). Runossa on löydetty varsin hyvin tilastotieteen *syvin olemus*:

Miten voisinkaan ymmärtää?

*Tilastotiede,
mikä ajanviette!
En ymmärrä tätä,
pian tulee hätä...
Tulkoon,
mutta statistiikkaa en jätä.*

*Miten voisinkaan ymmärtää
monimuuttujat,
sattumat harhat,
kun mielessä viinitarhat
ja kauneimmat rypäleet
kypsät,
tilastotieteessä vain ryväitä
lypsät,
tutkit otoksen otoksen perään,
kasaat havainnot yhteen tai
kerään,
sitten mittaillet niitä,
haet muuttujat
ja muuttujat,
joista ne riippuvat,
selität, sepität raportin,
kuvaat taulukoin avion, abortin,
lasten syntymän ja kuoleman,
todennäköistät myös Tuonelan
kaikki sattumanvaraiset
ihanuudet,
paljastat tulevat ajat,
näkyvät uudet,
mutta aina vain tietyllä varauksella
jokin tapahtuu niin,
tai tapahtuu näin,
tai tapahtuu niin ja näin,
tai ei tapahdu ollenkaan.*

2.3 Numerot sanoiksi – havainnot informaatioksi

Tilastollisilla menetelmillä saadut tulokset eivät ole numeroita, vaan numeroita jossain kontekstissa. Tilastollisten tutkimusten tulokset ilmaistaan kaavoja, kuvioita, numeroita ja malleja hyödyntäen. Ne eivät kuitenkaan ole tutkimustuloksia sellaisenaan, vaan muuttuvat tutkimustuloksiksi vasta kun ne käännetään sanoiksi ja tutkija välittää tuloksiaan eteenpäin kohdejoukkonsa mukaan. Tutkimuksesta voi olla jotain hyötyä vain jos tutkija pystyy kertomaan tuloksistaan muillekin siten, että tutkijan kulloinenkin lukija- tai kuulijakunta saa siitä kiinnostavaa tietoa ja kokee sen itselleen hyödylliseksi. Numerot ja sanat eivät siis ole tutkimuksen vastauksia tai tuotteita sellaisenaan (Pitkäniemi 2009). Kontekstualisuus ja sisällöllinen tulkinta ja niiden looginen ja relevantti raportointi on kaiken empirisen tutkimuksen ja tiedon rakentumisen ehto. Tutkijan tehtävänä on siis kertoa tosi tarina, joka perustuu faktoihin (Tarkkonen 2004).

Tilastollisia peruskommunikointitaitoja ovat lukeminen, kirjoittaminen, toteennäyttäminen, havainnollistaminen ja tilastollisen informaation jakaminen. Rumsey (2002) tekee selvän eron tulosten tulkinnalle ja tilastolliselle kommunikaatiolle. Tutkimustulosten tulkinta on opiskelijan tai tutkijan oma ymmärrys tilastollisten menetelmien tuottamasta informaatiosta, tilastollinen kommunikaatio tarkoittaa tiedonvälitystä siten, että muutkin ymmärtävät sen. Tilastollinen kommunikaatio on siis kyky avata tiettyä tieteellistä kieltä, tyyliä tai merkintöjä toisten ymmärrettäväksi. Pohjois-Karjalan kirjailijayhdistyksen Ukri ry:n johtokunnan jäsen Juurisoja (2009) on kirjoittanut osuvasti, että *Ellei kuulija ymmärrä kieltä, yhteyttä ei synny. Vastassa on mykkä seinä*. Eskolan (2008) mukaan osalle kasvatustieteilijöitä kirjoittaminen on hankalaa, ja syynä voi olla älyllinen laiskuus, mutta myös se, että kirjoittaminen nähdään ennen kaikkea raportointina, ei tieteellisenä kirjoittamisena.

Tutkijan ensisijaisena kohdejoukkona ovat usein muut tutkijat ja tutkijayhteisö. Kasvatustieteissä tutkijan on kuitenkin pystyttävä välittämään tuloksiaan kollegoiden lisäksi vanhemmille, opettajille, tiedotusvälineiden edustajille ja suurelle yleisölle. Tutkijoille raportoitessa on käytettävä tieteenalan omaa kieltä ja käsitteitä. Tällöin tutkijan tapa viestiä tuloksiaan on ensisijaisesti tieteellistä viestintää, eikä ole kohtuutonta olettaa, että ammattitutkija tietää mistä on kyse, kun puhutaan esimerkiksi tilastollisesti merkitsevistä tutkimustuloksista. Kun tuloksista halutaan kertoa vaikkapa vanhemmille ja opettajille on tilanne toinen. Tilastollisiin menetelmiin perehtymättömät henkilöt olettavat automaattisesti esimerkiksi, että tilastollisesti merkitsevä tulos on sama asia kuin sisällöllisesti merkittävä tulos. Sisällöllisesti merkittävä tulos voi kuitenkin olla sekin, että tyttöjen ja poikien matematiikan osaamisessa ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa (Rautopuro & Malin 2008).

Tutkija joutuu usein unohtamaan virkakielensä tehdäkseen viestistään ymmärrettävän. Tulosten raportointi ei kuitenkaan ole aina selkeää ja vakuuttavaa – lukija jää usein ymmälleen siitä, mitä kirjoittaja on mahtanut tarkoittaa ja onko tämä itsekään ymmärtänyt

kirjoittamaansa. Ongelmana on yleensä se, että kirjoittaja ei joko raportoi tilastollisia tuloksia selkeästi ja tyypilliselle lukijalle ymmärrettävästi tai suoritettujen analyysien ja tuloksentulkinnat ovat ongelmaan ja aineistoon sopimattomia. Pahimmillaan molemmat ongelmat toteutuvat (Rautopuro, Väisänen & Malin 2005). Tutkimustuloksista kertominen tiedotusvälineiden edustajille on vaativa tehtävä. Vuosia kestäneen tutkimuksen tulokset voi joutua tiivistämään muutamaa suurelle yleisölle ymmärrettävään virkkeeseen. Jos tutkija ei osaa ilmaista asiaansa ymmärrettävästi, voi lopputulos olla hupaisa tai peräti nolo. Tuloksiaan julkaisevan tutkijan on syytä muistaa lastenkirjailija Kirsi Kunnaksen toteamus eräässä televisiohaastattelussa: *Ihmisen sielunelämä on yhtä köyhä kuin hänen sanavarastonsa.*

Hyviä viestintätaitoja ei ole yleisesti pidetty tilastollisia menetelmiä opiskeleville erityisen tarpeellisina taitoina (Gordon, Reid & Petocz 2005). Yliopistojen tieteellisen viestinnän kurseillakaan ei käsitellä riittävästi tilastollisilla menetelmillä saatujen empiiristen tutkimustulosten raportointia, vaikka menetelmäkurseilla esitetään toistuvasti kysymyksiä siitä, kuinka tuloksia tulisi raportoida. Radke-Sharpe (1991) on esittänyt, että kirjoittaminen tulisi ottaa osaksi tilastollista koulutusta. Hänen mukaan tällaisten opintojen anti voidaan tiivistää neljään pääasialliseen hyötyyn: (1) Kirjoittaminen kehittää luonnollisesti kirjoitustaitoa; (2) Kirjoittaminen auttaa sisäistämään ja käsitteellistämään tutkimusta; (3) Kirjoittaminen kehittää luovuutta; ja (4) Kirjoittaminen vahvistaa kykyä tarkastella tutkimusmenetelmiä ja niiden perusteella tehtyjä johtopäätöksiä. Tällaisen opetuksen tarve on tiedostettu ainakin Jyväskylän yliopistossa, jossa on syksyllä 2007 järjestetty erityinen kvantitatiivisen tutkimuksen tieteellisen kirjoittamisen kurssi. Kurssilla käydään läpi peruseriaatteita kvantitatiivisen tutkimuksen kirjoittamisesta artikkelimuotoon (<http://www.jyu.fi/ytk/laitokset/ihme/jatko/kurssi.45433>). Joidenkin tieteellisten järjestöjen kuten APAn (American Psychological Association) ohjeistukset, ovat myös muodostuneet yleisesti hyväksytyiksi tavoiksi, jopa rajoittaviksi normeiksi, julkaista tutkimusten tuloksia.

Tutkimus on useimmiten ryhmätyötä (Törmäkangas 2004), ja viestintätaidot ovat tarpeen myös kollegoiden kanssa työskennellessä. Jos tutkimusryhmän sisällölliset ja menetelmälliset asiantuntijat eivät ymmärrä toisiaan, joudutaan ongelmalliseen tilanteeseen. Tilastollisten menetelmien soveltajan on osattava kääntää menetelmälliset ongelmat ja tilastollisiin menetelmin saadut tulokset sellaiseen kieliasuun, että myös tilastollisiin menetelmiin perehtymätön ymmärtää niitä. Tilastollinen viestintä voidaan siis määritellä tilastollisia menetelmiä ja ennen kaikkea niillä saatuja tutkimustuloksia koskevaksi niin suulliseksi kuin kirjalliseksi viestinnäksi. Kaiken kaikkiaan tilastoasiantuntijan on osattava käyttää vastaanottajan ymmärtämää kieltä. Ei riitä, että osaa toistaa menetelmäkurseilla opittuja käsitteitä, vaan menetelmät ja niillä saadut tulokset on itse ymmärrettävä, jotta pystyy kertomaan ne viestin vastaanottajalle selkeästi ja ymmärrettävästi.

Media, erityisesti sanomalehdet ja televisio, rakentaa uutisensa entistä enemmän tilastotietoihin tukeutuen, sillä ihmiset haluavat kokonaisvaltaisen ja oikean näkemyksen

asioista, jotka koskettavat heidän arkipäiväänsä, kuten yhteiskunta, ympäristö ja talous. Golini ja Squillante (2008) toteavat, että prosessia jossa tilastollista tietoa tuotetaan median kautta kuluttajille, on harkittava tarkasti. Tämä prosessi edellyttää taitoa esittää tilastollista tietoa tarkoituksenmukaisella, kiinnostavalla ja helposti luettavalla tavalla. Tiedon kuluttajalla tulee olla myös mahdollisuus arvioida tiedon alkuperää ja luotettavuutta.

3

Tilastotiede oppiaineena ja tieteenä tieteiden joukossa

Tilastotiede on oppiaineena pieni ja historialtaan kohtalaisen uusi, ja alalla on imago-ongelmia opiskelijoiden keskuudessa.

Jyväskylän yliopiston matematiikan ja tilastotieteen laitos
Ehdotus korkealaatuisen koulutuksen yksiköksi 2007–2009

Tilastotieteen sovelluksille on tyypillistä poikkitieteisyys sillä pätevän tilastollisen tutkimuksen toteuttaminen edellyttää yleensä yhteistyötä sovellutusalueen asiantuntijoiden ja tilastotieteilijöiden välillä. Tilastotiede luokitellaan usein menetelmätieteeksi kuten matematiikka ja tietojenkäsittelytiede, jotka kehittävät tutkimusvälineitä muidenkin tieteenalojen tutkimukseen. Vaikka tilastotieteellä onkin sovelluksia lähes kaikilla tieteenaloilla, joissa tehdään havaintoaineistoihin perustuvaa tutkimusta, nojautuu tilastollisen tutkimuksen suunnittelu ja toteuttaminen tilastotieteen teoriaan ja sen pohjalta kehitettyihin menetelmiin.

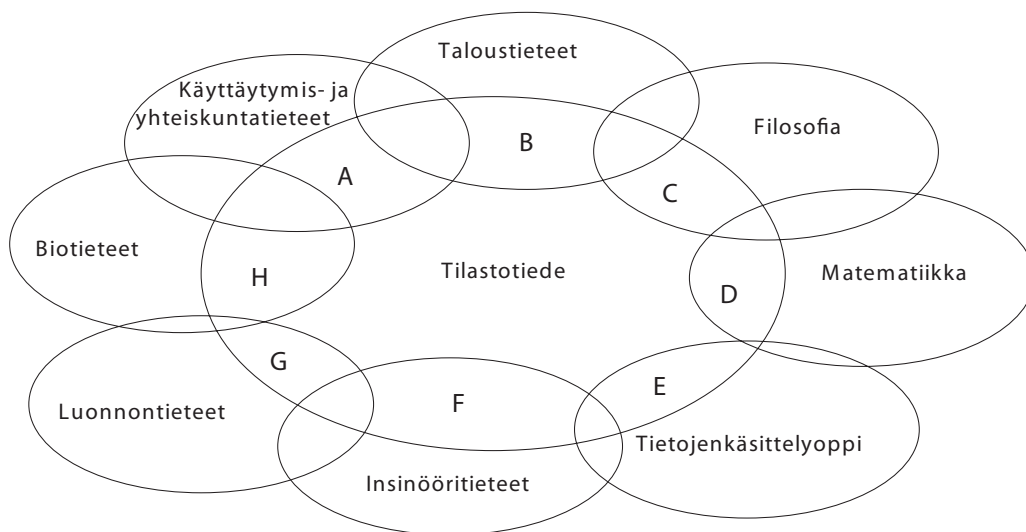
3.1 Tilastotieteen juuret ja tilastollisten menetelmien asema muissa tieteissä

- Havittelevatko noita ihmeitä sitten muutkin?
- Havittelevat.
- Ilmeisesti tarkoittatte stalkereita?
- Sitä sanaa en tunne.
- Meillä Marmontissa nimitetään stalkereiksi huimapäisiä nuoria miehiä, jotka omalla vastuullaan tunkeutuvat Vyöhykkeelle hakemaan sitä kaikkea, mitä suinkin onnistuvat löytämään.

Arkadi & Boris Strugatski: STALKER – huviretki tienpientareelle (1982)

Kaikilla tieteenaloiilla, joiden tutkimuksessa suoritetaan systemaattista empiirisen tiedon keruuta ja havaintoaineistot esitetään numeerisessa muodossa, käytetään jonkinlaisia tilastollisia menetelmiä aineistojen analysointiin. Taloustieteissä seurataan tiiviisti talousenusteita, jotka perustuvat pitkän aikavälin tilastotietoihin muun muassa korkojen, hintojen ja palkkojen kehityksestä (aikasarjat), lääketieteessä selvitetään tilastollisia menetelmiä hyväksikäyttäen uusien lääkkeiden ja hoitomenetelmien tehokkuutta. Käyttätymistieteistä voidaan esimerkkinä mainita psykologian alalla suoritettavat tutkimukset älykkyyden

Muiden tieteiden suhde tilastotieteeseen



Kuvio 1. Tilastotieteen asema muutamien tieteenalojen joukossa

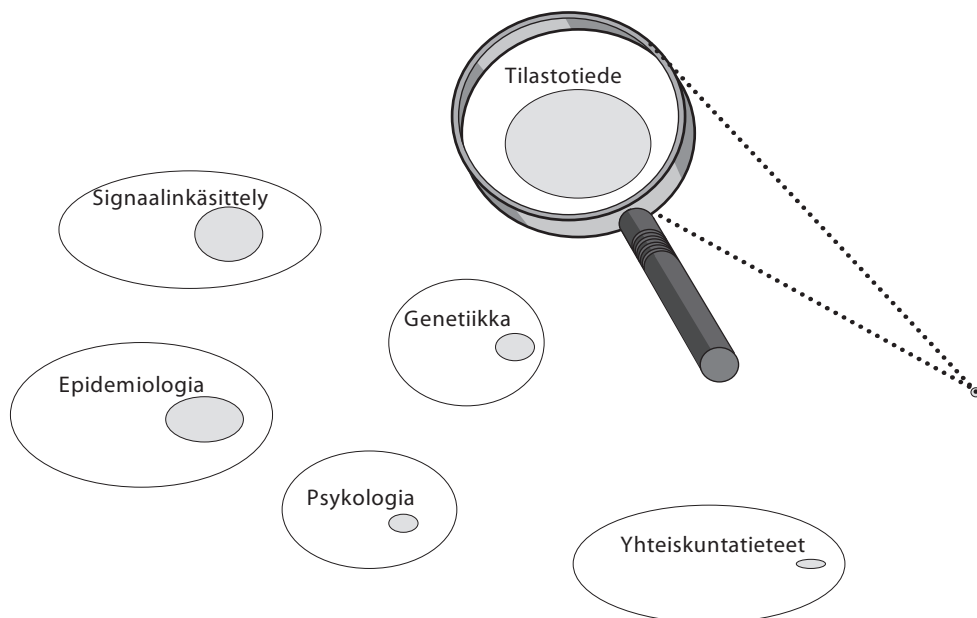
osatekijöistä sekä erilaisten opetusmenetelmien ja oppimisympäristöjen tehokkuuksien vertailuun liittyvät tutkimukset kasvatustieteissä.

Useissa oppikirjoissa tilastotiede esitetään muiden tieteiden joukossa heliosentrisenä, eli tilastotiede esitetään tieteellisen maailmankaikkeuden aurinkona ja keskuksena. Tällaisessa näkemyksessä muut tieteet hahmottuvat lähinnä tilastollisten menetelmien soveltamisen kautta (kuvio 1).

Kuviossa 1 on kuvattu tilastotieteen asema muutamien tieteenalojen joukossa Vasama & Vartian oppikirjan (1971) mukaan esiteltynä. Tilastotieteen ja muiden tieteenalojen leikkauspisteinä tässä oppikirjassa mainitaan A = väestötiede, psykometriikka ja sosiometria, B = ekonometria ja management science, C = induktiologiikka ja informaatioteoria, D = matemaattinen tilastotiede, todennäköisyyslaskenta ja systeemiteoria, E = laskennalliset menetelmät, laaduntarkkailu ja operaatioanalyysi, G = koesuunnittelu ja statistinen mekaniikka ja H = biometria ja genetiikka.

Jyväskylän yliopiston matematiikan ja tilastotieteen laitoksen professorin Penttisen esittämä näkemys (kuvio 2), edustaa nykyaikaisempaa näkemystä tilastollisista menetelmistä. Tilastotieteen suhde muihin tieteisiin määrittyy niiden asemasta tieteenalan tutkimuksessa (Penttinen 2000).

Tilastotieteen suhde muihin tieteisiin

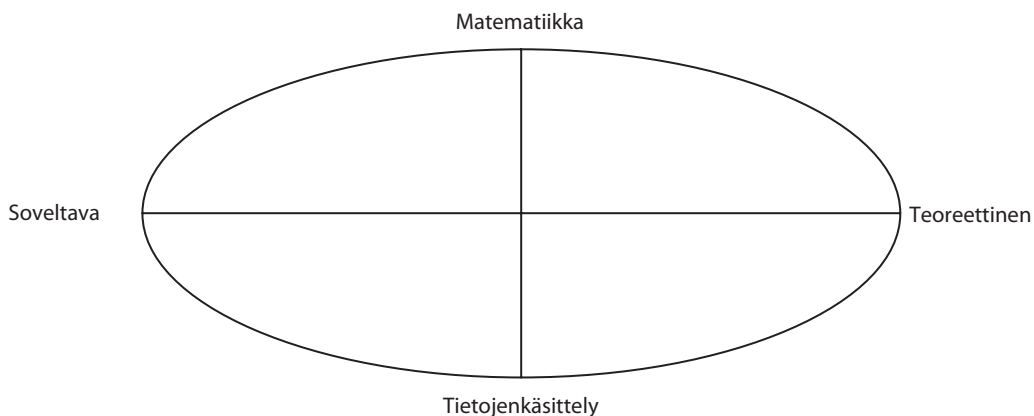


Kuvio 2. Tilastotieteen suhde muihin tieteisiin

Tilastotieteen sovellusten kanssa joutuvat kosketuksiin useilla tieteenaloilla työskentelevät henkilöt, joten tilastotieteen sovelluksia kuvaa hyvin poikkitieteellisyys. Useissa tapauksissa on jopa mahdotonta rajata tilastotieteen ja muiden tieteiden tutkimuskenttiä. Tästä syystä useilla tilastotieteen sovelluksilla on vakiintuneita nimityksiä, joilla halutaan korostaa tutkimusalueen pysyvää asemaa oppiaineiden välimaastossa: ekonometria tarkoittaa taloustieteiden tilastollisia menetelmiä, demometria väestötiedettä, biometria bio- ja lääketieteiden tilastollisia menetelmiä ja psykometria psykologian tilastollisia menetelmiä. Myös tieteen filosofialla ja tilastotieteellä on monia yhtymäkohtia. Tilastotiedettä voidaan pitää tieteellisen päättelyn erikoistuneena osana. Joillakin tieteenaloilla tilastotiedettä sovelletaan niin rutiininomaisesti, että sen voidaan katsoa kuuluvan kyseisen tieteenalan metodologiaan. (Vasama & Vartia 1971, 12–14; Mellin 1998b.)

Myös Sund (2000) noudattelee Penttisen näkemystä todetessaan, että ongelmanratkaisussa tarvitaan metodisen osaamisen lisäksi välttämättä myös substanssitetoutta. Tällöin pystytään arvioimaan ongelmanasettelun ja tulosten tarkoituksenmukaisuutta ja tuloksena on mahdollisimman vakuuttava tutkimusprosessi, jonka tulosten järkevyyttä voidaan luotettavasti arvioida. Sund itse kuvaa tilastotieteen kenttää kuvion 3 mukaisesti.

Kuvion 3 perusteella tilastotieteeksi voidaan laajasti katsottuna tulkita aiemmin mainittujen näkemysten (Vasama & Vartia 1971; Penttinen 2000) lisäksi tutkijan kiinnostuksen kohteiden mukaan myös teoreettis-matemaattiset ja tietojenkäsittelypainotteiset lähestymistavat.



Kuvio 3. Tilastotieteen kenttä Sundin (2000) mukaan

3.2 Tilastotiede ja matematiikka – yksi ja sama?

Tilastotiede on sovellettua matematiikkaa, jolla on sovelluksia lukuisilla aloilla psykologiasta ja yhteiskuntatieteistä huipputeknologiaan. Tilastotiede on keino hallita epävarmuutta päätöksenteossa.

Luonnontieteellisten tiedekuntien lehti PHI

Tilastollisten menetelmien historiasta löytyy paljon tunnettuja matemaatikkoja ja nykyaikainen tilastollisten mallien teoria perustuu todennäköisyyslaskentaan. Ranskalaiset matemaatikot Pascal (1623–1662) ja Fermat (1601–1665) kehittivät lähinnä kombinatoriikkaan ja klassiseen todennäköisyyteen perustuvaa todennäköisyyslaskennan teoriaa, jossa ongelmat saivat yleensä alkunsa aateliston harrastamista uhkapeleistä. Normaalijakauman käyttöönotto ja tutkiminen 1700-luvulla vauhditti tilastotieteen kehittymistä varsinkin luonnontieteissä. Normaalijakauma esiintyi aiemmin erikoistapauksena jo ranskalaisilla matemaatikoilla Moivre´lla (1667–1745) ja Laplacella (1749–1827). Samoihin aikoihin Laplace ja saksalainen Gauss (1777–1855) kehittivät – olettavasti toisistaan riippumatta – erittäin tärkeäksi osoittautuneen tilastollisen menetelmän, pienimmän neliösumman menetelmän. (Tuominen & Norlamo 1980, i–iii.)

Samaan aikaan luonnontieteiden kehityksen kanssa alkoi myös todennäköisyyslaskennan itsenäinen ekspansio. Tunnetuimpia tutkijoita ovat venäläinen Tsebysev (1821–1894), jota pidetään satunnaismuuttuja- ja odotusarvokäsitteiden keksijänä. Muita tilastotieteen tunnetuimpien teorioiden kehittäjiä olivat venäläiset Ljapunov (1857–1918, keskeinen raja-arvolause) ja Markov (1856–1922, stokastiset prosessit) sekä matemaattista tilastotiedettä kehittäneet amerikkalaiset Pearson ja Fisher (Tuominen & Norlamo 1980, iv–vi).

Tilastotieteen matemaattisuus ilmenee siinä, että maallikon on joskus mahdotonta erottaa modernin tilastotieteen ja lähinnä sovelletun matematiikan tutkimuksia toisistaan. Tilastotieteen teoria perustuu suurelta osin todennäköisyyslaskennan ja matemaattisen tilastotieteen teorioihin, joten alan tutkimuksen seuraaminen vaatii taitoja matematiikan eri osa-alueelta. Sovelletun matematiikan ja tilastotieteen leikkausalueilla on monia itsenäisiä tieteenaloja, kuten finanssimatematiikka, hermoverkkojen teoria (neural networks), operaatioanalyysi ja vakuutusmatematiikka, joissa on olennaisia piirteitä sekä matematiikasta että tilastotieteestä (Mellin 1998b).

Tilastotieteessä on kuitenkin yksi tärkeä piirre, joka erottaa sen selkeästi matematiikasta ja muista menetelmätieteistä: tilastotieteellisessä tutkimusasetelmassa on tavallisesti mukana sattuma tavalla tai toisella, matematiikka puolestaan käyttää täsmällistä kieltä ja täsmällisiä väittämiä. Väittämät perustellaan matematiikassa loogisesti johdetuilla todistuksilla. Matematiikka on kehittänyt sellaisia kirjoittamisen ja ajattelun välineitä, joista tilastotieteilijöille on suurta hyötyä ja joita tilastotieteilijät voivat käyttää omiin tarpeisiinsa (Bailey 1998). Tilastotieteessä tutkimusaineisto on kuitenkin ratkaisevassa asemassa, sillä

aineiston käyttäminen on tärkeä tekijä, joka erottaa tilastotieteen puhtaasta matematiikasta; pelkkä menetelmien teorioiden kehittäminen on matematiikkaa. Pelkkään aineistoon keskittyminen on tietojenkäsittelyä, joksi tilastotiedettä ei voi myöskään puhtaasti tulkita. (Sund 2000).

Vaikka matematiikalla onkin keskeinen asema tilastotieteen teoriassa, saattaa matemaattisten näkemysten ylikorostaminen johtaa siihen, että tilastotieteilijät (tai tilastotieteen soveltajat) menettävät *tilastollisen näkemyksen* tärkeiden käsitteiden osalta ja tilastollinen päättelyketju vääristyy. Käytännössä tilastollisen ja matemaattisen päättelyn osaamisen välttämättömyys voi johtaa jopa tutkittavan ilmiön kannalta täysin epäoleelliseen tekniseen näpertelyyn (Sund 2000). Tilastotieteellisten käsitteiden liika matemaattinen painottaminen voi siis vaarantaa tilastotieteen käytännön sovellusten ymmärtämistä, ja on esitetty jopa mielipiteitä, että tilastotieteellisiä sovelluksia käsittelevissä aikakausjulkaisuissa käytetään liian hienostuneita matemaattisia työkaluja. Matematiikka tulisivikin nähdä mallien rakentelun tai tilastollisen päättelyn yhtenä vaiheena ja työkaluna, tilastotieteen tehtävänä on tutkia päättelyketjua kokonaisuudessaan. (Senn 1998; Sprent 1998.)

Yksi syy siihen, että tilastotiede sekoitetaan osaksi matematiikkaa, on tilastotieteen opetus kouluissa. Suomen kouluissa, yleensä lukiossa, tilastollisia menetelmiä opetetaan matematiikan erityisjaksoina todennäköisyyslaskennan ohessa höystettynä pienellä osuudella kuvailevaa tilastotiedettä. Jos tilastollisia menetelmiä ylipäänsä opetetaan niin kurssit ovat yleensä vapaaehtoisia (Opetushallitus 2003, 110–115; Opetushallitus 2004, 106–114). Opetuksesta huolehtivat muut kuin tilastotieteilijät, ja opetuksessa ehditään korkeintaan raapaista pintaa ja esitellään muutamien tunnuslukujen kaavoja tai rutiinitoimituksia funktiolaskimen avulla.

Tilastotieteen tuominen matematiikan rinnalle aitona vaihtoehtona monipuolistaisi ylioppilaiden valmiuksia, sillä nykyään yliopistojen opettajat valittavat yhä enemmän opiskelijoiden loogisen päättelykyvyn ja numeerisen osaamisen puutetta (Hoffrén & Laaksonen 2009). Modernien tilastollisten menetelmien mahdollisuudet ja tilastotieteen yhteys sovellettuun matematiikkaan jäävät jopa matemaattisesti lahjakkaille oppilaille hämärän peittoon. Vallitseva tilanne on myös täysin ristiriidassa peruskoulussa ja lukiossa opettavien aineiden tutkimusmenetelmällisten tavoitteiden kanssa, jotka valtakunnallisten opetussuunnitelmien perusteisiin on kirjattu, kuten seuraavista esimerkeistä voidaan havaita:

Oppilas oppii laatimaan ja tulkitsemaan karttoja sekä käyttämään tilastoja, diagrammeja, kuvia ja sähköisiä viestimiä maantieteellisen tiedon lähteinä. Oppilas osaa tulkita tilastoja, diagrammeja, kuvia, ja sähköisten viestimien välittämää tietoa sekä osaa kriittisesti arvioida eri tietolähteitä. (Biologia ja maantieto, peruskoulun vuosiluokat 5–6)

Oppilas kykenee tulkitsemaan kriittisesti median välittämiä tietoja, tilastoja ja graafisia esityksiä. (Yhteiskuntaoppi, peruskoulun vuosiluokat 7–9)

Oppilas osaa kerätä tietoja, järjestää, luokitella ja esittää niitä tilastoina; hän osaa lukea yksinkertaisia taulukoita ja diagrammeja. (Kuvaus oppilaan hyvästä osaamisesta 5. luokan päättyessä, peruskoulun matematiikka)

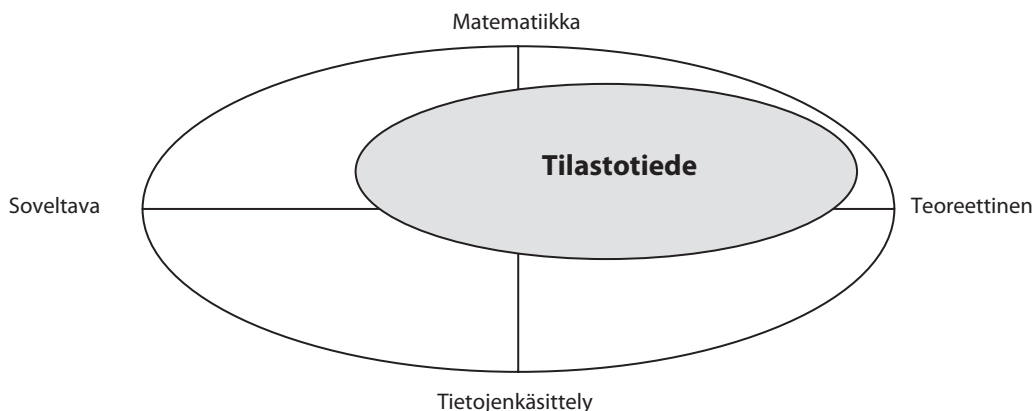
Kurssin tavoitteena on, että opiskelija pystyy lukemaan vaikeahkojakin maailmanpolitiikkaan, talouteen, johonkin tieteenalaan tai ympäristöön liittyviä tekstejä sekä tulkitsemaan niihin liittyvää tilastomateriaalia ja kuvitusta. (Äidinkieli ja kirjallisuus, suomi saamenkielisille)

Kurssin tavoitteena on, että opiskelija osaa kerätä tiettyyn alueeseen liittyvää tietoa eri tavoin kuten kenttähavainnoinnin, kyselyn tai haastattelun avulla sekä kartastoista, kartoista, tilastoista ja muista lähteistä. Oppilas osaa analysoida ja tulkita hankkimaansa aineistoa ja laatia aineiston avulla kuvauksen alueesta. (Maantiede, aluetutkimus, lukio)

Yhteiskuntaopin opetuksen tavoitteena on, että opiskelija pystyy hankkimaan ajankohtaista tietoa eri lähteistä sekä arvioimaan kriittisesti verbaalista, kuvallista ja tilastollista informaatiota. (Lukio)

Kurssin tavoitteena on, että opiskelija soveltaa tilastollisia menetelmiä aineistojen käsittelyyn. (Talousmatematiikka, lukio)

Yliopistoissa tilastotiedettä on varsin pitkään opetettu, ja opetetaan edelleenkin jopa soveltavien tieteiden opiskelijoille, perinteiseen tapaan siten, että ensin esitellään tilastotieteessä mahdollisesti tarvittavia työkaluja, kuten matemaattisia kaavoja todistuksineen (kuvio 4). Käytännön sovelluksia esitetään opetuksen myöhemmissä vaiheissa ja perin harvoin todellisiin aineistoihin perustuen (mm. Erätuuli, Leino & Yli-Luoma 1994, 8). Hogg (1991)



Kuvio 4. Tilastotieteen "perinteinen" opetus

toteaa, että tilastotiedettä ei tulisi varsinkaan perusopinnoissa esittää yhtenä matematiikan osa-alueena. Hyvää tilastotiedettä ei hänen mukaansa voi samaistaa puhdasoppiseen matematiikkaan, vaan se on pikemminkin yhteydessä huolelliseen harkintaan ja johtopäätösten tekoon.

3.3 Tieto- ja viestintäteknologia tilastotieteen kehittäjinä

Tietokoneiden kehitys on muuttanut tilastotieteilijöiden ja tilastotieteen soveltajien työn luonnetta olennaisesti. Tilastotieteen käytännön sovelluksissa on tilastollisella tietojenkäsittelyllä keskeinen rooli, sillä tilastollisen tietojenkäsittelyn kehittyminen ja käyttäjäystävällisyys ovat tuoneet uusia aineistojen analysoinnin työkaluja soveltavien alojen tutkijoiden ulottuville. Tämä on lisännyt ja muuttanut tilastometodien opetustarvetta. Verkkokäyttö ja muu digitaalinen aineistonkeruu ovat myös lisänneet tarvetta tutkimusaineistojen laadun arviointiin ja aineistojen analysointiin ja ilmiöiden mallintamiseen.

Ennen tietokoneiden aikakauttakin kerättiin eri tieteenaloilla systemaattisesti suuria havaintoaineistoja ja aineistoista laadittiin taulukoita ja kuvioita sekä laskettiin kuvaavia tunnuslukuja. Suurien tilastotietojen käsittely oli kuitenkin työlästä ja laskutekniset vaikeudet rajoittivat menetelmien soveltamista. Nykyään tilastollisten aineistojen käsittely tapahtuu enemmän tai vähemmän helppokäyttöisten tilasto-ohjelmistojen avulla. Monia tilastotieteellisiä menetelmiä ei pystytty soveltamaan lainkaan käytäntöön ennen tietokoneiden keksimistä. Tällaisia menetelmiä olivat esimerkiksi jo 1900-luvun alusta asti kehitetyt monimuuttujamenetelmät, kuten faktorianalyysi ja regressioanalyysi sekä aikasarja-analyysin menetelmät. Monimuuttujamenetelmien sovelluksissa joudutaan usein laskemaan jopa tuhansia korrelaatiokertoimia, joten analyysien toteuttaminen vaatii hyvin varustettuja tietokoneita, hyvin laadittuja ohjelmia ja kärsivällisyyttä (Afifi & Clark 1990, 22–24). Heikkojen laskentamahdollisuuksien aikana tilastotieteen opetus oli hyvin teoreettispainotteisista ja tilastotiede oli pitkälti sovellettua matematiikkaa.

Tieto- ja viestintäteknologian kehitys on haasteellista tilastotieteen tutkimukselle, opetukselle ja opiskelulle, sillä jokainen tilastotieteilijä ja tilastollisten menetelmien soveltaja tarvitsee varsin paljon tietojenkäsittelyn taitoja. Matematiikka tarjoaa edelleenkin keinoja osoittaa jonkun menetelmän teoreettinen toimivuus, mutta se ei kuitenkaan ole enää ainoa mahdollisuus (Sund 2000).

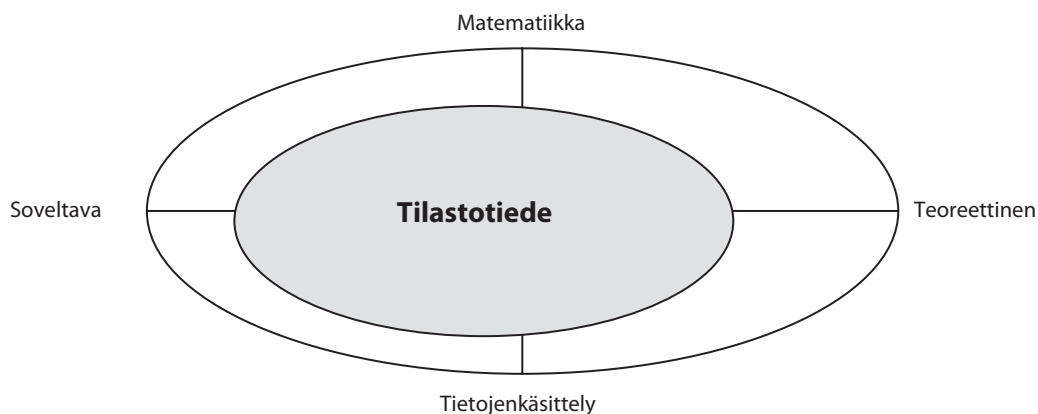
Tietokoneiden ja tilastollisten ohjelmien yleistymisen ei kuitenkaan tuonut tilastotieteeseen pelkkää hyvää. Monien analyysien osalta käytännön sovellukset olivat teorian edellä. Esimerkiksi faktorianalyysin osalta 1950- ja 1960-lukua kutsutaan *sokean faktorianalyysin* ajaksi. Nimitys johtuu siitä, että tietokoneiden yleistymisen vuoksi analyysin laskennallinen osuus helpottui ja menetelmää ryhdyttiin soveltamaan lähes kaikilla tieteenaloilla

kaikenlaisiin aineistoihin. Ongelmaksi muodostui se, että faktorianalyysin tekninen puoli korostui ja analyysiin liittyvät monet teoreettiset ja matemaattiset ongelmat siirrettiin syrjään (Leskinen 1987, 2–3).

Viime aikoina ovat kaikkein voimakkaimmin kehittyneet sellaiset tilastotieteen osa-alueet, joiden menetelmät vaativat suurta laskentakapasiteettia. Jotkut näistä menetelmistä perustuvat siihen, että reaali maailman ilmiöitä simuloidaan (Mellin 1998b). Tietokone-simulointeihin perustuvista menetelmistä ovat tilastotieteilijöille ja soveltajille tutuimmiksi tulleet Efronin (1979) esittelemä bootstrap-tekniikka sekä Mehtan ja Patelin (1996) kehittäneet eksaktit menetelmät, joissa sovelletaan Monte Carlo -simulointia muun muassa silloin kun perinteisten testien oletukset eivät ole voimassa tai otoskoko on pieni (Wu 1986). Eksaktit menetelmät ovat kuuluneet jo vuosia yleisimmin käytössä olevien tilastollisten ohjelmistojen, kuten SAS ja SPSS valikoimaan. Sen sijaan bootstrap-tekniikka löytyy vasta vuoden 2009 SPSS:n versiosta 18, joka käyttää nimeä PASW (SPSS Inc. 2009).

Suurista tietokannoista pyritään myös etsimään tietoja soveltaen erilaisia analyysimenetelmiä. Suurin osa näistä menetelmistä poikkeaa ainakin merkinnöiltään perinteisistä tilastotieteen menetelmistä ja menetelmät ovat enemmän tai vähemmän heuristisia, mutta käytännössä tavoitteet ovat pohjimmiltaan täysin samanlaisia (Sund 2000.).

Tietokoneiden kehitys haastaa perinteisen tilastotieteen opetuksen. Tilastojen käsitteily erilaisine sovelluksineen on mahdollista jo kouluissa ja yliopisto-opetuksessa monet tilastotieteen vaikeiksi koetut abstraktit teoreettiset käsitteet voidaan hahmottaa hyödyntämällä tietokonesimulointeja (kuvio 5). Tieto- ja viestintäteknologian sovellusten on myös ajateltu alentavan kynnystä tilastollisten käsitteiden opiskeluun ja mahdollistavan tilastollisten käsitteiden syvällisen oppimisen. (Moore 1997; Rautopuro 1999a.) Tietotekniikan



Kuvio 5. Tilastotieteen asema tieto- ja viestintäteknologiaa hyödyntävissä oppimisympäristöissä

hyvä hallinta on monella alalla itsestään selvä perusedellytys, eikä tilastotiede ole tässä suhteessa poikkeus (Niemi 1999; Relander 1999).

Tilastollisten menetelmien käytön kasvua työelämässä ovat edesauttaneet monipuolistuneet sovellukset ja tietokoneiden yleistymisen myötä käyttöön tulleet helppokäyttöiset tilastolliset ohjelmistot, jotka ovat toisaalta myös jonkinasteinen ongelma, koska niiden avulla on helppo käyttää tilastollisia menetelmiä, vaikkei ymmärtäisikään niiden perusteita. Ensimmäiset tilastolliset tietokonesovellukset edellyttivät käyttäjältä sekä tilastollisten menetelmien että käytettävän ohjelmiston komentokielen (syntaksin) tuntemusta ja tietokoneajot oli suunniteltava tarkasti ennen toteutusta. Nykyisten ohjelmistojen ja käyttöliittymien valikoissa navigointi on helppoa ilman suurtakaan ymmärrystä menetelmien perusteista.

3.4 Sosiaalitieteet tilastotieteen kehittäjänä

Tiedekuntaneuvoston vanhempi professorikunta jäykistyi pelosta, kun tilastotieteilijä otti arvosteltavana olevan sosiaalitieteellisen opinnäytteen käteensä ja ryypisti kulumiaan. (Salo 1990)

Sosiaalitieteillä (sosiaali- ja yhteiskuntapolitiikka, sosiaalityö, kuntoutus, sosiaali- ja kehityspsykologia, sosiologia, sosiaaliantropologia ja sosiaalipedagogiikka) on ollut merkittävä rooli tilastotoimen ja tilastotieteen kehityksessä. Ensimmäisiä systemaattisesti kerättyjä tilastotietoja olivat eri valtioiden väestötiedot verotusta ja sotaväenottoja varten. Esimerkiksi Kiinasta on noin 2300 ennen ajanlaskun alkua tietoja keisari Yun suorittamista maanmittauksista sekä luetteloja maatalouden, kaupan ja teollisuuden harjoittajista (Hietala 1981.) Uudessa testamentissa puolestaan kerrotaan kuinka keisari Augustukselta kävi käsky, että *koko kansa oli verolle pantava* eli täytyi suorittaa väestön laskenta ja luettelointi. Keskiajalla tilastotoiminta taantui keskitetyn hallinnon puuttuessa, mutta kun uudella ajalla keskitettyyn hallintoon jälleen päästiin, tilastojen tarve kasvoi jälleen.

Yhteiskuntaa kuvaavat tilastot muodostavat sen tietopohjan, jolle poliittinen päätöksenteko ja suunnittelu yhteiskunnassa perustuvat. Tilastokeskuksen eläkkeelle siirtynyt pääjohtaja Niitamo onkin todennut, että yhteiskuntaa oikein kuvaavat tilastot ovat demokraattisen päätöksenteon edellytys (Mellin 1998c; Wuolijoki & Norlamo 1994, 6). Myös toinen eläkkeelle siirtynyt Tilastokeskuksen pääjohtaja Relander toteaa, että yhteiskunnassa päätöksenteon perustaksi tuotettavan tiedon on oltava mahdollisimman luotettavaa ja korkeatasoista. Relander pitää esimerkiksi Suomessa kerättäviä tilastoja varsin luotettavina, mutta asia ei kuitenkaan ole aivan yksioikoinen. Luotettaviin tilastotietoihin tarvitaan nimittäin aina useita lähestymistapoja ja lähteitä (Manninen & Tuomi 1998).

Sosiaalitieteiden roolia tilastotieteessä korostaa se tosiasia, että tilastotieteen *isänä* pidetään varsin yleisesti englantilaista virkamiestä Grauntia (1620–1674). Graunt käytti

Lontoon väestönkehitystä kuvaavissa kuolemantaulukoissaan *The Bills of Mortality* ja päätelyissään tilastollisia menetelmiä varsin nykyaikaisella tavalla. (Pearson 1978, 10–12.) Grauntin ja myöhemmin toisen englantilaisen, pappi Malthuksen (1766–1834) edustamaa väestötutkimussuuntausta kutsutaan *poliittiseksi aritmetiikaksi*, jolla pyritään selvittämään väestöolojen kaltaisia joukkoilmiöitä numeroihin perustuvaa esitystapaa käyttäen. Tällaista esitystapaa on joissakin lähteissä kuvattu jopa ensimmäiseksi menetelmäksi, jota voidaan kutsua tilastotieteeksi. Malthusin pääteos oli väestön ja ravinnon määrän kasvun suhdetta käsittelevä vuonna 1798 alun perin nimettömänä julkaistu *An Essay on the Principle of Population*. Malthusia on kutsuttu jopa tuhon profeetaksi, joka vastusti köyhäinholitolakia ja yhteiskunnan tukea köyhille: *Kun väestö kasvaa hallitsemattomasti ja vanhemmat eivät pysty elättämään lastaan, niin luonnon suuressa juhlassa ei ole hänellä vapaata sijaa. Luonto käskää hänen mennä ja panee käskynsä nopeasti täytäntöön* (Hjelt 1976, 13–14; Ekelund & Hebert 1975, 80–82).

Varsinaisen matemaattisen väestötieteen perustan loi amerikkalainen biologi ja tilastotieteilijä Lotka (1880–1949). Hän tarkasteli syntyvyyden ja kuolevuuden sekä väestön ikärakenteen välistä suhdetta. Hän todisti, että USA:ssa väestönkasvu on keinotekoisesti saatu aikaiseksi ottamalla siirtolaisia. Sen sijaan väestön luonnollinen kasvu – syntyneiden määrä vähennettynä kuolleiden määrällä – ei enää takaa väkiluvun kasvua, vaan väestö alkaa vähetä, jos maahan ei oteta siirtolaisia. Lotkan matemaattiset mallit, joissa hän tarkasteli muun muassa hedelmällisyyden kehitystä ikäryhmittäisten hedelmällisyyslukujen avulla loivat pohjan myös väestöennusteiden laadinnalle. Tarkastelemalla syntyneiden lasten vuosittaisia määriä hän todisti, että naisten täytyisi synnyttää enemmän kuin kaksi lasta (keskimäärin 2,1), jotta väestö uusiutuisi. Jos jatkuvasti syntyy vähemmän lapsia, väestö alkaa pitemmällä aikavälillä vähetä, kuten tapahtuu jo monissa teollistuneissa maissa (Tilastokeskuksen verkkokoulu).

Sosiaalitieteissä on kvantitatiivisella tutkimuksella (muun muassa sosiaalitilastot ja poliittinen aritmetiikka) ollut hallitseva asema 1940-luvulta lähtien. Sosiaalitieteellisessä tutkimuksessa lähdetään usein siitä ajatuksesta, että yhteiskunnan todellisuudesta tehtävät yleistyksiset ja sosiaalitieteelliset teoriat on asetettava vastakkain havaintoihin perustuvien kokeiden kanssa. Mikäli empiria ei sovi yhteen teorian kanssa on vika teoriassa eikä havaintoaineistossa. Varsinkin kvantitatiivisessa sosiaalitutkimuksessa hypoteettis-induktiivinen tutkimusmenetelmä on yleisesti hyväksytty. Ajatuksena on siis se, että todellisuudesta saadaan oikeaa tietoa havaintoja tekemällä. Tyypillisimmillään sosiaalitieteellinen kvantitatiivinen tutkimus toteutuu survey-tutkimuksessa, jossa havaintoaineisto kootaan haastattelu- tai kyselytutkimuksella (Rahkonen & Roos 1990; Alkula 1994).

Sosiaalitieteiden on usein sanottu pyrkivän luonnontieteiden tapaan yhteiskunnallisten ilmiöiden ennustamiseen sekä ajasta ja paikasta riippumattomien yleispätevien säännönmukaisuuksien löytämiseen ihmisten yhteiselämästä. Alkuvaiheissaan tilastotie-

de liittyikin läheisesti 1800-luvun sosiaalitieteelliseen tutkimukseen. Sosiaalitieteellisissä tutkimuksissa havaittiin varsin pian, että yhteiskunnallisista ilmiöistä oli lähes mahdollista tehdä johtopäätöksiä tarkastelemalla tilastolukuja sellaisenaan. Tilastotiedot oli siis muokattava sellaiseen muotoon, että tutkittavaa ilmiötä olisi helpompi kuvata ja selittää. Belgialaisen astronomin ja tilastotieteilijän Quételet'n (1796–1874) teokset 1800-luvulla merkitsivät suurta edistystä nykyaikaisen tilastotieteen historiassa. Quételetin tutkimuksista on peräisin esimerkiksi keskiarvoihmisen käsite (Hjelt 1976, 14; Mellin 1996, 3–4). Onnela (1995) toteaa Rabinowia (1989) lainaten, että Quételet havaitsi jo vuonna 1835, että suuri määrä miltei mitä tahansa sosiaalista tietoa, – erityisesti antropometristen mittaus- tulokset – asettui Gaussin (1777–1855) 1809 esiintuoman kellomaisen käyrän muotoon. Antropometrian kohteina olivat erilaiset ihmisruumiin mitat, kuten pituus tai kallon leveys. Quételet halusi kehittää matemaattisesti eksaktin tieteen, joka toteuttaisi valistuksen unelman sosiaalisista lainalaisuuksista ja jonka avulla voitaisiin säädellä ja ennustaa ihmisten käyttäytymistä. Quételet'n mukaan keskiarvo oli sekä tavoiteltavin päämäärä että myös kauneuden ja hyvyyden ideaali. Kun taiteilijat käyttivät kauneuden tavoittamiseen nerouttaan ja luomisvoimaansa, tekisivät tilastotieteilijät saman matematiikan avulla. (Onnela 1995; Rabinow 1989, 65).

Myös Durkheimin 1895 ilmestyneessä teoksessa *Sosiologian metodisäännöt* tarkastellaan yleistettävyyden ongelmaa: kaikki sosiologiset ja biologiset ilmiöt ovat alttiita omaksumaan tapauskohtaisesti erilaisia muotoja vaikka pysyvätkin pohjimmiltaan ennallaan. Durkheim määrittelee siis itse asiassa (keski)hajonnan käsitteen! Kokoamalla lajien yleisimpiä piirteitä yhteen päädytään keskimääräiseen, jonka arvoa ei Durkheimin mukaan voida tieteen välittömänä aineksena epäillä (Durkheim 1978, 75–77). Näin ollen sosiaalitieteissäkin tulisi noudattaa luonnontieteistä tuttua yleistävää eli generalisoivaa menetelmää. Sosiaalitieteissä tutkija ei kuitenkaan työskentele esimerkiksi fyysikoiden tapaan universaalien luonnonlakien kanssa vaan on yleensä tutkittaviensa armoilla (Alkula 1994; Nieminen 1961).

Tilastollisia tutkimusmenetelmiä sosiaalitieteissä arvostellaan pääasiassa pinnallisuudesta. Arvostelijoiden mielestä kvantitatiivisella tutkimuksella ei pystytä porautumaan riittävän syvälle tutkittavien maailmaan. Kvantitatiiviselle tutkimukselle on – ainakin osittain – vastakohtaksi muodostunut käsite kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkija ei ole kiinnostunut ilmiön kuvaamisesta lukuina vaan pyrkii vastaamaan kysymyksiin siitä millainen ilmiö on ja miten se on syntynyt. Kvalitatiivisen tutkimuksen lähtökohdat ovat verstehen-sosiologia, fenomenologia ja naturalismi. Käytännön tasolla kaikki tiivistyvät tutkijan ja tutkittavan suhteen erityislaadun korostamiseen. (Rahkonen & Roos 1990; Alkula 1994.)

Kvalitatiivista ja kvantitatiivista ei kuitenkaan tarvitse nähdä toisensa vastakohtina, vaan niitä voidaan käyttää myös toisiaan tukevana jatkumona. Havaintoaineistosta voi-

daan muun muassa määritellä useita keskenään rinnasteisia ja vertailukelpoisia havaintoyksiköitä, joita tutkitaan sekä kvalitatiivisin että kvantitatiivisin menetelmin. Lisäksi voidaan etsiä havaintojen yhteisiä nimittäjiä ja muodostaa typologioita, joiden riippuvuussuhteita voidaan selvittää kvalitatiivisin ja kvantitatiivisin menetelmin. Kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen tutkimuksen, tilastollisen tutkimuksen ja etnografisen havainnoinnin vastakkainasettelua voidaan pitää keinotekoisena, koska sosiaalitieteiden tulisi konstruoida sosiaalisia tosiasioita (Bourdieu & Wacquant 1995; Alasuutari 1994).

...kuinka keinotekoisia tavanomaiset vastakkainasettelut teorian ja empiirisen tutkimuksen, kvantitatiivisten ja kvalitatiivisten metodien, tilastollisen tallentamisen ja etnografisen havainnoinnin sekä rakenteiden käsittämisen ja yksilöiden konstruoinnin välillä voivat olla. Niillä ei ole muuta funktiota kuin joko antaa oikeutus tyhjille ja huomiota herättämään tarkoitetuille teoretisoiville abstraktiolle ja positivistisille väärällä tavalla eksakteille havainnoille tai legitimoida ekonomistien, antropologien, historioitsijoiden ja sosiologien kompetenssien eroja. Ne toimivat toisin sanoen sosiaalisen sensuurin tavoin haluten kieltää meiltä sen totuuden, joka sijaitsee juuri näissä käytännön alueiden välisissä suhteissa, jotka nyt on mielivaltaisesti katkaistu. (Bourdieu & Wacquant 1995, 49).

Suomen Akatemia rahoitti vuosina 2004–2007 professori Tötön johtamaa hanketta ”Kvantitatiivisuus, tulkinnallisuus ja faktojen politiikka”. Sosiologipäivien esittelyssä hankkeen tavoitteitaan ja tutkimuskysymyksiä kuvailtiin seuraavasti:

Voisiko kvantitatiivinen tutkimus olla syvällistä, oivaltavaa ja haastavaa? Olisiko tilastollisiin menetelmiin mahdollista suhtautua aikaisempaa vapaamielisemmin: ei tiukkoina sääntöinä, jotka sanovat miten kahvi keitetään tai tulipalo sammutetaan ”oikein”, vaan välineinä jotka palvelevat tarkoitusta paremmin tai huonommin? Mistä oikeastaan tulevat käsitykset ja käytännöt, joissa kvantitatiivinen tutkimus on frekventistisen tilastotieteen sanelemien sääntöjen kaavamaista noudattamista? Mitä muuta noiden sääntöjen hallinnan lisäksi hyvään kvantitatiiviseen tutkimukseen kuuluu? (http://people.cc.jyu.fi/~vmsalmi/sosiologipaivat/tr_metodi.htm)

Ongelmalliseksi edellä esitetyn kysymyksenasettelun tekee se, että tilastollisten menetelmien selkäranka on tilastotiede, eivätkä tieteellisen arvioinnin läpikäyneiden menetelmien taustalla olevat oletukset ole mielipiteitä. Yleensäkin ajatus vapaamielisemmästä menetelmien käytöstä sisältää ajatuksen menetelmien rajoittuneisuudesta. Liian usein kysymys on kuitenkin menetelmien soveltajien rajoittuneista taidoista (Rautopuro & Malin 2006). Toisaalta Töttö (2009) näkee myös ongelmia siinä, ettei esimerkiksi kunnollisia koeasetelmia voida luoda, vaan joudutaan tyytymään korvikkeisiin, joiden todistusvoima on heikko:

Sosiaalitieteet ovat valitettavasti tehneet hätätilasta hyveen. Niissä patenttiratkaisu ongelmaan kuin ongelmaan tuntuu olevan asianomaisten vapaamuotoinen haastattelu. Tutkijoista on tullut eräänlaisia talk-show emäntiä, jotka välittävät lukijalla toinen toistaan elävämpiä tarinoita.

Roosin (2009) mukaan yhteiskuntatieteiden opiskelijoiden työmarkkinoilla tarvitaan ennen kaikkea tilastotutkimusta ymmärtäviä ihmisiä. Hänen mukaansa yliopistoissa tilanne on muuttumassa siten, että sotkuinen teoria ja kvalitatiiviset ennakkoluulot eivät enää riitä.

