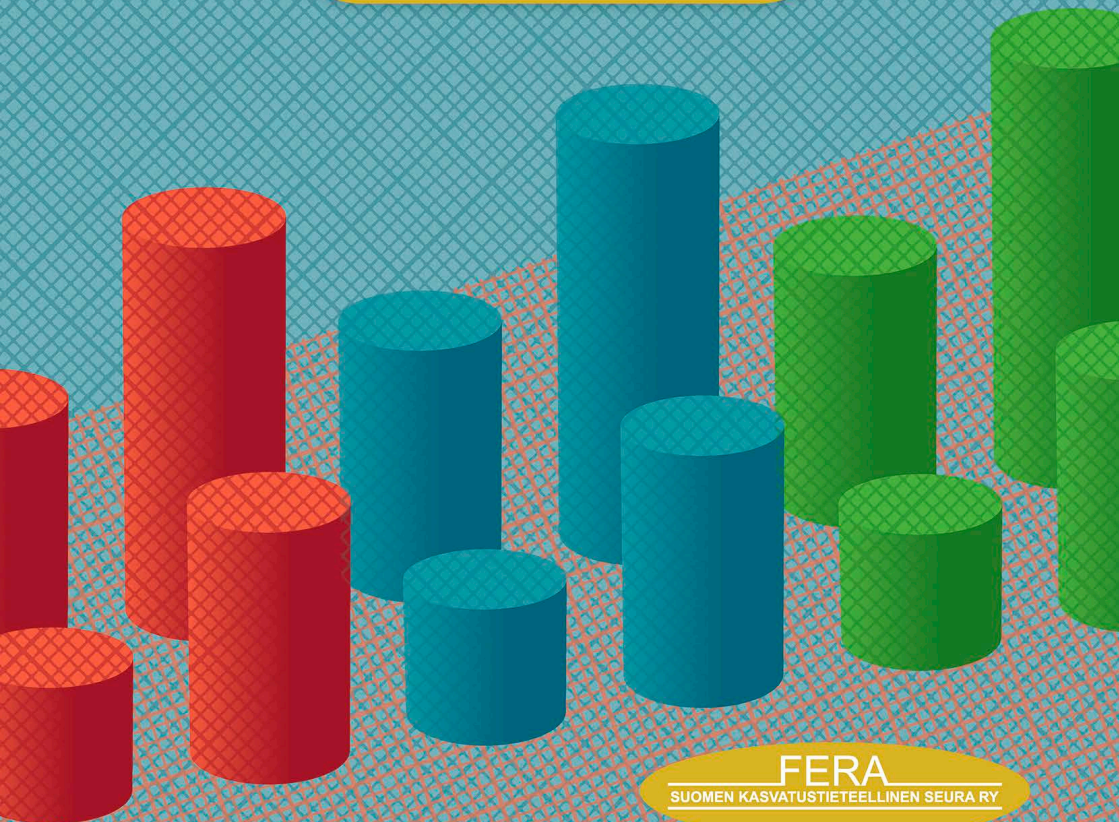


JUHANI RAUTOPURO &  
KALLE JUUTI (toim.)

# PISA

## PINTAA SYVEMMÄLTÄ

PISA 2015  
SUOMEN PÄÄRAPORTTI





PISA pintaa syvemmältä



Juhani Rautopuro & Kalle Juuti (toim.)

# PISA pintaa syvemmältä

PISA 2015 Suomen pääraportti



Opetus- ja  
kulttuuri-  
ministeriö



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO  
KOULUTUKSEN TUTKIMUSLAITOS



HELSINGIN YLIOPISTO



Suomen kasvatustieteellinen seura  
Kasvatusalan tutkimuksia 77

# Kasvatusalan tutkimuksia

Julkaisija: Suomen kasvatustieteellinen seura

Toimituskunta: Hannu L. T. Heikkinen (pj.), professori, Jyväskylän yliopisto  
Joel Kivirauma, professori, Turun yliopisto  
Liisa Tainio, professori, Helsingin yliopisto  
Timo Hautala (siht.), suunnittelija, Jyväskylän yliopisto



Myynti: shop.kasvatus.net  
Koulutuksen tutkimuslaitoksen asiakaspalvelu  
PL 35, 40014 Jyväskylän yliopisto  
Sähköposti: myynti@jyu.fi

© Kirjoittajat ja Suomen kasvatustieteellinen seura ry.

Kansi: Ville Korkiakangas  
Taitto: Taittopalvelu Yliveto Oy

ISBN 978-952-5401-81-3 (painettu)  
ISBN 978-952-5401-82-0 (e-kirja)  
ISSN 1458-1094 (painettu)  
ISSN 2489-768X (e-kirja)

Jyväskylän yliopistopaino  
Jyväskylä 2018

# Sisällys

<i>Juhani Rautopuro &amp; Kalle Juuti</i>	
Esipuhe .....	7

## I Sosioekonomiset tekijät

<i>Jonna Pulkkinen, Asko Tolvanen &amp; Juhani Rautopuro</i>	
1. Sosioekonominen tausta, motivaatio ja minäpystyvyys luonnontieteiden osaamisen selittäjinä tytöillä ja pojilla ...	19

<i>Kaisa Leino &amp; Kari Nissinen</i>	
2. Suomalaisoppilaiden lukemiseen sitoutuminen, taustatekijät ja lukutaito: yhteyksien etsiminen polkuanalyysillä .....	39

<i>Kari Nissinen &amp; Raimo Vuorinen</i>	
3. Alueelliset erot luonnontieteiden osaamisessa ja niitä selittävät tekijät: oppilaanohjauksella on merkitystä .....	69

<i>Mari-Pauliina Vainikainen &amp; Jarkko Hautamäki</i>	
4. Luonnontieteissä heikosti menestyvien oppilaiden kokemus saamastaan tuesta suomalaiskouluissa .....	97

<i>Heidi Harju-Luukkainen, Kaisa Aunola &amp; Jouni Vettenranta</i>	
5. Sosiaaliset suhteet koulunkäynnissä vahvuutena ja haasteena– nuorten kokema sosiaalinen tuki kotona ja koulussa .....	121

## II Kokemukset koulusta

*Ilkka Ratinen & Jouni Vettenranta*

6. Oppilaiden ilmastonmuutososaamisen suhde heidän käsityksiinsä omasta ympäristötietoisuudesta ja -optimismista ..... 153

*Antti Lehtinen & Kari Nissinen*

7. Tutkimuksellisuus luonnontieteissä ja sen yhteys luonnontieteelliseen osaamiseen Suomessa ..... 175

*Laura Tuohilampi & Antti Lehtinen*

8. Onko asenteen merkitys vakio? Asenteiden ja oppimistulosten välinen yhteys luonnontieteissä eri maaryhmissä ..... 195

*Jenna Hiltunen & Kari Nissinen*

9. Erinomaiset matematiikan osaajat ..... 213

*Jonna Salminen, Jonna Pulkkinen, Tuire Koponen & Jenna Hiltunen*

10. Tyttöjen ja poikien väliset osaamiserot matematiikassa ... 235

*Tommi Kärkkäinen, Sanna Juutinen, Mirka Saarela & Kari Nissinen*

11. Lokidatan käyttö oppilaiden profiloimisessa – sovellus matematiikan PISA-aineistoon ..... 257

*Mari-Pauliina Vainikainen & Jarkko Hautamäki*

12. Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu: Lukutaito, harrastuneisuus ja asenteet sukupuolieron selittäjinä ..... 289

*Arto K. Ahonen*

13. Muuttuvatko koulut? ..... 311

*Kari Nissinen, Juhani Rautopuro ja Eija Puhakka*

14. PISA-tutkimuksen metodologiasta ..... 343



# Esipuhe

PISA (Programme for International Student Assessment) on taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestön OECD:n (Organisation for Economic and Cultural Development) toteuttama kansainvälinen tutkimusohjelma. Tutkimuksessa arvioidaan säännöllisesti 15-vuotiaiden nuorten osaamista kolmella sisältöalueella eli lukutaidossa, matematiikassa ja luonnontieteissä. Tutkimus suoritetaan kolmen vuoden välein siten, että arvioinnin pääalue vaihtuu. Ensimmäisessä PISA-tutkimuksessa vuonna 2000 pääalueena oli lukutaito, vuonna 2003 matematiikka ja vuonna 2006 puolestaan luonnontiede. Tämän jaksotuksen mukaisesti vuoden 2015 PISA-tutkimuksen pääalueena oli toistamiseen luonnontiede, joka päätti toisen yhdeksänvuotisen PISA-kierroksen.

PISA-tulosten analysoinnissa keskeinen huomio kohdistuu kunkin mittauskerran pääalueen tuloksiin, niissä tapahtuneisiin muutoksiin ja niihin vaikuttaviin tekijöihin. Vuoden 2015 luonnontieteiden tulosten kehityksen tärkein vertailukohta on vuosi 2006. Myös sivualueiden tulosten kehityksestä saadaan kolmen vuoden välein kullakin mittauskerralla varsin luotettavaa tietoa, vaikka tehtävien ja taustakysymysten määrä ei ole niin laaja kuin pääalueen arvioinnissa. Kahden peräkkäisen PISA-kierroksen kolmen vuoden välinen jakso on kuitenkin liian lyhyt koulutuspolitiikassa mahdollisesti tehtyjen muutosten vaikutusten tarkasteluun.

PISA-tutkimukseen kuuluu myös vaihtuvia uusia sisältöalueita. Vuonna 2015 tällainen arviointikohde oli vuorovaikutus- ja yhteistyötaitoja mittaava yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu, vuonna 2012 ja 2003 arvioitavana oli yksilön kyky ratkaista ongelmatilanteita.

PISAn tarkoituksena ei ole suoranaisesti arvioida perusopetuksen opetussuunnitelman tavoitteiden toteutumista ja sisältöjen hallintaa, vaan sitä, miten nuoret hallitsevat ja osaavat soveltaa tulevaisuuden kannalta keskeisiä avaintaitoja. Tutkimusta varten laaditaan kansainvälisen asiantuntijaryhmän voimin arvioinnin viitekehys. Asiantuntijaryhmä koostuu johtavista tutkimuksen sisältöalueiden oppimisen ja oppimistulosten arvioinnin asiantuntijoista, joiden vastuulla on tuottaa arvioinnissa käytettävät tehtävät ja kyselylomakkeet.

PISAn ensitulokset raportoidaan kaikissa osallistujamaissa noin puolitoista vuotta aineiston keruun jälkeen. Suomessa vuoden 2015 Pisan ensitulokset julkaistiin joulukuun 6. päivä 2016 (Vettenranta ym. 2016). Raportissa on kuvattu arvioinnin pääalueen ja sivualueiden keskeiset tulokset ja niissä tapahtuneet muutokset. Yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun ensitulokset julkaistiin seuraavan vuoden puolella (Vainikainen, Kupiainen & Hautamäki 2017).

PISA-tutkimus on erittäin suuri kansainvälinen voimainponnistus oppimisen tutkimuksen alalla. Koska tutkimukseen osallistuu suuri joukko maita tai alueita, PISA-tutkimus johtaa vääjäämättä vertailuun. Maakohtaisten keskiarvojen ja rankingtaulukoiden vertaaminen on kuitenkin oppimisen ja opetuksen tutkimuksen kannalta toissijaista. Iso, edustavasti ja luotettavasti kerätty aineisto antaa tietoa opetuksen tutkijoille ja koulutuspolitiikan toimijoille koulutuspolitiikan onnistumisen arviointiin.

Tämä kokoomateos on Suomessa ensimmäinen PISA-raportti, jonka julkaisee tieteellinen kustantaja ja jossa noudatetaan tiukasti tieteellisen julkaisun käytänteitä. Jokainen artikkeli on läpikäynyt riippumattoman vertaisarvioinnin. Olemme toimittajina erittäin kiitollisia kaikille vertaisarviointiin osallistuneille. PISA-tutkimuksen tärkeydestä kertoo sekin, että lähes poikkeuksetta

arvioijaksi lupautui tehtävään ensimmäisenä pyydetty henkilö. Arvioijat ovat paneutuneet käsikirjoituksiin, ja heidän palautteensa ovat merkittävällä tavalla parantaneet niitä. Joissain on tehty arvioijien palautteen pohjalta uusia analyysejä ja muita hyvin merkittäviä muutoksia.

Tähän teokseen on koottu artikkeleita PISA-aineiston analyysistä sellaisista näkökulmista, joiden uskotaan olevan kiinnostavia yleissivistävän koulutuksen kehittämisen kannalta Suomessa. Koulutuksen järjestäjällä on vastuu koulutuksen laatutyöstä. PISA-tutkimus on tunnetuin, mutta ei ainoa suomalaisen koulutuksen arvioinnin väline. Suomessa tehdään myös muita oppimistulosten arviointeja, joista monet ovat opetussuunnitelmaperustaisia. Arviointeihin osallistuvat myös opettajat ja opettajankoulutuksen asiantuntijat. Tällä tavoin arviointien tuottama tieto kehittää tehokkaasti myös opettajien ammattitaitoa.

PISA 2015 -tutkimus herättää laajaa kiinnostusta luonnontieteiden opetuksen tutkijoiden parissa. Esimerkiksi Euroopan luonnontieteiden opetuksen ja oppimisen tutkimuksen konferensseissa on säännöllisesti useita pienoissymposiumeja ja muita esityksiä PISA-tutkimuksen tuloksista. Tieteellisissä konferensseissa ja artikkeleissa esitellyt tulokset tarkentavat kuvaa luonnontieteen osaamisesta ja mahdollistavat paremmin informoidun ja tutkimusperustaisen koulutuspoliittisen päätöksenteon.

PISA-tutkimuksessa tuloksia eritellään useiden taustamuuttujien avulla. Tyypillisin näistä on sukupuoli. Myös sosioekonominen ja maahanmuuttajatausta ovat tällaisia luokittelevia muuttujia. Tällaisessa tarkastelussa on riskinä stereotypisointi. Esimerkiksi termien tytöt ja pojat käyttö saattaa houkuttaa lukijan ajattelemaan, että laskettu ryhmän keskiarvo olisi kaikkia ryhmän jäseniä koskeva olemuksellinen lukuarvo. Kirjaa lukiessa on tärkeää siis muistaa, että kaikkien ryhmien sisällä vaihtelu on aina suurempaa kuin ryhmien välinen vaihtelu. Esimerkiksi tyttöjen ryhmän osaamiskeskiarvo on suurempi kuin poikien ryhmän osaamisen keskiarvo. Kuitenkin poikien ryhmässä on hyvin paljon yksilöitä, joiden osaaminen on parempaa kuin tyttöjen ryhmän keskiarvo ja toisinpäin. Isoissa aineistoissa keskiarvojen ero on tilastollisesti

merkitsevä, vaikka ryhmien välinen ero olisi hyvin pieni. Siton on tärkeää muistaa, että keskiarvojen perusteella pitää tehdä johtopäätökset varovasti.

## Kirjan rakenne

Tämä teos koostuu 13 itsenäisestä vertaisarvioidusta artikkelista. Tämän lisäksi teoksessa on erillinen luku, jossa esitellään PISA-tutkimuksen toteutus aineiston keruusta analyysimenetelmiin. Kari Nissisen, Juhani Rautopuron ja Eija Puhakan artikkeli on ensimmäinen suomenkielinen yleisesitys aiheesta, ja sen tarkoituksena on avata julkisuudessa esiintyneitä (vakaviakin) väärinkäsityksiä PISA-tutkimuksen mahdollisuuksista ja rajoista. PISAn tilastotieteellinen metodologia on monimutkaista ja vaatii varsin syvällistä tilastotieteen tuntemusta. Artikkelit palvelee myös näitä lukijoita. Yksittäisissä artikkeleissa ei esitellä metodologiaa yksityiskohtaisesti. Metodologisiin kysymyksiin voi etsiä tietoa tämän kirjan metodologia-luvusta.

Jonna Pulkkinen, Asko Tolvanen ja Juhani Rautopuro tarkastelevat, miten oppilaan sosioekonominen tausta, motivaatio, minäpystyvyys ja luonnontieteiden osaaminen ovat yhteydessä toisiinsa ja ovatko nämä yhteydet samanlaisia tytöillä ja pojilla. Heidän analyysinsä osoittavat, että sosioekonominen tausta on yhteydessä sekä motivaatioon, minäpystyvyyteen että luonnontieteiden osaamiseen. Tärkeä havainto on, että sosioekonomisen taustan yhteys osaamiseen ei kuitenkaan ole juuri selitettävissä motivaatiotekijöillä.

Kaisa Leino ja Kari Nissinen tarkastelevat lukemiseen sitoutumisen yhteyttä suomalaisnuorten lukutaitoon. Heidän tulostensa perusteella kielteinen suhtautuminen lukemiseen määrittää PISA-arvioinnin lukutaitotulosta enemmän kuin muut lukuharrastusta kuvaavat muuttujat. Kielteisesti lukemiseen suhtautuvat oppilaat erottuvat Suomen aineistossa selkeänä kansallista lukutaitotulosta heikentävänä ryhmänä.

Alueelliset erot oppimistuloksissa ovat olleet Suomessa perinteisesti varsin pieniä. Vuoden 2015 PISA-tutkimuksessa kuitenkin

Suomessa havaittiin systemaattisia ja tilastollisesti erittäin merkitseviä alueiden välisiä eroja. Pääkaupunkiseudun oppilaiden keskimääräiset tulokset olivat muuta maata parempia niin luonnontieteissä, matematiikassa kuin lukutaidossakin. Kari Nissinen ja Raimo Vuorinen paneutuvat osaamisen eroja selittäviin tekijöihin. Pääkaupunkiseudun paremmat oppimistulokset näyttäisivät selittyvän perheiden sosioekonomisen tason ja kulttuuripääoman ohella oppilaiden uraodotuksilla.

Mari-Pauliina Vainikainen ja Jarkko Hautamäki pyrkivät tunnistamaan, keitä luonnontieteessä vaikeuksia kokevat 15-vuotiaat oppilaat ovat ja millaiset opetuksen järjestämiseen liittyvät tekijät ennustavat heidän menestystään. Heidän määrittelynsä mukaan luonnontieteissä vaikeuksien kokeminen tarkoittaa ylimääräisen opiskeluajan tarvetta yhdistettynä keskimääräistä heikompaan suoritustasoon. Vaikeuksia kokevat oppilaat ovat useimmiten poikia ja vaikeuksia kokevien oppilaiden sosioekonominen tausta on keskimääräistä matalampi. Lisäksi maahanmuuttajataustaiset oppilaat olivat tässä ryhmässä ylliedustettuina. Koulun tasolla, huomioon ottaen yksilötason erot, luonnontieteen suoritusta selitti erityistä tukea saavien oppilaiden suhteellinen osuus koulussa.

Heidi Harju-Luukkainen, Kaisa Aunola ja Jouni Vettenranta tutkivat artikkelissaan nuorten kokemuksia kotoa ja koulusta saamastaan sosiaalisesta tuesta sekä tämän koetun sosiaalisen tuen yhteyttä luonnontiedon osaamiseen. Tutkimusaineiston pohjalta nuoret voitiin jakaa viiteen erilaiseen sosiaalisen tuen profiliin. Suurin ryhmä ”*hyvät sosiaaliset suhteet*” oli ainoa, joka voitiin arvioida positiiviseksi kaikkien tutkittujen muuttujien osalta. Loput nuorista kuuluivat jollain tapaa ongelmallisiksi määriteltäviin ryhmiin.

Ilkka Ratinen ja Jouni Vettenranta tutkivat oppilaiden käsitystä omasta ympäristötietoisuudestaan ja ympäristöoptimismia. He tarkastelevat käsitystä ympäristötietoisuudesta ja ympäristöoptimismista alueellisesti sekä näiden tekijöiden suhdetta ilmastonmuutoksen ymmärtämiseen. Menetelmänä on spatiaalinen interpolointi. Tulosten mukaan oppilaiden ympäristötietoisuudessa ja ympäristöoptimismissa on alueellista eroa. Esimerkiksi pääkaupunkiseudulla ja Kainuussa käsitys omasta ympäristötietoisuudesta on kor-

kea, ja Lapissa ja Varsinais-Suomessa käsitys on matala. Erot alueiden välillä ovat kuitenkin melko pieniä.

Antti Lehtinen ja Kari Nissinen tarkastelevat tutkimuksellisen työtavan yhteyttä luonnontieteelliseen osaamiseen. Analyysi perustuu oppilaan omaan ilmoitukseen käytetyistä menetelmistä. Tulosten mukaan yleisimpiä tutkimuksellisen työskentelyn piirteitä opetuksessa ovat oppilaan mahdollisuus omien ajatusten selittämiseen ja se, että opettaja selittää oppilaille tärkeitä käsitteitä. Tyypillinen tutkimuksellisen työskentelyn piirre – oppilaiden omien tutkimusten suunnittelu ja toteutus – on harvinaista. Tutkimuksellisuuden yhteys osaamiseen ei ole suoraviivaista. Oppilaan itse suunnitteleminen tutkimusten tekemisen ja luokassa tapahtuvan väittelyn yhteys osaamiseen oli negatiivinen.

Laura Tuohilammen ja Antti Lehtisen analyysit osoittavat, että asenteiden ja osaamisen välinen yhteys vaihtelee maiden kesken. He muodostavat klusterianalyysin avulla kuusi maaryhmää. Asenteiden ja osaamisen välisen yhteyden mukaisesti Suomi kuuluu maaryhmään, jossa ovat myös Ruotsi, Norja, Tanska, Yhdistynyt kuningaskunta, Irlanti, Ranska ja Espanja, Malta, Australia ja Uusi-Seelanti, Etelä-Korea, Japani ja Kanada. Näissä maissa luonnontieteellisen osaamisen ja luonnontieteistä pitämisen sekä minäpystyvyyden välinen yhteys oli keskimäärin suurehko

Jenna Hiltusen ja Kari Nissisen artikkelissa etsitään piirteitä, joiden perustella voidaan tunnistaa erinomaisia matematiikan osaajia. Erinomaisilla matematiikan osaajilla tarkoitetaan oppilaita, jotka ovat saavuttaneet PISA-tutkimuksen matematiikan osuudessa toiseksi korkeimman tai korkeimman suoritustason eli tason 5 tai 6. Hyvää osaamistasoa selittäviksi tekijöiksi nousivat muun muassa korkea tutkintotavoite, oppilaan kunnianhimo, kodin korkea sosioekonomia, lukuharrastuneisuus, kirjojen määrä kotona ja tietotekniikan osaaminen, mutta sen vähäinen käyttäminen viihdemielessä.

Vuoden 2015 PISA-tutkimuksessa tytöt menestyivät ensimmäistä kertaa poikia paremmin matematiikassa. Jonna Salminen, Jonna Pulkkinen, Tuire Koponen ja Jenna Hiltunen tutkivat, miten lukutaito ja matematiikassa käytetyt tehtävätyypit ovat yhteydessä

tyttöjen ja poikien osaamiseroon ja ovatko sukupuolten väliset erot samankaltaisia hyvin ja heikosti menestyneillä oppilailta.

Suomessa PISA-tutkimus toteutettiin tietokoneella. Tietokoneympäristö tallensi yksittäisen tehtävän ratkaisun lisäksi ratkaisuun käytetyn ajan, ratkaisemiseen liittyvät hiiren klikkaukset ja muita tehtävän tekemiseen liittyviä tietoja. Tommi Kärkkäinen, Sanna Juutinen, Mirka Saarela ja Kari Nissinen analysoivat näin saatua lokiaineistoa kartoittavan oppimisanalytiikan keinoin. Analyysin perusteella he päättelivät, että noin neljäsosa kokeeseen osallistuneista suomalaisoppilasta on ollut melko heikosti motivoitunut ja haluton näkemään vaivaa analysoitujen PISA-tehtävien ratkaisemisessa.

Vuonna 2015 PISA-tutkimuksen vaihtuvana sisältöalueena oli yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu, joka määriteltiin yksilön kykyinä toimia tehokkaasti tilanteessa, jossa useampi henkilö yrittää ratkaista jonkin ongelman jakamalla eri osapuolten hallussa olevia tietoja, taitoja ja ymmärrystä. Mari-Pauliina Vainikainen ja Jarkko Hautamäki etsivät artikkelissaan syitä, jotka selittävät tyttöjen huomattavasti parempaa menestystä poikiin verrattuna. Yksi tärkeä selittäjä vaikuttaisi olevan lukutaito.

Luonnontieteet on ollut PISA-tutkimuksen pääalueena kaksi kertaa. Kummallakin kertaa koulut valikoituvat tutkimukseen satunnaisesti. Otoksiin on kuitenkin sattunut useita samoja kouluja. Arto Ahonen tarkastelee sitä, millä tavalla tutkimukseen sekä vuonna 2006 että 2015 osallistuneiden koulujen tulokset ovat muuttuneet kuluneen yhdeksän vuoden aikana. Klusterianalyysin avulla muodostui neljä osaamisryhmää: *Laskijat*, *Heikon tason säilyttäjät*, *Nousijat* ja *Korkean tason säilyttäjät*. Ahonen tulkitsee, että *Nousijat*-ryhmässä opettajaresurssi ja oppilas-opettajasuhteen kohentuminen ovat keskeisiä parantuneen tuloksen selittäjiä. Kiinnostava havainto on, että *Nousijat*-ryhmässä rehtorit ovat ilmoittaneet tehneensä kaikkein vähiten koulun johtamiseen liittyviä aktiviteetteja.

\*\*\*

Tulokset nostavat esiin kiinnostavia ristiriitoja koulutuspolitiikan painotusten ja osaamista selittävien tekijöiden välillä. Eri maiden opetussuunnitelmissa ja Euroopan unionin koulun kehittämisen projekteissa korostetaan tutkimuksellista työskentelyä. Kuitenkin PISA-tulosten valossa näyttää siltä, että mitä enemmän oppilaat kokevat suunnittelevansa omia tutkimuksia, sitä heikompa on luonnontieteen osaaminen. Viime vuosina on korostettu koulun johtamista ja lisätty oppilaitoksen johtamiseen liittyvää koulutusta. Koulukohtaisten PISA-tulosten paraneminen näyttää tapahtuneen kouluissa, joissa rehtorit kokevat tekevänsä johtamiseen liittyviä toimia kaikkein vähiten. Näistä kumpikin tulos edellyttää runsaasti syventävää tutkimusta.

Koulutuspoliittista päätöksentekoa varten tarvitaan laajaan ja kirjalaiseen otantaan perustuvaa tutkimusta. PISA-tutkimuksilla on ollut vaikutusta koulutuspolitiikkaan ja opettajankoulutukseen. Suomen erityisyys on ollut samanaikainen korkea menestys ja matala kiinnostus luonnontieteitä kohtaan. Luonnontieteitä pidetään yleisesti tärkeänä, mutta ei henkilökohtaisesti kiinnostavana. Vuoden 2006 PISA-tuloksien pohjalta esimerkiksi Lavonen ja Juuti (2012) suosittelivat, että opetuksen kehittämisessä tulee kiinnittää erityistä huomiota kiinnostukseen luonnontieteiden opiskelua ja luonnontieteen aloja kohtaan, vaikka osaamistulokset heikkenisivät. Helsingin yliopiston fysiikan ja kemian opetuksen tutkimus on kohdistunut pitkään kiinnostuksen ja motivaation kysymyksiin. Siten nämä teemat ovat olleet keskeisiä myös opettajankoulutuksessa.

Käsillä olevan kirjan artikkelit kertovat oppilaiden osaamisen tilasta vuonna 2015. On kiinnostavaa nähdä, kuinka tässä kokoomateoksessa raportoituihin tuloksiin reagoidaan niin opetuksen tutkimuksessa, opettajankoulutuksessa ja koulutuspoliittisessa päätöksenteossa. Vaikka joskus näkee väittämiä siitä, että PISA ohjaisi kansallista koulutuspolitiikkaa kohti ylikansallista ohjausjärjestelmää, on suomalainen koulutuspolitiikka ollut kuitenkin sangen maltillista. Esimerkiksi vuoden 2012 PISA-tulosten laskun jälkeen opetusministeri Krista Kiuru perusti hankkeen, jossa yhteensä 45 oman alansa asiantuntijaa tuotti vuoden työskentelyn aikana



kuvausta perusopetuksen nykytilasta, siihen liittyvistä ilmiöistä ja oppimistulosten heikkenemisen syistä (Ouakrim-Soivio, Rinkinen & Karjalainen 2015).

Kiitämme Suomen kasvatustieteellistä seuraa tämän vertais-arvioidun kokoomateoksen hyväksymisestä Kasvatusalan tutkimuksia -sarjaan sekä erityisesti Opetus- ja kulttuuriministeriötä, joka on ystävällisesti tukenut tämän kirjan julkaisemista.

*Juhani Rautopuro & Kalle Juuti*

### **Lähteet**

- Lavonen, J. & Juuti, K. 2012. Science at Finnish comprehensive school. Teoksessa H. Niemi, A. Toom & A. Kallioniemi (toim.) *Miracle of Education: The Principles and Practices of Teaching and Learning in Finnish Schools*. Rotterdam: Sense, 131–146.
- Ouakrim-Soivio, N., Rinkinen, A. & Karjalainen, T. 2015. Tulevaisuuden peruskoulu. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2015:8.
- Vainikainen, M-P, Kupiainen, S. & Hautamäki, J. 2017. Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu PISA 2015 -tutkimuksessa. Suomen tulosten tarkastelua. <http://blogs.helsinki.fi/cea-arviointi/files/2017/11/Yhteistoiminnallinen-ongelmanratkaisu-PISA2015-tutkimuksessa-%E2%80%93-Suomen-tulosten-tarkastelua.pdf>.
- Vettenranta, J., Välijärvi, J., Ahonen, A., Hautamäki, J., Hiltunen, J., Leino, K., Lähteinen, S., Nissinen, K., Nissinen, J., Puhakka, E., Rautopuro, J. & Vainikainen, M-P 2016. PISA 15: Ensituloksia. Huipulla pudotuksesta huolimatta. Opetus- ja kulttuuriministeriö.



# I

## Sosioekonomiset tekijät



# 1. Sosioekonominen tausta, motivaatio ja minäpystyvyys luonnontieteiden osaamisen selittäjinä tytöillä ja pojilla

## Johdanto

Viimeisimmät kansainväliset oppimistulosten arvioinnit ovat osoittaneet, että suomalaislasten ja -nuorten oppimistulokset ovat heikentyneet (Vettenranta, Hiltunen, Nissinen, Puhakka & Rautopuro 2016; Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). PISA-tutkimuksessa 15-vuotiaiden osaaminen luonnontieteissä on heikentynyt 32 pistettä vuodesta 2006 vuoteen 2015 (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). Tämä vastaa lähes yhden kouluvuoden opintoja. Luonnontieteiden osaamistason laskun lisäksi viimeisimmissä PISA-tuloksissa huolta on herättänyt tyttöjen ja poikien välisten erojen kasvu ja sosioekonomisen taustan aiempaa suurempi yhteys osaamiseen. Samaan aikaan osaamistason laskiessa myös nuorten sisäinen motivaatio opiskella luonnontieteitä on selvästi vähentynyt. Erityisesti poikien heikentynyt osaaminen, oppilaiden heikentynyt motivaatio sekä motivaation ja sosioekonomisen taustan yhteys luonnontieteiden osaamiseen

nostettiin näkyvästi esille vuoden 2015 PISA-tuloksia julkistettaessa (ks. esim. Opetus- ja kulttuuriministeriö 2016).

Vettenrannan, Välijärven ym. (2016) mukaan tyttöjen ja poikien välinen osaamisero luonnontieteissä vuoden 2015 PISA-tutkimuksessa oli Suomessa 19 pistettä tyttöjen hyväksi, ja tämä ero oli OECD-maiden suurin. Sosioekonominen tausta taas näkyi heidän mukaansa osaamisessa esimerkiksi siten, että kun oppilaat jaettiin tätä kuvaavan indeksin perusteella neljään luokkaan, ero luonnontieteiden osaamisessa oli ylimmän ja alimman neljänneksen välillä 78 pistettä ja vastasi noin kahden kouluvuoden opintoja. Suomessa sosioekonominen tausta näyttäisi kuitenkin selittävän luonnontieteiden osaamista vähemmän ja asenne- ja motivaatiotekijät enemmän kuin OECD-maissa keskimäärin (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). Vettenrannan, Välijärven ym. (2016) mukaan Suomessa esimerkiksi oppilaiden kiinnostus luonnontieteitä kohtaan selittää osaamista enemmän kuin sosioekonominen tausta.

Kansallisissa oppimistulosten arvioinneissa on tuotu esille, että opettajien mielestä oppilaiden motivaation puute on yksi merkittävä tekijä, joka vaikeuttaa hyvien oppimistulosten saavuttamista (Kärnä, Hakonen & Kuusela 2012). Mutta kuinka paljon osaamista ja osaamiseroja voidaan selittää motivaatiotekijöillä? Tässä artikkelissa tarkastelemme, miten oppilaan sosioekonominen tausta, motivaatio, minäpystyvyys ja luonnontieteiden osaaminen ovat yhteydessä toisiinsa, ja ovatko nämä yhteydet samanlaisia tytöillä ja pojilla.

