

TILASTOLLISET MENETELMÄT

OPETTAJANKOULUTUKSESSA – OPPIMISEN X, Y, Z

SAKARI YLÖNEN – PERTTI VÄISÄNEN

”MEISTÄ TULEE OPETTAJIA EIKÄ TUTKIJOITA” | MATEMATIIKKA LISÄÄ TUSKAA – MOTIVAATIO- JA AFFEKTIIVISET ONGELMAT | OPPIMISTYYLIT JA -STRATEGIAT TILASTOLLISTEN MENETELMIEN OPISKELUSSA | TILASTOTIEDE OPPIAINEENA – SYVÄ MYSTEERI? | MITEN RATKAISTA OPPIMISONGELMIA? | LÄHTEET

Tutkimusten mukaan tilastomenetelmien opetuksessa ja oppimisessa on suuria haasteita ja ongelmia erityisesti kasvatus-, hoito- ja yhteiskuntatieteissä. Myös pitkäaikainen opettajakokemuksemme metodiopinnoista vahvistaa näitä havain- toja. Kyse on monimutkaisesta ongelmavyyhdestä, jota pyrimme artikkelissam- me lähestymään eri suunnista ja avaamaan sitä ulkomaisten ja omien tutkimus- temme pohjalta. Tilastomenetelmien opetuksen ja oppimisen ongelmia ja niiden lähteitä tarkastellaan niin opetuksen, tilastotieteen tiedonrakenteiden kuin opis- kelijankin näkökulmasta. Yksityiskohtaisemmin esitellään Savonlinnan opetta- jankoulutuslaitoksessa lukuvuonna 2002–2003 toteutettuja kahta tutkimusta, joissa pyrittiin selittämään oppimistuloksia yhtäältä opiskelijoiden matemaattis- ten taitojen, matemaattisen minäkäsityksen ja opiskeluasenteiden sekä toisaalta opiskelu- ja oppimisstrategioiden avulla. Artikkelin lopussa pohditaan, miten ti- lastollisten menetelmien opetusta tulisi kehittää oppimisongelmien lievittämi- seksi sekä oppimisen kehittämiseksi ”tietävän taitamisen” ja ”taitavan tietämi- sen” suuntaan.

”MEISTÄ TULEE OPETTAJIA EIKÄ TUTKIJOITA”

Tilastomenetelmien oppimisen ongelmista, jotka ovat luonteeltaan sekä kogni- tiivisia että ei-kognitiivisia tai sosio-personaalisia, on raportoitu yhdenmukai- sesti Suomessa (Haapala ym. 2002; Murtonen & Lehtinen 2003; Rautopuro & Väisänen 2003a; Väisänen & Ylönen 2003) ja ulkomailla (Schutz ym. 1998; Townsend ym. 1998; Yilmaz 1996). Tutkimusten mukaan opiskelijoilla on virhe- käsityksiä (*misconceptions*) tilastollisista käsitteistä ja ilmiöistä sekä käsitteiden välisistä suhteista eivätkä he osaa soveltaa oppimiaan käsitteitä ja toimintakaavi- oita tosielämän tilastollisten ongelmien ratkaisemisessa tai vain näennäisesti uu- sissa sovellustilanteissa (Batanero 2000; Haapala ym. 2002; Schau & Mattern 1997).

Opettajille ovat tuttuja myös tutkimuksissa osoitetut opiskelijoiden heikot matemaattiset taidot, edeltävien tietojen ja abstraktin ajattelun puutteet sekä virheelliset ennakkokäsitykset. Monet näistä tiedollisista puutteista samoin kuin

kielteiset asenteet ja emootiot säilyvät, vaikka opiskelijat ovat osallistuneet tilastotieteen peruskurssille ja soveltaville menetelmäkursseille (Batanero ym. 1994; Galagedera 1998; Garfield 1997; Townsend ym. 1998). Myös menetelmäkurssien diagnostiset alkutestit ja loppukuulustelut kertovat omaa karua kieltään näistä puutteista (ks. esim. Rautopuro & Väisänen 2003a). On myös havaittu, että monet lähtötasoltaan heikot opiskelijat saattavat ikään kuin ”häätäreaktiona” tai selviytymisstrategianaan käyttää tehottomia ja patologisia opiskelustrategioita, kuten ulkoopettelua ja mekaanisia muistisääntöjä silloin, kun emotionaaliset ”blokit” ja kognitiivinen kuormitus nousevat hallitsemattoman suuriksi (ks. myös Rautopuro & Väisänen 2003b).

Opiskelijoilla esiintyy myös ennakkoluuloja, motivaation puutetta, tilastomatemattisia pelkoja sekä itseluottamuksen ja minäpystyvyyden ongelmia. Ennakoivien mielikuvien lähteenä ovat usein kulovalkean tavoin leviävät huhut ja ”kauhukertomukset”, joita vanhempien vuosikurssien opiskelijat levittävät. Myös opiskelijan omat kouluaikaiset matematiikan oppimiskokemukset ja itesesyntyiset mielikuvat vaikuttavat ennakkoluuloihin. Valitettavasti myös muu opettajakunta saattaa tahattomasti tai tarkoituksellisesti lietsoa kielteisiä ennakkoluuloja. (Rautopuro & Väisänen 2003a.) Eräs tutkimusaineistomme (Väisänen & Ylönen 2003) opiskelija pukee sanoiksi ennakkoluulonsa, joka on tyypillinen monille opiskelijoille: ”[Kurssi on] tylsä, koska asiat ovat varmasti vaikeita. En koe tarvitsevani tätä, koska haluan olla lasten kanssa, en tehdä tutkimusta!!!” Edellä kuvattu asenne on ominainen voimakkaasti ammatillisesti suuntautuneille opiskelijoille, jotka eivät tunnu näkevän koulutuksensa akateemisen osa-alueen merkitystä tulevassa työssään. Mielestämme juuri vahvat ja monipuoliset metodiopinnot erottavat yliopiston ammattikorkeakoulusta ja kuuluvat tieteelliseen sivistykseen sekä antavat oikeutuksen opettajankoulutuksen akateemiselle statukselle.