3.5 Tilastolliset menetelmät käyttäytymistieteissä

Kivirauman (1997) mukaan kasvatustieteissä vallasta määritellä *oikean tieteen* rajat kiistelee kaksi kilpailevaa paradigmaa. Paradigma ohjaa ongelman muotoilua ja käytettävän metodin valintaa. Ensimmäinen paradigma hakee tukea luonnontieteistä ja perustuu mittattaviin ja tilastollisesti analysoitaviin empiirisiin havaintoihin. Ilmiöiden välisiä yhteyksiä voidaan myös yrittää selittää kausaalisina päätelminä. Toisen paradigman lähtökohtana ovat humanistiset tieteet, jossa ilmiöiden ymmärtämiseen pyritään laadullisten aineistojen avulla. Joskus sopivan paradigman kokonaisvaltainen omaksuminen siihen liittyvine hiljaisine tietoineen voi olla välttämätöntä tutkimuksen kannalta. Toisaalta voimakkaat arvolutaukset voivat tehdä eri paradigmojen välisestä kommunikaatiosta vaivalloista, jos poikkeavia ajatustapoja ei edes haluta yrittää ymmärtää. (Sund 2005.) Niemi (2006, 187) kirjoittaa romaanissaan *Mies joka kuoli kuin lohikäärpä*:

Yksikielisiä kansakuntia oli käytännössä vain eristyksissä olevissa saarivaltioissa. Nimenomaan yksikielisyys oli rajoite. Se tarkoitti sitä, että näki ympäröivän maailman ainoastaan yhden värisenä.

Tilastollisella tutkimuksella on pitkä historia varsinkin kokeellisessa psykologiassa. Esimerkiksi psykofyysisen suuntauksen edustajat Weber ja Fechner pyrkivät jo 1800-luvulla muokkaamaan psykologian kokeelliseksi tieteenksi. Tärkeimpänä tavoitteena oli tutkia ja muodostaa matemaattinen funktio kuvaamaan sielun ja ruumiin keskinäistä suhdetta. Vaikka varsinainen tutkimusongelma siirtyikin psykologiassa taka-alalle, jäivät menetelmät ja tekniikat kehiteltyinä elämään. Kun psykofyysisen suuntauksen edustajien soveltamista menetelmistä karsittiin filosofiset ja teoreettiset rasitteet pois, jäivät jäljelle kahden mittauksen asiayhteyden määrittäminen sekä mittareiden laatiminen, joilla on runsaasti käyttöä vielä nykyäänkin (Ferguson 1976, 4–5).

Psykologian puolelta merkittävimpänä tilastotieteellisten menetelmien kehittäjänä pidetään yleisesti psykologi Spearmania, joka vuonna 1904 esitti ensimmäisenä yhden faktorin mallin älykkyyden mittaamisesta useiden havaittujen muuttujien avulla. Spearmania pidetään siis yleisesti faktorianalyysin isänä, vaikka myös Pearsonin tutkimukset (ks. luku 2.1) antoivat viitteitä faktorianalyysin kehittymisestä. Spearman toimi joka tapauksessa useita vuosikymmeniä faktorianalyysin parissa ja psykologien panos faktorianalyysin kehityksessä kaiken kaikkiaan oli huomattava. Faktorianalyysin pohdinnan ohessa Spearman kehitti

myös osittain sattumalta sielun ja ruumiin välistä asiayhteyttä tutkiessaan järjestyslukuihin perustuvan ei-parametrisen vastineen Pearsonin korrelaatiokertoimelle – Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimen. (Harman 1970, 3–4; Leskinen 1987, 1–2).

Kasvatustieteellisessä tutkimuksessa tilastotieteen rooli korostui 1950- ja 1960-lukujen mittarikorosteisessa empiirisessä tutkimustyyliissä. Mittaamisen teoriaa ja testiteoriaa käsittelevää kirjallisuutta julkaistiin runsaasti ja sitä opiskeltiin myös ahkerasti. Tällainen mittarikorosteinen empiirinen tutkimustyyli johti kasvatustieteissä joissakin tapauksissa äärimmäisyyksiin. Tutkijan tärkein työ oli pedanttinen mittarin laatiminen ja muu osa tutkimusprosessista, kuten aineiston keruun toteuttaminen, oli lähinnä tutkimusapulaisten suorittamaa rutiinia (Huttunen 1984). Myös Pitkämäen (2009) mukaan vanhempaa kouluopetuksen tutkimusta voidaan pitää varsin teknisenä ja kapea-alaisena.

Mittarikorostuneisuus kasvatustieteessä ei rajoitu pelkästään 1950- ja 1960-luvuille, mikä näkyy selvästi tieteenalan väitöskirjoissa. Kivirauma (1997) sekä Leskinen ja Kuusinen (1991) ovat tutkineet faktorianalyysin käyttöä suomalaisissa kasvatustieteen väitöskirjoissa 1950-luvulta aina 1980-luvun lopulle. Vaikka näiden kahden tutkimuksen ajanjakso poikkeavat hieman toisistaan, on lopputulos lähes sama: faktorianalyysia käytiin lähes 30 vuoden ajan enemmän kuin joka toisessa kasvatustieteen väitöskirjassa. Kivirauma toteaaakin: *Kokeellisen kasvatustieteen väitöskirjassa faktorianalyysin käytöstä tuli lähes pakollinen sisäänpääsyrityaali kasvatustieteen tohtorien maailmaan*. Faktorianalyysin ohella väitöskirjoissa käytettiin runsaasti kuvailevia tilastollisia tunnuslukuja, kuten keskiarvo ja -hajonta sekä prosenttijakaumia, korrelaatiokertoimia merkitsevyydesteineen ja jonkin verran polku- ja regressioanalyysia (Kivirauma 1997).

Tietotekniikan kehitys vaikutti luonnollisesti tutkimusotteen valintaan ja suosi myös käyttäytymistieteissä harjoitettua tilastollista tutkimusta. Suomessa ensimmäiset tietokoneajot kasvatustieteessä suoritettiin 1950-luvun lopussa, ja pian tilastollisen analyysin mahdollisuudet olivat entiseen verrattuna aivan uudet. Varsinainen keskustelu kasvatustieteen humanistisesta ja käyttäytymistieteellisestä luonteesta ja kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien valta-asemasta käytiin Suomessa 1960-luvulla, jolloin esimerkiksi Jyväskylässä sijaitsevasta Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksesta tuli tilastollisen tutkimuksen tyysisija. Ajanjakso 1960–1980 oli aikaa, jolloin kasvatustieteen luonne empiirisenä käyttäytymistieteenä vahvistui. Myös sosiologit ja psykologit käyttivät tähän aikaan tutkimuksissaan varsin runsaasti tilastollisia analyyseja. (Ahonen 1998.)

Opettajasta tutkijana ja tutkimusmenetelmien opetuksesta osana opettajankoulutusta alettiin puhua 1970-luvulla peruskoulu-uudistuksen yhteydessä ja opettajankoulutuksen siirtyessä yliopistoihin ja muuttuessa ylempään korkeakoulututkintoon tähtääväksi (Asunta, Husso & Korpinen 2005). Tutkimusopinnojen luonteesta ja laadusta käytiin alkuvaiheessa kiistaa. Osa opettajista katsoi, että tutkimusopinnot eivät kuulu opettajille, eivätkä kaikki opiskelijatkaan ymmärtäneet tutkimusopinnojen ja niihin liittyvän pro gradun yh-

teyttä opettajan työhön (Niemi 2005). Opettajan ammatin tutkijapainotteisuutta on ha-
luttu lisätä sekä opettajankoulutuksessa että työelämässä. Asiaa on pohdittu sekä opetta-
jankoulutuksen opetussuunnitelmien yhteydessä että opettajankoulutuksen tutkimuksen
laatua ja vaikuttavuutta arvioitaessa (Krokfors, Kynäslahti, Stenberg, Toom, Maaranen, Jyr-
hämä, Byman & Kansanen 2009). Myös peruskoulun ja lukion valtakunnalliset opetus-
suunnitelmien perusteet edellyttävät opettajilta kykyä tutkimuspainotteiseen opetukseen.

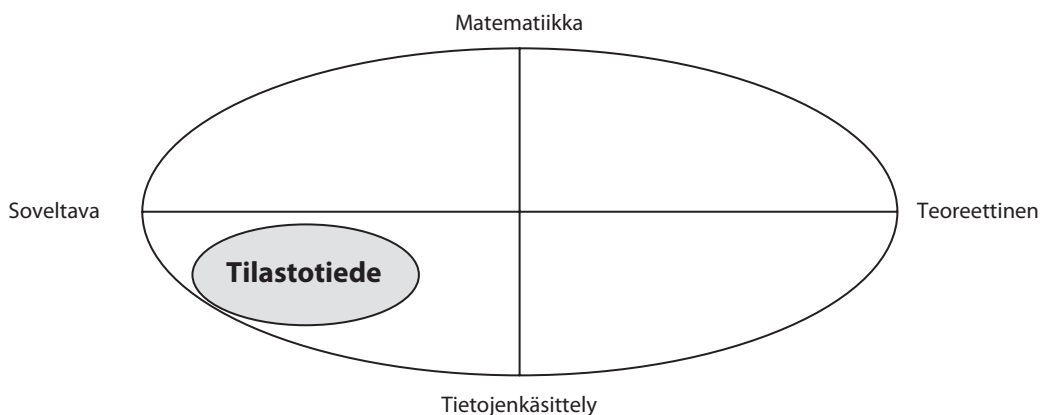
Sosiaalitieteiden tapaan kvalitatiivinen tutkimus on saanut myös kasvatustieteellisessä
tutkimuksessa vankan jalansijan varsinkin 1990-luvulta alkaen (Asunta ym. 2005). Tämä
näky myös niiden käytön kasvussa väitöskirjatöissä. Kvalitatiiviset menetelmät ovat olleet
eteenkin naisväittelijöiden suosiossa, sillä 83 % laadullisia menetelmiä käyttäneistä väit-
telijöistä 1990-luvun ensimmäisellä puoliskolla oli naisia (Kivirauma 1997). Kvalitatiivis-
ten menetelmien käyttöä perusteellaan sillä, että tutkimus tuottaa *vivahteikasta ja syvällistä*
tietoa (Atjonen 2001). Tilastollinen tutkimus puolestaan koetaan pinnallisena ja liiallisesti
informaatiota tiivistävänä ja tällaisten tutkimusmenetelmien taitamattomuudella, samoin
kuin matemaattisella osaamattomuudella on voinut jopa ylpeillä julkisesti (Rautopuro,
Väisänen & Malin 2007). Osittain tällainen kieroutunut ylpeily tietämättömyydellä johtuu
siitä, että sen seuraukset eivät ole yhtä ilmeisiä kuin muiden heikkouksien (Paulos 1999,
12–13). Numerotaidottomuudella ylpeileville ihmisille on luonteenomaista itkeskeisyys,
taipumus korostaa omaa persoonaansa ja heidän liian tiukka keskittyminen omaan elä-
mänsä aiheuttaa sen, että he kokevat numeeriset ongelmat itselleen vieraina ja jopa tym-
päännyttävänä (Paulos 1999, 110–111).

Kasvatustieteellisessä tutkimuksessa on syntynyt ajoittain joko–tai-vastakkainaset-
telua laadullisen ja määrällisen tutkimusparadigman kesken. Laadulliseen tutkimukseen
vihkiytyneet tieteilijät ovat jopa pyrkineet osoittamaan, että määrällistä ja laadullista tut-
kimusta ohjaavat käsitykset ovat perusluonteeltaan niin erilaisia, että niiden yhteen saat-
taminen on ristiriitaista (Kaikkonen 1999). Kvalitatiivista tutkimusta pidetään esimerkik-
si enemmän teoriaa rakentavana kuin kvantitatiivista tutkimusta, koska kvantitatiivisessa
tutkimuksessa yleensä testataan olemassa olevia teorioita, ja kvalitatiivisessa tutkimukses-
sa taas pyritään luomaan uusia. Pahimmillaan tilastollisia menetelmiä käyttävät tutkijat
on jopa yritetty asettaa naurunalaisiksi ja tilastolliset menetelmät on esitetty täysin turhina
ja tarpeettomina teknisinä temppuiluina. Yleisin pilkkanimi kvantitatiivisia menetelmiä
soveltavalle kasvatustieteilijälle on ollut positivismi. Nimitys ei ole sen kummempia mää-
ritelmiä tai perusteluja kaivannut, joten voidaan puhua jopa ideologisesta ja uskontokun-
taisesta kvantitatiivisten menetelmien vastustamisesta (Töttö 2000, 7–8). Positivismi on
myös kytketty ilman perusteita vanhakantaiseen behaviorismiin ja näin on saatu rakennet-
tua metodien valinnan ympärille koulukuntainen vihollisleiri (Atjonen 2001). Toisaalta
henkilöitä, jotka ovat uskaltaneet tehdä opinnäytetyönsä kvantitatiivisia menetelmiä käyt-
täen, on pidetty jopa sankareina, jotka ovat uskaltaneet käyttää *vaikeita* menetelmiä *peh-*

meiden menetelmien sijaan (Metsämuuronen 2004). Kvalitatiivisen tutkimuksen hypoteesittomuus ja tutkimustulosten yleistettävyyden ongelma ovat taas niitä kulmakiviä, joihin kvantitatiivisen tutkimuksen soveltajat kritiikkinsä kohdentavat (Toivonen 1999, 98–114).

Vaikka laadullinen tutkimus onkin tehnyt läpimurron kasvatustieteellisessä metodikeskustelussa, on sillä omat ongelmansa voitettavanaan. Laadullisin menetelmien tuotettujen tutkimusten ja opinnäytetöiden ongelmaksi on monissa tapauksissa muodostunut konkreettisen tutkimuksen vaikeus, koska laadullisella tutkimuksella ei ole tilastollisen tutkimuksen kaltaista tutkimusrunkoa otantasuunnitelmiseen ja hypoteeseineen. Lisäksi laadullinen tutkimus vaatii runsaasti luovaa päättelyä aineiston analysointivaiheessa ja tätä ominaisuutta on varsin vaikea opettaa (Suoranta 1995). Töttö (2000) puolestaan toteaa, että *Metodologista keskustelua pidetään usein 'vain' tieteenfilosofisena saivarteluna, mutta sen käytännön seuraamukset ovat melkoiset*. Yhtenä esimerkkinä Tötön mukaan laadullinen tutkimus ei pysty vastaamaan kysymykseen *miksi*, vaan syy-seuraus -suhteen todentamiseen tarvitaan määrällistä tutkimusta.

Tilastollisten menetelmien opettamisen ja oppimisen kannalta paradigman radikaali muutos kasvatustieteissä – varsinkin opettajakoulutuksessa – on aiheuttanut sekaannusta ja osittain jopa lohduttoman tilanteen (kuvio 6). Opetukseen varatut tuntimäärät ovat tällä hetkellä erittäin pienet, opetus sijoitetaan usein pieneksi siivuksi joko yleis- tai perusopintoja, eikä yhtenäistä linjaa opetettavista sisällöistä näytä Suomessa vallitsevan. Ainoa asia, josta näyttää vallitsevan jonkinlainen yksimielisyys on SPSS-ohjelmiston opetus. Joissakin opettajankoulutuslaitoksissa opetetaan ainoastaan 1–2 opintoviikon (18–24 tuntia) kurssseja, joissa käsitellään lähinnä tilastollisen kuvailun alkeita, toisessa ääripäässä kvantitatiivisiin menetelmäopintoihin varataan jopa 100 tuntia ja opiskelijat tutustuvat myös



Kuvio 6. Tilastotieteen asema kasvatustieteellisessä koulutuksessa

tilastolliseen päättelyyn. Pahimmassa tapauksessa kvantitatiivisten menetelmien kurseja suoritetaan ennen oman pääaineen perusopintoja. Mahdolliset jatkokurssit, jotka yleensä ovat vapaaehtoisia, eivätkä liiemmästi kiinnosta kasvatustieteen opiskelijoita, ovat osa syventäviä opintoja. Välimatka opintojen alkuvaiheen kurseihin on aivan liian pitkä. Kasvatustieteen tieteenalaopinnoissa kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien osuus on selkeästi laajempi ja vaihtelu eri yksiköiden välillä on pienempää. (Rautopuro & Väisänen 2004b).

Tilastollisten menetelmien ja laadullisen tutkimuksen välisen vastakkainasettelun mielekkyydestä on viime aikoina ollut vilkasta keskustelua. Erican ja Roth (2006) toteavat menetelmien osittaisen teennäisen kaksinapaisuuden tai dikotomian ongelmalliseksi muun muassa seuraavista syistä:

1. Kaikilla ilmiöillä ja kaikella tiedolla on sekä laadullisia että määrällisiä ulottuvuuksia.
2. Objektiivisuuden ja subjektiivisuuden käsitteet, jotka liitetään määrälliseen ja laadulliseen tutkimukseen ovat sekä epätäsmällisiä että hyödyttömiä.
3. Yleistettävyyden käsite ei ole pelkästään matemaattinen erikoispiirre, sillä se kuvaa myös pyrkimystä tehdä tulkintoja ja päätelmiä tutkimuksen kohdejoukon ja tutkimuksen kontekstin ulkopuolelle.

Menetelmien kaksinapaisuuden sijaan Erican ja Roth esittävät menetelmien dikotomian ylittämistä ja suosittelevat tilalle tutkimuskysymysten painottamista, yhteistyötä erilaisen asiantuntemuksen omaavien tutkijoiden välillä sekä menetelmällistä jatkumoa, joka voisi painottua akselille, jonka toisessa päässä on *matala päättelyn taso* ja toisessa vastaavasti *korkea päättelyn taso*. Tätä jatkumoa voisi kuvata lyhyesti siten, että mitä enemmän standardoitua, universaalialia ja abstraktialia tieto on ja mitä laajempaan yleiskuvaan pyritään, sitä korkeampi on päättelyn taso. Kyse ei siis ole tutkimuksen tason kasvusta tämän akselin mukaisesti, vaan pikemminkin konkretian asteesta.

Osittain samoja ajatuksia ovat esittäneet myös Niglas (2004) sekä Heikkinen, Huttunen, Niglas ja Tynjälä (2005), jotka toteavat, että kasvatustieteen tutkimusmetodeissa ja lähestymistavoissa on tapahtunut paradigmasiirtymää. Heidän mielestään tutkimusmenetelmien dikotominen jaottelu on metodologista naivismia, jonka erottelukyky ulottuu vain metodiselle pintatasolle. Heikkisen ym. mukaan olennaisempaa olisi pohtia menetelmien taustalla olevia ontologialia ja epistemologialia oletuksia, ja alkaa keskustella dikotomian sijasta menetelmistä jatkumona. Dikotomista jaottelua ei tue myöskään kasvanut kiinnostus ja tarve tieteenfilosofialia ja metodologialia suhteen tarkasteluun, metodologialia diversiteetin lisääntyminen, *combined designs* -tyyppisten tutkimusotteiden lisääntyminen sekä tutkimuksen laatuksiteereiden moninaistuminen. Mainituista näkökulmista varsinkin *combined methods* -tyyppisten tutkimusotteiden lisääntyminen vastaa myös Ericanin ja Rothin (2006) näkemystä. Tutkimuksissa voidaan joko yhdistää useiden erilaisten tutkijoiden asiantuntemus tai yksittäinen tutkija voi yhdistellä useampia tutkimusotteita.

Aivan oma kysymyksensä on se, onko paradigmojen sotaa olemassakaan. Metsämuuronen (2008) on kartoittanut ERIC-tietokantaan (Educational Resources Information Center) tukeutuen kasvatustieteellisen tutkimuksen kehityssuuntia, ja tulokset ovat varsin selkeitä: vuodesta 1980 vuoteen 1997 kvalitatiivisen tutkimuksen osuus on ollut kasvussa. Kvantitatiivisia menetelmiä soveltavien tutkimusten osuus on noussut radikaalisti 2000-luvulla ja huomattavasti nopeampaa tahtia kuin kvalitatiivisten tutkimusten. Jokaisesta laadullista tutkimuksesta kohtaan julkaistaan noin viisi määrällistä tutkimusta, ja ero näyttää vain kasvavan (Metsämuuronen 2008).

Opetusministeriön keväällä 2007 asettaman opettajankoulutuksen mitoitusta pohtivan professori Hannele Niemen työryhmä puuttui menetelmäopintojen tilaan Suomessa (Opetusministeriö 2007, 41–42):

Korkeatasoinen ja monipuolinen metodologinen osaaminen on laadukkaan ja kansainvälisesti kiinnostavan tutkimusyhteisön keskeinen tunnusmerkki. Viime vuosina opettajuuteen liittyvä tutkimus on erityisesti kasvatustieteen osalta suuntautunut liian yksipuolisesti kvalitatiivisen metodologian hyödyntämiseen ja kehittämiseen. On tärkeää valtakunnallisesti huolehtia siitä, että metodinen asiantuntemus kehittyy tasapainoisesti ja erilaiset tutkimustraditiot ovat monipuolisesti rikastuttamassa alan tutkimusta ja siihen perustuvaa koulutusta.

Näyttää vakavasti siltä, että menettäessään kontaktin tilastollisten menetelmien kehitykseen kasvatustiede menettää samalla tutkijat, jotka voisivat siirtää tilastollisiin menetelmiin perustuvan tutkimuksen perinnettä opiskelijoille. Kasvatustieteille erittäin hyödyllisten ja käyttökelpoisten uusien ja teoreettisesti vaativien menetelmien, kuten imputointi, monitasomallit, pienten aineistojen analysointi ja osioanalyysi, juurtuminen kasvatustieteeseen voi kestää kauan. Samanaikaisesti vaatimukset kansainvälisesti kiinnostavasta tutkimuksesta kuitenkin lisääntyvät, ja uusien tilastollisten menetelmien hallintaa vaaditaan henkilöiltä, joilla on peruskäsitteidenkin kanssa ongelmia (Rautopuro ym. 2007). Kun pohja tippuu, niin katto on todella korkealla.

Suomalaiset kasvatustieteilijät yrittivät omalta osaltaan vastata tilastollisten menetelmien opetuksen, oppimisen ja tutkimuksen ongelmiin perustamalla Suomen kasvatustieteelliseen seuraan erityisteemaryhmän *Signifikantti – kvantitatiivisen menetelmäosaamisen kehittäminen* (http://www.kasvatus.net/sig/kvantit_tutk/index.html). Ryhmä on kokoontunut vuosittain valtakunnallisten kasvatustieteen päivien yhteydessä (Rautopuro ym. 2005), mutta vuoden 2009 Kasvatustieteen päivien ohjelmasta teemaryhmä jouduttiin poistamaan esitysten vähäisyyden ja kiinnostuksen puutteen vuoksi.

3.6 Yhteenveto

Tilastotiede mielletään työkaluksi useille tieteenaloille kuten bio- ja ympäristötieteet, lääketiede, informaatioteknologia sekä talous- ja yhteiskuntatieteet. Myös teollisuuden tuotekehittely ja laaduntarkkailu edellyttävät tilastotieteellistä osaamista. Tilastotiede on myös määritelty pari vuosikymmentä sitten tietojenkäsittelytieteeseen verrattavaksi soveltavien tieteiden aputieteeksi. Tällainen luonnontieteellis-positivistispainotteinen näkemys on kuitenkin aivan liian rajoittunut.

Tilastollisten menetelmien kehitystä kuvaavat mainiosti käsitteet tieteidenvälisyys ja poikkitieteellisyys, jossain määrin myös monitieteellisyys. Matemaattiseen tilastotieteen liittyvää todennäköisyyslaskennan teoriaa lukuun ottamatta lähes kaikki nykyiset käytössä olevat tilastolliset analyysit ovat syntyneet soveltavien tieteiden tarpeisiin. Ehkäpä todennäköisyyslaskennan teoriaa auttaneita uhkapelejäkin voidaan pitää sovellettuna tieteenä.

Tilastollisten menetelmien kehityksen vaiheista löytyy matemaatikkojen ja muiden luonnontieteilijöiden lisäksi muun muassa pappeja, psykologeja, sosiologeja ja jopa ufotutkijoita. Useat soveltavat tieteet eivät olisi pystyneet saavuttamaan nykyistä asemaansa ilman yhteistyötä tilastotieteen kanssa. Tilastotiede ei myöskään olisi pystynyt kehittymään nykyiseen asemaansa ilman yhteistyötä soveltavien tieteiden kanssa, etenkin ilman tieto- ja viestintäteknologian kehityksen tarjoamia mahdollisuuksia.

Sosiaali- ja käyttäytymistieteissä tilastollisten menetelmien asema on ambivalentti. Tilastollisia menetelmiä on käytetty ja käytetään edelleenkin runsaasti muun muassa kyselytutkimuksissa ja erilaisten mittareiden laadinnassa. Tällaisten tutkimusten tavoitteena on tulosten yleistäminen laajempaan perusjoukkoon. Positivismin leima on kuitenkin vaikeuttanut tilastollisen tutkimuksen asemaa, koska tutkimusten on katsottu perustuvan tekniseen temppuiluun ja tuloksien olevan pinnallisia. Tällainen näkemys on osittain katkaissut sosiaali- ja käyttäytymistieteiden yhteyden modernien tilastollisten menetelmien sovelluksille, jotka nimenomaan soveltuvat näiden tieteenalojen aineistojen analysointiin.

4

Tilastollisten menetelmien oppimisen ja opettamisen ongelmista

Tilastotieteen tentti on aiheuttanut painajaisunia kymmenille vuosikursseille, sillä mikään ei ole niin todennäköistä kuin reuttaminen siinä.

Helsingin Sanomat 1.10.1992
(Artikkeli portugalilaisesta yliopisto-opetuksesta)

Tilastollisten menetelmien oppiminen ei ole helppoa, eikä niiden oppimiseen ole oikotietä. Peruskäsitteidenkin syvälinen omaksuminen on hidas prosessi, joten on tärkeää varata menetelmien opiskelulle riittävästi aikaa ja mieltä tarkkaan missä opintojen vaiheessa niitä opetetaan (Sallinen 2003). Peruskäsitteiden on myös toistuttava useampaan kertaan ja niitä on käytettävä sisällöllisten ongelmien yhteydessä. Tilastollisten menetelmien opetuksen perusongelma, liian paljon ja liian nopeasti, pitäisi pystyä välttämään. Oppimisen ja asiantuntijuuden tutkija, professori Hakkarainen toteaa Tiedelehden haastattelussa (Mutanen, Tiede 8/2007), että minkä tahansa alan huipulle pääseminen vaatii pitkäkestoisia ja intensiivistä työtä:

Sellaisia synnynnäisiä neroja ei ole, jotka pystyisivät suoraan hyppäämään huippuosaajiksi. Älyllisen työn suurille sankareille on yhteistä intohimo ja epäonnistumisten sieto.

Moore (1997) on todennut, että tilastollisten menetelmien opetuksessa pitäisi keskittyä enemmän käsitteiden ymmärtämiseen ja niiden tulkintaan ja vähemmän laskukaavoihin. Opiskelijan kannalta tärkeintä on kyky soveltaa tilastollisia menetelmiä ja ymmärtää niiden merkitys tutkimusprosessissa.

Vaikka tilastollisten menetelmien tarve arkielämässä ja opinnoissa yleisesti myönnettäänkin, ei opetus yleensä näytä saavuttavan toivottuja tuloksia. Tilastotieteen perusteiden opettaminen yliopistossa on ongelmallinen tehtävä. Tilastolliset menetelmät ovat yleensä yliopisto-opintoihin liittyvä pakollinen aine, sillä lähes kaikilla tieteenaloilla käsitellään eri tavoin kerättyä numeerista aineistoa tutkimuksessa ja oppinäytetöissä. Tilastotieteen peruskurssit ovat yleensä luonteeltaan massakursseja, ja suuri osanottajajoukko – pääasiassa opintonsa alkuvaiheissa olevia soveltavien aineiden opiskelijoita – aiheuttaa sen, että opiskelijat ovat hyvin heterogeenisiä opiskelumotivaationsa ja -tavoitteidensa suhteen. Eri tieteenaloja pääaineenaan opiskelevat opiskelijat ovat myös matemaattiselta taustaltaan, käsitteellisen ajattelun kyvyiltään sekä tieto- ja viestintäteknologian taidoiltaan hyvin erilaisia. Tilastotieteen menetelmien opettamisen ja oppimisen ongelmista, jotka ovat sekä kognitiivisia että ei-kognitiivisia tai sosio-persoonallisia on raportoitu niin Suomessa kuin ulkomaillakin. Useat tutkimukset (Forte 1995; Haapala, Pietarinen, Rautopuro & Väisänen 2002; Murtonen & Lehtinen 2003; Rautopuro 1997; Rautopuro & Väisänen 2003; Schutz ym. 1998; Townsend ym. 1998; Väisänen & Ylönen 2004; Yilmaz 1996) osoittavat, että nämä opetuksen ja oppimisen ongelmat kasautuvat erityisesti kasvatus-, hoito- ja yhteiskuntatieteiden aloilla.

Tutkimukset (muun muassa Groeneboom & de Jong 1996; Hoffrén & Laaksonen 2009; Murtonen 2005a & 2005b; Murtonen & Lehtinen 2003; Yilmaz 1996) ovat myös osoittaneet, että tilastotieteen opinnot ovat monille opiskelijoille kompastuskivi. Tilanne on turhauttava sekä opiskelijoille että opettajille. Opiskelijoiden vaikeudet tilastotieteen opinnoissa kiteytyvät useaan ongelmakenttään (mm. Murtonen & Lehtinen 2003):

1. Tilastotieteen peruskäsitteet ovat luonteeltaan abstrakteja ja monimutkaisia ja vaativat aikaa auetakseen (esimerkiksi varianssi). Lisäksi tilastotieteellisten ongelmien ratkaisut ovat usein monikäsitteisiä, eikä yhtä ainoaa oikeaa ratkaisua ole olemasakaan. Oppiminen vaatii siis analyyttisiä taitoja.
2. Tilastollisten menetelmien teknisten työvälineiden, kuten kaavojen ja todennäköisyysjakaumien oppiminen edellyttää matemaattisia perustaitoja, jotka ovat joskus opiskelijoilla varsin heikkoja.
3. Monella opiskelijalla on ongelmia soveltaa jo aiemmin oppimiaan yksinkertaisia-kin matemaattisia menetelmiä tilastotieteellisiin ongelmiin.
4. Todennäköisyyden käsite ja siihen liittyvät tilastotieteelliset sovellukset ovat monille opiskelijoille vieraita ja vaativat aikaa auetakseen.
5. Tilastollisen mallin ja arkielämän suhde on vaikea hahmottaa.

Tilastotieteessä esiintyvät käsitteet kuten todennäköisyys ja satunnaismuuttuja ovat abstrakteja, eikä niitä voi suoraan kosketella tai katsella eikä niitä pystytä hahmottamaan välittömästi esimerkiksi kuvion avulla. Kun oppiaineeseen lisätään vielä sangen vakiintumaton terminologia ja merkinnät sekä kirjava kurssimateriaali, ei ole ihme, että varsinkin aloittelevilla opiskelijoilla on ongelmia tilastotieteen oppimisessa (Watts 1991; Rautopuro 1997). Monien opiskelijoiden on myös vaikea ymmärtää opintojensa alkuvaiheissa teoreettisen tiedon ja käytännön koulutuksen välistä yhteyttä sekä oivaltaa tilastotieteen tarjoamia mahdollisuuksia opintojen myöhäisemmässä vaiheessa (Carlsson 1996). Opiskelijoiden kokemat vaikeudet voi kiteyttää vuonna 1981 Nobelin palkinnon saaneen bulgarialaissyntyisen brittiläisen kirjailija Canettin (1982, 21) novellin *Sokeiden huuto* sanoin:

Ihmeellisen loistava sakea substanssi jää minuun ja pitää sanoja pilkkanaan. Johtuuko se siitä, etten ymmärtänyt siellä kieltä, jonka nyt on vähitellen käännättävä minussa? Ne olivat tapahtumia, kuvia, ääniä, joiden merkitys vasta syntyy ihmisessä. Jotka eivät olleet sanoilla ymmärrettävissä eivätkä leikeltävissä. Jotka ovat sanojen tuolla puolen, syvällisempiä ja monimielisempiä kuin ne.

Tilastotieteen opettajat saattavat kokea massakurssien opettamisen varsin turhauttavana tehtävänä. Opiskelijat ovat usein huonosti motivoituneita pakolliseen tilastotieteen perusteiden opetukseen ja heidän osanottonsa sekä kurssien luennoille että harjoituksiin on epäsäännöllistä. Kaiken tämän seurauksena opiskelijat menestyvät kursseilla huonosti ja heidän kykynsä soveltaa opiskeltuja asioita käytännössä on huono (Garfield 1997). Pahimmillaan tilastollisten menetelmien kurssi muistuttaa opettajien mielestä ruotsalaisen matemaatikon Samuel Klingenstiernan (1698–1765) kuvaamaa matematiikan luentoa 1700-luvulta (Gårding 1996):

Aina luennoidessani odotan kellon soimista. Se vapauttaa minut omista tuskistani ja samalla näkemästä toisten tuskaa, niiden, jotka vaikeuksin ja ilman mielenkiintoa tai lahjoja joutuvat kuuntelemaan asioita joita selitän inhon tuntein ihmisille, jotka kaipaavat vain sitä päivää, jona voivat unohtaa kaiken kuulemansa.

Hieman modernimman version tilastollisten menetelmien kurssien toteutuksesta suomalaisissa yliopistoissa on havainnut Töttö, joka toteaa Ylioppilaslehden (Sommers 2000) haastattelussa:

Oikeastaan kaikissa yliopistoissa, joissa olen työskennellyt, tilastollisten menetelmien kurssia vetää vuodesta toiseen yksi ja sama tilastotieteilijä. Se ei jaksa innostaa opettajaa eikä opiskelijoita.

Tilastollisten menetelmien soveltaminen käytäntöön tuottaa myös omat ongelmansa opiskelijoille, sillä tietäminen ei välttämättä muutu osaamiseksi. Tilastotieteen tiedonrakenne on kompleksinen ja monien muiden oppiaineiden sisältöalueista voimakkaasti eroava. Oppimisen ongelmissa on kyse käsitteellisen muutosprosessin vaikeudesta, etenkin jos siihen liittyy vastustavia ennakkoluuloja ja emootioita. Biggsin (2000, 40–43) tiedonlajien analyysia soveltaen tilastollinen asiantuntijuus vaatii syvällistä käsitteellisen tiedon ('know what' tai 'know that') hallintaa, mutta tutkimusprosessi edellyttää myös proseduraalisen ('know how') ja toiminnallisen tiedon ('functioning knowledge') käyttöä. Toisin sanoen opiskelijalla tulee olla vankka käsitteellisen tiedon hallinta eli deklaratiivinen tieto, mutta lisäksi hänen tulee tietää miten tehtävä suoritetaan eli omattava proseduraalinen tieto sekä oivallus siitä miksi ja milloin kyseinen suoritustapa on järkevä (konditionaalinen 'know how' & 'know why' -tieto). Oppimistilanteiden spesifisyydestä huolimatta opiskelijan tulee kyetä myös yleistämään tietoaan ja toimintamalleja. Myös Murtonen ja Lehtinen (2003) toteavat kvantitatiivisten menetelmien oppimisen ongelmia käsittelevässä tutkimuksessaan, että deklaratiivisen tiedon muuttaminen proseduraaliseksi on vaikeaa ja tuottaa ongelmia opiskelijoille. Tällainen hiljainen, tekijän tieto (tacit knowledge) kehittyy pitkän ajan kuluessa ja sitä on vaikea eksplisiittisesti opettaa. Monien termien ja käsitteiden syvällisempi merkitys avautuu osalle opiskelijoista vasta heidän toimiessaan tutkimuksen ja opinnäytetyön parissa – osalle ei koko koulutuksen aikana (diSessa 2006).

Käytännössä opiskelijoiden on vaikea hahmottaa kokonaisuuksia ja jäsentää tutkimussuuntauksia suhteessa toisiinsa. Myös vierasperäisten ja uusien termien omaksuminen ja ymmärtäminen tuntuu tuottavan opiskelijoille vaikeuksia. (Murtonen & Lehtinen 2003.) Ongelmakimppuun näyttää liittyvän sekä asenteellisia että kielellis-käsitteellisiä tekijöitä (Lehtinen & Rui 1995). Nuutisen ja Savolaisen (2004) tutkimuksessa *Johdatus kasvatuksen tutkimukseen* -kurssin eräät opiskelijat kyseenalaistivat vaatimuksen, että tutkimuslangiin vakiintuneet lainasanat pitää hallita muun muassa tutkimuskirjallisuuden ymmärtämiseksi. Opiskelijoiden oli myös vaikea käsittää ja hyväksyä sitä, että joillakin termeillä ei ole yhtä suomenkielistä vastinetta, joka tehokkaasti ja yksiselitteisesti välittäisi termin merkityksen. Nuutisen ja Savolaisen mukaan on mahdollista, että osalla opiskelijoista nämä ongelmat liittyivät aidosti meneillään olevaan käsitteelliseen muutokseen, kun taas osalla saattoi olla kyse myös abstraktin ajattelun vastenmielisyydestä ja liiallisesti koetusta vaativuudesta.

Erilaiset ennakkoluulot ja -käsitykset, teoriat ja ontologiat voivat hankaloittaa oppimista olennaisesti. Joidenkin oppiaineiden tietyt käsitteet, kuten suhteellisuusteoria fysiikassa ja evoluutioteoria biologiassa näyttäisivät olevan erityisen ongelmallisia oppia ja opettaa peruskoulusta yliopistoon, eivätkä perinteiset opetusmenetelmät näytä pystyvän vastaamaan tähän haasteeseen.

Tilastollisten menetelmien opettajille ovat tuttuja menetelmäkurssien opintosuorituksissa ja harjoituksissa ilmenevät opiskelijoiden kognitiiviset heikkoudet, kuten puutteelliset perusvalmiudet sekä virheelliset ennakkokäsitykset tilastollisista käsitteistä ja ilmiöistä. Monet näistä tiedollisista puutteista säilyvät, vaikka opiskelijat ovat osallistuneet tilastotieteen peruskurssille ja kvantitatiivisten menetelmien kurseille (Batanero ym. 1994; Galagedera 1998; Garfield 1997). Merkittävälle osalle opiskelijoista tuottaa vaikeuksia ymmärtää tilastotieteen keskeisiä käsitteitä ja niiden välisiä suhteita tai he eivät osaa soveltaa oppimiaan käsitteitä todellisten tilastollisten ongelmien ratkaisussa (Batanero 2000; Haapala ym. 2002; Lovett & Greenhouse 2000; Schau & Mattern 1997). Opiskelija ei osaa siirtää oppimaansa uuteen tai vain näennäisesti erilaiseen kontekstiin, ja käytännössä taitojen hiipuminen näkyy niin pro gradu -tutkielmissa kuin väitöskirjoissakin.

4.1 Oppimiskäsityksistä

Kaiken systemaattisen opettamisen ja opiskelun taustana on jokin käsitys oppimisesta – siitä mikä on oppimistapahtuman luonne. Opetustyössä muovautuvat oppimiskäsitykset sisältävät käytäntöihin liittyvät tottumukset, asenteet ja arvot yhdistettynä olettamuksiin siitä mitä oppijan päässä tapahtuu oppimisprosessin kuluessa. Oppimiskäsityksiin vaikuttavat myös yhteiskunnalliset perinteet ja normit sekä oppimista koskevan tutkimuksen teoriat ja tulkintaperiaatteet (Rauste-von Wright & von Wright 1994, 103). Oppimiskäsityksiä koskevaa keskustelua on pitkään ohjannut behaviorismin ja konstruktivismin vertailu. Behavioristisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen tarkoittaa pääasiassa yksilön tietojen määrän kasvua. Konstruktivistinen näkökulma oppimiseen painottaa muutoksia yksilön tietorakenteissa (skeemoissa). Olennaista on se, mitä oppijan mielessä tapahtuu, kun jotain tehtävää suoritetaan.

Behaviorismi perustuu objektiiviseen tiedonkäsitykseen ja naturalistiseen ihmiskäsitykseen, jonka eräs sovellus on Skinnerin ohjelmoitu opetus. Käytännössä oppimistehtävä jaotellaan pieniin osatehtäviin, jotka opiskellaan tarkkaan opettajan määräämässä järjestyksessä erikseen (Tynjälä 1999, 29–30). Thorndiken behavioristisen oppimisteorian pääoivalluksia oli 'vaikutuksen laki', joka sisälsi vahvistamisen operationaalisen määrittelyn. Sen mukaan oppimista voidaan parantaa vahvistamalla positiivista käyttäytymistä (Sahlberg 1996, 19). Opiskelija saa jatkuvaa välitöntä palautetta *keppi tai porkkana* -periaatteella suorituksestaan. Behavioristisen käsityksen mukaan oppiminen on ulkopäin ohjattua ja motivoitua toimintaa, eli ohjelmoitua opetusta, jonka seurauksena on suorituksen tietynlaisista automatisoitumista eikä tavoitteena ole vaikuttaa siihen kuinka tehtävän suoritus tapahtuu tai mitä oppijan mielessä liikkuu, kun hän ratkoo ongelmaa (Brown 2002; Enkenberg 2000; Rauste-von Wright & von Wright 1994, 110–111).

Melkoinen osa tilastotieteen opetusta tapahtuu Cantellin (2001) kuvaileman perinteisen empiristis-behavioristisen opetus- ja oppimiskaavan mukaan vaikka behaviorismin ongelmaksi on yleensä katsottu sen heikkoudet edistää abstraktien ja monimutkaisten taitojen kehittymistä. Käytännössä tämä tarkoittaa tilastotieteellisten käsitteiden opiskelua ja muistamista, ulkopäin annettua apua ja tukea sekä tarkoituksenmukaisia, tavoitteen saavuttamista auttavia tehtäviä ja oppimista edistävää palautteen annon mekanisme. Ajattelua vaativien ja monimutkaisten tehtävien ratkaisutaitoja on vaikea – ellei jopa mahdotonta – jakaa behavioristisen opetusmallin mukaisiksi osatehtäviksi tai -harjoituksiksi (Enkenberg 2000). Tilastollisten menetelmien opetuksen tilaa voi kuvata Suorantaa mukaillen arkipäivän behaviorismiksi, jossa silmiinpistävä piirre on luokan normaalin vuorovaikutuksen kieltäminen, miellelyhtymien, fantasioiden, tulkintojen ja vauhdin estetiikan hävittäminen (Suoranta 2000, 34–35).

Konstruktivistisessa oppimiskäsityksessä on tärkeää tuntee ne oppimisen ja ongelmanratkaisun strategiat, joita oppija käyttää uuden tiedon omaksumisen keinoina. Uuden asian oppiminen ei koskaan ala alusta vaan uudet tilanteet virittävät aiemmin opittuun perustuvia odotuksia ja hypoteeseja. Oppija ei ole siis opettajan kannalta tyhjä taulu *tabula rasa*. Omaa toimintaa ja sen tuloksia koskevan reflektoinnin pohjalta oppija rekonstruoi aiempia käsityksiään ja tietojaan. Tämä rekonstruktio prosessi on oppimisen ydin. Opetustyössä on siis tärkeää kartoittaa millaisia ovat oppijoiden tulkinnat ja käsitykset oppimisen kohteena olevista käsitteistä ja ilmiöistä. Opetuksen aikana on tärkeää seurata millaisia laadullisia tulkintojen muutoksia tulkinnoissa tapahtuu. Oppimisen arvioinnissa on siis olennaista selvittää miten asia on ymmärretty sen lisäksi, että selvitetään kuinka paljon on opittu (Rauste-von Wright & von Wright 1994, 114–127).

Konstruktivismiin keskeinen viesti opetuksen suunnittelulle ja toteutukselle merkitsee tiedon opettamisen sijasta sen rakentamisen ja oppimisen auttamisen painottamista. Enkenberg (2000) on koonnut muun muassa Jonassenia (2003) sekä Wilsonia ja Colea (1991) lainaten seuraavia konstruktivistiselle oppimiskäsitykselle rakentuvia oppimista edistäviä toimia:

- oppimistilanteessa tarjotaan useita erilaisia esitysmuotoja (representaatioita) oppimisen kohteesta
- opetuksessa huomio tiedon rakentamiseen sen uudelleen tuottamisen sijasta
- oppimistilanteessa aitoja oppimistehtäviä (kontekstointi ja konkretisointi)
- autenttisen ja akateemisen tiedon sekä kontekstin vuorovaikutus hyödynnettävä
- virheet toimivat mekanismeina, jonka avulla sekä opettaja että oppija voivat tehokkaasti saada palautetta oppimisen onnistumisesta
- opettajan tulee tukea oppijan päämäärään suuntautumista.

Konstruktivismi, jonka todellinen sisältö jää usein määrittelemättä, on saanut paradigman piirteitä omaavan, oppimista ja opetusta varsin ortodoksisesti tulkitsevan valtanäkökul-

man, johon kaikkien yliopisto-opettajien odotetaan joukolla sitoutuvan. Todellisuudessa yhtä ainoaa ja oikeaa opetuksen ja oppimisen perustaa ei ole olemassa eikä edes näköpiirissä (Jonassen 2003). Erilaiset tulkinnat konstruktivismista perustuvat vaihteleviin ja varsin usein tiedostamattomiin sekä artikuloimattomiin käsityksiin tiedosta, tietämään tulemisesta sekä oppimisen prosesseista ja mekanismeista, ja varsin usein on epäselvää onko kysymyksessä kognitiivinen, triviaali vai radikaali konstruktivismi. Kyseessä voi olla myös situationaalinen konstruktivismi tai jokin muu näkökulma, esimerkiksi viime aikoina yleistynyt sosiokulttuurinen tulkinta oppimisesta. Mikäli keskustelussa ei tietoisesti ilmaistava valittua tulkintaa, vaarana on, että konstruktivismista tulee, ja osin jo näyttää tulleen, vallankäytön väline, joka rajoittaa näkökulmia maailman ilmiöiden tarkastelussa hämärtäen ajattelun rajoja ja näin estäen normaalia tieteen kehitystä. Seurauksena voi olla ilmiö, jossa ristiriitaista kuvaa tieteestä ja teoriasta selkiytetään ja vakautetaan tavalla, joka ei palvele kehittyvän tutkimuksen eikä opetuksen tarpeita (Enkenberg 2004).

Yhteenvetona konstruktivistiseen oppimiskäsitykseen liittyvistä periaatteista voidaan mainita autenttiset oppimistehtävät, reaalielämän oppimisympäristöt sekä tiedon konstruoinnin tukeminen. Parhaiten tämänkaltaista toimintaa edistetään rakentamalla tavoitteen saavuttamista palvelevia oppimisympäristöjä (Enkenberg 2004). Kuten seuraavissa luvuissa tullaan toteamaan, ovat nämä periaatteet vielä varsin kaukana tilastotieteen opetuksessa.

4.2 Ennakkoluulot oppimisen esteenä

Oman ongelmansa tilastollisten menetelmien opetukseen ja oppimiseen tuo se, että monilla opiskelijoilla on uskomuksia ja ennakkoluuloja (prejudice) yliopistojen tilastotieteen opetuksesta. Hogg (1991) on havainnut, että yhdysvaltalaiset yliopisto-opiskelijat pitävät usein tilastotieteen peruskursseja huonoimpina ja tarpeettomimpina opintoina yliopistossa. Tilastotieteen kurssien maine leviää perinnetietona opiskelijasukupolvelta toiselle lähinnä negatiivisia kokemuksia omaavien opiskelijoiden kauhukertomusten levittäminä (Garfield 1997; Väisänen & Ylönen 2004), mutta myös eri tieteenalojen opettajakunta voi joko tarkoituksellisesti tai tahattomasti lietsoa kielteisiä ennakkoluuloja (Rautopuro & Väisänen 2003). Tilanne on tuttu myös Suomessa, sillä esimerkiksi Töttö totesi Ylioppilaslehden haastattelussa (Sommers 2000) seuraavaa:

Opiskelijat oppivat jo varhain, että yliopisto-opinnoista selviää hienosti ilman tilastollisia menetelmiä. Tämän vuoksi määrällisiä menetelmiä käytetään sosiaalitieteissä nykyisin häviävän vähän. Ilmiö on levinnyt myös muille tieteenaloille: moni kauppatieteilijä on hylännyt numerot ja tilastot.

Väisänen ja Ylösen (2004) tutkimuksessa puolestaan eräs opettajaksi koulutettava opiskelija kertoo ennakkoluuloistaan tilastollisten menetelmien perusteista seuraavasti:

Kurssi on tylsä, koska asiat ovat varmasti vaikeita. En koe tarvitsevani tätä, koska haluan olla lasten kanssa, en tehdä tutkimusta!!!

Myös tiedeyhteisön sisältä – jopa menetelmäopintoja opettavien opettajien suusta – voi kuulla sangen pessimistisiä näkemyksiä tilastollisten menetelmien tarpeellisuudesta, kuten seuraava siteeraus suomalaisten kasvatustieteiden yksiköiden tilastollisten menetelmien opettajille suunnatusta kyselystä osoittaa (Rautopuro & Väisänen 2004a):

En tiedä onko siinä kovinkaan korvaamattomasta menetyksestä kyse, jos kvantitatiiviset tutkimukset siirtyvät historiaan. Ehkä ne ovat enemmänkin osa tutkimuksen historiaa kuin arkea, mutta emme vain ole vielä tiedostaneet tätä.

Ennakkoluuloihin vaikuttaa kouluissa – yleensä matematiikan opetuksen yhteydessä – annettu tilastollisten menetelmien opetus. Tilastotieteen opinnot koetaan epämieluisina ja jotkut opiskelijat saattavat jopa pelätä niitä. Tilastotieteen kurssveja kohtaan esitetyt negatiiviset ennakkoluulot liittyvät yleensä joko kurssien työmäärään tai teoreettisuuteen ja matemaattisuuteen. Tosin jotkut opiskelijat odottavat myös tärkeää kurssia, josta on jopa hyötyä myöhemmissä opinnoissa (Gal & Ginsburg 1994; Hauff & Fogarty 1996; Rautopuro 1999a).

Tilastotieteen opetuksen kannalta opiskelijoiden ambivalentti asennoituminen (epämielisyys – hyödyllisyys) on ongelma. Negatiivisten ennakkoluulojen muuri olisi saattava murtumaan, jotta todellisia oppimistuloksia voitaisiin odottaa. Ennakkoluulojen suurta vaikutusta kuvaa Harvardin yliopistossa suoritettu tutkimus, jossa opiskelijoille esitettiin ennen matematiikan kurssia 30 sekunnin äännettömiä videopätkiä kurssista. Videopätkien perusteella annetut arviot kurssista toimivat lähes täydellisinä ennusteina niille arvioille, joita opiskelijat antoivat kurssin jälkeen (Ruskal 1997).

Gal ja Ginsburg (1994) toteavat, että opetuksessa kognitiivisten tekijöiden (tiedot ja taidot, joita opiskelijoiden odotetaan kehittävän) lisäksi tulisi enemmän ottaa huomioon myös tilastotieteen opetuksen ei-kognitiiviset tekijät, kuten opiskelijoiden tunteet, asenteet, uskomukset, kiinnostuksen kohteet ja motivaatiot. Näiden tekijöiden huomioiminen on tärkeää, koska niillä voi olla yhteyttä opiskelijoiden ongelmiin oppia tilastollisten menetelmien perusteita. Etenkin asenteissa ja motivaatiossa on paljon korjaamista. Esimerkiksi suuri enemmistö suomalaisten kasvatustieteellisten tiedekuntien opiskelijoista tekee nykyään pro gradu -tutkielmansa laadullisin menetelmin (keskimäärin 75–80 %, Rautopuro & Väisänen 2004a) ja monet opiskelijat uskovat, etteivät tarvitse kvantitatiivi-

sia menetelmiä mihinkään, vaikkakin myös laadullisen opinnäytetyön tekijälle on eduksi, jos hän pystyy lukemaan oman alansa tieteellisiä julkaisuja valistuneesti ja myös omaksu-
maan kvantitatiivisin menetelmin tehtyä tutkimusta. Opettajien pitäisi kyetä lukemaan ja arvioimaan kriittisesti oman alan tutkimuksia.

4.3 Opiskelijoiden minäpystyvyyden vaikutus oppimiseen

Oppimisen tutkimuksessa on 1990-luvulla kiinnitetty yhä enemmän huomiota opiskelijoiden ajatusten, uskomusten ja tuntemusten vaikutukseen heidän oppimistuloksiinsa. Oletuksena on, että opiskelijat aktiivisina tiedon käsittelijöinä vaikuttavat oppimistilanteeseen yhtä paljon kuin oppimistilanne vaikuttaa heihin. Tämä ajatus on täysin päinvastainen skinneriläiselle behaviorismille, jonka mukaan opiskelijat ovat tiedon passiivisia vastaanottajia, joiden oppimista vahvistetaan ärsyke → reaktio -kaavion mukaisesti (Schunk 1992).

Bandura esitteli 1970-luvun loppupuolella käsitteen *minäpystyvyys* (self-efficacy), joka tarkoittaa ihmisen omaa uskomusta suorituskyvystään sekä havaintoja omista kyvyistään suunnitella toimintaansa ja edelleen toimia tehtävänratkaisun edetessä. Ihmisen tehokas toiminta ei tarkoita pelkästään tietoa siitä mitä pitäisi tehdä ja motivoituneisuutta tekemiseen. Ihmisen pystyvyys ei myöskään ole kiinteä kyky, joka jollakulla on tai ei. Pystyvyys on pikemminkin generatiivinen kyky jonka avulla yksilö soveltaa kognitiivisia, sosiaalisia, emotionaalisia taitojaan mahdollisimman optimaalisesti lukemattomissa erilaisissa tilanteissa, eikä pystyvyys missään tapauksessa ole erillisten osataitojen summa (Bandura 1997, 36–37). Minäpystyvyydellä ja muilla menestymisen odotuksia kuvaavilla käsitteillä on yhteistä se, että ne viittaavat oppilaan käsityksiin kyvyistään, henkilö siis arvioi mahdollisuuksiaan suoriutua jostain tehtävästä, ei siis suoraan itseään tai ominaisuuksiaan. Minäpystyvyydessä on keskeistä kuitenkin sen tehtävä- ja tilannesidonnaisuus. Minäpystyvyyttä laajempien menestymisen odotusten on myös todettu korreloivan opintosuoritusten ja opiskelumotivaation kanssa vaikkakaan ei yhtä voimakkaasti kuin tilannesidonnaisemman minäpystyvyyden. (Pajares 1995; Pajares & Miller 1995; Zimmerman 2000.)

Oppilaan käsityksiä kyvyistään suoriutua annetuista tehtävistä (menestymisen odotuksia) pidetään yleisesti välttämättömänä, joskaan ei riittävänä edellytyksenä opiskelumotiivaatiolle. Minäpystyvyys -tuntemusten on havaittu vaikuttavan paitsi opiskelijoiden tavoitteiden asettamiseen niin myös motivaatio- ja päätöksentekoprosesseihin. Voimakkaat pystyvyyesarvioinnit ovat yhteydessä hellittämättömyyteen ja sinnikkääseen toimintaan erityisesti niissä tilanteissa, kun opinnoissa ilmenee vastoinkäymisiä. Minäpystyvyys ei kuitenkaan ole synonyymi sanoille kyky tai taito, puhumattakaan näiden ominaisuuksien määrästä. Minäpystyvyys ei myöskään ole synonyymi minäkäsitykselle, eli sille miten ihmiset

hahmottavat ominaisuuksiaan, motiivejaan ja käyttäytymistään. Kysymys on enemmänkin monimutkaisesta ja vuorovaiikutuksellisesta suhteesta yksilön henkilökohtaisten kokemusten, kognitiivisten arvostusten ja emotionaalisten reaktioiden kesken erilaisissa tilanteissa ja ympäristöissä. Minäpystyvyys on siis enemmänkin spesifi tilanne- ja tehtävisidonnainen tekijä kuin globaali piirretekijä. (Bandura 1997, Hackett ja Betz 1992.)