## Motivaatio ja minäpystyvyys

Vuonna 2015 luonnontiede oli PISA-tutkimuksen pääarviointialue, joten tutkimuksessa mitattiin myös luonnontieteiden opiskeluun liittyviä asenne- ja motivaatiotekijöitä. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan sekä sisäistä että ulkoista motivaatiota. Sisäisellä motivaatiolla tarkoitetaan tutkimuksessa sitä, kuinka paljon luonnontieteiden opiskelusta pidetään ja kuinka kiinnostavana luonnon-

tieteellisiä aihealueita pidetään. Ulkoista motivaatiota taas on kysytty väittämällä, jotka mittaavat sitä, kuinka tärkeänä ja hyödyllisenä luonnontieteiden opiskelu nähdään oman tulevaisuuden kannalta (OECD 2016). Sillä siis tarkoitetaan tässä suhteellisen itsenäistä ja sisäistynyttä, ei ulkoa säädelyä, motivaatiota (ks. Ryan & Deci 2000, 2009). Suomessa luonnontieteistä pitämistä ja kiinnostusta kuvaavien indeksin arvot olivat jonkin verran alle OECD-maiden keskiarvon ja ulkoista motivaatiota kuvaavan indeksin arvo OECD-maiden keskitasoa (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016).

Luonnontieteistä pitäminen, kiinnostus ja ulkoinen motivaatio ovat yhteydessä toisiinsa, mutta eri maissa on eroja sen suhteen, kuinka vahvoja nämä yhteydet ovat (Ainley & Ainley 2011a, 2011b). Ainley ja Ainley (2011a, 2011b) ovat tutkimuksissaan vertailleet motivaatiomuuttujien välisiä yhteyksiä maissa, joissa on erilaiset historialliset ja kulttuuriset perinteet. Heidän tutkimustensa mukaan motivaatiomuuttujien väliset yhteydet näyttäsivät olevan vahvempia maissa, joissa korostuvat liberaalit ja itsensä toteuttamiseen liittyvät arvot. Näissä maissa myös osaaminen on vahvemmin yhteydessä motivaatiotekijöihin. Sekä sisäisen että ulkoisen motivaation on myös todettu olevan yhteydessä oppilaiden harrastuneisuuteen luonnontieteissä (esim. luonnontieteellisten lehtien lukeminen) ja luonnontieteisiin liittyviin uraodotuksiin (Ainley & Ainley 2011a; Jack, Lin & Yore 2014).

Sisäisen ja ulkoisen motivaation lisäksi PISA-tutkimuksessa on myös mitattu luonnontieteisiin liittyvää minäpystyvyyttä, jolla tarkoitetaan sitä, kuinka hyvin yksilö arvioi suoriutuvansa jostakin tietystä luonnontieteellistä osaamista vaativasta tehtävästä (OECD 2016). Minäpystyvyyttä kuvaavan indeksin arvo Suomessa oli alle OECD-maiden keskiarvon (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). Minäpystyvyys on yhteydessä muun muassa sinnikkyyteen, motivaatioon ja siihen, kuinka haastavia tehtäviä on valmis suorittamaan (Bandura 1977; ks. myös Zimmerman 2000).

## Sosioekonomisen taustan ja sukupuolen yhteys motivaatioon, minäpystyvyyteen ja osaamiseen

Sosioekonomisen taustan on todettu olevan yhteydessä sekä luonnontieteiden osaamiseen (esim. Lavonen & Laaksonen 2009; Sun, Bradley & Akers 2012) että motivaatioon ja minäpystyvyyteen (esim. Shin ym. 2015). Viimeisimmät PISA-tutkimukset ovat osoittaneet, että Suomessa sosioekonomisen taustan yhteys osaamiseen on voimistunut (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). Oppilaan sosioekonominen tausta näkyy opiskelussa myös esimerkiksi siten, että oppilaat, joiden sosioekonominen tausta on alhainen, valitsevat vähemmän luonnontieteellisiä kursseja (Gorard & See 2009). Lisäksi sosioekonomisen taustan on todettu olevan yhteydessä luonnontieteisiin liittyviin uraodotuksiin. Esimerkiksi Buccheri, Gürber ja Brühwiler (2011) ovat tutkimuksessaan osoittaneet PISA 2006 -aineistolla, että sosioekonominen tausta oli Suomessa yhteydessä nuorten uraodotuksiin siten, että nuorilla, joiden sosioekonominen tausta oli korkeampi, oli enemmän lääketieteelliselle alalle liittyviä uraodotuksia. Sosioekonomisen taustan yhteys osaamiseen näyttäisi vahvistuvan perusopetuksen aikana ja olevan merkittävin perusopetuksen viimeisillä luokilla (esim. Caro, McDonald & Willms 2009; Sirin 2005).

Kuten jo edellä tuli esille, tyttöjen osaaminen luonnontieteissä on Suomessa parempaa kuin poikien. Tyttöjen on todettu myös menestyvän poikia paremmin luonnontieteissä, kun menestystä mitataan arvosanoilla (Britner 2008). Vaikka tytöt menestyvät paremmin luonnontieteissä, samansuuntaisia eroja ei tule esille motivaatioissa tai minäpystyvyydessä. Esimerkiksi Shin ym. (2015) ovat tutkimuksessaan tuoneet esille, että tyttöjen sisäinen motivaatio ja minäpystyvyys luonnontieteissä ovat heikompia kuin poikien. Heidän tutkimuksensa mukaan sukupuolten välillä ei kuitenkaan ole eroa siinä, miten sosioekonominen tausta on yhteydessä motivaatioon tai minäpystyvyyteen.

PISA 2015 -tutkimuksessa ulkoista motivaatiota kuvaavan indeksin arvo oli Suomessa tytöillä hieman suurempi kuin pojilla, mutta luonnontieteellistä minäpystyvyyttä kuvaavan indeksin arvo



sen sijaan oli pojilla selvästi suurempi kuin tytöillä (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). Myös kansallisessa luonnontieteiden oppimistulosten arvioinnissa on tullut esille, että tyttöjen arviot luonnontieteiden hyödyllisyydestä ovat myönteisempiä kuin poikien mutta käsitykset omasta osaamisesta pääasiassa kielteisempiä kuin poikien (Kärnä ym. 2012). Tyttöjen minäpystyvyys luonnontieteissä ja matematiikassa onkin usein heikompi kuin poikien (Meece, Glienke & Askew 2009).

PISA 2015 -tutkimuksessa tyttöjen ja poikien välillä ei Vettenrannan, Välijärven ym. (2016) mukaan ollut eroa sisäisessä motivaatiossa, kun sitä tarkasteltiin luonnontieteistä pitämistä kuvaavalla indeksillä. Kiinnostuksessa luonnontieteitä kohtaan tyttöjen ja poikien välillä sen sijaan oli eroa siinä, mistä aihealueista he olivat kiinnostuneita. Poikia kiinnosti enemmän fysiikkaan sekä kemiaan ja tyttöjä taas terveyteen liittyvät aiheet (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). Myös muissa tutkimuksissa tyttöjen ja poikien välillä on tullut esille vastaavanlaisia eroja kiinnostuksessa (esim. Buccheri ym. 2011; Krapp & Prenzel 2011; Potvin & Hasni 2014). Tämä näkyi myös nuorten luonnontieteisiin liittyvinä uraodotuksina. Buccherin ym. (2011) mukaan tytöt ovat poikia kiinnostuneempia lääketieteellisistä aloista ja pojat taas tyttöjä kiinnostuneempia teknisistä aloista, mikä tuli esille myös Suomen PISA 2015 tuloksissa (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016).

## **Motivaation ja minäpystyvyyden yhteys luonnontieteiden osaamiseen**

Vettenrannan, Välijärven ym. (2016) mukaan sisäisellä motivaatiolla (luonnontieteistä pitäminen ja kiinnostus) ja minäpystyvyydellä näyttäisi olevan yhteys luonnontieteiden osaamiseen PISA 2015 -tutkimuksessa, kun taas ulkoisen motivaation ja osaamisen yhteys ei ole yhtä selvä. Motivaatiotekijöistä suurin selitysoosuus on heidän mukaansa laajalla kiinnostuksella (13 %) ja pienin ulkoisella motivaatiolla (3 %). Lavonen ja Laaksonen (2009) ovat tarkastelleet tutkimuksessaan motivaatiotekijöiden yhteyttä

suomalaisnuorten luonnontieteiden osaamiseen PISA 2006 -tutkimuksessa, jossa luonnontiede oli edellisen kerran pääarviointialueena. Heidän tutkimuksensa mukaan kiinnostus luonnontieteitä kohtaan ja ulkoinen motivaatio olivat vahvempia selittäjiä osaamiselle kuin luonnontieteiden opiskelusta pitäminen. Näitäkin vahvempi selittäjä osaamiselle oli luonnontieteellinen minäpystyvyys (Lavonen & Laaksonen 2009).

Myös muissa PISA 2006 -aineistolla tehdyissä tutkimuksissa (esim. Areepattamannil, Freeman & Klinger 2011; Ozel, Caglak & Erdogan 2013; Sun ym. 2012) motivaation ja minäpystyvyyden on havaittu olevan yhteydessä luonnontieteiden osaamiseen, vaikkakin motivaatiotekijöiden yhteys osaamiseen ei esimerkiksi Ozelin ym. (2013) tutkimuksen mukaan ole kovin vahva. Ozelin ym. (2013) tutkimuksen mukaan luonnontieteistä pitäminen oli vahvemmin yhteydessä osaamiseen kuin kiinnostus, kun taas ulkoinen motivaatio ei ollut lainkaan yhteydessä luonnontieteiden osaamiseen. Samoin Areepattamannil ym. (2011) ovat omassa tutkimuksessaan osoittaneet, että ulkoinen motivaatio ei ole yhteydessä luonnontieteiden osaamiseen. Heidän tutkimuksensa mukaan luonnontieteistä pitäminen oli positiivisesti yhteydessä osaamiseen, kun taas kiinnostus hieman yllättäen oli negatiivisesti yhteydessä osaamiseen. Areepattamannil ym. (2011) toivat myös tutkimuksessaan esille, että minäpystyvyys on sisäistä motivaatiota vahvempi selittäjä luonnontieteiden osaamiselle. Useissa muissakin tutkimuksissa (mm. Bryan, Glynn & Kittleson 2011; Jiang, Song, Lee & Bong 2014; Stankov & Lee 2014) minäpystyvyyden on todettu olevan sisäistä tai ulkoista motivaatiota selvemmin yhteydessä osaamiseen. Sen on myös todettu ennustavan parempaa koulumenestystä sekä tytöillä että pojilla (Britner 2008).

## Tutkimuksen tavoite

PISA 2015 Ensituloksia -raportissa on alustavasti tarkasteltu motivaatiomuuttujien ja minäpystyvyyden selitysosuuksia estimoimalla ne lineaarisella regressiomallilla tekijä kerrallaan. Tässä tutkimuk-

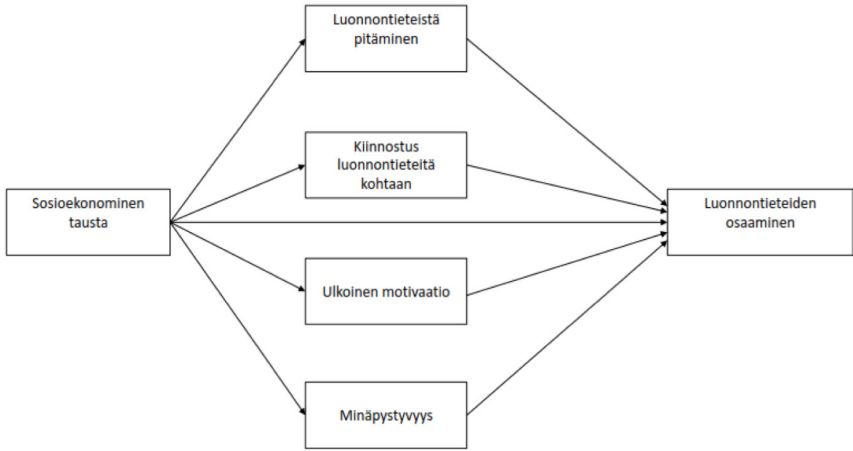
sessä analysoimme aiempaa tarkemmin, miten nämä muuttujat yhdessä selittävät luonnontieteiden osaamista ja miten oppilaan sosioekonominen tausta on yhteydessä näihin. Lisäksi tutkimme, eroavatko sosioekonomisen taustan, motivaation (luonnontieteistä pitäminen, kiinnostus ja ulkoinen motivaatio) ja minäpystyvyyden sekä osaamisen väliset yhteydet tytöillä ja pojilla.

Tutkimuskysymykset ovat:

- 1) Miten motivaatio ja minäpystyvyys ovat yhteydessä luonnontieteiden osaamiseen?
- 2) Miten oppilaan sosioekonominen tausta on yhteydessä motivaatioon, minäpystyvyyteen ja luonnontieteiden osaamiseen?
- 3) Onko tyttöjen ja poikien välillä eroa sosioekonomisen taustan, motivaation, minäpystyvyyden ja osaamisen välisissä yhteyksissä?

## Menetelmä

Sosioekonomisen taustan, motivaatiomuuttujien (luonnontieteistä pitäminen, kiinnostus luonnontieteitä kohtaan ja ulkoinen motivaatio) ja minäpystyvyyden yhteyttä osaamiseen on analysoitu polkumallilla. Kuviossa 1 on esitetty muuttujien välisiä yhteyksiä kuvaava malli, jota tässä tutkimuksessa on testattu. Kyseessä on saturoitu malli, joka sopii täydellisesti aineistoon (ts. mallin ennustamat varianssit ja kovarianssit vastaavat täysin havaittuja variansseja ja kovariansseja). Mallissa oletuksena on, että suoran yhteyden lisäksi oppilaan sosioekonominen tausta on yhteydessä osaamiseen myös epäsuorasti motivaatiomuuttujien ja minäpystyvyyden kautta. Sen lisäksi, että mallissa kuvattuja yhteyksiä on tarkasteltu koko aineistossa, tutkimme myös, ovatko muuttujien väliset regressiokertoimet samanlaisia tytöillä ja pojilla. Tämä tehtiin estimoimalla mallit tytöille ja pojille yhtä aikaa käyttäen moniryhmä (multi-group) -menetelmää. Artikkelissa muuttujien väliset yhteydet on raportoitu standardoituina regressiokertoimina, jotka samalla kuvaavat myös efektin kokoa.



**Kuvio 1.** Sosioekonomisen taustan, motivaatiomuuttujien, minäpystyyvyyden ja luonnontieteiden osaamisen välisiä yhteyksiä kuvaava polkumalli. Motivaatiomuuttujien ja minäpystyyvyyden jäännöskorien on annettu malleissa korreloida.

Aineisto analysoitiin Mplus 7.4 -ohjelmalla (Muthén & Muthén 1998–2015). Analyysissä on käytetty PISA-aineistossa olevaa oppilaspainoa ja keskivirheen laskentaan tarkoitettuja painokertoimia (replicate weights). Parametrit on estimoitu suurimman uskottavuuden menetelmällä (Maximum Likelihood, ML), joka on Mplus-ohjelmassa oletuksena käytettäessä painokertoimia (replicate weights).

Oppilaan sosioekonomista taustaa kuvaavana muuttujana on tässä tutkimuksessa käytetty PISA-aineistoon laskettua ESCS-indeksiä. Tämä indeksi on laskettu muuttujista, jotka kuvaavat vanhempien korkeinta koulutustasoa ja ammattiasemaa sekä perheen varallisuutta (ks. OECD 2016, 285; Vettenranta, Välijärvi ym. 2016, 52–53). Luonnontieteiden osaamista kuvaavana muuttujana on käytetty luonnontieteiden PISA-testipistemäärää. Analyysissä on käytetty PISA-aineiston kymmentä luonnontieteiden osaamista kuvaavaa muuttujaa (plausible value). Ryhmittelevänä muuttujana on käytetty sukupuolta. Tutkimukseen osallistui 5 882 nuorta, joista tyttöjä oli 2 863 ja poikia 3 019.

Luonnontieteistä pitämistä (Cronbachin  $\alpha = 0,95$ ) kysyttiin viidellä väittämällä: 1) Minulla on yleensä hauskaa opiskellessani luonnontieteitä, 2) Luen mielelläni luonnontieteellisistä aiheista, 3) Olen onnellinen työskennellessäni luonnontieteiden parissa, 4) Nautin hankkiessani uutta tietoa luonnontieteistä ja 5) Minua kiinnostaa saada tietoa luonnontieteistä. Oppilaat arvioivat väittämiä neliportaisella asteikolla (Täysin eri mieltä, Eri mieltä, Samaa mieltä, Täysin samaa mieltä).

Kiinnostusta luonnontieteitä kohtaan (Cronbachin  $\alpha = 0,83$ ) kysyttiin siten, että oppilaiden tuli arvioida, miten kiinnostuneita he ovat seuraavista luonnontieteellisistä aiheista: 1) Biosfääri (esim. ekosysteemin toiminta, kestävyys), 2) Liike ja voimat (esim. nopeus, kitka, magneettinen voima ja painovoima), 3) Energia ja sen muuntuminen (esim. säilyminen, kemialliset reaktiot), 4) Maailmankaikkeus ja sen historia ja 5) Miten tiede voi auttaa ehkäisemään sairauksia. Kiinnostusta arvioitiin viisiportaisella asteikolla (En ole kiinnostunut, En kovinkaan kiinnostunut, Kiinnostunut, Hyvin kiinnostunut ja En tiedä, mikä tämä on). Viimeinen vastausvaihtoehto on tässä koodattu puuttuvaksi tiedoksi.

Ulkoista motivaatiota (Cronbachin  $\alpha = 0,93$ ) mitattiin neljällä väittämällä: 1) Minun kannattaa yrittää parhaani luonnontiedeaineissa, koska siitä tulee olemaan hyötyä työssä, jota haluan tulevaisuudessa tehdä, 2) Se, mitä opin luonnontieteellisissä oppiaineissa, on minulle tärkeää, koska tarvitsen näitä taitoja tulevaisuudessa, 3) Minun kannattaa panostaa luonnontiedeaineiden opiskeluun, koska se, mitä opin, parantaa uranäkymiäni ja 4) Monet luonnontieteellisissä aineissa oppimani asiat auttavat minua työnsaannissa tulevaisuudessa. Näitä väittämiä arvioitiin neliportaisella asteikolla (Täysin eri mieltä, Eri mieltä, Samaa mieltä, Täysin samaa mieltä).

Luonnontieteisiin liittyvää minäpystyvyyttä (Cronbachin  $\alpha = 0,89$ ) taas mitattiin kahdeksalla väittämällä, joissa oppilaan tuli arvioida, kuinka helposti hän osaisi tehdä seuraavat asiat: 1) Tunnistaa sanomalehden terveydellistä ongelmaa käsittelevässä artikkelissa piilevä tieteellinen kysymys, 2) Selittää, miksi maanjäristyksiä tapahtuu joillakin alueilla useammin kuin muualla, 3) Kuvata

antibioottien roolia sairauksien hoidossa, 4) Tunnistaa jätteiden hävittämiseen liittyvä luonnontieteellinen kysymys, 5) Ennustaa, miten ympäristöön kohdistuvat muutokset vaikuttavat tiettyjen lajien eloonjäämiseen, 6) Tulkita ruokapakkausten valmistusaineluetteloissa annettua luonnontieteellistä tietoa, 7) Keskustella siitä, miten uusi todistusaineisto voi saada sinut muuttamaan käsitystäsi siitä, voiko Marsissa olla elämää ja 8) Tunnistaa parempi kahdesta happosateen syntyä koskevasta selityksestä. Väittämiä arvioitiin neliportaisella asteikolla (Osaisin tehdä tämän helposti, Osaisin tehdä tämän, mutta se vaatisi vähän yrittämistä, Minun olisi vaikea tehdä tätä omin avuin ja En osaisi tehdä tätä).

Tässä tutkimuksessa käytämme motivaatiota ja minäpystyvyyttä kuvaavista väittämistä laskettuja indeksejä. Kiinnostusta kuvaavan indeksin OECD-maiden keskiarvo on asetettu 0:ksi ja keskihajonta 1:ksi. Muiden motivaatiota ja minäpystyvyyttä kuvaavien indeksien arvot on vuoden 2015 PISA-aineistossa skaalattu vertailukelpoisiksi vuoden 2006 PISA-tuloksiin, joissa indeksien OECD-maiden keskiarvo on asetettu 0:ksi ja keskihajonta 1:ksi. Vuonna 2015 indeksien keskiarvot OECD-maissa olivat seuraavat: luonnontieteistä pitäminen 0,02, ulkoinen motivaatio 0,14 sekä minäpystyvyys 0,04 (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). Korkeammat indeksien arvot kuvaavat suurempaa motivaatiota ja minäpystyvyyttä.

## Tulokset

Taulukossa 1 on kuvattu luonnontieteiden pistemäärän sekä motivaatiota, minäpystyvyyttä ja sosioekonomista taustaa (ESCS) kuvaavien indeksien keskiarvot, keskivirheet sekä muuttujien väliset korrelaatiot tytöillä ja pojilla. Osaaminen korreloi eniten kiinnostuksen ja vähiten ulkoisen motivaation kanssa.

**Taulukko 1.** Sosioekonomista taustaa, motivaatiota ja minäpystyvyyttä kuvaavien indeksien sekä luonnontieteiden PISA-pistemäärän keskiarvot ja keskiarvot ja muuttujien väliset korrelaatiot tytöillä ja pojilla.

	Keskiarvo (keskiarvot)	1	2	3	4	5
<b>Tytöt</b>						
1. Osaaminen luonnontieteissä	541 (2,6)					
2. Luonnontieteistä pitäminen	-0,10 (0,03)	0,32				
3. Kiinnostus luonnontieteisiin	-0,23 (0,02)	0,37	0,55			
4. Ulkoinen motivaatio	0,18 (0,02)	0,20	0,42	0,32		
5. Minäpystyvyys	-0,18 (0,03)	0,35	0,43	0,43	0,30	
6. Sosioekonominen tausta (ESCS)	0,28 (0,03)	0,35	0,19	0,20	0,17	0,24
<b>Pojat</b>						
1. Osaaminen luonnontieteissä	521 (2,7)					
2. Luonnontieteistä pitäminen	-0,06 (0,02)	0,33				
3. Kiinnostus luonnontieteisiin	0,04 (0,02)	0,40	0,55			
4. Ulkoinen motivaatio	0,14 (0,02)	0,16	0,41	0,29		
5. Minäpystyvyys	0,09 (0,03)	0,27	0,32	0,29	0,28	
6. Sosioekonominen tausta (ESCS)	0,23 (0,02)	0,29	0,19	0,19	0,15	0,19

Sosioekonomisen taustan, motivaatiomuuttujien ja minäpystyvyyden sekä luonnontieteiden osaamisen välisiä yhteyksiä on kuvattu taulukossa 2. Sosioekonominen tausta oli yhteydessä motivaatiomuuttujiin ja minäpystyvyyteen. Vahvimmin se oli yhteydessä minäpystyvyyteen ja heikoimmin ulkoiseen motivaatioon. Sosioekonominen tausta oli yhteydessä myös osaamiseen sekä suoraan että epäsuorasti. Sen suora yhteys osaamiseen (tytöt:  $\beta = 0,25$ , po-

jat:  $\beta = 0,20$ ) oli suurempi kuin epäsuora yhteys motivaatiomuuttujien ja minäpystyvyyden kautta (tytöt:  $\beta = 0,10$ , pojat:  $\beta = 0,09$ ).

**Taulukko 2.** Sosioekonomisen taustan (ESCS), motivaatiomuuttujien ja minäpystyvyyden sekä luonnontieteiden osaamisen väliset yhteydet tytöillä ja pojilla sekä koko aineistossa. Standardoidut regressio-kertoimet ja suluissa keskirvirheet.

	Tytöt	Pojat	Ero kertoimissa	Koko aineisto
<b>SUORAT YHTEYDET</b>				
ESCS → osaaminen	0,25*** (0,02)	0,20*** (0,02)	ns	0,23*** (0,02)
ESCS → pitäminen	0,19*** (0,02)	0,19*** (0,02)	ns	0,19*** (0,01)
ESCS → kiinnostus	0,20*** (0,02)	0,20*** (0,02)	ns	0,19*** (0,02)
ESCS → ulkoinen motivaatio	0,17*** (0,02)	0,15*** (0,02)	ns	0,16*** (0,02)
ESCS → minäpystyvyys	0,24*** (0,02)	0,19*** (0,02)	ns	0,21*** (0,02)
pitäminen → osaaminen	0,10*** (0,03)	0,11*** (0,03)	ns	0,12*** (0,02)
kiinnostus → osaaminen	0,19*** (0,03)	0,28*** (0,02)	*	0,22*** (0,02)
ulkoinen motivaatio → osaaminen	0,01 <sup>ns</sup> (0,02)	-0,02 <sup>ns</sup> (0,02)	ns	-0,00 <sup>ns</sup> (0,02)
minäpystyvyys → osaaminen	0,17*** (0,02)	0,12*** (0,02)	ns	0,12*** (0,02)
<b>EPÄSUORAT YHTEYDET</b>				
ESCS → pitäminen → osaaminen	0,02*** (0,01)	0,02*** (0,01)	ns	0,02*** (0,00)
ESCS → kiinnostus → osaaminen	0,03*** (0,01)	0,05*** (0,01)	*	0,04*** (0,00)
ESCS → ulkoinen motivaatio → osaaminen	0,00 <sup>ns</sup> (0,00)	0,00 <sup>ns</sup> (0,00)	ns	0,00 <sup>ns</sup> (0,00)
ESCS → minäpystyvyys → osaaminen	0,04*** (0,01)	0,02*** (0,01)	ns	0,03*** (0,00)
<b>R<sup>2</sup></b>				
Osaaminen	0,25	0,23		0,23
Pitäminen	0,04	0,04		0,04
Kiinnostus	0,04	0,04		0,04
Ulkoinen motivaatio	0,03	0,02		0,03
Minäpystyvyys	0,06	0,04		0,04

\*  $p < 0,05$ . \*\*  $p < 0,01$ . \*\*\*  $p < 0,001$ . <sup>ns</sup>  $p > 0,05$ .



Motivaatiomuuttujista vahvin selittäjä osaamiselle oli kiinnostus luonnontieteitä kohtaan. Pojilla kiinnostus oli vahvemmin yhteydessä osaamiseen kuin tytöillä. Samoin sosioekonomisen taustan epäsuora yhteys osaamiseen kiinnostuksen kautta oli vahvempi pojilla kuin tytöillä, joskin molemmilla ryhmillä nämä kertoimet olivat hyvin pieniä (ks. taulukko 2). Minäpystyvyyden yhteys osaamiseen oli tytöillä jonkin verran suurempi kuin pojilla, mutta ero kertoimissa ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0,07$ ). Ulkoinen motivaatio eli se, kuinka hyödyllisenä ja tärkeänä tulevaisuuden kannalta luonnontieteiden opiskelua pidetään, ei ollut yhteydessä luonnontieteiden osaamiseen.

Motivaatiomuuttujat ja minäpystyvyys olivat yhteydessä toisiinsa. Muuttujien jäännösten korrelaatiot vaihtelivat tytöillä 0,27:sta 0,53:een ja pojilla 0,26:sta 0,53:een. Vahvin yhteys oli luonnontieteistä pitämisen ja kiinnostuksen eli sisäistä motivaatiota kuvaavien muuttujien välillä. Heikoin yhteys oli ulkoisen motivaation ja minäpystyvyyden välillä. Koska motivaatiomuuttujien ja minäpystyvyyden välillä oli yhteisvaihtelua, testasimme vielä, onko kukin näistä muuttujista yhteydessä osaamiseen, kun kaikkien muiden muuttujien vaikutus on poistettu (de Jong 1999). Tulokset osoittivat, että luonnontieteistä pitäminen (tytöt:  $\beta = 0,09$ , pojat:  $\beta = 0,10$ ), kiinnostus (tytöt:  $\beta = 0,17$ , pojat:  $\beta = 0,25$ ) ja minäpystyvyys (tytöt:  $\beta = 0,18$ , pojat:  $\beta = 0,13$ ) selittivät toisistaan riippumatta osaamista. Kaiken kaikkiaan malli selitti luonnontieteiden osaamisen vaihtelusta tytöillä noin 25 prosenttia ja pojilla 23 prosenttia.

## Pohdinta

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin sosioekonomisen taustan, motivaation ja minäpystyvyyden yhteyttä luonnontieteiden osaamiseen sekä sitä, ovatko nämä yhteydet samanlaisia tytöillä ja pojilla. Tutkimus osoitti sosioekonomisen taustan olevan yhteydessä sekä motivaatioon ja minäpystyvyyteen että luonnontieteiden osaamiseen. Vaikka sosioekonomisen taustan on myös jo aiemmissa tutki-

muksissa havaittu olevan yhteydessä luonnontieteiden osaamiseen (mm. Lavonen & Laaksonen 2009; Sun ym. 2012), viimeisimmissä PISA-tuloksissa Suomessa huolta on herättänyt sosioekonomisen taustan voimistunut yhteys osaamiseen (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). Sosioekonomisen taustan yhteys oppimistuloksiin on tullut esille myös muissa viimeaikaisissa kansainvälisissä ja kansallisissa oppimistulosten arvioinneissa, joissa sosioekonomista taustaa on mitattu esimerkiksi vanhempien koulutustaustalla tai kirjojen määrällä kotona (esim. Harjunen & Rautopuro 2015; Julin & Rautopuro 2016; Leino, Nissinen, Puhakka & Rautopuro 2017; Vettenranta, Hiltunen ym. 2016).

Tämä tutkimus toi esille, että vaikka sosioekonomisen taustan yhteys osaamiseen selittyikin osittain sisäisen motivaation ja minäpystyvyyden kautta, on epäsuora yhteys heikko eikä sosioekonomisen taustan yhteys osaamiseen näin ollen ole juuri selitettävissä motivaatiotekijöillä. Aiemmissä tutkimuksissa on tullut esille muun muassa oppilaan sosioekonomisen taustan yhteys luonnontieteellisten kurssien valintaan (esim. Gorard & See 2009) sekä luonnontieteiden tunneilla käytettyjen opetusmenetelmien (esim. Areepattamanni ym. 2011; Lavonen & Laaksonen 2009) ja erilaisten koulutekijöiden, kuten koulun oppilaiden sosioekonomisen taustan ja opetustuntien määrän, (esim. Sun ym. 2012) yhteys osaamiseen. Jatkossa olisikin hyvä tutkia vielä laajemmin PISA 2015 -aineistolla, miten muun muassa oppilaiden kokemukset luonnontieteiden opetuksesta, opiskeluun käytetty aika tai erilaiset koulutason muuttujat selittävät sosioekonomisen taustan ja osaamisen välistä yhteyttä.

Vaikka ulkoisella motivaatiolla tässä tutkimuksessa tarkoitettiin suhteellisen itsenäistä ja sisäistynyttä motivaatiota, jonka on todettu olevan myönteisesti yhteydessä opiskeluun ja oppimiseen (Ryan & Deci 2000), ei sen tässä tutkimuksessa havaittu olevan yhteydessä luonnontieteiden osaamiseen. Samanlaisia tuloksia on tullut esille myös joissain aiemmissa tutkimuksissa (esim. Areepattamanni ym. 2011; Ozel ym. 2013). Sen sijaan sisäistä motivaatiota kuvaavat muuttujat (luonnontieteistä pitäminen ja kiinnostus) ja minäpystyvyys olivat yhteydessä osaamiseen. Monissa aiemmissa tutki-

muksissa (esim. Areepattamannil ym. 2011; Bryan ym. 2011; Jiang ym. 2014; Stankov & Lee 2014) minäpystyvyyden yhteyden osaamiseen on todettu olevan vahvempi kuin motivaation. Tässä tutkimuksessa osaamiseen oli kuitenkin vahvimmin yhteydessä kiinnostus. Etenkin pojilla, joiden heikentynyt osaaminen on herättänyt erityistä huolta viime aikoina, kiinnostuksen merkitys opiskelussa korostuu, sillä heillä kiinnostuksen yhteys osaamiseen oli suurempi kuin tytöillä.

Luonnontieteiden opetuksessa olisikin tärkeää kiinnittää huomiota kiinnostuksen syntyyn ja kehittymiseen eli siihen, miten herätetään oppilaiden kiinnostus ja ylläpidetään sitä ja miten tuetaan yksilöllistä kiinnostusta (Krapp & Prenzel 2011; Renninger & Hidi 2011; Renninger, Nieswandt & Hidi 2015). Kuten Krapp ja Prenzel (2011) ovat tuoneet esille, opetuksessa tulisi edistää oppilaiden kiinnostusta luonnontieteisiin mutta myös hyödyntää sitä kiinnostusta, joka oppilailla on luonnontieteellisiä ilmiöitä kohtaan. Heidän mukaansa oleellista olisi osata kytkeä luonnontieteiden opetus nuorille kiinnostaviin käytännön tilanteisiin ja konteksteihin, jotta nuorten kiinnostus opiskella luonnontieteitä säilyisi ja kasvaisi. Toisaalta opetuksessa olisi myös huomioitava oppilaiden väliset yksilölliset erot kiinnostuksessa luonnontieteisiin ja se, että samanlaiset opetusmenetelmät eivät välttämättä toimi samalla tavalla kiinnostuksen kehityksen eri vaiheissa olevilla oppilailla (Durik, Hulleman & Harackiewicz 2015).