Etenkin asenteissa ja motivaatiossa on paljon korjaamista. Kuitenkin, vaikka suuri enemmistö kasvatustieteellisten tiedekuntien opiskelijoista tekee nykyään pro gradu -tutkielmansa laadullisin menetelmin (keskimäärin 75–80 %, ks. Rautopuro & Väisänen 2003c) ja opiskelijat saattavat uskoa, etteivät tarvitse kvantitatiivisia menetelmiä mihinkään, myös ”laadullisen” opinnäytetyön tekijälle on eduksi, jos hän pystyy lukemaan oman alansa tieteellisiä julkaisuja valistuneesti ja myös omaksumaan kvantitatiivisin menetelmin tehtyä tutkimusta. Opettajien pitäisi kyetä lukemaan – joskus jopa arvioimaan kriittisesti – esimerkiksi kokeellista opetusmenetelmätutkimusta.

Nykyisessä kvantifioituvassa mediakulttuurissa myös tilastojen, kuvioiden ja taulukoiden kriittistä lukutaitoa voidaan pitää akateemisen tutkinnon suorittaneen yleissivistykseen kuuluvana kompetenssina. Vaikka jo kliseeksi muodostunut kasku kertoo ”valheen” eri asteina olevan valheen, emävalheen ja tilaston, tilastot eivät valehtele. Pikemminkin tilastollista esitystapaa ymmärtämätön lukija voi tulkita informaation väärin tai tulla harhaanjohtetuksi, jos hän ei osaa suhtautua kriittisesti tilastotietojen joskus tarkoitushakuiseen esittämiseen. Li-

säksi pätevällä tilastollisella päättelyllä voidaan hallita monia arkipäivän ongelmia. Tilastotiede tarjoaa henkisiä työkaluja esimerkiksi oleellisen poimimiseksi informaatiomassasta tai järkevän erottamiseksi hölynpölystä. Entä tarvitaanko tilastollisia taitoja kouluopetuksessa? Eikö opettaja ole ensimmäinen henkilö, jonka tulisi pystyä johdattamaan oppilaita esimerkiksi tutkivan oppimisen kohteena olevien luonnonilmiöiden järkevään numeeriseen esittämiseen tai meitä kaikkialla ympäröivän tilastollisen informaation tulkintaan?

Kvantitatiivisten menetelmien opetus ei yleensä näytä saavuttavan toivottuja tuloksia kasvatustieteen opinnoissa. Kasvatustieteiden tiedekunnissa tilastollisia menetelmiä opettaville tehdyn tuoreen kyselyn (Rautopuro & Väisänen 2003c) mukaan puutteita on niin kurssien määrässä, ajoituksessa, sisällöissä ja saavutetuissa tuloksissa kuin laitosten asenneilmapiirissä. Savonlinnan opettajankoulutuslaitos edustaa ilahduttavasti kärkipäätä opetuksen määrässä, ja opettajainformanttien vastaukset osoittivat, että opiskelijoiden opinnäytteissä käytämät tilastolliset menetelmät ja niiden sovellustaidot ovat korkeaa tasoa. Joissakin yksiköissä tilastomenetelmien opinnot oli redusoitu peruskurssitasoisiksi ja harjoituksissa keskityttiin pelkästään manuaaliseen rutiinilaskentaan (ns. laskuharjoitukset) hyödyntämättä lainkaan tilasto-ohjelmistoja. Onko siis ihme-kään, jos opiskelija ei miellä tällaisen kurssin merkitystä oman oppiaineensa tai tutkielman tekemisen kannalta?

Mistä opetuksen ja oppimisen ongelmat ovat sitten peräisin? Tutkimuksen mukaan ne saattavat johtua niin opetuksesta ja tilastotieteen monimutkaisista tiedonrakenteista kuin opiskelijoistakin. Lisäksi viime vuosikymmenille ajoittunut paradigman muutos kvantitatiivisesta kvalitatiiviseen tutkimustapaan kasvatustieteessä on heijastunut opetuskulttuureihin ja opiskelijoiden asenteisiin, mikä on aiheuttanut kvantitatiivisten menetelmien arvostuksen vähenemistä – tai suorastaan ideologista vastustusta kaikkea määrällistä tutkimusta kohtaan. Tyypillisesti opiskelijat esittävät, kuten puhetapaan kuuluu, että he haluavat tehdä laadullista tutkimusta, koska ”se antaa syvällisempää ja luotettavampaa tietoa” tai koska ”se on haastavampaa”. Voidaan tehdä vastakysymys, eikö tutkittavaan ilmiöön liittyvien riippuvuuksien selittäminen ja yleistäminen juuri anna syvällistä ja luotettavaa tietoa. Lisäksi jotkut opiskelijat valitsevat tutkimusmenetelmän ennen tutkimusongelmaansa – siinä sitten reki vetääkin usein hevosta!

MATEMATIIKKA LISÄÄ TUSKAA – MOTIVAATIO- JA AFFEKTIIVISET ONGELMAT

Etenkään monet opettajaksi opiskelevat eivät ole kiinnostuneita tilastollisten menetelmien opiskelusta, vaan kokevat sen pikemminkin ylitettävänä esteenä tai ”pakkopullana”, joka tulee jotenkin nieleskellä loppututkinnon saamiseksi – tunteet ovat kovasti pinnassa tilastomenetelmien kurssilla. Oppimisen affektiivisen itsesäätelyn teoriassa ja tutkimuksessa on huomattu, että emootiot ovat keskeisiä päämäärään liittyvässä tavoitteenasettelussa. Emootiot toimivat joko suoraan tai epäsuorasti oppimisen kiihdyttäjinä tai ehkäisijöinä. Sellaiseen opis-