Yksilön kyky motivoida itseään ja siihen liittyvä tavoitteellinen toiminta perustuvat siis minäpystyvyysteoriassa yksilön kognitiiviseen aktiivisuuteen. Oppija muodostaa itselleen minäpystyvyyssuskomuksia, arvioi toimintansa mahdollisia seuraamuksia, asettaa itselleen tavoitteita sekä suunnittelee toimintaansa saavuttaakseen myönteisiä tuloksia ja välttääkseen kielteisiä tuloksia. Tavoitteiden saavuttamiseen liittyvä tyydytys antaa suuntaa opiskelijan toiminnalle ja ylläpitää ponnisteluja päämäärän toteutumiseksi. Minäpystyvyys ohjaa siis sitä millaisia ja miten vaikeita tehtäviä esimerkiksi opiskelijat ottavat suorittaakseen (Bandura 1997). Opiskelijan minäpystyvyyteen, joka on herkästi muuttuva olotila, vaikuttaa lähinnä neljä tekijää:

1. aikaisemmat menestyksen tai epäonnistumisen kokemukset (Schunk & Rice 1987)
2. sijaiskokemukset (vicarious experiences), eli muiden toiminnan seuraaminen ja vertaaminen omiin suorituksiin (Wood 1989; Bandura & Jourden 1991)
3. sosiaalisen ympäristön sanallinen vakuuttelu (opettajan antama palaute, vanhempien ja vertaisryhmien odotukset) (Schunk 1992; Schunk & Cox 1986)
4. omat fysiologiset tunnetilat (Bandura 1988).

Keskeisin minäpystyvyyteen vaikuttava tekijä on omat aiemmat menestymisen ja epäonnistumisen kokemukset, muiden kolmen tekijän vaikutukset ovat vähäisempiä, varsinkin jos ne ovat ristiriidassa omien kokemusten kanssa. Edellä mainitut neljä tekijää eivät kuitenkaan ole ainoita minäpystyvyyden tunteen muokkaajia, vaan siihen vaikuttavat esimerkiksi opiskelijan käsitykset itsestään opiskelijana, omasta oppimiskyvystä yleensä, käsitykset tehtävän vaikeudesta ja sen vaatimasta työmäärästä sekä saatavissa olevasta ulkopuolisen avun määrästä. (Bandura 1997, 79–113; Schunk & Cox 1986).

Vaikeaksi koettujen tilastollisten menetelmien opiskelun kannalta on olennaista, että opiskelijat, joilla on korkea minäpystyvyys ponnistelevat voimakkaasti käyttäen tehokkaita opiskelustrategioita (kuten itseohjautuvuus ja metakognitiot) ja kestävät paremmin vastoinkäymisiä (Bouffard-Bouchart 1990; Pintrich & DeGroot 1990; Schunk 1992). Tunteiden tasolla matalan minäpystyvyyden kokemukset vaikeiksi koetuissa tehtävissä liittyvät muun muassa avuttomuuteen, ahdistukseen (tilastollisten menetelmien yhteydessä tilastoahdistukseen) ja depression johtaen matalaan itsearvostukseen sekä pessimistisiin ajatuksiin saavutuksista ja henkilökohtaisesta kehityksestä (Arch 1992; Beck 1973). Minäpystyvyyssäilykset ovat siis keskeisiä opiskelumotivaation aineksia.

4.4 Tilastoahdistus

Ahdistuksen negatiivisesta vaikutusta eri-ikäisten opiskelijoiden opintosuorituksiin on tutkittu paljon (mm. Covington & Omelich 1987; Phillips 1987; Sogunro 1998). Yhteistä tutkimuksille on se, että ahdistuneisuus korreloi negatiivisesti sinnikkyyden ja opintomenestyksen kanssa. Kaiken kaikkiaan ahdistus kohdistaa huomion ja mielenkiinnon pois opiskeltavasta aiheesta ja johtaa heikkoon kognitiiviseen suoriutumiseen.

Ahdistuksessa on kysymys tunteiden ristiriidasta; on olemassa hyväksytyjä ja kiellettyjä tunteita. Ahdistus voidaan määritellä epämiellyttäväksi pelkotunteeksi, joka on suunnattu mahdolliseen epätoivottuun seuraamukseen tulevaisuudessa. Tyypillisesti tällainen pelkotunne on täysin suhteeton mahdolliseen uhkaan verrattuna (Isometsä 1999). Ahdistuneisuuden tunteella tarkoitetaan sisäistä jännitystä, levottomuuden, kauhun tai paniikin tunnetta. Ahdistus on pitkälti pelon kaltainen tunnetila, mutta pelon kognitiivisena sisältönä on yleensä todellinen ulkoinen vaara, ahdistuneisuudessa sitä ei ole. Ahdistuneisuutta voidaan siis kutsua pelon tunteeksi ilma ulkoista vaaraa. Pelko ja lievä ahdistus ovat normaaleja tunnekokemuksia, mutta voimakkaiden ja pitkäkestoisten, psyykkistä ja sosiaalista toimintakykyä rajoittavien ahdistushäiriöiden yhteydessä voidaan puhua jopa mielenterveyden häiriöistä. (Isometsä 1999.)

Kielletyt tunteet, kuten viha tai inho, voivat johtaa henkiseen umpikujaan eli pelkoon tai ahdistukseen. Tilastoahdistus (Zeidner 1991; Birenbaum & Eylath 1994; Onwuegbuzie, DaRos & Ryan 1997) tarkoittaa opiskelijan tilannesidonnaista yleistä ahdistuksen kokemusta kaikissa sellaisissa tilanteissa, joissa opiskelija joutuu tekemisiin tilastotieteellisten sovellusten, opetuksen tai oppimisen kanssa. Onwuegbuzien (1999) mukaan kyseessä on laaja ja monimutkainen tunnereaktioiden joukko, joka vaikeuttaa oppimista. Hänen tutkimustensa mukaan tilastoahdistusta selittäviä tekijöitä ovat muun muassa opiskelijan sukupuoli, pääaine, matemaattinen itseluottamus, matemaattiset kyvyt, aiempi menestys matematiikan opinnoissa sekä tieto- ja viestintäteknologian taidot. Lisäksi tavalla, jolla opiskelija subjektiivisesti arvioi ja vastaanottaa tietoa (modaaliiteetilla), opiskelijan perfektionismin tasolla sekä erilaisilla opiskeluorientaatioilla on todettu olevan yhteys tilastoahdistuksen tasoon.

Tilastoahdistuksen on havaittu olevan moniulotteinen ilmiö. Cruise, Cash ja Bolton (1985) löysivät tutkimuksessaan tilastoahdistukselle kuusi ulottuvuutta:

1. *Tilastollisten menetelmien arvostuksen puute*. Opiskelija ei sanottavammin arvosta tilastollisten menetelmien opintoja, eikä välttämättä katso niiden soveltuvan omaan persoonaansa.
2. *Tulkinta-ahdistus*. Opiskelija ei uskalla tehdä johtopäätöksiä ja tulkintoja tutkimusaineiston perusteella: Tämä ulottuvuus liittyy myös kyvyttömyyteen valita tilastollisia testejä tutkimushypoteesien testaamiseen.

3. *Testi- ja kurssiahdistus.* Opiskelija kokee ahdistusta ilmoittautua ja osallistua tilastollisten menetelmien kursseille, ratkoa tilastollisia ongelmia ja osallistua kurssien tentteihin.
4. *Laskennallinen ahdistus.* Tällä ulottuvuudella on yhteys sekä matemaattiseen ahdistukseen että tietokoneahdistukseen. Opiskelija ahdistuu, koska kokee omat kykynsä ymmärtää tilastollisia menetelmiä puutteelliseksi, sillä niiden ratkaiseminen vaatii matemaattisia laskutoimituksia tai tieto- ja viestintäteknologian taitoja.
5. *Pelko kysyä apua.* Opiskelija ei uskalla kysyä apua tilastollisten ongelmien ratkaisussa opiskelijatoveriltaan eikä opettajilta.
6. *Pelko tilastollisten menetelmien opettajia kohtaan.* Opiskelija voi kyseenalaistaa opettajan inhimillisyyden ja kokee tilastollisten menetelmien opettajan henkilönä, jolta puuttuu kyky suhtautua opiskelijoihin ihmisinä.

Vaikka ahdistuksen tason negatiivisista vaikutuksista kognitiivisiin suorituksiin onkin näyttöä, ovat tutkimustulokset tilastoahdistuksen vaikutuksesta tilastollisten menetelmien oppimistuloksiin ristiriitaisia. Selvää on kuitenkin se, että pelko ja ahdistus vaikeuttavat tilastollisten menetelmien oppimisen kannalta tehokkaiden oppimisstrategioiden käyttöä.

Onwuegbuzie (1998) vertaa tilastollisten menetelmien oppimista vieraiden kielten oppimiseen ja toteaa, että jopa 80 % yliopisto-opiskelijoista on kokenut jonkinasteista tilastoahdistusta. Ahdistuksen seurauksena opiskelijat voivat viivyttää tilastomenetelmien kursseille osallistumista jopa viimeiseen lukuvuoteen, jolloin kursseista ei enää ole suurtakaan hyötyä opintojen kannalta. Onwuegbuzie ym. (1997) toteavat, että ahdistus epäonnistumisesta (failure anxiety) on erittäin yleistä tilastollisten menetelmien kursseille osallistuvilla opiskelijoilla. Tämän ahdistuksen voi jaotella kolmeen ulottuvuuteen. Opiskeluun liittyvä (study-related anxiety) ahdistus on yhteydessä lähinnä tenttiin valmistautumiseen, tenttiahdistus (test anxiety) itse tenttitilanteeseen ja siitä suoriutumiseen ja arvosana-ahdistus (grade anxiety) puolestaan opiskelijoiden usein epärealistisiin odotuksiin kurssin suorituksen arvioinnista. Onwuegbuzie (2000) on myös todennut, että tilastoahdistus vaikuttaa negatiivisesti tilastollisten menetelmien kurssisuorituksiin ja on kaiken lisäksi paras selittävä muuttuja opiskelijoiden saavutuksiin menetelmäkursseilla.

4.5 Harhakäsitykset oppimisen esteenä

Jokainen opettaja on joskus törmännyt tilanteisiin, joissa opiskelijoiden oppiminen ei etene toivotulla tavalla opettajan ja opiskelijoiden ponnisteluista huolimatta. Oppimisvaikeuksien voidaan ajatella johtuvan joko opetettavan asian vaikeudesta, opettajan käyttämästä opetusmenetelmästä, oppilaiden lahjattomuudesta ja/tai laiskuudesta tai jopa opetta-

jan epäpätevydestä. Oppimisvaikeuksien taustalla saattavat kuitenkin olla oppilaiden ennakkokäsitykset opiskeltavasta asiasta. Mielekäs oppiminen tapahtuu konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan siten, että opiskelija kiinnittää opetettavan tietoineksen jo olemassa olevaan tietorakenteeseensa. Olemassa olevan tiedon kanssa yhdenmukainen uusi tieto on helppo ymmärtää ja omaksua, mutta olemassa olevaan tietoon liittyvä ristiriitainen informaatio saattaa vääristää uuden tosiasian yhdenmukaiseksi olemassa olevan (mahdollisesti virheellisen) rakenteen kanssa. Näin syntyy harhakäsitys (Batanero ym. 1994; Saari 1997).

Monilla opiskelijoilla on – usein intuitioon perustuvia – ennakkokäsityksiä (preconceptions) tilastotieteen opiskelussa esiin tulevista käsitteistä, kuten todennäköisyys, satunnaisuus, keskiarvo, vaihtelu, tapahtumien riippumattomuus ja samanaikaisesti esiintyvien ilmiöiden asiayhteys. (Garfield & delMas 1991; Konold 1995; Mevarech 1983; Shaughnessy 1992; Tversky & Kahneman 1982.) Hajonnan, otostunnuslukujen ja niiden jakaumien (otantajakauma) käsite sekä tilastollisen selittämisen probabilistinen luonne ovat vaikeita ymmärtää, ja tämän vuoksi niin opiskelijat kuin tutkijat käyttävät tilastollista päättelyä ja tulkitsevat merkitsevyydestejä usein väärin (Batanero 2000; Wright 2003). Tilastollisten testien antamien tulosten varaukseton ja sokea hyväksyminen ehdottomina totuuksina sekä testien virheellinen käyttö ovat olleet kriittisen keskustelun kohteena jo jonkin aikaa (ks. Batanero 2000; Harlow, Mulaik & Steiger 1997). Myöskään tilastollisten hypoteesien merkitys (esimerkiksi vastahypoteesin muoto) testausasetelmassa ei näytä olevan kovin selkeä. Tähän ongelma-alueeseen ovat kiinnittäneet huomiota myös Vallecillos (1999) ja Chow (1996) tutkimuksissaan.

Tilastotieteen kurssien sisältöä ja käsitteistöä kohtuullisesti vastaavat ennakkokäsitykset auttavat oppimista. Mikäli käsitteistöä koskevat ennakkokäsitykset ovat harhaisia, saattaa niillä olla suuri oppimista hankaloittava vaikutus, koska virheellisten käsitysten muuttaminen on sangen vaikea prosessi. Useiden kasvatuspsykologian tutkijoiden mielestä opiskelijoiden ennakkokäsitykset ovat tärkein oppimiseen vaikuttava tekijä (Batanero ym. 1994; Rautopuro 1999a; Saari 1997; Thomason, Cumming & Zangari 1995). Jos opiskelijat eivät ymmärrä peruskäsitteitä ja niiden välisiä suhteita, ei heillä myöskään ole riittäviä valmiuksia suoriutua itsenäisesti tilastollista ongelmanratkaisua ja päättelyä edellyttävistä tehtävistä, esimerkiksi kvantitatiivisen opinnäytetyön laatimisesta.

Monet tutkimukset ovat osoittaneet, että opiskelijoiden täytyy voittaa samat epistemologiset vaikeudet, jotka on havaittu tiedon historiallisessa kehityksessä. Vaikeus on jotain mikä estää opiskelijaa suorittamasta tehtävää oikein tai ymmärtämästä sitä suhteellisen nopeasti. Vaikeus voi liittyä itse tehtävään, opetustapaan tai opiskelijan kognitiivisiin, emotionaalisiin tai motivationaalisiin tekijöihin. Virheet ja vaikeudet eivät esiinny satunnaisesti tai ennustamattomasti, vaan monesti niissä on havaittavissa säännönmukaisuuksia. (Batanero ym. 1994.) Yksi tärkeä ongelma tilastotieteellisten käsitteiden oppimis-

sa on se, että eräät opiskelijoiden omista ennakkokäsityksistä ovat sellaisia, joiden avulla tilastollisia ongelmia voidaan ratkaista joissakin erikoistapauksissa, mutta omaksuttu ratkaisuteknikka ei ole yleistettävissä. Mikäli opiskelijalla on vaikeuksia korvata tällaisia ennakkokäsityksiä, on kyseessä *kognitiivinen este*. Kognitiivinen este voidaan kuvata seuraavasti (Batanero ym. 1994):

- Kognitiivinen este on ennakkotietoa, ei tiedon puutetta.
- Opiskelija löytää omaa ennakkotietoaan käyttäen oikean ratkaisun annettuun ongelmaan jossakin asiayhteydessä.
- Mikäli samaa ratkaisuteknikkaa käytetään toisessa asiayhteydessä, se tuottaa virheellisen ratkaisun; yleinen ratkaisu vaatii toisenlaista ajattelua.
- Kognitiivinen este estää opiskelijan syvällisen oppimisen; kognitiivisen esteen olemassaolo on havaittava ja korvattava uudella tiedolla.
- Kun opiskelija on päässyt eroon kognitiivisesta esteestään ja havainnut sen epätarkkuuden, se toistuu enää satunnaisesti.

Kognitiiviset esteet voidaan luokitella monella eri tavalla. Batanero ym. (1994) luokittelevat kognitiiviset esteet kolmeen luokkaan.

1. *Ontogeeniset esteet* (psykogeneettiset esteet) ovat riippuvaisia yksilön kehityksestä ja käsityskyvystä. Todennäköisyyden käsitteen ymmärtäminen vaatii esimerkiksi käsitystä suhteellisesta osuudesta.
2. *Didaktiset esteet* syntyvät lähinnä opetustilanteessa valituista opetusdidaktisista menetelmistä. Tilastotieteessä esimerkiksi keskihajonnan esittäminen symbolein (kaava 1) saattaa aiheuttaa opiskelijoille vaikeuksia ilman konkreettisia esimerkkejä.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Kaava 1. Keskihajonta

3. *Epistemologiset esteet* ovat yhteydessä itse opetettavaan käsitteeseen, jolloin osa käsitteen merkitystä on käsitteessä itsessään. Tällaisia oravanpyöräpäätelmiä esiintyy esimerkiksi todennäköisyyden käsitteen (klassinen todennäköisyys) määrittelyssä ja käsite määritellään aksiomien avulla.

Curzio (1987) on esittänyt, että tilastotieteellisten käsitteiden oppimisen ongelmat ovat yhteydessä ongelmiin graafisten ja taulukkomuotoisten esitysten hahmottamisessa. Curzio on erotellut kolme erillistä tasoa tutkimustulosten (taulukot ja kuvat) ymmärtämisessä.

1. *Tulosten lukeminen ilman tulkintaa.* Tuloksista käytetään ainoastaan kuvioissa tai taulukoissa esitetyt tosiasiat.
2. *Tulosten sisäistäminen.* Vaatii matemaattisten ja tilastotieteellisten käsitteiden vertailua, käyttöä ja hallintaa.
3. *Tulosten yleistäminen.* Vaatii tutkimustulosten laajemman käytön (tilastollinen päättely, ennustaminen) taitoja ja oivaltamista.

Esimerkiksi kahden muuttujan riippuvuutta kuvaavan hajontakuvion (ks. liite 4) tulkinassa tulosten lukemisen taso tarkoittaa lähinnä kuvion akseleiden mitta-asteikkojen ymmärtämistä ja yksittäisten havaintojen asettamista hajontakuvioon. Tulosten sisäistämisen taso puolestaan tarkoittaa yhteisvaihtelun (korrelaation) suuruuden arviointia ja mahdollisesti lineaarisen tai epälineaarisen riippuvuuden sopivuuden hahmottamista. Mikäli kuvion tulkitsijalta edellytetään taitoa ennustaa yhden muuttujan arvoa kun toisen muuttujan arvo tiedetään, puhutaan tutkimustulosten yleistämisen tasosta (Batanero ym. 1994).

Oppimisen kognitiiviset esteet sekä harhakäsitysten säilyvyys ovat ongelmia tilastollisten menetelmien soveltamiselle opintoihin liittyvissä kurseissa sekä opinnäytetöissä. Myös kyky soveltaa tilastollisia menetelmiä vaihtelee; osa opiskelijoista kykenee itsenäiseen työskentelyyn opinnäytetyönsä parissa, mutta osa ei selviä edes tenteistä useankaan yrityskerran jälkeen (Rautopuro & Väisänen 2004b). Opinnäytöissä havaittavat virheet eivät ole vähäisiä. Suurella osalla tilastollisia menetelmiä töissään käyttävillä opiskelijoilla ja tutkijoilla on ongelmia perusasioissa, kuten perusjoukon määrittely, aineiston keruu, mittareiden operationalisointi, tilastollisten menetelmien valinta, tulosten tulkinta, tutkimuksen virhelähteiden pohdinta, tilastollisten raporttien kirjoittaminen ja etenkin tulosten yleistettävyyden pohdinta (Rautopuro 2005; Rautopuro ym. 2007). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tilastollinen tutkimus ymmärretään toisistaan irrallisina tilastollisina temppeina, eikä tutkimuksen syvempää prosessia ole joko ymmärretty tai pohdittu.

4.6 Tilastotieteen opetus kehityksen jarruna

Tilastollisten menetelmien opetukseen voidaan aikaisemman tutkimuksen ja kirjallisuuden perusteella pohjalta löytää useita ongelmia. Opetus on yleensä nojannut liikaa perinteiseen tiedonjakelumalliin, jossa luennolla kerrotaan asiat, esitetään kaavat ja annetaan laskuesimerkki. Tämän jälkeen opiskelijat ratkovat laskuharjoituksissa tehtäviä ymmärtämättä paljoakaan siitä, mitä ovat tekemässä ja mitä saatu tulos tarkoittaa. Useasti tilastotieteen opettajille hyvin valmistellut luennot ja hyvä opetus ovat synonyymeja; eroa opetetun ja opitun asian välillä ei tiedosteta (Garfield 1997; Garfield & Chance 2000; Garfield & Gal 1999). Harjoitusesimerkit (perinteiset laskuharjoitukset) ovat pääsääntöisesti täysin

irrallaan opiskelijan muiden aineiden opinnoista, vieraita elämälle, keksittyjä tai ne on irrotettu tutkimuksesta ja luonnollisesta tutkimusprosessista. Oppimisen arviointi on rajoittunut lähinnä kurssin loppupotentistä annettavaan numeroon eikä esimerkiksi autenttisen arvioinnin keinoja ole käytetty. Opiskelija saa välitöntä palautetta siitä miten hyvä tai huono hän on, mutta ei esimerkiksi siitä, miten hän todella ymmärtää asiat ja missä osa-alueissa on korjaamista.

Tilastollisten menetelmien opettajien käyttämä kieli on usein abstraktia ja käsitteellistä ja ilman riittävää havainnollistamista ja konkreettisia esimerkkejä se ei avaudu opiskelijoille (Watts 1991; Rautopuro 1997). Usein opettajilta, varsinkin tilastollisia menetelmiä soveltavilla aloilla, puuttuu joko tilastollinen asiantuntemus tai pedagogiset taidot – pahimmasa tapauksessa molemmat. Toisin sanoen asioiden hallinta saattaa jäädä oppikirjatason tiedoksi (Rautopuro & Väisänen 2003). Opetuksessa ei myöskään oteta riittävästi huomioon opiskelijoiden kognitiivisia ja affektiivisia lähtötasotekijöitä (matematiikan taidot, aikaisemmat tiedot tilastotieteestä, opetuksen kognitiivinen kuormittavuus, emootiot), ennakkokäsityksiä ja -luuloja tilastotieteestä, käsityksiä itsestään tilastotieteen oppijana tai oppimistyytlejää ja -strategioita, joita sekä konstruktivistiset että oppimisen affektiivis-motivatioonallisia tekijöitä painottavat teoriat korostavat uuden oppimisen lähtökohtina (Rautopuro & Väisänen 2003; Väisänen & Ylönen 2004). Tilastollisten kurssien resurssitkin ovat useimmiten riittämättömät. Tilastollisen ajattelun ja ongelmanratkaisun taidot, käsitteiden välisten yhteyksien havaitseminen ja toimintakaavioiden (esimerkiksi oikean testin valinta sekä tarvittavat analyysit ja tulkinnat) oppiminen edellyttävät ongelman tunnistamista ja analyysiä sekä synteessin tekemisen taitoja, jotka kypsyvät hitaasti ja edellyttävät työskentelyä tutkimustehtävien parissa. Asiantuntijoilla nämä taidot ovat automatisoituneet eivätkä he välttämättä havaitse näiden harjoittelun merkitystä opiskelijoiden oppimiselle (Bransford, Brown & Cocking 1999; Lovett & Greenhouse 2000; Moore 1997).

Kognitiivisen taakkateorian (Cognitive load theory, CLT) mukaan oppiminen on heikkoa kognitiivisen taakan ääripäissä; äärimmäisen matalassa tai äärimmäisen korkeassa kuormituksessa (Paas, Renkl & Sweller 2004; Sweller 1988). Korkea kognitiivinen kuormitus tarkoittaa sitä, että vastaanottaja ei pysty ottamaan vastaan kaikkea esitettyä informaatiota tai poimimaan siitä olennaista. Perinteisessä opetuksessa tilastolliset käsitteet ja ideat jäävät usein opiskelijalle vieraisiksi ja abstrakteiksi ja pikemminkin laskevat kuin kohottavat motivaatiota. Kognitiivinen taakka nousee herkästi liian suureksi ratkaistaessa kompleksisia tilastollisia tehtäviä ja seurauksena on ylikuormitus ja ylivirtaus (Alamäki 2002, 56–65; Lahlou 2000). Matala kognitiivinen kuormitus liittyy läheisesti asiantuntijuuden pääläelleen kääntymisen (expertise reversal effect) käsitteeseen (Kalyuga, Ayres, Chandler & Sweller 2003). Sellaiset opetusmenetelmät, jotka minimoivat kognitiivista kuormitusta noviiseille, voivat olla erittäin tehottomia eksperteille.

Kognitiivinen ylivirtaus (cognitive overflow) ei tarkoita pelkästään vastaanotettavan tiedon määrää vaan toiminnallista ylivirtausta. Alamäen (2002) mukaan ihminen käyttää toiminnassaan työmuistia, johon tallentuu juuri sen hetkessä tilanteessa tai toiminnassa tarvittavaa informaatiota. Tämän muistin ylikuormittuminen on oppimista haittaava tekijä. Opetuksessa tulisikin ottaa enemmän huomioon opiskelijoiden oppimistyyliä ja -strategiat ja auttaa opiskelijoita käyttämään tehokkaita opiskelutapoja. Esimerkiksi heikon tai epäsuotuisan taustan omaava opiskelija saattaa turvautua asioiden mekaaniseen ulkoa opetteluun ja muistisääntöjen kehittämiseen ja sitten epäonnistua tentissä, joka edellyttää kykyä ymmärtää ja soveltaa opittua (Rautopuro & Väisänen 2003). Soweyn (1995) mukaan tilastotieteen opetus on parhaimmillaan silloin kun opetukseen sisältyy älyllinen innostus, sitkeys haastavaan tutkimukseen ja käytännön hyödyllisyys. Keskeinen merkitys tällaisen opetuksen aikaansaamiseksi on oppimisympäristöllä ja opettajan innokkuudella ja sitoutumisella oppiaineeseensa.

Vaikka konstruktivistinen oppimisenäkymä on saanut vankan jalansijan yliopisto-opetuksessa ja tietoteknologian sovellukset opetuksessa ovat kehittyneet kovaa vauhtia, eivät muutoksen tuulet näy juurikaan tilastotieteen opetuksessa. Monissa oppilaitoksissa opiskelijat istuvat edelleen passiivisena luokkahuoneessa luennoitsijan siirtäessä tietoa heille powerpoint-esityksen, piirtoheittimen tai liitutaulun sekä oman puheen välityksellä. Tilastotieteen opetus on siis varsin paikalleen jämähtänyttä, koska monet tilastotieteen opettajat vastustavat, tai ainakin hidastavat muutoksia. Opettajat pitävät siis tietoisesti tai tiedostamattaan yllä myyttiä *opetus on kertomista ja oppiminen on kerrotun muistamista* (Garfield 1997).

Perinteinen luennointi on taloudellinen ja suhteellisen tehokas opetusmenetelmä, jota tulisi kuitenkin täydentää muilla menetelmillä. Tehokkaan luennoinnin keskeisiä edellytyksiä ovat esityksen selkeys ja ilmeikkyytensä sekä luennon rakenteen johdonmukaisuus. Luentojen tarpeellisuutta perustellaan yleensä kahdella argumentilla: 1) luentojen avulla on helppo luoda yleiskuva opetettavasta asiasta ja 2) ilman luentoja opettaja ei pysty luomaan kattavaa esitystä opetettavasta asiasta (Moore 1997). Luennot ovat myös yksinkertainen ja nopea tapa välittää sellaista informaatiota, joka ei ole yleisesti saatavissa. Luennot välittävät myös puhujan kiinnostuksen ja innostuksen tavalla, johon esimerkiksi kirjat eivät pysty. Luennoilla voidaan myös antaa kuva siitä, kuinka tietyn tieteenalan ammatillaiset lähestyvät tutkimusongelmia ja millaiset ovat tieteenalalle tyypilliset ajattelutavat (Kekäle 1994, 15–16). Uusien opetusmenetelmien ja uuden opetusteknologian käyttöön ottoa tilastotieteen opetuksessa vastustetaan pääasiassa kolmesta lähtökohdasta (Garfield 1997):

1. ***Kurssi ei muodostu riittävän kattavaksi uusien opetusmenetelmien avulla***

Monilla tilastotieteen opettajilla – kuten korkeakouluopettajilla yleensäkin – on se käsitys, että luento-opetuksella pystytään esittämään enemmän käsitteitä opetta-

vasta aiheesta kuin muiden opetusmenetelmien avulla. Tämä näkemys ei pidä välttämättä paikkaansa. Jos opiskelijat esimerkiksi tutustuvat etukäteen opetettavaan aiheeseen, on luento-opetuksen sijasta mahdollista toteuttaa vaikkapa kollaboratiivista pienryhmissä tapahtuvaa ryhmätyöskentelyä ja keskustelua sekä opittujen asioiden soveltamista todellisiin havaintoaineistoihin. Garfield (1997) toteaa omiin kokemuksiinsa vedoten kyenneensä opettamaan enemmän tilastotieteellisiä käsitteitä kurssien aikana tällaista työskentelytapaa soveltaen.

2. *Uusien opetusmenetelmien soveltuvuus*

Opetuksensa uudistamisesta kiinnostuneet opettajat ovat usein huolissaan siitä, kuinka soveltaa uusia opetusmenetelmiä tietyillä kursseilla tai tietyille opiskelijaryhmille. Esimerkiksi suuria peruskursseja opettavien opettajien on vaikeaa oivaltaa vaikkapa kollaboratiivisen työskentelyn, harjoitustöiden teettämisen (perinteisen tentin sijasta) tai tietokoneavusteisen opetuksen mahdollisuuksia kursseillaan.

3. *Kyvyttömyys arvioida teknologian mahdollisuuksia*

Groeneboom ja de Jong (1996) sekä Moore (1997) toteavat, että tietokoneavusteista laskentaa voidaan käyttää tilastotieteen kursseilla suorittamaan sellaisia rutiinilaskutoimituksia ja graafisia esityksiä jotka aiemmin laskettiin käsin. Ongelmaksi muodostuu kuitenkin se missä vaiheessa opintoja teknologia otetaan käyttöön (tulisiko esimerkiksi histogrammin piirtäminen opettaa ensin käsin ja käyttää vasta sen jälkeen hyväksi tietokonetta). Garfieldin (1997) mukaan tilastotieteen opettajille on tarjolla varsin niukasti hyviä empiirisiä tutkimuksia teknologian hyödyistä tilastotieteellisten käsitteiden oppimisessa.

Perinteiset luentokurssit näyttävät siis – ainakin toistaiseksi – säilyttävän vankan aseman tilastotieteen perusteiden opetuksessa, vaikka niillä ei saavutettaisikaan niitä oppimistuloksia joita monet opettajat kuvittelevat. Perinteinen yksisuuntainen luento-opetus näyttäisi soveltuvan parhaiten tiedon välittämiseen, mutta ei niinkään ajattelun tehokkaaseen edistämiseen tai opiskelijoiden asenteiden tai arvojen muokkaamiseen. Monien opettajien on vaikeaa ymmärtää eroa opetetun asian ja opitun asian välillä. Opiskelijat, jotka menestyvät perinteisten luentokurssien tenteissä hyvin eivät usein pysty selkeästi kuvailemaan ymmärrystään tilastotieteellisistä käsitteistä eivätkä myöskään kykene soveltamaan oppimiaan asioita käytännön ongelmiin (Cobb 1992; Garfield 1995). Smith (1998) toteaa, että opettajien tulisi esittää narsistisen *kuinka voin muokata luentoni erinomaiseksi?* sijasta kysymys *kuinka voin auttaa opiskelijoitani oppimaan tilastotiedettä?*, eli opetustilanteen keskipisteen tulisi olla opiskelija eikä opettaja.

Kekäle (1994, 16–19) esittelee näkemyksiä perinteisen luento-opetuksen heikkouksista. Luento-opetukselle tyypillisiä ongelmia ovat esimerkiksi systemaattisen palautteen puuttuminen opettajalle, opiskelijoiden passiivisuus, luennoilla opitun informaation nopea

unohtaminen sekä opiskelijoiden tarkkaavaisuuden pikainen lasku luennoinnin aikana. Tilastotieteen opetuksen kannalta mielenkiintoisin väittäminen on se, että luennot eivät sovelly hyvin monimutkaisen, abstraktin ja paljon yksityiskohtia sisältävän materiaalin opettamiseen. Perusteluna tälle näkemykselle on se, että mitä monimutkaisemmaksi materiaali tulee, sitä enemmän opiskelijoiden yksilölliset erot vaikuttavat oppimiseen. Tämän vuoksi omaan tahtiin tapahtuva itsenäinen opiskelu sekä vuorovaikutukseen perustuvat menetelmät olisivat luennointia suositeltavampia. Räisänen (1995) ei olisi valmis luopumaan luento-opetuksesta – ainakaan kokonaan. Hänen mielestään luento-opetuksen laatu riippuu opettajan persoonasta, tiedoista ja tutkijakokemuksesta. Räisänen näkee ongelmana sen, että opetusmetodeista keskusteltaessa unohdetaan opetuksen sisältö.

Perinteisen luento-opetuksen tehokkuutta ja yleiskattavuutta koskevien myyttien sekä uusien opetusmenetelmien ja uuden opetusteknologian soveltuvuuden epäilyjen lisäksi opetuksen uudistamista hidastavat muutkin tekijät. Monipuolistaessaan luento-opetusta opettaja joutuu rikkomaan tiettyjä piileviä perussääntöjä, joihin perinteinen luento-opetus nojautuu. Oleellisten muutosten tekeminen opetukseen vaatii aikaa, eikä monilla opettajilla ole tarvittavaa aikaa tutkia, suunnitella, valmistella ja toteuttaa muutoksia. Lisäksi opetuksen kehittämiseen käytetty aika nähdään varsin usein urakehityksen kannalta tärkeästä tutkimuksesta poisheitetyksi ajaksi, eikä heikosti motivoitunut opiskelijajoukko myöskään jaksa innostaa opettajaa. Monet opettajat kokevat myös opetusohjelmat opetuksen kehittämistä rajoittavaksi tekijäksi. Pahimmissa tapauksissa uusille opettajille annetaan käteen valmis kurssirunko ja kalvosarja opetuksessa käytettäväksi (Groeneboom & de Jong 1996; Garfield 1997; Kekäle 1994).

Moore ja Cobb (1995) pohtivat myös tilastotieteen opetuksen perinteisyyttä ja hidasta muutosvauhtia. Tilastotieteen opetuksen tulevaisuutta käsittelevässä artikkelissaan he toteavat, että tilastotieteilijät eivät ole aikailleet ottaessaan käyttöön nopeita ja halpoja tietokoneita laskenta-avuksi tilastollisten menetelmien kehittelyyn. Teknologian myötä tilastotieteen tutkimus ja käytäntö on muuttunut radikaalisti. Tekninen vallankumous ei kuitenkaan ole muuttanut millään tavalla tilastotieteen opetuksen luonnetta tai vaikuttanut opettajien tuotteliaisuuteen. Tilastotieteen opettajien vuorovaikutus opiskelijoiden kanssa on lähes samalla tasolla kuin ennen teknologian käyttöönottoa.

Tarkkonen (2006) pohtii osaltaan myös tilastollisten menetelmien opetusta. Hänen mielestään, ja kuten myöhemmin tulososiossa todetaan, tilastollisten menetelmien parissa on monenlaisia toimijoita, joiden koulutus ja kokemus ovat sangen kirjavia. Tämä asia on Tarkkonen mukaan ymmärrettävä jopa rikkaudeksi, mutta toisaalta olisi myös pohdittava joitakin yhteisiä standardeja, jotka takaavat ammattitaidon. Britanniassa on pohdittu jopa tilastollisten menetelmien osaajien sertifioimista. Toinen asia, jonka Tarkkonen nostaa esiin on jatkokoulutus. Tilastollisten menetelmien soveltajilla ja menetelmien opettajilla on usein jokin muu kuin tilastotieteellinen tutkinto, joten oma tutkimustyö on toiminut

opettajana. Muodollisen tilastollisten menetelmien koulutuksen saaneellekaan tietojen päivittäminen ei ole pahitteeksi.

4.7 Yhteenveto

Tilastollisten menetelmien perusteiden opetuksessa toteutuvat yleensä kaikki kuviteltavissa olevat pedagogiset ongelmat ja haasteet. Yliopistosta riippumatta peruskurssit ovat yleensä opiskelijoille pakollisia yleisopintoja, jotka toteutetaan perinteisinä luentokursseina. Kurssit ovat yleensä massakursseja, joille osallistuu lähinnä opiskelujensa alkuvaiheissa olevia tilastotiedettä soveltavien aineiden opiskelijoita hyvin erilaisin opiskelutavoittein ja -motivaatioin. Opiskelijoiden perusvalmiudet – esimerkiksi matemaattinen pohjakoulutus ja motivaatio – menetelmien opiskeluun ovat myös varsin erilaiset.

Menetelmäkurssit ovat muodostuneet ongelmaksi sekä opettajille että opiskelijoille. Opettajien on joskus vaikea suhtautua riittäväällä vakavuudella heikosti motivoituneiden opiskelijoiden opetukseen. Opiskelijoilla puolestaan on ongelmia hahmottaa abstrakteja tilastotieteellisiä käsitteitä sekä monikäsitteisiä ja tulkinnanvaraisia ratkaisuja. Opiskelijat eivät myöskään välttämättä ymmärrä menetelmäopintojen merkitystä oman oppiaineensa myöhempien opintojen (esimerkiksi omat tutkimukset) kannalta. Pahimmillaan tilastollisten menetelmien perusopinnoista on muodostunut jopa pullonkauloja opiskelijoiden tutkinnoissa.

Tilastollisten menetelmien opetuksessa ei voi ohittaa olankohautuksella ennakkoluulojen, tilastoahdistuksen ja harhakäsitysten vaikutusta oppimiseen. Tilastollista tutkimusta opettavat yksiköt voivat itse vaikuttaa menetelmäopetuksen tilaan olennaisesti jos tahtoa löytyy.

5

Miten opettaa tilastollisia menetelmiä

5.1 Korkeakouluopetuksen haasteet

Yliopisto- ja korkeakouluopetus on ollut suurien haasteiden ja paineiden kohteena. Yhteiskunta on muuttunut nopeasti ja tämän seurauksena erilaisten ammattien elinkaari on lyhentynyt ja työelämän tehtävien laatu on muuttunut olennaisesti. Tiedon ja osaamisen taloudellisen korostumisen myötä yliopistojen asema yhteiskunnassa on muuttunut yhä soveltavampaan ja tuotteistavampaan suuntaan, mikä on merkinnyt yliopistojen perinteisen sivistystehtävän jäämistä taka-alalle. Siltalan (2004, 300) sanoin *Yliopisto nostaa kansan koulutustasoa tuottamalla tittleitä uuden tiedon tuottamisen ja sivistyksen juurruttamisen sijasta*. Yliopisto-opiskelu on muuttunut koulumaiseksi ja yliopistoissa ei enää opiskella vain sivistyksen vuoksi, vaan suoritetaan tutkintoja matkalippuina työpaikkoihin, joissa suurin osa töistä opitaan. Yhä suurempi osa opiskelijoista suhtautuu välineellisemmin yliopisto-opintoihin tavoitellen nimenomaan työmarkkinoilla pärjäämiseen vaadittavia kvalifikaatioita ja pätevyyskysymyksiä (Kivinen & Nurmi 2003; Puhakka, Rautopuro & Tuominen 2008 ja 2010).

Koulutuksen jälkeen opiskelijoiden on pystyttävä vaativiin asiantuntijatehtäviin, joissa edellytetään taitoa hankkia tietoa, taitoa tuottaa tietoa, taitoa soveltaa tietoa ja yhteistyökykyä toisten ihmisten kanssa. Työelämän kehitys edellyttää siis entistä vankempaa spesifin tiedon ja taidon hallintaa, mutta toisaalta joustavuutta, liikkuvuutta sekä työssä tapahtuvaa itsensä kehittämistä ja oppimista. Yhtäaikaaisesti tulisi lisätä opiskelijoiden työllistettä-

vyyttä ja lyhentää opiskeluaikoja – vastata siis Bolognan prosessin ja Lontoon Communiqué (2007) haasteisiin.

Työtehtävissä tarvitaan myös entistä enemmän taitoja, joita saavutetaan vain yliopistokoulutuksessa (Grubb, Norton & Lazerson 2005; Tynjälä, Slotte, Nieminen, Lonka & Olkinuora 2004). Yhteiskunnan tietomäärän ja tietotuotannon lisääntymisen sekä työmuotojen demokratisoitumisen myötä tiedot ovat periaatteessa kaikkien asiantuntijoiden saatavilla ja hierarkkisista henkilösuhteista siirrytään hiljalleen tiimeihin ja verkostoihin. Tämä asettaa monet elitistisiksi koetut oppiaineet kuten matematiikan ja tilastotieteen uudenlaisten haasteiden eteen (Moore 1997; Lehtovaara & Viskari 1997, 15–17; Törmäkangas 2004).

Uudet haasteet, yliopistojen tarve valmistautua laadun arviointiin sekä kilpailu opiskelijoista ja resursseista ovat lisänneet paineita korkeakouluopetuksen tavoitteiden ja muotojen uudelleen arviointiin. Aiemmin yliopistoissa kiinnitettiin paljon huomiota yliopistopetuksen ja oppimisen pedagogisiin kysymyksiin, kuten opetuksen laatuun sekä teoreettisen tiedon ja käytännön suhteeseen (Jauhiainen 1997). Niemen (2007) mukaan opetus yliopistoissa tulee vain tuottavuusohjelmien sivutuotteena, sillä yliopistot näyttävät menettäneen yhteiskunnan luottamuksen siihen, että ne kykenisivät ilman erityistä valvontaa ja indikaattoreita hoitamaan perustehtäviään, vaan niiden toteutumista on seurattava ja valvottava auditoimalla ja monitoroimalla (Mäntylä 2007).

Enkenbergin (2004) mukaan kysymys yliopistokoulutuksen tavoitteista on jäänyt keskustelussa varsin vähälle huomiolle. Suomalaisten yliopistojen tulisi pohtia kahta Laurillandin (2002) esittämää kehittyvän tietotyön haastetta yliopisto-opetukselle:

1. Minkälainen paino tulee opetussuunnitelmissa olla asiantuntijatiedolla (tutkimustieto) ja vastaavasti alan ammattilaisten käytännöistä nousevalla tiedolla? Kysymys liittyy työelämän odotusten ja yliopiston opiskelijoilleen välittämän tiedon ja osaamisen välillä vallitsevaan ristiriitaan.
2. Miten rakentaa koulutus, jotta se muodostaa perustan opiskelijan kasvulle ja kehitykselle koulutuksen jälkeisessä elämässä? Kysymys liittyy keskusteluun yliopistokoulutuksen tavoitteista. Ongelmaksi näyttää nousevan se, että opintosuunnitelmissa painottuu edelleenkin tieto ja tietäminen, vaikka ammattilaiseksi kehittyminen haastaa ennen muuta geneeristen (ajattelun) taitojen hallinnan.

Erityisen tärkeäksi Laurillandin esittämät kysymykset Enkenberg näkee tutkintorakennetyössä ja työelämätaitojen ilmenemisessä opintosuunnitelmissa. Hänen mukaansa työn tekijälleen asettamat haasteet ovat huonosti tunnettuja, eikä niitä ole huomioitu riittävästi yliopistojen opetussuunnitelmia laadittaessa. Enimmäkseen on keskusteltu siitä, mitä koulutuksessa tulee opettaa, jotta se vastaisi sen hetkisen tai lähitulevaisuuden yhteiskunnan vaatimuksia (Enkenberg 2004).

Koulutuksen haasteita voidaan siis pohtia työn tekemisen jatkuvan kehittymisen ja työssä oppimisen näkökulmasta. Tulevaisuudessa työ edellyttää erityisesti ongelmanratkaisutaitoja, kommunikointitaitoja, informaation käsittelyn taitoja, oman toiminnan suunnittelun ja säätelyn taitoja, kehittyvien työvälineiden käyttöönoton ja käytön taitoja sekä taitoja käyttää teknologioita, jotka tukevat yhdessä tapahtuvaa toimintaa. Triling ja Hood (1999) nostavat tiedon ajan (knowledge age) tärkeimmiksi osaamisen muodoiksi seuraavat:

- kriittinen ajattelu ja toiminta (mm. ongelmanratkaisu, tutkiminen, analysointi ja projektin johtaminen)
- luovuus (mm. uuden tiedon luonti, tarkoitukseensa parhaiten sopivien suunnitelmien kehittäminen, taitava tarinan kerronta)
- kollaboraatio (mm. yhdessä tapahtuva toiminta, näkökulmien yhteensovittaminen, kompromissin tekeminen, yhteisön rakentaminen)
- monikulttuurisuuden ymmärtäminen (mm. eri tavoin etnisesti, tiedollisesti ja organisoidusti toimivien kulttuurien ymmärtäminen)
- kommunikointi (viestien luonnostelu ja medioiden tehokas käyttäminen viestinnässä)
- teknologian käyttö (elektronisessa muodossa olevan informaation ja tieto- ja viestintäteknikan tarjoamien välineiden tehokas käyttö)
- oman työn ja oppimisen johtaminen (muutoksen hallinta, jatkuva oppiminen ja työuran uudelleenmäärittäminen).

Enkenbergin (2004) mukaan monet vaikeatkin asiat opitaan arkielämässä ilman, että niitä varsinaisesti opetetaan, ja tätä seikkaa ei juurikaan yliopistoissa oteta huomioon. Oppimisen laadun ja tehokkuuden nostamiseksi on tarvetta luoda uudenlaisia oppimista tavoittelevia yhteisöjä. Näiden yhteisöjen luonnollisina jäseninä ovat tietenkin opiskelijat, mutta ilman opettajia ne eivät voi tukea oppimista parhaalla mahdollisella tavalla. Oppimisen edistymiseksi ja kehittymiseksi opiskelijan on voitava omaksua geneerisiä taitoja. Opetuksen tavoitteena on tällöin ajattelun taitojen kehittäminen tavalla, joka mahdollistaa selviytymisen uusista tilanteista sekä eteen tulevien ongelmien spontaanin jäsentämisen ja ratkomisen. Näiden opiskeluun ja oppimiseen liittyvät relevantit kognitiiviset työvälineet tulisi ottaa käyttöön kaikessa koulutuksessa ja opetuksessa.

5.2 Mihin tilastollisten menetelmien koulutuksella pyritään?

Tilastollisten menetelmien yliopistollisella koulutuksella on vähintäänkin kaksi tavoitetta. Suurin osa akateemisesti koulutetuista opiskelijoista on pääasiallisesti numeerisen ja tilastollisen tiedon kuluttajia. Heidän osaltaan tilastollisten tutkimusmenetelmien koulutuksen tavoitteena on taso, jolla ymmärretään tiedotusvälineissä ja tutkimusraporteissa

julkaistuja tietoja. Jokaisella yliopistosta valmistuvalla opiskelijalla tulisi olla vähintään tilastollinen lukutaito, eli valmiudet selviytyä ammattiteissa, jotka vaativat kykyä ymmärtää, analysoida ja tulkita yhä kasvavaa määrällistä informaatiota. Tämän lisäksi osa opiskelijoista pitäisi pystyä kouluttamaan tieteellisen tiedon tuottajiksi, siis hyväiksi tutkijoiksi ja menetelmätaitojen eksperteiksi, metodisesti kompetenteiksi henkilöiksi. (Malin, Rautopuro & Väisänen 2007.)

Tilastollisten menetelmien vahva metodinen kompetenssi tarkoittaa laajaa menetelmällistä asennetta ja näkemystä sekä tilastollisten menetelmien syvällistä hallintaa, eli kykyä ymmärtää tilastollisten menetelmien tarjoamat mahdollisuudet sekä niiden rajat. Metodinen kompetenssi liittyy läheisesti käsitteeseen adaptiivinen asiantuntijuus. Asiantuntijuuden keskeisiä periaatteita ovat muun muassa (Bransford ym. 1999, 19–20):

- Asiantuntijat huomaavat sellaisia ominaisuuksia ja mielekkäitä tietorakenteita, joita aloittelijat eivät huomaa.
- Asiantuntijat ovat hankkineet runsaasti sisällöllistä tietoa, joka on järjestetty asian syvällistä ymmärtämistä heijastavilla tavoilla.
- Asiantuntijoiden tietoa ei voida pelkistää erillisten faktojen tai väittämien joukoksi, vaan tiedossa on mukana sen soveltamisyhteys.
- Asiantuntijat pystyvät palauttamaan joustavasti mieleensä tärkeitä osia tiedostaan, ilman että heidän tarvitsisi kiinnittää paljoakaan huomiota asiaan.
- Vaikka asiantuntijat tuntevat erikoisalansa hyvin, he eivät välttämättä osaa opettaa.
- Asiantuntijoiden joustavuus vaihtelee heidän kohdatessaan uusia tilanteita.

Asiantuntijuus voidaan jakaa rutiinieksperttiyteen ja adaptiivisen eksperttiyteen (Bransford ym. 1999). Rutiiniekspertit ovat henkilöitä, jotka suoriutuvat hyvin tehtävissään tutussa ympäristössä ja tutuissa tilanteissa. Adaptiivinen asiantuntijuus puolestaan tarkoittaa kykyä soveltaa joustavasti omaa asiantuntijuuttaan sekä tutuissa ongelmanratkaisutilanteissa että kehittyvän tietoyhteiskunnan vaatimissa ammattilaistaidoissa. Asiantuntija toimii itsenäisesti, tietoisena omista kyvyistään ja persoonallisesta tavastaan ratkaista ongelmia ja kykenee kehittämään omaa työympäristöään (Jakku-Sihvonen 2005). Joustavaa asiantuntijuutta edellyttävät esimerkiksi tieto- ja viestintäteknologian kehitys, medialukutaito, jatkuvan muutoksen tuoman epävarmuuden hallinta, globalisaation edellyttämä kulttuurien tuntemus, tiimityöskentely ja verkostoituminen. Vaatimukset vaihtelevat kuitenkin jopa eri ammattialojen sisällä ja erilaiset kompetenssivaatimukset etenevät eri tahtiin, eivätkä ole edes toisensa poissulkevia vaan limittyvät toisiinsa. (Malin ym. 2007; Tynjälä 2003).

Tilastotieteellisen tiedon rakenne on hyvin kompleksinen ja monien muiden oppiainoiden sisältöalueista jyrkästi eroava. Tiedon rakenne voidaan jäsentää kolmeen osittain hierarkkiseen komponenttiin, jotka ovat käsitteellinen ymmärtäminen ('understanding'), tilastollinen päättely ('reasoning') ja tilastollinen ajattelu ('thinking') (Chance 2002;

Schau & Mattern 1997). Kyetäkseen tilastolliseen päättelyyn opiskelijalla tulee olla tietoa ja hänen tulee osata nivoa tietonsa tilastollisista käsitteistä toisiinsa suhteessa oleviin käsitteverkostoihin (Broers 2001). Tilastollinen ajattelu on puolestaan yleisluonteinen henkinen tapahtuma, joka kehittyy pitkällisen kokemuksen myötä tilastollisten päättelytehtävien parissa erilaisissa ongelmatilanteissa.

Myös delMas (2002) erottaa menetelmällisessä osaamisessa kolme osittain hierarkkista, mutta myös limittäistä osa-alueita, jotka ovat lähes samat kun Chancella sekä Schau & Matternilla:

1. tilastollinen lukutaito (statistical literacy)
2. tilastollinen päättely (statistical reasoning)
3. tilastollinen ajattelu (statistical thinking).

Näitä osa-alueita ei erota toisistaan niinkään sisältö vaan se, millaista osaamista edellytetään milläkin osa-alueella. Menetelmällisen osaamisen perusta on hyvä tilastollinen lukutaito, jolloin tunnetaan tilastolliset peruskäsitteet ja ymmärretään ja pystytään tulkitsemaan tilastollisin menetelmin saatuja tuloksia joita esitetään kuvioina, jakaumatietoina ja tunnuslukuina. Kyse on ensisijaisesti tilastollisessa muodossa olevan informaation kuluttajista (Gal 2002).

Tilastollisen informaation tuottamisessa tarvitaan tilastollisen päättelyn taitoja, jolloin tulee ymmärtää, miten tuloksiin päädytään ja miten niitä perustellaan, eli tarvitaan tilastollista päättelyä. Tilastollista ajattelua puolestaan tarvitaan, kun on osattava luovasti soveltaa aikaisemmin oppittua uusien ongelmien ratkaisemiseen. Tilastollinen ajattelija osaa itsenäisesti käyttää oppimaansa uusien tutkimusongelmien muotoilemiseen, osaa tuottaa uusia tutkimusaineistoja, osaa käsitellä niitä tilastollisin menetelmin ratkaistakseen tutkimusongelmansa, ja osaa raportoida tulokset sekä arvioida niiden luotettavuutta.

Taulukko 1. Kriteerit menetelmällisen osaamisen osa-alueiden erotteluun delMas (2002)

Tilastollinen lukutaito	Tilastollinen päättely	Tilastollinen ajattelu
Tunnistaminen Kuvailu Ilmaiseminen Tulkitseminen Lukeminen	Miksi? Kuinka? Selittäminen Päätelyprosessi	Soveltaminen Kriittisyys Arviointi Yleistäminen

Taulukossa 1 on esitetty delMasin (2002) luokitus siitä, millaisiin kysymyksiin ja taitoihin menetelmällisen osaamisen eri osa-alueilla pitäisi kyetä vastaamaan. Tilastollisen lukutaidon edellytys on hallita tilastolliset peruskäsitteet kuten taulukot, kuvat ja tavallisimmat tunnusluvut, eli esitetyn informaation ymmärtäminen. Tilastollinen lukutaito ei siis tarkoita tilastotieteen ja tilastollisten menetelmien syvällistä ymmärtämistä, joka on tar-

peellista kenties vain suppealle joukolle asiantuntijoita. Tilastollinen päättely eli tulosten tulkintataito on keskeinen osa tilastollisia menetelmiä ja tilastollisen ajattelun tasolla on kyettävä arvioimaan millaisia mahdollisuuksia ja rajoituksia käsillä olevassa tiedossa on ja millä tarkkuudella saatuja tuloksia voidaan arvioida (Rautopuro & Malin 2006).

Asiantuntijuuden kehitystä kuvataan yleensä yksilön koulutus- ja työuraan liittyvänä polveilevana prosessina noviisiudesta eksperttityteen (Jakku-Sihvonen 2005). Henkilöt, joilla on pelkästään tilastollinen lukutaito, ovat menetelmällisen kompetenssin noviiseja. Tilastollisen päättelyn taidot ovat selkeästi menetelmällisen eksperttityden taitoja, mutta luokiteltavissa kuitenkin rutiinieksperttitydeksi. Adaptiivisen eksperttityden taso menetelmällisessä kompetenssissa edellyttää tilastollista ajattelua. Ongelmalliseksi adaptiivisen eksperttityden määrittämisen tilastollisten menetelmien hallinnassa tekee se, että tilastollinen lukutaito, tilastollinen päättely ja tilastollinen ajattelu ovat välttämättömiä, mutta eivät aina riittäviä edellytyksiä. Tilastollisten menetelmien kenttä on niin laaja, että sen täydellinen hallinta on mahdotonta. Yhden tilastollisten menetelmien alueen adaptiivinen ekspertti voi olla lähes noviisi jollain toisella alueella (Malin ym. 2007). Tilastollisten menetelmien ekspertiksi ei siis kannata julistautua esimerkiksi itse laatimiensa avoimen yliopiston monimuoto-opintojen oheismateriaalin alkusivuilla, vaikka olisi opettanut soveltajille samoja kvantitatiivisia menetelmiä yli 25 vuotta omien ikivanhojen sivuaineopintojensa approbatur-tasoisilla tiedoilla.

Tampereen yliopiston rehtori asetti syksyllä 2007 työryhmän laatimaan esityksen siitä miten tutkimusmenetelmätaitojen korkeatasoinen ja riittävä opetus järjestetään Tampereen yliopistossa perus- ja jatkotutkintokoulutuksessa pitkällä tähtäimellä (http://www.uta.fi/opiskelu/selvitykset/tutkimusmenetelmataidot_muistio2008.pdf). Työryhmän muistiossa (2008) kuvataan metodiosaaminen *metodiosaamisen portaina*. Nämä portaavat kertovat sen millaiset ovat metodiosaamisen vähimmäisvaatimukset tutkintotasoinen:

1. *Kandidaatti*

- Ymmärtää kvantitatiivisten aineistojen käyttömahdollisuudet ja tiedonkeruun.
- Osaa kriittisesti tulkita ja analysoida tuloksia.
- Hallitsee peruskäsitteet ja tutkimusmenetelmät sekä keskeiset
- tilastolliset tunnusluvut.

2. *Maisteri*

- Hallitsee tieteenalansa yleisimmät tutkimusmenetelmät ja osaa valita oikeat menetelmät ja toteuttaa ne.
- Osaa tulkita ja arvioida kriittisesti tuloksia.
- Tunnistaa työelämän tarpeet ja oman osaamisensa rajat sekä lisäosaamistarpeet.