Kiinnostuksen lisäksi myös minäpystyvyyteen ja siihen, miten tuetaan erilaisista taustoista tulevia oppilaita, olisi hyvä kiinnittää huomiota, sillä sosioekonomisen taustan yhteys minäpystyvyyteen oli lähes yhtä vahva kuin sen suora yhteys osaamiseen. Sosioekonomisen taustan yhteys motivaatioon ja minäpystyvyyteen on tullut esille myös aiemmissa tutkimuksissa (esim. Shin ym. 2015). Lisäksi tyttöjen minäpystyvyyden on todettu olevan luonnontieteissä usein heikompaa kuin poikien (Kärnä ym. 2012; Meece ym. 2009; ks. myös Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). Vaikka tässä tutkimuksessa minäpystyvyyden ja osaamisen yhteydessä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa tyttöjen ja poikien välillä, näyttäisi minäpystyvyydellä olevan tyttöjen osaamiselle, toisin

kuin poikien osaamiselle, lähes yhtä suuri merkitys kuin kiinnostuksella. Myös tähän olisi syytä kiinnittää opetuksessa huomiota, sillä esimerkiksi opettajien implisiittiset uskomukset luonnontieteestä poikien alana voivat heijastua negatiivisesti tyttöjen motivaatioon ja käsityksiin itsestään ja näin myös heidän koulutusvalintoihinsa (Thomas 2017; ks. myös Meece, Glienke & Burg 2006). Luonnontieteisiin liittyvän sisäisen motivaation ja minäpystyvyyden huomioiminen opetuksessa onkin tärkeää myös siksi, että niillä on suuri merkitys nuorten uraodotuksiin (Ainley & Ainley 2011a; Jack ym. 2014) ja Suomessa nuorten kiinnostus luonnontieteellisiin ammatteihin, erityisesti suomalaistyttöjen kiinnostus tieteen ja tekniikan asiantuntijuuteen liittyviin ammatteihin, näyttäisi olevan vähenen (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016).

## Lähteet

- Ainley, M. & Ainley, J. 2011a. A cultural perspective on the structure of student interest in science. *International Journal of Science Education* 33 (1), 51–71. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2010.518640>.
- Ainley, M. & Ainley, J. 2011b. Student engagement with science in early adolescence: The contribution of enjoyment to students' continuing interest in learning about science. *Contemporary Educational Psychology* 36 (1), 4–12. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.08.001>.
- Areepattamannil, S., Freeman, J. G. & Klinger, D. A. 2011. Influence of motivation, self-beliefs, and instructional practices on science achievement of adolescents in Canada. *Social Psychology of Education* 14 (2), 233–259. <https://doi.org/10.1007/s11218-010-9144-9>.
- Bandura, A. 1977. Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review* 84 (2), 191–215. <http://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.84.2.191>.
- Britner, S. L. 2008. Motivation in high school science students: A comparison of gender differences in life, physical, and earth science classes. *Journal of Research in Science Teaching* 45 (8), 955–970. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20249>.
- Bryan, R. R., Glynn, S. M. & Kittleson, J. M. 2011. Motivation, achievement, and advanced placement intent of high school students learning science. *Science Education* 95 (6), 1049–1065. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.20462>.
- Buccheri, G., Gürber, N. A. & Brühwiler, C. 2011. The impact of gender on interest in science topics and the choice of scientific and technical vocations. *International Journal of Science Education* 33 (1), 159–178. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2010.518643>.

- Caro, D. H., McDonald, J. T. & Willms, J. D. 2009. Socio-economic status and academic achievement trajectories from childhood to adolescence. *Canadian Journal of Education* 32 (3), 558–590. <http://www.jstor.org/stable/canajeducrevucan.32.3.558>.
- Durik, A. M., Hulleman, C. S. & Harackiewicz, J. M. 2015. One size fits some: Instructional enhancements to promote interest. Teoksessa K. A. Renninger, M. Nieswandt & S. Hidi (toim.) *Interest in Mathematics and Science Learning*. Washington, DC: American Educational Research Association, 49–62.
- Gorard, S. & See, B. H. 2009. The impact of socio-economic status on participation and attainment in science. *Studies in Science Education* 45 (1), 93–129. <http://dx.doi.org/10.1080/03057260802681821>.
- Harjunen, E. & Rautopuro, J. 2015. Kielenkäytön ajattelua ja ajattelun kielentämistä. Äidinkielen ja kirjallisuuden oppimistulokset perusopetuksen päättövaiheessa 2014: keskiössä kielentuntemus ja kirjoittaminen. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. Julkaisut 2015:8.
- Jack, B. M., Lin, H-S. & Yore, L. D. 2014. The Synergistic effect of affective factors on student learning outcomes. *Journal of Research in Science Teaching* 51 (8), 1084–1101. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21153>.
- Jiang, Y., Song, J., Lee, M. & Bong, M. 2014. Self-efficacy and achievement goals as motivational links between perceived contexts and achievement. *Educational Psychology* 34 (1), 92–117. <http://dx.doi.org/10.1080/01443410.2013.863831>.
- de Jong, P. F. 1999. Hierarchical regression analysis in structural equation modeling. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal* 6 (2), 198–211. <http://dx.doi.org/10.1080/10705519909540128>.
- Julin, S. & Rautopuro, J. 2016. Läksyt tekijäänsä neuvovat. Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten arviointi 9. vuosiluokalla 2015. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. Julkaisut 20:2016.
- Krapp, A. & Prenzel, M. 2011. Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education* 33 (1), 27–50. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2010.518645>.
- Kärnä, P., Hakonen, R. & Kuusela, J. 2012. Luonnontieteellinen osaaminen perusopetuksen 9. luokalla 2011. Koulutuksen seurantaraportit 2012:2. Helsinki: Opetushallitus. [http://www.oph.fi/download/140378\\_Luonnontieteellinen\\_osaaminen\\_perusopetuksen\\_9\\_luokalla\\_2011.pdf](http://www.oph.fi/download/140378_Luonnontieteellinen_osaaminen_perusopetuksen_9_luokalla_2011.pdf).
- Lavonen, J. & Laaksonen, S. 2009. Context of teaching and learning school science in Finland: Reflections on PISA 2006 results. *Journal of Research in Science Teaching* 46 (8), 922–944. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20339>.
- Leino, K., Nissinen, K., Puhakka, E. & Rautopuro, J. 2017. Lukutaito luodaan yhdessä. Kansainvälinen lasten lukutaitotutkimus (PIRLS 2016). Jyväskylän yliopisto, Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Meece, J. L., Glienke, B. B. & Burg, S. 2006. Gender and motivation. *Journal of School Psychology* 44 (5), 351–373. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2006.04.004>.

- Meece, J. L., Glienke, B. B. & Askew, K. 2009. Gender and motivation. Teoksessa K. R. Wentzel & A. Wigfield (toim.) Handbook of motivation at school. New York: Taylor and Francis, 411–431.
- Muthén, L. K. & Muthén, B. O. 1998–2015. Mplus user's guide. Seventh Edition. Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- OECD. 2016. PISA 2015 results (Volume I): Excellence and equity in education. Paris: OECD Publishing. <http://www.oecd.org/education/pisa-2015-results-volume-i-9789264266490-en.htm>.
- Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2016. PISA 2015: Suomalaisnuoret edelleen huipulla, pudotuksesta huolimatta. Opetus- ja kulttuuriministeriön tiedote. [http://minedu.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/pisa-2015-suomalaisnuoret-edelleen-huipulla-pudotuksesta-huolimatta](http://minedu.fi/artikkeli/-/asset_publisher/pisa-2015-suomalaisnuoret-edelleen-huipulla-pudotuksesta-huolimatta). (Luettu 22.9.2017.)
- Ozel, M., Caglak, S. & Erdogan, M. 2013. Are affective factors a good predictor of science achievement? Examining the role of affective factors based on PISA 2006. *Learning and Individual Differences* 24, 73–82. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.09.006>.
- Potvin, P. & Hasni, A. 2014. Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education* 50 (1), 85–129. <http://dx.doi.org/10.1080/03057267.2014.881626>.
- Renninger, K. A. & Hidi, S. 2011. Revisiting the conceptualization, measurement, and generation of interest. *Educational Psychologist* 46 (3), 168–184. <http://dx.doi.org/10.1080/00461520.2011.587723>.
- Renninger, K. A., Nieswandt, M. & Hidi, S. 2015. Introduction: On the power of interest. Teoksessa K. A. Renninger, M. Nieswandt & S. Hidi (toim.) *Interest in Mathematics and Science Learning*. Washington, DC: American Educational Research Association, 1–14.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. 2000. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology* 25 (1), 54–67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. 2009. Promoting self-determined school engagement. Motivation, learning, and well-being. Teoksessa K. R. Wentzel & A. Wigfield (toim.) *Handbook of motivation at school*. New York: Taylor and Francis, 171–195.
- Shin, J., Lee, H., McCarthy-Donovan, A., Hwang, H., Yim, S. & Seo, E. 2015. Home and motivational factors related to science-career pursuit: Gender differences and gender similarities. *International Journal of Science Education* 37 (9), 1478–1503. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2015.1042941>.
- Sirin, S. R. 2005. Socioeconomic status and academic achievement: A meta-analytic review of research. *Review of Educational Research* 75 (3), 417–453. <https://doi.org/10.3102/00346543075003417>.
- Stankov, L. & Lee, J. 2014. Quest for the best non-cognitive predictor of academic achievement. *Educational Psychology* 34 (1), 1–8. <http://dx.doi.org/10.1080/01443410.2013.858908>.

- Sun, L., Bradley, K. D. & Akers, K. 2012. A multilevel modelling approach to investigating factors impacting science achievement for secondary school students: PISA Hong Kong sample. *International Journal of Science Education* 34 (14), 2107–2125. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2012.708063>.
- Thomas, A. E. 2017. Gender differences in students' physical science motivation: Are teachers' implicit cognitions another piece of the puzzle? *American Educational Research Journal* 54 (1), 35–58. <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/0002831216682223>.
- Vettenranta, J., Hiltunen, J., Nissinen, K., Puhakka, E. & Rautopuro, J. 2016. Lapsuudesta eväät oppimiseen: neljännen luokan oppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen: kansainvälinen TIMSS-tutkimus Suomessa. Jyväskylän yliopisto, Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Vettenranta, J., Välijärvi, J., Ahonen, A., Hautamäki, J., Hiltunen, J., Leino, K., Lähteinen, S., Nissinen, K., Nissinen, V., Puhakka, E., Rautopuro, J. & Vainikainen, M.-P. 2016. PISA 15 Ensituloksia. Huipulla pudotuksesta huolimatta. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:41. <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79052/okm41.pdf>.
- Zimmerman, B. J. 2000. Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology* 25 (1), 82–91. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016>.





## 2. Suomalaisoppilaiden lukemiseen sitoutuminen, taustatekijät ja lukutaito: yhteyksien etsiminen polkuanalyysillä

### Johdanto

Rakkaus ja sitoutuminen lukemiseen on tärkeämpää lasten ja nuorten lukutaidolle ja koulumenestykselle kuin perheen sosio-ekonominen asema tai varallisuus (esim. Brozo ym. 2014; Clark, Torsi & Strong 2005). Esimerkiksi Wigfield ja Guthrie (1997) ovat nostaneet esiin, että sisäinen motivaatio – eli oma halu toimia – ennustaa erinomaisesti omaksi iloksi lukemisen määrää, joka taas on merkittävä tekijä tarkasteltaessa lukemiseen sitoutumista (reading engagement). Toisaalta Neff (2015) tarkasteli vuoden 2009 PISA-aineistoa ja totesi, että Yhdysvalloissa vahvin lukutaidon kanssa korreloiva tekijä oli nuoren sosioekonominen tausta. Omaksi iloksi lukemiseen käytetty aika (reading enjoyment time) oli kuitenkin toiseksi vahvin selittäjä. Kolmanneksi tärkeimmäksi selittäjäksi nousi sukupuoli.

Suomen PISA-tutkimuksissa on havaittu kaikkien edellä mainittujen tekijöiden yhteys lukutaitoon (esim. Arffman & Nissinen 2015). Vuoden 2015 PISA-tulosten mukaan Suomen nuoret ovat edelleen erinomaisia lukijoita, ja Suomi sijoittui vertailussa jaetulle toiselle sijalle yhdessä Hongkongin, Kanadan ja Irlannin kanssa. Ykkössijan saavuttivat Singaporen nuoret. (Vettenranta ym. 2016, 26–27.) Lukutaidon taso on PISA-pistemäärällä mitattuna kuitenkin laskenut selvästi vuoden 2006 jälkeen, minkä vuoksi on tärkeää pohtia, mitä tekijöitä on lukutaidon taustalla ja miten lukutaidon tasoon ja lukuharrastuksen määrään voitaisiin kenties vaikuttaa.

Tässä artikkelissa tarkastelemme lukemiseen sitoutumisen – erilaisten tekstien lukemisen ja lukemiseen kohdistuvien asenteiden – yhteyttä 15-vuotiaiden suomalaisnuorten lukutaitoon. Lisäksi arvioimme ulkomaisia tutkimuksia seuraten sukupuolen ja eräiden sosioekonomiseen taustaan liittyvien muuttujien yhteyttä paitsi lukutaitoon myös lukemiseen sitoutumiseen. Aineistona käytämme vuoden 2015 PISA-tutkimuksen lukutaidon arvioinnin tuloksia ja oppilaiden taustakyselyssä kerättyjä tietoja. Erityisesti taustatietoina tarkastelemme PISA 2015 -oppilaskyselyn kansallisia lisäkysymyksiä, joilla tiedusteltiin oppilailta muun muassa erilaisten materiaalien lukemisaktiivisuutta sekä heidän asenteitaan lukemista kohtaan.

Analyysimenetelmänä käytämme polkuanalyysiä, jonka avulla voidaan samanaikaisesti tutkia sitä, miten valitut taustamuuttujat selittävät ja ennustavat lukutaitoa ja millaisia ovat selittävien taustamuuttujien keskinäiset yhteydet. Tässä tapauksessa polkuanalyysin avulla voidaan eritellä esimerkiksi sitä, onko sosioekonomisella taustalla tai sukupuolella suora yhteys lukutaitoon vai toimivatko lukuharrastukseen liittyvät muuttujat välittävinä tekijöinä.

Artikkelin aluksi luomme katsauksen keskeisiin lukutaidon selittäjiin, jotka aiempi tutkimus on osoittanut merkittäviksi. Tämän jälkeen kuvailemme aineistoanalyysin prosessin. Tulosten jälkeen pohdintamme kohdistuu keskeisiin vaikuttaviin tekijöihin ja niiden merkitykseen osana yksilön lukutaidon muodostumista.

## Lukuinnostukseen vaikuttavat monenlaiset tekijät

Lukemiseen sitoutumisella tarkoitetaan omaehtoista, monipuolista ja säännöllistä lukuharrastusta (Sulkunen & Nissinen 2014, 35; myös Guthrie & Wigfield 2000). Lukemiseen sitoutumista voidaan tarkastella esimerkiksi asenteiden (kuinka mielellään lukee), lukemisen tavoitteiden (lukemisen syy), käytetyn ajan (kuinka paljon aikaa käyttää omaksi ilokseen lukemiseen) sekä luettavan materiaalin monipuolisuuden avulla (esim. OECD 2009a, 70). Aktiivisille lukijoille on yleensä ominaista, että he näkevät lukemisen hauskana ajanvietteenä: mahdollisuutena päästä uusiin maailmoihin, paeta tylsyyttä tai vähentää stressiä ja rentoutua (Mansor, Rasul, Rauf & Koh 2013, 362). Lukutaidon tutkimukset osoittavat, että sitoutuneet lukijat ovat yleensä myös parempia lukijoita kuin sellaiset, jotka ovat heikosti sitoutuneet lukemiseen (esim. Kupari, Sulkunen, Vettenranta & Nissinen 2012, 41–45; Leino, Nissinen, Puhakka & Rautopuro 2017; OECD 2009a, 69).

Erinomaisten ja heikkojen lukijoiden ulkoinen motivaatio – eli toimiminen palkkiota tai hyötyä tavoitellen – ei Beckerin, McElvanyn ja Kortenbruckin (2010) mukaan eroa paljoakaan. Sen sijaan heidän lukemiseen liittyvä sisäinen motivaationsa eroaa merkittävästi. Wigfield ja Guthrie (1997) ovatkin todenneet, että sisäinen motivaatio ennustaa erinomaisesti lukemisesta nauttimisen määrää. Sisäisesti motivoituneet käyttivät enemmän aikaa lukemiseen omaksi iloksi kuin ulkoisesti motivoituneet (Wang & Guthrie 2004). Sisäisesti motivoituneilla on myönteinen lukijaminä, ja he nauttivat lukemisesta kielteisesti suhtautuvia enemmän, ja heidän lukutaidon tasonsa on parempi (Clark ym. 2005). Päivittäinen lukeminen omaksi iloksi onkin yhdistetty korkeaan lukutaidon tasoon myös PISA-tutkimuksissa (esim. OECD 2011).

Morrow (1983) havaitsi jo yli 30 vuotta sitten tutkiessaan lukemisen eri vaiheissa olevia päiväkotikouluikäisiä, että innokkaiden lukijoiden taustalla olivat poikkeuksetta vanhemmat, jotka tukivat lukemista (myös Mansor ym. 2013). Lukemista tukevissa perheissä on kirjoja saatavilla niin lapsille kuin aikuisillekin, ja niissä luetaan

enemmän ja katsotaan vähemmän televisiota. Perheen tuki voi näkyä myös kirjastoon viemisenä, kirjojen antamisena lahjolina ja lapsen vapautena valita luettavat kirjat (esim. McKool 2007; Pitcher ym. 2007). Niissä kodeissa, joissa vanhemmat lukevat paljon ja keskustelevat lasten kanssa lukemisesta, myös lapset yleensä suhtautuvat lukemiseen myönteisesti ja uskovat lukemisen olevan tärkeää heidän tulevaisuutensa kannalta. Heidän asenteensa lukemista kohtaan on useammin myönteisempi kuin sellaisten lasten, jotka eivät näe äitinsä tai isänsä lukevan yhtään tai jotka eivät koskaan keskustele perheensä kanssa lukemisesta. (Clark & Hawkins 2010.)

Lapsen sosiaalistuminen lukutaitoon liittyviin toimintoihin ja käytänteisiin alkaa siis jo varhaislapsuudessa (primary socialization) ja jatkuu koulussa (secondary socialization) (esim. Corsaro 2010). Tätä vahvistaa myös Neumanin (1986) tutkimus, jossa hän havaitsi, että kun sosioekonominen asema kontrolloitiin, lapsen lukuasenne korreloi vanhemmilta saadun rohkaisun kanssa. Lähtökohtaisesti siis kuka tahansa vanhempi voi sosioekonomisesta asemastaan riippumatta tukea lapsensa lukutaitoa monin tavoin.

Vanhempien sosioekonomisella asemalla näyttää kuitenkin olevan merkitystä siihen, millainen on oppilaan koulumenestys. Bol, Witschge, van de Werfhorst ja Dronkers (2014) havaitsivat tarkastellessaan vuoden 2009 PISA-aineistoa, että vanhempien sosioekonomisella asemalla oli suurempi merkitys sellaisissa koulutusjärjestelmissä, joissa ei pidetty kansallisia tai alueellisia, koulun ulkopuolisen tahon laatimia kokeita ja arviointeja. Esimerkiksi Suomen koulujärjestelmä on tällainen. PIRLS-tutkimuksen tulokset toivatkin esiin sosioekonomisen taustan merkityksen 4.-luokkalaisten lukutaidossa. Sosioekonomisen taustan vaikutus näyttää jopa voimistuneen viime vuosina. (Leino ym. 2017.) Tutkimukset ovat myös osoittaneet, että sosioekonomisesti parempiosaisista kodeista tulevat lapset suhtautuvat yleensä myönteisemmin lukemiseen ja he saavat perheeltään enemmän varhaista tukea kuin sosioekonomisesti alemman tason perheissä (Hemmerechts, Agirdag & Kavadias 2017; Leino ym. 2017; Sénéchal 2006, 72). Aiemmissä PISA-tutkimuksissa on lisäksi havaittu, että sosioekonomisesti pa-

remmassa asemassa olevien perheiden lapset lukevat omaksi ilokseen muita enemmän (OECD 2011).

Lukutaidosta puhuttaessa nousevat esiin myös tyttöjen ja poikien väliset erot. Erilaiset lukutaidon arvioinnit ovat kerta toisensa jälkeen todentaneet, että tyttöjen lukutaidon taso on korkeampi kuin poikien (esim. Leino ym. 2017; Mullis, Martin, Foy & Drucker 2012; OECD 2016) ja Suomessa tyttöjen ja poikien välinen ero on ollut kansainvälisessä vertailussa yksi suurimmista (esim. Vettenranta ym. 2016, 49). Tämän eron syitä on tutkittu paljonkin, mutta tyhjentävää vastausta ei ole saatu. Torppa, Eklund, Sulkunen, Niemi ja Ahonen (2017, 3–4) tuovat esiin seuraavia tutkimuksissa esiin tulleita seikkoja, joiden on nähty vaikuttavan lukutaidon sukupuolieroon: kulttuuri, kouluympäristö ja pedagogiikka, lukemisen useus, kiinnostus lukemiseen, asenne lukemista kohtaan, omaksi iloksi lukeminen, koulusta saadut kotehtävät, lukemisen sujuvuus sekä tutkimuksiin liittyvät seikat, kuten kysymystyyppit. Heidän omassa analyysissään merkittävien 15–16-vuotiaiden tyttöjen ja poikien lukutaitoa erotteleva tekijä oli lukemisen sujuvuus: poikien todennäköisyys kuulua lukusujuvuuden osalta heikoimpaan kymmenykseen oli 4,4 kertaa suurempi pojilla kuin tytöillä (Torppa ym. 2017, 13). OECD:n PISA-raportissa (2010, 99) taas todetaan, että sukupuolten välistä eroa selittävät asenteet ja lukukäyttäytyminen.

Edellä olemme tuoneet esiin perheen kannustuksen merkityksen lukutaidolle. Eri sukupuolia tarkasteltaessa on havaittu, että tytöt keskustelivat kirjoista mieluummin äidin tai kaverin kanssa, kun taas pojat keskustelevat mieluummin isän kanssa (Clark ym. 2005). Lisäksi havaittiin, että äidit kannustavat lukemaan isiä useammin ja myös lukevat isiä useammin (Clark & Foster 2005; Lockwood 2008, 101; Mansor ym. 2013). Perheestä voi tällöin puuttua kokonaan lukevan miehen malli (Lockwood 2008, 101). Pojissa olikin tyttöjä enemmän niitä, jotka eivät koskaan keskustelleet kotona lukemastaan tai lukemisestaan (Clark & Foster 2005).

Tytöt lukevat omaksi ilokseen useammin kuin pojat (OECD 2011). Clark ja Foster (2005) havaitsivat, että ala- ja yläkouluikäiset pojat ajattelivat tyttöjä useammin, että lukeminen on tylsää,

heistä on vaikea löytää mielenkiintoisia kirjoja, he lukevat vain koulussa ja lukeminen on tyttöjen hommaa. Tällainen ajatusmalli lisääntyi nuorten siirtyessä alakoulusta yläkouluun (Clark & Foster 2005). Pandian (1997) käyttää käsitettä haluton lukija, jonka hän määrittelee henkilöksi, joka osaa lukea mutta ei lue. Siten pojissa on enemmän haluttomia lukijoita ja haluttomien lukijoiden määrä lisääntyy teini-iässä sekä tytöillä että pojilla (esim. Clark & Foster 2005). PISA-tutkimuksen vuosien 2000 ja 2009 tulosten vertailu osoittaa lisäksi, että erityisesti poikien joukossa omaksi ilokseen lukevien määrä on vähentynyt useimmissa maissa (OECD 2011). Haluttomat lukijat erosivat innokkaista lukijoista muun muassa lukemisen motivaatiossaan: innokkaat lukijat lukivat, koska se on kivaa, kun taas haluttomat lukijat lukivat, koska he kokivat sen auttavan heitä saamaan haluamansa työn (Clark & Foster 2005, 81).

Paitsi asenteissa, myös luettavassa materiaalissa tapahtuu muutos lasten varttuessa. Kirjasarjat ovat nuorten keskuudessa olleet melko suosittuja, ja joidenkin tutkimusten mukaan niiden suosio näyttäisi jopa lisääntyvän iän myötä (esim. Maynard, MacKay, Smyth & Reynolds 2007). Kaunokirjallisuuden lukemista pidetäänkin yhtenä merkittävimmistä lukutaitoa kehittävästä seikoista. PISA 2009 -tutkimuksessa havaittiin, että vähintään useita kertoja kuukaudessa kaunokirjallisuutta omaksi ilokseen lukevat pärjäsivät arvioinnissa paremmin kuin harvemmin lukevat (OECD 2010, 35). Toisaalta tutkimukset ovat myös osoittaneet, että iän karttuessa esimerkiksi vitsien, sarjakuvien ja kaunokirjallisuuden lukeminen vähenee ja tilalle tulee enemmän verkkosivuja, uutisia ja aikakauslehtiä (Clark ym. 2005; Leino ym. 2017; Sirén, Leino & Nissinen 2018), mikä kertoo pitkien tekstien lukemisen vaihtuvan lyhyiden ja ajankohtaisia aiheita käsittelevien tekstien lukemiseen. Vaikka sanoma- ja aikakauslehtien lukemisella onkin myönteinen yhteys lukutaitoon, se ei ole niin vahva kuin kaunokirjallisuuden lukemisella (OECD 2010, 35; Sirén ym. 2018).

Clark, Osborne ja Akerman (2008) havaitsivat, että ne, jotka itse määrittivät itsensä lukijoiksi, hyväksyivät ja lukivat useammanlaisia tekstejä, kuten aikakauslehtiä, kaunokirjallisuutta ja verkkosivuja. Ne, jotka eivät nähneet itseään lukijoina, luki-

vat yksipuolisemmin. Lukemisen monipuolisuus näyttääkin olevan tärkeä tekijä lukutaidon kehittämisen kannalta, sillä monipuolisesti lukevat ovat arvioinneissa pärjänneet yksipuolisesti lukevia selvästi paremmin (Leino, Linnakylä & Malin 2004; Sulkunen & Nissinen 2014).

## Tutkimuksen toteutus

Tässä tutkimuksessa halusimme rakentaa tilastollisen mallin, jonka avulla voidaan havainnollistaa ja ymmärtää 15-vuotiaiden suomalaisnuorten lukutaidon, lukemiseen sitoutumisen ja eri taustamuuttujien välisiä yhteyksiä. Käyttämämme menetelmä oli polkuanalyysi. Mukaan valitsimme sellaisia muuttujia, joiden aiempien tutkimusten perusteella tiedettiin korreloivan lukutaidon kanssa. Otimme tarkasteluun oppilaan sosioekonomisen taustan, perheen kulttuurisen vaurauden (oppilaan kotona olevat erilaiset kulttuuriesineet, kuten kirjat tai taideteokset), oppilaan sukupuolen, omaksi iloksi lukemiseen päivittäin käytetyn ajan sekä joukon kansallisia kysymyksiä ja väittämiä, joilla tarkasteltiin sitä, millaisia tekstejä oppilaat lukivat ja miten oppilaat suhtautuivat lukemiseen. Alustavissa analyysissä kontrolloimme myös oppilaan maahanmuuttajataustan, mutta sen merkitys mallissa osoittautui niin vähäiseksi, että jätimme sen jatkoanalyysistä pois. Suomen PISA 2015 -aineistossa maahanmuuttajataustaisia oppilaita oli vain 230 eli 3,9 % otoksesta.

PISA 2015:n oppilaskyselyssä oli kaikkiaan 26 lukemiseen sitoutumista mittaavaa kysymystä tai väittämää (ks. liitetaulukko 1), ja oli luontevaa pyrkiä kokoamaan niistä summaindeksejä. Tähän käytimme pääkomponenttianalyysia, joka tuotti viisi selkeää ja helposti tulkittavaa (Promax-vinorotatoitua, ts. keskenään korreloivaa) pääkomponenttia. Nimesimme ne seuraavasti:

- aktiivinen lukuharrastus
- lukukielteisyys
- hyötytekstien verkkolukeminen
- painettujen tekstien lukeminen
- sosiaalisen median käyttö.

Aktiivinen lukuharrastus -pääkomponentti muodostui kaunokirjallisuuden lukemisesta sekä väittämistä, jotka kuvastavat myönteistä suhtautumista lukemiseen, kuten ”Vaihtelen mielelläni kirjoja ystäväni kanssa” tai ”Lukeminen on yksi mieliharrastuksistani”. Lukukielteisyys-komponentissa saivat korkeita latauksia väittämät, jotka osoittavat kielteistä suhtautumista lukemiseen, kuten ”Lukeminen on ajan haaskausta”, tai väittämät, jotka kertovat mahdollisesti lukemiseen liittyvistä vaikeuksista, kuten ”En pysty keskittymään lukemiseen kauempaa kuin muutaman minuutin”. Lukukielteisyys ja aktiivisen lukuharrastuksen välillä oli odotetusti vahva negatiivinen korrelaatio  $-0,52$ .

Hyötytekstien verkkolukeminen -komponentissa painottui verkossa tapahtuva tiedonhaku, kuten verkkosanakirjojen käyttö ja tiedonhaku verkosta jonkin asian oppimiseksi. Painettujen tekstien lukeminen -komponentille sijoittuivat sanomalehtien, aikakauslehtien, sarjakuvien ja tietokirjallisuuden lukeminen (kaunokirjallisuuden lukeminen latautui näistä poiketen aktiivisen lukuharrastuksen komponentille). Näiden kahden pääkomponentin välillä oli kohtalainen positiivinen korrelaatio  $0,39$ . Siten oppilaat, jotka hakevat verkosta tietoa, lukevat melko usein myös painettuja tekstejä. Viides pääkomponentti koostui nimensä mukaisesti sosiaalisen median käyttöä mittaavista osioista. Se korreloi eniten muun verkkolukemisen kanssa mutta ei merkittävästi muiden pääkomponenttien kanssa (ks. liitetaulukko 2). Tämä voidaan tulkita siten, että nuoret ovat suunnilleen yhtä aktiivisesti sosiaalisessa mediassa muusta lukemisharrastuksesta riippumatta. Kysymysten ja väittämien latautumisen pääkomponenteille olemme esittäneet yksityiskohtaisemmin liitetaulukossa 3.

Tämän jälkeen sovitimme aineistoon kaksi polkumallia. Ensimmäisessä tutkimme, miten viisi edellä mainittua pääkomponenttia selittävät oppilaan lukutaitoa ja miten ne ovat yhteydessä toisiinsa. Kullekin pääkomponentille estimoituin suora vaikutus oppilaan lukutaitotulokseen. Koska pääkomponenttien välillä oli vaikea ajatella yksiselitteisiä kausaalisuhteita, päädyimme estimoimaan yksisuuntaisten suorien vaikutusten sijasta pääkomponenttien väliset kovarianssit. Siten tämä polkumalli on



itse asiassa yksinkertainen viiden selittävän muuttujan lineaarinen regressiomalli, jossa regressiokertoimien (suorien vaikutusten) kanssa samanaikaisesti estimoitiin selittävien muuttujien väliset riippuvuudet.

Toisessa mallissa lisäsimme lukemiseen sitoutumista mittaavien pääkomponenttien taustalle oppilaan sukupuolen sekä hänen perheensä sosioekonomisen taustan (PISA-tutkimuksissa yleisesti käytetty ESCS-indeksi) ja kulttuurisen vaurauden. ESCS-indeksi koostuu useista kodin materiaalista vaurautta ja resursseja mittaavista muuttujista sekä vanhempien koulutustasoa ja ammattiasemaa mittaavista muuttujista (OECD 2016, 205). Kulttuurista vaurautta mitattiin kysymällä oppilaalta, missä määrin hänen kotonaan on erilaista kirjallisuutta, taideteoksia tai soittimia (CULTPOSS-indeksi, ks. OECD 2017, luku 16, sivu 14). Tämän mallin avulla voidaan siis tarkastella lukemiseen sitoutumisen ja lukutaidon välisen yhteyden lisäksi sitä, miten nämä taustatekijät selittävät toisaalta lukemiseen sitoutumista ja toisaalta lukutaitoa. Erityisesti voidaan tutkia, onko oppilaan sukupuolella ja sosioekonomialla suoraa vaikutusta hänen lukutaitoonsa vai kulkeeko tämä yhteys epäsuorasti sitoutumisen välityksellä.