kelun päämäärään, jolle on ominaista opiskelijan pyrkimys minimoida oma työ-
määränsä, motivaatiotutkijat (ks. Seifert & O’Keefe 2001) viittaavat käsitteellä
työskentelyn välttäminen (*work avoidance*). Tämän teorian mukaan opiskelijat,
joilla on korkea pätevyys ja oman oppimisen kontrollin tunne, omaksuvat
yleensä oppimiseen tähtäävän päämäärän (tunnetaan kirjallisuudessa myös teh-
täväorientaationa tai hallintaan ja menestymiseen tähtäävänä orientaationa).
Vastaavasti sellaiset opiskelijat, jotka tuntevat itsensä vähemmän kyvykkäiksi tai
ovat turhautuneet ja tuntevat menettäneensä kontrollin omasta oppimisestaan,
omaksuvat herkästi välttämisorientaation. On selvää, että oppiminen ja opetta-
minen tilastotieteen opinnoissa huomattavasti vaikeutuvat, jos tunteet, asenteet
ja motivaatio vaihtelevat joidenkin opiskelijoiden ikävystymisestä toisten tur-
hautumiseen, vihamielisyyteen, vastustukseen ja pelkoihin (ks. Gal & Ginsburg
1994).

Yksi erityinen oppimisongelmien lähde on monilla opiskelijoilla havaittava
uskomus, että tilastotieteen opiskelussa tarvitaan vankka matemaattinen tausta
(Galagedera ym. 2000). Opiskelijoilla voi olla ennakkokäsityksiä (vrt. Väisänen
& Ylönen 2003), jotka ovat paljon puhuvia: ”Kurssi on teoreettinen ja mate-
maattinen”, ”paljon kaavoja”, ”tutkitaan tilastoja.” Nämä lausumat implikoivat
opiskelijoiden odotuksia, että tulossa on vaikea, abstrakti, tylsä ja hyödytön
kurssi. Riippuen kurssin sisällöistä ja pedagogisesta lähestymistavasta ennako-
odotukset käyvät pahimmillaan myös toteen. Mutta onko tilastotiede sitten ma-
tematiikkaa?

Kirjallisuudessa on käyty keskustelua myös siitä, missä määrin tilastotiede
todella on matematiikkaa ja miten matemaattista ”painolastia” voidaan opetuk-
sessa vähentää (Ben-Zvi 2000; Galagedera 1998; Garfield & Gal 1999). Ben-
Zvin (2000) mukaan tilastotieteen opetuksen ja oppimisen johtavat nykytutkijat
näkevät matematiikan ja tilastotieteen sekä matemaattisen ja tilastollisen päätte-
lyn melko erillisinä. Opiskelijoiden tulee kuitenkin hallita jonkin verran mate-
matiikkaa oppiakseen tilastotiedettä. Galagederan (1998) mukaan tilastotieteen
peruskurssi on perinteisesti jaettu kahteen osaan, joista toinen, tilastollinen
päättely, edellyttää todennäköisyyden käsitteen hallintaa ja toinen, kuvaileva ti-
lastotiede, ei tätä edellytä. Tilastollisen päättelyn osuudessa tarvitaan hyvää oi-
valluskykyä, loogista ajattelua ja matematiikan joukko-opin tietoja. Sen sijaan
kuvailevan tilastotieteen osuus käsittää laskukaavoja, joissa laskutoimitukset
ovat suurelta osalta peruskoulusta tuttuja yhteen- ja vähennyslaskuja sekä kerto-
ja jakolaskuja. Näissä opiskelijoiden suorituserot saattavat olla seurausta algeb-
ran taitojen eroista.

Galagederan ym. (2000) mukaan opiskelijat samaistavat matematiikan ja ti-
lastotieteen, ja kun toistuva tunnereaktio automatisoituu pysyvämmäksi asen-
teeksi tai olemassa oleva asenne siirtyy uuteen kohteeseen, niin opiskelija luon-
tevasti suhtautuu kielteisesti myös tilastotieteen opiskeluun. Yhdenmukaisesti
Seifertin ja O’Keefen (2001) yleisen teorianmallin kanssa Galagedera ym. (emt.)
esittävät tutkimuksessaan, että uskoessaan olevansa vahvoja tai vastaavasti heik-

koja matematiikassa opiskelijat pyrkivät tai eivät pyri opiskelemaan ahkerasti pärjätäkseen kurssilla hyvin. Galagederan tutkijaryhmä (emt.) esittää, että opiskelijoiden matematiikkauskomusten vaikutus tenttimenestykseen kanavoituu kiinnostuksen, asenteiden ja motivaation kautta.

Savonlinnan opettajankoulutuslaitoksessa suorittamassamme tutkimuksessa (Väisänen & Ylönen 2003) selvitimme opiskelijoiden matemaattisten taitojen ja matemaattisen minäkäsityksen sekä tilastoahdistuneisuuden ja motivaation yhteyttä oppimisprosessiin sekä kognitiivisiin ja affektiivisiin oppimistuloksiin tilastotieteen peruskurssilla. Matemaattisella minäkäsityksellä tarkoitettiin opiskelijan kurssin alussa ilmaisemaa käsitystä tai tulkintaa (*self-perception*) itsestään matematiikan oppijana. Tutkimuksen alku- ja loppumittauksen mittarit koostuivat 57:stä Likert-tyyppisestä väittämästä, joiden informaatio tiivistettiin summa muuttujiksi faktorianalyysin avulla.