3. *Tohtori*

- Hallitsee laajemmin vaativampiin tilastollisiin menetelmiin perustuvaa kvantitatiivista tutkimusta.

Tilastollisten menetelmien koulutuksen tarkoituksena on myös opettaa tutkimusmenetelmien käyttöä kaikille yliopiston empiiristä tutkimusta tekevien alojen opiskelijoille ja tutkijoille. Hyvän tutkimuksen tunnusmerkkeinä voidaan pitää tulosten merkityksellisyyttä, hyödynnettävyyttä, ymmärrettävyyttä ja tutkimuksen teknistä moitteettomuutta sekä asetelmien että menetelmien osalta (Haaparanta & Niiniluoto 1986). Nämä piirteet nivoutuvat toisiinsa ja heikkoudet yhdellä osa-alueella vaikuttavat koko tutkimuksen arvoon. Tilastollisten tutkimusten tulokset ilmaistaan kaavoja, kuvioita, numeroita ja malleja hyödyntäen. Tulosten raportointi ei kuitenkaan ole aina selkeää ja vakuuttavaa, sillä lukija saattaa olla ymmällään siitä mitä kirjoittaja tarkoittaa ja onko tämä itsekään ymmärtänyt kirjoittamaansa. Ongelmana on yleensä se, että kirjoittaja ei joko raportoi tilastollisia tuloksia selkeästi ja tyyppilliselle lukijalle ymmärrettävästi tai suoritettua analyysia ja tulkinnat ovat ongelmaan ja aineistoon sopimattomia. Usein virheet tehdään jo tutkimuksen suunnitteluvaiheessa, kuten tutkimusongelmaa muotoiltaessa sekä mittavälinettä ja aineiston keruuta suunniteltaessa (Törmäkangas 2004). Edellä esitettyjä ongelmia esiintyy tutkielmissa ja tutkimusraporteissa kaikilla tasoilla (Rautopuro ym. 2004).

Huolimatta kriittisestä keskustelusta ja kannanotoista tiede- ja julkaisuyhteisöissä, tutkijat edelleenkin sokeasti luottavat esimerkiksi tilastollisen merkitsevyyden ylivertaisuuteen, vaikka tilastolliset testit eivät todellisuudessa ole riittäviä osoittamaan tieteellistä tietoa, teoriaa tai edes tutkimushypoteesia oikeaksi. Mahdollisia selityksiä tälle itsepintaisuudelle ovat tieteelliseen toimintaan liittyvä inertia, käsitesekaannukset, parempien vaihtoehtoisten välineiden puute ja psykologiset mekanismit, kuten epäpätevä yleistäminen deduktiivisesta logiikasta tilastolliseen päättelyyn (Falk & Greenbaum 1995). Kvantitatiivinen tutkimus on vaativaa, ja tänä päivänä se on yhä enemmän erikoisalojen sisällöllisten asiantuntijoiden ja tilastomenetelmien ammattilaisten yhteistyötä (Törmäkangas 2004). Yksi ongelma on myös se, että tilastollisten menetelmien käyttömahdollisuuksia ei tunneta, koska niitä ei osata markkinoida (Bergman 1999).

Bergmanin (1999) ajatuksen mukaan yksi yleinen taloustieteellinen fraasi kääntyy ympäri, sillä tilastollisten menetelmien kohdalla tarjonta luo kysynnän. Osittain saman asian havaitsi Tampereen yliopiston tutkimusmenetelmätaitoja kartoittanut työryhmäkin (2008), joka toteaa muistiossaan, että kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien tarjonta ja tarjonnan edellytykset ovat kaventuneet. Tämän seurauksena tutkimusaiheiden valinnat kapenevat, eivätkä valmistuneiden maistereiden ja tohtorien taidot vastaa työelämän vaatimuksia.

5.3 Tilastotieteen opetus käytännössä

I hear, I forget. I see, I remember. I do, I understand.

Kiinalainen sananlasku

Kuten aiemmin on todettu, on tilastollisten menetelmien opetus haasteellista, mutta laajempi keskustelu tilastotieteen opetusmetodeista on kuitenkin alkanut vasta 1990-luvulla helppokäyttöisten tietokoneiden, tilastollisten ohjelmistojen sekä tietokoneavusteisen opetuksen yleistymisen myötä. Tilastotieteen perusteiden opetusta kohdanneet muutospaineet ovat osaltaan seurausta yleisestä muutoksesta matemaattisten aineiden opetuksessa, ja konstruktivistinen oppimisenäkemys on saanut vankan jalansijan opetuksessa. Tilastotiedettä, eikä matemaattisia aineita yleensäkään, pidetä enää elitistisinä oppiaineina vaan niiden katsotaan olevan tärkeä osa kaikkien opiskelijoiden yleistä koulutusta (Moore 1997). Myös Hahn (1999) käyttää Mooren lanseeraamaa ilmaisua *tilastotieteen demokratisoituminen*, ja toteaa, että varsinkin tieto- ja viestintäteknologian kehitys on tuonut tilastolliset analyysimenetelmät helpommin saavutettaviksi, joten tilastotieteilijöiden tehtävänä olisi tukea maallikoiden menetelmien käyttöä.

Tilastotieteen perusteiden opettamista koskevassa keskustelussa on painottunut kontekstuaalinen oppiminen, eli opetuksessa pyritään rakentamaan yhteyksiä tietämisen ja tekemisen, tiedon ja sen soveltamisen sekä oppiaineen ja sen käyttöyhteyden välille. Oppimisen mielekkyys ja merkityksellisyys syntyy tiedon ja sen käyttötarkoituksen ymmärtämisen ja relevanssin kautta (Entwistle 1998). Konstruktivistisen oppimistutkimuksen sisällä on erilaisia painotuksia siitä, miten kontekstuaalisuus tulisi ottaa huomioon opetuksessa, mutta yleisesti ottaen kognitiota ja kontekstia ei nähdä toisistaan riippumattomina vaan niiden katsotaan konstruoivan toisiaan (Rauste-von Wright & von Wright 1994, 15–16). Tilastollisten menetelmien osalta tämän asian on ehkä selkeimmin pukenut sanoiksi Nicholls (2001), jonka mielestä tilastollisten menetelmien koulutuksen on selvitettävä kaksi asiaa, jos se aikoo pysyä hengissä jatkossakin. Ensinnäkin tilastollisten menetelmien opettajien on opittava parantamaan opetusmenetelmiään ja käyttämään hyväkseen tieto- ja viestintäteknologian mukanaan tuomia mahdollisuuksia ja toiseksi tilastotieteilijöiden on opittava kommunikoimaan oppiaineen ja tilastollisten menetelmien mahdollisuuksista myös muille kuin toisilleen.

Tilastotieteen opetuksessa on ryhdytty painottamaan asioiden opettamista todellisten tutkimusaineistojen ja tutkimusongelmien kautta. Tavoitteena on vahvistaa opiskelijoiden luottamusta tilastollisiin menetelmiin osoittamalla, että niiden avulla voidaan ratkaista käytännön tutkimusongelmia. Mikäli tilastotieteellisiin käsitteisiin tutustutaan ilman todellisia tutkimusaineistoja, jäävät käsitteet opiskelijalle abstraktiksi (Khamis 1991). Moore (1997) painottaa, että kontekstuaalisessa opetuksessa hylätään perinteinen tiedon siirtoon

perustuva opetusmalli ja sen tilalle saadaan opiskelijan omaan aktiivisuuteen perustuvaa syvällistä oppimista. Tilastollisten käsitteiden syvälinen oppiminen mahdollistaa tilastollisten käsitteiden ja ratkaisumenetelmien soveltamista uusissa ongelmatilanteissa.

Sowey (1995) on todennut, että tilastotiedettä opiskelleet opiskelijat muistavat opinnoistaan kaksi pääasiata: *oppiaineen rakenteen* ja *oppiaineen hyödyllisyyden*. Oppiaineen rakenteella, joka on eriteltävissä *yhtenäisyyteen* ja *näkökulmaan* tarkoitetaan kognitiivista (rationaalista) näkökulmaa tieteenalaan. Yhtenäisyys voidaan edelleen jakaa kolmeen alaluokkaan:

1. *Teemayhtenäisyys*

Teemayhtenäisyys tuo esille tilastotieteen tekniikoiden teoreettiset perusteet, joiden tuntemisen jälkeen on mahdollista siirtyä teoriasta käytäntöön.

2. *Kaavayhtenäisyys*

Kaavayhtenäisyys puolestaan yhdistää näennäisesti erilaiset aihealueet osoittaen niiden perimmäiset yhtäläisyydet, siis erilaisten menettelytapojen taustalla vaikuttavien tekijöiden yhdenmukaisuuden.

3. *Tietoyhtenäisyys*

Tietoyhtenäisyys selvittää kuinka tilastotiede integroituu lähitieteisiinsä.

Tilastotieteen oppikirjat eivät useinkaan tue sellaista opetusta, jossa nämä kolme yhtenäisyyden ulottuvuutta huomioidaan, joten opettajan vastuu opetuksen laadusta korostuu. Oppiaineen rakenteen toinen osa – näkökulma – tarkoittaa lähinnä yhtenäistä esitystä oppiaineeseen liittyvistä asioista. Käytännössä näkökulman pohdinta tarkoittaa selkeästi koottua yhteenvetoa opiskelluista aihealueista, jolloin opiskellut asiat eivät jää irrallisiksi ja opiskelijat ymmärtävät paremmin oppiaineen yhtenäisyyden.

Oppiaineen hyödyllisyys puolestaan jakautuu kolmeen osaan: *älyllinen innostus*, *sitkeys haastavaan tutkimukseen* ja *käytännön hyödyllisyys*. Älyllinen innostus tarkoittaa nimensä mukaisesti tieteenalaa kohtaan herännyttä kiinnostusta, sitkeys haastavaan tutkimukseen puolestaan opiskelijan tietoisuutta oman tieteenalansa vahvuuksista ja heikkouksista sekä oppilaan kykyä problematisoida asioita. Käytännön hyödyllisyys ilmenee tilastotieteen yhteydessä todellisen elämän ongelmanratkaisuihin (Sowey 1995).

Soweyn mukaan tilastotieteen opetus on parhaimmillaan silloin kun opetukseen sisältyvät kaikki viisi edellä esitettyä komponenttia (yhtenäisyys, näkökulma, älyllinen innostus, sitkeys haastavaan tutkimukseen ja käytännön hyödyllisyys). Keskeinen merkitys tällaisen opetuksen aikaansaamiseksi on oppimisympäristöllä ja opettajan innokkuudella ja sitoutumisella oppiaineeseensa. Tilastotieteen opetuksen – ja yliopisto-opetuksen ylipäätään – tulisi olla sellaista, jossa opiskelijat kohtaavat haasteita, oppivat problematisoimaan asioita, tutustuvat oman tieteenalansa ongelmiin aiempien tutkimusten avulla ja kykenevät soveltamaan ajattelussaan teoriaa ja käytäntöä. Myös Sowey (1995) painottaa

kontekstuaalisuuden merkitystä: parhaita opetusmenetelmiä ovat sellaiset tehtävänasettelut, jossa opiskelijat joutuvat pohtimaan autenttisia tutkimusongelmia keinotekoisien aineistojen sijaan.

5.4 Tilastotieteen perusteiden opetusmetodeista

Tilastollisten menetelmien perusteiden opetuksessa on syytä noudattaa firenzeläisen filosofi Machiavellin (1469–1527) vertausta jousimiehestä:

Viisas tekee kuin kokenut jousimies: nähdessään, että kohde on jousen voimaan nähden liian kaukana, hän tähtää sen yli, ei osuakseen korkeammalle vaan suoraan maalin.

Tilastollisten menetelmien opetus on painottunut perinteisen luento-opetuksen myötä erilaisten tilastollisten menetelmien esittelyyn kaavoja, laskuharjoituksia ja mahdollisesti tilasto-ohjelmistoja hyväksikäyttäen. Hyvin vähän aikaa on käytetty käsitteiden ymmärtämiseen ja niiden käytännön sovelluksiin. Vaikka konstruktivistinen oppimisenäkemys ja kontekstuaalinen oppiminen ovat arkipäivää keskustelussa tilastotieteen perusteiden opetuksesta, ei opetusmetodeista vallitse yksimielisyyttä. Pääasiallinen keskustelu 1990-luvulla on käyty tietokoneavusteisen opetuksen eduista ja haitoista perinteiseen manuaaliseen laskentaan perustuvaan opetukseen nähden. Tietokoneavusteisen opetuksen puolesta puhujat esittävät, että tietokoneavusteinen opetus helpottaa kynnystä tilastotieteen perusteiden opettelussa ja auttaa joissakin tapauksissa opiskelijoita pääsemään eroon oppimista vaikeuttavista harhakäsityksistä (Moore 1997; Thomason ym. 1995). Perinteistä manuaaliseen laskentaan perustuvaa opetusta puolustavat näkevät manuaalisen laskennan ainoaksi keinoksi saavuttaa syvällistä näkemystä tilastollisiin käsitteisiin. Tietokoneiden avulla suoritettava opetus jättää tilastolliset käsitteet liian abstrakteiksi opiskelijoille (Hogg 1985; Khamis 1991).

Parhaimmillaan tilastotieteen opetuksen käytänteet ovatkin kansainvälisten raporttien mukaan muuttuneet teoreettisesta ja raskaan matemaattisesta painotuksesta kohti käytännöllisempää suuntaa. Tämä on merkinnyt opiskelijoiden käytännöllisen tilastollisen päätelyn korostamista suhteessa tilastollisten kaavojen, laskutoimitusten ja menettelytapojen muistamiseen (Galagedera, Woodward & Degambodo 2000; Yilmaz 1996). Painopiste on siirtynyt tilastotieteen peruskäsitteisiin, jotka ovat läsnä ihmisten jokapäiväisessä elämässä. Muutos näkyy myös tilastollisten kurssien opetussuunnitelmissa ja oppikirjoissa, sillä enää ei pidetä tärkeänä taitoa osata laskea käsin tilastollisia suureita, vaan tärkeämpää on hallita tilastollisen informaation lukutaito ja kyetä päättämään tilastollisesti korrektisti todellisen elämän ongelmatilanteissa. Monet uudehkot ulkomaiset oppikirjat puolestaan

keskittyvät todellisten aineistojen, tapausten ja esimerkkien analyysiin ja tulkintaan ja korostavat tilastollisten käsitteiden laadullista ymmärtämistä. (Cobb 1992; Khamis 1991; Nolan & Speed 1999; Royse & Rompf 1992.) Vastaavia pyrkimyksiä on havaittavissa myös suomalaisissa oppikirjoissa (esimerkiksi Metsämuuronen 2006; Nummenmaa 2004).

Opiskelijoiden on vaikea ymmärtää käsitteiden välisiä suhteita (Schau & Mattern 1997), joten erilaisten tekniikoiden ja kaavojen käsittely ei ole riittävää asioiden oppimiseksi. Sen sijaan opiskelijoille tulisi opettaa tilastollista ajattelua ja päättelyä tai järjestää sellaisia oppimisympäristöjä, joissa näitä taitoja voidaan edistää kognitiivisen oppimistutkimuksen sovelluksia tilastomenetelmien oppimisessa (Lovett & Greenhousen 2000).

Tutkijat ja opettaja ovat esittäneet myös erilaisia aktiivista oppimista tukevia työtapoja ja opetusjärjestelyjä, kuten yhteistoiminnallisia työtapoja (Townsend ym. 1998) ja muita aktiivista oppimista kannustavia keinoja (Garfield 1995; Moore 1997). Tilastopelkojen vähentämiseksi on suositeltu muun muassa kannustavia opetusstrategioita sekä pelejä ja huumoria elävöittämään opetusta (Friedman, Halpern & Salb 1999; Royse & Rompf 1992).

Eräät tutkijat (mm. Rubin 1992) ovat suositelleet, että varsinaisten tilastotieteilijöiden sijasta vain opiskelijan tieteenalaan perehtynyt henkilö opettaisi alalla tarvittavia tilastollisia menetelmiä, koska aineen asiantuntijat pystyvät paremmin osoittamaan tilastollisten menetelmien hyödyn alan tutkimuskysymysten ratkaisussa. Rubinin näkökulma on hieman poikkeava, mutta ei kuitenkaan täysin poissulkeva aiemmin esitetyn Tarkkosen (2006) näkemyksen kanssa tilastollisten menetelmien opetuksen sertifiointista – tosin tätä näkökulmaa Rubin ei mainitse. On joka tapauksessa syytä muistaa, että teoria on kaiken käytännönläheisen perusta. Jos yliopisto-opetusta arkistetaan liikaa, on lähes mahdotonta kääntää suuntaa takaisin: *kotkakin voi joskus kaartaa matalalla, mutta kana ei koskaan korkealla*. Suurena uhkakuvana on satoja vuosia rakennetun sivistysyliopiston romuttaminen (Huldén 2009).

5.4.1 Teknologian rooli tilastollisten menetelmien opetuksessa

Teknologia on vuosikymmeniä pyrkinyt tarjoamaan pelastusta kontaktiopetuksen kiroukselta. Silti opettajat ja kirjat ovat edelleen tärkeä osa opetus- ja oppimistapahtumaa varsinkin tilastollisten menetelmien opetuksessa. Kopponen (1997) on todennut, että vaikka teknologialla olisi opetus- ja oppimistapahtumassa miten suuri rooli hyvänsä, se ei voi missään olosuhteissa korvata motivoituneen ja opetusalaan kiinnostuneen opettajan kannustusta ja rohkaisua. Jauhiainen (1997) toteaa Suorantaa lainaten, että opetusteknologia sinällään ei tule ratkaisemaan yliopisto-opetuksen ongelmia:

Opetuksen muoto ja ulkoiset puitteet eivät milloinkaan ole ratkaisevia, vaan nimenomaan se, mitä tapahtuu niissä itsensä uudelleen luomisen prosesseissa, joista opiskelijat ja opettajat itsensä yliopistossa löytävät.

Teknologialla on monia opetusta ja oppimista tukevia tehtäviä. Enkenberg (1997) esittää teknologialle kolme tärkeää oppimista tukevaa roolia: teknologia oppimisen resurssina, teknologia kommunikaation välineenä ja teknologia avustajana. Teknologian opetuskäytöllä on myös tärkeä rooli oppimisympäristöjen rakentajana (Järvelä, Häkkinen ja Lehtinen 2006):

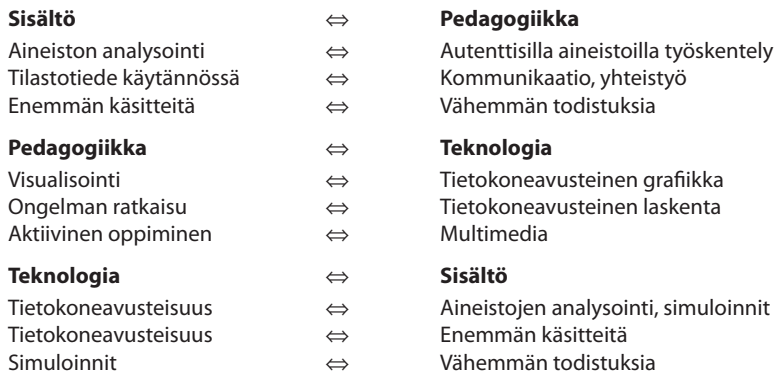
Uudet oppimisympäristöt voivat parhaimmillaan haastaa sekä oppijat että työntekijät uudenlaisen oppimiskulttuurin luomiseen.

Moore (1997) sekä Velleman ja Moore (1996) pohtivat yli kymmenen vuotta sitten silloiseen moderniin teknologiaan nojautuvien välineiden – videon, tietokoneen ja multimedian – käyttöä tilastotieteen opetuksessa. Mielenkiintoista on se, että Vellemanin ja Mooren seuraajia ei ole juurikaan löytynyt, sillä tilastollisten menetelmien internetin hyödyntämistä käsittelevät tutkimukset liittyvät lähinnä aineistojen keruun ongelmien analysointiin. Teknologia mahdollistaa kuitenkin sellaisia opetuksen muotoja, joita muilla opetuksen yhteydessä käytettävillä apuvälineillä on vaikea tai jopa mahdotonta toteuttaa. Kopponen (1997, 3–5) esitteli muun muassa seuraavia tietokoneen opetuskäyttöä tukevia piirteitä:

- **Nopeus:** Tietokone mahdollistaa raskaankin tietojen käsittelyn, mikä perustuu tietokoneen laskentakykyyn. Parin viime vuosikymmenen aikana tilastollisten menetelmien kehitystä on myös vauhdittanut tietotekniikan kehitys, sillä tietokoneiden suorituskyky alkaa olla käytännöllisesti katsoen rajatonta, ja valtavaa laskentakapasiteettia vaativien menetelmien kehitys on ollut nopeaa (Rautopuro & Malin 2008).
- **Väsymättömyys:** Tietokone ei ole koskaan huonotuulinen, väsynyt tai kyllästynyt. Tässä suhteessa tietokoneen epäinhimillisyydestä on jopa hyötyä, koska tietokone ei kylästy saman tehtävän kertaamiseen. Tätä ominaisuutta ei tilastotieteen opetuksessa ole juurikaan kyetty hyödyntämään.
- **Muistikapasiteetti:** Tietokoneen muistiin on mahdollista tallettaa ja järjestellä suuria määriä erilaista tietoa. Tietokone siis auttaa oppijaa keventämään muistitaakkaansa ja mahdollistaa täten korkeampitasoista asioiden käsittelyä.
- **Animaatioiden näyttökyky:** Tietokoneiden avulla voidaan havainnollistaa moniulotteisia ja abstrakteja ilmiöitä.

Tilastotieteen perusteiden tietokoneavusteinen opetus voi myös auttaa opiskelijoita ratkaisemaan tehtäviä, joista he eivät suoriutuisi ilman tietokoneen apua. Opiskelijat voivat joissakin tilanteissa ymmärtää ongelman periaatteellisen ratkaisun, mutta turhautuvat, koska heidän matemaattiset taitonsa eivät riitä ongelman lopulliseen ratkaisuun tai lopullinen päätelmä on virheellinen jonkin pienen laskuvirheen vuoksi. Opiskelijan oppimista tukeva tietokonesovellus voi tällaisessa tilanteessa suorittaa ongelmaan liittyvän matemaattisen rutiinilaskennan ja opiskelijoiden tehtäväksi jää tulosten pohjalta suoritettava tilastollinen päättely (Moore 1997). Perustelut ovat näiltä osin samankaltaisia kuin Bartonilla (1997). Fysiikan tietokoneavusteista opiskelua – lähinnä koulumaailmassa – tutkinut Barton toteaa, että tietokoneavusteisuudesta hyötyvät eniten ne, joilla on ongelmia annettujen tehtävien loppuunsaattamisessa.

Mooren (1997) mukaan tilastotieteen perusteiden opetuksen kehittäminen vaatii opetuksen kolmen osa-alueen, *sisällön*, *pedagogiikan* ja *teknologian* yhteyden vahvistamista. Näiden kolmen osa-alueen synergia on esitetty kaaviossa 1.



Kaavio 1. Tilastotieteen opintojen sisällön, pedagogiikan ja teknologian synergia

Tilastotieteen kurssien sisällön ja pedagogiikan (*Sisältö* ↔ *Pedagogiikka*) yhteys on varsin selkeä. Keskeinen sisältö tilastotieteen peruskursseilla on havaintoaineistojen kuvailu tunnuslukujen, taulukoiden ja kuvioiden avulla. Tilastotieteen opinnoissa on tarkoituksena myös heti alusta pitäen tehdä havaintoaineistojen perusteella perusjoukkoja koskevia johtopäätöksiä ja yleistyksiä. Tehokas tilastollisen päättelyn oppiminen edellyttää tällöin työskentelyä todellisten havaintoaineistojen kanssa (Moore 1997; Khamis 1991). Opiskelijoiden yhteistyön korostaminen (kirjallinen ja suullinen kommunikointi) puolestaan auttaa opiskelijoita valmistautumaan tilastotieteilijöiden ja tilastotieteen soveltajien rooliin työelämässä sekä edistää tilastollisten käsitteiden oppimista (Moore 1997).

Huolellisesti suunniteltu opetettavien käsitteiden visualisointi ja työskentely todellisiin havaintoaineistoihin perustuvien avoimien ongelmien parissa auttaa oppimista. Tällaiset

ongelmat vaativat useiden käsitteiden ja työkalujen (*Pedagogiikka* \leftrightarrow *Teknologia*) käyttöä ja yhdistelyä ongelman ratkaisussa sen sijaan, että ratkaisuun kuljettaisiin yhtä selkeää reittiä myöten (Garfield 1995). Tyypillinen esimerkki avoimesta ongelmasta on tehtävä, jossa aineistoon joudutaan sovittamaan useita kilpailevia malleja ja käyttämään erilaisia mahdollisia analyysimenetelmiä. Tällaisten ongelmien visualisointi ja ongelmanratkaisu saattavat muodostua opiskelijoille liian työläiksi, ellei peräti mahdottomiksi, mikäli tarvittavat graafiset esitykset ja laskelmat on suoritettava käsin (Moore 1997).

Teknologian ja sisällön yhdistely (*Teknologia* \leftrightarrow *Sisältö*) mahdollistaa modernien tietokonesimulointeihin perustuvien tilastollisten menetelmien esittelyn jo perusopinnoissa. Esimerkiksi bootstrap-menetelmä (Efron 1979), joka on laajennus tärkeästä tilastollisesta peruskäsitteestä otantajakaumasta, vaatii varsin tehokasta laskukapasiteettia tietokoneelta. Myös monien tärkeiden tilastollisten käsitteiden (esimerkiksi keskeinen raja-arvolause) toimivuuden esittely tietokonesimulointien avulla matemaattisten todistelujen sijaan voi helpottaa opiskelijoita omaksumaan käsitteitä (Moore 1997).

Tietokoneiden ja tilastollisten työvälineohjelmistojen käyttöä tilastotieteen perusteiden opetuksessa voidaan pitää perusteltuna, koska tilastotieteen käytännön sovellukset – niin tilastotieteen ammattilaisten kuin tilastotieteen soveltajienkin – tapahtuvat tietokoneiden avustuksella. Tämän vuoksi tilastotiedettä opiskelevien opiskelijoiden tulisi tutustua tilastotieteen tietokonesovelluksiin heti opiskelujensa alkuvaiheissa. Ongelmaksi muodostuu kuitenkin tilastotieteen teknologia-avusteinen opetus, johon tarvitaan oikeat työkalut eli ohjelmistot – tai paremminkin oppimisympäristöt oppimisen tueksi. Sellaiset tilastolliset ohjelmistot, joita tilastotieteen ammattilaiset tai soveltajat käyttävät työelämässä eivät välttämättä sovellu hyvin tilastotieteen perusteiden opetukseen (Biehler 1997; Moore 1997). Tieto- ja viestintäteknologian vaikutus tilastollisten menetelmien oppimiseen vaatii lisää tutkimusta. Erilaisia sovelluksia on opetuksen tukena käytetty eri oppiaineissa runsaasti muun muassa aineistojen analysoinnissa, mutta tutkimusta sovellusten vaikutuksesta tilastolliseen ajatteluun ei ole juurikaan olemassa (Morris, Joiner & Scanion 2002).

Suomessa tilastollisten menetelmien opetuksessa käytetään varsin yleisesti tunnetuimpia kaupallisia tilasto-ohjelmistoja kuten SPSS, SAS ja MiniTab. Näiden ohjelmistojen soveltuvuudesta eritasoiseen tilastotieteen opetukseen on myös tutkittu jonkin verran (mm. Moore 1997; Rautopuro 1999b; Stephenson 1990). Opetuksessa käytetään myös taulukkolaskentaohjelmia (esimerkiksi Excel), koska niiden käyttö on yleistä yritysmaailmassa. Taulukkolaskentaohjelmissa on joitakin opettamisen kannalta miellyttäviä piirteitä, esimerkiksi laskelmien reaaliaikainen päivittyminen, jotka tavallisimmista tilasto-ohjelmistoista puuttuvat. Taulukkolaskentaohjelmissa on tosin tilastotieteen opettamisen kannalta puutteita ja jopa suoranaisia virheitä (Nash & Quon 1996).

Tilastotieteen opetuksen nivominen kaupallisiin ohjelmiin on ongelma, sillä menetelmätaitojen siirtovaikutus edellyttää myös arkielämässä mahdollisuutta taitojen ylläpitämi-

seen soveltuviin työkalujen avulla. Vielä pari vuotta sitten avoimiin ja vapaasti saatavilla oleviin ohjelmiin tukeutuminen ei olisi ollut mahdollista, sillä ne olivat joko yksittäisten ongelmien ratkaisemiseen rakennettuja, koodiltaan salattuja tai niiden yhteensovittaminen muiden yleisten ohjelmistojen kanssa oli mahdotonta. Tällä hetkellä saatavilla on niin Windows- kuin Linux -järjestelmissä toimivia ohjelmistoja, jotka käyttöliittymältään ovat SPSS:n kaltaisia, ja joiden avulla pystytään ainakin peruskurssit toteuttamaan. Eräs tällainen vapaassa jakelussa oleva ohjelmisto on Millerin (2009) rakentama OpenStat (<http://www.statpages.org/miller/openstat/>), joka kommunikoi muun muassa Excel-tiedostojen kanssa. Parasta tässä ohjelmistossa on se, että se on täysin vapaasti opiskelijoiden saatavilla ja perustuu avoimeen koodiin, eikä vaadi täysin omaa tiedostoformaattia. Myös ohjelmiston vertaisarviointi ja päivitys toimivat lähes reaaliajassa. Avoimen koodin ansiosta innokkaimmat asianharrastajat ovat kääntäneet ohjelmiston jo sekä espanjan että unkarin kielelle.

Suomalaiset tilastotieteen laitokset hyödyntävät jonkin verran opetuksessaan myös vapaasti saatavilla olevaa R-ohjelmistoa (<http://www.r-project.org/>), jota voidaan käyttää useassa eri käyttöjärjestelmässä. Ohjelman käyttö edellyttää kuitenkin sen oman syntaksin hallintaa ja voi ainakin soveltajien silmissä vaikuttaa ensi alkuun mutkikkaalta, kuten esimerkiksi 1 nähdään (Korpelainen 2004). Tämä ohjelmisto on OpenStat-ohjelmiston tavoin lisännyt suosiotaan joustavuutensa ja muokattavuutensa vuoksi.

Tilastotieteen perusteiden tietokoneavusteisella opetuksella on ajateltu olevan merkitystä tilastollisten peruskäsitteiden omaksumisessa ja oppimista vaikeuttavien harhakäsitteiden poistamisessa. Tietokonesimulointien avulla on mahdollista hahmottaa joitakin opiskelijoille vaikeasti avautuvia abstrakteja käsitteitä, kuten klassinen todennäköisyys, keskeinen raja-arvolause tai luottamusväli. Simulointien avulla voidaan opiskelijoita auttaa havaitsemaan tilastotieteellistä käsitteistä (esim. ilmiöiden välinen asiayhteys) omaksumiaan harhakäsityksiä. Tietokoneavusteinen opetus toimisi tällöin perinteisen opetuksen tukena (Stephenson 1990; Thomason, Cumming & Zangari 1995). Tämän tyyppiset tilastollisten menetelmien opetusta sekä oppimista helpottavat ja avoimesti saatavilla olevat materiaalit ovat muutoinkin lisääntyneet. Sängen pitkiä rutiinilaskutoimituksia voi korvata erilaisilla laskureilla, ja niiden avulla on myös opetuksessa helppoa havainnollistaa abstrakteja käsitteitä, kuten otoskoon muuttumisen vaikutus testisuureisiin, p-arvoihin tai vapausasteet (kuva 1) (http://www.dimensionresearch.com/resources/resources_overview.html). Vastaavanlaisia laskureita löytyy useille tavallisimmille testeille ja analyyseille, joita perusopinnoissa käsitellään.

Seuraavassa muutamia R-kielen käskyjä ...

R-kieli on ilmainen ja se on kopioidavissa osoitteesta:
www.r-project.org

Installoi R ohjeiden siirrettävien ohjeiden mukaan.

Sisältö:**Yhden muuttujan tunnusluvut:**

Taltiadaan havainnot 6.3, 1, 2, 3 muuttujaan x
Minimi
Maksimi
Keskiarvo

Aloita R kuvakkeesta.

Avaa tyhjä tekstitiedosto Notepadillä. Pidä R-ikkuna auki rinnalla.

Maalaa allaolevat käskyt - kopioi ne omaan tekstitiedostoosi.

Muuta data-tiedot, kopioi ne maalaamalla ja siirrä R-ikkunaasi ja paina tarvittaessa enter.

Valitse tunnusluvut jotka haluat laskea. Väritä vastaavat käskyt ja siirrä R-työtilaasi ja paina enter. Käskyt merkitty alkavaksi merkillä >, älä kopioi tätä alkumerkkiä.

(tai kirjoita käsky R-työtilassa)

Yhden muuttujan tunnusluvut:

Taltiadaan havainnot 6.3, 1, 2, 3 muuttujaan x

```
> x <- c(6.3, 1, 2, 3)
```

(c() on ns concatenate function (sisältö))

Summa ja vektorin pituus

```
> sum(x) ; length(x)
```

```
[1] 12.3
```

```
[1] 4
```

(Huom puolipisteellä erotellen voi käskyjä kirjoittaa peräkkäin)

Keskiarvo

```
> mean(x)
```

```
[1] 3.075
```

Keskihajonta

```
> sd(x)
```

```
[1] 2.299819
```

Kahden otoksen t-testi erisuurin varianssein

```
> A <- c(7.9 8.0 8.2 8.4 8.3 8.4 8.2 8.4 7.9 8.5 8.3 8.2 8.0 8.2)
```

```
B <- c(8.2 7.9 7.9 7.9 7.9 8.0 7.9 7.9)
```

```
t.test(A, B)
```

```
Welch Two Sample t-test
```

```
data: A and B
```

```
t = 4.0076, df = 19.999, p-value = 0.0006911
```

```
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
```

```
95 percent confidence interval:
```

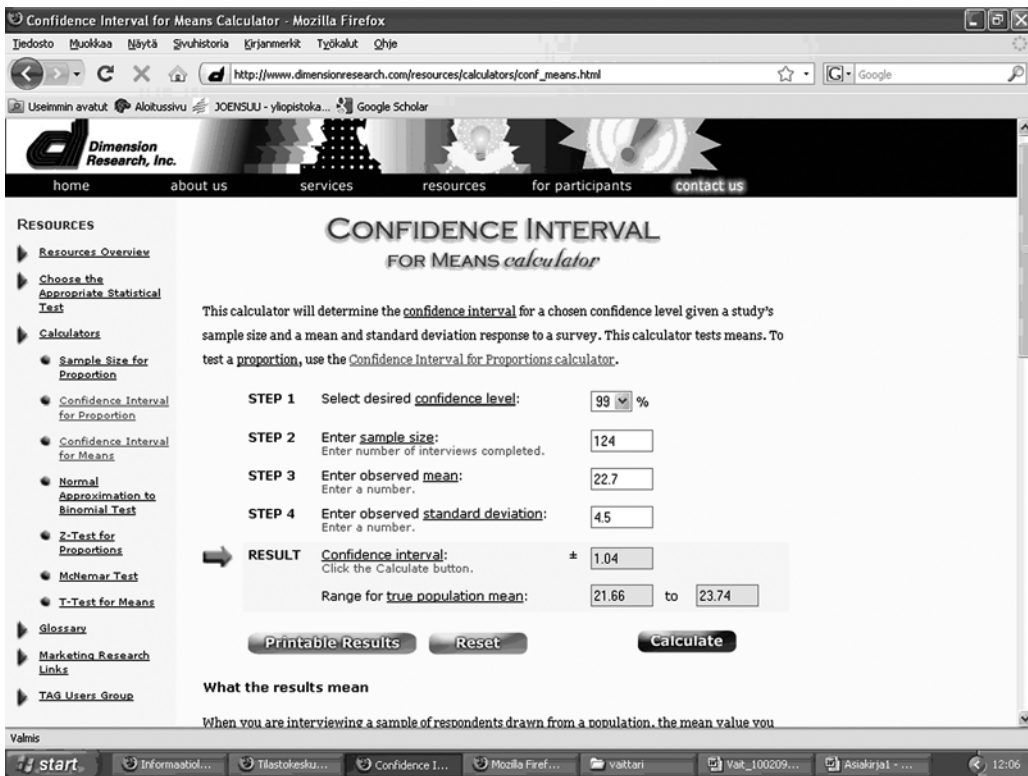
```
0.1232998 0.3909859
```

```
sample estimates:
```

```
mean of x mean of y
```

```
8.207143 7.950000
```

Esimerkki 1. R-ohjelmisto tilastotieteen opetuksessa



Kuva 1. Perusjoukon keskiarvon luottamusvälilaskuri

Myös monenlaisia graafisia apuvälineitä, kuten Flash-animaatiota ja Java-appletteja on saatavilla (<http://thesaurus.maths.org>) tilastollisten käsitteiden selkiyttämiseen (kuva 2). Tällaisten työkalujen avulla on helppo havainnoida esimerkiksi poikkeavien havaintojen vaikutusta korrelaatio- ja regressiokertoimeen.

Myös erilaiset web-sivustot, jotka on tarkoitettu tukemaan tiedon jakamista tilastollisten menetelmien opetukseen, ovat lisääntyneet viime vuosina, mutta varsinaisina oppimisympäristöinä niitä ei kuitenkaan voi pitää. Tampereen yliopiston yhteydessä toimiva Yhteiskuntatieteellinen Tietoarkisto ylläpitää menetelmäopetuksen tietovarantoa (<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>), joka sisältää tilastollisten menetelmien osalta oppikirjamateriaalia, SPSS-oppaan ja harjoitusaineistoja menetelmäkursseille. Tietovarantoa hyödynnetään etenkin kasvatus- ja yhteiskuntatieteissä. Ulkomailta löytyy useita erilaisia tilastollisiin menetelmiin panostaneita sivustoja. Yksi tällainen on MERLOT Statistics Portal (<http://statistics.merlot.org/>). Tältä sivustolta löytyy runsaasti erilaista tilastollisten menetelmien opetus- ja oppimismateriaalia sekä yksi ladattavissa oleva tilasto-ohjelmisto StatCrunch, joka on kuitenkin muuttunut maksulliseksi.

Kuva 2. Flash-animaatio Pearsonin korrelaatiokertoimen opetukseen

5.4.2 Manuaalinen laskenta – syvällisen oppimisen edellytys?

Khamis (1991) näkee välttämättömäksi tilastotieteen perusteiden manuaalisen opetuksen ja jaottelee manuaalisen laskennan välttämättömyyden tilastotieteellisten perusteiden opetuksessa kolmeen pääväittämään:

1. Ainoastaan manuaalinen työskentely todellisten havaintoaineistojen kanssa tuottaa syvällistä näkemystä tilastotieteellisiin menetelmiin ja käsitteisiin.
2. Tilastollisten ongelmien omakohtainen manuaalinen ratkaisu vahvistaa opiskelijoiden luottamusta käytettyjen menetelmien ja käsitteiden toimivuuteen.
3. Manuaalinen laskenta ylläpitää ja kehittää tilastotieteessä tarvittavia välttämättömiä matemaattisia taitoja.

Tilastotieteellisten käsitteiden sisällön ymmärtäminen vaatii kieltämättä formaalin (kaavat) ja numeerisen esitystavan ymmärrystä. Ongelmana onkin se, voidaanko käsitteellistä ymmärrystä erottaa laskennallisista taidoista (Batanero ym.1994). Monien tärkeiden tilas-

totieteellisten peruskäsitteiden – kuten keskiarvo ja keskihajonta – oppiminen ja sisäistäminen voi olla mahdotonta, jos opiskelija ei tutustu käsitteisiin manuaalisesti peruskäyttöjen kautta. Manuaaliseen oppimisympäristöön on myös sisällytettävä laskutoimituksia todellisia havaintoaineistoja käyttäen. Tilastollisten käsitteiden soveltaminen todellisiin aineistoihin lisää opiskelijoiden luottamusta menetelmiin sekä nopeuttaa ja syventää oppimisprosessia. Ilman manuaalista laskutoimitusta saatu ratkaisu – esimerkiksi tietokoneavusteisesti laskettu – jättää opiskelijat epävarmuuteen tuloksen luotettavuudesta ja tilastollisten käsitteiden oppiminen jää liian korkean abstraktion tasolle (Khamis 1991; Moore & Roberts 1989).

Batanero ym. (1994) sekä Li & Shen (1994) toteavat, että helppokäyttöiset tilasto-ohjelmistot voivat myös aiheuttaa ongelmia perusopintojen graafisissa esityksissä. Graafisten esitysten tuottaminen ohjelmistojen avulla saa opiskelijat joissakin tapauksissa unohtamaan terveen talonpoikaisjärjen käytön. Ohjelmistojen avulla voidaan saada aikaiseksi määrällisille muuttujille tarkoitettuja kuvioita (esimerkiksi korrelaatiodiagrammi) laadullisille muuttujille tai vaikkapa pylväskuvioita, joissa vertaillaan keskenään täysin eri mittayksiköissä mitattuja sinänsä vertailukelvottomia muuttujia. Tietokoneohjelmistoja käyttäessään opiskelija voi suorittaa myös varsin moitteettomasti erilaisia – varsin vaativia ja monimutkaisiakin – analyyseja ymmärtämättä juuri lainkaan mitä hän tekee (Lehtovaara & Viskari 1997, 38).

Khamisin (1991) sekä Mooren ja Robertsin (1989) mukaan tilastotieteen oppimisen abstraktion taso määräytyy sen mukaan kuinka konkreettisesti opiskelijat perehtyvät havaintoaineistoihin. Khamis jakaa oppimisen abstraktion neljään erilliseen tasoon:

1. *Kolmannen tason abstraktio*

Kaikki tilastotieteen käsitteet opetetaan ilman tutkimusaineistoihin liittyvää laskentaa ja analysointia. Opiskelijalle ei synny minkäänlaista kontaktia tutkimusaineistojen kanssa eikä myöskään ymmärrystä tilastotieteellisistä käsitteistä.

2. *Toisen tason abstraktio*

Kaikki tutkimusaineistoihin liittyvät laskutoimitukset suoritetaan pelkästään tietokoneen avulla. Opiskelijoiden kontakti tutkimusaineistoihin syntyy tietokoneen välityksellä.

3. *Ensimmäisen tason abstraktio*

Opiskelijat suorittavat laskutoimituksia tutkimusaineistoista, jotka ovat joko suodatettuja tai keksittyjä (erilaisten menetelmien vaatimat oletukset ovat automaattisesti voimassa). Opiskelijat oppivat rutiininomaisia tekniikoita, mutta kiinnostusta ja ymmärrystä käsitteisiin ei välttämättä synny.

4. *Nollatason abstraktio*

Opiskelijat suorittavat itse tutkimusaineiston keruuta, koodaamista, laskutoimituksia ja tekevät johtopäätöksiä (tilastollista päättelyä). Nollatason abstraktio tarkoittaa käytännössä tekemällä oppimista.

Abstraktion taso on sitä korkeampi, mitä formaalimmin ja teoreettisemmin käsitteet esitetään. Syvälinen tilastotieteellisten käsitteiden oppiminen on puolestaan sitä tehokkaampaa, mitä matalampi on abstraktion taso (Moore & Roberts 1989; Khamis 1991).

Sen kummemmin Khamis kuin Moore ja Robertskaan eivät sulje pois tilastotieteellisten käsitteiden opettamista tietokoneympäristössä. Tietokoneympäristöön tulisi heidän mielestään kuitenkin siirtyä vasta sen jälkeen kun peruskäsitteet on opeteltu manuaalisesti. Tietokoneympäristöä tulisikin siis käyttää ainoastaan oppimista tukevana oppimisympäristönä eikä pääsääntöisenä oppimisympäristönä.

Khamisin näkemyksiä eivät tue lainkaan Rumseyn (2002) ajatukset tilastollisten käsitteiden oppimiseen liittyvistä harhaluuloista. Hänen mukaan tilastollisten käsitteiden ymmärrys tarkoittaa myös kykyä ymmärtää ja selittää käsitteitä laajasti ja jopa ”ei-tilastollisesti” eli kansanomaisesti. Ensimmäinen harhaluulo on se, että kyky laskea tilastollisia suureita tarkoittaa niiden ymmärtämistä. Esimerkiksi keskihajonnan mekaaninen laskeminen ei mittaa laisinkaan opiskelijan kykyä ymmärtää kyseistä käsitettä. Tilastolliset menetelmät eivät ole pelkästään numeroiden sijoittelua kaavoihin vaan tapa hankkia informaatiota. Toinen harhaluulo on se, että matemaattiset kaavat auttavat opiskelijoita ymmärtämään tilastollisia käsitteitä. Rumseyn (2002) mukaan niistä voi joskus olla jopa enemmän haittaa kuin hyötyä. Edellä mainittua keskihajontaa esimerkkinä käyttäen opiskelijat voivat jopa mielessään hahmottaa keskihajonnan, mutta sekaannusta tuottaa se, että keskiarvoa laskettaessa kaavan nimittäjässä on havaintojen lukumäärä n , mutta keskihajonnassa puolestaan $n-1$. Kolmas harhaluulo liittyy ajatukseen, että kyky *tilastolliseen kielenkäyttöön* tarkoittaa tilastollisten käsitteiden ymmärtämistä. Hyviä esimerkkejä tästä ovat muun muassa tilastollisen testauksen ensimmäisen ja toisen lajin virheeseen tai efektin kokoon liittyvät tulkinnat. Myös Seabrookin (2006) tutkimus Oxford Brooksin yliopistossa osoittavat, että laskukaavojen opettelulla on minimaalinen arvo tilastollisen ajattelun kehittämisessä.

5.5 Yhteenveto

Tilastollisten menetelmien perusteiden opetusta kohdanneet muutospainet ovat osaltaan seurausta yleisestä muutoksesta matemaattisten aineiden opetuksessa, esimerkiksi konstruktivistinen oppimisenäkemyks on saanut vankan jalansijan opetuksessa. Tilastotiedettä, eikä matemaattisia aineita yleensääkään, pidetä enää elitistisinä oppiaineina, vaan niiden katsotaan olevan tärkeä osa kaikkien opiskelijoiden yleistä koulutusta. Tilastollisten menetelmien perusteiden opettamista koskevassa keskustelussa on painottunut kontekstuaalisuuden periaate, mikä tarkoittaa sitä, että opetuksessa pyritään rakentamaan yhteyksiä tietämisen ja tekemisen, tiedon ja sen soveltamisen sekä oppiaineen ja sen käyttöyhteyden

välille. Oppimisen mielekkyys ja merkityksellisyys syntyy tiedon ja sen käyttötarkoituksen ymmärtämisen ja relevanssin kautta.

Vaikka konstruktivistinen oppimisenäkemys ja kontekstuaalisuus ovat saaneet pysyvän jalansijan keskustelussa tilastollisten menetelmien opetuksessa, ei varsinaisista opetusmetodeista vallitse yksimielisyyttä. Pääasiallinen keskustelu 1990-luvulla on käyty tietokoneavusteisen opetuksen eduista ja haitoista perinteiseen manuaaliseen laskentaan perustuvaan opetukseen nähden. Tietokoneavusteisen opetuksen puolestapuhujat esittävät, että tietokoneavusteinen opetus helpottaa kynnystä perusteiden opettelussa ja auttaa joissakin tapauksissa opiskelijoita pääsemään eroon oppimista vaikeuttavista harhakäsityksistä. Perinteistä manuaaliseen laskentaan perustuvaa opetusta puolustavat näkevät manuaalisen laskennan ainoaksi keinoksi saavuttaa syvällistä näkemystä tilastollisiin käsitteisiin, tietokoneiden avulla suoritettava opetus jättää tilastolliset käsitteet liian abstrakteiksi opiskelijoille.

6

Empiirisen tutkimuksen toteutus

6.1 Tutkimusongelmat

Yliopistojen tehtävänä on edistää vapaata tutkimusta sekä tieteellistä ja taiteellista sivistystä, antaa tutkimukseen perustuvaa ylintä opetusta sekä kasvattaa opiskelijoita palvelemaan isänmaata ja ihmiskuntaa.

Yliopistolaki 558/2009

Tässä työssä tarkastellaan tilastollisten menetelmien opetuksen tilaa sekä tämän työn teoreettisessa viitekehyksessä esitettyjen tilastollisten menetelmien opetuksen ja oppimisen ongelmien luonnetta ja laajuutta suomalaisessa kasvatustieteessä.

Yliopistolain toteutuminen edellyttää sekä innostuneita että sitoutuneita opettajia ja tutkijoita, jotka ovat uusimman tiedon etsijöitä ja tekijöitä (Niemi 2007). Yliopistojen ja niiden toimintaympäristön voimakkaat muutokset pakottavat kuitenkin kysymään onko lain noudattamiseen enää tosiasiallisia mahdollisuuksia. Mikäli korkeakoulutuksen tavoitteena on se, että opiskelija hallitsee tieteellisten metodien käytön todellisuuden jäsentämisessä sekä suhtautuu kriittisesti tietoon, ei tilastollisten menetelmien opetus näytä saavuttavan toivottuja tuloksia varisinkaan menetelmiä soveltavien alojen opinnoissa (Rautopuro ym. 2007).

Yliopistoissa hiljattain toteutettu tutkintojen uudistaminen edellyttää pohdintaa tavoitetasoista, joille pyritään ja mitkä ovat ydinaineokset ja pedagogiset prosessit, joilla

tavoitteisiin ylletään. Tilastollinen yleissivistys ja lukutaito, eli peruskäsitteiden ymmärtäminen, lienevät kaikille opiskelijoille asetettavia yhteisiä perustavoitteita. Osa opiskelijoista voi oikein opastettuna saavuttaa mekaanisen kyvyn ratkaista tutkimusongelmia tilastollisin menetelmin ja raportoida tuloksia asiallisesti. Pelkästään nämä tavoitteet toimintarutiinien ja proseduurien hallinnasta ovat hyvin haastavia niin opetuksessa kuin tutkielmien ohjauksessa.

Tilastollisten menetelmien osaaminen on suuri haaste kasvatustieteissä, sillä useat tutkimukset ovat osoittaneet, että ongelmia on niin opiskelijoiden asenteissa kuin perustaidoissa, menetelmäkursseiden resursseissa ja sisällöissä sekä opinnäytetöiden ohjausprosesseissa. Stereotypian mukaan kasvatustieteilijät käyttivät ensin *vääriä tilastollisia menetelmiä väärin*, mutta opiskeltuaan käyttivät *oikeita menetelmiä väärin* tai *vääriä menetelmiä oikein*, mutta *oikeiden menetelmien oikea* käyttö on ollut hapuilevaa (Sänkiäho 1974).

Ensimmäinen tutkimusongelma on tilastollisten menetelmien tila kasvatustieteiden tiedekunnissa Suomessa, ja tämä ongelma käsittää kolme tutkimuskysymystä:

1. Mitä ja miten paljon tilastollisia menetelmiä opetetaan?
2. Kuka opettaa ja millainen on opettajien menetelmällinen tausta?
3. Miten tilastollisia menetelmiä käytetään opinnäytetöissä?

Oman ongelmansa opetukseen ja oppimiseen tuo se, että monilla opiskelijoilla on uskomuksia ja ennakkoluuloja (prejudice) yliopistojen tilastollisten menetelmien opetuksesta. Tilastollisten menetelmäkursseiden maine leviää opiskelijasukupolvelta toiselle lähinnä negatiivisia kokemuksia omaavien opiskelijoiden kauhukertomuksina (Garfield 1997; Väisänen & Ylönen 2004), mutta myös eri tieteenalojen opettajakunta voi joko tarkoituksellisesti tai tahattomasti lietsoa kielteisiä ennakkoluuloja (Rautopuro & Väisänen 2003).

Toinen tutkimusongelma käsittelee opiskelijoiden ennakkoluuloja tilastollisten menetelmien opintoja kohtaan, ja tutkimusongelma voidaan jakaa neljään tutkimuskysymykseen:

1. Millaisia ennakkoluuloja opiskelijoilla on tilastollisista menetelmäopinnoista?
2. Mistä ennakkoluulot ovat lähtöisin?
3. Onko ennakkoluuloilla yhteyttä opiskelijan matemaattiseen taustaan?
4. Millainen on ennakkoluulojen yhteys kurssimenestykseen?

Kognitiivisia ja ei-kognitiivisia tilastomenetelmien oppimiseen liittyviä ongelmia on tutkittu sekä Suomessa (Haapala ym. 2002; Murtonen & Lehtinen 2003; Rautopuro & Väisänen 2003; Väisänen & Ylönen 2004) että ulkomailla (Schutz ym. 1998; Townsend ym. 1998; Yilmaz 1996). Opiskelijoilla on virheellisiä käsityksiä (*misconceptions*) tilastollisista käsitteistä ja ilmiöistä sekä käsitteiden välisistä suhteista eivätkä he osaa soveltaa oppimään käsitteitä todellisten tilastollisten ongelmien ratkaisemiseen (Batanero 2000; Haapala

ym. 2002; Schau & Mattern 1997), eivätkä ongelmat vähene, vaikka opiskelijat osallistuvat menetelmäkursseille (Batanero ym. 1994; Garfield 1997; Townsend ym. 1998). Edellä mainittuja ongelmia on raportoitu useista menetelmäkursseiden diagnostisista alkutesteistä ja loppukuulusteluista (Rautopuro & Väisänen 2003). Murtosen ja Lehtisen (2003) mukaan opiskelijoiden menetelmäopintojen ongelmia ovat muun muassa (1) pinnallinen opetus ja aikapula, (2) teorian ja käytännön yhteen nivomisen vaikeus, (3) käsitteiden ja sisällön vieraus ja vaikeus, (4) eheän kuvan luominen tieteellisen tutkimuksen eri osista ja sen todellinen ymmärtäminen ja (5) negatiiviset asenteet ja heikko motivaatio.

Tutkimuksen kolmas tutkimusongelma keskittyy opiskelijoiden harhakäsityksiin tilastollisista peruskäsitteistä, ja se sisältää neljä tutkimuskysymystä:

1. Millaisia harhakäsityksiä opiskelijoilla on
 - suhteellisesta osuudesta (prosenttiosuudesta)
 - lineaarisesta asiayhteydestä
2. Millainen yhteys opiskelijoiden harhakäsityksillä on heidän ennakkoluuloihinsa?
3. Millainen on harhakäsitysten yhteys kurssimenestykseen?
4. Millainen on harhakäsitysten säilyvyys – väärinkäsityksistä väärinkäyttöön?
 - harhakäsitykset ”jatkokursseilla”
 - harhakäsitykset opinnäytetöissä ja tutkimuksissa.

6.2 Aineiston keruu ja analyysit

Tilastollisten menetelmien tilaa kasvatustieteissä kartoitettiin informanttimenetelmää käyttäen vuoden 2003 syksyllä suoritetulla kyselyllä (liite 3), joka toimitettiin sähköpostitse kaikille suomenkielisille kasvatustieteen laitoksille ja opettajankoulutuslaitoksille mukaan lukien lastentarhaopettajankoulutus ja erityispedagogiikka. Kyselyllä pyrittiin tavoittamaan kaikki kasvatustieteissä tilastollisia menetelmiä opettavat henkilöt. Opettajien tavoittamiseksi suoritettiin ensin laitoksittain tiedustelu opettajista ja heidän sähköpostiosoiteistaan. Lopullinen postituslista sisälsi kaikkiaan lähes 40 henkilöä, joille varsinainen sähköpostikysely lähetettiin. Vastauksia palautui kaikkiaan 20. Vastaamatta jättivät Jyväskylän yliopisto kokonaisuudessaan, Rauman opettajankoulutuslaitos, Helsingin yliopiston kasvatustieteen laitos ja Joensuun yliopiston erityispedagogiikan laitos.