Lukutaidon mittarina käytimme PISA 2015 -aineiston kymmenen ”lukutaitopistemäärän” eli niin sanottujen plausible value (PV) -arvojen keskiarvoa, jota voidaan pitää tarkimpana aineistosta saatavana arviona oppilaan osaamiselle. Olemme tietoisia, että PV-keskiarvon käyttöä PISA-aineistojen analyysien vastemuuttujana ei suositella, koska tällöin oppilaspopulaation varianssi (tässä lukutaidon vaihtelu Suomen 15-vuotiaiden joukossa) tulee ali-arvioiduksi (ks. OECD 2009b). PISA-tutkimusten kansainvälisesti hyväksyttynä tavoitteena on arvioida mahdollisimman tarkkaan koulutusjärjestelmätason suureita, joista osaamisen vaihtelu populaation sisällä on yksi tärkeimmistä; oppilastason päätelmät ovat toissijaisia. Siten PISA-tutkimuksen suositeltu metodologia, jossa suoritetaan identtiset analyysit jokaiselle PV:lle erikseen ja yhdistetään niiden tulokset moni-imputointitekniikalla (OECD 2009b), tähtää nimenomaan populaatiotason ilmiöiden mahdollisimman harhattomaan estimointiin. Tällainen metodologia olisi

ollut toteutettavissa myös tässä tutkimuksessa, mutta se olisi ollut tutkimuksen tavoitteeseen nähden tarpeettoman monimutkainen. Tässä tutkimuksessa olemme kiinnostuneita vain valittujen muuttujien välisistä riippuvuuksista, minkä vuoksi suoritimme polkuanalyysin muuttujien korrelaatiomatriisille (ts. kaikki analysoitavat muuttujat oli standardoitu keskiarvoon 0 ja keskihajontaan 1). Siten kaikki mallilla saadut kovarianssiestimaatit ovat itse asiassa korrelaatioita. Populaatiotason varianssin harhaston estimointi on standardoitujen muuttujien tapauksessa merkityksetöntä. Koska halusimme muodostaa aineistosta tulkinnallisia lukuharrastusta ja -aktiviteetteja eri puolilta kuvaavia summaindeksejä olettamatta niiden taustalle mitään latenttia faktorirakennetta, päätimme myös olla käyttämättä rakenneyhtälömalleja (ks. esim. Bollen 1989), joissa alkuperäisistä lukuaktiviteetteja mittaavista väittämistä, sosioekonomiaa mittaavista muuttujista ja lukuaitoa mittaavista PV-muuttujista olisi muodostettu latentteja faktoreita ja näiden latenttien faktoreiden välille olisi estimoitu kausaalivaikutuksia.

Polkuanalyysit toteutimme SAS-ohjelmiston CALIS-proseduurilla käyttäen suurimman uskottavuuden (ML) estimointimenetelmää. Kaikissa laskennoissa käytimme PISAn otanta-asetelman mukaisia oppilaspainoja. Mallien hyvyttä arvioimme rakenneyhtälömallien (polkumalli on näiden erikoistapaus, josta latentit muuttujat puuttuvat) yleisillä yhteensopivuusmitoilla:  $\chi^2$ -testi, GFI (Jöreskog & Sörbom 1989), AGFI (Mulaik ym. 1989), CFI (Bentler 1995) sekä SRMR ja RMSEA (Steiger & Lind 1980). Polkumallien parametrien (regressiokertoimet, kovarianssit) merkitsevyydet testasimme *t*-testeillä. Jos jokin parametri ei ollut tilastollisesti merkitsevä, asetimme sen nolllaksi.

Vertailun vuoksi sovitimme samat mallit myös PISA 2009:n aineistoon. Koska tulokset olivat molemmille vuosille lähes samantlaiset ja johtivat samantlaisiin päätelmiin, emme raportoi tässä vuoden 2009 aineistoon perustuvia tuloksia.

## Tulokset

### Lukemiseen sitoutumisen viiden pääkomponentin yhteys lukutaitoon (polkumalli 1)

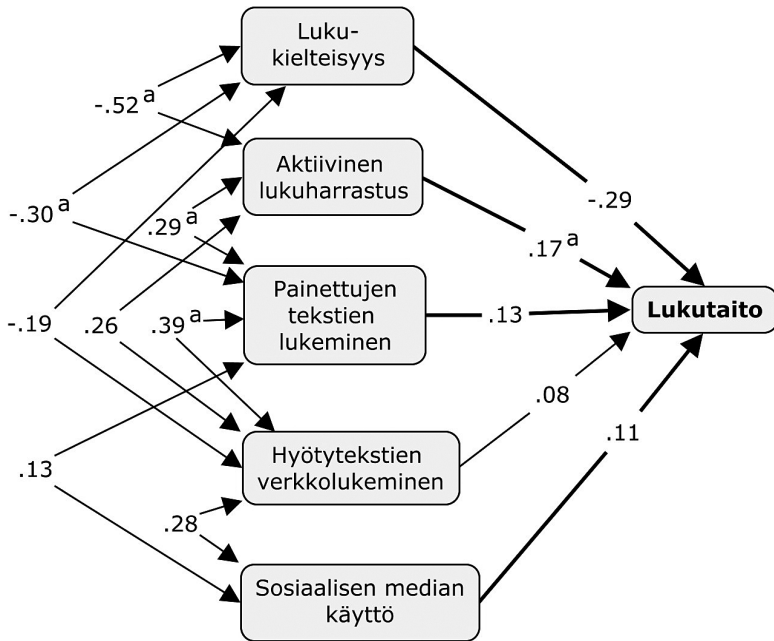
Viiden lukuaktiviteetteja ja -asenteita kuvaavan pääkomponentin yhteyksiä PISA-lukutaitoon kuvaava malli ( $n = 4\,649$ ) on kuviossa 1. Malli selitti 27 prosenttia lukutaidon vaihtelusta, mikä on samaa suuruusluokkaa PISA-aineistoilla aiemmin saatujen selitysteiden kanssa<sup>1</sup>. Kaikilla viidellä pääkomponentilla oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $p < 0,001$ ) vaikutus. Kaikkien käytettyjen yhteensopivuusmittojen mukaan malli sopi aineistoon erinomaisesti (esim. SRMR = 0,005 (viitearvo  $< 0,05$ ) ja AGFI = 0,999 (viitearvo  $> 0,95$ )). Suuren otoskoon ansiosta kaikkien parametriestimaattien keskivirheet olivat hyvin pieniä: kahdella desimaalilla ilmaistuna 0,01 tai 0,02. Kuviossa 1 ne estimaatit, joiden keskivirhe oli 0,02, on merkitty a-kirjaimella. Kaikkien muiden estimaattien keskivirhe oli 0,01.

Vahvimmin lukutaitoon vaikuttava tekijä oli lukukielteisyys (standardoitu kerroin  $-0,29$ ). Toisin sanoen oppilaat menestyivät PISA-arvioinnissa sitä heikommin, mitä kielteisemmin he suhtautuivat lukemiseen tai osoittivat vastauksillaan lukemiseen keskittymisen olevan heille vaikeaa. Se, että nimenomaan lukukielteisyydellä oli tutkituista muuttujista voimakkain vaikutus, viittaa siihen, että merkittävä osa lukutaidon vaihtelusta johtuu lukemiseen kielteisesti suhtautuvista oppilaista ja heidän heikoista tuloksistaan.

Toiseksi suurin vaikutus (0,17) oli aktiivisella lukuharrastuksella. Aktiivinen lukuharrastus tukee lukutaidon kehittymistä ja näkyi menestymisenä lukutaidon arvioinnin kokeessa. Aktiivinen lukuharrastus ja kielteinen suhtautuminen lukemiseen korreloivat

---

1. Täsmälleen samanlaista analyysiä ei ole Suomen PISA-aineistoilla aikaisemmin tehty, mutta vuoden 2000 aineistossa lukemisharrastukseen sitoutuminen selitti lukutaidon vaihtelusta 22 prosenttia ja kiinnostus lukemiseen 18 prosenttia (Väljäärvi ym. 2001). Yhdessä näiden selitysteiden kanssa oli 24 prosenttia. Vuoden 2009 aineistossa kiinnostus lukemiseen (mittari muuttui hieman vuodesta 2000) selitti lukutaidon vaihtelusta 27 prosenttia (Sulkunen ym. 2010). Kumpianakin vuonna nämä selitysosuudet olivat Suomessa OECD-maiden keskitasoa korkeampia ja myös muiden Pohjoismaiden vastaavia selitysosuuksia korkeampia.



**Kuvio 1.** Viiden pääkomponentin yhteyksiä lukutaitoon kuvaava polkumalli (n = 4 649).

ymmärrettävästi voimakkaan negatiivisesti keskenään: mitä aktiivisempi lukuharrastus oli, sitä vähemmän oppilas osoitti kielteistä suhtautumista lukemiseen.

Kolmanneksi vahvimpana näkyi painettujen tekstien lukemisen yhteys lukutaitoon (kerroin 0,13). Painettujen tekstien lukemisen pääkomponenttiin sijoittuneet toiminnot vaikuttavat keskityvän pääasiassa melko lyhyiden tekstien lukemiseen ja arkilukemiseen, kuten sanomalehtien ja sarjakuvien lukemiseen. Näiden lukeminen tuki lukutaitoa selvästi, joskaan ei aivan yhtä vahvasti kuin aktiivinen lukuharrastus, johon kuuluu kaunokirjallisuuden lukeminen. Painettujen tekstien lukeminen korreloi myös lukuharrastuksen kanssa: aktiiviset lukuharrastajat lukevat monenlaisia tekstejä ja kartuttavat näin osaamistaan eri tekstilajien alueella. Kielteinen suhtautuminen lukemiseen korreloi negatiivisesti

painettujen tekstien lukemisen kanssa. Siten kaikkein kielteisimmän lukemiseen suhtautuvat eivät lukeneet usein edes sanomalehtiä tai sarjakuvia.

Painettujen tekstien lukeminen korreloi melko vahvasti hyötytekstien verkkolukemisen kanssa. Kyse onkin pitkälti samaan tarpeeseen vastaavista teksteistä, ja erona on lähinnä media, jonka kautta ne välittyvät. Hyötytekstien verkkolukemisen yhteys lukutaitoon oli heikoin tarkastelluista viidestä selittäjästä (0,08). Hyötytekstien verkkolukemisen ja aktiivisen lukuharrastuksen välillä oli samanlainen yhteys kuin painettujen tekstien ja lukuharrastuksen välillä.

Viides selittävä muuttuja oli sosiaaliseen mediaan liittyvä lukeminen, jonka yhteys lukutaitoon oli kuitenkin toiseksi heikoin, vaikkakin merkitsevä (0,11). Sosiaalisen median käyttö korreloi muun verkon käytön kanssa sekä jonkin verran myös painettujen tekstien lukemisen kanssa. Sen sijaan se ei korreloinut merkitsevästi lukukielteisyyden ja aktiivisen lukuharrastuksen kanssa; nämä kovarianssiparametrit asetimme lopullisessa mallissa nolliksi.

## Taustamuuttujilla laajennettu polkumalli (polkumalli 2)

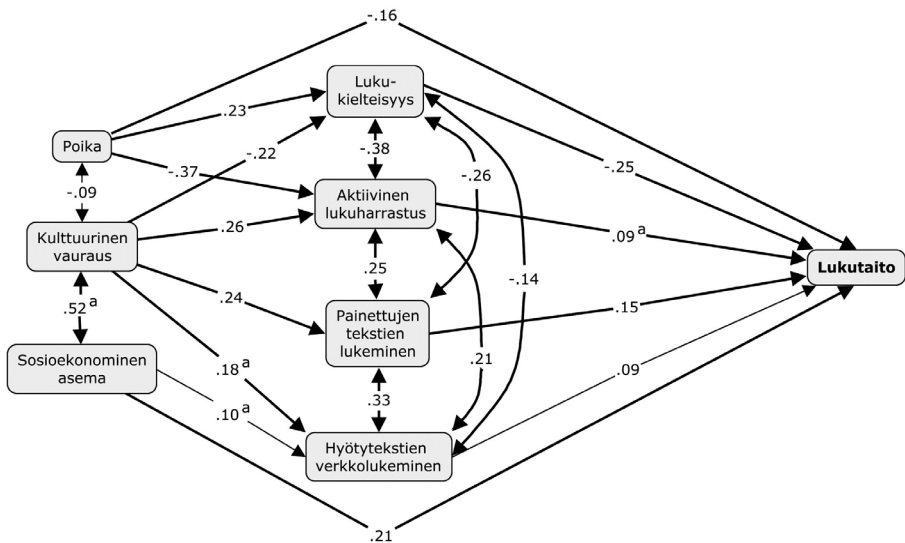
Toisessa mallissa laajensimme ensimmäistä mallia ottamalla mukaan perheen sosioekonomisen aseman, kulttuurisen vaurauden ja oppilaan sukupuolen. Estimoimme näiden vaikutukset sekä lukemiseen sitoutumisen pääkomponentteihin että lukutaitoon. Sukupuolen ja sosioekonomisen taustan määrittelimme mallissa keskenään korreloimattomiksi: ei ole oletettavaa, että perheen sosioekonomisella tasolla ja oppilaan sukupuolella olisi yhteyttä. Sen sijaan sukupuolen ja perheen kulttuurisen vaurauden välillä estimoimme korrelaation – aiemmissa PISA-tutkimuksissa on havaittu, että tyttöjen vastausten mukaan heidän perheissään on enemmän kirjallisuutta ja taideteoksia kuin poikien perheissä. Voidaan tosin pohtia, voisiko osasyys tähän olla sukupuolten erilaisessa tavassa havainnoida ympäristöään.

Lisämuuttujien mukaanoton myötä sosiaalisen median käytön yhteys lukutaitoon menetti merkitsevyytensä. Kun lisätyistä

taustamuuttujista ainoastaan sukupuoliolla oli merkitsevä yhteys sosiaalisen median käyttöön (tytöt käyttivät merkitsevästi enemmän), päätimme jättää sosiaalisen median käytön kokonaan pois tästä mallista. Sinänsä tulos, jonka mukaan sosioekonominen kotitausta ja sosiaalisen median käyttö eivät riipu toisistaan, on huomionarvoinen.

Lopullisesta mallista jätimme pois myös muutamia lähellä nol-  
laa olleita, sukupuoliin ja kotitaustaan liittyviä vaikutusparamet-  
reja, jotka suuresta otoskoosta ( $n = 4\ 614$ ) johtuen olivat kuitenkin  
tilastollisesti merkitseviä ( $p < 0,05$ ). Tällaisia olivat sosioekonomi-  
sen aseman yhteys lukukielteisyyteen ( $-0,09$ ), aktiiviseen lukuhar-  
rastukseen (kerroin  $0,04$ ) ja painettujen tekstien lukemiseen ( $0,06$ )  
sekä sukupuolen (poika) yhteys hyötytekstien verkkolukemiseen  
( $0,04$ ) ja painettujen tekstien lukemiseen ( $0,08$ ). Näiden paramet-  
rien pois jättäminen selkeytti taustamuuttujien ja pääkomponent-  
tien välistä rakennetta ilman, että mallin sopivuus aineistoon kär-  
si olennaisesti. Tavanomaisten yhteensopivuuskriteerien mukaan  
malli sopi aineistoon erinomaisesti (esim. SRMR =  $0,026$ , RMSEA =  
 $0,047$  ja AGFI =  $0,979$ ); toisin sanoen se selitti tarkasteltujen muut-  
tujen väliset korrelaatiot erittäin hyvin. Lopulliseen malliin jätetyt  
vaikutukset ja kovarianssit olivat kaikki tilastollisesti erittäin mer-  
kitseviä ( $p < 0,001$ ). Malli on esitetty kuviossa 2. Jälleen kaikkien  
parametriestimaattien keskivirheet olivat hyvin pieniä. Kuviossa 2  
ne estimaatit, joiden keskivirhe oli  $0,02$ , on merkitty a-kirjaimella.  
Kaikkien muiden estimaattien keskivirhe oli  $0,01$ .

Lopulliseksi valittu malli selitti 32 prosenttia lukutaidon vaihte-  
lusta PISA 2015:n oppilasarvioinnissa. Sukupuolen ja kotitaustan  
mukaan ottaminen nosti lukutaidon selitysastetta vain noin viisi  
prosenttiyksikköä. Lukukielteisyysvaihtelusta taustamuuttujat  
selittivät 11 prosenttia ja aktiivisen lukuharrastuksen vaihtelusta  
22 prosenttia, mutta hyötytekstien verkkolukemisen ja painettujen  
tekstien lukemisen selitysasteet olivat kummatkin vain noin kuusi  
prosenttia. Siten kahta viimeksi mainittua lukuaktiivisuuden muo-  
toa ei voi kovin vahvasti yhdistää sukupuoliin ja kotitaustaan. Sen  
sijaan erityisesti aktiivinen lukuharrastus on merkittävässä määrin  
ominaista tytöille ja nuorille, joilla on korkea sosioekonominen ja



**Kuvio 2.** Taustamuuttujilla laajennettu polkumalli (n = 4614).

kulttuurinen pääoma. Lukukielteisyys on vastaavasti tyypillisintä pojille, joiden taustaan liittyy matala sosioekonominen ja kulttuurinen pääoma.

Laajennetussa polkumallissa vahvimmin lukutaitoon suoras-  
sa yhteydessä oli edelleen lukukielteisyys (standardoitu kerroin  
–0,25). Aktiivisen lukuharrastuksen yhteys lukutaitoon oli hyvin  
heikko (0,09), vaikka se olikin merkitsevä. Tämä johtunee ainakin  
osaksi siitä, että malliin tuli taustatekijäksi mukaan oppilaan suku-  
puoli. Mallin mukaan sukupuolella on selvä yhteys sekä lukutai-  
toon että varsinkin aktiiviseen lukuharrastukseen: pojilla on aktii-  
vistä lukuharrastusta merkitsevästi vähemmän (–0,37) kuin tytöillä  
ja samalla poikien lukutaito on tyttöjä heikompi (–0,16). Siten luku-  
harrastuksen ja lukutaidon välinen korrelaatio selittyy merkittävä-  
ssä määrin sukupuolen taustavaikutuksella. Jos otetaan huomioon  
sukupuolen suoran vaikutuksen (–0,16) lisäksi myös sen epäsuorat  
vaikutukset (yhteensä –0,11) lukutaitoon, sukupuoli on hyvin vah-  
va lukutaidon selittäjä. Sukupuoli selittää lukutaitoa paitsi suoraan

myös lukukielteisyyden ja aktiivisen lukuharrastuksen kautta. Sen sijaan sukupuolella ei ollut merkitsevää suoraa yhteyttä painettujen tekstien lukemiseen tai hyötytekstien verkkolukemiseen. Aineiston perusteella ei kuitenkaan voida sanoa tarkemmin, mistä sukupuolen ja lukutaidon välinen suora yhteys johtuu.

Toisaalta aktiivinen lukuharrastus liittyy vahvasti myös oppilaan lukukielteisyyteen. Aktiivinen lukuharrastus oli lukukielteisyyden kanssa käänteistä (korrelaatio  $-0,38$ ) ja siten se ehkäisee lukukielteisyyttä ja sen kielteistä vaikutusta lukutaitoon. Painettujen tekstien lukeminen vaikutti oppilaan lukutaidon tasoon jonkin verran ( $0,15$ ) enemmän kuin aktiivinen lukuharrastus. Sukupuolen ja koti-taustan vakioinnin jälkeenkin kaikki neljä lukuaktiivisuutta mittaavaa pääkomponenttia korreloivat keskenään (lukukielteisyys korreloi muiden kanssa negatiivisesti). Toisin sanoen erilaiset lukuaktiiviteetit kumuloituvat jossain määrin samoille oppilaille. Heikoin korrelaatio oli lukukielteisyyden ja hyötytekstien verkkolukemisen välillä ( $-0,14$ ). Se, että tämä korrelaatio oli heikompi kuin lukukielteisyyden ja painettujen tekstien lukemisen välinen ( $-0,26$ ), voidaan tulkita siten, että lukukielteisille oppilaille verkkotekstien lukeminen on vähemmän vierasta kuin painettujen tekstien lukeminen.

Perheen sosioekonomisella asemalla oli melko vahva suora yhteys lukutaitoon (standardoitu kerroin  $0,21$ ). Lisäksi sillä oli myös heikko mutta merkitsevä yhteys verkossa tapahtuvan hyötylukemisen kautta: hyötytekstien verkkolukeminen oli hieman yleisempää korkeamman sosioekonomisen aseman oppilaille ( $0,10$ ), ja se puolestaan oli heikossa positiivisessa yhteydessä lukutaitoon ( $0,09$ ). Sosioekonomisella asemalla ei ollut mallissa suoraa yhteyttä lukukielteisyyteen, aktiiviseen lukuharrastukseen tai painettujen tekstien lukemiseen.

Sen sijaan perheen kulttuurisella vauraudella, joka tosin korreloi vahvasti ( $0,52$ ) perheen sosioekonomisen statuksen kanssa, oli selvä yhteys jokaiseen neljään lukemiseen sitoutumista mittaavaan muuttujaan, jotka edelleen olivat yhteydessä lukutaitoon. Kodin kulttuurinen vauraus oli käänteisesti yhteydessä lukukielteisyyteen, eli kodin tarjoamat kirjat ja muut kulttuuriesineet vähensivät lukukielteisyyttä. Vastaavasti taas kulttuurisesti vau-



raassa perheessä harrastettiin aktiivista lukemista todennäköisemmin kuin perheessä, joissa kirjoja ei ollut tarjolla. Perheen kulttuurinen vauraus korreloi myös painettujen tekstien lukemisen kanssa sekä jonkin verran myös hyötytekstien verkkolukemisen kanssa. Mielenkiintoista on, että mallin mukaan kulttuurisella vauraudella ei ollut lainkaan suoraa yhteyttä lukutaidon tasoon.

Samoin kuin sukupuolen ja lukutaidon välistä suoraa yhteyttä myös sosioekonomisen taustan ja lukutaidon välistä suoraa yhteyttä on vaikea selittää täsmällisesti. Etukäteen oletimme, että korkea sosioekonominen tausta liittyy perheen kulttuuriseen vaurauteen, joka puolestaan ruokkii myönteisiä lukemisasenteita ja lukuharrastusta ja edelleen lukutaitoa. Sosioekonomisen aseman suora yhteys (0,21) lukutaitoon oli kuitenkin epäsuoria yhteyksiä (yhteensä 0,08) voimakkaampi ja samalla voimakkaampi kuin kulttuurisen vaurauden (epäsuorat) yhteydet lukutaitoon. Yksi mahdollinen selitys tälle on se, että PISAssa käytettyyn sosioekonomisen aseman mittariin (ESCS) sisältyy vanhempien koulutustaso, jolla on toistuvasti havaittu olevan voimakas yhteys lapsen oppimistuloksiin.

Laajemmalla mallilla saavutettu 32 prosentin selitysaste on varsin tyypillinen PISA-lukutaidon vaihtelua selittävälle regressiomallille. On muistettava, että vuonna 2015 PISAn pääarviointialueena olivat luonnontieteet, minkä vuoksi taustakyselyissä ei ollut erityisesti lukutaitoon tai lukemisen opetukseen liittyviä kysymyksiä toisin kuin vuosien 2000 ja 2009 tutkimuksissa. Näissä havaittiin, että oppilaan lukemisaktiivisuuden ja sosioekonomisen taustan ohella merkittäviä lukutaidon selittäjiä olivat oppilaan lukemis- ja opiskelustrategioiden hallintaan liittyvät tekijät (esim. Sulkunen & Nissinen 2012). Vuoden 2009 PISA-aineistossa lukemisaktiivisuudella, sosioekonomisella taustalla ja lukemisstrategioiden hallinnalla voitiin yhdessä selittää noin 35 prosenttia suomalaisoppilaiden lukutaidon vaihtelusta. Selitysasteet olivat samaa 30–36 prosentin luokkaa myös muissa Pohjoismaissa ja Saksassa.

Empiirisissä arviointitutkimuksissa, PISA mukaan lukien, suurin osa oppimistulosten vaihtelusta on yleensä yksilöllistä vaihtelua, jota ei voida selittää suurellakaan määrällä taustamuuttujia.

Kyse voi olla eroista oppilaiden lahjakkuudessa tai tilannetekijöistä, joita kyselyissä ei ole mitattu. Lukutaitoon vaikuttava syy voi myös löytyä varhaisesta lapsuudesta: PIRLS-tutkimuksessa vahvaksi neljäsluokkalaisen lukutaitoa selittäväksi muuttujaksi osoitettiin kodin antama varhainen tuki (esim. ovatko vanhemmat lukee lapselleen tai leikkineet hänen kanssaan kirjainleluilla) sekä lapsen lukemiseen liittyvät taidot ennen kouluikää (esim. tunnustiko kirjaimia tai osasiko lukea ennen koulun alkua). (Leino ym. 2017.)

## Pohdintaa

Analyysimme mukaan vuoden 2015 PISA-aineistossa lukutaidon kanssa korreloi vahvimmin kielteisiä lukuasenteita ja lukemiseen liittyviä ongelmia kuvaava pääkomponentti. Näin kielteinen suhtautuminen lukemiseen määrittää PISA-arvioinnin lukutaitotulosta enemmän kuin muut lukuharrastuksen eri muotoja kuvaavat muuttujat: kielteisesti lukemiseen suhtautuvat oppilaat erottuvat Suomen aineistossa selkeänä kansallista lukutaitotulosta heikentävänä ryhmänä. Sillä, miten yksilö suhtautuu lukemiseen, on siis merkittävä vaikutus niin lukemisen harrastamiselle kuin lukutaidon osaamistasollekin.

Haluttomat lukijat ovat merkittävä ongelma lukutaidon kehittämisen kannalta, sillä kyse ei useinkaan ole siitä, että he eivät osaisi lukea – vaikka heikko tekninen lukutaito aiheuttaa usein myös haluttomuutta lukea – vaan kyse on asenteista ja motivaatiosta: he eivät halua lukea. Tällaiset asenteet ovat voineet syntyä jo lapsuuden kodissa ennen koulun alkua tai ne ovat voineet kehittyä nuoren varttuessa, jos lapsi ei esimerkiksi ole löytänyt lukuseikkailun iloa – häntä kiinnostavia kirjoja – tai hän ei ole saanut myönteistä palautetta lukemisesta.

Kulttuurisesti vauraissa kodeissa oli vähemmän lukemiseen kielteisesti suhtautuvia kuin perheissä, joissa ei esimerkiksi ollut paljoakaan kirjoja. Tässä tuleekin esiin perheen merkitys lukuinnostuksen tukemisessa: kun lapsi saa kotona kannustusta kirjojen

pariin ja lukemista arvostetaan ja siitä keskustellaan, syntyy lapselle myönteinen lukijaidentiteetti. Tällöin syntyy myönteinen kierre, jossa lapsi tarttuu helposti kirjaan, jonka lukeminen kehittää hänen lukutaitoaan, mikä taas tarjoaa onnistumisen kokemuksia tai myönteisiä tunne-elämyksiä kirjojen parissa, mikä innostaa lasta lukemaan jatkossakin. Tällainen lapsi ja nuori on sisäisesti motivoitunut ja sitoutunut lukija, joka kokee lukutapahtuman myönteisenä tilanteena. (Ks. myös Leino ym. 2017.)

Vaikka perheen kulttuurinen vauraus korreloi vahvasti perheen sosioekonomisen aseman kanssa, ei sosioekonominen asema suoraan korreloinut lukukielteisyyden tai innokkaan lukuharrastuksen kanssa. Tämä vahvistaa Neumanin (1986) havaintoa, että vanhempien välittämä asenne ei aina ole riippuvainen perheen varallisuudesta tai koulutuksesta. Asenteeseen vaikuttaa se, milaista lukemiseen liittyvää toimintaa lapsen kanssa tehdään (myös Leino ym. 2017). Perheen yhteistä lukemiseen liittyvää toimintaa ei PISA-tutkimuksessa ole kuitenkaan kysytty, joten sen yhteyttä 15-vuotiaiden lukutaitoon ei voida tässä arvioida.

Pääkomponenttianalyysin perusteella väittämät, jotka selvästi osoittivat lukukielteisyyttä sekä väittämät, jotka kuvastivat lukemiseen liittyviä vaikeuksia (kuten väittämät ”minun on vaikea lukea kirjoja loppuun” ja ”en pysty keskittymään lukemiseen kauempaa kuin muutaman minuutin”), liittyivät yhteen. Tällaiset näkemykset voivat johtua asenteesta lukemista kohtaan, mutta niiden taustalla voi olla myös lukivaikeuksia tai keskittymisvaikeuksia. Yksi syy lukemisen vaikeuksiin voivat olla Torpan ym. (2017) havaitsemat lukusujuvuuden ongelmat: kun lukeminen ei ole sujuvaa, voi oppilas tuntea lukemisen olevan vaikeaa, raskasta ja hidasta. Tällöin voi syntyä myös kielteinen asenne lukemista kohtaan ja oppilas hakeutuu muihin ajanvietteisiin lukemisen sijaan.

Kansallisen osaamistason kehittämisen kannalta olisikin tärkeää kiinnittää huomiota siihen, että lapset ja nuoret saavat myönteisiä lukukokemuksia. Tämän lisäksi olisi tärkeää tukea entistä vahvemmin niitä oppilaita, joilla on lukemisen ja oppimisen vaikeuksia. Erityisopetuksen syitä ei nykyisen käytännön mukaan enää tilastoida, mutta Tilastokeskuksen (2010) lukuvuoden 2009–2010 tilas-

ton perusteella Suomessa oli 1.–6. luokilla 47 843 oppilasta (lähes 20 % oppilaista), jotka saivat osa-aikaista erityisopetusta ensisijaisena syynä luku- tai kirjoitusvaikeudet. Yläkoulussa vastaava luku oli vain 3 693 oppilasta (alle 2 % oppilaista). Yläkoulun luku ei kuitenkaan kerro sitä todellista määrää oppilaista, jotka kamppailevat lukemisen kanssa, sillä yläkouluikäisillä lukivaikeus näkyy yleensä lukemisen hitautena (Järviluoma ym. 2014) eikä oppilas saa välttämättä erityisopetusta sitä varten. (Ks. myös Kirjavainen, Pulkkinen & Jahnukainen 2013.)

Myönteisten lukukokemusten tukemisessa on hyvä huomioida Chuan (2008) tutkimus, jossa hän havaitsi, että oppilaat olivat motivoituneempia ja sitoutuneempia lukemaan, kun he saivat itse valita sen, mitä he lukivat. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että nuoret pitäisi jättää yksin valitsemaan sopivaa luettavaa, vaan pikemminkin sitä, että aikuisten tulisi auttaa nuoria tässä asiassa. Analyysimme osoittaa, että myös muiden tekstien kuin kaunokirjallisuuden lukemisella oli myönteinen yhteys lukutaitoon. Siksi olisi hyvä kannustaa nuoria lukemaan myös esimerkiksi tietokirjallisuutta ja uutisartikkeleita.

Myöskään kavereiden merkitystä ei pidä väheksyä. Lukemista harrastavat toivat väittämässä esiin esimerkiksi sen, että he mielellään vaihtelivat kirjoja kavereiden kanssa. Myös Mansor ym. (2013) ovat todenneet, että aktiivisimmilla lukijoilla oli kavereita, joiden kanssa he vaihtelivat kirjoja, jakoivat kirjavinkkejä ja keskustelivat kirjoista. Clarkin & Fosterin (2005, 37–38) tutkimuksessa tytöistä 19 prosenttia ja pojista 14 prosenttia arvioi, että he lukevat enemmän, jos heidän ystävänsä lukisivat enemmän. Lukevat ystävät voivat siis lisätä nuoren lukuintoa, mutta vastaavasti lukeminen voi jäädä vähäiseksi, jos sitä ei arvosteta ystäväpiirissä tai sitä suorastaan väheksytään ja pilkataan.

Edellistäkin merkittävimpiä syitä Clarkin ja Fosterin (2005) tutkimuksessa olivat ne, ettei nuorilla ollut aikaa lukea, etteivät he nauttineet lukemisesta ja etteivät he löytäneet kiinnostavaa luettavaa. Kirjavinkkien jakamista ja keskustelua kirjoista on jonkin verran alakouluissa äidinkielen tunneilla, sillä monissa kouluissa esimerkiksi lukudiplomin suorittaminen innostaa oppilaita lukemaan.

Yläkoulussa lukuinnostaminen ja lukemisesta nauttiminen saa huomattavasti vähemmän aikaa, mikä voi olla yksi syy siihen, että erityisesti sellaisten oppilaiden lukuinto laskee, joilla ei ole lukemisen mallia ja kannustusta kotona. Eräät tutkimukset (esim. Chen 2008; Merga 2016; myös Pitcher ym. 2007) ovat kuitenkin osoittaneet, että opettajalla voi olla yhtä suuri merkitys lukemiseen ja tiedonhakuun innostamisessa kuin vanhemmilla. Tämä edellyttää sitä, että opettaja tuo esiin kiinnostuksensa kirjoihin ja innostuneisuutensa niistä.