Tutkimuksen kohdejoukkona olivat kaikki tilastotieteen peruskurssin opiskelijat (N = 120) syyslukukaudella 2002. Kurssisisältöihin kuului kuvailevia tunnuslukuja, riippuvuuden tutkimista sekä johdatusta tilastolliseen päättelyyn. Kurssin harjoituksissa käytettiin myös tilasto-ohjelmaa (SPSS) tukemaan sekä korrelaatioiden ja kaksiulotteisten jakaumien manuaalista laskemista että graafisia esityksiä. Myös tunnettu tilastotieteen oppimisen tutkija Moore (1997) suosittelee tietokoneen käyttöä tällaisiin tehtäviin. Jonkin verran on kirjallisuudessa käyty kuitenkin keskustelua siitä, missä vaiheessa tietokone tulisi ottaa käyttöön, toisin sanoen tulisiko esimerkkitehtävät laskea ensin käsin ja vasta sitten käyttää tietokoneen valmisohjelmia. Mielestämme oppimista ja ymmärtämistä helpottaa, jos tehtäviä lasketaan ensin käsin. Turhat laskurutiinit voidaan jättää sen sijaan vähemmälle ajan säästämiseksi ja henkisten voimavarojen keskittämiseksi tulosten tulkintaan.

Tutkimuksemme tulokset osoittivat, että tenttimenestyksen paras ennustaja on matematiikan arvosana lukiossa (selitysaste noin 21 %). Regressiomallissa toiseksi selittäjäksi valikoitui tilastoahdistuneisuuden ja emotionaalisen vastustuksen summamuuttuja (mallin selitysaste yhteensä 25 %). Matemaattinen minäkäsitys, itseluottamus, yrittämishalu sekä koettu hyöty ja halu oppia eivät olleet tilastollisesti merkitseviä selittäjiä keskinäisten riippuvuuksien takia. Matemaattinen minäkäsitys korreloi kohtalaisesti lukion matematiikan arvosanaan etenkin naisopiskelijoilla. Toisin sanoen heidän minäkäsityksensä heijastelee realistisemmin omia todellisia taitoja kuin miesten. Eräistä aikaisemmista tutkimuksista poiketen (ks. Galagedera ym. 2000), mutta yhdenmukaisesti eräiden muiden tutkimusten kanssa (ks. Townsandin ym. 1998 katsaus), matemaattinen minäkäsitys oli sukupuolisidonnainen siten, että miesten keskiarvo oli merkittävästi korkeampi. Kurssin lopussa keskiarvojen ero oli entistäkin suurempi naisten minäkäsityksen heiketessä.

Ryhmittelyanalyysissä erottui neljä erilaista opiskelijaryvästä, joista kaksi menestyi tentissä hyvin ja kaksi heikosti. Tentissä hyvin menestyneiden ryhmän 1 opiskelijoiden (n = 13) matemaattinen tausta oli keskitasoa parempi, mutta siitä

huolimatta heillä oli keskitasoa enemmän pelkoja tilastotiedettä kohtaan ja keskitasoa vähemmän luottamusta omiin kykyihinsä oppia tilastotiedettä. Lisäksi he kokivat kaikkein vähiten hyötyvänsä tilastotieteestä eikä heillä ollut yrittämishalua. Heistä kaikki olivat naisopiskelijoita. Parhaasta tenttimenestyksestä huolimatta tilastotieteen kurssi näyttäisi olevan ”pakkopullaa” tälle ryhmälle. Ryhmän 2 opiskelijat ($n = 42$) olivat ryhmän 1 tavoin vankkoja matemaattiselta taustaltaan, mutta tästä poiketen he luottivat matemaattisiin kykyihinsä ja itseensä tilastotieteen oppijoina, olivat yrittämishaluisia ja motivoituneita eivätkä pelänneet tilastotieteen opintoja. Tämän ryhmän opiskelijoita voi pitää itseensä luottavina ja hyvin menestyvinä tilastotieteen oppijoina.

Sitä vastoin ryhmää 3 ($n = 12$) voi pitää ”epätoivoisena ja hyväksymisrajaa tavoittelevana” oppijaryhmänä. Ryhmän opiskelijat olivat heikoimpia matemaattiselta taustaltaan, minäkäsitykseltään ja tenttimenestykseltään sekä luottamuksessa omiin kykyihinsä oppia tilastotiedettä. He olivat myös voimakkaimmin ahdistuneita, vastustivat opiskelua emotionaalisesti eivätkä halunneet ponnistella, ehkäpä siksi, että he lähes fatalistisesti uskoivat, että vain matemaattisesti lahjakkaat voivat menestyä kurssilla hyvin. Ryhmän 4 opiskelijat ($n = 32$) olivat samoin heikkoja tenttimenestykseltään, mutta lähempänä keskitasoa muilta ominaisuuksiltaan.

Tutkimuksessa tarkasteltiin myös opiskelijoiden matemaattisten taitojen ja matemaattisen minäkäsityksen yhteyttä oppimisprosessimuuttujiin, joita olivat motivaatio, kurssisisältöjen ymmärtäminen, positiiviset oppimiskokemukset ja negatiiviset oppimiskokemukset. Matemaattiset taidot korreloivat voimakkaammin oppimisprosessin kognitiivisen tekijän eli kurssisisältöjen ymmärtämisen kanssa (selitysaste 24 %), kun taas matemaattinen minäkäsitys oppimisprosessin affektiivis-motivaationaalisten tekijöiden kanssa (selitysasteet 10–22 %). Hyvä matemaattinen tausta ja minäkäsitys näyttäisivät siten tuottavan myönteisiä tunteita ja kokemuksia tilastotieteen oppimisessa. Osittaiskorrelaatiot osoittivat, että matematiikan arvosana ei vaikuta suoraan emootioihin vaan matemaattisen minäkäsityksen ja muiden minätulkintojen kautta.