Kysely sisälsi kolme osaa. Ensimmäisessä osassa kartoitettiin laitosten kvantitatiivisten menetelmien kurssitarjontaa, eli kurssien määrää, laajuutta ja kurssien sijoittumista opetusohjelmaan sekä kurseista vastaavia yksiköitä sekä kvantitatiivisten menetelmien käyttöä laitosten pro gradu -tutkielmissa. Toinen osa kyselystä keskittyi opettajien tilastotieteelliseen taustaan sekä opettajien käyttämiin opetusmenetelmiin ja tilastollisten menetelmien ohjaukseen. Kyselyn kolmannessa osiossa selvitettiin opettajien näkemyk-

siä tilastollisten menetelmien tilasta, tulevaisuudesta ja tarpeellisuudesta kasvatustieteissä. Tässä osassa opettajia pyydettiin myös arvioimaan oman laitoksensa henkilökunnan ja opiskelijoiden asenteita.

Opinnäytetöiden osalta tarkasteltiin Joensuun ja Jyväskylän yliopistoissa hyväksytyjä pro gradu -tutkielmia. Pro gradu -tutkielmien aineisto koostuu 49 kasvatustieteen pro gradu -tutkielmasta, jotka on tehty vuosina 2000–2004 Joensuun yliopiston (sekä Joensuun että Savonlinnan kampus) ja Jyväskylän yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnassa. Valtaosin opinnäytteet ovat opettajiksi opiskelevien tekemiä. Kaikkiaan otoksen ajankohtana tehtiin näissä yksiköissä 82 kvantitatiivisia menetelmiä käyttävää pro gradua, joten näyte on 60 % perusjoukosta. Kvantitatiivisia menetelmiä soveltavia tutkielmia oli 19 % kaikista läpikäydyistä tutkielmista (n = 427). Yli puolessa (59 %) kvantitatiivisia menetelmiä soveltavista tutkielmista käytettiin myös laadullisia menetelmiä. Tutkielmien arviointia varten laadittiin seuraava luokitusrunko:

1. **Tutkimuksen tarkoitus.** (i) Tutkimustehtävän määrittely, (ii) Tutkimusongelmien ja sisällöllisten hypoteesien määrittely, ja (iii) Operationalisointi ja kyselylomakkeen laadinta.
2. **Aineiston keruu.** (i) Perusjoukon määrittely, (ii) Aineiston poiminta, (iii) Aineiston keruumenetelmä, ja (iv) Katoanalyysi ja aineiston edustavuuden pohdinta.
3. **Tilastolliset menetelmät.** Kuinka tutkielmassa käytettiin (i) Kuvailevia menetelmiä, (ii) Tilastollisia testejä, ja (iii) Tilastollista mallintamista, sekä (iv) Arvio menetelmien sopivuudesta ongelmiin ja aineistoon.
4. **Tutkimuksen luotettavuuden arviointi.** Arvioiko tutkimuksen tekijä (i) Tilastollisten menetelmien oletuksia, (ii) Mittareiden reliabiliteettia, (iii) Tutkimuksen virhelähteitä, (iv) Mahdollisia metodologisia puutteita, ja (v) Ymmärsikö ja pohtiko kirjoittaja tilastollisen merkitsevyyden ja käytännön merkityksen välistä eroa.
5. **Arvio tutkimuksen yleisestä menetelmällisestä tasosta.** Tutkimuksen yleinen menetelmällinen taso arvioitiin viisiluokkaisella asteikolla, joka vaihteli arviosta *Paljon puutteita ja virheitä* arvioon *Käytetty pitemmälle kehittyneitä menetelmiä lähes virheettömästi*.

Muut tutkielmien ominaisuudet arvioitiin kolmiluokkaisella arviointiasteikolla, joka vaihteli arviosta *Ei käsitelty, Käytetty väärin tai Selkeitä virheitä ja puutteita* arvioon *Käsitelty selkeästi tai Käytetty oikein*.

Opettajakyselyn ja pro gradu -töiden aineistojen analysointiin sovellettiin määrällistä ja laadullista sisällönanalyysia (esim. Tuomi & Sarajärvi 2009, 91, 105). Vastauksia tyypiteltiin, teemoiteltiin ja kuvailtiin aineistolähtöisesti sanallisesti. Lisäksi aineiston tulokinnan apuna käytettiin tilastollista kuvailua. Tämän väitöskirjan kirjoittaja analysoi opettajakyselyn yhteistyössä professori Pertti Väisäsen kanssa. Pro gradu -töiden analysointiin osallistui kaksikon lisäksi myös erikoistutkija Antero Malin.

Toisen tutkimusongelman aineisto on kerätty kahdelta Joensuun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan menetelmäopintojen opintojaksolta: yleisopintojen kurssi *Kasvatustieteen tilastomenetelmien perusteet* (KTMP) vuonna 2001 (n = 125, Joensuun kampus), ja aineopintojen kurssi *Kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät 1* (KTM1) kevätlukukaudella 2002 (n = 232, Joensuun ja Savonlinnan kampus). Yleisopintoihin kuuluva menetelmäkurssi oli tyypillinen tilastollista kuvailua (taulukot, kuviot, tavallisimmat tunnusluvut ja riippuvuuden käsite) käsittelevä peruskurssi. Aineopintojen kurssilla puolestaan esiteltiin tilastollisen päättelyn perusteita ja tavallisimpia tilastollisia testejä. Kuvailevan tilastotieteen kurssin suorittaminen oli edellytyksenä tilastollisen päättelyn kurssille osallistumiselle.

Molempien kurssien alussa opiskelijat vastasivat kyselyyn ja suorittivat diagnostisen alkutestin. Kurssikyselyissä kartoitettiin opiskelijoiden näkemyksiä ja ennakkokäsityksiä tulevasta kurssista (KTMP) sekä affektiivisia tekijöitä kuten motivaatiota, asenteita sekä tilasto- ja matematiikka-ahdistusta (KTM1). Toisen tutkimusongelman aineistoja analysoitiin laadullisen ja määrällisen sisällönanalyysin lisäksi testaamalla luokiteltujen muututtujen (esim. ennakkoluulot ja matematiikan opintojen laajuus) välistä asiayhteyttä perinteisellä khiin-neliötestillä. Kyselylomakkeen asenneväittämien informaatio tiivistettiin faktorianalyysin avulla ja muodostuneiden ulottuvuuksien yhteyksiä tarkasteltiin Pearsonin korrelaatiokertoimen avulla. Faktorianalyysin avulla muodostettujen ulottuvuuksien ryhmäkohtaisia eroja (esim. sukupuolten välillä) analysoitiin Mann-Whitneyn U-testillä, koska ulottuvuuksien jakaumat eivät olleet symmetrisiä ja miesten osuus oli varsin pieni.

Kolmannen tutkimusongelman aineisto koostuu tilastollisten menetelmien kurssien diagnostisista alkutesteistä. Diagnostiset testit suoritettiin kahdella Joensuun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan menetelmäopintojen opintojaksolla: yleisopintojen kurssi *Kasvatustieteen tilastomenetelmien perusteet* vuonna 2001 (n = 125) ja aineopintojen kurssi *Kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät 1* kevätlukukaudella 2003 (n = 186). Kuvailevan tilastotieteen kurssin suorittaminen oli edellytyksenä tilastollisen päättelyn kurssille osallistumiselle.

Kurssien alussa suoritetuilla diagnostisilla testeillä mitattiin opiskelijoiden lähtötasotietoja ja mahdollisia harhakäsityksiä kurssien keskeisistä käsitteistä. Testit perustuivat lukion lyhyen matematiikan kurssivaatimukseen (tilastomenetelmien perusteet) ja kuvailevan tilastotieteen perusteisiin (päättelyn kurssi). Tässä työssä keskitytään vain joihinkin testien tehtäviin, eli suhteellisen osuuden ymmärrystä, lineaarisen riippuvuuden ymmärrystä ja vaihtelun arviointia mittaaviin tehtäviin. Osa tehtävistä, jotka analysoitiin laadullista ja määrällistä sisällönanalyysia käyttäen, on esitetty liitteissä.

7

Tulokset

7.1 Tilastollisten menetelmien tila kasvatustieteiden tiedekunnissa

Kun tarkastellaan tilastollisten menetelmien asemaa ja käyttöä kasvatustieteissä, on helppo yhtyä Tarkkosen (2006) näkemykseen siitä, että mitä paremmin tilastolliset menetelmät ovat jokaisen käytettävissä, sitä vähäisemmäksi jää tilastotieteen arvostus ja huomio. Asetus (1998/986) peruskoulun opetustoimen henkilöstön kelpoisuusvaatimuksista säätelee sen, että peruskoulun opettajalla on oltava opettamastaan oppiaineesta yhteensä 60 opintopisteen (35 opintoviikon) opinnot (Finlex – Valtion säädöstietopankki). Yliopiston henkilökunnalta vaaditaan yleisesti ottaen virantäyttöselosteessa määritelty opetettavan alan koulutus, joka on vähintään maisteritasoinen. Tilastollisten menetelmien opettajille ei yliopistoissa kuitenkaan ole soveltavissa tieteissä mitään muodollisia pätevyysvaatimuksia tilastotieteen opinnoista.

7.1.1 Opettajankoulutuslaitokset

Tilastollisten menetelmien opetus eri opettajankoulutuslaitoksissa vaihtelee melkoisesti (liite 1). Eroja on opettajankoulutuslaitosten välillä, mutta myös saman yliopiston sa-

massa tiedekunnassa sijaitsevien yksiköiden välillä. Kaikissa opettajankoulutuslaitoksissa opetetaan joitakin tilastotieteen kursseja pakollisena, mutta kurssien määrä sekä tunneissa että opintoviikoissa mitattuna on huomattavan erilainen eri yliopistoissa. Ääripäitä edustavat Jyväskylän yliopisto (18 tuntia, 2 ov) ja Lapin yliopisto (100 tuntia, 4 ov). Pakolliset kurssit sisältävät yleensä kuvailevaa tilastotiedettä ja hieman riippuvuuksien kuvailua ja kurssit ovat osana joko yleisopintoja tai kasvatustieteen perusopintoja. Tilastollista päättelyä ja testaamista koskevat kurssit ovat useimmiten vapaaehtoisia.

Tilastollisten menetelmien opetukseen opettajankoulutuksessa liittyy useita ongelmia. Ensinnäkin yleis- ja perusopintoihin sijoitetut kurssit ajoittuvat opintojen alkuun, yleensä ensimmäiseen opintovuoteen, joten luonteeltaan abstrakti oppiaine joudutaan opettamaan ilman kunnan kontekstia. Pahimmassa tapauksessa tilastollisten menetelmien opintoja suoritetaan ennen oman pääaineen peruskurssia. Toiseksi, tilastollista päättelyä sisältävät pakolliset tai vapaaehtoiset kurssit ovat pääsääntöisesti osa syventäviä opintoja, joten välimatka on liian pitkä jotta opintojen alkupuolella suoritettujen menetelmäopinnot tukisivat opintojen loppuvaiheen menetelmäopintoja. Kolmanneksi, vapaaehtoiset kvantitatiivisten menetelmien opinnot eivät näytä opiskelijoita juurikaan kiinnostavan (ks. liite 1), koska opintoihin osallistuvien opiskelijoiden osuus vaihtelee yksiköittäin 0–30 %:n välillä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että melkoinen osuus luokanopettajaksi opiskelevista valmistuu vailla minkäänlaisia tilastollisen päättelyn opintoja.

Opettajankoulutuslaitokset huolehtivat pääsääntöisesti itse tai yhteistyössä kasvatustieteen laitosten kanssa kvantitatiivisten menetelmien opetuksesta. Ainoastaan Joensuun yliopiston Joensuun yksikössä ja Jyväskylän yliopistossa kvantitatiivisten menetelmien perusopinnoista huolehti tilastotieteen laitos ja Turun yliopistossa on laitokselle palkattu oma statistikko. Mainittakoon, että pian tämän kyselyn jälkeen Joensuun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunta alkoi tutkinnonuudistuksen myötä huolehtia itse tilastollisten menetelmien opetuksesta. Opettajien tilastollinen tausta on myös vaihteleva. Useimmat opettajat ovat tutustuneet tilastollisiin menetelmiin omien tutkimustensa kautta tai heillä on suoritettuna jotain yksittäisiä kursseja tai alempia arvosanoja (approbatur) tilastotieteessä tai mahdollisesti muiden tieteenalojen, kuten psykologia, arvosanojen yhteydessä suoritettuja tilastotieteen opintoja. Tilastotieteen ylimmän arvosanan (laudatur) tai enemmän oli suorittanut ainoastaan kolme kyselyyn vastannutta tilastollisten menetelmien opettajaa.

Vaikka kurssien määrässä laitoksittain on huomattavia eroja, opetusmenetelmien suhteen näytti vallitsevan sitäkin suurempi yksimielisyys. Kvantitatiivisten menetelmien opetus on tyypillisimmillään luento-opetusta harjoituksineen (50 %–50 %) ja kaikki vastanneet opettajat käyttävät opetuksessaan työkaluna SPSS-ohjelmistoa. Muutama opettaja käyttää hyväkseen virtuaalisia ympäristöjä (esim. WebCT, ThuLe ja Pulpetix) lähinnä materiaalin jakelualustoina. Kurssit suoritetaan pääsääntöisesti joko perinteisesti tenttimällä tai tentin ja harjoitustöiden yhdistelmänä. Kurssien oheismateriaalina käytetään yleisim-

min suomenkielistä kirjallisuutta, kuten Nummenmaa, Konttinen, Kuusinen & Leskinen (1997): Tutkimusaineiston analyysi; Alkula, Pöntinen & Ylöstalo (1994): Sosiaalitutkimuksen kvantitatiiviset menetelmät sekä Heikkilä (1998): Tilastollinen tutkimus. Lähes kaikki opettajat ilmoittivat myös käyttävänsä opetuksen oheismateriaalina itsensä tai kollegansa laatima luentomonistetta.

Opiskelijoiden pro gradu -töissään käyttämien menetelmien jakaumat laitoksittain on esitelty taulukossa 2. Taulukon prosenttijakaumat perustuvat ”näppituntumaan” eli kyselyyn vastanneiden opettajien esittämiin arvioihin.

Taulukko 2. Pro gradu -töiden menetelmäjakauma (arvio) opettajankoulutuksessa

Yliopisto/Laitos	Kvantitatiiviset työt (%)	Laadulliset työt (%)	Molemmat menetelmät (%)
Helsinki/Erityisopettajan koulutus	40 %	50 %	10 %
Helsinki/Luokanopettajan koulutus	20 %	60 %	20 %
Joensuu/Erityispedagogiikan laitos	Ei vastausta	Ei vastausta	Ei vastausta
Joensuu/Soveltavan kasvatustieteen laitos	10%	75 %	15 %
Joensuu/Savonlinnan opettajankoulutuslaitos	25%–30 %	65%–70 %	10 %
Jyväskylä	Ei vastausta	Ei vastausta	Ei vastausta
Lappi (Rovaniemi)	20%	70 %	10 %
Oulu/Opettajankoulutuksen yksikkö	15%	80%	5 %
Oulu/Kajaanin opettajankoulutusyksikkö	20%	60%	20 %
Tampere/Opettajankoulutuslaitos (Hämeenlinna)	20%	60%	20 %
Turku/Opettajakoulutuslaitos	50 %	50%	
Turku/Rauman opettajankoulutuslaitos	Ei vastausta	Ei vastausta	Ei vastausta

Ottaen huomioon tilastollisten menetelmien opetuksen määrän ja sisällön, ei Taulukon 1 jakauma ole välttämättä yllättävä: suurin osa opiskelijoista soveltaa opinnäytetöissään laadullisia menetelmiä. Myöskään kvantitatiivisten ja kvalitatiivisten menetelmien yhdistäminen opinnäytetöissä ei näyttäisi olevan suuressa suosiossa. Kvantitatiivisten menetelmien käyttö ei myöskään näytä olevan sanottavammin yhteydessä laitoksella opettettävien kursien kestoon tai määrään.

Kvantitatiivisten menetelmien opettajat arvioivat osallistuvansa keskimäärin 10–20 pro gradu -työn tilastollisten menetelmien ohjaukseen, johon vuotuista työaikaa arveltiin kuluvan 30–100 tuntia.

7.1.2 Pääaineopinnot

Kasvatustieteen laitosten osalta linja kvantitatiivisten menetelmien opetuksessa on yhtenäisempi kuin opettajankoulutuslaitoksissa. Myös tilastollisten menetelmien kurseja on opiskelijoille tarjolla selkeästi enemmän kuin opettajankoulutuksessa (ks. liite 2). Yksinkertaisimmillaan tilanne on se, että kasvatustieteen pääaineopiskelijoilla on opiskeltavanaan pakollisena myös ne kurssit, jotka ovat opettajankoulutuksessa vapaaehtoisia. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että lähes kaikilla kasvatustieteen pääaineopiskelijoilla on opinnoissaan sekä kuvailevaa tilastotiedettä että tilastollista päättelyä koskevia kurseja. Osa opiskelijoista (20–30 %) suorittaa myös valinnaisia kvantitatiivisten menetelmien kurseja, jotka ovat yleisimmin johdatusta monimuuttujamenetelmiin.

Kasvatustieteen pääaineopiskelijoiden pro gradu -töissään käyttämien menetelmien jakaumat eivät poikkea opettajankoulutuksen opiskelijoista, vaikka he yleisesti ottaen opiskelevatkin enemmän kvantitatiivisia menetelmiä (taulukko 3). Myös pääaineopiskelijat suosivat opinnäytetöissään kvalitatiivisia menetelmiä ja kvantitatiivisten ja kvalitatiivisten tutkimusmenetelmien rinnakkaiskäyttö on harvinaista.

Taulukko 3. Pro gradu -töiden menetelmäjakauma (arvio) kasvatustieteen pääaineopinnoissa

Yliopisto/laitos	Kvantitatiiviset työt (%)	Laadulliset työt (%)	Molemmat menetelmät (%)
Joensuu/Kasvatustieteen laitos	25 %	60 %	15 %
Helsinki/Kasvatustieteen laitos	Ei vastausta	Ei vastausta	Ei vastausta
Jyväskylä	Ei vastausta	Ei vastausta	Ei vastausta
Lappi (Rovaniemi)	20 %	70 %	10 %
Oulu/	15 %	80 %	5 %
Tampere/Kasvatustieteen laitos	15 %	70 %	5 % Huom !! lisäksi luokka 'tunnistamaton menetelmä' 10 %
Turku/Kasvatustieteen laitos	Ei arviota	Ei arviota	Ei arviota

Koska suuri osa kasvatustieteen pääaineopintojen ja opettajankoulutuksen kvantitatiivisten menetelmien kurseista on yhteisiä, eivät opetuksen järjestelyt, opettajien tilastollinen tausta ja käytetyt opetusmenetelmät luonnollisestikaan poikkea toisistaan.

7.1.3 Opettajien näkemyksiä tilastollisten menetelmien opetuksen tilasta ja tarpeellisuudesta

Tilastollisten menetelmien opettajille suunnatun kyselyn (20 vastannutta) kolmannen osa-alueen ensimmäinen kysymys kuului *Miten opiskelijat mielestäsi suhtautuvat kvantitatiivisten menetelmien opetukseen a) opettajankoulutuksessa ja b) kasvatustieteen koulutuksessa?* Seuraavassa vastauksia tarkastellaan aluksi kokonaisuutena ja lopuksi vertaillaan opettajankoulutuksen ja tieteenalaopintojen vastauksia keskenään.

1) Pakkopullaa

Muutama vastaus oli tulkittavissa myönteisiksi, mutta valtaosassa mainintoja tuli esille opiskelijoiden ennakkoluuloinen tai kielteinen suhtautuminen. Myönteisiksi vastauksiksi voi tulkita sellaisia mainintoja, kuten *positiivisesti, kohtuullisen reippaasti ja asenne muuttunut myönteiseen suuntaan*. Parissa vastauksessa todettiin, että alun ennakkoluulojen jälkeen opetus saa muuttumaan asenteen myönteiseen suuntaan.

Noin puolessa vastauksista viitattiin opiskelijoiden motivaation puuttumiseen, tilastollisten menetelmien opiskelun tarpeettomana kokemiseen sekä kielteisiin tunteisiin, kuten pelkoihin, ahdistuneisuuteen tai jopa tilastokammoon. Näiden vastausten mukaan opiskelijat pitävät kurssia yleensä *pakkopullana* tai *välttämättömänä pahana*. Opiskelijat katsovat tilastollisten menetelmien opiskelun tarpeellisena ainoastaan opinnäytetyönä kannalta, mutta eivät opettajan työn kannalta. Eräessä vastauksessa (V11) tuli esille opiskelijoiden ambivalentti suhtautuminen: *Opiskelijat suhtautuvat positiivisesti mutta pelokkaasti*.

Tulokset eivät ole yllättäviä. Opiskelijoiden matematiikkaa ja tilastotiedettä kohtaan tuntemista peloista ja ahdistuneisuudesta, kielteisistä asenteista ja haitallisista ennakkoluuloista sekä niiden vaikutuksista oppimistuloksiin on melko paljon edellisiä havainnoja vahvistavaa tutkimusta (Batanero ym. 1994; Birenbaum & Eylath 1994; Forte 1995; Gal & Ginsburg 1994; Galagedera 1998; Haapala ym. 2002; Onwuegbuzie ym. 1997; Onwuegbuzie 1999; Townsend ym. 1998).

Osan vastaajista tyytyessä arvioimaan opiskelijoiden suhtautumistapoja yleisellä tasolla (*pääsääntöisesti opiskelijat..., yleensä opiskelijat...*), osa vastaajista pyrki arvioimaan tarkemmin, missä määrin kielteiset asenteet ovat yleistettävissä koko opiskelijajoukkoon. Erään vastaajan (V4) mukaan opettajaksi opiskelevat suhtautuvat *nihkeästi, [kurssi on] pakkopullaa, joka on nieltävä, ei uskoa menetelmien tarpeellisuuteen (arvio: 96 % vastaan ja 4 % puolesta)*. Vastaavasti kasvatustieteen pääaineopintojen puolella on *hieman toisenlaistakin henkeä, osa jopa uskoo tai tietää tarvitsevänsä menetelmiä (arvio: 65 % vastaan, 35 % puoles-*

ta). Osan opiskelijoista todettiin suhtautuvan jopa innokkaasti tilastollisten menetelmien opiskeluun, erityisesti valinnaisilla kursseilla.

Monet opiskelijat pitävät opettajan työtä hyvin käytännöllisenä ammattina, joten kielteisissä asenteissa ei välttämättä ole kyse kvantitatiivisista menetelmistä sinänsä, vaan siitä, että opiskelijat eivät miellä opettajankoulutuksen tutkimusperustaisuutta.

Kasvatustieteen pääaineopinnoissa ongelmaa ei pääsääntöisesti nähty yhtä pahana kuin opettajankoulutuksessa. Kvantitatiivisten menetelmien asemaa ei kyseenalaisteta, vaan niitä pidetään pikemminkin itsestäänselvyytensä ja hyväksytään osaksi korkeakoulututkintoa. Sen sijaan pelkoa omien kykyjen riittämättömyydestä esiintyy myös tällä puolella. Erään vastauksen mukaan pelkoja on jopa 60 %:lla ja toisen vastauksen mukaan osa opiskelijoista menee pelosta *täysin lukiin*. Erityisesti opiskelijoiden epävarmuus matematiikan hallinnasta tuntui olevan syy pelkoihin. Tutkimusten mukaan tilastotieteen opiskelu vaatii riittävän hyvää matematiikan hallintaa sekä kykyä abstraktiin ja loogiseen ajatteluun (Galagedera 1998; Yilmaz 1996), joissa ihmistieteisiin suuntautuneet opiskelijat eivät ole vahvimmillaan. Oppimisvaikeudet johtuvat myös opiskelijoiden heikosta iteluottamuksesta (Forte 1995) ja epäsuotuisaan tilastolliseen taustaan liittyvästä väärin oppimisstrategioiden käytöstä. Eräs yleinen oppimisstrategia oli ulkoa opettelu (Rautopuro & Väisänen 2003).

Myös motivaation puute tuntui olevan yleinen vaiva: *Opiskelijat ovat vähän vetämättömiä ja tuntuu siltä, että he eivät avaa kurssikirjoja omatoimisesti*. Myös Väisänen ja Ylösen tutkimuksessa (2004) opiskelijoilla havaittiin alhainen motivaatio. Kurssin alussa motivaation keskiarvo oli 6.5/10, puolivälissä 6 ja lopussa noin 5. Opiskelijan heikko matemaattinen tausta ja siihen liittyvä kielteinen matemaattinen minäkäsitys vaikuttavasti myös motivaatioon ja sitä kautta oppimistuloksiin (Galagedera ym. 2000; Väisänen & Ylönen 2004).

2) Puolesta ja vastaan

Kysymyksessä 2 tiedusteltiin opettajien käsityksiä siitä, miten oman laitoksen henkilökunta suhtautuu kvantitatiivisten menetelmien opetukseen. Noin puolessa vastauksista (10/19) välittyi arvostava, myönteinen ja asiallinen suhtautuminen. Muutamassa vastauksessa välittyi asenne, että *on hyvä, että joku opettaa tai pitäähän niitä opettaa*. Neljässä vastauksessa voitiin tulkita henkilökunnan ambivalentti suhtautuminen:

Meitä on pari innokasta, muut eivät juuri kommentoi asiaa. Suuri osa henkilökunnasta on todennäköisesti yhtä negatiivisia menetelmien suhteen kuin opiskelijat. (V 12)

... tässäkin ambivalentti juttu; löytyy ihmisiä ainakin luokissa: täysin vastaan, osittain puolesta, lähes hyväksyy ja hyväksyy täysin (arvio menee jotenkin näin: 40%–30%–20%–10%) (V4)

Osa pitää erittäin tärkeinä ja on huolissaan. Osa graduja ja muita opinnäytetöitä ohjaavista on sitä mieltä, että laadullinen tutkimus on suotavampaa sekä yleisesti että opettajankoulutuksessa erityisesti. Suhtautuminen näyttää riippuvan pitkälti henkilön omasta taustasta – epävarmat ja heikon taustan omaavat ”vastahankaisia”. (V7)

Valtaosa karttaa. (V 18)

Eräällä laitoksella olisi ollut valmiutta opettaa enemmänkin, mutta opintoviikkomäärät nähtiin riittämättöminä. Kvantitatiiviset ja kvalitatiiviset menetelmät näyttävät joutuvan taistelemaan menetelmäopinnoille varatuista opintoviikoista. Myönteisistä asenteista huolimatta muutamassa vastauksessa todettiin, että kurssien potentiaaliset opettajat pitävät omia taitojaan riittämättöminä. Syynä tähän nähtiin kvalitatiivisten menetelmien painottuminen koulutuksessa viime vuosikymmeninä. Eräs vastaaja (V1) kirjoittaa: *Aika moni on suuntautunut kvalitatiivisiin menetelmiin ja jättävät kvanttimenetelmät ”spesialistien” harteille.*

3) Haluammeko erottua ammattikorkeakouluista?

Kysymyksessä 3 tiedusteltiin opettajan omaa mielipidettä kvantitatiivisten menetelmien tarpeellisuudesta. Myös tässä osiossa vastaukset vaihtelivat kategorisesta ”ei” ehdottomaan ”kyllä”. Ilman mitään varauksia tarpeellisena kvantitatiivisia menetelmiä opettajankoulutuksessa piti 14 vastaajaa 19:stä. Yksi vastaaja ilmoitti kategorisesti ”ei tarvetta”. Vastaajista 4 suhtautui varauksellisesti. Heistä 1 (V11) oli sitä mieltä, että opettajankoulutuksessa ei ole tarvetta pakollisille empiiris-analyyttistä lähestymistapaa koskeville metodiopinnoille, mutta *jokaisen korkeakoulututkinnon suorittaneen pitäisi tietenkin osata tilastotiedettä sen verran, että osaa tulkita ihan perustunnuslukuja ja arvioida erilaisia tutkimuksia, selvityksiä ja kartoituksia kriittisesti.* Toinen vastaaja (V13) oli sitä mieltä, että kvantitatiiviset menetelmät eivät ole opettajankoulutuksessa niin tärkeitä kuin tieteenalaopinnoissa, koska *opinnot ovat käytännöllisiä, niin myös ratkaistavat ongelmat.* Lisäksi hän esitti, että: *Otoskoot ovat pieniä, laadullisilla menetelmillä pärjätään aika pitkälle. Jos kvantitatiivisia tarvitaan, hyvin perusmenetelmillä tulee toimeen – toki niitäkin on osattava käyttää oikein!*

Yleisesti ottaen kvantitatiivisten menetelmien opettamista pidettiin tarpeellisempana kasvatustieteen ja aikuiskasvatuksen opinnoissa ja erityisesti erityispedagogiikassa kuin opettajankoulutuksessa. Opettajankoulutuksen tieteellisyyden katsottiin edellyttävän hyvää menetelmäopinnojen tasoa. Muutamassa vastauksessa esitettiin, että aineopinnotasolle asti menetelmäkurssien tulisi olla kaikille pakollisia ja eriytymistä voisi tapahtua syventävissä opinnoissa opiskelijan omien tutkimusintressien mukaisesti.

Vastauksissa kuvastui huoli siitä, miten tiedeyliopistot erottuvat ammattikorkeakouluista, jos ei ymmärretä että akateemisen koulutuksen menetelmäopinnoihin kuuluvat

niin kvalitatiivinen kuin kvantitatiivinenkin lähestymistapa. Yksi vastaaja (V4) kysyy: *Miten erottaudumme ammattikorkeakoulujen tutkimus- ja kehittämistyöstä, jos teemme samanlaista ”pehmein ottein” eikä mitään koulutuksen ja kasvatuksen yleisemmästä kehittämisestä pystytä sanomaan julkiseen keskusteluun ja päätöksentekoon.* Eräs opettaja kuvaa huolensa painokkain ja kärkein sanakääntein: *Nykyisillä opiskelijoiden asenteella (yleistään) voitaisiin siirtää koko opettajankoulutus ammattikorkeakouluihin ammattiin tähtääväksi koulutukseksi ja unohtaa koko tutkimuksellinen puoli.* (V5)

Lisäksi kvantitatiivisten menetelmien tarpeellisuutta perusteltiin tutkimusmetodisella ja yliopistollisella yleissivistyksellä, tutkimuksenteon perustaitojen hallinnalla ja sillä, että opiskelija ja yliopistosta valmistunut maisteri kykenisi lukemaan ja ymmärtämään oman alansa tutkimusta. Myös opettajan ammatissa toimivan katsottiin tarvitsevan kriittistä tilastollista lukutaitoa. Opettajan tulisi pystyä toimimaan median välittämän tilastollisen informaation tulkkina oppilaille ja opastamaan heitä ympäristöstä tehtyjen havaintojen järjestämiseen asianmukaisiksi taulukoiksi ja graafisiksi esityksiksi (mm. Ben-Zvi 2000; Gal & Ginsburg 1994; Moore 1997; Rautopuro & Väisänen 2003).

4) Toiset paremmin, toiset huonommin

Kysymyksessä 4 tiedusteltiin miten opiskelijat hallitsevat käyttämiään kvantitatiivisia menetelmiä a) opinnoissaan/opinnäytetöissään ja b) valmistuessaan. Valtaosassa vastauksista (15/19) taitojen taso nähtiin joko yleisesti heikkona tai välttävänä ja suuresti vaihtelevana. Neljä vastausta oli optimistisempia ja niissä esitettiin, että menetelmien osaamisen taso on kohonnut viime vuosina ja opiskelijat tekevät analyysit pitkälti yksin. Yhden vastaajan (V1) mielestä *Peruspaketit ja standardiratkaisut osataan (osin) pienen ohjauksen jälkeen. Erityisempiin sovelluksiin ei juuri kyetä.*

Opiskelijoiden osaamisen heikkoon tasoon viitattiin muun muassa käyttämällä seuraavia ilmauksia:

Yleisesti ottaen huolestuttavan heikosti. (V4)

Huonosti. Syynä toisaalta annetun opetuksen vähäinen määrä, toisaalta heikko motivaatio asioiden opettelemiseen. (V5)

Huonosti, horjuvuutta käsitteissä ja valitun menetelmän perusteluissa sekä tulkinnoissa. (V3)

Taitotason vaihtelua kuvattiin muun muassa seuraavasti:

Skaala vaihtelee hirveästi. Osa ei tajua ollenkaan mitä tekee ja osa käyttää niitä ihan ammattilaisen tasolla jo gradussa. (V10)

– – *erinomaiseen hallintaan sadan joukosta pääsee teoreettisesti kymmenkunta opiskelijaa, teoreettiseen ja käytännölliseen hallintaan vain muutama...* (V17)

Kaikki vastaajat eivät pitäneet edes tärkeänä kvantitatiivisten menetelmien monipuolista hallintaa, kuten käy ilmi seuraavasta lainauksesta (V18): *Toiset paremmin, toiset huonommin – tai tarkoitan, että toiset tyytyvät yksinkertaisiin ja kuvaileviin juttuihin, toiset sitten menevät pidemmälle – en näe tätä ongelmaksi, jos tutkimus on muuten ”ehjä” ja opiskelija on itse jyvällä siitä, mitä tekee ja miksi juuri sitä.*

Analyyssimenetelmän valinta ja ymmärrys siitä, miksi mitään menetelmää käytetään, tuntuu tuottavan vaikeuksia. Useista vastauksista kävi ilmi, että opiskelijat suoriutuvat paremmin analyyssien toteutuksesta tilastollisten ohjelmien avulla. Ainoastaan pari vastaajaa oli sitä mieltä, että opiskelijat hallitsevat näitä menetelmiä paremmin valmistuessaan kuin oppinnäytetöissä, koska pro gradun tekeminen kehittää taitoja ja antaa lisää varmuutta.

5) Ongelmat opiskelijoissa?

Kysymys 5 käsitteli kvantitatiivisten menetelmien opetuksen ongelmallisena kokemista ja ongelmien syitä. Kolme vastaajaa yhdeksästätoista ei kokenut opetuksessaan mitään ongelmia. Muissa vastauksissa ongelmia nähtiin sekä opetuksessa, opiskelija-aineksessa että omassa taustassa. Suurin osa maininnoista liittyi opiskelijoihin. Useimmin mainittiin opiskelijoiden motivaation puute (6/19) ja heikot pohjatiedot ja valmiudet (5/19). Myös kielteiset asenteet, ennakkoluulot ja heterogeeninen aines mainittiin.

Opetukseen liittyvät ongelmien lähteet olivat ajan ja opintoviikkojen vähäisyys (3/19), kurssien väärä ja etupainotteinen ajoitus (3/19) ja massaopetuksen aiheuttamat opetusmenetelmälliset ongelmat (3/19). Yhdessä vastauksessa pohdittiin, että opetus ei liity kasvatustieteelliseen kontekstiin tai koulutus välittää kasvatustieteestä yksipuolista kuvaa.

Suurin ongelma opetuksen kannalta on kuitenkin se, että muissa opinnoissa opiskelijamme eivät saa ollenkaan kuvaa tai käsitystä siitä, mitä empiiris-analyttinen kasvatustiede oikeastaan on tai mitä se voisi olla. (V10).

Samaan ongelmakenttään viitataan myös toisessa vastauksessa: *Yksi syy on myös 90-luvulla tullut kvalitatiivisten menetelmien muotialto, joka meni aika tavalla liian pitkälle.*

Opettajan omaan taustaan liittyviä ongelmia tuli esille kahdessa vastauksessa.

En ole matemaatikko enkä tilastotieteilijä, enemmän naisen logiikkaa käyttävä – omat tutkimukseni enimmäkseen laadullisia – ehkä ongelma jostain näkökulmasta on se, että samalla kun ”opetan”, joudun koko ajan opiskelemaan itsekin. (V18)

Toisaalta eräs vastaaja (V12) toteaa, että: *Tilastoja opettavien taidot itse menetelmissä varmaan hyvät, mutta näkemykset näiden opettamisesta ehkä eivät. Monet tilasto-opettajista (erityisesti tilastotieteilijät) ovat sellaisia, jotka eivät itse ole kokeneet mitään ongelmia näiden oppimisessa ja siksi eivät ehkä ymmärrä opiskelijan ongelmia. Kvantitatiivisten menetelmien opetustavasta pitäisi aloittaa mitä pikimmiten laaja keskustelu opettajien kesken, eli millä opetusmenetelmillä näitä pitäisi opettaa ja milloin ja missä järjestyksessä.*

Opetukseen liittyvät ongelmat näyttävät kietoutuvan yhteen. Opiskelijoiden heikot valmiudet, opiskelija-aineksen heterogeisuus, asenne- ja motivaatio-ongelmat, opintojen irrallisuus opiskelijoiden kokemuskentästä ja kasvatustieteellisestä kontekstista sekä yritys opettaa menetelmiä perinteisen massaopetuksen avulla koetaan molemmin puolin turhauttavana. Opetukseen liittyvien ongelmien kietoutumisesta yhteen kirjoittaa eräs vastaaja näin: *Toisaalta joka hallitsee, hallitsee sitten hyvin ja hyvin hallitseminen syntyy siitä, että itse on todella tehnyt tutkimusta näillä menetelmillä eli kokenut käytössä prosessin teoriasta soveltamiseen. Hyvin hallitseminen taas helposti näyttää johtavan siihen, että... ja unohtaa sen todellisen tason, jolla opiskelijat ovat – jonka pitäisi olla opetuksen lähtökohta. Todellisen tason unohtaminen tarkoittaa esim. että ei ole opetuksessaan riittävän konkreettinen, edellyttää käsitteiden hallintaa ja etenee liian nopeasti.* (V17)

Eräs vastaaja uskoo, että ongelmia voidaan myös ennaltaehkäistä: *Meillä on mielestäni melkoinen hajonta opiskelijoiden valmiuksissa ja taidoissa joillakin yhtyvät matikkakauhu, tilastokauhu ja tietokonepelko ja silloin tilanne on vaikea – mutta näistä on onnistumisen kokemusiakin kun niihin tartutaan ja autetaan ajoissa.* (V12)

6) Nuorilla ”pallo hukassa”, mutta myös aika tuottaa eroosiota

Kysymys 6 kuului: *Ovatko opinnäytetöitä ohjaavien henkilöiden kvantitatiivisten menetelmien taidot mielestäsi riittävät? Mitä kehitettävää on?*

Vastaukset vaihtelivat tässäkin kysymyksessä skaalalla: ”ovat” (riittävät) – ”hyvää keskitasoa” – ”eivät alkuunkaan riittävät”. Useimmissa vastauksissa ohjaajien taidoissa nähtiin kuitenkin korjaamista vaativia puutteita. Luonteenomaista oli myös kaksijakoisuus ja suuri vaihtelu ohjaajien arvioituissa taidoissa. Kaksijakoisuudessa linjat menivät välillä kasvatustieteen opettajat ja professorit vs. ainedidaktiikan professorit ja lehtorit; ns. vanhempi polvi vs. nuorempi polvi ja kvantitatiivisia menetelmiä tutkimuksissaan käyttävät ohjaajat vs. kvalitatiivisiin menetelmiin keskittyvät ohjaajat. Edellisten ajateltiin hallitsevan näitä menetelmiä paremmin. Tilanne on huolestuttava sikäli, että useiden vastaajien mielestä ns. nuoremmalta opettajapolvelta puuttuvat sekä taidot että halu oppia kvantitatiivisia menetelmiä. Toisaalta eräissä vastauksissa viitattiin myös vanhemman polven taitojen rapistumiseen: *Aika tuottaa eroosiota.* (V8). Ylipäänsä taitojen ajateltiin ruostuvan, jos ohjaaja ei seuraa menetelmien kehitystä.

Eräällä vastaajalla (V17) oli huolena, että: *Ohjaavista henkilöistä näyttää olevan kvantitatiivisten menetelmien osalta puute. Hän myös pohtii: Johtuneeko yleensä kasvatustieteellisen tutkimuksen painottumisesta kvalitatiiviseen tutkimukseen viime vuosina.*

Parannettavaa nähtiin aivan perustaidoissa ja erityisesti tilasto-ohjelmistoihin perehtymisessä. Myös ajatus itse kvantitatiivisen tutkimuksenteon mallista sen syvimässä merkityksessä näyttäisi olevan joillakin ohjaajilla hukassa. *Suoraan sanottuna osa ohjaajista saisi mielellään pidättäytyä kokonaan päästämästä ohjattaviaan tekemään kvantitatiivista tutkimusta, sillä usein koko tutkimus on jo pilalla kun opiskelija tulee kysymään neuvoa aineiston analyysissa.* (V10)

Eräät vastaajat olivat huolissaan koko tilastollisten menetelmien käytön perustan ymmärtämisestä.

Monet ohjaajat osaavat toki niitä menetelmiä, joita ovat omissa tutkimuksissaan käyttäneet, mutta laajempi kyky ja näkemys puuttuvat. Eli tietynlainen kaavio oikeiden menetelmien luokse pitäisi pystyä rakentamaan. Lisäksi tämä vanha standardimenetelmien (t-testi, faktorianalyysi yms.) ajattelu elää omaa elämäänsä, samoin kuin 5 % -ajattelu ilman ymmärrystä käytännön merkittävyyksistä. (V4)

1970-luvun testifetisismi ja itsetarkoituksellinen monimuuttuja-akrobatia eivät toki ole lainkaan hävinneet vielä sukupuuttoon! (V18)

7) Kuvailevista tekniikoista monimuuttujamenetelmiin

Kysymyksellä 7 selvitettiin, mitä kvantitatiivisia analyysimenetelmiä opiskelijat käyttävät pro gradu töissään yleisesti ja mitkä ovat sofistikoituneemmat menetelmät. Informanttien antamien tietojen mukaan eri yksiköissä on suurta vaihtelua menetelmien monipuolisuudessa ja laaja-alaisuudessa. Yleisesti ottaen kasvatustieteen tieteenalaopinnoissa käytetään vaativampia analyysimenetelmiä kuin opettajankoulutuksessa. Joissakin yksiköissä käytettiin vaatimattomasti vain kuvailevaa tilastotiedettä ja kaksiulotteisten jakaumien ja keskiarvojen yksinkertaisimpia testauksia. Huippua edustivat vastaukset, joissa mainittiin korrelaatiot, Khin neliön testi, t-testit, yksi- ja useampiulotteinen varianssianalyysi, faktori-/pääkomponenttianalyysi, asteikkojen reliaaabeliuden estimointi ja keskiarvotestejä vastaavat epäparametriset testit. Vastaajien arvioiden mukaan kaksisuuntaista varianssianalyysia, regressioanalyysia, ryhmittelyanalyysia ja logistisia malleja käytetään hyvin harvakseltaan. Menetelmien käyttö näyttäisi painottuvan voimakkaammin muihin kuin monimuuttujajaisiin malleihin tai kokeellisten asetelmien edellyttämiin menetelmiin.

Vastauksissa kiinnittyi huomio myös siihen, että kun joissakin vastauksissa mainittiin ainoastaan parametriset testit, toisissa lueteltiin myös vastaavat epäparametriset testit (kuten Mann-Whitney, Wilcoxon, Kruskal-Wallis ja Friedmanin testi).

8) Tärkeintä on ymmärtää

Kysymykseen mitä menetelmiä opiskelijoiden pitäisi hallita (kysymys 8), saatiin jälleen hyvin vaihtelevia vastauksia. Useimmat vastaajat eivät asettaneet kovinkaan korkeita vaatimuksia, vaan katsoivat opiskelijoiden tulevan toimeen perusmenetelmillä, osa asetti hyvinkin kunnianhimoisia tavoitteita: *Edellä mainitut ja hyvä olisi olla perustiedot myös regressioanalyysistä, erotteluanalyysistä, ryhmittelyanalyysistä ja MANOVASTA.* (V6) Tämän vastaajan edustamassa opettajankoulutusyksikössä 25–30 % opiskelijoista osallistuukin syventävien opintojen monimuuttujamenetelmiin painottuvalle kurssille.

Eräällä vastaajalla oli hyvin realistinen ja huomionarvoinen näkemys: *Ei välttämättä monia, mutta tärkeämpää olisi, että ymmärtää ne, joita käyttää. Siis ennemminkin, että tietää millaisia menetelmiä on olemassa ja milloin niitä voi käyttää ja sitten tarpeen vaatiessa perehtyy paremmin tarvittavaan menetelmään. Ei niin, että käyttää t-testiä, kun muistaa sellaisen nimen menetelmän kurssilta ja ei yhtään ymmärrä mitä lukuja analyysiin syöttää ja mitä tulos kertoo. On vain riemuissaan, jos p-arvo on punainen.* (V13)

9) Ajot itsenäisesti, menetelmän valinta kaipaa ohjausta

Kysymys 9 käsitteli tilastollisten ohjelmistojen itsenäiskäytön valmiuksia opiskelijoilla. Kaikissa koulutusyksiköissä näytti olevan tavoitteena antaa opiskelijoille itsenäiskäytön valmiudet. Yleisimmin opiskelijat myös tekevät ajot joko täysin itsenäisesti tai sopivasti ohjauksen avulla tuettuna. Neuvoja ja ohjausta opiskelijat useimpien vastausten mukaan tarvitsevat analyysimenetelmän valinnassa. Osassa vastauksia korostettiin, että ohjeita annetaan vasta sen jälkeen, kun opiskelija tekee itsenäisesti aineiston käsittelyyn suunnitelmansa. Lisäksi muutamissa vastauksissa tuli esille, että opiskelijat tarvitsevat ohjausta tulokintojen tekemisessä.

Kaikissa yksiköissä ei tilanne ollut näin hyvä, vaan muutama vastaaja totesi opiskelijoilla olevan huonot valmiudet itsenäiskäyttöön.

Kyllä ne itse tekevät sitten, kunhan ensin on monta kertaa istuttu koneella ja katsottu, miten se tapahtuu – on tietysti niitäkin, jotka ”itseohjautuvat” esim. oppaiden avulla. (V18)

Mielestäni valmiudet ovat heikonlaiset. Jokainen varmaan tarvitsee jotain opastusta ihan ajojen perussuoritukseen (tulkinnosta puhumattakaan). Ohjeet saatuaan opiskelijat tekevät ajot itse, mutta kyllä yksittäistapauksissa ohjaajat ovat tehneet ajoja opiskelijoille. (V4)

7.1.4 Pro gradu -tutkielmat

Pro gradu -tutkielmien aineisto koostuu 49 kasvatustieteen pro gradu -tutkielmasta, jotka on tehty vuosina 2000–2004 Joensuun yliopiston (sekä Joensuun että Savonlinnan kampus) ja Jyväskylän yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnassa. Valtaosin opinnäytteet ovat opettajaksi opiskelevien tekemiä. Kaikkiaan otoksen ajankohtana tehtiin näissä yksiköissä 82 kvantitatiivisia menetelmiä käyttävää pro gradua, joten otoskoko on 60 % perusjoukosta. Kvantitatiivisia menetelmiä soveltavia tutkielmia oli 19 % kaikista läpikäydyistä tutkielmista ($n = 427$). Yli puolessa (59 %) kvantitatiivisia menetelmiä soveltavista tutkielmista käytettiin myös laadullisia menetelmiä.

1) *Tutkimuksen tarkoitus.* Suurimmassa osassa tutkielmia (76 %) oli tutkimuksen tarkoitus selkeästi ilmaistu, ja tutkimusongelmat ja -kysymykset olivat yleensä myös selkeitä (76 %). Sisällölliset hypoteesit asetettiin vain muutamassa tutkielmassa (16 %), ja suurimmassa osassa (69 %) niitä ei esitetty lainkaan. Operationalisointi ja kyselylomakkeet olivat useimmiten selkeitä, ja ne perustuivat teorioihin tai aikaisempiin tutkimuksiin (57 %).

2) *Aineiston keruu.* Tutkimuksen perusjoukko oli selkeästi määritelty noin kolmasosassa (35 %) tutkielmia, mutta määrittely puuttui kokonaan lähes yhtä monesta tutkielmasta (31 %). Useimmissa tutkielmissa (63 %) ei käytetty todennäköisyysotantaa, vaan tutkittiin joko kohdejoukko kokonaisuudessaan (16 %) tai käytettiin harkinnanvaraista näytettä (47 %). Lähes kaikissa tutkielmissa aineisto oli kerätty kyselylomakkeella, mutta myös testaamista, haastattelua, keskustelua ja havainnointia käytettiin, useimmiten täydentämään aineistoa.

Aineistojen koko vaihteli 19 ja 700 havainnon välillä. Poikkeuksen muodosti tutkielma, jossa oli käytetty usean tuhannen henkilön kansallista survey-aineistoa. Aineiston mediaanikoko oli 84 tapausta. Vastausprosentti vaihteli suuresti, ja puuttuvien tapausten määrä oli pienimmillään 6 % ja suurimmillaan 82 %. Keskimääräinen vastausprosentti oli 62 %. Noin neljäsosassa tutkielmia (27 %) puuttuvien tapausten määrää ei raportoitu lainkaan. Puolessa tutkielmista (47 %) aineiston edustavuutta ei pohdittu lainkaan, ja vastauskadosta aiheutuvan harhan analysointi oli yleensä kokonaan laiminlyöty.

3) *Tilastolliset menetelmät.* Aineiston kuvaus oli useimmiten tehty vähintään lähes oikein. Taulukot olivat täysin oikein 51 %:ssa, graafit 43 %:ssa ja kuvailevat tilastolliset tunnusluvut 41 %:ssa tutkielmista. Selviä virheitä aineiston kuvailussa esiintyi vain harvoissa tutkielmissa.

Keskilukujen yhtäsuuruuden testaamisessa Studentin t-testi oli suosituin menetelmä (53 % tutkielmista). Mann-Whitneyn U-testiä käytettiin 8 tutkielmassa ja Wilcoxonin

Signed-Rank -testiä yhdessä. Näitä testejä käytettiin oikein noin puolessa käyttökerroista (55 %) ja noin kolmasosassa käyttökerroista (36 %) lähes oikein.

Riippuvuuksien testaamisessa Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokerrointa käytettiin 13 tutkielmassa (27 % tutkielmista) ja khiinneliö-testiä käytettiin 22 tutkielmassa (45 % tutkielmista). Käyttökerroista noin kolmasosassa (32 %) testiä käytettiin oikein ja noin puolessa (54 %) lähes oikein. Uusia mittareita (scale), jotka olivat joko muuttujien tai osioiden summia tai keskiarvoja, johdettiin 27 tutkielmassa (55 %). Useimmiten ne oli tehty lähes oikein (63 %) tai täysin oikein (33 %) ja vain kerran täysin väärin.

Faktorianalyysia tai pääkomponenttianalyysia käytettiin 8 tutkielmassa (16 %). Käyttö oli oikein 5 tutkielmassa ja lähes oikein 3 tutkielmassa. Varianssianalyysia käytettiin 29 tutkielmassa (59 %). Suosituin oli yksisuuntainen varianssianalyysi (15 tutkielmaa), harvinaisempi oli kaksisuuntainen varianssianalyysi (11 tutkielmaa), mutta myös Kruskal-Wallis varianssianalyysia (6 tutkielmaa) ja Friedmanin varianssianalyysia (1 tutkielma) käytettiin. Lähes puolessa näistä tutkielmista menetelmiä oli käytetty täysin oikein (45 %) ja loput olivat lähes oikein. Regressioanalyysia käytettiin vain kerran, ja sitä käytettiin lähes oikein. Log-lineaarista mallia käytettiin myös kerran, ja senkin käyttö oli lähes oikein.

Yleisarvioksi menetelmien sopivuudesta ongelmiin ja aineistoon tuli, että 37 %:ssa tutkielmista menetelmät sopivat hyvin ongelmiin ja aineistoon, ja 53 %:ssa tutkielmista yhteensopivuus oli kohtuullisen hyvä. Vain 5 tutkielmassa menetelmät eivät sopineet ongelmiin ja aineistoon.

4) Tutkimuksen luotettavuuden arviointi. Tilastollisten menetelmien oletuksia käsiteltiin vain osassa tutkielmia. Vain 6 tutkielmassa (12 %) oletuksia tutkittiin oikein ja 8 tutkielmassa (16 %) vähintään jollain tavoin. Oletusten tarkastelu lyötiin täysin laimin 43 %:ssa tutkielmista. Tulosten reliabiliteettia arvioitiin empiirisesti joka kolmannessa tutkielmassa (33 %), ja jotain pohdiskelua sisältyi myös noin kolmasosaan (31 %). Tutkimuksen virhelähteitä ja mahdollisia metodologisia heikkouksia tarkasteltiin oikein vain 5 tutkielmassa (10 %) ja 22 tutkielmassa (45 %) jossain määrin, vaikkakin puutteellisesti. Lähes puolessa tutkielmista nämä pohdiskelut laiminlyötiin kokonaan.

Tilastollinen merkitsevyys ymmärrettiin oikein lähes kolmasosassa (36 %) ja lähes oikein noin puolessa (51 %) niistä tutkielmista, joissa merkitsevyystestejä käytettiin. Tilastollisten analyysien tulosten tulkinta oli täysin oikein 17 %:ssa niistä tutkielmista, joissa tilastollista merkitsevyytestausta käytettiin, ja puutteita havaittiin 69 %:ssa. Tulosten käytännöllisen merkityksen pohdiskelua sisälsi vain 11 % tutkielmista, ja 82 % tutkielmista ei käsitellyt tätä aihetta lainkaan.

5) Arvio tutkielman yleisestä menetelmällisestä tasosta. Kehittyneitä tilastollisia menetelmiä käytettiin oikein vain 2 tutkielmassa (4 %). Useita menetelmiä ja lähes oikein käytet-

tiin 12 tutkielmassa (25 %). Erilaisia menetelmiä käytettiin myös 10 tutkielmassa (20 %), mutta menetelmien käytössä ja tulkinnessa oli virheitä. Metodologisesti keveinä pidettiin 19 tutkielmaa (39 %) ja metodologisesti heikkoina pidettiin 6 tutkielmaa (12 %), jotka sisälsivät paljon virheitä.

7.1.5 Yhteenveto

Tilastollisten menetelmien opetukseen sisältyvät yliopisto-opetuksen kaikki mahdolliset pedagogiset ongelmat ja haasteet. Kasvatustieteiden tiedekunnissa tilastollisia menetelmiä opettaville opettajille tehdyn kyselyn (Rautopuro & Väisänen 2004a) mukaan puutteita on niin kurssien määrässä, ajoituksessa, sisällöissä ja saavutetuissa tuloksissa kuin laitosten asenneilmapiirissä. Opiskelijoiden taitotaso nähtiin yleisesti ottaen heikkona tai välttäväenä ja suuresti vaihtelevana. Ainoastaan muutama kyselyyn vastaaja oli optimistisempi arvioissaan ja totesi, että menetelmien osaamisen taso on kohonnut viime vuosina ja että opiskelijat tekevät analyysit pitkälti yksin. Joissakin kasvatustieteen yksiköissä oltiin jopa sitä mieltä, että opiskelijoiden opinnäytteissä käyttämät tilastolliset menetelmät ja niiden sovellustaidot ovat korkeaa tasoa. Joissakin yksiköissä tilastomenetelmien opinnot oli redusoitu menneiden vuosien peruskursseiksi, joiden harjoituksissa keskityttiin pelkästään manuaaliseen rutiinilaskentaan hyödyntämättä lainkaan tilasto-ohjelmistoja. Ei ole ihme, jos opiskelija ei miellä tällaisten kurssien merkitystä.

Myös arviot opinnäytetöitä ohjaavien henkilöiden kvantitatiivisten menetelmien taidoista vaihtelivat. Useimmissa vastauksissa arveltiin ohjaajien taidoissa olevan korjaamista. Ohjaajien arvioituja taitoja leimasi mielenkiintoinen kaksijakoisuus. Kaksijakoisuudessa linjat menivät kasvatustieteen opettajien ja professorien vs. ainedidaktiikan professorien ja lehtorien välillä, samoin ns. vanhemman ja nuoremman polven välillä. Molemmissa tapauksissa ensin mainittujen ajateltiin hallitsevan näitä menetelmiä paremmin. Tilanne on huolestuttava sikäli, että useiden vastaajien mielestä nuoremmalta opettajapolvelta puuttuvat sekä taidot että halu oppia kvantitatiivisia menetelmiä. Toisaalta eräissä vastauksissa viitattiin myös vanhemman polven taitojen rapistumiseen: *Aika tuottaa eroosiota*. Ylipäänsä taitojen ajateltiin ruostuvan, jos ohjaaja ei seuraa menetelmien kehitystä.