Kokonaisuutena tämän tutkimuksen tulokset osoittavat aiempien tutkimusten tavoin, että hyvän lukutaidon takana ovat monet tekijät. Merkittävin näistä näyttää kuitenkin olevan oppilaan asenne lukemista kohtaan. Myönteisesti lukemiseen suhtautuva tarttuu helposti kirjaan, jonka lukeminen kehittää lukutaitoa ja luo myönteisiä lukukokemuksia vahvistaen lukemiseen sitoutumista. Siksi erityisen tärkeää olisi tarjota lapselle sekä lukemisen mallia että yhteisiä luku- ja keskusteluhetkiä. Jo pienestä pitäen syntynyt suhde lukemiseen vaikuttaa pitkälle. Alakoululaisten ja yläkoululaisten lukutaidon tason vertailu osoittaa kuitenkin, että erot lukutaidossa ovat suurempia yläkoululaisilla kuin alakoululaisilla: esimerkiksi 10-vuotiaistamme 2 prosenttia ei saavuttanut lukutaidon vähimmäistasoa (Leino ym. 2017, 16), kun taas 15-vuotiaissa vähimmäistason alle jäi 11 prosenttia nuorista (Vettenranta ym. 2016, 27–28). Myös tyttöjen ja poikien välinen piste-ero kaksinkertaistuu lasten kasvaessa (Leino ym. 2017, 15; Vettenranta ym. 2016, 49). Siksi on tärkeää, että myös teini-ikäisten lasten lukemista tuetaan niin kotona kuin koulussakin.

## Lähteet

- Arffman, I. & Nissinen, K. 2015. Lukutaidon kehitys PISA-tutkimuksissa. Teoksessa J. Välijärvi & P. Kupari (toim.) Millä eväillä osaaminen uuteen nousuun? PISA 2012 tutkimustuloksia. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2015:6.
- Becker, M., McElvany, N. & Kortenbruck, M. 2010. Intrinsic and extrinsic reading motivation as predictors of reading literacy: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology* 102 (4), 773–785.
- Bentler, P. M. 1995. EQS: Structural equations program manual. Program version 5.0. Encino: Multivariate Software.

- Bol, T., Witschge, J., van de Werfhorst, H. G. & Dronkers, J. 2014. Curricular tracking and central examinations: Counterbalancing the impact of social background on student achievement in 36 countries. *Social Forces* 92 (4), 1545–1572. <https://doi.org/10.1093/sf/sou003>. (Luettu 13.12.2017.)
- Bollen, K. A. 1989. *Structural equations with latent variables*. New York: Wiley.
- Brozo, W. G., Sulkunen, S., Shiel, G., Garbe, C., Pandian, A. & Valtin, R. 2014. Reading, Gender, and Engagement – lessons from five PISA countries. *Journal of Adolescent & Adult Literacy* 57 (7), 584–593. <https://doi.org/10.1002/jaal.291>. (Luettu 13.12.2017.)
- Chen, S. Y. 2008. Who is the avid adolescent reader in Taiwan: The role of gender, family and teacher. *Journal of Adolescent and Adult Literacy* 52 (3), 214–223.
- Chua, S. P. 2008. The effects of the sustained Silent Reading Program on cultivating students’ habits and attitudes in reading books for leisure. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas* 81 (4), 180–184.
- Clark, C. & Foster, A. 2005. *Children’s and young people’s reading habits and preferences: the who, what, why, where and when*. London: National Literacy Trust.
- Clark, C. & Hawkins, L. 2010. *Young people’s reading: the importance of the home environment and family support*. London: National Literacy Trust.
- Clark, C., Osborne, S. & Akerman, R. 2008. *Young people’s selfperceptions as readers: An investigation including family, peer and school influences*. London: National Literacy Trust.
- Clark, C., Torsi, S. & Strong, J. 2005. *Young people and reading*. London: National Literacy Trust.
- Corsaro, W. 2010. *The sociology of childhood*. London: Sage.
- Guthrie, J. T. & Wigfield, A. 2000. Motivation and engagement in reading. Teoksessa M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, P. D. Pearson & R. Barr (toim.) *Handbook of Reading Research, Volume 3*. New York: Routledge, 403–422.
- Hemmerechts, K., Agirdag, O. & Kavadias, D. 2017. The relationship between parental literacy involvement, socio-economic status and reading literacy. *Educational Review* 69 (1), 85–101. <https://doi.org/10.1080/00131911.2016.1164667>. (Luettu 13.12.2017.)
- Järviluoma, E., Paananen, M., Kaila, S., Mäntylä, M., Määttä, S. & Aro, T. 2014. *Opas lukivaikeudesta nuorille*. Niilo Mäki Instituutti.
- Jöreskog, K. G. & Sörbom, D. 1989. *LISREL 7: A guide to the program and applications 2*. Chicago: SPSS.
- Kirjavainen, T., Pulkkinen, J. & Jahnukainen, M. 2013. Erityisopetuksen muutostrendit perusopetuksessa 2000-luvulla. Valtiontalouden tarkastusvirasto. [https://www.vtv.fi/files/3564/Tyopaperi\\_Erityisopetuksen\\_muutostrendit\\_perusopetuksesa\\_2000-luvulla.pdf](https://www.vtv.fi/files/3564/Tyopaperi_Erityisopetuksen_muutostrendit_perusopetuksesa_2000-luvulla.pdf). (Luettu 13.12.2017.)

- Kupari, P., Sulkunen, S., Vettenranta, J. & Nissinen, K. 2012. Enemmän iloa oppimiseen – Neljännen luokan oppilaiden lukutaito sekä matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen. Kansainväliset PIRLS- ja TIMSS-tutkimukset Suomessa. Jyväskylän yliopisto, Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Leino, K., Linnakylä, P & Malin, A. 2004. Finnish students' multiliteracy profiles. *Scandinavian Journal of Educational Research* 48 (3), 251–270.
- Leino, K., Nissinen, K., Puhakka, E. & Rautopuro, J. 2017. Lukutaito luodaan yhdessä. Kansainvälinen lasten lukutaitotutkimus (PIRLS 2016). Jyväskylän yliopisto, Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Lockwood, M. 2008. Promoting reading for pleasure in the primary school. London: Sage. <http://dx.doi.org/10.4135/9781446214251>. (Luettu 13.12.2017.)
- Mansor, A. N., Rasul, M. S., Rauf, R. A. A. & Koh, B. L. 2013. Developing and Sustaining Reading Habit Among Teenagers. *Asia-Pacific Edu Res* 22 (4), 357–365. <https://doi.org/10.1007/s40299-012-0017-1>. (Luettu 13.12.2017.)
- Maynard, S., MacKay, S., Smyth, F. & Reynolds, K. 2007. Young people's reading in 2005: The second study of young people's reading habits. London: Roehampton University.
- McKool, S. S. 2007. Factors that influence the decision to read: An investigation of fifth-grade students' reading habits. *Reading Improvement* 44, 111–121.
- Merga, M. K. 2016. *"I don't know if she likes reading": Are teachers perceived to be keen readers, and how is this determined?* *English in Education* 50 (3), 255–269.
- Morrow, L. M. 1983. Home and school correlates of early interest literature. *Journal of Educational Research* 76 (4), 221–230.
- Mulaik, S. A., James, L. R., Van Alstine, J., Bennett, N., Lind, S. & Stilwell, C. D. 1989. Evaluation of goodness-of-fit indices for structural equation models. *Psychological Bulletin* 105 (3), 430–445.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P. & Drucker, K. T. 2012. PIRLS 2011 International results in reading. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Neff, L. 2015. The relationship between reading enjoyment, gender, socio-economic status and reading outcomes in PISA 2009. Väitöskirja. Doctor of Education (EdD). Paper 54. <http://digitalcommons.georgefox.edu/edd/54>. (Luettu 13.12.2017.)
- Neuman, S. B. 1986. The home environment and fifth-grade students' leisure reading. *The Elementary School Journal* 86 (3), 335–343.
- OECD. 2009a. PISA 2009 Assessment framework – Key competencies in reading, mathematics and science. Paris: OECD.
- OECD. 2009b. PISA Data Analysis Manual. SAS Second Edition. Paris: OECD.
- OECD. 2010. PISA 2009 results: Learning to learn: Student engagement, strategies and practices (vol. III). Paris: OECD.
- OECD. 2011. Do students read for pleasure? PISA in Focus 8/2011. <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisainfocus/48624701.pdf>. (Luettu 13.12.2017.)

- OECD. 2016. PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education. Paris: OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>. (Luettu 13.12.2017.)
- OECD. 2017. Technical report (draft). Paris: OECD. <http://www.oecd.org/pisa/data/2015-technical-report/>
- Pandian, A. 1997. Literacy in postcolonial Malaysia. *Journal of Adolescent & Adult literacy* 40 (5), 402–404.
- Pitcher, S. M., Albright, L. K., DeLaney, C. J., Walker, N. T. Seunarinensingh, K., Mogge, S. & Dunston, P. J. 2007. Assessing Adolescents' motivation to read. *Journal of Adolescent and adult literacy* 50 (5), 378–398.
- Sénéchal, M. 2006. Testing the home literacy model: parent involvement in kindergarten is differentially related to grade 4 reading comprehension, fluency, spelling, and reading for pleasure. *Scientific Studies of Reading* 10 (1), 59–87.
- Sirén, M., Leino, K. & Nissinen, K. 2018. Nuorten media-arki ja lukutaito: PISA 2015. Sanomalehtien liitto ja Jyväskylän yliopiston Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Steiger, J. H. & Lind, J. C. 1980. Statistically based tests for the number of common factors. Konferenssipaperi. The annual meeting of the Psychometric Society, Iowa City.
- Sulkunen, S. & Nissinen, K. 2012. Heikot lukijat Suomessa. Teoksessa S. Sulkunen & J. Välijärvi (toim.). *Kestääkö osaamisen pohja? Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2012:12*, 46–61.
- Sulkunen, S. & Nissinen, K. 2014. Suomalaisnuorten lukijaprofiilit. *Kasvatus* 45 (1), 34–48.
- Sulkunen, S., Välijärvi, J., Arffman, I., Harju-Luukkainen, H., Kupari, P., Nissinen, K., Puhakka, E. & Reinikainen, P. 2010. PISA 2009 ensituloksia. *Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2010:21*.
- Tilastokeskus. 2010. Osa-aikaista erityisopetusta lukuvuonna 2009–2010 saaneet peruskoulun oppilaat erityisopetuksen ensisijaisen syyn mukaan. Koulutustilastot. [http://www.tilastokeskus.fi/til/erop/2010/erop\\_2010\\_2011-06-09\\_tau\\_005\\_fi.html](http://www.tilastokeskus.fi/til/erop/2010/erop_2010_2011-06-09_tau_005_fi.html). (Luettu 13.12.2017.)
- Torppa, M., Eklund, K., Sulkunen, S., Niemi, P. & Ahonen, T. 2017. Why do boys and girls perform differently on PISA Reading in Finland? The effects of reading fluency, achievement behaviour, leisure reading and homework activity. *Journal of Research in Reading*, verkkojulkaisu. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.12103>. (Luettu 13.12.2017.)
- Vettenranta, J., Välijärvi, J., Ahonen, A., Hautamäki, J., Hiltunen, J., Leino, K., Lähteinen, S., Nissinen, K., Nissinen, V., Puhakka, E., Rautopuro, J. & Vainikainen, M.-P. 2016. PISA 15 Ensituloksia. Huipulla pudotuksesta huolimatta. *Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:41*.
- Välijärvi, J., Linnakylä, P., Kupari, P., Reinikainen, P., Malin, A. & Puhakka, E. 2001. Suomen tulevaisuuden osaajat. 15-vuotiaiden nuorten lukutaito sekä matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen kansainvälisessä vertailussa. PISA 2000 -tutkimuksen ensituloksia. Jyväskylän yliopisto, Koulutuksen tutkimuslaitos.



- Wang, J. H. Y. & Guthrie, J. T. 2004. Modeling the effects of intrinsic motivation, extrinsic motivation, amount of reading, and past reading achievement on text comprehension between US and Chinese students. *Reading Research Quarterly* 39 (2), 162–186.
- Wigfield, A. & Guthrie, J. T. 1997. Relations of children's motivation for reading to the amount and breadth of their reading. *Journal of Educational Psychology* 89 (3), 420–432.

## Liitteet

**Taulukko 1.** Lukemiseen liittyvien kysymysten ja väittämien vastausvaihtoehdot ja niiden otantapainotetut prosenttiosuudet Suomen PISA 2015 -aineistossa

Kysymys/väittäjä	Täysin eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	Täysin samaa mieltä	n
Luen vain jos on pakko.	18	35	30	18	5 402
Lukeminen on yksi mieliharrastuksistani.	33	38	19	9	5 366
Keskustelen mielelläni kirjoista toisten kanssa.	33	36	23	8	5 368
Minun on vaikea lukea kirjoja loppuun.	21	41	25	13	5 366
Olen iloinen, jos saan kirjan lahjaksi.	24	32	35	9	5 361
Minusta lukeminen on ajanhaaskausta.	28	41	18	13	5 348
Käyn mielelläni kirjakaupassa tai kirjastossa.	27	35	27	11	5 348
Luen ainoastaan saadakseni tietoja, joita tarvitsen.	21	38	32	10	5 330
En pysty keskittymään lukemiseen kauempaa kuin muutaman minuutin.	35	44	14	7	5 332
Kerron mielelläni mielipiteitäni kirjoista, joita olen lukenut.	22	31	36	12	5 317
Vaihtelen mielelläni kirjoja ystävieni kanssa.	39	39	17	5	5 315

Kuinka usein luet...	En koskaan tai tuskin koskaan	Muutaman kerran vuodessa	Noin kerran kuukaudessa	Useita kertoja kuukaudessa	Useita kertoja viikossa	n
aikakauslehtiä omasta halustasi?	23	15	26	23	13	5 351
sarjakuvalehtiä omasta halustasi?	25	22	20	19	14	5 315
kaunokirjallisuutta omasta halustasi?	34	30	15	11	10	5 316
tietokirjallisuutta omasta halustasi?	42	26	17	10	4	5 320
sanomalehtiä omasta halustasi?	17	15	20	23	24	5 334
Kuinka usein...	En koskaan tai tuskin koskaan	Useita kertoja kuukaudessa	Useita kertoja viikossa	Useita kertoja päivässä		n
luet sähköpostia?	20	34	36	10		5 335
chattaillet?	12	9	18	62		5 306
luet verkkouutisia?	24	24	32	21		5 287
käytät verkkosanakirjaa tai tietosanakirjaa?	20	42	31	7		5 300
etsit tietoja verkosta jonkin tietyn asian oppimiseksi?	20	40	31	10		5 282
osallistut verkossa keskusteluryhmiin tai -foorumeihin?	64	17	12	7		5 269
etsit käytännöllisiä tietoja verkosta?	27	35	28	9		5 276
luet blogeja?	56	21	16	7		5 285
hyödynnät sosiaalista mediaa?	10	15	26	48		5 297
Kysymys/väittäjä	En lue omaksi ilokseni	Enintään 30 min päivässä	30–60 minuuttia päivässä	1–2 tuntia päivässä	Yli 2 tuntia päivässä	n
Kuinka paljon tavallisesti käytät aikaa siihen, että luet omaksi iloksesi?	38	24	18	14	6	5 443

**Taulukko 2.** Pääkomponenttien väliset korrelaatiot

	Aktiivinen luku-harrastus	Luku-kielteisyys	Hyötytekstien verkkolukeminen	Painettujen tekstien lukeminen	Sosiaalisen median käyttö
Aktiivinen luku-harrastus	1	-0,52	0,27	0,29	0,02
Lukukielteisyys	-0,52	1	-0,19	-0,31	-0,01
Hyötytekstien verkkolukeminen	0,27	-0,19	1	0,39	0,28
Painettujen tekstien lukeminen	0,29	-0,31	0,39	1	0,14
Sosiaalisen median käyttö	0,02	-0,01	0,28	0,14	1

**Taulukko 3.** Lukemiseen liittyvistä kysymyksistä ja väittämistä muodostetut Pro-max-rotatoidut pääkomponentit (vain lataukset, jotka ovat itseisarvoltaan vähintään 0,25, on esitetty)

Kysymys/väittämä	Aktiivinen luku-harrastus	Luku-kielteisyys	Hyötytekstien verkkolukeminen	Painettujen tekstien lukeminen	Sosiaalisen median käyttö
Kuinka paljon tavallisesti käytät aikaa siihen, että luet omaksi iloksesi?	0,40	-0,37			
Luen vain jos on pakko.	-0,40	0,54			
Lukeminen on yksi mieliharrastuksistani.	0,82				
Keskustelen mielelläni kirjoista toisten kanssa.	0,88				
Minun on vaikea lukea kirjoja loppuun.		0,82			
Olen iloinen, jos saan kirjan lahjaksi.	0,76				

Kysymys/väittäjä	Aktiivinen luku-harrastus	Luku-kielteisyys	Hyötytekstien verkko-lukeminen	Painettujen tekstien lukeminen	Sosiaalisen median käyttö
Minusta lukeminen on ajanhaaskausta.		0,68			
Käyn mielelläni kirjakaupassa tai kirjastossa.	0,85				
Luen ainoastaan saadakseni tietoja, joita tarvitsen.		0,71			
En pysty keskittymään lukemiseen kauempaa kuin muutaman minuutin.		0,87			
Kerron mielelläni mielipiteitäni kirjoista, joita olen lukenut.	0,81				
Vaihtelen mielelläni kirjoja ystäväni kanssa.	0,92				
Kuinka usein luet aikakauslehtiä omasta halustasi?				0,70	
Kuinka usein luet sarjakuvalehtiä omasta halustasi?				0,70	
Kuinka usein luet kaunokirjallisuutta omasta halustasi?	0,53	-0,30			
Kuinka usein luet tietokirjallisuutta omasta halustasi?			0,30	0,53	-0,35
Kuinka usein luet sanomalehtiä omasta halustasi?				0,83	
Kuinka usein luet sähköpostia?			0,46		



### 3. Alueelliset erot luonnon- tieteiden osaamisessa ja niitä selittävät tekijät: oppilaanohjauksella on merkitystä

#### Johdanto

Vuoden 2015 PISA-aineistossa Suomessa havaittiin edeltävistä PISA-tutkimuksista poiketen systemaattisia ja tilastollisesti erittäin merkitseviä alueiden välisiä eroja<sup>1</sup> (Vettenranta ym. 2016). Pääkaupunkiseudun oppilaiden keskimääräiset tulokset olivat muuta maata parempia niin luonnontieteissä, matematiikassa kuin lukutaidossakin. Kaikissa näissä sisältöalueissa heikoimmat tulokset saatiin Länsi-Suomessa ja Itä-Suomessa, ja ne olivat erittäin merkitsevästi heikompia kuin pääkaupunkiseudun tulokset.

---

1. Suomen PISA-tutkimuksissa käytetyssä aluejaossa on tapahtunut jonkin verran muutoksia lähinnä Länsi- ja Etelä-Suomen osalta. Vähäisiä alueellisia eroja on havaittu jo ensimmäisestä, vuoden 2000 PISA-tutkimuksesta alkaen, ja niissä ns. Väli-Suomen oppilaiden tulokset ovat yleensä olleet muita alueita heikompia. Kun aikaisempien PISA-aineistojen aluetarkastelut suoritetaan vuoden 2015 analyseissä (ja tässä artikkelissa) käytetyn aluejaon pohjalta, jossa olennainen muutos on pääkaupunkiseudun erottaminen muusta Etelä-Suomesta, merkitseviä alueiden välisiä eroja saadaan vain vuoden 2015 aineistossa.

Tässä artikkelissa tarkastellaan Suomen alueellisia eroja luonnontieteiden osaamisessa vuoden 2015 tutkimuksessa ja etsitään niitä selittäviä tekijöitä. Luonnontieteet olivat PISA-tutkimuksen pääarviointialueena vuosina 2006 ja 2015, ja vuoden 2015 alueellisia tuloksia verrataan lyhyesti myös vuoden 2006 vastaaviin tuloksiin. Alueellisia eroja pyritään selittämään PISA 2015:n taustakyselyistä (oppilaskysely, rehtorikysely) valituilla muuttujilla.

Etukäteen ajateltuna yksi keskeisimmistä pääkaupunkiseudun hyvää tulosta selittävistä tekijöistä voisi olla oppilaan sosioekonominen tausta ja siihen usein läheisesti liittyvä kulttuurinen ja sosiaalinen pääoma (esim. Bourdieu & Wacquant 1992, 148; Nori 2011, 35; Rinne 2014) sekä niiden yhteys ammatilliseen tavoitteenasetteluun ja opintomenestykseen. Muun muassa PISA-aineistojen perusteella sosioekonomisella taustalla on merkittävä rooli oppimistulosten selittäjänä myös Suomessa. Myös pääkaupunkiseudulla asuvien oppilaiden keskimääräisen sosioekonomisen statuksen on havaittu olevan korkeampi kuin muualla maassa asuvilla.

Sosiaalinen pääoma tarkoittaa kykyä ja taitoa luoda suhteita sekä menestyä sosiaalisissa tilanteissa. Kulttuurinen pääoma sekä siihen liittyvä elämänhistorian, kasvatuksen ja koulutuksen kautta muovautunut sosiaalinen asema, ns. habitus (Bourdieu & Wacquant 1992; Nori 2011), auttavat ymmärtämään ihmisten tapaa tehdä esimerkiksi ammattia ja työuraa koskevia vaistonvaraisia, sosioekonomiseen taustaan perustuvia valintoja (Vilhjálmsdóttir & Arnkelsson 2013). Pääomat ja koulutus periytyvät kotoa, ja mallioppimisen kautta korkeista sosioekonomisista asemista tulevat nuoret jatkavat useammin korkea-asteelle kuin matalan taustan omaavat nuoret. Vanhempien tuki voi ilmetä lisäksi taloudellisenä tukena sekä henkisenä ja kulttuurisena kannustamisena opiskeluun. Koulutus voidaan nähdä investointina, joka lisää kulttuuri-pääomaa ja parantaa työllistyvyyttä (Nori 2011).

Ammatillisella tavoitteenasettelulla ja opinnoissa menestymisellä on osoitettu olevan yhteys. Vuorisen ja Valkosen (2005) mukaan aiempi koulumenestys vaikuttaa siihen, miten nuoret näkevät mahdollisuutensa menestyä tulevissa opinnoissa, ja mihin voi

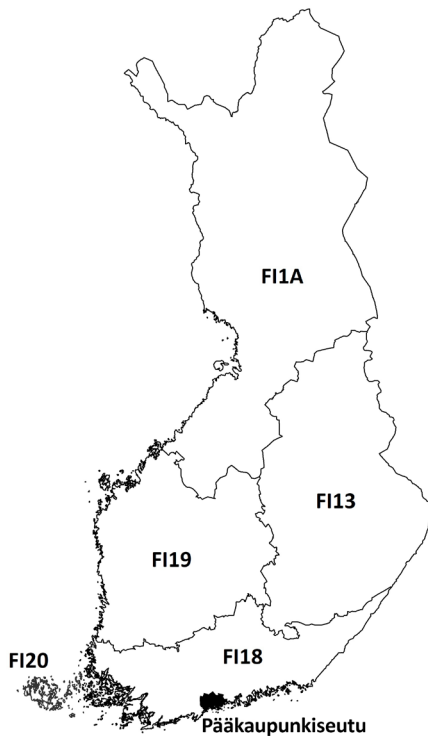


hakea ja päästä. Mitä paremmin opinnot ovat sujuneet, sen suu-remman riskin nuori on valmis ottamaan. Opiskelumenestys vahvistaa nuorten uskoa jatko-opiskelupaikan saamiseen. Vastaavasti kiteytyneet ammatillinen motivaatio tehostaa opintojen kulkua (Kosonen 2005, 126).

Suomessa sosioekonomisen taustan merkitys on perinteisesti ollut kansainvälistä keskiarvoa vähäisempi, mutta viimeisimmän tutkimuksen perusteella tämä merkitys näyttää olevan kasvussa (Vettenranta ym. 2016, 52–55). PISA-tutkimuksissa pääasiallisesti käytetyn sosioekonomisen aseman mittarin, ESCS-indeksin (OECD 2016, 205), regressiokertoimella mitattu yhteys luonnontieteiden osaamiseen ylitti Suomessa OECD-maiden keskitason ensimmäistä kertaa vuonna 2015; aikaisemmin se on aina ollut tätä alempi. PISA 2015 aineistossa ESCS selitti suomalaisoppilaiden luonnontieteiden pistemäärän vaihtelusta 10 prosenttia. Vuoden 2006 PISA-aineistossa ESCS :n vastaava selitysosuus oli noin 8 prosenttia (Arinen & Karjalainen 2007, 47). Vertailun vuoksi todettakoon, että oppilaan sisäinen motivaatio (ts. luonnontieteistä pitäminen) selitti luonnontieteiden PISA-pistemäärän vaihtelusta 11 prosenttia vuonna 2006 ja 10 prosenttia vuonna 2015 (Vettenranta ym. 2016, 88). Sosioekonomian ja motivaation selitysosuudet ovat Suomessa siis likimain samaa suuruusluokkaa. Suomalaisissa PISA-aineistoissa on havaittu, että yleistä sosioekonomista asemaa tai kodin materiaalista vaurautta voimakkaampi oppimistulosten selittäjä on usein kodin kulttuurinen ilmapiiri, jota ilmentää esimerkiksi kodissa olevien taideteosten ja kirjojen määrä (esim. Sulkunen & Nissinen 2012). Tällainen kulttuurista pääomaa likeisesti sivuava seikka näyttää olevan erityisen vahvasa yhteydessä poikien lukutaitotuloksiin.

Sosioekonomian ja motivaatiotekijöiden ohella alueellisia eroja tarkastellaan tässä artikkelissa myös oppilaan lukemisharrastuksen, tulevaisuudensuunnitelmien ja luonnontieteiden opiskeluun käytetyn ajan valossa. ESCS-indeksin ohella perheen sosioekonomista taustaa mitataan muun muassa vanhempien koulutustason ja ammattiaseman kautta. Analyysiin valitut taustamuuttujat esitellään tarkemmin tuonnempana.

Alueelliset tarkastelut suoritetaan viidessä ns. suuralueessa, joiden pohjana on Euroopan tilastovirasto Eurostatin vuoteen 2011 voimassa olleen NUTS2-luokituksen (Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques, ks. Tilastokeskus 2017a) mukainen aluejako. Tätä aluejakoa hyödynnettiin PISA-tutkimusten kouluotannoissa osittamiskriteerinä aina vuoteen 2012 saakka, ja sitä käytettiin muun muassa vuoden 2006 PISA-tulosten raportoinneissa. Vuoteen 2011 saakka Suomi oli jaettu eurooppalaisessa NUTS2-alueuokituksessa kuvion 1 mukaisesti viiteen suuralueeseen: FI18 = Etelä-Suomi, FI20 = Ahvenanmaa, FI19 = Länsi-Suomi, FI13 = Itä-Suomi ja FI1A = Pohjois-Suomi. Vuonna 2011 NUTS2-luokitusta muutettiin siten, että Itä- ja Pohjois-Suomi yhdistettiin uudeksi alueeksi FI1D ja Etelä-Suomesta irrotettiin Helsinki/Uusimaa-metropolialue omaksi alueekseen FI1B.



**Kuvio 1.** Vuoteen 2011 voimassa ollut Suomen NUTS2-alueuokitus.

Tämän artikkelin tarkasteluissa käytetty aluejako poikkeaa kuvion 1 NUTS2-luokituksesta Etelä-Suomen osalta. Siinä Ahvenanmaa on liitetty osaksi Etelä-Suomea, josta toisaalta pääkaupunkiseudun neljä kaupunkia (Helsinki, Espoo, Vantaa, Kauniainen) on erotettu omaksi alueekseen. Pääkaupunkiseutu poikkeaa erityisesti sosioekonomialtaan niin paljon muusta Etelä-Suomesta, että on perusteltua tarkastella sitä omana alueenaan. Ahvenanmaa on alueena taas hyvin pieni ja sieltä on PISA 2015 -aineistossa vain vähän havaintoja. Vaikka Ahvenanmaa onkin hallinnollisesti itsenäinen ja kulttuurisesti omintakeinen alue, se päätettiin tässä tutkimuksessa yhdistää Etelä-Suomen suuralueeseen, joka sisältää myös Turun saariston ja sen ruotsinkieliset kunnat.

## Alueelliset tulokset luonnontieteissä 2006 ja 2015

Vuonna 2006 viiden suuralueen välillä ei ollut merkitseviä eroja keskimääräisessä luonnontieteiden osaamisessa (taulukko 1). Taulukossa esitetään merkitsevyydestit alueellisille keskiarvoille ja keskihajonnoille siten, että kutakin aluetta verrataan vuorotellen pääkaupunkiseutuun. Pääkaupunkiseutu valittiin myös kaikissa jäljempänä tulevissa tilastollisissa vertailuissa referenssikategoriaksi vuoden 2015 tulosten perusteella. Tulosten keskihajonta oli vuonna 2006 pääkaupunkiseudulla merkitsevästi suurempi kuin Etelä-Suomessa ja Pohjois-Suomessa.

**Taulukko 1.** Luonnontieteiden pistemäärien alueelliset keskiarvot ja keskihajonnat Suomen vuoden 2006 PISA-tutkimuksessa.

	n	Keskiarvo	Ero pääkaup. seutuun	Keski- hajonta	Ero pääkaup. seutuun
Pääkaupunkiseutu	701	569		94	
Etelä-Suomi	2191	564	ns	84	*
Länsi-Suomi	666	552	ns	84	ns
Itä-Suomi	628	571	ns	85	ns
Pohjois-Suomi	528	559	ns	82	*

ns =  $p > 0,05$ ; \*  $p \leq 0,05$

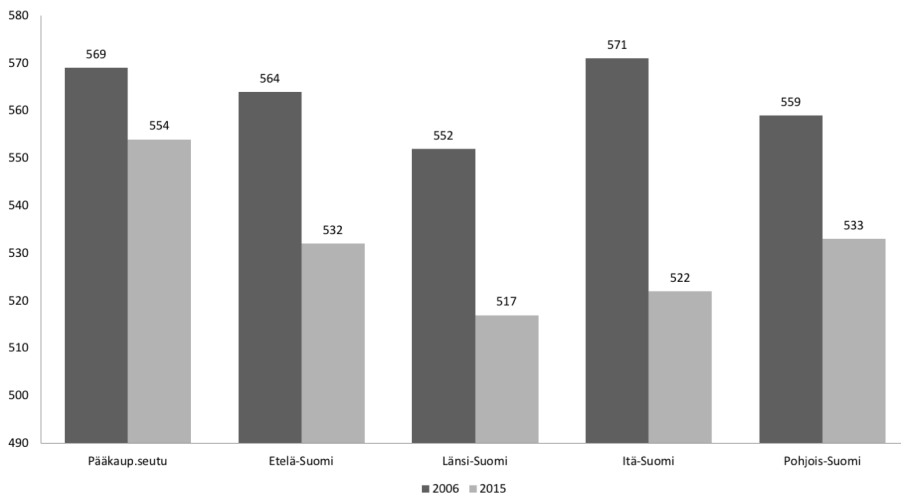
Vuonna 2015, kun luonnontieteet olivat seuraavan kerran PISA-tutkimuksen pääarviointialueena, suuralueiden väliset keskiarvoerot olivat Suomessa merkitseviä. Nämä erot pelkistyivät siihen, että pääkaupunkiseudun tulos oli merkitsevästi kaikkien muiden alueiden tuloksia parempi. Lisäksi Länsi-Suomen tulos oli merkitsevästi Etelä- ja Pohjois-Suomen tuloksia heikompi. Vuoden 2015 alueelliset keskiarvot ja keskihajonnat luonnontieteissä nähdään taulukossa 2. Keskihajonnat olivat suurimmat pääkaupunkiseudulla ja Etelä- ja Länsi-Suomessa. Pääkaupunkiseutu ei kuitenkaan eronnut keskihajonnaltaan merkitsevästi mistään muusta alueesta.

Luonnontieteiden keskimääräinen tulos putosi koko Suomessa vuodesta 2006 vuoteen 2015 erittäin merkitsevät ( $p \leq 0,001$ ) 33 pistettä. Pudotusta tapahtui myös kaikissa tarkasteltavissa suuralueissa, mutta pääkaupunkiseudun 15 pisteen pudotus ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p > 0,10$ ). Pohjois-Suomen keskiarvon 26 pisteen lasku oli merkitsevä yhden prosentin tasolla ( $p \leq 0,01$ ). Etelä-Suomessa pudotus oli 31 pistettä, Länsi-Suomessa 35 pistettä ja Itä-Suomessa peräti 49 pistettä. Näiden kolmen suuralueen muutokset olivat merkitseviä 0,1 prosentin tasolla ( $p \leq 0,001$ ). Kuviossa 2 nähdään luonnontieteiden osaamisen alueelliset keskiarvot vuosina 2006 ja 2015. Pääkaupunkiseudulla muutos oli muita alueita pienempi, ja suurin muutos havaittiin siis Itä-Suomessa.