Kokonaisuutena tutkimus osoitti, että opiskelijan matemaattisella taustalla on merkitystä opintomenestyksen kannalta, mutta opiskelijan kyvyt ja aikaisemmin hankkimat taidot eivät määrää sitä deterministisesti, vaan myös motivaatio ja omilla opiskelupyrkimyksillä on merkitystä. Teoreettisesti voidaan pohdita, että affektiivis-motivaationaalisten tekijöiden, kuten itseluottamuksen, vaikutus suoriin johtuneeseen suurelta osin opiskelijoiden erilaisesta suhtautumisesta haastaviin tehtäviin. Opiskelijat, joilla on hyvä itseluottamus ja myönteinen käsitys itsestään oppijoina, suorittavat ongelmanratkaisutehtäviä (esim. tentti) itsevarmasti ja rauhallisesti, kun taas heikon itseluottamuksen omaavat alkavat kyseenalaistaa omia kykyjään heti ongelmaratkaisutehtävän saatuaan eivätkä siten pysty hyödyntämään kaikkia voimavarojaan (Op't Eynde ym. 1999, 102). Emootiot, esimerkiksi tilastopelot (ks. Onwuegbuzie 1999), ja opiskelijan käsitys itsestään oppijana toimivat ikään kuin suodattimina, jotka vaikuttavat hänen

kykyynsä omaksua ja palauttaa mieleensä tietoa.

Tilastopeloista onkin tehty paljon tutkimusta, ja osin tilastopelot liittyvät juuri opiskelijoiden uskomuksiin, että tilastotiede on matemaattista (esim. Townsend ym. 1998). Kasvatustieteen tilastollisia menetelmiä opettavien mukaan tilastopelot ja muut negatiiviset tunteet ovat lisäksi melko yleisiä kasvatustieteiden opiskelijoilla (Rautopuro & Väisänen 2003c). Tilastopelot ja -ahdistuneisuus tulee ottaa vakavasti, koska ne ovat omiaan heikentämään oppimistuloksia (Haapala ym. 2002). Pelot ja muut uskomussysteemit voivat vaikuttaa myös opiskelu- ja oppimisstrategioihin, joiden merkitystä tilastomenetelmien opiskelussa tarkastelemme seuraavaksi.

OPPIMISTYYLIT JA -STRATEGIAT TILASTOLLISTEN MENETELMIEN OPISKELUSSA

Kasvatopsykologisen tutkimuksen piirissä on osoitettu, että silloin kun opetustyyli ja oppimateriaalit vastaavat opiskelijoiden oppimistyyliä, oppimistulokset ovat parempia kuin yhteensopimattomassa oppimisympäristössä. Oppimistyylien merkitystä tilastotieteen opiskelussa on tutkittu kuitenkin yllättävän vähän, eivätkä tulokset osoita kovin vankkoja yhteyksiä eri oppimistyylien ja opintomenestyksen välillä. Sen sijaan opiskelijoiden käyttämällä opiskelu- ja oppimisstrategioilla on suuri merkitys oppimistulosten kannalta yleensä mutta myös tilastotieteen opiskelussa (esim. Schutz ym. 1998).

Rautopuron ja Väisänen (2003b) tutkimuksessa on äskettäin selvitetty oppimistyylien ja opiskelustrategioiden yhteyttä opintomenestykseen kvantitatiivisten menetelmien aineopintotason kurssilla Savonlinnan opettajankoulutuslaitoksessa ja soveltavan kasvatustieteen laitoksella Joensuussa. Tutkimukseen osallistui 186 opiskelijaa, joista valtaosa (noin 80 %) oli Savonlinnassa opettajaksi opiskelevia.

Tutkimustulosten mukaan oppimistyyli-ryhmien (visuaaliset, audiitiiviset, ki-nesteettis-taktiiliset) välillä ei ollut eroja opintomenestyksessä. Tulos ei kuitenkaan välttämättä tarkoita sitä, että oppimistyyleillä ei ole vaikutusta oppimistuloksiin, vaan ehkä pikemminkin sitä, että olemme onnistuneet tasapainottamaan ja yhteensovittamaan opetuksen eri oppimistyyliin. Toisin sanoen kurssilla opittiin kuuntelemalla, lukemalla ja katsomalla, harjoittelemalla tietokoneen ääressä sekä tekemällä yhteistyötä. Kurssin oppimateriaaleissa Savonlinnassa käytettiin autenttisia aineistoja ja erilaisia tiedon esitystapoja, kuten kaaviokuvia ja visuaalisia malleja.

Opiskelu- ja oppimisstrategioita tutkittiin erikseen kahdessa lähtötasoltaan erilaisessa opiskelijaryhmässä, jotka nimettiin ”suotuisan lähtötason” (n = 59) ja ”epäsuotuisan lähtötason” (n = 58) ryhmiksi. Opiskelijaryhmien muodostamisessa käytettiin ryhmittelyanalyysia, joka perustui seuraaviin viiteen muuttu-jaan: lukion matematiikan arvosana, kurssin alkudiagnoosin pistemäärä, tilastotieteen peruskurssin arvosana, opiskelijan matemaattinen minäkäsitys ja luottamus itseensä tilastotieteen oppijana. Muuttujat mitattiin Väisänen laatiman mit-

tarin avulla (vrt. Väisänen & Ylönen 2003). Ryhmien välillä oli tilastollisesti ja käytännöllisesti merkitsevä ero opintomenestyksessä (keskiarvojen standardisoitu ero = .79).

Kurssisisältöjen opiskeluun käytettyjä oppimisstrategioita mitattiin 55:llä Likert-tyyppisellä väittämällä, jotka sisälsivät oppimisen kognitiivisia, affektiivisia ja metakognitiivisia osa-alueita. Faktorianalyysin perusteella muodostettiin seitsemän strategialuottuvuutta. Kun epäsuotuisan lähtötason ryhmässä opiskelija ja oppimisstrategiat selittivät opintomenestyksestä noin neljäsosan (23 %), oli selitysaste suotuisan lähtötason ryhmässä merkittävästi suurempi (47 %). Tämä tarkoittaa sitä, että opiskelustrategioiden käyttö on tehokasta vain silloin, kun opiskelijalla on riittävät perusvalmiudet ja myönteiset asenteet. Molemmissa opiskelijaryhmissä ulkoopettelu ja mekanististen muistisääntöjen käytön strategia johti heikkoon menestykseen kurssilla, mutta erityisesti epäsuotuisan lähtötason ryhmässä. Tämä indikoinee osittain sitä, että kurssin loppuarviointi on perustunut validiin, ymmärtämis- ja soveltamiskykyä mittaavaan tenttiin. Lisäksi epäsuotuisan lähtötasoryhmän opiskelijat turvautuivat tähän oppimispatologiseen strategiaan ponnekkaammin kuin suotuisan lähtötasoryhmän opiskelijat.