Tulokset osoittavat myös, että perusjoukko ja otos sekä niiden välinen yhteys eivät ole opiskelijoille selviä. Kun otannan merkitys jää hämäräksi, myös aineiston edustavuuden tarkastelu ja tutkimustulosten yleistäminen ovat ongelmallisia. Erityisesti tilastollisten hypoteesien, tilastollisen testaamisen ja tilastollisen merkitsevyyden käsitteet vaativat selkiyttämistä. Puutteet näiden peruskäsitteiden ymmärtämisessä johtavat virheisiin tulosten tulkinnessa. Ongelma ei koske pelkästään opiskelijoita, vaan myös kokeneilla tutkijoilla ja opinnäytetöiden ohjaajilla voi olla ongelmia näiden käsitteiden ymmärtämisessä

(vrt. Batanero 2000; Rautopuro & Väisänen 2004b; Wright 2003). Eroa tilastollisesti merkitsevän analyysituloksen ja merkittävän tutkimustuloksen välillä ei läheskään aina osata tehdä. Joskus ei edes ymmärretä, mitä tarkoittaa kahden keskiarvon välinen tilastollisesti merkitsevä ero. Myös aineistoon ja ongelmiin parhaiten sopivan tilastollisen menetelmän valinta näyttää olevan vaikeata. Erityisesti menetelmään liittyvien oletusten tarkistamiseen ei osata kiinnittää huomiota.

7.2 Ennakkoluulot tilastollisten menetelmien opintoja kohtaan

7.2.1 Ennakkoluulot perusopintojen kurssilla

Taulukossa 4 on esitetty kasvatustieteen tilastollisten menetelmien perusteiden kurssille vuonna 2001 saapuneiden opiskelijoiden ennakkoluulot tulevasta kurssista. Opiskelijat vastasivat kysymykseen kurssin ensimmäisellä luentokerralla.

Taulukko 4. Ennakkoluulot kurssista KTMP (n = 125)

	Lukumäärä	Prosenttiosuus
Ei vastausta/ennakkoluuloja	20	18,9
Helppo kurssi	0	0,0
Hyödyllinen kurssi	11	10,4
Työläs kurssi	15	14,2
Tylsä/kuiva kurssi	10	9,4
Pelottava/vaikea kurssi	14	13,2
Matemaattinen/teoreettinen kurssi	36	34,0
Mielenkiintoinen kurssi	0	0,0
Yhteensä	106	100,0

Kurssille osallistuneista 19 (15,2 %) ei palauttanut vastausta kysymykseen.

Taulukossa 4 esitetty ennakkoluulojen jakauman perusteena oleva luokitus on sama kuin Rautopuron (1999a) tutkimuksessa, jossa nyt käytössä oleva luokitus muodostettiin avoimen kysymyksen *Millainen ennakkokäsitys sinulla on tilastotieteen peruskurssista?* tyypittelyn perusteella. Luokittelu ei perustunut ennalta määrättyihin kategorioihin, vaan luokat muodostettiin vastausten samankaltaisuuden mukaan.

Taulukon tuloksia tarkasteltaessa havaitaan, että yli kolmannes opiskelijoista olettaa tulevansa varsin perinteiselle tilastotieteen teorioille ja matematiikkaan perustuvalla kurssilla. Kun teoreettisiin odotuksiin lisätään vielä odotukset työläästä, tylsästä ja pelottavasta kurssista on varsin negatiivisin odotuksin kurssille saapuneiden vastaajien yhteenlaskettu

osuus yli 70 %. Toinen merkittävä havainto on se, ettei yksikään kurssin aloittavista kasvatustieteellisen tiedekunnan opiskelijoista odottanut helppoa tai mielenkiintoista kurssia. Joka kymmenes kurssilainen odotti sentään kurssin olevan hyödyllinen ja vajaalla viidenneksellä vastaajista ei ollut minkäänlaista ennakkokäsitystä.

Kurssin aloittavilta opiskelijoilta pyydettiin myös arvioita tilastollisten menetelmien tarpeellisuudesta opinnoissa ja arkielämässä. Näihin kysymyksiin saadut vastaukset ovat osittain yllättäviä. Yllättävää ei ole se, että suurin osa (87,7 %) vastaajista arvelee tilastollisten menetelmien olevan vähintäänkin *jonkin verran tarpeellisia* opinnoissa. Tilastolliset menetelmät täysin tarpeettomiksi arvioivien osuus oli hieman vajaa 6 %. Yllättävää nykyisen tietoyhteiskunnan kannalta on se, että yli puolet (51 %) vastaajista ei osannut arvioida tilastollisten menetelmien tarvetta arkielämässä tai ei pitänyt niitä arkielämän kannalta tarpeellisena. Mainittakoon, että lähes 80 % vastaajista oli joko luokanopettajaksi, erityisopettajaksi tai opinto-ohjaajaksi opiskelevia.

Mistä nämä ennakkokäsitykset sitten saavat alkunsa? Perusopinnojen kurssinsa aloittaneiden opiskelijoiden vastausten perusteella ennakkokäsityksillä on kolme lähes yhtä vahvaa lähdeä:

1. muilta siirtyneet käsitykset (29,2 %)
2. omat kokemukset/tiedot (28,3 %)
3. mutu-käsitykset (27,4 %).

Ennakkoluulojen muodostumisen luokittelu on tehty täysin samaa periaatetta noudattaen kuin taulukon 4 ennakkoluulojen. Merkillepantavaa ennakkoluulojen muodostumisessa on se, että kaikkien luokkien prosenttinen osuus on lähes samansuuruinen, eli ei ole mahdollista nimetä yhtä tyypillisintä ennakkoluulojen syytä. Ennakkoluulojen luokittelu on tehty seuraavantyyppisten vastausten perusteella:

Muilta siirtyneet käsitykset:

Kuulin kurssin käyneeltä opolta.

Käsitykseni perustuu muiden opiskelijoiden puheisiin.

Huhut kertoo, että on vaikeata ja paljon työtä.

Seurannut vierestä viime vuoden kurssin opiskelijan opiskelua vastaavalla kurssilla.

Kaveritkin ovat selvinneet kurssista.

Omat kokemukset/tiedot:

Matematiikassa menestymiseni.

Perusteilla, jotka lukion laaja matematiikka tarjoaa.

Lukion kurssien.

Lukion matematiikan perusteella.

Mutu-käsitykset (Musta tuntuu):

Tilastotiede vaan "kuulostaa" tällaiselta.

Omalla päättelyllä etukäteen.

Kurssin otsikosta.

Lieneekö oman pään sisäistä huminointia ainoastaan – sana tilastotiede kuulostaa julmalta ja teoreettiselta.

Ennakoasenne tilastoihin.

Ennakkoluulojen ja lukion matematiikan opintojen (lyhyt/pitkä) välinen asiayhteys on tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,006$) perinteisellä khiin-neliötestillä analysoituna. Käytännössä tämä asiayhteys tarkoittaa sitä, että lukiossa laajemmat matematiikan opinnot suorittaneet opiskelijat eivät koe kurssia lainkaan matemaattisesti pelottavana, mutta odottavat tylsää ja kuivaa kurssia (n. 26 % laajan matematiikan suorittaneista) selkeästi enemmän kuin suppeamman matematiikan opinnot suorittaneet (n. 4 % lyhyen matematiikan suorittaneista). Tulos ei ole välttämättä hämmästyttävä, koska lukion lyhyeen matematiikkaan tilastotieteen osuus kuuluu yleensä pakollisena ja lukion laajaan matematiikkaan taas vapaaehtoisena.

Ennakkoluulojen yhteyttä kurssimenestykseen (sekä yksittäisiin tenttikysymyksiin, että tenttitulokseen) analysoitiin sekä parametrisella että ei-parametrisella varianssianalyysillä. Ennakoasenteiden ja opintomenestyksen välillä ei ollut havaittavissa tilastollisesti merkitsevää yhteyttä. Ennakkoluulot eivät myöskään poikenneet sukupuolittain.

7.2.2 Ennakkoluulot aineopintojen kursseilla

Kaikkiaan 232 opiskelijaa osallistui Joensuun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan kurssille *Kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät 1* (KTM1) keväällä 2002. Kurssi järjestettiin sekä Joensuun että Savonlinnan kampuksilla. Kurssin alussa opiskelijat vastasivat kyselyyn, joka käsitteli opiskelijoiden affektiivisia tekijöitä kuten motivaatioita, asenteita, minäpysyvyyttä sekä matematiikka- ja tilastoahdistusta. Kyselylomakkeessa oli hieman yli 30 Likert-asteikollista (asteikolla 1 = täysin eri mieltä...5 = täysin samaa mieltä) väittämää, jotka oli laadittu Onwuegbuzien (1999) ja Townsend ym. (1998) tutkimusten pohjalta.

Väittämät tiivistettiin faktorianalyysin (pääakselifaktorointi, vinokulmainen rotatointi) avulla viideksi ulottuvuudeksi, jotka on esitetty taulukossa 5. Faktoriratkaisu selittää lähes 60 % alkuperäisten väittämien hajonnasta, yksittäisten väittämien kommunaliteetit (yksittäisten muuttujien vaihtelusta selittyvät osuus) vaihtelivat välillä 0.30–0.82 (30–82 %) ja on selkeimmin tulkittavissa eri faktorikokeiluista. Vinokulmaisen rotaatio valintaa voidaan perustella sillä, että opiskelijoiden ennakkokäsitysten ulottuvuuksien ei voida läh-

tökohtaisesti olettaa olevan keskenään korreloimattomia. Vinokulmaisen rotaation kohdalla on kuitenkin huomioitava, että edellä mainittuihin faktoreiden selitysosuuksia ja kommunaliteettitarkasteluja koskeviin tarkasteluihin on suhtauduttava varauksella, koska faktorianalyysin latausmatriisien neliösummatarkastelut eivät ole invariantteja vinorotaationille, kuten korreloimattomien ulottuvuuksien suorakulmaisessa rotaatiossa (Dillon & Goldstein 1984, 92–93).

Faktoriratkaisun perusteella muodostetut viisi ulottuvuutta nimettiin seuraavasti: F1 = *Tilastollisten menetelmien välttely* (negatiiviset emootiot, negatiiviset asenteet, motivaation puute ja ulkoinen motivaatio), F2 = *Kurssikohtainen tilastoahdistus*, F3 = *Matemaattinen minäpystyvyys*, F4 = *Matematiikka-ahdistus* ja F5 = *Minäpystyvyys* (kurssikohtainen ja yleinen). Useat ulottuvuuksien väliset korrelaatiot ovat tilastollisesti merkitseviä ($p = 0,000$), mutta käytännössä selityskertoimet jäivät sangen pieniksi. Itseisarvoltaan suurin korrelaatio ($r = 0,46$; $p = 0,000$) havaittiin kurssikohtaisen tilastoahdistuksen ja matematiikka-ahdistuksen välillä. Käytännössä tämä positiivinen korrelaatio tarkoittaa sitä, että nämä kaksi ulottuvuutta selittävät toistensa vaihtelusta noin 21 %. Lähes samaa suuruusluokkaa oli tilastolliselta ja käytännölliseltä merkitsevyydeltään tilastollisten menetelmien välttelyn ja kurssikohtaisen tilastoahdistuksen välinen korrelaatio ($r = 0,40$; $p = 0,000$). Tulokset tukevat aiemmissakin tutkimuksissa havaittua tilastoahdistuksen yhteyttä opiskelijoiden kokemaan matemaattiseen epävarmuuteen. Tulkinnan vahvistavat minäpystyvyyden negatiiviset korrelaatiot ($r = -0,34 \dots -0,38$) tilastolliseen välttelyyn, kurssikohtaiseen tilastoahdistukseen ja matematiikka-ahdistukseen. Myös nämä korrelaatiot olivat tilastollisesti merkitseviä ($p = 0,000$), mutta ulottuvuuksien väliset selityskertoimet vaihtelevat vain 12 % ja 14 % välillä. Tulkinta on kuitenkin se, että minäpystyvyydellä ja koetulla ahdistuksella on jonkinlainen keskinäinen asiayhteys.

Taulukon 5 ulottuvuuksien yleistä tasoa voidaan kuvata kunkin ulottuvuuden päälatausten jakaumia tarkastelemalla. *Tilastollisten menetelmien välttelyn* osalta noin 40 % vastaajista oli samaa mieltä tai täysin samaa mieltä väittämän *haluan kovasti oppia kvantitatiivisia ja tilastollisia menetelmiä* kanssa, hieman vajaa kolmannes (30 %) oli sitä mieltä, että kurssi on välttämätön paha ja yli puolelle (51 %) vastaajista riitti kurssin läpäiseminen. Edellisten vastausten kanssa pienoisessa ristiriidassa on se, että selkeästi yli puolet vastaajista oli samaa mieltä tai täysin samaa mieltä väitteiden *uskon tarvitsevani kvantitatiivisia menetelmiä tulevaa varten* (52 %) ja *olen motivoitunut tekemään parhaani ja opettelen asiat perusteellisesti* (56 %). Toisin näiden kahden väittämän osalta suuri osa vastaajista valitsi vaihtoehdon *'ei eri, muttei samaakaan mieltä'*.

Ulottuvuus *Kurssikohtainen tilastoahdistus* tukee selkeästi Onwuegbuzien (ks. luku 4.3) näkemyksiä tilastoahdistuksesta. Lähes 40 % vastaajista on ennalta ahdistunut ja epävarma siitä miten oppii kurssin asiat ja noin 60 %:lla on ennakkokäsitys, että kurssi on vaikea. Lähes 60 % oli myös kuullut huhuja kurssin vaikeudesta ja se ahdisti, ja yli 40 % pelkäsi,

Taulukko 5. Affektiivisten tekijöiden faktoriratkaisu

	Välttely	Tilasto- ahdistus	Matemaat- tinen minä- pystyvyys	Matema- tiikka- ahdistus	Minä- pysty- vyys
Haluan kovasti oppia kvantitatiivisia menetelmiä	-,797				
Kurssi välttämätön paha	,793	,483			
Uskon tarvitsevani kvantitatiivisia menetelmiä tulevaa varten	-,735				
Olen motivoitunut tekemään parhaani ja opettelen asiat perusteellisesti	-,714				,490
Olen turhautunut eikä sisäistä motivaatiota	,713				
Haluan oppia ymmärtämään kvantitatiivisia menetelmiä	-,712				
Minulle riittää kurssin läpäisy	,704	,464			
Tulen kurssille hyvällä mielellä ja myönteisin asentein	-,687	-,549			,480
Kvantitatiiviset menetelmät kiinnostavia	-,665				
Yritän saada hyvän arvosanan kurssista	-,583			-,474	
Kvantitatiivisten menetelmien opiskelu ikävyyttävää	,572				-,480
Kvantitatiivisten menetelmien opetuksen vaatimustasoa tulisi laskea	,530	,492		,428	
Kvantitatiivisia menetelmiä liikaa koulutuksessa	,525				
Kvantitatiivisten menetelmien opetuksessa käytetään turhaan vieraita käsitteitä	,437	,436			
Ennakkokäsitys että kurssi on vaikea		,790		,420	
Olen ahdistunut ja epävarma miten opin kurssin asiat		,780		,448	-,506
Olen kuullut huhuja kurssin vaikeudesta ja se ahdistaa		,746			
Pelkään että en ymmärrä kursseilla käsiteltäviä asioita		,684		,536	-,529
Turvaudun osaavampaan opiskelijatoveriini		,445			
Matemaattis-tilastollinen ajattelu ja päättely minulle helppoa			,624	-,565	
Minulle kurssi on tilaisuus näyttää osaamistani			,605		
Matematiikka on ylipääsemätön kynnykseni minulle		,441		,903	-,407
Matematiikan parissa jännitän				,867	
Matematiikka on hauskaa eikä tuota vaikeuksia			,554	-,641	,448
Vain matemaattisesti lahjakkaat voivat selvitä kurssista hyvin	,428	,425		,462	-,436
Pystyn hyvin työskentelemään itsenäisesti kursseilla				-,434	
Uskon omiin kykyihini oppia kurssin asiat	-,480	-,521		-,401	,746
Uskon kykyyni löytää oikean ratkaisun ongelmatehtävään	-,431			-,478	,656
Selviytyminen kiinni enemmänkin asenteista kuin kyvyistä					,620
Oppiminen kurssilla on vain itsestäni kiinni					,541
Ongelmatilanteissa lannistun ja luovutan helposti					-,541
Kykenen olemaan hermostumatta vaikka ongelma ei heti ratkea					,522

ettei ymmärrä kurssilla käsiteltäviä asioita. *Matemaattiseen minäpystyvyyteen* ja *Matematiikka-ahdistukseen* liittyvät väittämät kertoivat puolestaan sen, että opiskelijat eivät juuri kokeneet matemaattis-tilastollista ajattelua helpoksi, eivätkä matematiikkaa helpoksi. Matemaattisen minäpystyvyyden taso oli siis varsin matala ja matematiikka-ahdistuksen taso puolestaan varsin korkea. Sen sijaan yleisen *Minäpystyvyyden* taso on varsin korkea, sillä yli puolet (52 %) uskoi kykyihinsä oppia kurssin asiat ja lähes puolet (49 %) oli sitä mieltä, että kurssista selviäminen on pikemmin asenteesta kuin kyvyistä kiinni. Lähes puolet uskoi myös omiin kykyihinsä löytää ratkaisuja ongelmatehtäviin.

Affektiivisten ulottuvuuksien yhteys tentillä mitattuun kurssimenestykseen ei ole yllättävä, sillä tutkimuksissa oppimistulosten ennustaminen on osoittautunut vaikeaksi. Tämän tutkimuksen ulottuvuuksista ainoastaan Tilastoahdistuksella ($r = -0,31$; $p = 0,000$) ja Matemaattisella minäpystyvyydellä ($r = 0,30$; $p = 0,000$) on tilastollisen merkitsevyyden lisäksi jonkinlaista käytännössä maininnan arvoista asiayhteyttä tenttimenestykseen. Ahdistuksen ja tenttimenestyksen välinen yhteys on negatiivinen ja minäpystyvyyden ja tenttimenestyksen välinen yhteys puolestaan positiivinen. Molemmissa tapauksissa selityskertoimet jäävät kuitenkin alle 10 %. Myös muiden ulottuvuuksien korrelaatiot tenttimenestykseen olivat sinänsä tilastollisesti merkitseviä, mutta ne olivat itseisarvoltaan alle 0,2 joten mitään käytännön selitysarvoa niillä ei ole.

Affektiivisilla ulottuvuuksilla on tenttitulosta selkeämpi yhteys aiempaan kurssimenestykseen ja tämä tukee myös Onwuegbuzien aiempia tutkimuksia. Tilastollisten menetelmien välttelyn, Tilastoahdistuksen ja Matematiikka-ahdistuksen asiayhteys aiempaan kurssimenestykseen on negatiivinen ja vastaavasti Matemaattisen minäpystyvyyden ja yleisen Minäpystyvyyden asiayhteys positiivinen. Kaikki korrelaatiot olivat tilastollisesti merkitseviä ($p = 0,000$) veistettyjä, sillä ne itseisarvoltaan lähellä toisiaan (0,32–0,39). Ulottuvuuksien ja aiemman tenttimenestyksen väliset selityskertoimet olivat siis käytännössä hieman yli tai alle 10 %.

Aiemmissa tutkimuksissa on miesten ja naisten välillä havaittu eroja tilastollisten menetelmien kokemuksissa. Taulukossa 6 on esitetty tässä tutkimuksessa käytettyjen ulottuvuuksien kuvailevia tunnuslukuja sukupuolittain. Sukupuolittaiset erot on testattu Mann-Whitneyn U-testillä, sillä ulottuvuuksien jakaumat eivät olleet normaalijakautuneita ja toisekseen aineistossa on miesten osuus sangen pieni. Tästä syystä perinteisen t-testin tuloksiin, jotka poikkesivat hieman Mann-Whitneyn tuloksista, oli syytä suhtautua varauksella.

Taulukko 6. Affektiiviset ulottuvuudet sukupuolittain

			Frekvenssi	Keskiarvo	Keskihajonta	Mediaani
Menetelmien välttely	sukupuoli p = 0,040	nainen	191	-,05	,96	-,10
		mies	24	,39	,94	,40
Tilastoahdistus	sukupuoli p = 0,034	nainen	191	,04	,94	,14
		mies	24	-,33	,79	-,44
Matemaattinen minäpystyvyys	sukupuoli p = 0,153	nainen	191	-,03	,88	-,07
		mies	24	,23	,84	,23
Matematiikka-ahdistus	sukupuoli p = 0,267	nainen	191	-,01	,98	-,20
		mies	24	,08	,68	,08
Minäpystyvyys	sukupuoli p = 0,003	nainen	191	-,07	,91	-,04
		mies	24	,50	,66	,59

Kuten taulukosta 6 havaitaan, ovat erot miesten ja naisten välillä tilastollisesti merkitseviä Tilastollisten menetelmien välttelyssä ($p = 0,040$), Tilastoahdistuksessa ($p = 0,034$) sekä Minäpystyvyydessä ($p = 0,003$), mutta eivät Matemaattisessa minäpystyvyydessä ja Matematiikka-ahdistuksessa. Tunnuslukuja tarkasteltaessa nämä tulokset tarkoittavat sitä, että kasvatustieteissä miesopiskelijat pyrkivät välttelemään tilastollisia menetelmiä enemmän kuin naiset, mutta naisilla oli puolestaan suurempi tilastoahdistus. Miehillä myös kokemus yleisestä minäpystyvyydestä on korkeampi kuin naisilla.

Myös matemaattisen taustan vaikutus affektiivisiin ulottuvuuksiin testattiin vastaavalla tavalla ja kuvailevat tunnusluvut lukion matematiikkataustan mukaan on esitetty taulukossa 7. Kuten taulukosta voidaan todeta, ovat erot lukion lyhyen ja pitkän matematiikan välillä tilastollisesti merkitseviä kaikkien muiden ulottuvuuksien paitsi Tilastollisten menetelmien välttelyn suhteen. Lukiolaiset opiskelevat tilastollisia menetelmiä ja todennäköisyyslaskentaa pakollisina opintoina, pitkän matematiikan opiskelijoille kurssit ovat pääsääntöisesti vapaaehtoisia. Tulokset eivät mairrittele lukioiden tilastollisten menetelmien opetusta, sillä lyhyen matematiikan suorittaneilla opiskelijoilla on enemmän tilasto- ja matematiikka-ahdistusta kuin pitkän matematiikan suorittaneilla. Vastaavasti heidän käsityksensä niin matemaattisesta kuin yleisestä minäpystyvyydestä on matalampi kuin pitkän matematiikan opinnot suorittaneilla.

Lukiomatematiikan ja affektiivisten tekijöiden erot eivät ole sinänsä yllättäviä, sillä lukiossa tilastollisia menetelmiä opetetaan nykyisten oppimiskäsitysten vastaisesti osana matematiikkaa ja opettajat eivät ole tilastollisten menetelmien asiantuntijoita (mm. Hofrén & Laaksonen 2009).

Taulukko 7. *Matemaattinen tausta ja affektiiviset ulottuvuudet*

			Frekvenssi	Keskiarvo	Keskihajonta	Mediaani
Menetelmien välttely	lukion $p = 0,109$	lyhyt	153	,07	,98	,06
		pitkä	52	-,15	,92	-,20
Tilastoahdistus	lukion $p = 0,008$	lyhyt	153	,12	,92	,22
		pitkä	52	-,30	,88	-,26
Matemaattinen minäpystyvyyys	lukion $p = 0,012$	lyhyt	153	-,10	,89	-,17
		pitkä	52	,29	,77	,33
Matematiikkaahdistus	lukion $p = 0,005$	lyhyt	153	,13	1,02	-,07
		pitkä	52	-,37	,59	-,26
Minäpystyvyyys	lukion $p = 0,020$	lyhyt	153	-,10	,91	-,07
		pitkä	52	,23	,80	,28

7.3 Harhakäsitykset tilastollisista peruskäsitteistä

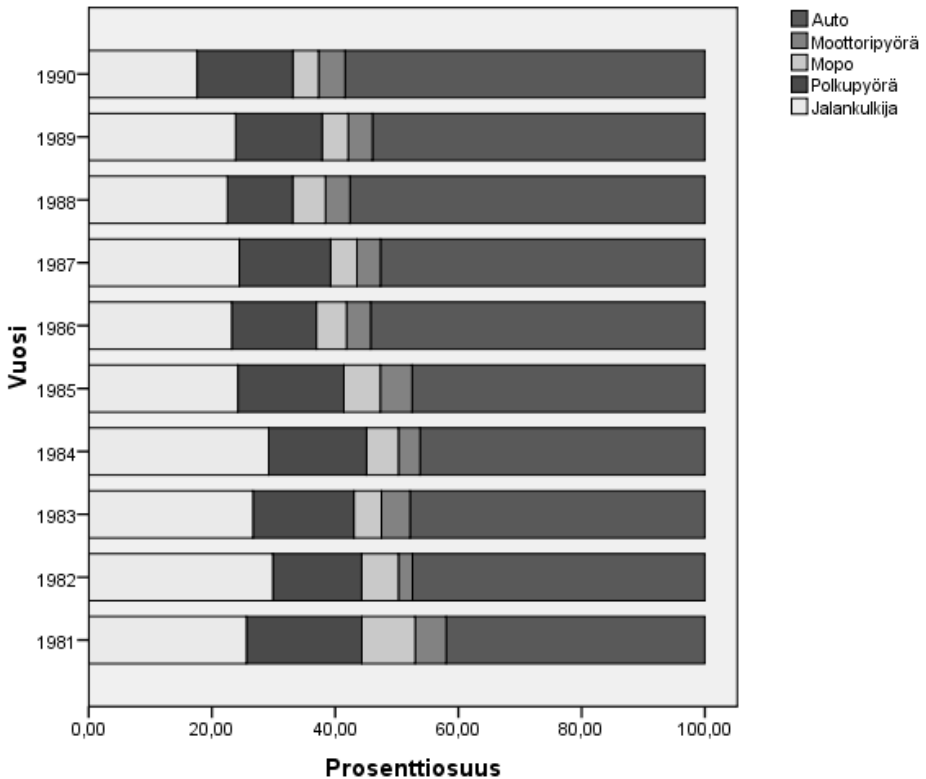
7.3.1 Diagnostisten testien tulokset

Tilastomenetelmien perusteiden kurssilla suoritettuna diagnostisen testin kaksi ensimmäistä tehtävää perustuivat kuviossa esitetyn informaation tulkintaan. Ensimmäinen tehtävä, joka esitteli karttakuvion avulla ilmansaasteiden määrällistä leviämistä Suomessa, oli poimittu sanomalehdestä, toisen tehtävän pylväskuviossa puolestaan selvitettiin liikenneonnettomuuksien suhteellisten osuuksien muutoksia eri liikennöijäryhmissä (jalankulkijat, pyöräilijät) 1980-luvun aikana (Wuolijoki & Norlamo 1994). Yli 80 % kurssin opiskelijoista osasi tulkita oikein määrällisen muutoksen, mutta lähes 50 % opiskelijoista ei osannut selittää muutoksia suhteellisessa osuudessa (kuvio 7). Jälkimmäinen tulos on tärkeä, koska klassisen todennäköisyyden ajatuksen ymmärtäminen edellyttää ymmärrystä suhteellisesta osuudesta (tai prosenttiosuudesta), mutta myös yllättävä, koska tehtävä oli poimittu lukion lyhyen matematiikan oppikirjasta.

Opiskelijoiden virhetulkinnat liikennekuolemia käsittelevässä kuviossa koskivat suurimmaksi osaksi suhteellisen muutoksen tulkitsemista määrälliseksi. Osa opiskelijoista tulkitsi jopa prosenttisen asteikon lukumääräksi (frekvensseiksi).

Autokolarissa kuolleiden määrä on kasvanut vuodesta 1981 vuoteen 1990 mennessä. Jalankulkijoiden kuolontapaukset ovat hieman vähentyneet.

Ei suuria muutoksia liikenneonnettomuuksien määrässä liikennöijäryhmien sisällä. Autoilijoiden onnettomuudet ovat hieman kasvaneet, jalankulkijoiden, mopoilijoiden ja polkupyöräilijöiden vähentyneet.



Kuvio 7. Liikenteessä kuolleet liikennöintiryhmittäin

Mopo-onnettomuuksissa kuolleiden määrä on vähentynyt. Auto-onnettomuuksissa kuolleiden määrä on tasaisesti kasvanut.

Autoilijoiden määrä kuolemissa on kasvanut v:sta 1981 vuoteen 1990 reilusta 40:stä lähes 60:een.

Samantyyppisiä havaintoja suhteellisen osuuden ja määrällisen muutoksen tulkinnan ongelmista ovat raportoineet muun muassa Hong Kongissa opiskelijoille vuodesta 1986 järjestettyjen tilastotieteen kilpailujen tuloksia analysoineet Li ja Shen (1994), sekä opiskelijoiden tilastollista lukutaitoa Glasgowin yliopistossa tutkinut Gnaldi (2007).

Toinen mielenkiintoinen yhtäläisyys Lin ja Shenin tutkimuksiin oli myös se, että alkukartoituksessa useat peruskurssin opiskelijat, joilla oli ongelmia kuvioiden sisältämän informaation tulkitsemisessa, koettivat etsiä hongkongilaisten opiskelijoiden tapaan tulkintoja kuvion ulkopuolelta.

Kypärän käytön yleistymisen on vähentänyt pyöräilijöiden kuolemia.

Näyttäisi siltä, että jalankulkijat ovat vähemmän päin.

Autoilun lisääntyessä eivät uusien autojen turvajärjestelmäkään voi ehkäistä liikennekuolemia.

Ihmiset ovat varmaan laiskistuneet ja vaihtaneet kumisaappaat Opeleihin.

Samasta lukion lyhyen matematiikan oppikirjasta (Wuolijoki & Norlamo 1994) oli poimittu kahden muuttujan lineaarista asiayhteyttä (Barcelonan 1992 olympiakisojen 7-ottelu) käsittelevä tehtävä (liite 4). Sama tehtävä esitettiin sekä tilastomenetelmien perusteiden että tilastollisen päättelyn kurssin opiskelijoille. Myös tämän tehtävän osalta tulokset olivat hämmästyttäviä, koska tilastomenetelmien perusteiden opiskelijoille lineaarisen asiayhteyden tulisi olla tuttu lukion matematiikan perusteella ja tilastollisen päättelyn kurssin opiskelijat ovat perehtyneet asiaan peruskurssilla. Tilastollisen asiayhteyden ja riippuvuuden idea laajentaa funktionalista riippuvuutta ja on perusta monille tilastollisille menetelmille, jotka tekevät mahdolliseksi mallintaa lukuisia ilmiöitä eri tieteenaloilla. Ainoastaan 5,7 % tilastomenetelmien peruskurssin ja 11,4 % tilastollisen päättelyn kurssin opiskelijoista tulkitsi kuvion ja perusteli päätelmänsä oikein. Peruskurssin opiskelijoista suurin osa (lähes 74 %) ei kyennyt tulkitsemaan asiayhteyttä lainkaan ja vastaava osuus tilastollisen päättelyn kurssilla oli yli 40 % (taulukko 8).

Taulukko 8. Lineaarisen asiayhteyden ymmärtäminen kuvion perusteella

	Tilastomenetelmien perusteet 2001 (n = 125)	Tilastollisen päättelyn kurssi 2003 (n = 186)
Ei vastausta	21,7 %	5,1 %
Väärä vastaus	51,9 %	38,6 %
Oikea (lähes oikea) vastaus, perustelu puutteellinen	12,3 %	24,7 %
Lähes oikea vastaus, perustelut oikein	8,5 %	20,3 %
Oikea vastaus, perustelut oikein	5,7 %	11,4 %

Tyypillisin virhe myös tämän tehtävän kohdalla oli kuvion ulkopuolinen intuitiivinen tulkinta. Tulkinnoilla ei ollut sanottavammin tekemistä kuvion antaman informaation tai lineaarisen riippuvuuden kanssa, vaan selityksenä lopputuloksen ennustettavuudelle oli toinen toistaan "asiantuntevampia" lausuntoja yleisurheilun syvimmästä olemuksesta. Tulos on täysin samanlainen kuin Lin ja Shenin (1994) tutkimuksissa, jossa useat peruskurssin opiskelijat, joilla oli ongelmia kuvioiden sisältämän informaation tulkitsemisessä, koettivat etsiä tulkintoja kuvion ulkopuolelta.

On käyty läpi 2 lajia 7:stä. Lopputuloksen pystyy siis selittämään noin 25 %:n varmuudella.

(Mikäli kaikki seitsemän lajia todellakin olisivat riippumattomia keskenään, niin kaksi lajia seitsemästä ($2/7 = 0.285$) selittäisi 28,5 % lopputuloksesta. Tämä oivallus vastauksesta ei kuitenkaan käynyt ilmi.)

Kaksi lajia seitsemästä mahdollistaa erehdykset, jos nämä ovat urheilijan heikkoja lajeja.

Jäljellä on niin paljon lajeja, ettei kahden lajin perusteella voi arvioida lopputulosta lainkaan. Voitaisiinkin ottaa jotkut muutkin (keihäs, kuula) ja silloin voisivat toiset kilpailijattaret olla kärjessä.

Kuvion ulkopuolisten tulkintojen suurin heikkous on se, että tulkinnoissa ei käytetä lainkaan hyväksi kuvion perusteella aineistosta saatavaa informaatiota vaan tulkinnot kuvaavat lähinnä opiskelijoiden omia luuloja tai näkemyksiä tutkittavasta asiasta tai ovat täysin tuulesta temmattuja.

Opiskelijoiden suhteellista osuutta ja lineaarista asiayhteyttä koskevien ennakkokäsitysten ja heidän kurssia kohtaan kokemiensa ennakkoluulojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää asiayhteyttä..

Tilastollisen päättelyn kurssin diagnostiseen testiin liittyi myös toinen lineaarista asiayhteyttä käsittelevä tehtävä, jossa opiskelijoiden tuli yhdistää viisi korrelaatiota koskevaa väittämää ja niitä vastaavaa korrelaatiodiagrammia toisiinsa (Liite 5). Tehtävän analyysi osoitti oikeiden ratkaisujen määrän vaihtelevan 8,9 %:sta (väite 5) 87,1 %:iin (väite 2). Tulos osoittaa, että opiskelijoiden on kuvion perusteella helpointa tunnistaa toisistaan täysin riippumattomien muuttujien idea ja vaikeinta yhteisen vaihtelun prosentuaalinen osuus. Useimmat opiskelijat (47,6 %) ehdottivat, että korrelaatiokerroin .70 (selitysosuus 49 %) osoittaa tilannetta, jossa yhteisen vaihtelun osuus on lähinnä 60 %; todellisuudessa oikea vastaus on korrelaatiokerroin -.80 (64 %). Yleisin virhekäsitys koski korrelaatiokertoimen absoluuttista arvoa. Yli kolmasosa (35,5 %) opiskelijoista ajatteli, että positiivinen korrelaatio (.70) merkitsee voimakkaampaa yhteyttä kuin negatiivinen korrelaatio (-.80). Tämä tehtävä paljasti myös harhaluulon, että korrelaatiokerroin itsessään voidaan tulkita prosentteina (kukaan ei kuitenkaan tarjonnut kuvioita b ja d, vaikka 60 on keskellä tässä ajattelumallissa). Joillakin oli virheellinen käsitys (18,5 %), että suurin negatiivinen korrelaatiokerroin merkitsee vähäisintä riippuvuutta, mikä heijastelee yleistä harhaluuloa korrelaatiokertoimen tulkinnasta.

Yksi yleinen (harha)käsitys liittyy keskiarvoon. Keskiarvosta oletetaan usein, että se on jakauman tyypillinen tai edustava arvo. Tämä toki pätee silloin kun jakauma on symmetrinen, mutta hyvin usein arkiajattelussa keskiarvo sijoitetaan vaihteluvälin keskikohtaan. Vainoissa jakaumissa on kuitenkin syytä käyttää keskiarvon sijasta mediaania tai moodia. Tilastollisen päättelyn kurssin diagnostisen testin yksi tehtävä liittyi keski- ja hajontalukuihin: *Kolmen ja puolen vuoden opiskelun jälkeen Joensuun yliopiston opiskelijat olivat suorittaneet keskimäärin 100 opintoviikkoa (keskiarvo), mediaani oli 107 ja keskihajonta 50 opintoviikkoa, alakvartiili 65 ja yläkvartiili 130. Millä välillä opiskelijoiden suorittamat opintoviikot voisivat mielestäsi vaihdella?*

Vain noin kolmannes aineopintojen kvantitatiivisten menetelmien kurssia aloittelevista opiskelijoista vastasi oikein tai edes kohtuullisen järkevästi.. Vastauksista löytyi 22 erilaista väärää ratkaisua tehtävään. Tyypillisin virhekäsitys (36,3 %) oli se, että minimi- ja maksimiarvot vaihtelevat kvartiilivälin (65–130) rajoissa. Annetun informaation perusteella (esimerkiksi keskihajonta $s = 50$) saattoi toki oivaltaa, että myös alakvartiilin alapuolella on mahdollista olla havaintoja, ja että niitä varmasti on yläkvartiilin yläpuolella (koska keskiarvo $100 + s > 130$).

Toinen yleinen uskomus (13,5 % opiskelijoista) oli, että vaihteluväli on identtinen tulokselle, joka saadaan yhtälöstä keskiarvo \pm keskihajonta ($100 \pm 50 = 50-150$), jotkut opiskelijat (6,5 %) taas veikkasivat kaavaa mediaani \pm keskihajonta ($107 \pm 50 = 57-157$) ja tulivat näin yhdistäneeksi toisiinsa väärän keski- ja hajontalukuparin. Loput opiskelijoista ei joko vastannut (13 %) tai tarjosi vaihteluväliä, joka perustui irrelevantteihin laskelmiin tai puhtaisiin arvauksiin. Esimerkiksi 7 opiskelijaa (5,6 %) käytti yhtälöä mediaani \pm keskihajonta jaettuna kahdella (eli $82-132$). Lisäksi 49 % opiskelijoista ehdotti, että minimi on 50 opintoviikkoa tai sen yli, vaikka 50 on sama kuin yhden keskihajonnan mitta keskiarvosta. Joidenkin opiskelijoiden vastaukset eivät perustuneet lainkaan annettuihin tietoihin, vaan he järjittelivät omaa kokemustaan käyttäen, että ”periaatteessa vaihteluväli on 0–160 opintoviikkoa”.

Keskihajonnan käsite on vaikea (Batanero ym. 1994) sillä opiskelijoiden intuitiivinen käsitys hajontaluvuista tarkoittaa pikemminkin havaintojen keskinäistä erilaisuutta, eli sitä kuinka paljon mittaustulokset poikkeavat toisistaan pikemmin kuin poikkeamaa jostain kiinteästä arvosta, kuten keskiarvosta. Tämä havainto on tärkeä, koska johtopäätösten tekeminen ja todennäköisyyksien ymmärtäminen edellyttää hajonnan käsitteen ymmärtämistä. Tästä syystä hajonnan käsitteen opettamiseen tulisi paneutua tilastollisten menetelmien kurssilla huolellisesti (Bell 2000; McLean 2000). Aiemmissa tutkimuksissa on havaittu myös, että yliopisto-opiskelijoille tuottaa vaikeuksia ymmärtää mediaanin käsite. Schuyten (1991) on korostanut, että mediaania koskevan käsitteellisen tulkinnan ja sen mekaanisen laskemisen välillä on suuri kuilu.

7.3.2 Harhakäsitysten säilyvyys – väärinkäsityksistä väärinkäyttöön

Pokka ei saa pettää, vaikka taidot pettäisivätkin

Alivaltioshteeri, toukokuu 2010: Hömppäkrateen vala.

Kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät ovat osa kasvatustieteellistä koulutusta sekä perus- että jatko-opinnoissa, ja menetelmiä sovelletaan vaihtelevalla menestyksellä tutkimuksessa kaikilla tasoilla. Koulutuksesta huolimatta (tai juuri sen vuoksi) lukija joutuu turhan usein hieraisemaan silmiään tarkastellessaan opinnäytetöiden ja tutkimusten menetelmien ja tulosten raportointia. Esimerkiksi vuosina 2008–2009 toteutetun opetushallituksen rahoittaman ja ohjaaman projektin loppuraportin käytettyjä mittareita ja menetelmiä kuvattiin seuraavasti: *Taulukkoon on myös laskettu keskiarvot (ka) ja keskihajonnat (kh). Keskihajonnoilla ei ole tilastollista merkitystä silloin, kun arvo lähenee keskiarvoa. Tällöin käytetään vain laadullisen tutkimuksen metodiikkaa.* (Laurila & Kuisma 2010, 12). Tässä luvussa tarkastellaan kvantitatiivisten menetelmien käytön häilyvyyttä sekä virheellistä käyttöä muutamien esi-

merkkien avulla sitomalla esimerkit yleisempään kontekstiin ja tutkimukseen tutkijoiden ja opiskelijoiden keskuudessa vallitsevista käsitteellisistä sekaannuksista ja tilastollisen testaamisen väärinymmärryksestä. Esimerkit edustavat oppinäytetöitä sekä referoituja julkaisuja ja tukevat muun muassa havaintoja, joita Sotos, Vanhoof, Van den Noortgate ja Ong-hena (2007) ovat raportoineet tilastollisen päättelyn väärinkäsityksistä.

Seuraavat esimerkit pro gradu -tutkielmien asiavirheistä valaisevat kvantitatiivisten menetelmien opetuksen ja ohjauksen haasteita. Eräs opiskelija oli sekoittanut täydellisesti tilastoyksikön, perusjoukon, otoksen ja koehenkilön sekä muuttujan ja muuttujan arvo-luokkien käsitteet. Hänelle nämä tarkoittivat kutakuinkin samaa asiaa. Menetelmiä esitellessään hän kirjoitti seuraavasti:

Tutkimuksen mittavälineinä olivat nainen, mies, luokanopettaja ja opiskelija.

Otoksina toimivat perusjoukon osat mies, nainen, opiskelija ja luokanopettaja

Toisessa pro gradu -tutkielmassa tutkimusongelma määriteltiin seuraavasti: *Onko tutkittavien ryhmien vastausten välillä tilastollista merkitsevyyttä*. Tuloksista löytyi sitten muun muassa seuraavaa: *Menestyminen tekstiilitöissä aiheutti sukupuolten välille erittäin merkitseviä eroja*.

Vastaavia asiavirheitä ja kielellisiä hölynpölyilmaisuja löytyy myös hyväksytyistä väitöskirjoista (kuten seuraavista esimerkeistä voidaan havaita) ilman, että virheitä tarvitsee edes erityisesti etsiä. Huolestuttavaa on, että virheet ovat läpäisseet monivaiheisen ylintä oppineisuutta edustavien asiantuntijoiden tarkastusprosessin

-- Kirjalaina tai -lahja ja kotona lukemiseen käytetty aika korreloivat tilastollisesti melkein merkitsevästi (.16), joten kirjalaina tai -lahja ja kotona lukemiseen käytettyä aikaa selvittelevät kysymykset mittasivat **lähes samaa asiaa**.*

Tosiasiaa muuttujien välinen selityskerroin on vain 2,5 %. Saman tekijän mukaan korrelaatiokerroin .31 (**) tarkoitti jo sitä, että *kysymykset mittasivat samaa asiaa* (selityskerroin alle 10 %). Tässä tapauksessa väitöskirjan tekijän eikä työn tarkastajien tiedot olleet sen korkeammalla tasolla kuin edellisessä luvussa (7.3.1) esitetyt opiskelijoiden harhakäsitykset korrelaatiosta. Valitettavaa on myös se, että käytössä olevista oppikirjoistakin löytyy harhakäsityksiä antavaa oppia korrelaatiosta (Ary, Jacobs & Razavieh 1996, 155):

Korrelaatiokerroin 0 kertoo siitä, että mitään riippuvuutta ei ole

Oppikirjan tekijöiltä on jäänyt joko epähuomioissa tai tietämättömyyttään huomioimatta se, että korrelaatio mittaa vain lineaarista riippuvuutta, eikä ole universaali mitta kaikelle asiayhteydelle. Toki asia ilmaistaan usein oikein, kuten Cohen & Manion (1994, 131):

Korrelaatio on rakennettu siten, että täydellisesti riippumattomien muuttujien korrelaatio on 0

Vaikka kaksi edellistä lainausta ovatkin erehdyttävästi toisensa kaltaisia, niissä on selkeä ero. Ensimmäisessä kuvitellaan, että korreloimattomuudesta (linearisesta riippumattomuudesta) seuraa täydellinen riippumattomuus. Jälkimmäisessä lainauksessa on ymmärretty ihan oikein se, että täydellisesti toisistaan riippumattomat muuttujat eivät voi korreloida keskenään.

Myös muihin yleisesti tunnettujen tunnuslukujen käyttöön sisältyy ongelmia:

-- Kolmannen faktorin sisäistä konsistenssia (Cronbach alpha 0,5499) voidaan pitää heikkona. Se voisi selittyä osioiden pienellä määrällä, mutta myös sillä, että osiot korreloivat keskenään.

Reliabiliteettikertoimen arvon osalta tekijä on väärillä jäljillä osioiden lukumäärän suhteen, ja jälkimmäisen selityksen pitäisi olla juuri päinvastoin. Toinen tutkija oli puolestaan Kasvatus-lehdessä sitä mieltä, että hänen summamuuttujaratkaisunsa oli hyvä, koska reliabiliteettikerroin ylitti yleisesti hyväksyttävänä pidettävän 0,6 rajan. Tämä tulkinta on erittäin huolestuttava, sillä lauseessa ei huomioida lainkaan sitä, että käytetty reliabiliteettiestimaatti (Cronbachin alfa) perustuu osioiden keskinäiseen korrelaatioon ja mainittuun yleisesti hyväksytyyn rajaan pääsee yhdistämällä noin 10 osiota, joiden keskimääräinen korrelaatio on 0,1 (Alkula, Pöntinen & Ylöstalo 1994, 99–100), eli keskimääräinen selityskerroin osioiden välillä on vain 1 %.

Myös monimuoto-opintoihin tarkoitettu oppimateriaalista löytyy oppimisen ja tilastollisten käsitteiden ymmärtämisen kannalta vaarallista materiaalia (Joensuun yliopisto 2006):

Suomen Gallup on taas tehnyt Hesarin pyynnöstä presidentivaaligallupin. Haastateltavia oli 1401. Haloselle 54 prosentin kannatus. Niinistölle 20 prosenttia ja Vanhaselle 18 prosenttia. Virhemarginaali 2,5 prosenttia suuntaan tai toiseen. Mikä siinä on, että vaikka jutussa kerrotaan otoksen koosta ja virhemarginaalista, siitä huolimatta mennään repimään "Niinistö yhä Vanhasta edellä" -tyyppisiä otsikoita? Todellisuudessa herrat ovat tasoissa.

Tämän esimerkin ongelma on se, että oppimateriaalin kirjoittaja ei itse näytä ymmärtävän sitä, että prosenttiosuuden kohdalla estimaatin keskivirhettä ja virhemarginaalia ei ratkaise ainoastaan otoksen koko vaan myös prosenttiosuuden suuruus, eikä virhemarginaaleja voi tulkita ainoastaan yhteen suuntaan. Esimerkin – jos se on edes todellinen – virhemarginaali on erisuuruinen jokaiselle kolmelle kandidaatille, ja annettujen tietojen perusteella voi ainoastaan ryhtyä pohtimaan esimerkissä annetun väittämän virhepäätelmien todennäköisyyttä.

Aikakauskirja Kasvatuksessa oli artikkeli, jossa tekijä tarkasteli päiväkotikäisten 4–7-vuotiaiden lasten kiintymyssuhteita ja pelkoja. Tutkimuksessa tarkasteltiin, eroavatko erityislasten (N = 14) ja verrokkilasten (N = 13) sekä turvallisesti ja turvattomasti kiinty-

neiden lasten pelot toisistaan. Tutkimuksen aineisto kerättiin kiintymyssuhteen laatua mittaavalla kyselyllä vanhemmille ja *projektiivisella kuva-avusteisella lasten teemahaastattelulla*. Tutkimusaineistoa käsiteltiin sekä kvantitatiivisesti että kvalitatiivisesti, ja tutkijan mukaan

Päiväkotiryhmät valittiin harkinnanvaraisella otannalla.

Aineiston käsittelyluvussa tutkija kirjoittaa, että: *Kiintymyssuhdekysely purettiin kvantitatiivisesti. Pelkoaineistoa käsiteltiin osioittain, jotka olivat Kuvatestin kuvat, "Mikä lasta pelottaa?"-kysymykset ja fenomenografinen analyysi. Pelkoaineistoa käsiteltiin sekä kvantitatiivisesti että kvalitatiivisesti. Kyselytutkimuksessa käsiteltiin kiintymystä mittaavaa kyselylomaketta kvantitatiivisesti tilastolliseen muotoon muunnettuna. Tuloksia tekijä raportoi muun muassa seuraavasti:*

Turvatonta kiintymystyyliä edustavilla lapsilla (N = 4) kuvatestin kuvissa tilastollisia merkitsevyyseroja ei löytynyt.

Tämän työn kirjoittaja sai kollegansa kanssa tarjoamaansa artikkeliin kotimaisesta aikakauslehdessä referee-lausunnon, jossa pohdittiin esittämämme taulukoiden havaintomäärää, suurelta osin täysin aiheellisesti, sekä puututtiin selkeään virheeseen yhden taulukon prosenteissa. Jotain on kuitenkin arvioijalta jäänyt täydellisesti ymmärtämättä ja syy ei ollut laadituissa taulukoissa. Referee kirjoittaa:

...yli 25-vuotiaat on jaettu tieteenaloittain kahteen tavoiteorientaatioon eli kahdeksaan luokkaan.

Tekstissämme oli selvä maininta siitä, että artikkeliin laaditut tavoiteorientaatiot ovat kyselylomakkeen väittämien perusteella laadittuja summamuuttujia, ja olimme raportoineen kahden muuttujan kuvailevat tunnusluvut tieteenaloittain. Kevennyksenä voisi todeta, että referee olisi voinut jatkaa samaan tyyliin taulukon analysointia toteamalla, että olemme jakaneet hänen keksimänsä luokat vielä keskiarvoon ja -hajontaan, jolloin luokkia olisi jo kuusitoista. Sama referee antoi lausunnossaan lopuksi opetuksen selkeästä viisivuotisluokittelusta seuraavaan tapaan *alle 20, 20–24 ja 25+*.

7.3.3 Yhteenveto

Edellä esitetyn kaltaisia esimerkkejä kielellisesti ja sisällöllisesti puutteellisista ja jopa mieltömistä ilmaisusta tulosten raportoinnissa voisi jatkaa loputtomiin, mutta nämä riittäkään näytteiksi. Tarkoitus ei ole etsiä virheitä sinänsä, vaan pyrkiä löytämään ja osoittamaan kasvatustieteen menetelmäopetuksen ja opinnäytetöiden ohjauksen tehostami-

sen painopistealueita. Suhteellinen osuus, todennäköisyys, satunnaisuus ja korrelaatio ovat aiempienkin tutkimusten mukaan vaikeimmin omaksuttavia käsitteitä, (Rautopuro 1999a; Shaughnessy 1992) samoin kuin otoksen ja perusjoukon välinen suhde, otosvaihtelu, otostunnusluvut ja niiden jakaumat (Rubin, Bruce & Tehney 1991). Viimeksi mainittu ovat oleellisia merkitsevyydestäuksen logiikan ymmärtämiseksi. Myös merkitsevyydestin idea tulkitaan usein täysin väärin niin opiskelijoiden kuin kokeneiden tutkijoiden keskuudessa (Batanero 2000; Wright 2003). Myös testien antamien tulosten varaukseton ja sokea hyväksyminen ehdottomina totuuksina sekä testien virheellinen käyttö ovat olleet kriittisen keskustelun kohteena alan julkaisuissa (ks. Batanero 2000; Harlow, Mulaik & Steiger 1997).

Joskus tutkijan puutteelliset taidotkin laitetaan tilastollisten menetelmien syyksi. Pitkäniemi (2009) esittää opetuksen tutkimukseen liittyvässä artikkelissaan kvantitatiivisten menetelmien heikkoutena muun muassa sen, että regressiomallin selityssaste voi jäädä pieneksi, aineistonkeruussa epäonnistutaan tai tutkimusseloste on liian tekninen ymmärrettäväksi. Ainoatakaan edellä mainittua asiaa voi tuskin vierittää tilastollisten menetelmien syyksi, sillä saman artikkelin perusteella parempiinkin selitysmalleihin oli päästy, kun analyysija on edeltänyt tutkimuksen huolellinen valmistelu. Sänkiäho (1974, 1) toteaa osuvasti, että *faktorianalyysiakaan ei pidä arvostella yksinomaan sen käyttäjien perusteella*.

Anarkistisen satiirin mestaria ja rentturunoilija Bukowskia (2002, 42) siteeraten *tieto jota ei hyödynnä on pahempaa kuin tietämättömyys*. Toisaalta tietämättömyyttään on myös vaikea pitää pelkästään omana tietonaan. Tötön (2009) mukaan mittauksista tehtävien johtopäätösten kannalta tarkka numeroarvo on sivuseikka, jos ei ole tietoa siitä onko luku iso vai pieni, tai ei tiedetä lainkaan mitä numeroarvo kertoo. Tieteellisen raportoinnin kannalta ongelma on se, että aiempiin julkaisuihin ja niissä käytettyihin tulkintoihin viitataan tulevaisuudessa. Edellä esitettyjen esimerkkien kaltaiset osatotuudet, väärinkäsitykset, ja jopa täysin paikkansapitämättömät väitteet, eli faktoidit alkavat julkisesti näyttäytyä faktatietoina. Opiskelijoillakin saattaa olla sellainen virhekäsitys, että tutkimuksesta tulee totta, kun se on julkaistu (Murtonen, Lehtinen & Olkinuora 2008).

8

Tutkimuksen ja sen tulosten tarkastelua

8.1 Empiirisistä tuloksista tiivistettyä

Suomen Akatemian vuoden 2009 katsauksessa Suomen tieteen tilaan ja tasoon todetaan, että kasvatustiede on menestynyt tutkimuksen arvioinneissa sangen hyvin, mutta kokonaiskuva on hieman hämärä koska kasvatustieteiden koulutus jakautuu useisiin eri yksiköihin. Opettajankoulutuksen vahvuutena nähtiin osallistuminen kansallisiin ja kansainvälisiin tutkijaverkostoihin, heikkoutena puolestaan, että opettajapainotteisen henkilöstörakenteen vuoksi vain pieni osa henkilöstö osallistuu tutkimus- ja julkaisutoimintaan. Katsauksessa pohdittiin myös kasvatustieteiden metodista tilaa ja todettiin tarve laajaan monimetodiseen lähestymistapaan (Suomen Akatemia 2009, 145–146). Lähes saman huomion teki Opetusministeriön asettama, opettajankoulutuksen mitoitusta pohtinut, niin kutsuttu Niemen työryhmä, joka puuttui menetelmäopintojen tilaan Suomessa, todeten kasvatustieteen tutkimuksen suuntautuneen liian yksipuolisesti kvalitatiiviseen metodologian hyödyntämiseen ja kehittämiseen (Opetusministeriö 2007, 41–42).

Tämän tutkimuksen perusteella on haikeaa todeta, että monetkaan asiat eivät ole ainaakaan kasvatustieteissä olennaisesti parantuneet Sänkiähon (1974, 180) ajoista:

Temppujen tietämisen lisääntyminen, mihin erityisesti vaikuttaa todellisen remontin tarpeessa oleva yliopisto-opetus, on kuitenkin viemässä kehitystä oikeaan suuntaan. Erityisesti menetelmäopetukses-

sa olisi vihdoinkin päästävä puheista tekoihin eli keskitettyyn, elämänläheiseen, mielekkääseen ja oppilaita motivoivaan opetukseen. Tässä opetuksessa olisi kartoitettava esiintyviä oppimisvaikeuksia ja pyrittävä ottamaan ne mahdollisuuksien mukaan huomioon opetusta suunniteltaessa.

Oppimisvaikeudet tiedetään sekä teorian että käytännön tasolla, mutta varsinaisia toimenpiteitä tilanteen parantamiseksi ei ole tehty riittävästi. Toive siitä, että tempumat muuttuisivat isännästä rengiksi ja se, että opiskelijoille ja tutkijoille voisi opettaa menetelmien perusteita ilman data-eroitikkua (Sänkiaho 1974, Tiivistelmäkortti) odottaa vielä toteutumistaan. On siis aika riisua naamiot ja lopettaa teeskentely, että tilastollisten menetelmien opettamisen ja oppimisen osalta asiat olisivat Suomessa hyvin.