**Taulukko 2.** Luonnontieteiden pistemäärien alueelliset keskiarvot ja keskihajonnat Suomen vuoden 2015 PISA-tutkimuksessa.

	n	Keskiarvo	Ero pääkaup. seutuun	Keski- hajonta	Ero pääkaup. seutuun
Pääkaupunkiseutu	846	554		97	
Etelä-Suomi	2088	532	*	98	ns
Länsi-Suomi	1467	517	***	97	ns
Itä-Suomi	620	522	***	86	ns
Pohjois-Suomi	861	533	*	91	ns

ns =  $p > 0,05$ ; \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$

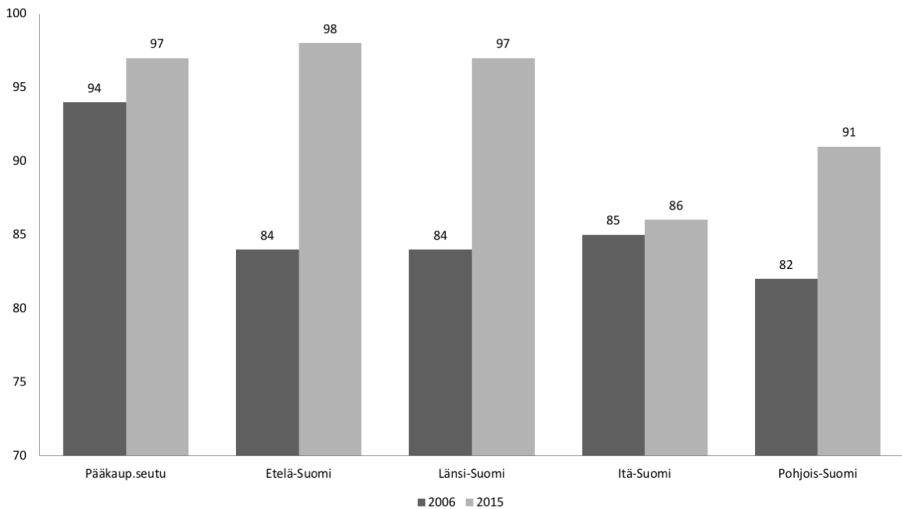


**Kuvio 2.** Luonnontieteiden pistemäärien alueelliset keskiarvot Suomessa vuosien 2006 ja 2015 PISA-tutkimuksissa.

Samalla kun keskiarvo on laskenut kaikissa viidessä alueessa, oppilaiden tulosten keskihajonta on näissä alueissa kasvanut tai pysynyt samalla tasolla (kuvio 3). Keskihajonnan kasvu on tilastollisesti merkitsevää Etelä-Suomessa ( $p \leq 0,001$ ) ja Länsi-Suomessa ( $p \leq 0,05$ ). Pohjois-Suomessa tapahtunut hajonnan kasvu jää merkitsevyydeltään niukasti 5 prosentin rajan ulkopuolelle.

Luonnontieteiden alueellisissa tuloksissa tapahtuneita muutoksia voidaan tarkastella myös suoritustasojen kautta. Jos oppilas on saavuttanut PISA-kokeessa vähintään 633 pistettä, hänet luokitellaan erinomaiseksi osaajaksi (suoritustasot 5 ja 6). Vastaavasti alle 410 pisteen (välttävän suoritustason 2 alle) jääminen tarkoittaa, että oppilaan osaaminen on heikkoa. Vuonna 2006 Suomessa oli erinomaisia osaajia 20,9 prosenttia ja heikkoja vain 4,1 prosenttia, kun taas vuonna 2015 erinomaisten osaajien osuus oli pudonnut 14,3 prosenttiin ja heikkojen osaajien osuus kasvanut 11,5 prosenttiin. Molemmat muutokset ovat tilastollisesti merkitseviä.

Taulukossa 3 nähdään erinomaisten ja heikkojen osaajien prosenttiosuudet viidessä tarkasteltavassa alueessa vuosina 2006 ja 2015. Heikkojen osaajien osuus on kasvanut yhdeksässä vuodes-



**Kuvio 3.** Luonnontieteiden pistemäärien alueelliset keskihajonnat Suomessa vuosien 2006 ja 2015 PISA-tutkimuksissa.

sa huomattavasti kaikkialla muualla paitsi pääkaupunkiseudulla, jossa kasvu ei ole tilastollisesti merkitsevä. Toisaalta erinomaisten osajien osuus on laskenut kaikilla alueilla. Erityisen suuri pudotus on tapahtunut Itä-Suomessa. Pääkaupunkiseudulla muutos ei nytkään ole merkitsevä.

Taulukon 3 luvuista voidaan vielä todeta, että vuonna 2006 suuralueiden väliset erot heikkojen osajien osuuksissa eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Sen sijaan erinomaisia osajia oli Länsi-Suomessa (16,9 %) merkitsevästi ( $p \leq 0,05$ ) vähemmän kuin pääkaupunkiseudulla (25,1 %). Vuonna 2015 tilanne oli toisenlainen erityisesti erinomaisten osajien kohdalla: pääkaupunkiseudulla heidän osuutensa oli merkitsevästi suurempi kuin Länsi-Suomessa ( $p \leq 0,01$ ), Itä-Suomessa ( $p \leq 0,001$ ) ja Pohjois-Suomessa ( $p \leq 0,05$ ). Heikkojen osajien suhteen alueelliset erot olivat jonkin verran pienempiä: vain Länsi-Suomi ja pääkaupunkiseutu erosivat toisistaan merkitsevästi ( $p \leq 0,05$ ).

Suomen PISA 2015 -aineistossa koulujen välisen varianssin osuus luonnontieteiden pistemäärien kokonaisvariانسsista oli 8 pro-

**Taulukko 3.** Erinomaisten ja heikkojen luonnontieteiden osaajien prosenttiosuudet viidessä Suomen alueessa PISA-tutkimuksissa 2006 ja 2015.

	Erinomaiset osaajat %		Muutoksen merkitsevyys	Heikot osaajat %		Muutoksen merkitsevyys
	2006	2015		2006	2015	
Pääkaupunkiseutu	25,1	21,1	ns	5,4	8,8	ns
Etelä-Suomi	20,5	15,3	**	3,6	11,9	***
Länsi-Suomi	16,9	11,8	*	5,4	14,3	***
Itä-Suomi	23,2	9,4	***	3,2	9,4	**
Pohjois-Suomi	19,3	13,2	**	3,4	9,7	***

ns =  $p > 0,05$ ; \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$

senttia. Viiden suuralueen väliset erot (käytännössä siis pääkaupunkiseudun ero muihin alueisiin) selittävät koulujen välisestä varianssista noin 12 prosenttia. Jos suuralueiden välinen vaihtelu kontrolloidaan, koulujen välinen varianssi pienenee yhden prosenttiyksikön 7 prosenttiin kokonaisvaihtelusta.

## Luonnontieteiden PISA-tuloksia selittäviä taustamuuttujia

PISA-tutkimuksissa on perinteisesti etsitty oppilaiden tuloksia selittäviä tai ennustavia taustatekijöitä, joita tutkimusten oppilaskoulukyselyistä on runsaasti saatavissa (tosin suomalaisissa aineistoissa valtaosalla taustakyselyjen muuttujista on vain vähän selitysvoimaa). Merkittävimpiä taustatekijöitä ovat olleet oppilaan koulunkäyntiin liittyvät asenteet ja motivaatio sekä sosioekonominen tausta eri tavoin mitattuina. Sosioekonomisen taustan yhteys oppimistuloksiin on Suomessa yleensä ollut vähäisempi kuin vertailumaissa keskimäärin, mutta viimeisimpien PISA-aineistojen valossa tämä yhteys on vahvistumassa. Vahvimmat oppimistulosten selittäjät ovat Suomessa olleet oppilaskohtaisia (esim. oppilaan minäkäsitys ja perhetaustaan liittyvät muuttujat). Koulutason muuttujien (esim. koulun tai opetusryhmän koko, käytänteet ja resurssit) merkitys on Suomessa ollut aina erittäin vähäinen.

Aikaisempien PISA-tutkimusten perusteella PISA 2015 -aineistosta valittiin tarkasteltavaksi joukko oppilas- ja koulukyselyjen muuttujia, joilla voidaan odottaa olevan oppilaan luonnontieteissä saavuttaman tuloksen selityskykyä. Muuttujajoukkoa rajattiin jättämällä pois sellaisia muuttujia, joiden ei voida mielekkäästi olettaa selittävän edellä havaittuja alueellisia eroja. Esimerkkinä tällaisesta muuttujasta voidaan mainita sukupuoli. Se selittää kyllä oppilaan tulosta luonnontieteissä (tyttöjen tulokset keskimäärin parempia), mutta sukupuolten jakauma on olennaisesti sama (noin 50–50) kaikissa suuralueissa. Lisäksi sukupuolten välinen keskiarvoero luonnontieteissä pysyy alueesta toiseen varsin vakaana: ero vaihtelee 15 ja 26 pisteen välillä (tyttöjen eduksi). Pääkaupunkiseudun hyviä tuloksia ei voida selittää sillä, että pääkaupunkiseudulla tyttöoppilaiden osuus olisi suurempi kuin muualla maassa.

Alustavien tarkastelujen jälkeen valittiin tarkempaan analyysiin kymmenen oppilaskyselystä saatua taustamuuttujaa, joilla regressioanalyysin mukaan oli tilastollisesti merkitsevää luonnontieteiden pistemäärän vaihtelun selityskykyä.

Oppilaan perheen sosioekonomiseen tasoon liittyviä muuttujia valittiin neljä.

- 1) *ESCS* eli PISA Index of Economic, Social and Cultural Status on oppilaan kyselyssä antamista tiedoista muodostettu jatkuva indeksimuuttuja, joka koostuu vanhempien ammattiasemasta ja koulutustasosta sekä erilaisista perheen materiaalista varallisuutta, kulttuuripääomaa ja oppilaan opiskeluun käytettävissä olevia resursseja mittaavista muuttujista. Indeksillä on standardoitu siten, että sen keskiarvo on OECD-maissa 0 ja keskihajonta 1. Siten positiiviset ESCS-arvot kertovat OECD:n keskitasoa korkeammasta sosioekonomisesta tasosta. Tarkempaa tietoa indeksin muodostamisesta saa julkaisusta OECD (2016, 205).
- 2) *Kirjojen lukumäärä* on oppilaskyselyn kysymyksestä (kuinka monta kirjaa teillä on kotona) saatu muuttuja. Oppilaalle annettiin kuusi vastausvaihtoehtoa: 1 = 0–10 kirjaa, 2 = 11–25 kirjaa, 3 = 26–100 kirjaa, 4 = 101–200 kirjaa, 5 = 201–500 kirjaa ja 6 = enemmän kuin 500 kirjaa.



- 3) *HISEI* mittaa perheen sosioekonomista asemaa ammattiasemaan perustuvan ISEI-indeksin (International Socio-Economic Index; ks. Ganzeboom, De Graaf & Treiman 1992) kautta. ISEI-indeksin arvo vaihtelee välillä 10–90 (mitä suurempi arvo, sitä korkeampi ammattiasema) ja se lasketaan oppilaan kummallekin vanhemmalle kyselyssä saaduista vanhempien ammattia ja työtehtäviä koskevista tiedoista. HISEI on vanhempien ISEI-arvoista korkeampi.
- 4) *Äidin koulutustasoa* mitattiin kansainvälisestä ISCED-luokituksesta (International Standard Classification of Education, ks. Tilastokeskus 2017b) mukaillulla asteikolla. Muuttuja saa tässä seitsemän arvoa: 0 = hän ei ole käynyt peruskoulua/kansakoulua loppuun, 1 = kansakoulu, 2 = keskikoulu tai peruskoulu, 3 = ammattikoulu (ei ylioppilastutkintoa), 4 = lukiokoulutus, 5 = opistotason tutkinto tai erikoisammattitutkinto ja 6 = korkeakoulututkinto.

Seuraavat kaksi muuttujaa kuvaavat oppilaan koulutusta ja ammatia koskevia tulevaisuudensuunnitelmia.

- 5) *Odotettu koulutustaso* on oppilaan kyselyssä antama arvio siitä, mikä on korkein tutkinto, jonka hän tulevaisuudessa suorittaa. Vastausvaihtoehtoja annettiin kuusi: 1 = peruskoulu, 2 = lukio tai toisen asteen ammatillinen tutkinto, 3 = erikoisammattitutkinto lukion tai ammatillisen koulutuksen jälkeen, 4 = ammattikorkeakoulututkinto, 5 = yliopistotutkinto ja 6 = lisensiaatin tai tohtorin tutkinto.
- 6) *Odotettu ammattiasema* on ISEI-indeksin mukainen piste-määrä, joka on laskettu oppilaan kyselyssä antamasta vastauksesta siihen, millaisessa työssä hän kuvittelee olevansa noin 30-vuotiaana.

Seuraavat kolme muuttujaa kuvaavat oppilaan asennoitumista luonnontieteisiin ja lukemiseen sekä hänen suoritusmotivaatiotaan.

- 7) *Luonnontieteistä pitäminen* on indeksi, joka kuvaa oppilaan kiinnostusta ja sisäistä motivaatiota (Ryan & Deci 2000) luon-

nontieteisiin ja niiden opiskeluun. Indeksi on muodostettu useista oppilaskyselyn osioista, ja se on standardoitu siten, että OECD-maiden joukossa sen keskiarvo on 0 ja keskihajonta 1 (OECD 2016, 284).

- 8) *Suoritusmotivaatio* on indeksi, jolla mitataan, missä määrin ulkoiset seikat, kuten palkkiot ja muiden henkilöiden arvostus, ohjaavat oppilaan toimintaa ja halua suoriutua. Myös tämä indeksi on muodostettu oppilaskyselyn osioista ja standardoitu siten, että sen keskiarvo on OECD-maiden joukossa 0 ja keskihajonta 1 (Väljærvi 2017, 12). PISA-kyselyssä käytettyjen osioiden perusteella suoritusmotivaatio mittaa pitkälti oppilaan kunnianhimoa ja pyrkimystä huipputuloksiin.
- 9) *Lukemisaktiivisuuden* mittariksi valittiin tässä kysymys, kuinka paljon aikaa oppilas käyttää omaksi ilokseen lukemiseen. Vastausvaihtoehtoja annettiin viisi: 1 = en lue omaksi ilokseni, 2 = puoli tuntia päivässä tai vähemmän, 3 = yli puoli tuntia, mutta alle tunnin päivässä, 4 = 1–2 tuntia päivässä, 5 = yli 2 tuntia päivässä.

Viimeinen tarkasteltava taustamuuttuja on oppilaan *luonnontieteiden opiskeluun käyttämä aika*. Oppilasta pyydettiin arvioimaan, kuinka monta minuuttia hän tyypillisesti käyttää viikossa luonnontieteellisten aineiden opiskeluun. Suomen PISA-aineistossa vastaukset vaihtelivat välillä 0–900 minuuttia.

Taulukossa 4 nähdään taustamuuttujien keskiarvot PISA 2015 -tutkimuksessa Suomen viidessä suuralueessa sekä tuloksia (standardoitu regressiokerroin  $\beta$ , joka on samalla selittävän muuttujan ja luonnontieteiden pistemäärän välinen korrelaatio, ja selityaste) sille, miten ne selittävät yhden selittäjän lineaarisessa regressiossa suomalaisoppilaiden luonnontieteiden tulosten vaihtelua koko maan aineistossa. Lisäksi taulukkoon on merkitty tähdillä, jos taustamuuttujan keskiarvo alueella (Etelä-Suomi, Länsi-Suomi, Itä-Suomi ja Pohjois-Suomi) eroaa tilastollisesti merkitsevästi pääkaupunkiseudun keskiarvosta sekä yhden selittäjän regression merkitsevyys, kun kyseinen taustamuuttuja on luonnontieteiden osaamisen ainoana selittäjänä ( $\beta$ -sarakkeessa).

Kaikki taulukossa 4 esitetyt muuttujat selittivät valtakunnallisessa aineistossa luonnontieteiden PISA-pistemäärän vaihtelua tilastollisesti erittäin merkitsevästi, ja kaikilla muuttujilla yhteys luonnontieteiden osaamiseen oli positiivinen: mitä korkeampi oli selittävän muuttujan arvo, sitä parempia luonnontieteissä saavutetut tulokset keskimäärin olivat. Korkein selitysaste, lähes 14 prosenttia, oli oppilaan odotetulla ammattiasemalla. Sen lisäksi vahvoja selittäjiä olivat myös kotona olevien kirjojen määrä ja lähes tasavahvoina oppilaan odotettu koulutustaso, luonnontieteistä pitäminen, lukemisaktiivisuus ja sosioekonominen asema (ESCS:llä mitattuna).

On huomattava, että ainakin osa selittävästä muuttujista lie-  
nee yksisuuntaisen kausaalisuhteen sijaan paremminkin vuoro-  
vaikutussuhteessa luonnontieteiden osaamisen kanssa. Tällainen  
muuttuja on erityisesti luonnontieteistä pitäminen: on järkeenkäy-  
pää ajatella, että luonnontieteistä pitäminen edesauttaa luonnon-

**Taulukko 4.** Jatkoanalyysiin valitut taustamuuttujat, niiden alueelliset keskiarvot ja selitysaste luonnontieteiden osaamisen regressioanalyysissä.

Muuttuja	Pää- kaupunki- seutu	Etelä- Suomi	Länsi- Suomi	Itä- Suomi	Pohjois- Suomi	Beta	Selitys- aste %
ESCS	0,61	0,28***	0,15***	0,09***	0,15***	0,32***	10,0
Kirjojen lukumäärä	3,86	3,47***	3,30***	3,14***	3,45**	0,34***	11,7
HISEI	63,0	53,5***	50,4***	48,9***	49,6***	0,28***	7,8
Äidin koulutustaso	5,43	5,02***	4,84***	4,91***	5,01***	0,22***	4,7
Odotettu koulutus- taso	3,51	3,02***	2,88***	2,80***	2,92***	0,32***	10,7
Odotettu ammatti- asema	63,7	55,6***	53,9***	52,2***	54,9***	0,36***	13,7
Luonnontieteistä pitäminen	0,09	-0,07	-0,12**	-0,16*	-0,12**	0,32***	10,2
Suoritusmotivaatio	-0,36	-0,59***	-0,68***	-0,85***	-0,72***	0,22***	4,9
Lukemisaktiivisuus	2,32	2,28	2,16*	2,19	2,30	0,31***	10,1
Luonnont. opiske- luun käyt. aika	177	169	163	163	183	0,23***	5,4

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$

tieteiden osaamista ja vastavuoroisesti luonnontieteiden osaaminen tekee luonnontieteistä pitämisen helpommaksi. Myös odotetun koulutustason ja odotetun ammattiaseman voidaan ajatella olevan kaksisuuntaisessa yhteydessä osaamiseen: jos koulumenestys ja osaaminen ovat hyvää tasoa, on helpompi ajatella suuntautuvansa myöhemmin pitemmälle meneviin opintoihin ja korkean statuksen ammatteihin. Toisaalta, jos oppilaan tavoitteena on saavuttaa myöhemmin korkea koulutustaso ja ammattiasema, se motivoinee häntä panostamaan opiskeluun jo yläkoulussa keskimääristä enemmän.

Lähes kaikissa taulukon 4 muuttujissa pääkaupunkiseudun oppilaiden keskimääräinen taso oli merkitsevästi muiden alueiden oppilaita korkeampi. Ainoastaan luonnontieteiden opiskeluun käytetyssä ajassa pääkaupunkiseudun oppilaat eivät eronneet mistään muusta alueesta. Lukemisaktiivisuudessa Länsi-Suomen oppilaat olivat pääkaupunkiseudun oppilaita matalammalla tasolla, mutta muut alueet eivät eronneet pääkaupunkiseudusta merkitsevästi. Selvimmin pääkaupunkiseutu erosi muista alueista sosioekonomisten muuttujien suhteen. Pääkaupunkiseudun oppilaat odottivat myös saavuttavansa aikuisena korkeamman koulutustason ja ammattiaseman kuin muiden alueiden oppilaat. Tämä saattaa olla yhteydessä heidän elinympäristöönsä, esimerkiksi heidän vanhempiensa tai mahdollisesti myös muiden aikuisten korkeaan koulutustasoon ja ammattiasemaan. Pääkaupunkiseudun oppilailla voi olla muiden alueiden oppilaita enemmän korkean statuksen omaavia esikuvia.

Kaikki selittävät muuttujat korreloivat keskenään positiivisesti, joskin joukossa on myös heikkoja korrelaatioita, ja sosioekonomista asemaa mittaavat muuttujat korreloivat keskenään vahvasti. ESCS- ja HISEI-mittarien korrelaatio oli peräti 0,86. ESCS korreloi vahvasti myös äidin koulutustason (0,63) ja kirjojen määrän (0,45) kanssa. Muista korrelaatioista mainittakoon oppilaan odotetun ammattiaseman ja odotetun koulutustason välinen korrelaatio (0,44). Muuttujien korrelaatiomatriisi on nähtävissä liitteen 1 taulukossa 1.

## Alueellisten keskiarvojen ennustaminen kaksitasomallilla

Taustamuuttujien yhteyttä alueellisiin eroihin selvitettiin kahdella eri menetelmällä, ja osoittautui, että nämä johtivat käytännössä samoihin päätelmiin. Ensimmäisessä menetelmässä etsittiin lineaarisen kaksitasomallin avulla taustamuuttujia, joilla voitiin ennustaa luonnontieteiden osaamisen alueelliset keskiarvot mahdollisimman tarkasti. Toisessa menetelmässä kartoitettiin kovarianssianalyysillä taustamuuttujia, joiden vakiointi voisi eliminoida havaitut alueelliset erot. Nämä analyysit tehtiin myös erikseen tytöille ja pojille. Tulokset eivät poikenneet toisistaan millään olennaisella tavalla, joten koko aineistosta saadut päätelmät pätevät yhtä lailla molemmille sukupuolille.

Ensimmäisessä menetelmässä valtakunnalliseen oppilastason PISA-aineistoon ( $n = 5\,882$ ) sovitettiin siis kaksitasoinen regressiomalli, jossa selitettävänä muuttujana oli luonnontieteiden osaaminen. Mallin regressio-osassa kokeiltiin selittäjinä vuoron perään jokaista edellä valittua taustamuuttujaa, toisin sanoen aineistoon sovitettiin kymmenen eri regressiomallia, joissa kiinteänä selittäjänä oli yksi taustamuuttuja. Koulu otettiin malliin kategoriseksi satunnaistekijäksi. Koulun satunnaisvaikutuksen avulla analyysissä otetaan huomioon mahdolliset koulujen väliset erot sekä koulun oppilaiden välinen mahdollinen homogeenisuus (sisäkorrelaatio). Kullakin regressiomallilla laskettiin oppilaalle luonnontieteiden pistemäärän ennuste, ja näistä ennusteista laskettiin alueelliset keskiarvot. Mallin hyvyyden kriteerinä pidettiin sitä, miten hyvin sillä onnistuttiin rekonstruoimaan luonnontieteiden osaamisen havaitut alueelliset keskiarvot: mitä pienempi oli aluekeskiarvon prosentuaalinen ennustevirhe, sitä parempi oli kokeiltu taustamuuttuja alueellisten erojen selittämisessä. Analyysissä käytettiin luonnontieteiden osaamisen mittarina oppilaan latenttia osaamista arvioivien kymmenen plausible value -muuttujan (PV) keskiarvoa. Tämä menettely aliarvioi luonnontieteiden osaamisen kansallisen varianssin, mutta tällä ei ole merkitystä alueellisia keskiarvoja ennustettaessa. Laskennat suoritettiin SAS-ohjelmistolla ja erityises-

ti sen monitasomallinnukseen soveltuvalla MIXED-proseduurilla käyttäen otantapainoja, jotka oli skaalattu summautumaan kansalliseen otoskokoon  $n = 5\ 882$ .

Aluksi katsottiin, mikä yksittäinen taustamuuttaja tuotti tällä kriteerillä parhaan tuloksen. Sen jälkeen katsottiin, voitiinko alueellisten erojen ennusteita tarkentaa lisäämällä taustamuuttajia yksitellen malliin. Muuttujavalinnassa käytettiin lisäkriteerinä sitä, että lisättävän muuttujan tuli olla tilastollisesti merkitsevä ( $p$ -arvo enintään 0,05) luonnontieteiden osaamisen selittäjä. Muuttujavalinnan kulku ja saadut tulokset esitetään taulukoissa 5 ja 6.

Osoittautui, että taulukossa 4 esitetyistä taustamuuttajista sosioekonominen indeksi ESCS ennusti luonnontieteiden osaamisen havaitut alueelliset keskiarvot tarkimmin (malli 1 taulukoissa 5 ja 6). Kun se oli kaksitasomallissa selittävä muuttuja, ennustettujen aluekeskiarvojen keskimääräinen suhteellinen ennustevirhe oli 1,12 prosenttia (taulukko 6; ennustevirheen suunta eliminointiin käyttämällä virheen itseisarvoa). Taulukoista 5 ja 6 nähdään, että tarkimmat ennusteet saatiin Etelä- ja Itä-Suomen keskiarvoille. Absoluuttisina lukuina pääkaupunkiseudun keskiarvon ennuste oli noin 10 pistettä ja Pohjois-Suomen noin 7 pistettä liian matala. Länsi-Suomen keskiarvo taas ennustettiin noin 10 pistettä liian korkeaksi. Siten pääkaupunkiseudun ja Pohjois-Suomen nuoret suoriutuivat luonnontieteiden PISA-kokeessa paremmin kuin heidän sosioekonominen asemansa perusteella voisi ennakoida ja Länsi-Suomen nuoret suoriutuivat vastaavasti heikommin.

Viiden tarkastellun (havaitun) aluekeskiarvon välinen varianssi oli 199,9, jota voidaan pitää tässä alueellisten erojen mittarina. ESCS:n avulla saatujen ennusteiden varianssi oli puolestaan 59,5, joka on 29,7 prosenttia havaittujen aluekeskiarvojen varianssista. Siis vajaat 30 prosenttia luonnontieteiden osaamisen alueellisesta vaihtelusta voitiin selittää alueiden sosioekonomisilla eroilla.

Aluekeskiarvojen ennustustarkkuus parani entisestään, kun ennustemalliin lisättiin selittäjäksi ensin oppilaan odotettu ammattiasema (malli 2) ja sen jälkeen vielä kotona olevien kirjojen määrä (malli 3). ESCS:n tavoin kummallakin muuttujalla oli erittäin merkitsevä ( $p < 0,001$ ) positiivinen yhteys oppilaan tulok-

**Taulukko 5.** Luonnontieteiden osaamisen alueelliset keskiarvot ja niille kaksitasomalleilla saadut ennusteet

Luonnont. osaamisen keskiarvo	Alue					Keskiarvojen/ennusteiden varianssi	Mallilla selitetty varianssi (%)
	Pääkaup.	Etelä-S	Länsi-S	Itä-S	Pohj-S		
Havaittu	553,9	532,3	517,2	522,1	533,3	199,9	
Ennuste / malli 1	543,3	531,2	526,6	524,1	526,4	59,5	29,7
Ennuste / malli 2	553,9	534,4	528,0	524,2	530,0	136,0	68,0
Ennuste / malli 3	554,8	534,4	527,8	521,8	531,5	156,7	78,4

seen luonnontieteissä. Näiden muuttujien myötä aluekeskiarvojen keskimääräinen suhteellinen ennustevirhe putosi 0,60 prosenttiin (taulukko 6). Erityisesti pääkaupunkiseudun ja Pohjois-Suomen ennusteet tarkentuivat mallilla 1 saatuihin ennusteihin verrattuna. Ennustettujen aluekeskiarvojen varianssi puolestaan nousi arvoon 156,7 (taulukko 5). Siten kolmella muuttujalla – sosioekonominen asema, oppilaan odotettu ammattiasema ja kirjojen määrä oppilaan kotona – voitiin laskennallisesti selittää peräti  $156,7/199,9 = 78,4$  prosenttia alueiden välisistä keskiarvoeroista.

**Taulukko 6.** Alueellisille keskiarvoille laskettujen ennusteiden suhteelliset virheet (%).

	Alue					Keskimääräinen ennustevirhe (itseisarvot)
	Pääkaup.	Etelä-S	Länsi-S	Itä-S	Pohj-S	
Ennuste / malli 1	-1,91	-0,22	1,82	0,38	-1,29	1,12
Ennuste / malli 2	0,00	0,39	2,09	0,41	-0,62	0,70
Ennuste / malli 3	0,16	0,40	2,05	-0,06	-0,33	0,60

Kolmen selittävän muuttujan mallilla saatujen alue-ennusteiden absoluuttiset virheet olivat yhtä aluetta lukuun ottamatta erittäin pieniä. Pääkaupunkiseudun ja Pohjois-Suomen keskiarvot ennustettiin pisteen tarkkuudella, Etelä-Suomen kahden pisteen tarkkuudella ja Itä-Suomen keskiarvon ennustevirhe oli pienempi kuin 0,5 pistettä. Länsi-Suomen ennustevirhe oli näitä suurempi: malli yliarvioi

Länsi-Suomen tuloksen noin 10 pisteellä (2,05 %). Ennustetta koettiin parantaa lisäämällä malliin selittäviä muuttujia, mutta parannusta ei tapahtunut. Sen sijaan ennusteiden kokonaistarkkuus heikkeni, koska muiden alueiden ennustevirheet kasvoivat. Siten länsisuomalaiset 15-vuotiaat syystä tai toisesta alisuoriutuivat luonnontieteiden PISA-kokeessa siihen nähden, mitä heiltä taustamuuttujien perusteella olisi voitu odottaa.

Kokonaisuutena paras ennustetulos saatiin siis kolmella muuttujalla: perheen ”yleinen” sosioekonominen asema ESCS, oppilaan odotettu ammattiasema ja kirjojen määrä oppilaan kotona, jonka voidaan ajatella mittaavan perheen kulttuurista pääomaa. Kaikkien näiden keskimääräinen taso oli pääkaupunkiseudulla muita alueita erittäin merkittävästi korkeampi (taulukko 4). Analyysin perusteella pääkaupunkiseudun oppilaiden muita alueita parempi PISA-tulos voidaan palauttaa pääkaupunkiseudun muita alueita korkeampaan sosioekonomiaan ja kulttuuripääomaan sekä siihen, että pääkaupunkiseudun oppilailta on muita korkeammat ammatilliset ambitiot.

Ennustemallin ulkopuolelle jäivät siis ensinnäkin vanhempien ammattiasema, äidin koulutustaso, oppilaan odotettu koulutustaso ja suorituspäätös. Ilmeinen syy tähän on niiden korrelointi ainakin jonkin mallissa jo olevan muuttujan kanssa: niillä ei saada ennusteisiin olennaista lisätarkkuutta. Luonnontieteistä pitäminen, oppilaan lukemisaktiivisuus ja luonnontieteiden opiskeluun käyttämä aika eivät korreloineet mallissa olevien selittäjien kanssa vahvasti, mutta toisaalta niiden alueellinen vaihtelu oli vähäistä (taulukko 4). Siten luonnontieteiden osaamisen alueellisia eroja ei voitu menestyksellisesti selittää niiden avulla.

## **Alueellisten keskiarvoerojen merkisyys, kun taustamuuttujat vakioidaan**

Toinen menetelmä, jolla selitettiin alueellisiin eroihin vaikuttavia tekijöitä, oli kovarianssianalyysi. Siinä lineaariseen kaksitasomalliin, jossa luonnontieteiden osaaminen oli selitettävänä muut-



tujana ja viisiluokkainen aluejako oli kategorisena selittäjänä, lisättiin kukin taulukossa 4 esitetyistä taustamuuttujista vuorollaan kovariaatiksi, jolloin selitettävän muuttujan (ts. luonnontieteiden pistemäärän) alueelliset keskiarvot saadaan vakioiduksi tämän kovariaattimuuttujan suhteen. Kullakin mallilla laskettiin luonnontieteiden osaamisen kovariaattivakioidut aluekeskiarvot ja näiden välisten erojen merkitsevyydet testattiin. Kovariaattivakioidut aluekeskiarvot ovat estimaatteja sille, millaisia alueelliset keskiarvot olisivat, jos vertailtavat alueet olisivat kovariaattina toimivan taustamuuttujan suhteen keskimäärin samalla tasolla. Tässä analyysissä noudatettiin standardia PISA-metodologiaa: kovarianssi-analyysit suoritettiin otantapainoja käyttäen kullekin kymmenelle plausible value -muuttujalle erikseen, estimaattien keskivirheet estimoitiin PISAn otanta-asetelmaan räätälöidyllä Fay-modifioidulla BRR-menetelmällä ja kymmenen analyysin tulokset yhdistettiin moni-imputointitekniikkaa soveltamalla (metodologian yleisesitys löytyy julkaisusta OECD 2009). Laskentatyökaluna käytettiin australialaisen ACER-tutkimuslaitoksen tätä tarkoitusta varten tuottamia SAS-makroja (ks. OECD 2009).