Myös strategialuottuvuus ”lannistuminen vs. merkityshakuinen ponnistelu” selitti oppimistulosta molemmissa ryhmissä. Lisäksi suotuisan lähtötason ryhmässä hyviä oppimistuloksia voitiin selittää aktiivisen kertauksen ja opiskelun itsesäätelyn strategioilla. Yhteenvedon voidaan todeta, että hyviin oppimistuloksiin pääsemiseksi opiskelijalla on oltava hyvä kognitiivinen ja affektiivis-motivatoraalinen lähtötaso (tilastotieteen perusteiden hallinta, matemaattis-looginen ajattelu, myönteinen matemaattis-tilastollinen minäkäsitys ja itseluottamus), ja sen lisäksi opiskelun kurssilla tulee olla määrätietoista, konstruktivistista, metakognitiivista ja hyvin organisoitua sekä aktiiviseen kertaamiseen perustuvaa. Suurimpaan osaan näitä tekijöitä opiskelijalla on mahdollisuus niin halutessaan itse vaikuttaa.

Yleisillä oppimisen itsesäätelyn strategioilla ei sen sijaan ole vaikutusta tilastollisten menetelmien kurssilla menestymiseen. Väisänen ja Ylönen tutkimuksessa selvitettiin Cantwellin ja Mooren (1996) kehittämän strategisen joustavuuden kyselylomakkeen (*Strategic Flexibility Questionnaire*) suomennosta käyttäen kolmen strategian tai oppimisen kontrollin muodon, joita ovat mukautuva toiminta, joustamaton toiminta ja horjuvainen toiminta, vaikutuksia opintomenestykseen. Mukautuvassa toiminnassa opiskelija kykenee muuttamaan opiskelustrategiansa tehtävän vaatimuksia vastaavaksi, kun taas joustamattomassa toiminnassa opiskelijalle on ominaista pitäytyä itselleen tyypillisessä opiskelutavassa riippumatta tehtävän vaatimuksista. Horjuvainen oppimisen kontrolli viittaa ajattelun harhailuun ja kyvyttömyyteen lähestyä ongelmaa suunnitelmallisesti ja strategisesti. Ainoastaan muuttujalla ’horjuvainen oppimisen kontrolli’ oli tilastollisesti merkitsevä, mutta käytännössä vähäinen, yhteys ($r = -.20$) opintomenestykseen.

Selvitimme myös kahden kognitiivisen tai oppimisen tyylikategorian vaiku-

tusta opintomenestykseen. Kategoriat olivat 'intuitiivinen ja yksityiskohtiin takertuva tyyli' ja 'rationaalis-ymmärtävä tyyli'. Edelliselle on ominaista opiskelijan yleinen tunnevaltainen ja intuitiivinen ongelmaratkaisu, yksityiskohtiin takertuminen ja ulko-opettelu ja jälkimmäiselle tehtävien lähestyminen järkipäisesti, analyttisesti ja loogisesti sekä asioiden välisten yhteyksien etsiminen ja sitä kautta pyrkimys rakentaa kokonaiskuvaa aiheesta. Tyylit selittivät noin 10 % tenttimenestyksestä. Intuitiivisen ja yksityiskohtiin takertuvan tyylin regressio-kerroin oli negatiivinen ($-.24$; $p = .049$) ja rationaalis-ymmärtävän tyylin positiivinen ($.25$; $p = .024$). Tutkimusten mukaan tietorakenteeltaan köyhä noviisi on sidoksissa ongelman yksittäisiin tiloihin, käyttää resurssinsa näiden analysoimiseen sekä yrittää soveltaa niihin ulkoisia määritelmiä ja tilannesidonnaisia spesifisiä strategioita. Hän ei kykene näkemään käsitteiden ja tilojen välisiä riippuvuuksia ja analogioita. Siksi hän joutuu helposti kognitiiviseen kaaokseen yrittäessään käsitellä jokaista yksittäistä tietoelementtiä erillisenä.

TILASTOTIEDE OPPIAINEENA – SYVÄ MYSTEERI?

Tilastotieteen tiedonrakenne on kompleksinen ja kasvatustieteen opintojen muista sisältöalueista voimakkaasti eroava. Tilastotieteellinen tieto voidaan jakaa kolmeen toisiinsa hierarkkisessa suhteessa olevaan osa-alueeseen, jotka Schaun ja Matternin (1997) mukaan ovat käsitteellinen ymmärtäminen (*understanding*), tilastollinen päättelykyky (*reasoning*) ja tilastollinen ajattelu (*thinking*). Kyetäkseen tilastollisesti pätevään päättelyyn opiskelijalla tulee olla oikeaa käsitteellistä tietoa ja hänen tulee osata nivoa tietonsa käsitteverkostoihin. Tilastollinen ajattelu puolestaan kehittyy pitkäaikaisen kokemuksen myötä tilastollisten päättelytehtävien parissa erilaisissa ongelmatilanteissa. Näiden tilanteiden spesifisyydestä huolimatta opiskelijan tulee kyetä myös yleistämään tietoaan ja toimintamalleja.

Yilmazin (1996) mukaan tilastotieteen oppiaineen analyysistä ja tutkimustuloksista esiin nousevia syitä sille, miksi tilastotiede on vaikeaa oppia, ovat käsitteiden abstrakti ja kompleksinen luonne, oppimisen vaatimat analyttiset ja synteetin tekemisen taidot, ongelmien ratkaisun moniselitteisyys ja tulkinnanvaraisuus sekä opiskelijoiden matemaattisten perustaitojen puutteet.