Tutkimuksen empiiriset tulokset tukevat aiempia tilastollisten menetelmien opetukseen ja oppimiseen liittyvien niin kotimaisten kuin kansainvälisten tutkimusten tuloksia. Sekä strukturoitujen kyselyiden, avoimien kysymysten, erilaisten diagnostisten testien, oppinnäytetöiden, tutkimusten ja opetusmateriaalin analysointi osoittaa, että tilastollisten menetelmien oppimista estävät opiskelijoiden monenlaiset kognitiiviset (esimerkiksi matemaattiset taidot ja käsitteellisen ajattelun kyvyt) ja ei-kognitiiviset (esimerkiksi ennakkoluulot ja -asenteet) tekijät sekä tutkijoiden ja opettajien taidot ja asenteet. Siksi on tärkeää, että oppimisympäristöt kyetään järjestämään sellaisiksi, että ne tukevat ja helpottavat opiskelijoiden etenemistä. Teoreettisesta ja rutiinilaskemisen painotuksesta tulisi päästä kohti käytäntöä todellisten aineistojen, tapausten ja esimerkkien analyysin ja tulkinnan avulla. Lisäksi opetuksessa tulisi käyttää oppimisen mielekkyyttä lisääviä työskentelytapoja (Rautopuro & Väisänen 2004a,b). Viime kädessä tilastollisia menetelmiä oppii kuitenkin vain niitä käyttämällä.

Radikaali paradigman muutos kasvatustieteissä – varsinkin opettajakoulutuksessa – on johtanut tilastollisten menetelmien opettamisen ja oppimisen kannalta resurssien minimointiin. Minimaaliset opetustunnit ovat usein pieniä irrallisia palasia yleis- tai perusopintoja ilman kytkentää todelliseen kontekstiinsa, kasvatustieteelliseen tutkimusprosessiin. Vähentyneet opetusresurssit (vähemmän kursseja ja opetusta) ovat johtaneet tilanteeseen, jossa niin opiskelijoiden kuin nuoremman opettaja- ja ohjaajasukupolven taidot ovat heikentyneet. Tilastollisten menetelmien opettajille ei ole lainkaan muodollisia tilastotieteellisiä pätevyysvaatimuksia kasvatustieteissä, eikä monessa muissakaan soveltavassa tieteessä. Tilannetta kuvaa mainiosti jääkiekkovalmentaja Dufvan lausahdus: *Ei tarvitse olla hyvä, kunhan on paras paikallaolijoista* (Miettinen 2009). Tällainen asiantila ei tulisi kysymykseenkään esimerkiksi opettajakoulutuksen kielten opetuksessa. Säästösyistä on kasvatustieteiden tiedekunnissa poistettu ja supistettu kvantitatiivisten menetelmien opetusta vielä entisestään (Atjonen 2008). Asiansa heikoimmin hoitavissa tiedekunnissa supistukset ovat kohdistuneet nimenomaan harjoitusryhmiin, joissa oppimiskäsitysten mukainen oppiminen viimekädessä tapahtuu tekemällä oppimisena.

Opiskelijoiden ja ohjaajien taitojen heikentyminen näkyy niin pro gradu -tutkielmissa kuin väitöskirjoissakin. Opinnäytetöiden ja erilaisten tieteellisten artikkeleiden analysointi on osoittanut, että sellaisetkin peruskäsitteet kuten keskiarvo, vaihtelu ja riippuvuus ovat melko epäselviä jopa tilastollisia menetelmiä suorittaneille yliopisto-opiskelijoille. Myös perusjoukon ja otoksen välinen yhteys on joskus epäselvä niin opiskelijoille kuin kokeille tutkijoille. Tällöin aineiston edustavuuden ja tutkimustulosten yleistäminen ovat ongelmallisia. Tilastolliseen testaamiseen, analyysiin ja tulkintaan sekä tilastotieteellisten käsitteiden käyttöön liittyy paljon väärinymmärryksiä ja virheitä. Myöskään eroa tilastollisesti merkitsevän analyysituloksen ja merkittävän tutkimustuloksen välillä ei usein osata tehdä (Rautopuro & Väisänen 2004; Rautopuro ym. 2007). Erittäin huolestuttavaa on se, että erilaiset väärinymmärrykset ja virheet säilyvät opinnoista huolimatta opintojen alusta niiden loppuun asti.

Oma lukunsa on tilastollisia menetelmiä kohtaan vallitseva asenneilmapiiri. Tämä tutkimuksen tulokset osoittavat, että opiskelijat eivät näe tilastollisten menetelmien tarjoamia mahdollisuuksia opinnoissaan tai tulevassa työelämässä kovinkaan suurina, eivätkä koe opintojen sisältöä mielenkiintoisena. Nämä asenteet periytyvät osittain jo lukio-opinnoista, joissa tilastomenetelmien, tai lähinnä todennäköisyyslaskennan alkeita, opettavat matematiikan opettajat eivätkä tilastotieteilijät. Lisäksi erilaiset kauhutarinat tilastollisten menetelmien opinnoista kulkevat perintönä opiskelijasukupolvelta toiselle. Myöskään opettajat ja tutkijat eivät osaa tai halua markkinoida tilastollisia menetelmiä houkuttelevana ja käyttökelpoisena vaihtoehtona tutkimuksen tekemiselle. Esimerkiksi itäsuomalaisessa opettajankoulutusyksikössä tarjottiin vuonna 2009 oppimateriaalia, jossa anonyymiksi jäänyt opettaja esitteli kvalitatiivista tutkimusta seuraavasti: *ihmistieteissä käytettävänä tutkimuksena, jossa ihmisen henkistä puolta voidaan tiedonhankinnan kannalta tärkeänä edellytyksenä vuorovaikutuksessa tutkimuskohteen kanssa hyödyntäen soveltaa erilaisia vaihtoehtoisia ja päteviä (konstruktivismi, fenomenologis-hermeneuttinen ja kriittinen tieteenihanne) pääosin kielen ja merkitysten tulkintaan pohjautuvia tutkimusmenetelmiä, joiden tavoitteena on yleismerkityksellinen tieto edistämään ilmiöiden ja muutosten ymmärtämistä, eikä arvoja suljeta tutkimuksen ulkopuolelle. Samaisessa "oppimateriaalissa" kvantitatiivinen tutkimus esitetään luonnontieteiden ihannetta ihmistieteissä noudattavana tutkimuksena, jossa yhden positivismiin, mittaamiseen ja tilastotieteeseen pohjautuvan yleispätevän tutkimusmenetelmän avulla tutkijan ja tutkimuskohteen vuorovaikutus minimoidaan, arvot suljetaan tutkimuksen ulkopuolelle, ihmiskäsityksenä on ihminen kuin mikä tahansa kuollut aine tai eläin ja jossa ihmisen henkistä puolta ei voida luotettavasti tutkia, koska sitä ei voida suoraan havainnoida.*

Tulokset vastaavat Atjosen (2008) näkemystä siitä, että tutkimusmetodeja koskeva asenteellinen ilmapiiri on tehnyt kvantitatiivisesta lähestymistavasta kiinnostuneiden tutkijoiden ja kouluttajien elämän varsin ahtaaksi erityisesti viimeisen vuosikymmenen aikana.

8.2 Johtopäätelmiä ja suosituksia

Kasvatustieteiden tiedeyhteisöissä on kriittisen itsearvioinnin ja laadunvarmistusjärjestelmän kehittämisen paikka. Suomalainen kasvatustiede on menettämässä kontaktin tilastollisten menetelmien kehitykseen, sillä perusmenetelmienkin osaamisessa on suuria ongelmia (Rautopuro, Väisänen & Malin 2005). Tämän vuoksi kasvatustieteille erittäin hyödyllisten ja käyttökelpoisten uusien ja teoreettisesti vaativien menetelmien (esimerkiksi imputointi, monitasomallit, neuroverkot, pienten aineistojen analysointi ja osioanalyysi) juurtuminen kasvatustieteeseen voi viedä pitkään. Tutkimuksen tason nostaminen ja kansainväliselle huipulle nouseminen edellyttää kuitenkin tutkijoilta myös tällaisten menetelmien hallintaa.

Suomalainen opettajankoulutus tarjoaa mahdollisuuden pätevoityä opettajaksi päiväkodista aikuisoppilaitoksiin. Maisteriksi valmistuneella opettajalla on myös mahdollisuus hakeutua tieteellisiin jatko-opintoihin. Monissa muissa maissa opettajankoulutus ei kuulu korkea-asteen opintoihin, eikä koulutuksen tuottama pätevyys vastaa maisterintutkintoa (Asunta, Husso & Korpinen 2005; Välijärvi 2006). Suomalaisista yliopistoista valmistuneilta opettajilta voidaan siis edellyttää muodollisen professionaalisuuden lisäksi akateemista osaamista, joka tarkoittaa muun muassa tiedonhankinta-, ongelmanratkaisu- ja raportointitaitoja. Nämä taidot kehittyvät toki myös työelämässä ja myöhemmin täydennyskoulutuksessa (Jakku-Sihvonen 2005).

Tutkijapainotteisuutta on haluttu lisätä sekä opettajankoulutuksessa että työelämässä ja asiaa on pohdittu sekä opettajankoulutuksen opetussuunnitelmien yhteydessä että tutkimuksen laatua ja vaikuttavuutta arvioitaessa. (Krokfors, Kynäslahti, Stenberg, Toom, Maaranen, Jyrhämä, Byman & Kansanen 2009). Myös peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmat edellyttävät opettajilta kykyä tutkimuspainotteiseen opetukseen kuten tässä työssä aiemmin todettiin. Valitettavasti tämä ei näy valmistuneille opettajille suunnatuissa tutkimuksissa. Useat valmistuneet opettajat eivät koe tarvitsevansa lainkaan tutkimustaitoja työssään. (Tuominen, Rautopuro & Puhakka 2009).

Laajat menetelmätaidot ovat joka tapauksessa avain hyvään tutkimukseen. Tällöin tutkija osaa tehdä oikeita valintoja, eivätkä menetelmäosaamisen puutteet rajoita tutkimuskysymyksiin tarttumista. Atjosen (2001) mukaan opetus- ja kasvatusalalla tarvitaan entistä kipeämmin monipuolista ja laaja-alaista tutkimusintensiivistä asiantuntijuutta. Erittäin tärkeää on ymmärtää, että tutkimusmenetelmien luova soveltaminen edellyttää vankkoja perustaitoja.

Joensuun yliopistossa suoritettiin vuoden 2008 aikana tutkimuksen arviointi, jonka suorittivat pääasiassa kokeneista eurooppalaisista professoreista koostuvat kansainväliset arviointipaneelit (http://www.joensuu.fi/ajankohtaista/arviointi_kasvatustiede.pdf). Vaikka Joensuu pärjäsiikin arvioinnissa kohtalaisesti, myös kehitettävää löytyi. Esimerkik-

si kasvatustieteiden arvioinnissa toivottiin kvantitatiivisten menetelmien, muun muassa pitkittäisaineistojen analysoinnin käytön lisäämistä. Ulkopuolisen rahoituksen kriteerit tiukkenevat, ja merkittävien kansainvälisten tutkimusrahoitushankkeiden saamisen edellytyksenä on yleistettävissä olevan evidenssin hankkiminen. Kyky edustavien aineistojen keräämiseen ja niiden validiin analysointiin erottaa akateemiset tutkimukset tavanomaisista metodisesti kirjavista raporteista ja selvityksistä (Atjonen 2008).

Tilastollisten menetelmien opetus ja opiskelu muodostaa monimutkaisen ongelma-
vyyden, jonka yhteen kietoutuneita punoksia ovat opetus, opetussuunnitelmat ja -menetelmät, tilastotieteen kompleksinen tiedonrakenne, kvantitatiivisen tutkimusparadigman marginalisoituminen kasvatustieteissä ja opiskelijoiden oppimisongelmat. Ongelmavyyhteä tulisi pyrkiä entistä määrätietoistemmin kerimään auki, jotta kvantitatiivisten menetelmien opetus-opiskelu-oppimisprosessista voidaan tehdä mielekkäämpi. Tutkijoiden ja opettajien tulisi kiinnittää enemmän huomiota sekä opiskelijoiden kognitiivisiin ja sosio-persoonallisiin lähtötasotekijöihin että opiskeluprosessiin. Erityisen tärkeitä ovat opiskelijoiden ennakkokäsitykset, uskomukset, asenteet ja emootiot oppimisessa. Niihin voidaan myös vaikuttaa helpommin kuin kognitiivisiin puutteisiin.

Tilastollisten menetelmien hylkäämisen tai huomioimatta jättämisen perusteluksi ei enää riitä toteamus, että tilastollisten menetelmien käyttäjät ovat teoriasta irtautuneita pienten vähäpätöisten ongelmien analysoinnin parissa askartelevia positivistejä. Tyhjän retoriikan aika on ohi, sillä tilastolliset menetelmät ovat palanneet tutkijan ammatillisten vaatimusten joukkoon. Tilastollisten menetelmien opettamiseen ja opiskelemiseen on myös alettu suhtautua niiden vaatimalla vakavuudella. Tilastolliset menetelmät muodostavat osittain hierarkisen järjestelmän, jossa vaativampien menetelmien oppiminen edellyttää selkeää peruskäsitteiden ymmärrystä ja perusmenetelmien hallintaa. Siksi onkin lähinnä ajan hukkaa opettaa nykyaikaisia kehittyneitä ja vaativia menetelmiä opiskelijoille, jotka eivät hallitse tilastollisten menetelmien perusteita, sillä suuri osa uuden oppimiseen varatusta ajasta menee perusasioiden kertaamiseen.

Tilastollinen lukutaito kuuluu nykyajan aktiivisen kansalaisen avaintaitoihin. Tämä taito tulisi olla jokaisella yliopistosta valmistuvalla nykyaikaisen tietoyhteiskunnan arkielämässä ja tulevaisuuden työtehtävissä. Tilastollisia menetelmiä osaavista ja numeerista ajattelua hallitsevista henkilöistä on puute, ja varsin vaatimatonkin tilastollisten menetelmien hallinta voi olla työllistymisen kannalta ratkaisevaa (Tarkkonen 2006). Ainakin osalla opiskelijoista pitäisi valmistuessaan olla niin hyvät menetelmätaidot, että niiden varaan voi rakentaa syvällistä tilastomenetelmällistä osaamista. Heidän pitäisi kyetä kouluttautumaan luotettavan tilastollisen informaation tuottajiksi, jotka kykenevät itsenäisesti hahmottamaan tutkittavan ongelman, suunnittelemaan ja toteuttamaan ongelman ratkaisemiseksi tarvittavan aineiston hankinnan ja analysoinnin, sekä tulkitsemaan, raportoimaan ja kriittisesti arvioimaan saatuja tuloksia.

Tilastollinen tulosten raportointi – tilastollinen viestintä – on vaativaa, eikä sitä kovinkaan paljon opetella tieteellisen viestinnän kursseilla. Niin kirjallinen kuin suullinenkin tilastollinen viestintä on olennainen osa tilastollisia menetelmiä työssään käyttävän henkilön ammattitaitoa. Myös tilastollisen viestinnän taitoja tulisi harjoitella menetelmäopintojen yhteydessä. Esimerkiksi harjoitustehtävien tulosten suulliseen ja kirjalliseen raportointiin tulisi kiinnittää enemmän huomiota ja opettaa myös näitä taitoja menetelmäkursseilla.

Tilastollisten menetelmien oppiminen ei ole helppoa, oppiminen ei tapahdu käden käänteessä, eikä niiden oppimiseen ole oikotietä. Jopa peruskäsitteiden riittävän syvälinen omaksuminen on hidas prosessi. Siksi on tärkeätä varata menetelmien opiskelulle riittävästi aikaa ja miettiä tarkkaan, missä opintojen vaiheessa niitä opetetaan (Sallinen 2003). Peruskäsitteiden on myös toistuttava useampaan kertaan ja niitä on käytettävä sisällöllisten ongelmien yhteydessä. Tilastollisten menetelmien opetuksen perusongelma, liian paljon ja liian nopeasti, pitäisi pystyä välttämään.

Tilastollisten menetelmien oppimista estävät monenlaiset kognitiiviset (esimerkiksi matemaattiset taidot ja käsitteellisen ajattelun kyvyt) ja ei-kognitiiviset (esimerkiksi ennakkoluulot ja -asenteet) tekijät. Siksi on tärkeätä, että oppimisympäristöt kyetään järjestämään sellaisiksi, että ne tukevat ja helpottavat opiskelijoiden etenemistä. Teoreettisesta ja rutiinilaskemisen painotuksesta tulisi päästä kohti käytäntöä todellisten aineistojen, tapausten ja esimerkkien analyysin ja tulkinnan avulla. Lisäksi opetuksessa tulisi käyttää oppimisen mielekkyyttä lisääviä työskentelytapoja (Rautopuro & Väisänen 2004a,b). Viime kädessä tilastollisia menetelmiä oppii kuitenkin vain niitä käyttämällä (Rautopuro & Malin 2008). Murtosen, Lehtisen ja Olkinuoran (2008) mukaan oppimiseen liittyviin vaikeuksiin on vaikea vaikuttaa pelkästään yksittäisten opintojaksojen tasolla, joten opettajien tulisi tehdä yhteistyötä yleisten tutkimuskäsitysten muuttamiseksi ja opetussuunnitelmiin tulisi tehdä suuria muutoksia tutkimustaitojen opintojaksojen osalta.

Opetuksen ja oppimisen tueksi laadittujen aidosti vapaiden *completely free* materiaalien käyttö opetuksessa edellyttää luonnollisesti niiden luotettavuuden testaamista. Samoin oppimisympäristön rakentaminen vapaasti saatavilla olevalle alustalle (esimerkiksi Moodleen) vaatii testaamista. Oppimistulosten ja siirtovaikutuksen osalta tilanne on vielä haastavampi. Mielenkiinto kohdistuu siihen, aktivoiko helposti saatavilla oleva ympäristö opiskelijoita ja millaisia mahdollisuuksia tällainen ympäristö antaa tutkivalle oppimiselle. Uudistus voi olla kiven takana, sillä esimerkiksi Joensuussa tilastotieteestä approbaturin tasoiset opinnot suorittanut professori tyrmäsi tällaiset kokeilut tilastotieteen ammattilaiselta kvantitatiivisten menetelmien työryhmän tapaamisessa maaliskuussa 2008 kommentilla *on päästävä entistä vauhdikkaammin itse asiaan ja aineiston käsittelyyn (ei enää todennäköisyyslaskujen ja kalkulaattoreiden opettelua)*. Tähän kommenttiin kiteytyy Sänki-ahon 35 vanha määritelmä data-erotiikasta: *aineistosta kuin aineistosta saadaan tietokoneen avulla julkaisukelpoista tekstiä, vaikka tutkija ei tunnekaan käyttämiensä menetelmien peruste-*

ta. Mainittakoon, että kyseisen kommentin esittänyt – opinnäytetöitäkin ohjaava henkilö – turhautui siitä, että ei kyennyt selviämään muutamasta lukion lyhyen matematiikan todennäköisyyslaskennan perustehtävästä, jota annettiin opiskelijoille verryttelytehtäväksi ennen kurssin alkua: *Noista todennäköisyyslaskuista (pohdintatehtävät 1–5) ei ole minulla mitään hajua (niin kuin ändimäkkoi sanoisi), ehkä 5:nen onnistuisi, joten tarvitsen "oikeat" vastaukset, jos on tarkoitus, että ne käydään demoilla läpi.*

Opiskelijoiden olisi ymmärrettävä tilastolliset menetelmät osana tutkimusprosessia, ei erillisinä temppuina tai tekniikoina joilla tutkimukseen saadaan "tieteellinen kuorrutus". Siksi koko tutkimusprosessia olisi opiskeltava samanaikaisesti, alkaen tutkimusongelmien määrittelystä ja päätyen tulosten tulkintaan ja raportointiin. Tällöin tilastollisten menetelmien rooli ja merkitys tutkimusprosessin eri vaiheissa voisi selkeytyä opiskelijoille, ja menetelmät kytkeytyisivät myös selkeästi sisällöllisten ongelmien ratkaisemiseen. Opiskelijoilla pitäisi olla mahdollisuus osallistua johonkin tutkimusprojektiin sen alusta loppuun asti. Käytännössä tämä tarkoittaa perinteisistä tenteistä luopumista.

Enemmän huomiota tulisi kiinnittää myös tilastollisia menetelmiä opettavien omaan menetelmälliseen tietämykseen ja menetelmällisiin taitoihin. Mikä tahansa ammatti menettää arvostuksensa, jos sitä voi harjoittaa kuka tahansa. Tilastollisia menetelmiä opettavien tulisi hallita menetelmät hyvin, heidän pitäisi jatkuvasti kehittää taitojaan ja osaaamistaan ja seurata tilastollisten menetelmien kehitystä, sekä olla mukana tilastollisia menetelmiä soveltavassa empiirisessä tutkimuksessa. Myös opiskelijoiden käsitteiden ymmärtämistä mittaavan yleisen testausjärjestelmän rakentaminen (statistical concept inventory, SCI) on tärkeää, varsinkin tieteellisten jatko-opintojen kannalta. Jos menetelmäkurssien opettajien taidot ovat vajanaiset, on vaikea päätellä mitä kurssien oppimistulokset mitaavat. Tilastollisten käsitteiden mittaajajärjestelmää SCI ovat suunnitelleet muun muassa Allen, Rhoads ja Terry (2006). Vastaavanlaisia käsitteiden ymmärtämistä mittaavia kansallisia ja kansainvälisiä patteristoja on useissa tieteissä, esimerkiksi fysiikassa (Savinainen 2004).

Opiskelijoiden kognitiivisista ja ei-kognitiivisista ongelmista on kattavasti tutkimusta, eivätkä ainakaan luentokursseilla kerättävät erilaiset kyselyt anna enää aiheeseen paljoakaan uutta. Tutkimuksen tulisikin suuntautua modernia teknologiaa hyödyntävien oppimista tukevien oppimisympäristöjen testaamiseen ja analysointiin. Tutkimuksen kohteena tulisi olla vapaasti käytössä olevat verkkosovellukset, joiden varaan opettajat voivat rakentaa joustavasti opetustaan ja joita opiskelijat voivat käyttää vaivattomasti oman oppimisensa tukena. Tällaisille ympäristöille on selkeä sosiaalinen tilaus, sillä nykyisin käytössä olevat kaupalliset sovellukset muuntuvat varsin jäykästi, ne eivät ole sellaisenaan opetus- tai oppimissovelluksia ja ovat useimmiten arkikäyttöön aivan liian kalliita. Vapaasti saatavilla olevat sovellukset sopivat nykyisessä taloudellisessa tilanteessa myös tutkivan opetuksen työkaluiksi kouluissa.

8.3 Tutkimuksen luotettavuudesta

Tämä tutkimus on tutkimus tilastollisten menetelmien oppimisen ja opettamisen ongelmista sekä tilastollisten menetelmien tilasta kasvatustieteissä, mutta ei ole perinteinen tilastollinen tutkimus. Tutkimuksen empiiriset osuuden aineistot eivät ole satunnaisotoksia laajemmasta perusjoukosta, joten tulosten yleistämiseen ja sovellusarvoon aineistojen ulkopuolelle tulee suhtautua varauksella. Toisaalta saatujen tulosten luotettavuutta voidaan arvioida esimerkiksi alun perin kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuuden pohtimiseen kehitettyjen osatekijöiden kuten uskottavuus, siirrettävyys, varmuus ja vahvistettavuus (Lincoln & Cuba 1985, 39–43) avulla. Aiemmin tutkimuksissa eroteltiin myös validiteetin eri lajeja, mutta selkeämpi tapa on tarkastella validiteettia yhtenä käsitteenä (Nummenmaa ym. 1997, 202–205). Evidenssiä validiteetista voidaan hankkia esimerkiksi sisältöön liittyvästä validiteettievidenssistä, kriteeriviitteisestä näytöstä ja mittaavaan käsitteeseen liittyvästä evidenssistä.

Tutkimuksen uskottavuuden ja sisältöön liittyvän validiteettievidenssin osalta voidaan todeta, että tutkimusaineisto on monipuolinen ja laaja ja sitä analysoitiin useiden eri menetelmien avulla. Voidaan siis puhua joko ”combined methods” –tyyppisestä tutkimuksesta tai menetelmällisestä triangulaatiosta (Denzin & Lincoln 2000, 20). Opiskelijoiden kognitiivisia taitoja ja affektiivis-motivationaleisia tekijöitä mittaavat testit oli laadittu laajaan teoriakatsaukseen perustuen, joten ne edustavat niitä sisältöalueita, joita oli tarkoitus mitata.

Tämän tutkimuksen tulokset tukevat aiempien suomalaisten ja kansainvälisten tutkimusten tuloksia tilastollisten menetelmien opettamisen ja oppimisen ongelmista, joten niin kutsuttu korrelatiivinen validiteetti on hyvä, ja tulosten siirrettävyys on samankaltaisiin sovellusympäristöihin mahdollista. Myös erilaiset aineiston analyysit antoivat toisiaan tukevia tuloksia.

Luotettavuusarvioinnilla pyritään saamaan vahvistus sille, että tutkimustulokset eivät ole seurausta satunnaistekijöistä ja että tuloksista voidaan tehdä juuri ne tulkinnat, jotka tehtiin (Nummenmaa ym. 1997, 201). Tulosten totuudellisuus ja luotettavuus on viimekädessä filosofinen ja epistemologinen kysymys. Konstruktionismin mukaan tieto rakentuu aiemmille kokemuksille ja tiedoille eikä voi olla subjektista riippumaton kuvaus maailmasta. Sosiaalisessa konstruktionismissa (mm. Hacking 1999) on kyse pitkälti siitä miten tietoa voidaan saada ja mitä on totuus. Hacking (1999, 19–21) nimeää kuusi konstruktionismin astetta: historiallinen, ironinen, reformistinen, naamiot riisuva, kapinallinen ja vallankumouksellinen. Tämä tutkimuksen strategiana on enemmän tai vähemmän naamioiden riisuminen, eli tavoite on osoittaa, että asiat eivät ole niin hyvin kuin niiden väitetään tai halutaan olevan. Naamioiden riisuminen on välttämätöntä, mikäli uudistuksia halutaan saada aikaiseksi. Tilastollisten menetelmien opetuksen kehittämisen vaatii sakalaissyntyisen tieteenfilosofi Kurt Lewinin (1890–1947) ohjetta: *If you want truly to understand something, try to change it.*

Epilogi

Sisyfos oli onnistunut huiputtamaan manalan hallitsijaa Hadesta ja päässyt lomaillemaan maan päälle. Hän viihtyi maan päällä sen verran hyvin, että ei halunnutkaan luopua elämästään, ja palasi manalaan vasta kuoltuaan vanhuuteen. Sisyfos saattoi siis saada ankaran kivenpyöritystuomionsa elämänilostaan ja elämänrakkaudesta ja niiden luomasta uhmasta (Castrén & Pietilä-Castrén 2000, 527; Kettunen 1994).

Eronen (2001) keskusteli filosofisessa aikakauslehdessä n&n kirjailija Lehtisen kanssa. Lehtinen on tanskalaisen teologin ja filosofin Kierkegaardin ajattelun tuntija ja hänen teostensa suomentaja. Keskustelu sivusi muun muassa elämän kärsimystä ja onnea, ja tähän keskusteluun saatiin mukaan myös Sisyfos:

Minulle onnellisuus ei ole ihmisen mitta. En voi tietää muiden onnellisuudesta, ainoastaan omastani. Voin enintään sanoa, että itseeni verrattuna olen tänään onnellinen. Toisaalta voidaan aivan hyvin hyväksyä ajatus, että elämä on taistelua. Sisyfos pyörittää kiveään aina vain uudelleen ylös vuorelle, josta se sitten joka kerta vierähtää alas. Mutta minkälaista Sisyfoksen elämä olisi, jos hänellä ei olisi tuota kiveä. Todennäköisesti tilalla olisi aikamoinen tyhjyys, Lehtinen kiteyttää. Minulle onnellisuutta tärkeämpää on elämän intensiteetti, se että elämä tuntuu todelta, hän jatkaa: Onko sääliittävämpää olentoa kuin kivetön Sisyfos?

Sisyfoksen kivellä on siis muukin merkitys kuin pelkkä rangaistus ja sen aiheuttama turhauma. Tämän toteaa radiopakinnassaan myös Loviisan kirkkoherra Hynninen (2001), jonka mukaan Sisyfos pysyi hengissä täyttäessään tehtävänsä. Kivetön Sisyfos olisi ollut hänen mukaansa surkeaakin surkeampi näky. Myös Hynninen viittaa pakinnassaan Kierkegaardiin, jolle ahdistus oli luovuuden lähde, korvaamaton voimavara ja hengissä pitä-

jä. Ahdistusta ja epätoivoa ei siis pidä paeta, vaan antaa niiden auttaa luovan, suopean ja elämää ymmärtävän asenteen kehittymiseen.

Suomalainen klassisen musiikin säveltäjä Kaipainen on tehnyt teoksen *Sisyfoksen uni* (Sisyphus Dreams Op. 47) vuonna 1994. Hän kuvailee teoksensa kohdetta Suomalaisen musiikin tiedotuskeskuksen verkkosivuilla (<http://www.luses.fi/fimic/fimic.nsf>) seuraavasti:

Kreikkalaisen mytologian Sisyfos oli oikeastaan tyypillinen ihmiskunnan uhri: rangaistukseksi omasta pätevydestään ja oveluudestaan hänet tuomittiin vierittämään isoa kiveä vuorta ylös. Aina kun hän sai taakkansa perille, se vieräi takaisin alas ja miesparan oli aloitettava alusta. Millaista elämää, loputtomasti! Vaikkei myytti siitä mitään kerrokaan, olen taipuvainen uskomaan, että lahjakkaalla sisupussilla oli ikuisen kivenpyöryksen keskelläkin unia ja unelmia, kuten useimmilla meistä. Mitä ne koskivat, sitä voi vain arvailla, mutta kovin kaukana ei ole ajatus, että urakan valmiiksi saaminen ja sen tarjoamat kauniit näkymät väikkyivät haavekuvina puurtajan päässä – puhumattakaan siitä, mitä kaikkea muuta voisi tai olisi voinut tehdä.

Myös ranskalainen kirjailija ja filosofi Camus, joka sai Nobelin kirjallisuuspalkinnon vuonna 1957, näkee Sisyfoksen tarinassa sijaa positiiviselle tulkinnalle. Sisyfos oli hänen mielestään persoona, joka nousi ihailtavalla tavalla kohtalonsa yläpuolelle, ottaen siitä otteen ja päästen sen herraksi. Siksi se ei enää voinut häntä hallita. Sisyfos päinvastoin hallitsi kohtaloaan ja tässä asemassa hän pystyi tekemään samaa ikuista työtään, jopa siitä nauttien (Camus 1955, 90–91). Sisyfos ei voinut muuttaa kirousta, hänelle tuomittua tehtävää, mutta hän saattoi asennoitua siihen uudella tavalla.

Lähteet

- Afifi, A.A. & Clark, V. 1990. Computer-aided multivariate analysis. London: Chapman & Hall.
- Ahonen, S. 1998. Mitä tapahtui tutkimukselle 1960- ja 1970-luvuilla? Empiirisen paradigman nousu ja pulmallisuus. Suomen kasvatustieteellinen aikakauskirja *Kasvatus* 29 (1), 23–34.
- Alamäki, A. 2002. Elearning – osaamisen kehittämisen digitaaliset keinot: strategia, sisältötuotanto, teknologia ja käyttöönotto. Helsinki: Edita.
- Alasuutari, P. 1994. Laadullinen tutkimus. Tampere: Vastapaino.
- Alkula, T. 1994. Kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen sosiaalitutkimuksen menetelmälliset paradigmat. Suomen tilastoseuran vuosikirja 1994. Helsinki, 93–115
- Alkula, T., Pöntinen, S. & Ylöstalo, P. 1994. Sosiaalitutkimuksen kvantitatiiviset menetelmät. Juva: WSOY.
- Allen, K., Rhoads, T.R. & Terry, R. 2006. Work in progress: Assessing student confidence of introductory statistics concepts. *Frontiers in Education Conference, 36th Annual*. San Diego, CA: Oklahoma University, 13–14.
- Arch, E.C. 1992. Affective control efficacy as a factor in willingness to participate in a public performance situation. *Psychological Reports* 71, 1247–1250.
- Arjas, E. 1998. Biometrikko – elämän mittamies. Virkaanastujaisesitelmä Helsingin yliopistossa. *Arkhimedes* 1, 25–29.
- Ary, D., Jacobs, L.C. & Razavieh, A. 1996. Introduction to research in education. New York: Harcourt Brace College Publications.

- Asetus opetustoimen henkilöstön kelpoisuusvaatimuksista 14.12.1998/986. FINLEX. Valtion säädöstietopankki. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1998/19980986>. Luettu 10.10.2008.
- Asunta, T., Husso, M-L. & Korpinen, E. 2005. Tutkivaa opettajuutta rakentamassa. Teoksessa R. Jakku-Sihovnen (toim.) Uudenlaisia maistereita. Kasvatusalan koulutuksen kehittämislinjoja. Jyväskylä: PS-kustannus, 231–251.
- Atjonen, P. 2001. Laadukasta määrää etsimässä – kasvatustiede vedenjakajalla? *Didacta Varia* 6 (2), 9–16.
- Atjonen, P. 2008. Tarvitaanko kovaa numerotutkimusta? Suomen kasvatustieteellinen aikakauskirja *Kasvatus* 39 (2), 105–107.
- Bailey, R.A. 1998. Statistics and mathematics: The appropriate use of mathematics within statistics. *The Statistician* 47, 261–271
- Bandura, A. 1988. Self-efficacy conception of anxiety. *Anxiety Research* 1, 77–98.
- Bandura, A. 1997. Self-efficacy. The exercise of control. W.H., USA: Freeman & Company.
- Bandura, A. & Jourden, F.J. 1991. Self-regulatory mechanisms governing the impact of social comparison on complex decision making. *Journal of Personality and Social Psychology* 60, 941–951.
- Bartholomew, D.J. 1995. What is statistics? *Journal of the Royal Statistical Society, A*, 158 (1), 1–20.
- Barton, R. 1997. Computer-aided graphing: A comparative study. *Journal of Information Technology for Teacher Education* 6 (1), 59–72.
- Batanero, C. 2000. Controversies around the role of statistical tests in experimental research. *Mathematical Thinking & Learning* 2 (1/2), 75–96.
- Batanero, C., Godino, J.D., Vallecillos, A., Green, D.R. & Holmes, P. 1994. Errors and difficulties in understanding elementary statistical concepts. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 25 (4), 527–547.
- Beck, A.T. 1973. *The diagnosis and management depression*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Bell, P.C. 2000. Teaching business statistics with Microsoft Excel. *INFORMS. Transaction on Education* 1:1, 18–26.
- Ben-Zvi, D. 2000. Toward understanding the role of technological tools in statistical learning. *Mathematical Thinking & Learning* 2 (1/2), 127–155.
- Bergman, B. 1999. Barriers to statisticians taking the industrial challenge. *Bulletin of the International Statistical Institute (ISI), 52nd Session, Proceedings*. www.stat.fi/isi99/proceedings.html. Luettu 10.11.2008.
- Biehler, R. 1997. Software for learning and doing statistics. *International Statistical Review* 65, (2), 167–189.

- Biggeri, L. 1999. The dissemination of statistical literacy among citizens and public administration directors. *Bulletin of the International Statistical Institute (ISI)*, 52nd Session, Proceedings. www.stat.fi/isi99/proceedings.html. Luettu 10.11.2008.
- Biggs, J. 2000. *Teaching for quality learning at university. What the student does.* The Society for Research into Higher Education & Open University Press. Suffolk: St. Edmundsbury Press.
- Birenbaum, M. & Eylath, S. 1994. Who is afraid of statistics? Correlates of statistics anxiety among students of educational sciences. *Educational Research* 36, 93–98.
- Bourdieu, P. & Wacquant, L.J.D. 1995. *Reflektiiviseen sosiologiaan. Tutkimus, käytäntö ja yhteiskunta.* Joensuu: Joensuu University Press.
- Bouffart-Bouchart, T. 1990. Influence of self-efficacy on performance in a cognitive task. *Journal of Social Psychology* 130, 353–363.
- Bransford, J.D., Brown A.L. & Cocking, R.R. 1999. *How people learn: Brain, mind, experience, and school.* Washington D.C.: National Academy Press.
- Brockett, P. & Levine, A. 1984. *Statistics & probability & their applications.* New York: Saunders College Publishing.
- Broers, N. 2001. Analyzing propositions underlying the theory of statistics. *Journal of Statistics Education*. <http://www.amstat.org/publications/jse/v9n3/broers.html>. Luettu 7.5.2006.
- Brown, J. S. 2002. The social life of learning: How can continuing education be reconfigured in the future. *Continuing Higher Education Review* 66, 50–69.
- Bukowski, C. 2002. *Vanhan likaisen miehen juttuja.* Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Sammakko.
- Camus, A. 1955. *The Myth of sisyphus and other essays.* New York: Vintage Books.
- Canetti, E. 1982. *Marrakesin ääniä.* Helsinki: Tammi.
- Cantell, H. 2001. Oppimis- ja opettamiskäsitykset maantieteen opetuksen ja aineenopettajakoulutuksen kehittämisen lähtökohtana. *Didacta Varia* 6 (2), 96–99.
- Carlsson, M. 1996. Applications of cognitive theories of learning in a short course in statistics – a model of teaching with introductory questions. *Tartu Conference on Computational Statistics and Statistical Education*, 2.–8.6.1996. Abstrakti.
- Casella, G. & Berger, R.L. 1990. *Statistical inference.* California: Duxbury Press.
- Castrén, P. & Pietilä-Castrén, L. 2000. *Antiikin käsikirja.* Helsinki: Otava.
- Chance, B. L. 2002. Components of statistical thinking and implications for instruction and assessment. *Journal of Statistics Education* 10 (3). www.amstat.org/publications/jse/v10n3/chance.html. Luettu 12.4.2009.
- Chow, L. S. 1996. *Statistical significance: Rationale, validity, utility.* London: Sage.
- Cobb, G. 1992. Teaching statistics. Teoksessa L.A Steen (toim.) *In heeding the call of change: Suggestions for curricular action.* Washington D.C.: Mathematical Association of America, 3–43.

- Cobb, P. 1999. Individual and collective mathematical development: The case of mathematical data analysis. *Mathematical Thinking and Learning* 1, 131–153.
- Cohen, L. & Manion, L. 1994. *Research methods in education*. New York: Routledge.
- Covington, M.B. & Omelich, C.L. 1987. I knew it cold before the exam: A test of the anxiety-blockage hypothesis. *Journal of Educational Psychology* 79, 393–400.
- Cruise, R., Cash, R. & Bolton, D. 1985. Development and validation of an instrument to measure statistics anxiety. 1985 Proceedings of the American Statistical Association, Statistical Education Section. Alexandria, VA: American Statistical Association.
- Curzio, F.R. 1987. Comprehension of mathematical relationships expressed in graphs. *Journal for Research in Mathematics Education* 18 (5), 382–393.
- delMas, R. C. 2002. Statistical literacy, reasoning and learning: A Commentary. *Journal of Statistics Education* 10 (3). www.amstat.org/publications/jse/v10n3/delmas_discussion.html. Luettu 12.4.2009.
- Denzin, N.K. & Lincoln, Y.S. 2000. *Handbook of qualitative research*. 2nd edition. Thousand Oaks, California: Sage Publications.
- Dillon, W.R. & Goldstein, M. 1984. *Multivariate analysis. Methods and applications*. New York: Wiley & Sons.
- diSessa, A.A. 2006. A history of conceptual change. Threads and fault lines. Teoksessa R.K. Sawyer (toim.) *The Cambridge handbook of the learning sciences*. New York: Cambridge University Press, 265–281.
- Durkheim, E. 1978. *Sosiologian metodisäännöt*. Helsinki: Tammi.
- Efron, B. 1979. Bootstrap methods: Another look at the Jackknife. *Annals of Statistics* 7 (1), 1–26.
- Ekelund Jr, R.B. & Hebert, R.F. 1975. *A history of economic theory and method*. London: McGraw-Hill
- Enkenberg, J. 1997. On collaborative learning in technology-rich environments. Teoksessa O. Hatakka (toim.) *LeTTET '96 proceedings. International Symposium on Learning Technology and Telematics in Education and Training*. Joensuun yliopistopaino, 11–14.
- Enkenberg, J. 2000. Oppimisesta ja opetusmalleista yliopistokoulutuksessa. Teoksessa J.Enkenberg & P.Väisänen & E.Savolainen (toim.) *Opettajatiedon kipinöitä. Kirjoituksia pedagogiikasta*. Joensuun yliopistopaino 7–33.
- Enkenberg, J. 2004. Yliopistopedagogiikka haasteena ja kehittämisen kohteena. Teoksessa J. Enkenberg, E. Savolainen & P. Väisänen (toim.) *Tutkiva opettajankoulutus – taitava opettaja*. Joensuun yliopisto: Savonlinnan opettajankoulutuslaitos, 7–21.
- Entwistle, N. J. 1998. Approaches to learning and forms of understanding. Teoksessa B. Dart & G. Boulton-Lewis (toim.) *Teaching and learning in higher education*. Melbourne: Australian Council for Educational Research, 2–101.

- Enwald, L. 2003. Turhan tanssi. Taite 3, 1.
- Ercikan, K. & Roth, W-M. 2006. What good is in polarizing research into qualitative and quantitative? *Educational Researcher* 35 (5), 14–23.
- Eronen, A. 2001. Puna-mustat silmälasit – keskustelu Torsti Lehtisen kanssa. *Filosofinen aikakauslehti Niin & Näin* 3.
- Eräutuuli, M., Leino, J. & Yli-Luoma, P. 1994. Kvantitatiiviset analyysimenetelmät ihmistieteissä. Rauma: West Point.
- Eskola, J. 2005. Aikakauskirja Kasvatuksen vastainen toiminta. *Kasvatus* 36 (1), 3–6.
- Eskola, J. 2008. Sydämen asialla. *Kasvatustieteellinen luku- ja kirjoitustaito*. Teoksessa J. Eskola (toim.) *Rakkaudesta pedagogiikkaan*. Lehtori Sinikka Viskarille omistettu juhla-kirja hänen jäädessään eläkkeelle. Tampereen yliopiston kasvatustieteiden laitos. Tampereen yliopistopaino, 117–128.
- Falk, R. & Greenbaum, C. W. 1995. Significance tests die hard: The amazing persistence of a probabilistic misconception. *Theory and Psychology* 5, 75–98.
- Ferguson, G. A. 1976. *Statistical analysis in psychology and education*. New York: McGraw-Hill.
- Forte, J. A. 1995. Teaching statistics without sadistics. *Journal of Social Work Education* 31, 204–218.
- Friedman, H.H., Halpern, M. & Salb, D. 1999. Teaching statistics using humorous anecdotes. *Mathematics Teacher* 92 (4), 305–308.
- Gal, I. 2002. Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review* 70 (1), 1–25.
- Gal, I. & Ginsburg, L. 1994. The role of beliefs and attitudes in learning statistics: Towards an assessment framework. *Journal of Statistics Education* 2 (2).
<http://www.amstat.org/publications/jse/v2n2/gal.html>. Luettu 15.12.1999.
- Galagedera, D. 1998. Is remedial mathematics a real remedy? Evidence from learning statistics at tertiary level. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology* 29 (4), 475–480.
- Galagedera, D., Woodward, G., Degambodo, S. 2000. An investigation of how perceptions of mathematics ability can affect elementary statistics performance. *International Journal of Mathematics Education, Sciences and Technology* 31, 679–689.
- Garfield, J. 1995. How students learn statistics. *International Statistical Review* 63, 25–34.
- Garfield, J. B. 1997. Discussion about the paper of S. D. Moore "New pedagogy and new content". *International Statistical Review* 65 (2), 137–141.
- Garfield, J. & Chance, B. 2000. Assessment in statistics education: Issues and challenges. *Mathematics Thinking & Learning* 2 (1/2), 99–125.
- Garfield, J. & delMas, R. 1991. Students' conceptions of probability. Teoksessa D. Vere-Jones (toim.) *The proceedings of the third international conference on teaching statistics*. Voorburg, the Netherlands: International Statistical Institute, 340–349.

- Garfield, J. B. & Gal, I. 1999. Assessment and statistics education: Current challenges and directions. *International Statistical Review* 67, 1–12.
- Gnaldi, M. 2007. University students' skills in statistical literacy. Teoksessa M. Murtonen, J. Rautopuro & P. Väisänen (toim.) *Learning and teaching of research methods at university*. Suomen kasvatustieteellinen seura. Kasvatusalan tutkimuksia – Research in Educational Sciences 30, 71–92.
- Golini, A. & Squillante, D. 2008. Making statistics relevant to the media. Conference on Modern Statistics for Modern Society. Eurostat: Methodologies and Working Papers. European Communities, 198–207.
- Gordon, S., Reid, A. & Petocz, P. 2005. How important are communication skills for 'good' statistics students? – An international perspective. Teoksessa L. Weldon & B. Phillips (toim.) *IASESatellite on Statistics Education and the Communication of Statistics*, Sydney. www.stat.auckland.ac.nz/niase/publications/14/gordon.pdf. Luettu 12.4.2009.
- Greer, B. 2000. Statistical thinking and learning. *Mathematical Thinking and Learning* 2, 1–9.
- Groeneboom, P. & de Jong, P. 1996. Computer-assisted statistics education at Delft University of Technology. *Journal of Computational & Graphical Statistics* 5 (4), 386–400.
- Grubb, W., Norton & Lazerson 2005. Vocationalism in higher education: The triumph of the Education Gospel. *The Journal of Higher Education* 7 (1), 1–25.
- Gårding, L. 1996. Matematiikkaa Pohjoismaissa ennen vuotta 1950. *Arkhimedes* 3.
- Haapala, A., Pietarinen, J., Rautopuro, J. & Väisänen, P. 2002. How to overcome stumbling blocks in learning applied statistics – the effect of concept mapping. Education-line: <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/00002167.htm>. Luettu 4.7.2004.
- Haaparanta, L. & Niiniluoto, I. 1986. Johdatus tieteelliseen ajatteluun. Helsingin yliopisto. Filosofian laitoksen julkaisuja 3.
- Hackett, G. & Betz, N.E. 1992. Self-efficacy perceptions and the career-related choices of college studies. Teoksessa D.H. Schunk & J.L. Meece (toim.) *Student perceptions in classroom: Causes and consequences*. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum.
- Hacking, I. 1999. *The social construction of what?* London: Harvard University Press.
- Hahn, G.J. 1999. Opportunities and challenges for industrial statisticians in the 21st century. *Bulletin of the International Statistical Institute (ISI)*, 52nd Session, Proceedings. www.stat.f/isi99/proceedings.html. Luettu 10.11.2008.
- Hand, D.J. 1998. Breaking misconceptions – statistics and its relationship to mathematics. *The Statistician* 47 (2), 245–250.
- Harlow, L.L., Mulaik, S.A. & Steiger, J.H. (toim.) 1997. *What if there were no significance tests?* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Harman, H. 1970. *Modern factor analysis*. Chicago: The University of Chicago Press.

- Hauff, H.M. & Fogarty, G.J. 1996. Analysing problem solving behaviour of successful and unsuccessful statistics students. *Instructional Science* 24, 397–409.
- Heikkilä, T. 1998. *Tilastollinen tutkimus*. Helsinki: Edita
- Heikkinen, H.L.T., Huttunen, R., Niglas, K. & Tynjälä, P. 2005. Kartta kasvatustieteen maastosta. *Kasvatus* 36 (5), 340–354.
- Hemming, H-L. 2010. Käytännön osaaja saa työtä. *Helsingin Sanomat* 11.4.2010, C12.
- Hietala, M. 1981. Katsaus tilaston ja tilastoinnin historiaan. Teoksessa M. Hietala & K. Myllys (toim.) *Tutkijan tilastolliset tiedonlähteet*. Helsinki: Gaudeamus, 12–34.
- Hjelt, P. 1976. *Tilastotiede*. Naantali: Suomen tilastotutkimus.
- Hoffrén, J. & Laaksonen, S. 2009. Suurimmalla osalla ylioppilaista heikot matematiikan taidot. *Helsingin Sanomat* 23.3.2009, C4.
- Hogg, R. V. 1985. Statistical education for engineers: An initial task force report. *The American Statistician* 39, 168–175.
- Hogg, R.V. 1991. Statistical education: Improvements are badly needed. *The American Statistician* 45, 342–343.
- Huldén, S. 2009. Teoria on kaiken käytännön perusta. *Asiantuntija* 3/2009, 9.
- Huttunen, J. 1984. Mittaaminen ja mittarit kasvatustieteellisessä tutkimuksessa. *Suomen kasvatustieteellinen aikakauskirja Kasvatus* 15 (5), 287–294.
- Hynninen, V.-M. 2001. Kuka vierittää Sisyfoksen kiven? Radiopakina 14.06. <http://www.hynninen.info/kolumnit/sisyfoks.htm>. Luettu 15.12.2008.
- International Statistical Institute (ISI). International Statistical Literacy Project. <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/islp/>. Luettu 7.10.2007.
- Isometsä, E. 1999. Ahdistuneisuushäiriöt. Teoksessa J. Lönnqvist, M. Heikkinen, M. Henriksson, M. Marttunen & T. Partonen (toim.) *Psykiatria*. Helsinki: Duodecim, 175–202.
- Jakku-Sihvonen, R. 2005. Kasvatustieteiden opetus ja asiantuntijan arkipätevyys. Teoksessa R. Jakku-Sihvonen (toim.) *Uudenlaisia maistereita*. Kasvatusalan koulutuksen kehittämislinjoja. Jyväskylä: PS-kustannus, 125–150.
- Jauhiainen, A. 1997. Korkeakoulupedagogiikka suomalaisen yliopiston historiassa ja rakenteissa. Teoksessa A. Jauhiainen (toim.) ...sekä antaa siihen perustuvaa ylintä opetusta. *Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja B:58*, 11–50.
- Joensuun yliopisto. 2006. Kvantitatiivinen tutkimus I. Monimuoto-opinnot 2006–2007. Avoin yliopisto. Joensuun yliopistopaino.
- Johnsson, T. 1999. On statistics and scientific thinking. University of Gothenburg. Department of Statistics. Research Report 1999:8.
- Jonassen, D. H. 2003. The vain quest for a unified theory of learning? *Educational Technology* 43 (4), 5–8.

- Julian, P. 1968. Statistical analysis. Teoksessa Scientific study of undifined flying objects. New York: Bantam Books, 1271–1278
- Jussila, P. 1998. Edvard Gylling ja maatalouskysymys 1900-luvun Suomessa. Jyväskylän yliopisto. Suomen historian lisensiaattityö. <<https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/12156/755.pdf?sequence=1>>. Luettu 12.10.2009.
- Juurisoja, V. 2009. Kieli on avain yhteiskuntaan ja kulttuuriin. Karjalan Heili 56. 26.7.2009. Jyväskylän yliopisto. 2000. OPLAAppro – Opetuksen laatu prosessi. <http://www.jyu.fi/hallinto/oplaapro>. Luettu 14.8.2006.
- Järvelä, S., Häkkinen, P. & Lehtinen, E. (toim.) 2006. Oppimisen teoria ja teknologian opetuskäyttö. Helsinki: WSOY.
- Kaikkonen, P. 1999. Laadullinen tutkimus kasvatus- ja opetustyössä. Suomen kasvatustieteellinen aikakauskirja Kasvatus 30 (5), 427–435.
- Kalyuga, S., Ayers, P., Chandler, P. & Sweller, J. 2003. The expertise reversal effect. Educational Psychologist 38 (1), 23–31.
- Kekäle, J. 1994. Luento-opetuksen kehittäminen. Vähemmällä luennoimisella parempiin tuloksiin. Oulun yliopisto. Korkeakoulupedagogiikan perusmateriaali 2.
- Kettunen, K. 1994. Rangaistussiirtolassa. Synteesi 4, 47–59.
- Khamis, H.J. 1991. Manual computations – A tool for reinforcing concepts and techniques. The American Statistician 45 (4), 294–299.
- Kivinen, O. & Nurmi, J. 2003. Unifying higher education for different kinds of europeans. Higher education and work: a comparison of ten countries. Comparative Education 39 (1), 83–103.
- Kivirauma, J. 1997. Faktorianalyysin kautta teemahaastatteluun – Suomalaisen kasvatustieteen paradigmamuutokset 1900-luvulla väitöskirjojen valossa. Teoksessa J. Kivirauma & R. Rinne (toim.) Suomalaisen kasvatustieteen historia – Lyhyt oppimäärä. Turun yliopisto. Kasvatustieteen laitoksen tutkimuksia A:182, 5–61.
- Konold, C. 1995. Issues in assessing conceptual understanding in probability and statistics. Journal of Statistics Education 3 (1). www.amstat.org/publications/jse/v3n1/konold.html. Luettu 10.4.2007.
- Kopponen, M. 1997. CAI in CS. University of Joensuu. Computer Science Dissertations 1.
- Korpelainen, E. 2004. Tosi yksinkertaisia R-käskyjä ohjelmiston käytön alkuun pääsemiseksi. <http://joyx.joensuu.fi/~ek/rkieli/tunnuluk.html>. Luettu 12.3.2009.
- Krokkfors, L., Kynäslahti, H., Stenberg, K., Toom, A., Maaranen, K., Jyrhämä, R., Byman, R. & Kansanen, P. 2009. Opettajia muuttuvaan kouluun – tutkimuspainotteisen opettajankoulutuksen arviointi. Suomen kasvatustieteellinen aikakauskirja Kasvatus 40 (3), 206–219.
- Kupari, P. & Törnroos, J. 2002. Miten suomalaisnuoret osaavat matematiikkaa? Teoksessa J. Välijärvi & P. Linnakylä (toim.) Tulevaisuuden osaajat. PISA 2000 Suomessa. Jyväskylän yliopisto: Koulutuksen tutkimuslaitos, 41–56.

- Kupiainen, U. 1964. Lyhyt runousoppi. Yleisen kirjallisuustieteen alkeet. Helsinki: WSOY.
- Lahlou, S. 2000. Attracteurs cognitifs et travail de bureau. *Intellectica* 1 (30), 75–113.
- Laurila, S. & Kuisma, J. 2010. Työssäoppimisen kustannukset sekä oppisopimuskoulutuksen korvaukset ja tuet – seuranta ja otantatutkimus 2008–2009. Loppuraportti. Tampereen ammattiopisto.
- Laurilland, D. 2002. Rethinking teaching for the knowledge society. *EDUCAUSE review*, January/February, 17–25.
- Lehtinen, E. & Rui, E. 1995. Computer-supported complex learning: An environment for learning experimental methods and statistical inference. *Machine-Mediated Learning* 5 (3 & 4), 149–175.
- Lehtovaara, M. & Viskari, S. 1997. "...IHAN HYVÄ JUTTU". Pedagoginen löytöretki kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien opiskeluun ja opettamiseen. Tampereen yliopiston kasvatustieteiden julkaisusarja B 15.
- Leskinen, E. 1987. Faktorianalyysi. Konfirmatoristen faktorimallien teoria ja rakentaminen. Jyväskylän yliopiston tilastotieteen laitoksen julkaisuja 1.
- Leskinen, E. & Kuusinen, J. 1991. Faktorianalyysin käytöstä kasvatustieteellisessä tutkimuksessa. *Kasvatus* 22 (4), 289–297.
- Li, K.Y. & Shen, S.M. 1994. Students' weaknesses in statistical projects. Teoksessa D. Green (toim.) *Teaching statistics at its best. A series of articles for teachers*. University of Sheffield, 42–48.
- Lincoln, S.Y. & Guba, E.G. 1985. *Naturalistic inquiry*. California: Sage Publications.
- Linnakylä, P., Malin, A., Blomqvist, I. & Sulkunen, S. 2000. Lukutaito työssä ja arjessa. Aikuisten kansainvälinen lukutaitotutkimus Suomessa. Jyväskylän yliopisto: Koulutuksen tutkimuslaitos.
- London Communiqué 2007. Towards the European Higher Education Area: responding challenges in a globalised world. 18.5.2007. <http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/documents/MDC/London-Communiqué-18May2007.pdf>. Luettu 5.2.2008.
- Lovett, M. C. & Greenhouse, J. B. 2000. Applying cognitive theory to statistics instruction. *American Statistician* 54 (3), 196–206.
- Läärä, E. & Lammi, S. 1989. Tilastotieteen perusteet lääketiedettä ja lähialoja varten. Kuopion yliopiston ylioppilaskunta.
- MacLean, I. 2008. Democracy, dialogue and debate. *Statistics for society. Informing the public – the right to know*. Conference on Modern Statistics for Modern Society. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 184–187.