Osoittautui, että tarkasteltavista taustamuuttujista yksi, oppilaan odotettu ammattiasema, tasoitti kovariaattina luonnontieteiden alueelliset keskiarvot niin lähelle toisiaan, etteivät niiden väliset erot olleet enää tilastollisesti merkitseviä. Siten kovarianssi-analyysin mukaan alueelliset keskiarvoerot voidaan olennaisilta osiltaan palauttaa eri alueiden oppilaiden eritasoiisiin ammatillisiin ambitoihin. Toiseksi parhaiten aluekeskiarvoja tasoitti sosioekonominen asema ESCS. ESCS-vakioinnin jälkeen pääkaupunkiseudun ja Länsi-Suomen välinen ero jäi kuitenkin merkitseväksi, joten eroilla sosioekonomisessa asemassa ei yksin voida selittää Länsi-Suomen pääkaupunkiseutua huonompaa tulosta. Havaitut (kovariaateilla vakioimattomat) sekä odotetun ammattiaseman ja ESCS:n suhteen vakioidut aluekeskiarvot nähdään taulukossa 7.

Taulukosta 7 nähdään, että vakiointi odotetun ammattiaseman suhteen pudottaa pääkaupunkiseudun keskiarvoa olennaisesti, käytännössä samalle tasolle Pohjois-Suomen ja Etelä-Suomen kanssa. Länsi- ja Itä-Suomen keskiarvot ovat hieman näitä alem-

mat, vaikka erot eivät olekaan tilastollisesti merkitseviä. Sosioekonomisen aseman vakiointi tuottaa lähes saman lopputuloksen. Joka tapauksessa näyttää selvältä, että pääkaupunkiseudun oppilaiden hyvien tulosten taustalla on muiden alueiden oppilaita korkeammat uraodotukset sekä parempi sosioekonominen asema. Jos esimerkiksi Pohjois-Suomen oppilaiden ammatilliset tavoitteet olisivat samalla tasolla kuin pääkaupunkiseudun oppilaiden, kovarianssianalyysin mukaan tämä yksin ennustaisi Pohjois-Suomen oppilaille samantasoista PISA-menestystä kuin pääkaupunkiseudun oppilaille.

Edellä nähtiin, että viiden alueen luonnontieteen osaamisen keskiarvot voitiin ennustaa erittäin tarkasti oppilaan odotetun ammattiaseman, sosioekonomisen aseman ja kotona olevien kirjojen määrän avulla. Jos kovarianssianalyysin malliin laitetaan kaikki nämä kolme muuttujaa kovariaateiksi yhtä aikaa, saadaan taulukossa 8 nähtävät vakioidut aluekeskiarvot. Vertailun helpottamiseksi myös havaitut, vakioimattomat keskiarvot esitetään jälleen samassa taulukossa.

Näiden kolmen muuttujan suhteen vakioidut aluekeskiarvot ovat todella lähellä toisiaan, eivätkä niiden väliset erot ole luonnollisestikaan merkitseviä. On kuitenkin mielenkiintoista spekuloida, että jos kaikki viisi suuraluetta olisivat näiden taustamuuttujien

**Taulukko 7.** Luonnontieteiden pistemäärien havaitut ja kovariaattivakioidut alueelliset keskiarvot.

	Havaittu keskiarvo	Ero pääkaup. seutuun	Odotetun ammattiaseman suhteen vakioitu keskiarvo	Ero pääkaup. seutuun	ESCS:n suhteen vakioitu keskiarvo	Ero pääkaup. seutuun
Pääkaupunki-seutu	553,9		538,8		540,9	
Etelä-Suomi	532,3	*	535,0	ns	531,6	ns
Länsi-Suomi	517,2	***	527,8	ns	521,5	**
Itä-Suomi	522,1	***	524,6	ns	529,7	ns
Pohjois-Suomi	533,3	*	538,1	ns	538,0	ns

ns =  $p > 0,05$ ; \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$

**Taulukko 8.** Luonnontieteiden pistemäärien havaitut ja kovariaateilla vakioidut alueelliset keskiarvot, kun kovariaateina ovat odotettu ammatti- asema, ESCS ja kirjojen lukumäärä yhdessä.

	Havaittu keskiarvo	Ero pääkaup. seutuun	Kovariaateilla vakioitu keskiarvo	Ero pääkaup. seutuun
Pääkaupunkiseutu	553,9		530,1	
Etelä-Suomi	532,3	*	534,0	ns
Länsi-Suomi	517,2	***	530,7	ns
Itä-Suomi	522,1	***	530,4	ns
Pohjois-Suomi	533,3	*	538,7	ns

ns =  $p > 0,05$ ; \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$

suhteen samalla tasolla, paras osaaminen luonnontieteissä olisi- kin Pohjois-Suomen oppilailla. Pääkaupunkiseudun tulos ei eroaisi Länsi- tai Itä-Suomen tuloksista lainkaan.

## Keskustelua

Tässä artikkelissa selvitettiin Suomen viiden suuralueen väli- siä eroja luonnontieteiden PISA-osaamisessa kahdella tavalla. Molemmat tavat johtivat tulokseen, jonka mukaan pääkaupunki- seudun hyvät oppimistulokset ovat vankassa yhteydessä perhei- den sosioekonomisen tason ja kulttuuripääoman ohella oppilai- den erilaisiin uraodotuksiin. Tulosten perusteella voi kysyä, missä määrin pääkaupunkiseudulla näkyvissä olevat monimuotoisemmat työmarkkinat ja ammatilliset verkostot sekä alueen laajempi jatko- koulutustarjonta vaikuttavat siihen, millaisena nuoret näkevät odo- tetun koulutustasonsa ja ammattiasemansa, ja miten tätä kautta kehittynyt oma tavoitteenasettelu on yhteydessä opiskelumotivaat- tion ja suoritustasoon.

Vuoden 2012 PISA-tutkimuksessa 22 osallistujamaata, Suomi niistä yhtenä, osallistui urasuunnittelutaitoja kartoittavaan valin- naiseen tutkimukseen. Oppilailta kysyttiin, millaisiin urasuunnit- telutaitoja edistäviin työmuotoihin (esim. harjoittelu, työpaikka- ja oppilaitosvierailut, keskustelut ammattilaisten kanssa, tiedon etsi-

minen verkosta) he olivat osallistuneet ja miten kattavia urasuunnittelutaitoja he ilmoittivat oppineensa koulussa ja koulun ulkopuolella. Tutkimuksen mukaan koulun merkitys ohjauspalvelujen tarjoajana oli vertailtujen maiden joukossa suurin juuri Suomessa (Sweet, Nissinen & Vuorinen 2014), ja kokonaisuutena suomalaisoppilaat osallistuivat urasuunnittelutaitojen kehittämistä edistäviin työmuotoihin muiden maiden keskiarvoa merkittävästi enemmän. Nämä tulokset johtuivat todennäköisesti siitä, että oppilaanohjaus on Suomessa perusopetukseen sisältyvä oppilaille pakollinen oppiaine. Opetussuunnitelmaan integroidun ohjauksen voidaan olettaa edistävän oppilaiden tasa-arvoisia mahdollisuuksia saada kattavaa tietoa ammateista ja koulutusvaihtoehdoista omien urasuunnitelmiansa perustaksi. Tästä huolimatta oppilaan sosioekonominen taso ja vanhempien koulutustausta näyttivät liittyvän urasuunnittelutaitojen oppimiseen sekä koulussa että koulun ulkopuolella myös Suomessa. Oppilaiden sosioekonomisella taustalla oli kuitenkin vahvempi yhteys koulun ulkopuolella opittuihin taitoihin kuin koulussa opittuihin taitoihin. Tämä kertonee siitä, että hyväosaisten perheiden lapsilla on muita enemmän mahdollisuuksia tai aktiivisuutta omaehtoiseen koulun ulkopuolella tapahtuvaan urasuunnittelutaitojen oppimiseen. Matalan sosioekonomisen taustan omaavat oppilaat näyttäisivät useimmissa maissa olevan muita riippuvaisempia koulun sisäisistä työmuodoista (Sweet ym. 2014).

PISA 2012 -aineiston mukaan oppilaan aktiivisella osallistumisella ja hyvillä urasuunnittelutaidoilla oli selkeä yhteys sinnikkyteen, myönteisiin kouluasenteisiin ja hyviin oppimistuloksiin (Sweet, Nissinen & Vuorinen 2014; Kashefakdel, Mann & Schleicher 2016). Myös Hughes, Mann, Barnes, Baldauf ja McKeown (2016) esittävät, että työhön tutustumiseen ja ammattimessuille osallistuneet nuoret suhtautuvat positiivisemmin opiskeluun ja arvostavat koulutuksen merkitystä aikuisuuteen valmistautuessa. Yhdysvalloissa koordinoitusti ja systemaattisesti toteutetuilla työelämää ja uraa koskevilla ohjauskokonaisuuksilla ja henkilökohtaisilla opiskelusuunnitelmissa on osoitettu olevan yhteyttä positiivisiin oppimiskokemuksiin ja oppimistuloksiin (Carey &

Dimmitt 2012; Solberg, Wills, Redmond & Skaff 2014). Toisaalta nuorilla, jotka eniten hyötyisivät kattavasta työmarkkinatiedosta tai työssä oppimisesta, on usein vähiten mahdollisuuksia päästä käsiksi näihin mahdollisuuksiin (vrt. Mann, Kashefpackdel, Rehill & Huddleston 2017).

Tämän tutkimuksen mukaan oppilaiden koulutustasoa ja ammattiasemaa koskevilla odotuksilla ja oppimistuloksilla näyttää olevan yhteys. Toisaalla on havaittu, että osallistumisella urasuunnittelutaitoja edistäviin työmuotoihin (esim. työelämään tutustumiseen tai työharjoitteluun) sekä opituilla urasuunnittelutaidoilla on yhteys motivaatioon ja oppimistuloksiin. Edellä mainittuihin yhteyksiin liittyy monia tekijöitä, ja niiden samanaikaiseen tarkasteluun kannattaa suhtautua varauksella. Siitä huolimatta voi pohdita, missä määrin Suomessa oppilaanohjauksen kehittämisellä voitaisiin ennaltaehkäistä oppimistulosten alueellisten erojen kasvua ja ylläpitää koulutuksellista, etnistä ja sukupuolten tasa-arvoa. Tuoreen tutkimuksen mukaan Helsingin kaupungissa osallisuutta edistäviä työmuotoja vahvistamalla voitiin tehostaa oppilaiden siirtymistä toiselle asteelle kouluissa, jotka toimivat haastavissa olosuhteissa (Silliman 2017, 39–40).

Vuoden 2014 perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteissa (Opetushallitus 2014) urasuunnittelutaitojen kehittäminen jatkumona on kirjattu yhdeksi keskeiseksi tavoitteeksi. Oppilaanohjaus on perusopetuksen tuntijaossa oppiaineen asemassa, mutta sen tehtävänä on yhdessä muiden oppiaineiden kanssa selkeyttää opiskeltavien oppiaineiden merkitystä jatko-opintojen ja työelämätaitojen kannalta. Opetussuunnitelman perusteissa oppilaanohjauksen laajempaa yhteyttä oppilaitoksen kokonaistehtävään täsmennetään yhdistämällä ohjauksen tavoitteet perusopetuksen laaja-alaiseen osaamisen tavoitteisiin. Jokaisen oppiaineen opetukseen tulee sisällyttää kokonaisuuksia, jotka tarjoavat mahdollisuuksia soveltaa opiskeltavaa ainetta erilaisissa konteksteissa sekä tutustua monipuolisesti työtehtäviin, joissa tarvitaan kyseisen aineen osaamista. Lisäksi oppilaiden tulee voida hankkia kokemuksia tämän päivän työelämästä ja osaamisvaatimuksista aidoissa työympäristöissä koulutus- ja ammatinvalintojensa perustaksi ja työn

arvostuksen lisäämiseksi. Opetussuunnitelman perusteiden mukaan oppilaitosten tulee laatia ohjaussuunnitelma, jossa kuvataan oppilaanohjauksen järjestämisen rakenteet, toimintatavat, työn ja vastuunjako opinto-ohjaajien ja aineenopettajien kesken sekä monialaiset verkostot, joita tarvitaan ohjauksen tavoitteiden toteutumiseksi oppilaitoksen yhteisenä tehtävänä.

Jos oppimistulosten alueellisilla eroilla on yhteys oppilaiden erilaisiin uraodotuksiin ja toisaalta oppilaan sosioekonominen taso ja vanhempien koulutustausta liittyvät urasuunnittelutaitojen oppimiseen sekä koulussa että koulun ulkopuolella, voidaan kysyä, saavutetaanko opinto-ohjaukselle opetussuunnitelmassa esitetyt tavoitteet koko Suomessa. Onko perusopetuksen ohjauksella kaikkialla maassa yhtäläiset toimintaedellytykset tarjota nuorille riittävät mahdollisuudet tutustua jatkokoulutusvaihtoehtoihin ja työmarkkinoihin, jotta nämä kokemukset antaisivat tarkoituksenmukaisen pohjan motivaatiota ja opintomenestystä vahvistaville koulutustasoa ja ammattiasemaa koskeville odotuksille? Jos muualla maassa on pääkaupunkiseutua suppeammat mahdollisuudet tutustua erilaisiin koulutus- ja työllistymisvaihtoehtoihin, tarvittaisiin jatkotutkimusta siitä, miten ohjauksen tavoitteet ja työelämäyhteydet toteutuvat kaikkien oppiaineiden opiskelussa koko henkilöstön yhteistyönä, miten oppilaanohjauksessa ja urasuunnittelun ohjauksessa hyödynnetään erilaisia uuden teknologian tarjoamia mahdollisuuksia tutustua työmarkkinoihin, ja onko ohjaajilla ajantasainen osaaminen esimerkiksi sosiaalisen median käyttöön työmarkkinoita koskevien näkymien avaamisessa (vrt. Kettunen 2017).

## Lähteet

- Arinen, P. & Karjalainen, T. 2007. PISA 2006 Ensituloksia. Helsinki: Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2007:38.
- Bourdieu, P. & Wacquant, L. J. D. 1992. *An invitation to reflexive sociology*. Cambridge: Polity Press.
- Carey, J. & Dimmitt, C. 2012. School counseling and student outcomes: summary of six statewide studies. *Professional School Counseling*, 16(2): 146–153.
- Ganzeboom, H. B. G., De Graaf, P. M. & Treiman, D. J. 1992. A Standard International Socio-Economic Index of Occupational Status. *Social Science Research*, 21, 1–56.

- Hughes, D., Mann, A., Barnes, S.-A., Baldauf, B. & McKeown, R. 2016. Careers education: international literature review. Warwick Institute for Employment Research. <https://www.educationandemployers.org/wp-content/uploads/2016/07/Careers-review.pdf>.
- Kashefpakdel, E., Mann, A. & Schleicher, M. 2016. The impact of career development activities on student attitudes towards school utility: an analysis of data from the Organisation for Economic Co-operation and Development's Programme for International Student Assessment (PISA). Education and Employers Research. Occasional Research Paper 8.
- Kettunen, J. 2017. *Career practitioners' conceptions of social media and competency for social media in career services*. Jyväskylä: University of Jyväskylä, Finnish Institute for Educational Research. Studies 32. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-7160-1>
- Kosonen, P. 2005. Sosiaalialan ja hoitotyön asiantuntijuuden kehitysehdot ja opiskelijavalinta. Jyväskylä studies in education, psychology and social research 271. Jyväskylä: Jyväskylä University Printing House.
- Mann, A., Kashefpakdel, E., Rehill, J. & Huddleston, P. 2017. Contemporary transitions. Young Britons reflect on life after secondary school and college. Education and Employers Research. Occasional Research Paper 11. <https://www.educationandemployers.org/wp-content/uploads/2017/01/Contemporary-Transitions-30-01-2017.pdf>
- Nori, H. 2011. Keille yliopiston portit avautuvat? Tutkimus suomalaisiin yliopistoihin ja eri tieteenaloille valikoitumisesta 2000-luvun alussa. Turku: Turun yliopiston julkaisuja, sarja C: 309.
- OECD. 2009. PISA data analysis manual. SAS second edition. Paris: OECD. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264056251-en>
- OECD. 2016. PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education. Paris: OECD. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Opetushallitus. 2014. Perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteet 2014. [http://oph.fi/download/163777\\_perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](http://oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf). (luettu 13.10.2017)
- Rinne, R. 2014. Kulttuurinen pääoma ja koulutuksen periytyvyys. Teoksessa S. Pulkkinen & J. Roihuvuo (toim.) Erkanevat koulupolut – koulutuksen tasa-arvon tila 2010-luvun Suomessa. Helsinki: Suomen ylioppilaskuntien liitto, 22–50.
- Ryan, R. M. & Deci, E.L. 2000. Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54–67.
- Silliman, M. I. 2017. Targeted funding, immigrant background and educational outcomes: evidence from Helsinki's "Positive Discrimination" Policy. VATT Working Papers 91. Helsinki: Valtion Taloudellinen tutkimuskeskus.
- Solberg, S. V., Wills, J., Redmond, K. & Skaff, L. 2014. Use of individualised learning plans: a promising practice for driving college and career efforts. National Collaborative on Workforce and Disability for Youth. Washington: Institute for Educational Leadership. <http://www.ncwd-youth.info/sites/default/files/ILPs-%20A-Promising-Practice-for-Driving-College-and-Career-Efforts.pdf>

- Sulkunen, S. & Nissinen, K. 2012. Heikot lukijat Suomessa. Teoksessa S. Sulkunen & J. Välijärvi (toim.) *Kestääkö osaamisen pohja?* Helsinki: Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2012:12, 46–61.
- Sweet, R., Nissinen, K. & Vuorinen, R. 2014. An analysis of the career development items in PISA 2012 and of their relationship to the characteristics of countries, schools, students and families. ELGPN Research Paper no. 1. Jyväskylä: ELGPN. <http://www.elgpn.eu/publications/browse-by-language/english/elgpn-research-paper-no.-1-pisa/>
- Tilastokeskus 2017a. Alueluokitukset. [https://www.tilastokeskus.fi/meta/luokitukset/index\\_alue.html](https://www.tilastokeskus.fi/meta/luokitukset/index_alue.html) (luettu 10.8.2017)
- Tilastokeskus 2017b. Koulutusaste – versioita. [https://www.tilastokeskus.fi/meta/luokitukset/index\\_alue.html](https://www.tilastokeskus.fi/meta/luokitukset/index_alue.html) (luettu 10.8.2017)
- Vettenranta, J., Välijärvi, J., Ahonen, A., Hautamäki, J., Hiltunen, J., Leino, K., Lähteinen, S., Nissinen, K., Nissinen, V., Puhakka, E., Rautopuro, J. & Vainikainen, M.-P. 2016. PISA 15 Ensituloksia. Huipulla pudotuksesta huolimatta. Helsinki: Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:41.
- Vilhjálmsdóttir, G. & Arnkelsson, G. B. 2013. Social aspects of career choice from the perspective of habitus theory. *Journal of Vocational Behavior*, 83, 581–590.
- Vuorinen, P. & Valkonen, S. 2005. Ammattikorkeakoulu ja yliopisto yksilöllisten koulutustavoitteiden toteuttajina. Jyväskylä: Koulutuksen tutkimuslaitoksen tutkimusjulkaisuja 25.
- Välijärvi, J. 2017. PISA 2015: oppilaiden hyvinvointi. Jyväskylä: Koulutuksen tutkimuslaitoksen julkaisuja.



## Liite 1.

**Taulukko 1.** Luonnontieteiden osaamisen alueellisia eroja selittävien muuttujien väliset korrelaatiot.

	ESCS	Kirjojen lkm	HISEI	Äidin koulutustaso	Odot. koulutustaso	Odot. amm. asema	Luonnont. pitäm.	Suoritusmotiv.	Lukemisaktiiv.	Luonnont. opisk. käyt. aika
ESCS	1									
Kirjojen lkm	0,45	1								
HISEI	0,86	0,29	1							
Äidin koulutustaso	0,63	0,25	0,39	1						
Odotettu koulutustaso	0,31	0,25	0,25	0,20	1					
Odotettu ammattiasema	0,33	0,24	0,28	0,21	0,44	1				
Luonnont. pitäminen	0,18	0,20	0,12	0,11	0,24	0,23	1			
Suoritusmotivaatio	0,20	0,15	0,17	0,12	0,28	0,31	0,26	1		
Lukemisaktiivisuus	0,14	0,27	0,09	0,08	0,16	0,20	0,24	0,11	1	
Luonnont. opisk. käytetty aika	0,13	0,13	0,13	0,09	0,17	0,15	0,13	0,11	0,13	1



## 4. Luonnontieteissä heikosti menestyvien oppilaiden kokemus saamastaan tuesta suomalaiskouluissa

### Johdanto

Viime vuosikymmenien aikana koulutusjärjestelmiä on ympäri maailman kehitetty järjestelmällisesti aiempaa inklusiivisemmiksi (Graham & Jahnukainen 2011) vuonna 1994 solmitun Salamancan sopimuksen pohjalta (UNESCO 1994). Myös Suomessa vuoden 2011 perusopetuslain uudistuksessa (Laki perusopetuslain muuttamisesta 642/2010) käyttöön otettu kolmiportainen tukijärjestelmä korostaa entistä enemmän lähikoulua opetuksen ensisijaisena järjestämispaikkana välttämällä mahdollisimman pitkälle erityisluokkasiirtoja (Opetushallitus 2011). Näin tukea tarvitsevat oppilaat ovat viime vuosien aikana opiskelleet yhä useammin isoissa opetusryhmissä pienluokan sijaan. Luokkahuoneiden monimuotoisuutta lisää myös maahanmuuttajataustaisten oppilaiden kasvava osuus etenkin osassa kaupunkikouluja, vaikkakin kasvu on ollut Suomessa maltillisempaa moniin muihin maihin verrattuna (Tilastokeskus 2017). Koulut ympäri maailmaa kaipaavatkin

tutkitusti tehokkaita tapoja opettaa yhä heterogeenisempia oppilasryhmiä.

Luonnontiede oli edellisen kerran PISA-tutkimuksen keskiössä vuonna 2006. Suomalaisten oppilaiden tulosten tarkemmassa erittelyssä korkea kokonaispistemäärä ja pieni oppilaiden välinen vaihtelu selittyi tuolloin osin sillä, että kaikkein heikoimmat oppilasryhmät suoriutuivat tehtävistä selvästi paremmin kuin vastaavat oppilaat muissa maissa. Selitykseksi tälle esitettiin systemaattista oppimisen tukijärjestelmäämme, joka pyrkii takaamaan koulutuksen tasa-arvon yksilöllisesti suunnitellun tuen ja joustavuuden kautta (Sabel, Saxenian, Miettinen, Kristensen & Hautamäki 2011). Myös myöhemmillä PISA-kierroksilla Suomen hyvät tulokset ovat selittyneet osin sillä, että *resilienttien* eli epäsuotuisasta taustastaan huolimatta hyvin menestyvien oppilaiden osuus on ollut ennustettua suurempi (OECD, 2013). Suomalainen oppimisen tukijärjestelmä, jonka peruskäytänteet on luotu jo 1970-luvulla, näyttää ainakin viime vuosiin asti toimineen odotetusti (Thuneberg ym. 2013). Tukijärjestelyitä koskevat tutkimukset (esim. Panula 2013; Thuneberg 2007; Vainikainen 2014) ovat osoittaneet, että tuki näyttää kohdentuvan melko tarpeenmukaisesti, ja nuoremmilla oppilailta se myös onnistuu kaventamaan suorituseroja. Koulutuksen tasa-arvon näkökulmasta on kuitenkin huolestuttavaa, että yleimmillä luokka-asteilla suomalaisoppilaiden väliset erot näyttävät jälleen kasvavan ja pojat tarvitsevat enemmän tukea kuin tytöt. Tuensaajilla heikohko osaaminen yhdistyy lisäksi usein alhaiseen motivaatioon ja yrittämisen puutteeseen. Vuodesta 2006 lähtien heikosti suoriutuvien oppilaiden suhteellinen osuus on myös kokonaisuudessaan kasvanut (OECD 2013; Vetterranta ym. 2016) noin viidestä prosentista reilusti yli kymmeneen prosenttiin ja yleinen suoritustaso laskenut noin yhden kouluvuoden oppimäärää vastaavan keskihajonnan muutoksen verran (Hautamäki, Kupiainen, Marjanen, Vainikainen & Hotulainen 2013). Siksi myös Suomessa tarvitaan ajantasaista tietoa käytänteistä, joiden avulla on mahdollista puuttua oppimistulosten epäsuotuisaan kehitykseen.

Tässä luvussa tarkastelemme PISA 2015 -aineiston avulla, keitä luonnontieteessä vaikeuksia kokevat oppilaat ovat ja millaiset

opetuksen järjestämiseen liittyvät tekijät selittävät heidän menestystään. Yksilötasolla tarkastelemme oppilaiden taustatekijöiden lisäksi heidän kokemuksiinsa luonnontieteen opetuksen eriyttämisestä ja tarpeenmukaisen tuen saamisesta luonnontieteiden tunneilla. Koulutasolla tutkimme kompositiovaikutuksia. Toisin sanoen tarkastelemme, miten vaikeuksia kokevien, erityistä tukea saavien tai maahanmuuttajataustaisten oppilaiden suhteellinen osuus koulun oppilasporasta, oppilaiden keskimääräinen sosioekonominen taso, koulun koko, luokkakoko sekä opettajien ja oppilaiden suhdeluku ovat yhteydessä luonnontieteen osaamiseen koulutasolla.

## Oppilaan tausta oppimistulosten selittäjänä

Oppilaiden taustan mukaisia eroja oppimistuloksissa on tutkittu paljon sekä Suomessa että muualla. Systemaattisimmat havainnot liittyvät oppilaiden sosioekonomiseen taustaan tai sen mittarina usein käytettyyn vanhempien koulutustasoon. Perheen sosioekonominen tausta ennustaa oppimistuloksia myönteisesti, ja taustan mukaiset erot kasvavat vähitellen alkuopetuksen jälkeen ollen suurimmillaan juuri PISA-ikäisillä oppilailla (Caro, McDonald & Willms 2009). Vaikutusmekanismeja ei kuitenkaan kaikilta osin vielä tunneta, minkä vuoksi aiheen tutkiminen säilyy ajankohtaisena vuodesta toiseen (ks. Turkheimer, Haley, Waldron, D’Onofrio & Gottesman 2003; Vettenranta 2015). Sosioekonomisen taustan vaikutusten arvioiminen on tullutkin osaksi vakiintuneita koulutuspoliittisia tunnuslukuja.

Viime vuosina Suomessa on tehty tutkimusta myös oppilaan maahanmuuttajataustan yhteydestä oppimistuloksiin ja niiden kehittymiseen. Tutkimuksissa on havaittu, että maahanmuuttajataustaisten ja suomea äidinkielenään puhuvien oppilaiden välillä on melko suuria osaamiseroja, jotka osin kytkeytyvät maahanmuuttajaperheiden keskimääräistä matalampaan koulutustasoon (Harju-Luukkainen, Nissinen, Sulkunen, Suni & Vettenranta 2014; Malin, Kinnunen & Rimpelä 2015). Myös kansainvälisissä tutki-

muksissa on havaittu suorituseroja maahanmuuttajataustaisten ja syntyperäisten oppilaiden välillä (Martin, Liem, Mok & Xu 2012). Malinin ja työtovereiden tutkimuksessa havaittiin lisäksi, että seitsemäsluokkalaiset maahanmuuttajat olivat ikätovereitaan useammin saaneet tuki- tai erityisopetusta aikaisempien kouluvuosien aikana. Tätä taustaa vasten oletamme, että myös PISA 2015 -aineistossa havaitaan maahanmuuttajataustan mukaisia eroja oppilaiden tukitarpeessa.

Myös oppilaan sukupuoli on osoittautunut merkittäväksi tekijäksi oppimistulosten vaihtelun ymmärtämisessä. Perinteisen käsityksen mukaan tytöt menestyvät poikia paremmin kielellisiä taitoja vaativilla osa-alueilla, kun taas poikien vahvuutena oli ollut matemaattis-luonnontieteellinen ajattelu (Halpern 2000). Viime vuosikymmenen aikana tytöt ovat kuitenkin ottaneet poikia kiinni tai ohittaneet heidät myös heidän perinteisillä vahvuusalueillaan, mahdollisesti liittyen myönteisempiin asenteisiin koulunkäyntiä kohtaan (Kenney-Benson, Pomerantz, Ryan & Patrick 2006). Suomessa sukupuolierot tyttöjen eduksi ovat olleet poikkeuksellisen suuret etenkin lukutaidossa, ja monista muista PISA-maista poiketen tytöt menestyvät poikia paremmin kaikilla kolmella ydinosaamisalueella (Vettenranta ym. 2016). Seurantatutkimukset ovat osoittaneet, että sukupuolierot myös muilla kuin kielellisiä taitoja edellyttävillä osaamisalueilla lähtevät kasvamaan jo alaluokkien aikana, mutta vielä seitsemännän luokan alussa ne selittyvät pitkälti tyttöjen ahkerammalla yrittämisellä tehtävätilanteessa ajankäytön kautta mitattuna (Vainikainen 2014).

Lähdemme tässä luvussa perusoletuksesta, että luonnontieteen osaamisen vaihtelu on pääasiassa yksilötason ilmiö. Aikaisemman tutkimuksen perusteella oletamme osaamisen selittyvän osin tukitarpeella, sukupuolella, maahanmuuttajataustalla sekä etenkin oppilaan sosioekonomisella taustalla. Lisäksi oletamme, että tukitarve kytkeytyy taustatekijöihin niin, että vaikeuksia kokevat oppilaat ovat muita useammin poikia, maahanmuuttajataustaisia tai matalammasta sosioekonomisesta taustasta tulevia oppilaita.

## Oppimisen tuki ja opetuksen eriyttäminen

Peruskoulun alkuaajoista asti koulutusjärjestelmässämme on panostettu koulutuksen tasa-arvon edistämiseen myös oppimisen tuen järjestelyiden kautta. Vaikka tukea koskevat säädökset ovat muuttuneet moneen kertaan matkan varrella, tuen perusrakenteet ovat pysyneet jokseenkin samanlaisina läpi vuosikymmenten (Ahtiainen 2017). Jokaisella oppilaalla on ollut oikeus saada esimerkiksi tukiopetusta ja laaja-alaista erityisopetusta sekä opiskeluhuollon palveluita ilman virallisia tukipäätöksiä mahdollisimman pian, kun tuen tarve ilmenee. Myös opetuksen eriyttäminen (Tomlinson ym. 2003) oppilaiden yksilöllisten tilanteiden mukaan on ollut peruskoulun arkipäivää jo ennen perusopetuslain muutosta 2011.

Perusopetuslain muutos (Thuneberg ym. 2013) vahvisti lähikoulun asemaa tuen järjestämispaikkana entisestään ja systematisoi nimenomaan varhaisen tuen rakenteita. Nykyisen mallin ensimmäinen tuen taso on yleinen tuki, joka tarkoittaa kaikille oppilaille tarkoitettua oppimisen ja koulunkäynnin tukea – siis opetuksen eriyttämistä, tukiovetusta, laaja-alaista erityisopetusta ja muuta vastaavaa. Uutena lakiin kirjattu tehostettu tuki on tarkoitettu oppilaille, joille yleinen tuki ei riitä. Tehostetun tuen aikaiset keinot ovat pitkälti samoja kuin yleisen tuen vaiheessa, mutta tuki on tässä vaiheessa suunnitelmallisempaa ja intensiivisempää. Myös esimerkiksi joustavien opetusryhmien käytön merkitys korostuu tässä vaiheessa (Opetushallitus 2011). Vasta erityisen tuen vaiheessa voidaan antaa kokoaikaista erityisopetusta, mutta silloinkin opetus voidaan järjestää muun opetuksen yhteydessä.

Koska opetuksen eriyttäminen ja oppimisen yksilöllinen tukeminen on kuulunut peruskoulumme peruseräiteisiin sen alkuvaiheesta lähtien toisin kuin monissa muissa PISA-maissa, oletamme Suomen tulosten poikkeavan näiltä osin muista maista myönteiseen suuntaan. Koska Suomessa esiintyy alueellista vaihtelua tukirakenteissa ja -käytänteissä (Vainikainen, Thuneberg, Greiff & Hautamäki 2015), oletamme löytävämme positiivisen yhteyden oppilaiden kokeman luonnontieteen opetuksen eriyttämisen

ja oppilaiden yksilöllisen tukemisen sekä luonnontieteen oppimistulosten välillä myös Suomen sisäisessä tarkastelussa.