Tilastollisten menetelmien soveltaminen tutkielmiin tuottaa omat ongelmansa opiskelijoille, sillä tietäminen ei muutu aina osaamiseksi. Yleistä tiedonlajien analyysia soveltaen tilastollinen asiantuntijuus vaatii syvällistä käsitteellisen tiedon (*know what* tai *know that*) hallintaa, mutta tutkimusprosessi edellyttää myös proseduraalisen (*know how*) ja konditionaalisen (*know why*) tiedon hallintaa eli tietoa siitä, miksi ja milloin kyseinen suoritustapa on järkevä. Yhdessä nämä muodostavat toiminnallisen tiedon (*functioning knowledge*), johon yliopisto-opetus ei ole perinteisesti kyennyt antamaan eväitä.

Myös Murtonen ja Lehtinen (2003) toteavat kvantitatiivisten menetelmien oppimisen ongelmia käsittelevässä tutkimuksessaan, että deklaratiiivisen 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.

Ekspertrin tietoa on jopa turha yrittää välittää tiedollisille noviiseille suoran opetuksen keinoin, mutta käytettävissä oleva aika ja opetusresurssit eivät kasvatustieteiden nykyisessä koulutuksessa juuri muuhun riitä (vrt. Rautopuro & Väisänen 2003c).

Kasvatustieteen tutkintojen uudistaminen edellyttää, että pohdimme, mille tavoitetasolle pyrimme ja mitkä ovat ne ydinaineokset ja pedagogiset prosessit, joilla tavoitteisiin yllätään. Tilastollinen ”yleissivistys” ja ”lukutaito” (peruskäsitteiden ymmärtäminen) lienevät kaikille opiskelijoille yhteisiä perustavoitteita. Osa opiskelijoista voisi autettuna saavuttaa kyvyn ratkaista kvantitatiivisia tutkimusongelmia ja raportoida tuloksia asiallisesti (toimintarutiinien ja proseduurien hallinta). Nämäkin tavoitteet ovat hyvin haastavia niin opetuksessa kuin tutkielmien ohjauksessa. Seuraava esimerkki erään opiskelijan tekemistä kieli- ja asiavirheistä pro gradu -tutkielmassaan valaisee hyvin opetuksen ja ohjauksen haasteita.

Opiskelija oli sekoittanut täydellisesti mittavälineen, perusjoukon, otoksen ja ”koehenkilön” sekä muuttujan arvojen käsitteet – hänelle nämä tarkoittivat kutakuinkin samaa asiaa. Hän kirjoittaa seuraavasti: ”Tutkimuksen muuttujina olivat sukupuoli ja koulutus.” Sitten hän jatkaa: ”Tutkimuksen mittavälineinä olivat nainen, mies, luokanopettaja ja opiskelija.” Pari virkettä myöhemmin hän toteaa: ”Otoksina toimivat perusjoukon osat mies, nainen, opiskelija ja luokanopettaja.” Lopulta hän päätyy siihen, että ”otos muodostui 104 koehenkilöstä”. Aineistoa analysoidessaan opiskelija oli unohtanut luokitussäännöt: ”Miesten valinnat näyttävät olevan negatiivisempia kuin muiden tekemät valinnat.” Tällaiset virheet eivät ole mitenkään harvinaisia tai ainutkertaisia oppinäytetöiden käsikirjoituksissa, mutta lopullisessa pro gradu -tutkielmassa niitä ei pitäisi sallia.

MITEN RATKAISTA OPPIMISONGELMIA?

Tilastollisten menetelmien opetus ja opiskelu muodostaa monimutkaisen ongelmavyhden, jonka yhteenkietoutuneita punoksia ovat opetus, opetussuunnitelmat ja -menetelmät, tilastotieteen kompleksinen tiedonrakenne, kvantitatiivisen tutkimusparadigman marginalisoituminen kasvatustieteissä ja opiskelijoiden oppimisongelmat. Ongelmavyhteä tulisi pyrkiä entistä määrätietoosemmin kerrmään auki, jotta tilastotieteen 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. Opettajien tulisi tarkkailla oppimisprosessia esimerkiksi kyselyjen, käsitekarttojen (Haapala ym. 2002) ja oppimis-

päiväkirjojen (Väisänen & Ylönen 2003) avulla, jotta oppimisongelmien ja turhautumien lähteet saadaan paremmin selville erilaisissa oppijaryhmissä.

Tilastotieteen peruskurssi ei saisi nostaa opiskelijoissa emotionaalista vastustusta tai vähentää halukkuutta opiskella kvantitatiivisia menetelmiä. Sen sijaan sen tulisi edistää tilastollista ajattelua ja vahvistaa opiskelijoiden luottamusta omiin kykyihinsä oppia tilastomenetelmiä. Negatiivisten oppimiskokemusten kehän ovat vaarassa kehittää erityisesti sellaiset opiskelijat, joilla on voimakkaat matemaattiset ”linssit”. Heidät tulisikin tunnistaa opetuksen alussa, jotta heitä voidaan auttaa voittamaan vaikeutensa. Oleellista on tilastotieteen peruskäsitteiden ja menetelmien ymmärtäminen, mikä lisää opiskelijoiden varmuutta ja itseluottamusta. Kurssien alussa olisi myös hyvä keskustella opiskelijoiden käsityksistä, uskomuksista ja ennakkoluuloista ja pyrkiä hälventämään niitä, jotta ne eivät muodostuisi oppimisen esteiksi.

Lisäksi tilastollisten menetelmien opetusta tulisi kehittää pedagogisen uudistustyön näkökulmasta. Tilastotieteen opetuksen käytänteet ovat osin muuttuneet teoreettisesta ja raskaan matemaattisesta painotuksesta kohti käytännöllisempää suuntaa. Tämä on merkinnyt opiskelijoiden tilastollisen päättelyn korostamista suhteessa tilastollisten kaavojen, mekaanisten laskutoimitusten ja menettelytapojen muistamiseen (Batanero 2000; Galagedera ym. 2000). Muutos näkyy myös tilastollisten kurssien opetussuunnitelmissa ja oppikirjoissa. Monet uudehkot ulkomaiset oppikirjat keskittyvät todellisten aineistojen, tapausten ja esimerkkien analyysiin ja tulkintaan ja korostavat käsitteiden laadullista ymmärtämistä (esim. Watts & Carlson 1999). Tällaisilla kirjoilla, jotka lisäksi pyrkisivät mallintamaan aitoa tutkimusprosessia, olisi Suomessakin käyttöä.