- Malin, A., Rautopuro, J. & Väisänen, P. 2007. Towards methodological competence in quantitative research methods education. Teoksessa M. Murtonen, J. Rautopuro & P. Väisänen (toim.) Learning and teaching of research methods at university. Suomen kasvatustieteellinen seura. Kasvatusalan tutkimuksia – Research in Educational Sciences 30, 163–184.
- Manninen, M. & Tuomi, T. 1998. Relander luottaa tilastoihin. Taltio 4, 18–21.
- McLean, A. 2000. The predictive approach to teaching statistics. Journal of Statistics Education 8 (3). <http://www.amstat.org/publications/jse/secure/v8n3/mclean.cfm>. Luettu 15.12.2009.
- Mehta, C.R. & Patel, N.R. 1996. SPSS Exact Tests 7.0 for Windows. USA. SPSS Inc.
- Mellin, I. 1996. Johdatus tilastotieteeseen, 1. kirja. Helsingin yliopisto: tilastotieteen laitos.
- Mellin, I. 1998a. Tilastotiede – yleistyökalu päätöksentekoon. Tietoaika 7, 14–15.
- Mellin, I. 1998b. Tilastotieteilijä on tieteen moniottelija. Tietoaika 8, 14–15.
- Mellin, I. 1998c. Apuvälineitä epävarmuuden hallintaan. Tietoaika 10, 16–17.
- Merlot Statistics. Merlot statistics portal. <http://statistics.merlot.org/>. Luettu 10.9.2009.
- Metsämuuronen, J. 2004. Täyttä hepreaa – metodioppimisen kompastuskiviä. Esitelmä Kasvatustieteen päivillä Joensuussa 26.11.2004.
- Metsämuuronen, J. 2006. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Jyväskylä: Gummerus.
- Metsämuuronen, J. 2008. Methodological drives in Educational research. Julkaisematon käsikirjoitus.
- Mevarech, Z. R. 1983. A deep structure model of students' statistical misconceptions. Educational Studies in Mathematics 14, 415–429.
- Miettinen, H. 2009. JYP juhlii kultaansa juhannukseen saakka. Helsingin Sanomat 15.4.2009, B6.
- Miller, B. 2009. Bill Miller's free statistic site! <http://www.statpages.org/miller/openstat/>. Luettu 7.11.2009.
- Moore, D.S. 1991. Statistics. Concepts and controversies. New York: W.H. Freeman and Company.
- Moore, D.S. 1997. New pedagogy and new content: The case of statistics. International Statistical Review 65 (2), 123–165.
- Moore, D.S. & Cobb, G.W. 1995. Statistics Education Fin De Siecle. The American Statistician 49 (3), 250–261.
- Moore, D.S. & McCabe, G.P. 1993. Introduction to the practice of statistics. New York: W.H. Freeman and Company.
- Moore, T.L. & Roberts, R.A. 1989. Statistics at liberal arts colleges. The American Statistician 43, 80–85.

- Morris, E.J., Joiner, R. & Scanion, E. 2002. The contribution of computer-based activities to understanding statistics. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18, 114–124.
- Murtonen, M. 2005a. University students' research orientations – Do negative attitudes exist toward quantitative methods? *Scandinavian Journal of Educational Research* 49 (3), 263–280.
- Murtonen, M. 2005b. Learning of quantitative research methods. University students' views, motivation, and difficulties in learning. *Turun yliopiston julkaisuja. Sarja B, Humaniora* 287.
- Murtonen, M. & Lehtinen, E. 2003. Difficulties experienced by education and sociology students in quantitative methods courses. *Studies in Higher Education* 28 (2), 171–185.
- Murtonen, M., Lehtinen, E. & Olkinuora, E. 2008. Turha taito? Yliopisto-opiskelijoiden näkemykset tutkimustaitojen tarpeesta työelämässä, suuntautuminen oppimiseen ja koetut vaikeudet opinnoissa. *Suomen kasvatustieteellinen aikakauskirja Kasvatus* 39 (2), 119–130.
- Mutanen, A. 2007. Intohimo kasvattaa älyn jättiläisen. *Tiede* 8, 44–49.
- Myllys, K. 1981. Tilastotoimen kehitys eri maissa. Teoksessa M. Hietala & K. Myllys (toim.) *Tutkijan tilastolliset tiedonlähteet*. Helsinki: Gaudeamus, 49–84.
- Mäntylä, H. 2007. On "good" academic work. Practicing respect at close range. *Helsingin kauppakorkeakoulu. Acta universitatis oeconomicae Helsingiensis A* 306.
- Nash, J.C. & Quon, T.K. 1996. Issues in teaching statistical thinking with spreadsheets. *Journal of Statistics Education* 4 (1). www.amstat.org/publications/jse/v4n1/nash.html. Luettu 6.4.2004.
- Nicholls, D. 2001. Future directions for the teaching and learning of statistics at the tertiary level. *International Statistical Review* 69 (1), 11–15.
- Niemi, H. 1999. Tilastotieteilijöistä huutava pula. *Tietoaika* 5, 15.
- Niemi, H. 2005. Suomalainen opettajankoulutus valmiina jo pitkään eurooppalaiseen korkeakoulualueeseen. Teoksessa R. Jakku-Sihovnen (toim.) *Uudenlaisia maistereita. Kasvatusalan koulutuksen kehittämislinjauja*. Jyväskylä: PS-kustannus, 187–218.
- Niemi, H. 2007. Yliopistoissa opetus on jäänyt lapsipuolen asemaan. *Helsingin Sanomat*, vieraskynä 26.4.2007, A2.
- Niemi, M. 2006. *Mies joka kuoli kuin lohi*. Helsinki: Like.
- Nieminen, A. 1961. Yksilöivästä ja yleistävästä menetelmästä sosiaalitutkimuksessa. Teoksessa Heikki Waris ja 15 tohtoria: juhlaKirja Heikki Wariksen täyttäessä 60 vuotta. *Sosiaalipoliittisen yhdistyksen julkaisuja* 7. Porvoo: WSOY.
- Niglas, K. 2004. *The combined use of qualitative and quantitative methods in educational research*. Tallinn Pedagogical University. Dissertations on Social Sciences. Tallinn: TPÜ Kirjastus.

- Nolan, D. & Speed, T.P. 1999. Teaching statistics theory through applications. *American Statistician* 53, 370–375.
- Nummenmaa, L. 2004. Käyttäytymistieteiden tilastolliset menetelmät. Vammala: Tammi.
- Nummenmaa, T., Konttinen, R., Kuusinen, J. & Leskinen, E. 1997. Tutkimusaineiston analyysi. Porvoo: WSOY.
- Nuutinen, P. & Savolainen, S. 2004. Väen vängällä rohvessoriksi. Teoksessa J. Enkenberg, E. Savolainen & P. Väisänen (toim.) Tutkiva opettajankoulutus – taitava opettaja. Joensuun yliopisto: Savonlinnan opettajankoulutuslaitos, 33–45.
- Onnela, T. 1995. Tieto, valta ja valokuvaus. Teoksessa A. Tuomisto & H. Uusikylä (toim.) Kuva, teksti ja kulttuurinen näkeminen. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Onwuegbuzie, A. J. 1998. The dimensions of statistics anxiety: A comparison of prevalence rates among mid-southern university students. *Louisiana Educational Research Journal* 23, 23–40.
- Onwuegbuzie A. J. 1999. Statistics anxiety among African American graduate students: An affective filter? *Journal of Black Psychology* 25 (2), 189–209.
- Onwuegbuzie, A. J. 2000. Attitudes toward statistics assessments. *Assessment & Evaluation in Higher Education* 25, 321–339.
- Onwuegbuzie, A. J., DaRos, D. & Ryan, J. 1997. The components of statistics anxiety: A phenomenological study. *Focus on Learning Problems in Mathematics* 19, 11–35.
- Opetushallitus. 2003. Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003. Määräys 33/011/2003. http://www.oph.fi/download/47345_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2003.pdf. Luettu 12.4.2003.
- Opetushallitus. 2004. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. Määräys 01/011/2004; Määräys 02/011/2004; Määräys 03/011/2004. http://www02.oph.fi/ops/perusopetus/pops_web.pdf. Luettu 12.4.2003.
- Opetusministeriö. 2007. Opettajankoulutus 2020. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2007: 44. Helsinki: Yliopistopaino.
- Paas, F., Renkl, A. & Sweller, J. 2004. Cognitive load theory: Instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. *Instructional Science* 32, 1–8.
- Pajares, F. 1995. Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research* 66, 543–578.
- Pajares, F. & Miller, M.D. 1995. Mathematics self-efficacy mathematics outcomes: The need for specificity of assesment. *Journal of Counseling Psychology* 42 (2), 190–192.
- Paulos, J.A. 1999. Numerotaidottomuus. Matemaattinen lukutaidottomuus ja sen seuraukset. Juva: WSOY.

- Pearson, K. 1978. The founding of the English school of political arithmetic. Teoksessa E.S. Pearson (toim.) The history of statistics in the 17th and 18th centuries. Lectures by at the University College London 1921–1933. London: Charles Griffin & Company.
- Peltonen, T. 2010. Humanistikokelas työministerinä. Jyväskylän ylioppilaslehti 6, 6–7.
- Penttinen, A. 2000. Tilastotieteen peruskurssilla opetettavat asiasisällöt. Esitelmä seminaarissa Tilastotieteen perusopetuksen tila ja tulevaisuus. Jyväskylä, 12.–13.10.2000.
- Penttinen, A. 2007. Laitetaan kamppoihin ja jauhot suuhun. Helsingin Sanomat 23.12.2007, B7.
- Petrucha, S. & Sanchez, C.S. 2001. Apinakapina. Teoksessa P. Antila, A. Hulkkonen & A. Hyypä (toim.) Hammaspeikko lannistuu. Aku Ankan taskukirja 252. Helsinki Media, 82–118.
- Phillips, B.N. 1987. Test anxious children's response to classroom instruction. *Advances In Test Anxiety Research* 5, 147–155.
- Pintrich, P.R. & DeGroot, E. 1990. Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology* 82 (1), 33–40.
- Pitkäniemi, H. 2009. Integroiva metodologia opetuksen tutkimuksen näkökulmasta. *Kasvatus* 40 (4), 328–340.
- Puhakka, A., Rautopuro, J. & Tuominen, V. 2007. Vastavalmistuneet. Joensuun yliopistosta vuosina 2003–2005 valmistuneiden kandidaattien ja maistereiden työllistyminen. Joensuun yliopisto. Hallintoviraston raportteja ja selvityksiä 44.
- Puhakka, A., Rautopuro, J. & Tuominen, V. 2008. Maistereiden ylikoulutusta kartoittamassa. *Tiedepolitiikka* 2, 7–16.
- Puhakka, A., Rautopuro, J. & Tuominen, V. 2010. Employability and Finnish university graduates. *European Educational Research Journal* 9 (1), 45–55.
- Rabinow, P. 1989. French modern. Norms and forms of the social environment. Chicago: The University of Chicago Press.
- Radke-Sharpe, N. 1991. Writing as a component of statistics education. *The American Statistician* 45 (4), 292–293.
- Rahkonen, K. & Roos, J.P. 1990. Kovaa pehmeää vai pehmeää kovaa? Teoksessa P. Takala, I. Helminen, I. Massa, K. Hellsten & A. Karisto (toim.) Hyvinvointi ja muutosten Suomi. Juhlakirja Olavi Riihisen täyttäessä 60 vuotta 9.4.1990. Helsinki: Olavi Riihisen juhla kirjatyöryhmä.
- Raivio, K. & Jalkanen, S. 2010. Tiedeyhteisön velvollisuus on varmistaa, että luotettavaa tietoa on saatavilla. Helsingin Sanomat 23.6.2010, C12.
- Rauste-von Wright, M. & von Wright, J. 1994. Oppiminen ja koulutus. Juva: WSOY.

- Rautopuro, J. 1997. Manual calculations and computer-aided calculations in the teaching of elementary statistics. Teoksessa O. Hatakka (toim.) LeTTET '96 proceedings. International Symposium on Learning Technology and Telematics in Education and Training. University of Joensuu. Research and Development Center for Information Technology in Education, 57–61.
- Rautopuro, J. 1999a. Can computer-supported instruction help students understand elementary statistics? Teoksessa C. Rust (toim.) Proceedings of the 1998 6th International Symposium Improving Student Learning. Oxford: Oxonian Rewley Press, 38–46.
- Rautopuro, J. 1999b. The role of modern technology in new style introductory statistics education. Teoksessa J. Levonen & J. Enkenberg (toim.) Learning and instruction in multiple contexts and settings. Proceedings of the Second Joensuu Symposium on Learning and Instruction. Joensuun yliopistopaino. 81–87.
- Rautopuro, J. 2005. KKK – Kadonneet kvanttitaidot kasvatustieteissä. Teoksessa A. Niikko, M-L. Julkunen & M-B. Kentz (toim.) Osaamisen jakamista kasvatustieteessä. Joensuun yliopisto: Kasvatustieteiden tiedekunta, 119–129.
- Rautopuro, J. & Malin, A. 2006. Murenevat menetelmät vaiko rapautuvat menetelmätaidot? Esitelmä Kasvatustieteen päivillä. Oulu, 22.–23.11.2006.
- Rautopuro, J. & Malin, A. 2008. Miksei asioista puhuta niiden oikeilla nimillä? Tilastollisten menetelmien tarpeellisuudesta kasvatustieteissä. Suomen kasvatustieteellinen aikakauskirja Kasvatus 39 (2), 108–118.
- Rautopuro, J. & Väisänen, P. 2003. "I did it my way...". The impact of learning styles and strategies on students' success in quantitative research methods in educational sciences. EducationLine: <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/00003164.htm>. Luettu 6.9.2004.
- Rautopuro, J. & Väisänen, P. 2004a. Kyvyttömät opettavat haluttomille tarpeetonta? Tilastollisten menetelmien opettamisen ja oppimisen ongelmia kasvatustieteissä. Teoksessa R. Mietola & H. Outinen (toim.) Kulttuurit, erilaisuus ja kohtaamiset. Kasvatustieteen päivien 2003 julkaisu. Helsingin yliopiston kasvatustieteen laitos, 473–491.
- Rautopuro, J. & Väisänen, P. 2004b. Tilastomenetelmät kasvatustieteissä – Prometheuksen tuli säästöliekillä. Teoksessa P. Atjonen & P. Väisänen (toim.) Osaava opettaja – Keskustelua 2000-luvun opettajakoulutuksen ydinaineksesta. Joensuun yliopisto: Soveltavan kasvatustieteen laitos, 223–234.
- Rautopuro, J., Väisänen, P. & Malin, A. 2004. Sulje silmäsi vain... Tutkimustulosten päätelmät kuin iskelmien lempi. Teoksessa S. Havu-Nuutinen & M. Heiskanen (toim.) Yhtenäistyvät ja erilaistuvat polut oppimisen ja koulutuksen eri vaiheissa. Suomen kasvatustieteellinen seura. Kasvatustieteen päivien 2004 verkkojulkaisu, 232–240. http://joypub.joensuu.fi/publications/other_publications/kasvtied_paivat/. Luettu 15.12.2006.

- Rautopuro, J., Väisänen, P. & Malin, A. 2005. Väärinkäsityksistä väärinkäyttöön. Kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät kasvatustieteiden opinnoissa. Teoksessa A-L. Huttunen & A-M. Kokkonen (toim.) Koulutuksen kulttuurit ja hyvinvoinnin politiikat. Suomen kasvatustieteellinen seura. Kasvatustieteen päivien 2005 verkkojulkaisu. <http://ebooks.jyu.fi/isbn9513923843.pdf>
- Rautopuro, J., Väisänen, P. & Malin, A. 2007. From misunderstanding to misapplication? Difficulties encountered by Finnish students of education in learning quantitative research methods. Teoksessa M. Murtonen, J. Rautopuro & P. Väisänen (toim.) Learning and teaching of research methods at university. Suomen kasvatustieteellinen seura. Kasvatusalan tutkimuksia – Research in Educational Sciences 30, 17–38.
- Relander, T. 1999. Internet on arkipäivää myös tilastoalalla. Tietoaika 7.
- Roos, J.P. 2009. Kommentti Päivi Harisen avaukseen (YP 3/2009). Yhteiskuntapolitiikka 27.7.2009, keskustelua. <http://yp.stakes.fi/FI/keskustelu/090727.htm>. Luettu 27.8.2009.
- Royse, D. & Rompf, E. L. 1992. Math anxiety: A comparison of social work and non-social work students. *Journal of Social Work Education* 28, 270–277
- Rubin, A. 1992. Education for research utilization in BSW programs. Teoksessa A. J. Grasso & I. Epstein (toim.) Research utilization in the social services. New York: Haworth Press, 369–392.
- Rubin, A., Bruce, B. & Tehney, Y. 1991. Learning about sampling: Trouble at the core of statistics. Teoksessa F. D. Ver-Jones (toim.) Proceedings of the third International Conference on Teaching Statistics. Voorburg, Holland: International Statistical Institute, 314–319.
- Rumsey, D. 2002. Statistical literacy as a goal for introductory statistics courses. *Journal of Statistics Education* 10, 3. www.amstat.org/publications/jse/v10n3/rumsey2.html. Luettu 7.9.2005.
- Ruskal, M. 1997. Evaluating students evaluations. *Notices of the American Mathematical Society*, 44 (3), 308.
- Räisänen, A. 1995. Matkalla tiedeyhteisössä. *Karjalainen* 12.8.1995.
- Saari, H. 1997. Miksi oppilaani eivät aina opi? *Dimensio* 4.
- Sahlberg, P. 1996. Kuka auttaisi opettajaa? Post-moderni näkökulma opetuksen muutokseen. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja A. Tutkimuksia 119.
- Sahlström, A-L. 2009. Viimeinen ruhtinas. Kertomus Edvard Gyllingistä. Helsinki: Teos & Söderströms.
- Sajari, P. 2010. Tutkijat kyllästyivät VM:n talousneuvostoon. *Helsingin Sanomat* 28.6.2010, A8.
- Sallinen, A. 2003. Tutkimusedellytyksiä tulee kohentaa järjestelmällisesti. *Tieteessä tapahtuu* 5, 3–4.

- Sarna, S. 1990. Tilastotieteen opetus- ja tutkimustoiminta Helsingin yliopiston kansanterveys-tieteiden laitoksella. Suomen tilastoseuran vuosikirja 1988–89. Helsinki: Hakapaino, 141–144.
- Savinainen, A. 2004. High school students' conceptual coherence of qualitative knowledge in the case of the force concept. University of Joensuu. Department of Physics. Dissertations 41.
- Schau, C. & Mattern, N. 1997. Assessing students' connected understanding of statistical relationships. Teoksessa I. Gal & J. B. Garfield (toim.) The assessment challenge in statistics education. Amsterdam: IOS Press, 91–104.
- Schunk, D.H. 1992. Theory and research on student perceptions in the classroom. Teoksessa D.H. Schunk & J.L. Meece (toim.) Student perceptions in the classroom. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 4–23.
- Schunk, D.H. & Cox, P.D. 1986. Strategy training and attributional feedback with learning disabled students. *Journal of Educational Psychology* 78, 201–209.
- Schunk, D.H. & Rice, J.M. 1987. Enhancing comprehension skill and self-efficacy with strategy value information. *Journal of Reading Behaviour* 19, 285–302.
- Schutz, P.A., Drogosz, L.M., White, V.E. & Distefano, C. 1998. Prior knowledge, attitude, and strategy use in an introduction to statistics course. *Learning and Individual Differences* 10 (4), 291–307.
- Schuyten, G. 1991. Statistical thinking in psychology and education. Teoksessa D. Vere-Jones (toim.) Proceedings of the Third International Conference on Teaching Statistics. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute, 486–489.
- Seabrook, R. 2006. Is the teaching of calculations helpful to students' statistical thinking? *Psychology Learning and Teaching* 5 (2), 153–161.
- Senn, S. 1998. Mathematics: governess or handmaiden? *The Statistician* 47 (2), 251–259.
- Seuri, V. 2010. Tietoa käytetään valikoiden. Helsingin Sanomat 29.6.2010, A6.
- Shaughnessy, J. M. 1992. Research in probability and statistics: reflections and directions. Teoksessa D. A. Grouws (toim.) Handbook of research on mathematics teaching and learning. New York: MacMillan, 465–494
- Silén, M. 2004. Kolme näkökulmaa tilastollisiin monimuuttujamenetelmiin –tilastotieteellinen, sosiaalitieteellinen ja kasvatustieteellinen. Sosiologipäivät 26.–27.3.2004. Abstrakti. http://people.cc.jyu.fi/~vmsalmi/sosiologipäivat/tr_metodi.htm. Luettu 6.6.2006.
- Siltala, J. 2004. Työelämän huonontumisen lyhyt historia. Helsinki: Otava.
- Smith, G. 1998. Learning statistics by doing statistics. *Journal of Statistics Education* 6 (3), <http://www.amstat.org/publications/jse/v6n3/smith.html>. Luettu 4.8.2001.
- Sogunro, O.A. 1998. Impact of evaluation anxiety on adult learning. *Journal of Research and Development in Education* 31, 109–120.

- Sommers, S. 2000. Ei se laatu vaan se määrä. *Ylioppilaslehti* 17/2000.
- Sorvali, T. 2004. Miten matematiikka taipuu opettajankoulutuksen tarpeisiin? Teoksessa J. Enkenberg & E. Savolainen & P. Väisänen (toim.) *Tutkiva opettajankoulutus – taitava opettaja*. Joensuun yliopisto: Savonlinnan opettajankoulutuslaitos, 108–117.
- Sotos, A.E.S., Vanhoof, S., Van den Noortgate, W. & Onghena, P. 2007. Students' misconception of statistical inference: A review of the empirical evidence from research on statistics education. *Educational Research Review* 2, 98–113.
- Sowey, E.R. 1995. Teaching statistics: Making it memorable. *Journal of Statistics Education* 3 (2), <http://www.amstat.org/publications/jse/v3n2/sowey.html>. Luettu 14.10.2000.
- Sprent, P. 1998. Statistics and mathematics – trouble at the interface? *The Statistician* 47 (2), 239–244.
- SPSS Inc. 2009. PASW Statistics 18. <http://www.spss.com/statistics>. Luettu 10.11.2009.
- StatNet. <http://www.joensuu.fi/statnet/>. Luettu 23.3.2002.
- Stephenson, W.R. 1990. A study of student reaction to the use of minitab in an introductory statistics course. *The American Statistician* 44 (3), 231–235.
- Sund, R. 2000. Mitä on tilastotiede? *Tyyppiä* 16 (4), 12–13.
- Sund, R. 2005. Huono-osaisuus tiedollisena haasteena. Teoksessa S. Hänninen, J. Karjalainen & T. Lahti (toim.) *Toinen tieto*. Helsinki: Stakes, 38–51.
- Suomen Akatemia 2009. Suomen tieteen tila ja taso 2009. Helsinki: Suomen Akatemia. <http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Arviointitoiminta/Suomen%20tieteen%20tila%20ja%20taso%202009.pdf>. Luettu 14.1.2010.
- Suoranta, J. 1995. Laadullisen tutkimuksen kurjuus opiskelijoiden kertomana. *Suomen kasvatustieteellinen aikakauskirja Kasvatus* 26 (1), 15–23.
- Suoranta, J. 2000. Kasvatuksellisesti näkeväksi. *Sivistyksellinen kasvatusajattelu tässä ajassa*. Tampere: Tampere University Press.
- Sweller, J. 1988. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science* 12, 257–285.
- Sänkiäho, R. 1974. Tempu ja kuinka ne tehdään. *Monimuuttujamenetelmät kansan palvelijoina*. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisu- ja 220.
- Tampereen yliopisto 2008. Tutkimusmenetelmien, erityisesti kvantitatiivisten menetelmien, opetus Tampereen yliopistossa. http://www.uta.fi/opiskelu/selvitykset/tutkimusmenetelmataidot_muistio2008.pdf. Luettu 10.1.2009.
- Tarkkonen, L. 2004. Tilastolliset tutkimusmenetelmät. Mitä opittava ja miksi? *Esitelmä Kasvatustieteen päivillä Joensuussa* 26.11.2004.
- Tarkkonen, L. 2006. Puheenjohtajan palsta. *Suomen Tilastoseuran vuosikirja 2006*. Helsinki, 3–7.

- The R project for statistical computing. <http://www.r-project.org/>. Luettu 16.4.2009.
- Thomason, N., Cumming, G. & Zangari, M. 1995. Understanding central concepts of statistics and experimental design in the social sciences. Teoksessa K. Beattie & S. Willis (toim.) Interactive multimedia in university education: Designing of change in teaching and learning. Amsterdam: Elsevier, 99–102.
- Tilastokeskus. Verkkokoulu. <http://www.stat.fi/tup/verkkokoulu/index.html>. Luettu 2.3.2002.
- Toivonen, T. 1999. Empiirinen sosiaalitutkimus. Filosofia ja metodologia. Porvoo: WSOY.
- Townsend, M., Moore, D., Tuck, B. & Wilton, K. 1998. Self-concept and anxiety in university students studying social science statistics within a co-operative learning structure. *Educational Psychology* 18 (1), 41–53.
- Trilling, B. & Hood, P. 1999. Learning, technology and educational reform. *Educational Technology*, May-June, 5–18.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.
- Tuominen, P. & Norlamo, P. 1980. Todennäköisyyyslaskenta. Helsinki: Limes.
- Tuominen, V., Rautopuro, J. & Puhakka, A. 2009. Another brick in the wall? Association between teachers' study success, academic orientation and labour market situation. Paperi esitetty ISATT 2009 -konferenssissa 30.6.–2.7.2009 Rovaniemellä.
- Tversky, A. & Kahneman, D. 1982. Evidential impact of base rates. Teoksessa D. Kahneman, P. Slovic & A. Tversky (toim.) *Judgement under uncertainty: Heuristics and biases*. New York: Cambridge University Press, 153–160.
- Tynjälä, P. 1999. Oppiminen tiedon rakentamisena. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Tynjälä, P. 2003. Ammatillinen asiantuntijuus ja sen kehittäminen tietoyhteiskunnassa. Teoksessa J. Kirjonen (toim.) *Tietotyö ja ammattitaito – Knowledge work and occupational competence*. Jyväskylä: Koulutuksen tutkimuslaitos ja Jyväskylän koulutuskuntayhtymä, 85–108.
- Tynjälä, P., Slotte V., Nieminen J., Lonka, K. & Olkinuora, E. 2004. Yliopistosta valmistuneet työelämässä. Teoksessa P. Tynjälä, J. Välimaa & M. Murtonen (toim.) *Korkeakoulutus, oppiminen ja työelämä. Pedagogisia ja yhteiskuntatieteellisiä näkökulmia*. Jyväskylä: PS-kustannus, 91–108.
- Törmäkangas, K. 2004. Kvantitatiiviset menetelmät ja ”menetelmät” opinnäytetöissä ja tutkimuksissa. *Kasvatus* 35 (4), 445–447.
- Töttö, P. 2000. Pirullisen positivismin paluu. Laadullisen ja määrällisen tarkastelua. Tampere: Vastapaino.
- Töttö, P. 2007. Erehdysten korjausta. *Helsingin Sanomat* 16.10.2007. D1.
- Töttö, P. 2009. Syitä tutkia syitä. *Helsingin Sanomat* 14.4.2009, D1.

- Vallecillos, A. 1999. Some empirical evidence on learning difficulties about testing hypotheses. *Bulletin of the International Statistical Institute. Proceedings of the 52nd Session of the International Statistical Institute.* Helsinki, 210–204.
- Vasama, P.M. & Vartia, Y. 1971. *Johdatus tilastotieteeseen, osa 1.* Helsinki: Gaudeamus.
- Velleman, P.F. & Moore, D.S. 1996. Multimedia for teaching statistics: Promises and pitfalls. *The American Statistician* 50 (3), 217–225.
- Väisänen, P., Rautopuro, J. & Haapala, A. 2004. Concept map in statistics education. A collection of haphazard links or a tool for active learning? Joensuun yliopisto. *Kasvatustieteiden tiedekunnan tutkimuksia* 90.
- Väisänen, P. & Ylönen, S. 2004. Matemaattiset taidot ja matemaattinen minäkäsitys tilastollisten menetelmien oppimisessa. *Kasvatus* 35 (4), 365–378.
- Väljjarvi, J. 2006. Kansankynttilästä tietotyön ammattilaiseksi. Opettajan työn yhteiskunnallisten ehtojen muutos. Teoksessa A.R. Nummenmaa & J. Väljjarvi (toim.) *Opettajan työ ja oppiminen.* Jyväskylän yliopisto: Koulutuksen tutkimuslaitos, 9–26.
- Watson, J.W. 1974. *Ilias ja Odysseia.* Proosakertomus Homeroksen mukaan. Helsinki: Tammi.
- Watts, D.G. 1991. Why is introductory statistics difficult to learn? And what can we do to make it easier? *The American Statistician* 45 (3), 290–291.
- Wilson, B. & Cole, P. 1991. A review of cognitive teaching models. *Educational Technology Research and Development* 39 (4), 47–64.
- Wood, J.V. 1989. Theory of research concerning social comparison of personal attributes. *Psychological Bulletin* 106, 231–248.
- Wright, D. B. 2003. Making friends with your data: Improving how statistics are conducted and reported. *British Journal of Educational Psychology* 73, 123–136.
- Wu, C.F.J. 1986. Jackknife, Bootstrap and other resampling methods in regression analysis. *The Annals of Statistics* 14 (4), 1261–1295.
- Wuolijoki, H. & Norlamo, P. 1994. *Tilastot ja todennäköisyys.* Porvoo: WSOY.
- Yesilcay, Y. 2000. Research project in statistics: Implications of a case study for the undergraduate statistics curriculum. *Journal of Statistics Education* 8 (2). <http://www.amstat.org/publications/jse/secure/v8n2/yesilcay.cfm>. Luettu 8.8.2009.
- Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Menetelmäopetuksen tietovaranto. <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>.
- Yilmaz, M. R. 1996. The challenge of teaching statistics to non-specialists. *Journal of Statistic Education* 4 (1). www.amstat.org/publications/jse/v4n1/yilmaz.html. Luettu 8.8.2009.
- Yliopistolaki 558/2009. FINLEX. Valtion säädöstietopankki. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090558>. Luettu 15.12.2009.

- Ynnä ry. 2003. VOpas 2003. Vaihtoehtoinen opinto-opas. <http://www.nuleksen.net/vopas2003/index.php>. Luettu 23.4.2004.
- Zeidner, M. 1991. Statistics and mathematics anxiety in social science students: Some interesting parallels. *British Journal of Educational Psychology* 61, 319–328.
- Zimmerman, B.J. 2000. Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology* 25, 82–91.

Liitteet

Liite 1. Kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien opetus opettajankoulutuksessa

Yliopisto/Laitos	Pakolliset kurssit	Valinnaiset kurssit
Helsinki/ Opettajankoulutuslaitos, erityisopettajankoulutus	Aineopinnot: Kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät (3 ov, 36 tuntia) Syventävät opinnot: Syventävät tutkimusmenetelmät (3 ov, 44 tuntia) Pakollisia yhteensä: 6 opintoviikkoa, 80 tuntia	Ei valinnaisia kursseja Valinnaisia yhteensä: 0 opintoviikkoa, 0 tuntia
Helsinki/ Opettajankoulutuslaitos, luokanopettajan- koulutus	Aineopinnot: Tilastollinen kuvaus ja päättely (1 ov, 32 tuntia) Syventävät opinnot: Metodikurssi (0,5 ov, 12 tunnin tilasto-osuus) Pakollisia yhteensä: 1,5 opintoviikkoa, 44 tuntia	Syventävät opinnot: Syventävät tutkimusmenetelmät (SPSS) (1 ov, 16 tuntia + harjoitukset) Valinnaisia yhteensä: 1 opintoviikkoa, 16 tuntia (20–25 % opiskelijoista)
Helsinki/ Opettajankoulutuslaitos, lastentarhaopettajan- koulutus	Aineopinnot: Tilastollinen kuvaus ja päättely (1 ov, 32 tuntia) Syventävät opinnot: Metodikurssi (0,5 ov, 12 tunnin tilasto-osuus) Pakollisia yhteensä: 1,5 opintoviikkoa, 44 tuntia	Syventävät opinnot: Syventävät tutkimusmenetelmät (SPSS) (1 ov, 16 tuntia + harjoitukset) Valinnaisia yhteensä: 1 opintoviikkoa, 16 tuntia (20–25 % opiskelijoista)
Joensuu/Sovelletun kasvatustieteen laitos	Yleisopinnot/perusopinnot: Kasvatustieteen tilastomenetelmät 1 (2 ov, 42 tuntia) Pakollisia yhteensä: 2 opintoviikkoa, 42 tuntia	Syventävät opinnot: Kvantitatiiviset tutkimusmenet. 2 (2 ov, 28 tuntia) Valinnaisia yhteensä: 2 opintoviikkoa, 28 tuntia (1–5 % opiskelijoista)
Joensuu/Savonlinnan opettajankoulutuslaitos	Yleisopinnot/perusopinnot: Tilastollisten menetelmien peruskurssi (2 ov, 42 tuntia) Aineopinnot: Kvantitatiiviset tutkimusmenet. 1 (2 ov, 44 tuntia) Pakollisia yhteensä: 4 opintoviikkoa, 86 tuntia	Syventävät opinnot: Kvantitatiiviset tutkimusmenet. 2 (3 ov, 40 tuntia) Valinnaisia yhteensä: 3 opintoviikkoa, 40 tuntia (20–30 % opiskelijoista)
Jyväskylä (tiedot poimittu yliopiston kotisivuilta)	Yleisopinnot/perusopinnot: Johdatus tilastotieteeseen (2 ov, 18 tuntia) Pakollisia yhteensä: 2 opintoviikkoa, 18 tuntia	Ei valinnaisia kursseja Valinnaisia yhteensä: 0 opintoviikkoa, 0 tuntia

<p>Lappi (Rovaniemi)</p>	<p><u>Yleisopinnot/perusopinnot:</u> SPSS-kurssi (1 ov, 30 tuntia) Kuvaileva tilastotiede (3 ov, 70 tuntia) <u>Pakollisia yhteensä:</u> 4 opintoviikkoa, 100 tuntia</p>	<p><u>Syventävät opinnot:</u> Monimuuttujamenetelmät (2 ov, 22 tuntia) <u>Valinnaisia yhteensä:</u> 2 opintoviikkoa, 22 tuntia (n. 30 % opiskelijoista)</p>
<p>Oulu/ Kasvatustieteiden ja opettajankoulutuksen yksikkö/ Luokanopettajan koulutus</p>	<p><u>Aineopinnot:</u> Tutkimuskurssi I (a-osa) (3 ov, 60 tuntia + kirjallisuus) <u>Pakollisia yhteensä:</u> 3 opintoviikkoa, 60 tuntia + kirjall.</p>	<p><u>Syventävät opinnot:</u> Tutkimuskurssi II (a-osa) (4 ov, 40 tuntia + kirjallisuus) <u>Valinnaisia yhteensä:</u> 4 opintoviikkoa, 40 tuntia + kirjall. (10–20 % opiskelijoista)</p>
<p>Oulu/Kajaanin opettajankoulutus- yksikkö (tiedot uuden OPS:n mukaan)</p>	<p><u>Aineopinnot:</u> Tutkimuskurssi I (a-osa) Kvantitatiivinen lähestymistapa (2 ov, 22 tuntia) <u>Pakollisia yhteensä:</u> 2 opintoviikkoa, 58 tuntia</p>	<p><u>Syventävät opinnot:</u> Tutkimuskurssi II Aineiston ATK-käsittely ja tulkinta (2 ov, 34 tuntia) <u>Valinnaisia yhteensä:</u> 2 opintoviikkoa, 34 tuntia (? % opiskelijoista)</p>
<p>Tampere/ Opettajankoulutuslaitos (Hämeenlinna)</p>	<p><u>Yleisopinnot/perusopinnot:</u> Kasvatustieteen tutkimusmenet. I (1 ov, 22 tuntia) <u>Aineopinnot:</u> Kasvatustieteen tutkimusmenet. II (2 ov, 40 tuntia) <u>Pakollisia yhteensä:</u> 3 opintoviikkoa, 62 tuntia</p>	<p><u>Syventävät opinnot:</u> Kasvatustieteen tutkimusmenet III (3 ov, 30 tuntia) <u>Valinnaisia yhteensä:</u> 2 opintoviikkoa, 30 tuntia (25 %–30 % opiskelijoista)</p>
<p>Turku/Opettajan- koulutuslaitos</p>	<p>Tutkimus- ja menetelmäopinnot suoritetaan yhtenä 15 ov:n kokonaisuutena, joka sijoittuu pääosin syventäviin opintoihin (mm. Kasvatustieteen tilastomenetelmät 2 ov, 20 tuntia + harjoitustyö)</p>	<p>Ei valinnaisia kursseja. <u>Valinnaisia yhteensä:</u> 0 opintoviikkoa, 0 tuntia</p>
<p>Turku/Rauman opettajankoulutuslaitos (tiedot poimittu yliopiston kotisivuilta)</p>	<p><u>Syventävät opinnot:</u> Tilastomenetelmät 1 (2 ov, 34 tuntia) Kvantitatiiviset tutkimusmenet. (2 ov, 20 tuntia) <u>Pakollisia yhteensä:</u> 4 opintoviikkoa, 54 tuntia</p>	<p>Ei valinnaisia kursseja. <u>Valinnaisia yhteensä:</u> 0 opintoviikkoa, 0 tuntia</p>

Liite 2. Kvantitatiivisten menetelmien opetus kasvatustieteen pääaineopinnoissa

Yliopisto/Laitos	Pakolliset kurssit	Valinnaiset kurssit
Joensuu/Kasvatustieteen laitos	<p>Yleisopinnot/perusopinnot: Kasvatustieteen tilastomenetelmät 1 (2 ov, 42 tuntia)</p> <p>Aineopinnot: Kvantitatiiviset tutkimusmenet. 1 (2 ov, 36 tuntia) Kvantitatiivinen tutkimuspraktikum (2 ov, 28 tuntia)</p> <p>Pakollisia yhteensä: 6 opintoviikkoa, 106 tuntia</p>	<p>Syventävät opinnot: Kvantitatiiviset tutkimusmenet. 2 (2 ov, 28 tuntia)</p> <p>Valinnaisia yhteensä: 2 opintoviikkoa, 28 tuntia (20 % opiskelijoista)</p>
Helsinki/Kasvatustieteen laitos (tiedot poimittu yliopiston kotisivuilta)	<p>Yleisopinnot/perusopinnot: Tilastollinen kuvailu (1 ov, ?? tuntia)</p> <p>Aineopinnot: Kvantitatiivisen aineiston keruu ja analysointi (3 ov, ?? tuntia)</p> <p>Pakollisia yhteensä: 4 opintoviikkoa, ?? tuntia</p>	<p>Syventävät opinnot: Monimuuttujamenetelmät (2–3 ov, ??? tuntia)</p> <p>Valinnaisia yhteensä: 2–3 opintoviikkoa, ?? tuntia</p>
Lappi (Rovaniemi)	<p>Yleisopinnot/perusopinnot: SPSS-kurssi (1 ov, 30 tuntia) Kuvaileva tilastotiede (3 ov, 70 tuntia)</p> <p>Pakollisia yhteensä: 4 opintoviikkoa, 100 tuntia</p>	<p>Syventävät opinnot: Monimuuttujamenetelmät (2 ov, 22 tuntia)</p> <p>Valinnaisia yhteensä: 2 opintoviikkoa, 22 tuntia (n. 30 % opiskelijoista)</p>
Oulu/ Kasvatustieteiden ja opettajankoulutuksen yksikkö	<p>Aineopinnot: Tutkimuskurssi I (a-osa) (3 ov, 60 tuntia + kirjallisuus)</p> <p>Syventävät opinnot: Tutkimuskurssi II (a-osa) (4 ov, 40 tuntia + kirjallisuus)</p> <p>Pakollisia yhteensä: 7 opintoviikkoa, 100 tuntia + kirjall.</p>	<p>Ei valinnaisia kursseja</p> <p>Valinnaisia yhteensä: 0 opintoviikkoa, 0 tuntia</p>
Tampere/ Kasvatustieteiden laitos	<p>Yleisopinnot/perusopinnot: Mikrotietokoneen käyttö tilastollisissa analysissa (1 ov, 15 tuntia)</p> <p>Aineopinnot: Kvantitatiivinen tutkimus kasvatustieteissä (2 ov, 35 tuntia)</p> <p>Pakollisia yhteensä: 3 opintoviikkoa, 50 tuntia</p>	<p>Syventävät opinnot: Kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät (3 ov, 40 tuntia)</p> <p>Valinnaisia yhteensä: 3 opintoviikkoa, 40 tuntia (n. 30 % opiskelijoista)</p>
Turku/Kasvatustieteiden laitos	<p>Yleisopinnot/perusopinnot: Tilastolliset perustiedot (4 ov, 48 tuntia)</p> <p>Syventävät opinnot: Kokeellinen asetelma ja monimuuttujamenetelmät (3 ov, 50 tuntia)</p> <p>Pakollisia yhteensä: 7 opintoviikkoa, 98 tuntia</p>	<p>Ei valinnaisia kursseja.</p> <p>Valinnaisia yhteensä: 0 opintoviikkoa, 0 tuntia</p>

Liite 3. Sähköpostikysely menetelmäkurssien opettajille

Hyvät kollegat,

Ennen varsinaisten opetusruuhkien alkamista lähestyn teitä kyselyllä, joka liittyy kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien tilaan ja tulevaisuuteen kasvatustieteellisellä alalla ja toimii pohjatyönä marraskuun kasvatustieteen päiville. Toivoin, että vastaatte alla olevaan kyselyyn, joka päätettiin toteuttaa sähköpostilla vastaajajoukon pienehkön määrän vuoksi. Eri sähköpostijärjestelmissä saattavat tietysti asetukset heitellä, joten kaiken varalta sama kysely on word-muodossa liitetiedostona.

Toivottavasti teillä on aikaa hetki pohtia asioita ja palauttaa alla oleva "lomake" minulle täytettynä, mielellään ennen syyskuun puoliväliä. Kuten myöhemminkin mainitsen, tämän viestin levittäminen asiaan "sekaantuneille" ihmisille on sallittua ja jopa suotavaa.

Juhani Rautopuro
Yliassistentti
Joensuun yliopisto
Soveltavan kasvatustieteen laitos
email:juhani.rautopuro@joensuu.fi

Kasvatustieteissä on viime vuosina havaittu kvantitatiivisten menetelmien osaamisen heikkeneminen. Osa merkittävistä kasvatustieteellisistä tutkimuskysymyksistä voidaan ja tulee ratkaista käyttäen kvantitatiivista metodologiaa, mutta kuka niitä osaa opettaa ja etenkin ohjata niitä soveltavia opinnäytetyön tekijöitä graduista väitöskirjoihin. Miten voimme rohkaista opiskelijoita käyttämään myös nk. kvantteja? Pitäisikö asialle tehdä yhteisesti jostain yliopistojen tutkintorakenneuudistuksen opetussuunnitelmia tehtäessä?

Kasvatustieteen päivillä 20.–21.11.2003 järjestetään symposium "KVANTITATIIVISTEN MENETELMIEN TILA JA TULEVAISUUS" (<http://www.kasvatus.net>)

Tämän symposiumin pohjalta lähestymme kyselyllä

- a) opettajankoulutuksessa (luokanopettajankoulutus, aineenopettajan koulutus, erityisopettajan koulutus ja lastentarhaopettajakoulutus sekä opo-koulutus) ja
- b) kasvatustieteen tieteenalaopinnoissa toimivia kvantitatiivisten menetelmien opettajia.

Opettajien sähköpostiosoitteet olemme saaneet laitoksilta/tiedekunnilta sekä "puskardiota" kuuntelemalla. Mikäli sinulla on tiedossa kvantitatiivisten menetelmien opettaja/opettajia, joita tämä kysely ei ole saavuttanut, voit vapaasti levittää tätä viestiä.

Pyydämme sinua varaamaan hetken aikaa ja vastaamaan seuraaviin kysymyksiin. Samalla esitämme sinulle kutsun saapua kasvatustieteen päiville keskustelemaan kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien opetuksen kehittämistä. Mikäli sinulla on kysyttävää, voit ottaa yhteyttä joko

Yliassistentti Juhani Rautopuro (juhani.rautopuro@joensuu.fi)

tai

Professori Pertti Väisänen (perti.vaisanen@joensuu.fi)

Kyselyssä on kolme osaa: laitoksen opetus, opettajan tausta ja opetus sekä kvantitatiivisten menetelmien tila ja tulevaisuus. Toivomme, että laitoksen opetusta koskevaan osaan (Osa 1) vastaa yksi henkilö laitokselta (sopikaa keskenänne). Muihin kysymyksiin (Osat 1 ja 2) vastaavat kaikki.

Kyselyn tuloksia esitellään kasvatustieteen päivillä. Kooste tuloksista lähetetään myös kaikille kyselyyn osallistuneille.

Osa 1: Laitoksen opetus

1. Yliopisto:
2. Laitos:
3. Mitä kvantitatiivisten menetelmien kursseja laitoksenne opiskelijoille opetetaan kaikille pakollisina?
Kurssien nimet (sisällön lyhyt kuvaus), opintoviikot, tuntimäärät opintojen eri tasoilla ja opiskelijamäärä kurssilla (arvio)
 - yleisopinnot
 - aineopinnot
 - syventävät opinnot
4. Mitä kvantitatiivisten menetelmien kursseja opetetaan valinnaisina?
Kurssien nimet (sisällön lyhyt kuvaus), opintoviikot, tuntimäärät opintojen eri tasoilla ja opiskelijamäärä kurssilla (arvio)
 - yleisopinnot
 - aineopinnot
 - syventävät opinnot
5. Paljonko opiskelijoista (%) osallistuu (arvio) valinnaisille kvantitatiivisten menetelmien kursseille?
 - yleisopinnoissa
 - aineopinnoissa
 - syventävissä opinnoissa

6. Kuka vastaa opetuksesta (tilastotieteen laitos/oma laitos, opettajan "tilastotieteellinen tausta")?
 - yleisopinnoissa
 - aineopinnoissa
 - syventävissä opinnoissa
7. Miten pro gradu -työt jakautuvat menetelmällisesti (arvio)?
 - kvantitatiiviset (%)
 - kvalitatiiviset (%)
 - molempia käytetty (%)

Osa 2: Opettaja itse

1. Virka, yliopisto ja oma laitos
2. Oma tausta kvantitatiivisiin menetelmiin:
 - arvosanaopinnot/muut opinnot
 - oma harrastuneisuus (tutkimukset yms.)
3. Mitä kvantitatiivisten menetelmien kurseja opetat kasvatustieteiden ja opettajankoulutuksen opiskelijoille? (Kurssien nimet, tuntimäärät ja opintoviikot)
 - a) opettajakoulutuksessa
 - b) kasvatustieteen/aikuiskasvatuksen koulutuksessa.
4. Mitä opetusmuotoja/materiaaleja/välineitä käytät ko. menetelmienopetuksessasi?
 - a) luennot (%-osuus opetuksesta)
 - b) harjoitukset (%-osuus opetuksesta)
 - c) kirjallisuus (mitä kirjallisuutta?)
 - d) ohjelmistot (mitkä ohjelmistot?)
 - e) oppimisympäristöt (esim. WebCT, FirstClass..)
 - f) muut oppimateriaalit (monisteet yms.)
 - g) suoritustavat (tentti/harjoitustyö tms.)
5. Minkä verran kvantitatiivisten menetelmien ohjausta annat pro graduihin?(Arvioi vuotuinen gradujen lukumäärä ja ohjaukseen käytetty tuntimäärä)

Osa 3. Kvantitatiivisten menetelmien tila ja tulevaisuus

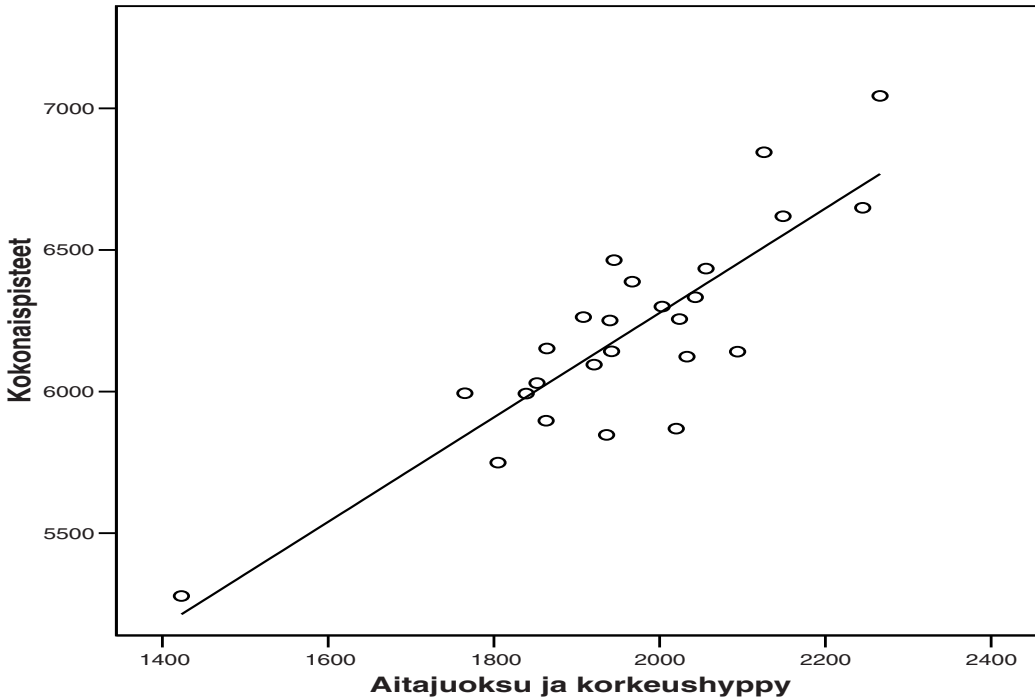
1. Miten opiskelijat suhtautuvat mielestäsi kvantitatiivisten menetelmien opiskeluun?
 - a) opettajankoulutuksessa
 - b) kasvatustieteen/aikuiskasvatuksen koulutuksessa.

2. Miten laitoksesi henkilökunta suhtautuu mielestäsi kvantitatiivisten menetelmien opetukseen?
3. Oma mielipiteesi kvantitatiivisten menetelmien tarpeellisuudesta:
 - a) opettajankoulutuksessa
 - b) kasvatustieteen/aikuiskasvatuksen koulutuksessa.
4. Oma mielipiteesi kvantitatiivisten menetelmien tarpeellisuudesta:
 - a) opettajankoulutuksessa
 - b) kasvatustieteen/aikuiskasvatuksen koulutuksessa.
5. Miten opiskelijat hallitsevat käyttämiään kvantitatiivisia menetelmiä?
 - a) opinnoissaan/opinnäytetöissään
 - b) valmistuessaan
6. Koetko kvantitatiivisten menetelmien opetuksen ongelmallisena? (Mitä ongelmia, mistä johtuvia jne).
 - a) opettajankoulutuksessa
 - b) kasvatustieteen/aikuiskasvatuksen koulutuksessa.
7. Ovatko opinnäytetöitä ohjaavien henkilöiden kvantitatiivisten menetelmien taidot mielestäsi riittävät? Mitä kehitettävää on?
8. Mitä kvantitatiivisia analyysimenetelmiä opiskelijat käyttävät pro gradu töissään (yleisimmin käytetyt menetelmät/sofistikoituneemmat menetelmät)?
 - a) opettajankoulutuksessa
 - b) kasvatustieteen/aikuiskasvatuksen koulutuksessa.
9. Mitä kvantitatiivisia menetelmiä opiskelijoiden pitäisi mielestäsi hallita?
 - a) opettajankoulutuksessa
 - b) kasvatustieteen/aikuiskasvatuksen koulutuksessa
10. Millaiset itsenäiskäytön valmiudet opiskelijoilla on kvantitatiivisiin menetelmiin? (Suorittavatko opiskelijat ajot/analyysit itsenäisesti vai ohjaajan/tilastoekspertin opastuksella? Tekeekö joku jopa ajot/analyysit opiskelijan puolesta?)

Kirjoittele lopuksi ihan vapaamuotoiset terveiset kvantitatiivisten menetelmien tilasta ja omista näkemyksistäsi.

Liite 4. Alkudiagnoosin tehtävä

Alla olevassa kuviossa on y-akselilla esitetty naisten 7-ottelun loppupisteet ja x-akselilla 7-ottelun aitajuoksun ja korkeushypyn yhteenlasketut pisteet. Aineisto (n = 25 urheilijaa, jotka suorittivat kilpailun loppuun asti) on peräisin Barcelonan olympiakisojen 1992 naisten 7-ottelusta.

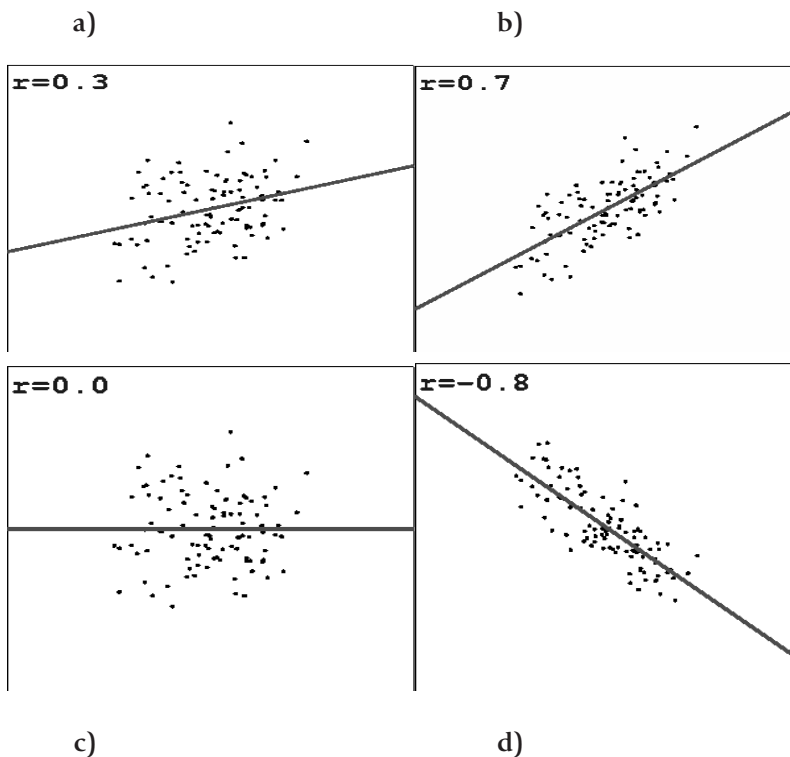


Jos tiedämme aitajuoksun ja korkeushypyn pistemäärän, niin miten hyvin arvioit kuvion perusteella, että voimme ennustaa 7-ottelun lopputuloksen? Perustele valintasi.

- a) ei lainkaan (0 %)
- b) noin 25 %
- c) noin 50%
- d) noin 75 %
- e) täydellisesti (100 %)

Liite 5. Korrelaation ymmärtämistehtävä

Kuvioissa a–d esitetään neljä korrelaatiodiagrammia. Mihin kuvioihin sopivat väittämät 1–5 parhaiten?



Väite 1: Korrelaatio voimakkain

Väite 2: Muuttujat täysin riippumattomia toisistaan

Väite 3: Korrelaatio pienin

Väite 4: Muuttujien välillä heikko positiivinen yhteys

Väite 5: Muuttujien yhteisen vaihtelun osuus lähinnä 60 %

Kuvio ____

Kuvio ____

Kuvio ____

Kuvio ____

Kuvio ____