Koska opiskelijoille tuottaa vaikeuksia ymmärtää käsitteiden välisiä suhteita (ks. Schau & Mattern 1997), ei erilaisten tekniikoiden ja kaavojen käsittely ole riittävää asioiden oppimiseksi. Sen sijaan opiskelijoille tulisi ”opettaa” tilastollista ajattelua ja päättelyä järjestämällä näitä edistäviä oppimisympäristöjä. Lisäksi opetuksessa tulisi käyttää oppimisen mielekkyyttä lisääviä työskentelytapoja, muun muassa aktiivista ja yhteistoiminnallista oppimista, jotka tutkimuksen mukaan (Väisänen 2002) vähentävät pelkoja ja muita kielteisiä tunteita ja lisäävät pätevyyden tunnetta tilastotieteen oppimisessa. Luonnollisesti myös arvioinnin tulisi heijastella opetuksessa ja sen painotuksissa tapahtuneita muutoksia; tästä on esimerkkinä autenttinen arviointi (Garfield & Gal 1999).

Onko tilastollisten menetelmien opiskelu Pandoran lipas, joka aiheuttaa vain harmia opiskelijoille vai voimmeko tutkimuksen avulla löytää uusia keinoja opettaa siten, että jonakin päivänä Prometheuksen tuli loistaa vielä kirkkaana ja syyttää opiskelijoissa uskoa tilastollisten menetelmien hyödyllisyyteen tärkeiden ongelmien ratkaisussa. Toivo elää.

LÄHTEET

- 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., Green, D. & Holmes, P. 1994. Errors and difficulties in understanding introductory statistical concepts. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 25 (4), 527–547.
- Ben-Zvi, D. 2000. Toward understanding the role of technological tools in statistical learning. *Mathematical Thinking & Learning* 2 (1/2), 127–155.
- Gal, I. & Ginsburg, L. 1994. The role of beliefs and attitudes in learning statistics: Towards an assessment framework. *Journal of Statistics Education* 2 (2). Verkkojulkaisu osoitteessa www.amstat.org/publications/jse/v2n2/.html.
- 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. & Degamboda, S. 2000. An investigation of how perceptions of mathematics ability can affect introductory statistics performance. *International Journal of Mathematical Education & Technology* 31 (5), 679–689.
- Cantwell, R. & Moore, P. 1996. The development of measures of individual differences in self-regulatory control and their relationship to academic performance. *Contemporary Educational Psychology* 21, 500–517.
- Garfield, J. 1997. Discussion about the paper of S. D. Moore "New pedagogy and new content". *International Statistical Review* 65 (2), 137–141.
- Garfield, J. B. & Gal, I. 1999. Assessment and statistics education: Current challenges and directions. *International Statistical Review* 67, 1–12.
- 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>.
- Moore, D. S. 1997. New pedagogy and new content: The case of statistics. *International Statistical Review* 65 (2), 123–165.
- Murtonen, M. & Lehtinen, E. 2003. Difficulties experienced by education and sociology students in quantitative methods courses. *Studies in Higher Education* 28 (2), 171–185.
- Onwuegbuzie, A. J. 1999. Statistics anxiety among African American graduate students: An affective filter? *Journal of Black Psychology* 25 (2), 189–209.
- Op't Eynde, P., De Corte E. & Verschaffel, L. 1999. Balancing between cognition and affect: Students' mathematic-related beliefs and their emotions during problem solving. Teoksessa E. Pehkonen & G. Törner (toim.) *Mathematical beliefs and their impact on teaching and learning mathematics*. Duisburg: Gerhard Mercator Universität Duisburg, 97–105.

- Rautopuro, J. & Väisänen, P. 2003a. The deep-six of quantitative research methods in teacher education. Students' pre-justices, pre-conceptions and course success. Esitelmä ISATT 2003 konferenssissa 27.6.–2.7.2003, Leiden, Hollanti.
- Rautopuro, J. & Väisänen, P. 2003b. "I did it my way..." The impact of learning styles and strategies on students' success in quantitative research methods in educational sciences. *Educational Research*: <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/00003164.htm>.
- Rautopuro, J. & Väisänen, P. 2003c. "Kävyttömät opettavat haluttomille tarpeetonta?" Tilastollisten menetelmien opettamisen ja oppimisen ongelmia kasvatustieteissä. Esitelmä kasvatustieteen päivillä Helsingissä 20.–21.11.2003.
- 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.
- 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.
- Seifert, T. L. & O'Keefe, B. A. 2001. The relationship of work avoidance and learning goals to perceived competence, externality and meaning. *British Journal of Educational Psychology* 71, 81–92.
- Townsend, M., Moore, D., Tuck, B. & Wilton, K. 1998. Self-concept and anxiety in university students studying social science statistics within a cooperative learning structure. *Educational Psychology* 18 (1), 41–53.
- Väisänen, P. 2002. Pelko pois – Yhteistoiminnallisesti tilastomenetelmiä oppimassa. *Yliopistopedagoginen tiedotuslehti Pedaforum* 9 (2), 40–42.
- Väisänen, P. & Ylönen, S. 2003. The impact of students' real and perceived mathematics ability on their learning process and performance in introductory statistics. Esitelmä ISATT 2003 konferenssissa 27.6.–1.7.2003, Leiden, Hollanti.
- Yilmaz, M. R. 1996. The Challenge of teaching statistics to non-specialists. *Journal of Statistics Education* 4/1. Verkkolehti osoitteessa www.amstat.org/publications/jse/v4n1/yilmaz.html.