## **Koulutason tekijät oppimistulosten selittäjinä**

Suomi on tähän asti erottautunut kansainvälisissä vertailuissa muista maista poikkeuksellisen pienillä koulujen välisillä eroillaan (Yang Hansen, Gustafsson & Rosén 2014). PISA 2006 -tutkimukseen osallistuneissa maissa koulujen segregoituminen oli kaikkein pienintä mitattuna sekä luonnontieteen oppimistulosten että oppilaiden sosioekonomisen taustan suhteen (Willms 2010). Viime aikoina on kuitenkin tehty systemaattisia havaintoja siitä, että Suomessakin kaupunkikoulujen välillä on kasvavia eroja sekä oppimistuloksissa että niitä ennustavassa oppilaiden vanhempien sosioekonomisessa taustassa (Bernelius 2013; Hautamäki & Kupiainen 2015; Vainikainen 2014). Kaupungeissa, joiden koulutuspolitiikka mahdollistaa muun kuin lähikoulun valitsemisen, vanhempien tekemät kouluvalinnat ovat lisänneet eroja entisestään (Bernelius 2013; Varjo & Kalalahti 2011). Koulujen välillä on huomattaviakin eroja tukea tarvitsevien, maahanmuuttajataustaisten tai heikommasta sosioekonomisesta taustasta tulevien oppilaiden suhteellisessa osuudessa (Vainikainen ym. 2016). Tästä huolimatta koulujen väliset erot ovat kansainvälisellä mittapuulla maltillisia.

Koulujen väliset erot ovat muissa OECD-maissa vaikuttaneet koulun resursseihin ja koulun oppimisilmapiiriin sekä siihen, millaisia opettajia osaamistasoltaan erilaisiin kouluihin hakeutuu (OECD 2013). Suomessa tilanne on ollut ainakin resursoinnin osalta jopa päinvastainen – lisäresursseja on kohdistettu systemaattisesti oppilaspuolelta haasteellisempiin kouluihin, mikä on vaikuttanut myönteisesti koulujen oppimistuloksiin (Silliman 2017). Kuitenkin suomalaistutkimusten tulokset viittaavat siihen, että myös Suomessa vanhempien keskimääräinen koulutustausta on yhteydessä oppimistuloksiin oppilaan omista lähtökohdista riippumatta (Bernelius 2013).



Tukea saavien oppilaiden suhteellisen osuuden yhteyttä koulutason tulosten vaihteluun on tutkittu Suomessa vasta vähän. Kansainväliset tutkimukset antavat viitteitä siitä, että koulun muut oppilaat saattavat joskus nostaa heikompien suoritustasoa, mutta yleisesti vaikutukset kaikkiin ja erityisesti muihin oppilaisiin ovat useimmiten vähäisiä (Ruijs & Peetsma 2009). Metropolialuetta koskevassa laajassa suomalaistutkimuksessa (Vainikainen ym. 2016) havaittiin, että erityistä tukea saavien oppilaiden osuus oli alueella yhteydessä koulun oppimaanoppimistaitojen lähtötasoon ja koulun pienempään kokoon, mutta taidot kehittyivät keskimäärin samalla tavoin oppilasohjaltaan kaikenlaisissa kouluissa. Oppilaiden saamalla tehostetulla tuella tai maahanmuuttajataustalla ei ollut koulutasolla yhteyttä osaamiseen, vaan kyse oli yksilötason ilmiöistä. Vanhempien korkea koulutustaustan sijaan oli myönteisessä yhteydessä osaamisen kehittymiseen myös koulutasolla. Luokkakokoa koskevissa suomalaistutkimuksissa (Kupiainen & Hienonen 2016) puolestaan on havaittu, että osaaminen ja luokkakoko ovat myönteisessä yhteydessä toisiinsa johtuen toisaalta pienemmän luokkakoon käyttämisestä tukikeinona (Vainikainen, Hienonen & Hotulainen 2017) ja toisaalta painotettua opetusta antavien luokkien suuremmista oppilasmääristä (Kupiainen & Hienonen 2016).

Tässä luvussa ennustamme koulutason suoriutumista luonnontieteessä vaikeuksia kokevien, erityistä tukea saavien, maahanmuuttajataustaisten tai heikoista sosioekonomisista lähtökohdista tulevien oppilaiden suhteellisilla osuuksilla koulun oppilasohjasta. Lisäksi tarkastelemme koulun koon, koulun keskimääräisen luokkakoon sekä opettajien ja oppilaiden suhdeluvun merkitystä. Koska PISA 2015 -tutkimuksessa on käytettävissä ainoastaan poikkileikkausaineistoa, oletamme kirjallisuuden perusteella, että kaikki nämä tekijät selittävät koulutason osaamisen vaihtelua niin, että koulu- ja luokkakoon yhteys osaamiseen on positiivinen ja muiden muuttujien negatiivinen.

## Tutkimuskysymykset ja hypoteesit

Tässä luvussa oppilaiden taustan ja tukitarpeen, koetun tuen sekä koulukomposition yhteyttä luonnontieteen osaamiseen tarkastellaan kolmen hypoteesin kautta.

**K1:** Missä määrin tukitarve ja oppilaan muut taustatekijät selittävät luonnontieteen osaamisen vaihtelua yksilötasolla?

**H1:** Aikaisemman tutkimuksen perusteella oletamme vaikeuksia kokevien oppilaiden olevan muita useammin poikia, maahanmuuttajataustaisia tai heikommasta sosioekonomisesta taustasta tulevia oppilaita (Vainikainen ym. 2016). Uskomme myös kaikkien näiden tekijöiden olevan kielteisessä yhteydessä luonnontieteen osaamiseen (Vettenranta ym. 2016).

**K2:** Kokevatko suomalaisoppilaat muita yleisemmin luonnontieteen opettajien eriyttävän opetusta ja tukevan oppilaita? Ovatko opetuksen eriyttäminen ja oppilaiden kokemaa tuki yhteydessä parempiin luonnontieteen oppimistuloksiin?

**H2:** Suomalaisoppilaat kokevat opetuksen eriyttämisen ja yksilöllisen tukemisen olevan Suomessa yleisempää kuin PISA-maissa keskimäärin (Thuneberg ym. 2013). Eriyttämisen ja oppimisen tuen lisääntyessä luonnontieteen oppimistulokset paranevat (Tomlinson ym. 2003).

**K3:** Kuinka suurta on koulutason vaihtelu luonnontieteen osaamisessa? Missä määrin koulukompositio, koulun koko, keskimääräinen luokkakoko sekä opettajien ja oppilaiden suhdeluku selittävät koulutason osaamisen vaihtelua?

**H3:** Koulutason osaamisen vaihtelu on edelleen Suomessa vähäistä (esim. Vettenranta ym. 2016). Oletamme kuitenkin kaikkien käyttämämme koulutason muuttujien selittävän osaamisen vaihtelua (Vainikainen ym. 2016).

## Menetelmät

### Aineisto

Käytimme tässä luvussa Suomen PISA 2015 -aineistoa. Aineistossa oli  $N = 5\,882$  oppilasta 168 koulusta ympäri Suomen. 87 prosenttia osallistujista oli yhdeksäsluokkalaisia ja 13 prosenttia kahdeksäsluokkalaisia. Tätä alemmilla tai ylemmillä luokka-asteilla oli vain pieni joukko oppilaita. Tyttöjä ja poikia oli aineistossa suunnilleen saman verran.

### Mittarit

PISA-tutkimus tehdään kaikissa siihen osallistuvissa maissa täsmälleen samalla tavalla, eikä sen yhteydessä kerätä yksityiskohtaista tietoa kansallisten oppimisen tukijärjestelyiden toimivuudesta. Näin emme viimeaikaisista suomalaistutkimuksista poiketen voineet tarkastella erikseen tehostettua tai erityistä tukea saavien oppilaiden tuloksia, sillä tietoa kolmiportaisen tuen saannista ei ollut käytettävissä. Oppilaskysely sisälsi kuitenkin kysymyksen, kuinka paljon ylimääräistä työtä oppilaat joutuvat tekemään luonnontieteen opiskelunsa eteen. Oppilaat vastasivat kysymykseen ilmoittamalla tuntimäärän, jonka he käyttävät viikon aikana luonnontieteen opiskeluun varsinaisten oppituntien lisäksi. Tähän tuntimäärään kuuluivat sekä kotitehtävät että erilaiset tukijärjestelyt (esim. tukiopetus). Käytimme osaamistuloksen ohella tätä tietoa eritelläksemme ylimääräistä tukea tarvitsevien oppilaiden suoriutumista. Teimme samat analyysit käyttäen luonnontieteen ohella myös matematiikan ja äidinkielen opiskeluun käytettyä ylimääräistä aikaa, ja tulokset olivat kaikilta osin hyvin samansuuntaisia.

Luonnontieteen ylimääräiseen opiskeluun käytetty tuntimäärä vaihteli huomattavasti eri maiden välillä keskimäärin reilusta kahdesta tunnista lähes kymmeneen tuntiin ( $K_a = 4,8$  h,  $K_h = 1,8$ ). Suomalaisoppilaat käyttivät keskimäärin 2,2 ylimääräistä tuntia ( $K_h = 2,4$ ) luonnontieteen opiskeluun viikon aikana, mikä oli useimpiin muihin osallistujamaihin verrattuna erittäin vähän.

Yksittäisten oppilaiden välillä oli kuitenkin suuria eroja myös Suomessa. Käytimme tukitarpeen raja-arvona vähintään 4,6 ylimääräistä luonnontieteen opiskeluun käytettyä tuntia viikossa, mikä vastasi yhden keskihajonnan poikkeamaa Suomen keskiarvosta. Rajasimme lisäksi pois oppilaat, joiden luonnontieteen osaaminen oli Suomen keskitasoa parempaa, ettemme tulkitsisi tukitarpeeksi kunnianhimoisia tavoitteita esimerkiksi toisen asteen opiskelupaikkaan liittyen. Toisin kuin hyvin menestyvissä Aasian maissa, Suomessa lisäopetuksen hankkiminen jo valmiiksi hyvien tulosten parantamiseksi on pääsääntöisesti kuitenkin erittäin harvinaista, ja tämän rajauksen käytännön merkitys oli hyvin pieni.

Tukitarpeen ohella käytimme analyyseissa oppilaiden luonnontieteen osaamisen kymmentä plausiibelia arvoa sekä oppilaskyselyn tietoja oppilaan sukupuolesta, sosioekonomisesta taustasta ja maahanmuuttajataustasta. Toisen hypoteesin testaamiseen käytimme oppilaskyselyssä esitettyjä kysymyksiä luonnontieteen opettajan toiminnasta oppitunneilla. Käytimme opetuksen eriyttämistä koskevaa mittaria (5 väittämää asteikolla 1–4, esim. Opettaja sopeuttaa oppitunnin luokkani tarpeiden ja osaamisen mukaan) sekä asteikkoa oppilaan kokemuksesta luonnontieteiden opettajan antamasta yksilöllisestä tuesta (3 väittämää asteikolla 1–4, esim. Opettaja antaa yksittäisille oppilaille lisäapua, kun he tarvitsevat sitä). Kyselylomakkeen tässä osassa oppilasta pyydettiin valitsemaan yksi luonnontieteisiin kuuluva oppiaine (biologia, maantieto, fysiikka, kemia), jonka opettajan toimintaan kysymykset kohdistuivat. Käytimme asteikoista PISA 2015 -matriisiin valmiiksi muodostettuja jatkuvia keskiarvomuuttujia, joiden luotettavuus on testattu kansainvälisten aineistojen valmistelun yhteydessä. Koulutason analyyseihin sisällytimme myös rehtorikyselyn tietoja koulun oppilaspohjasta (koulun koko, keskimääräinen luokkakoko, maahanmuuttajataustaisten oppilaiden, heikosta sosioekonomisesta taustasta tulevien sekä erityistä tukea saavien oppilaiden suhteellinen osuus, opettajien ja oppilaiden suhdeluku).

## Tilastolliset menetelmät

Teimme kuvailevat analyysit käyttäen SPSS-ohjelmaa. Lisäksi teimme kaksitasoisia regressiomalleja Mplus 7.2 -ohjelmistolla (Muthén & Muthén 2012). Käytimme molemmissa ohjelmissa OECD:n tuottamia otospainokertoimia tulosten tulkintojen yleistettävyyden varmistamiseksi (painokerroin SENWT, joka skaalaa kaikkien maiden otoskooksi  $N = 5\,000$ ). Käytimme mallin sopivuuden kriteereinä  $CFI$  ja  $TLI > 0,95$  sekä  $RMSEA < 0,06$ . Kansainvälisen ohjeistuksen mukaisesti kaikki tulosluvussa esitetyt tulokset perustuvat kymmenen plausiibelin arvon perusteella laskettujen tulosten keskiarvoihin.

## Tulokset

### Kuvailevat tulokset

Ensimmäisessä hypoteesissa oletimme, että luonnontieteessä vaikeuksia kokevat oppilaat olisivat useammin poikia kuin tyttöjä. Lisäksi oletimme maahanmuuttajataustaisten sekä matalammasta sosioekonomisesta taustasta tulevien oppilaiden olevan yliedustettuina tässä joukossa. Kuvailevat analyysit osoittivat, että luonnontieteessä tukea tarvitsevaan oppilasjoukkoon kuului 6,3 prosenttia suomalaisoppilaista. Heidän joukossaan oli hieman enemmän poikia (7 % kaikista pojista, 56 % tästä osajoukosta) kuin tyttöjä (5,6 % kaikista tytöistä, 44 % tästä osajoukosta). Ensimmäisen polven maahanmuuttajaoppilaat olivat yliedustettuina tukea tarvitsevien joukossa: 18 prosenttia heistä kuului tähän ryhmään, kun taas muista oppilaista vastaava luku oli viisi prosenttia. Ensimmäinen hypoteesi piti siis näiltä osin paikkansa.

Tukea tarvitsevien oppilaiden luonnontieteen osaaminen oli selvästi muiden oppilaiden osaamistasoa heikompaa. Heidän keskimääräinen suorituspistemääränsä oli 444 pistettä ( $K_h = 63$  p), kun muiden oppilaiden keskiarvo ilman tukea tarvitsevia oppilaita oli 546 pistettä ( $K_h = 87$  p). Tukea tarvitsevien oppilaiden tuloksissa oli myös tilastollisesti merkitsevä sukupuoliero: tukea tarvitsevat tytöt saivat luonnontieteen arvioinnissa keskimäärin 457 pis-

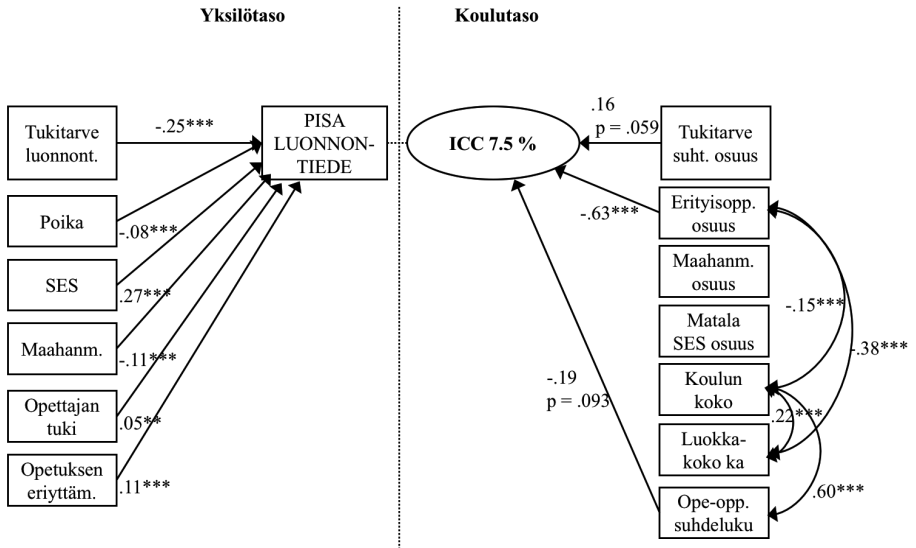
tettä ( $Kh = 56$  p), kun tukea tarvitsevien poikien keskimääräinen pistemäärä oli 433 ( $Kh = 66$  p).

Koulutasolla havaitsimme kuvailevissa analyyseissa, että tukea tarvitsevat oppilaat jakautuivat eri kouluihin epätasaisesti. Mukana oli 29 koulua, joissa ei ollut lainkaan ajankäytön mukaan määriteltäviä tuen tarvisijoita. Toisaalta 27 koulussa tuen tarvisijoita oli 10–15 prosenttia ja 12 koulussa 15–30 prosenttia. Molemmissa ääripäissä osa kouluista oli osallistujamäärältään keskimääräistä pienempiä, joskin otoksen pienimmät alle kymmenen oppilaan koulut kuuluivat kaikki ensin mainitun 29 koulun joukkoon. Osa näistä oli todennäköisesti erityiskouluja, joiden oppilailla saattaa olla yksilöllistettyjä oppimääriä myös luonnontieteessä. Vaikka aineisto ei mahdollistanut yksilöllistettyjen oppimäärien mukaan opiskelevien nuorten poistamista analyyseista, pienten koulujen tulokset eivät vaikuttane tulosten tulkintaan merkittävästi, sillä niiden oppilaita ei ollut ajankäytön mukaan muodostetussa tuen tarvisijoiden joukossa.

## **Oppilaiden taustan mukaiset erot luonnontieteen osaamisessa**

Jatkoimme ensimmäisen hypoteesin testaamista määrittelemällä kuviossa 1 esitetyn kaksitasorakenneyhtälömallin, jossa ennustimme luonnontieteen osaamisen vaihtelua samanaikaisesti yksilö- ja koulutason tekijöillä. Kuviossa esitetään kymmenen plausiibelin arvon avulla laskettujen mallien keskiarvo, josta on poistettu tilastollisesti ei-merkitsevät yhteydet. Malli sopi aineistoon hyvin ( $CFI = 0,993$ ;  $TLI = 0,982$ ;  $RMSEA = 0,012$ ), ja se selitti noin 20 prosenttia yksilötason ja noin 50 prosenttia koulutason tulosten vaihtelusta.

Mallin yksilötason osittaiskorrelaatiot on esitetty taulukossa 1. Ne osoittavat kuvailevissa analyyseissa jo esitettyjen keskeisten havaintojen ohella myös, että tutkimukseen osallistuneet maahanmuuttajataustaiset oppilaat olivat hieman useammin poikia kuin tyttöjä ja että heidän sosioekonominen taustansa oli keskimääräistä matalampi.



**Kuvio 1.** Hypoteesien testaamisessa käytetty kaksitasorakenneyhtälömalli. ICC = sisäkorrelaatio, joka vastaa koulutason selittysosuutta 0,075. \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ . Yksilötason selittävien muuttujien väliset yhteydet on esitetty taulukossa 1.

**Taulukko 1.** Mallin yksilötason osittaiskorrelaatiot.

	1	2	3	4	5
1. Tukitarve luonnontieteessä					
2. Sukupuoli: Poika	.03*				
3. Sosioekonominen tausta	-.08***	ns.			
4. Maahanmuuttajatausta (1. polvi)	.08***	.04***	-.08***		
5. Opettajalta saatu tuki	ns.	.03*	.05***	ns.	
6. Opetuksen eriyttäminen	ns.	ns.	.08***	ns.	.48***

Kuvion 1 yksilötason regressiokertoimien tarkastelu osoittaa, että luonnontieteen osaamista ennusti negatiivisesti tuen tarve luonnontieteessä lisääjän tarpeella mitattuna, sukupuoli (poika) sekä oppilaan maahanmuuttajatausta. Oppilaan sosioekonominen

asema taas ennusti osaamista positiivisesti. Kaikkiaan sukupuoliero maahanmuuttajataustaisten oppilaiden määrässä (poikia oli enemmän kuin tyttöjä) oli hieman yllättävä havainto, mutta muuten ensimmäinen hypoteesi piti täysin paikkansa.

## **Opettajalta saatu tuki ja opetuksen eriyttäminen**

Toisessa hypoteesissa oletimme, että suomalaisoppilaat kokevat opetuksen eriyttämisen ja yksilöllisen tukemisen olevan Suomessa yleisempää kuin PISA-maissa keskimäärin. Uskoimme eriyttämisen ja tuen myös ennustavan oppimistuloksia. Vertailtaessa kansainvälisessä aineistossa suomalaisoppilaiden näkemys luonnontieteen opettajiensa tavasta eriyttää, sopeuttaa ja kohdistaa opetustaan luokan tarpeiden mukaan tulos oli hieman yllättäen kansainvälistä keskitasoa (liite A: kansainvälinen  $ka = 0$  ja  $kh = 1$ ). Oppilaiden arviot kuitenkin erosivat kansainvälisestä keskiarvosta lievän myönteiseen suuntaan siinä, miten he kokivat luonnontieteen opettajien tukevan oppilaitaan (liite A). Toisen hypoteesin ensimmäinen oletus piti siis paikkansa vain osittain.

Seuraavaksi tarkastelimme kuviossa 1 ja taulukossa 1 esitetyn mallin avulla, miten opetuksen eriyttäminen ja tuki oli yhteydessä oppilaan taustaan. Taulukosta 1 havaitaan, että korkeamassa sosioekonomisessa asemassa olevat oppilaat kokivat opettajan eriyttävän enemmän opetustaan sekä tarjoavan oppilailleen tukea. Pojat kokivat saavansa hieman enemmän tukea kuin tytöt. Sen sijaan tukitarpeen mukaisia eroja ei näkynyt mallinnuksessa, vaikka muuttujien suhteita yksittäin tarkastelemalla näytti siltä, että tukea luonnontieteessä tarvitsevien oppilaiden vastaukset eroaisivat tilastollisesti merkitsevästi sekä opetuksen eriyttämistä että tuen saantia koskevien kysymysten osalta negatiiviseen suuntaan. Mallinnuksessa tämä selittyy tukea tarvitsevien oppilaiden keskimääräistä matalammalla sosioekonomisella tasolla sekä sillä, että pojat tarvitsivat useammin tukea kuin tytöt.



Kuvion 1 regressiokertoimista havaitaan, että oppilaiden kokemus luonnontieteen opetuksen eriyttämisestä ja sopeuttamisesta oppilaiden tarpeisiin sekä hyvin pienessä määrin myös heidän kokemuksensa opettajan antamasta tuesta ennustivat myös luonnontieteen osaamisipistemäärää. Tämä tarkoittaa sitä, että oppilaan taustan mukaisten erojen huomioimisen jälkeenkin opetuksen eriyttämisestä ja oppilaille annetusta tuesta näyttää olevan pientä lisähyötyä. Toinen hypoteesimme piti siis pääosin paikkansa.

## **Koulutason osaamisen vaihtelun selittäminen**

Kolmannessa hypoteesissa oletimme, että koulutason osaamisen systemaattinen vaihtelu olisi Suomessa edelleenkin vähäistä. Oletimme kuitenkin, että sitä selittäisi positiivisesti koulu- ja luokkakoko sekä opettajien ja oppilaiden suhdeluku. Samaan aikaan oletimme myös vaikeuksia kokevien, heikosta sosioekonomisesta taustasta tulevien, maahanmuuttajataustaisten tai erityistä tukea saavien oppilaiden osuuden olevan negatiivisessa yhteydessä koulutason osaamiseen.

Testasimme hypoteesin tarkastelemalla edellä esitetystä monitasomallista ensin koulun selitysosuutta sisäkorrelaation avulla. Sisäkorrelaatio oli 0,075, eli koulu selitti tässä mallissa 7,5 prosenttia luonnontieteen tulosten vaihtelusta. Tulos vastasi aikaisempia havaintoja Suomen koulujen välisistä eroista eli hypoteesi piti näiltä osin paikkansa. Seuraavaksi tutkimme mallista koulutason muuttujien keskinäisiä yhteyksiä ja niiden regressiokertoimia koulutason osaamisen vaihteluun. Kuvioista havaitaan, että aiempien tutkimusten mukaisesti erityistä tukea saavien oppilaiden suhteellinen osuus oli yhteydessä pienempään koulu- ja luokkakokoon ja että isommissa kouluissa oli keskimäärin suuremmat luokkakoot ja opettajien ja oppilaiden suhdeluvut. Koulutason osaamista selitti tilastollisesti merkitsevästi kuitenkin ainoastaan erityistä tukea saavien oppilaiden suhteellinen osuus koulussa ( $\beta = -0,63$ ,  $p < 0,001$ ). Kolmas hypoteesimme ei siis pitänyt täysin paikkaansa ja tavanomaisesti havaitut koulutason yhteydet eivät olleet

enää tilastollisesti merkitseviä, kun luonnontieteissä tukea saavien ja tarvitsevien ryhmä oli otettu huomioon.

## Pohdinta

Tässä luvussa tarkastelimme PISA 2015 -aineiston mahdollistamissa rajoissa, millaisia luonnontieteessä vaikeuksia kokevat oppilaat ovat ja mitkä tukeen, opetuksen järjestämiseen ja koulukompositioon liittyvät tekijät ennustavat oppilaiden luonnontieteen oppimistuloksia. Ennustimme kaksitasomallissa luonnontieteen tulosten yksilötason vaihtelua oppilaan taustatekijöillä, lisäopiskeluajan tarpeen kautta määritellyllä tukitarpeella, oppilaskyselyn kysymyksillä opetuksen eriyttämisestä ja oppimisen yksilöllisestä tukemisesta. Koulutasolla ennustimme osaamista koulukompositiolla, koulun koolla ja keskimääräisellä luokkakoolla sekä opettajien ja oppilaiden suhdeluvulla. Yleisesti mallinnus osoitti, että luonnontieteen oppimistulosten vaihtelu oli pääosin yksilötason ilmiö, ja koulu selitti aikaisempien poikkileikkaustutkimusten tavoin noin 7,5 prosenttia tulosten vaihtelusta. Koska koulutason vaihtelua kuitenkin esiintyi, testasimme tukitarpeiden ja -käytänteiden merkitystä tulosten selittäjänä kolmen hypoteesin kautta, joista viimeinen liittyi yksinomaan koulutason selitysten etsimiseen.

Aloitimme ensimmäisen hypoteesin testaamisen tarkastelemalla, kuinka moni oppilas kuului luonnontieteessä tukea tarvitsevien joukkoon, kun tukitarve määriteltiin yli yhden standardipoikkeaman mukaisella ylimääräisen ajan käytöllä luonnontieteen opiskeluun samalla, kun suoritustaso jäi alle kansallisen keskitason. Näin määriteltynä tukea tarvitsi 6,3 prosenttia suomalaisoppilaista. Luku sopii hyvin yhteen Tilastokeskuksen vuosittain kokoamien virallisten tietojen kanssa tuen saannin yleisyydestä, kun vaativinta erityistä tukea saavat oppilaat on rajattu pois joukosta. Aiempia suomalaishavaintoja (esim. Thuneberg 2007; Panula 2013; Vainikainen 2014) tukitarpeista noudatti myös oppilaiden sosioekonominen tausta ja heidän sukupuolijakaumansa: tuen tarvitsijoiden sosioekonominen asema oli keskimääräistä matalampi ja heidän joukos-

saan oli enemmän poikia kuin tyttöjä, vaikkakin prosenttiosuuk-  
sien epäsuhta on usein ollut vielä suurempi kuin tässä tutkimukses-  
sa. Havaintoa kuitenkin tukee myös tulos siitä, että poikien suori-  
tustaso myös tukea tarvitsevien oppilaiden ryhmän sisäisesti oli tyt-  
töjä heikompi. Ryhmässä yliedustettuina olivat myös maahanmuut-  
tajataustaiset oppilaat (vrt. Malin ym. 2015), osin todennäköisesti  
siksi, että luonnontieteiden opiskelu edellyttää usein laajojen teks-  
tien lukemista ja maahanmuuttajataustaisten oppilaiden sanavaras-  
to ei välttämättä ole yhtä kattava kuin syntyperäisten oppilaiden.  
Yllättävä sivuhavainto tässä vaiheessa oli, että maahanmuuttaja-  
taustaisten oppilaiden joukossa oli hieman enemmän poikia kuin  
tyttöjä.

Kun oppilaan taustatiedoilla ja tukitarpeella ennustettiin luon-  
nontieteen osaamisen vaihtelua, tulokset olivat hyvin samansuun-  
taisia kuin aiemmissa suomalaisissa arviointitutkimuksissa (esim.  
Vainikainen ym. 2016). Yksilötason oppimistuloksia ennustivat täs-  
säkin aineistossa negatiivisesti sukupuoli (poika), maahanmuut-  
tajatausta ja tukitarve, kun taas sosioekonomisen taustan yhteys  
tuloksiin oli positiivinen ja vahvempi kuin muiden taustamuuttu-  
jien. Vaikka tässä tutkimuksessa käyttämämme PISA 2015 -poikki-  
leikkausaineisto rajoittaa selvästi tulkintoja verrattuna suomalai-  
siin pitkittäistutkimuksiin, joissa voidaan luotettavasti kontrolloida  
myös osaamisen lähtötason merkitys oppimistulosten kehitykseen,  
tämän tutkimuksen tulokset viittaavat poikkeuksetta samaan suun-  
taan kuin muutkin aiheesta tehdyt tutkimukset.

Seuraavaksi tarkastelimme luonnontieteiden opetuksen eriyttä-  
mistä ja oppimisen yksilöllistä tukemista oppilaskyselyn mukaan.  
Hieman yllättäen Suomi ei eronnut kansainvälisestä keskiarvosta  
eriyttämisessä, ja oppilaiden yksilöllisessä tukemisessäkin ero oli  
melko pieni. Edelleen yllättäen korkeammasta sosioekonomises-  
ta taustasta tulevat oppilaat kokivat luonnontieteiden opettajien-  
sa eriyttävän ja tukevan oppilaitaan eniten. Ilman muiden muut-  
tujien vaikutusten huomioimista näytti siltä, että tukea tarvitsevi-  
en oppilaiden arviot olivat näiden asioiden suhteen muita kieltei-  
sempiä, mutta ero hävisi sosioekonomisen taustan mukaisten ero-  
jen huomioimisen jälkeen. On mahdollista, että luonnontietees-

sä vaikeuksia kokevien oppilaiden odotukset ja tarpeet ovat suurempia, eivätkä opettajat ehdi aina niihin vastaamaan. Voi myös olla, että aineenopettajat eivät ole koulutuksessaan saaneet riittäviä valmiuksia erilaisten oppijoiden kohtaamiseen. Toisaalta korkeammasta sosioekonomisesta taustasta tulevat oppilaat selviävät opinnoistaan monesti vähäisemmällä tuella, jolloin he kertovat usein todennäköisesti yleisemmän tason havainnoistaan luokassa henkilökohtaisten kokemustensa sijaan. Erilaiset odotukset ovat todennäköisesti selitys myös sille, että kansainvälisessä vertailussa Suomi ei juuri eronnut muista maista näissä asioissa – oppilaat suhteuttavat aina vastauksensa omaan paikalliseen järjestelmäänsä ja todennäköisesti myös kokemuksiinsa muiden oppiaineiden opiskelusta. Valitettavasti PISAn oppilaskyselyaineisto ei kuitenkaan mahdollista tulosten tarkempaa erittelyä kokemusten henkilökohtaisuuden tai paikallisten ”normien” osalta.

Vaikka eriyttämisen ja luonnontieteiden oppimiseen saadun tuen kokemukset vaihtelivat syistä, joita emme voi tällä aineistolla tyhjentävästi selittää, niiden yhteys luonnontieteen osaamiseen oli heikon positiivinen. Toisin sanoen kun oppilaiden taustan mukaiset erot oli otettu huomioon, korkeammat arvot eriyttämisessä ja oppimisen tukemisessa ennustivat lievästi parempia luonnontieteen oppimistuloksia. Näiltä osin tulokset tukivat aiemman tutkimuskirjallisuuden pohjalta (esim. Tomlinson ym. 2003) asettamaamme hypoteesia opetuksen eriyttämisen ja yksilöllisen tukemisen hyödyistä. Tulokset myös tukevat kolmiportaisen tukijärjestelmämme taustalla olevia perusajatuksia jokaisen oppilaan yksilöllisiin tarpeisiin vastaamisesta.

Lopuksi tarkastelimme koulujen välisiä eroja ja koulukompositiota niiden selittämisessä. Koulujen pieni selitysosuus Suomen tulosten vaihtelusta vastasi aiempien tutkimusten (Willms 2010; Yang Hansen ym. 2014) havaintoja, mutta oletuksemme koulujen välisen erojen selittäjistä eivät toteutuneet. Ainoastaan erityistä tukea saavien oppilaiden suhteellinen osuus koulussa oli vahva koulutason tulosten selittäjä. Tämä viittaa siihen, että aineistossa on ollut mukana kouluja, joihin on vahvasti keskitetty erityisopetusta, sillä korkea erityisen tuen saajien määrä oli myös yhteydessä pienem-

pään koulun kokoon ja keskimääräiseen luokkakokoon. Näiden koulujen tarkempi erittely voisi tuoda lisävalaistusta koulukomposition todelliseen merkitykseen, mutta PISA-aineisto ei valitettavasti anna mahdollisuutta erotella luotettavasti erityisryhmiä muista ryhmistä. Näyttää siltä, että kun otetaan erikseen ne oppilaat, jotka eivät saa erityistä tukea, mutta ovat kokeneet tarvitsevansa ja saavansa muuta tukea, koulutason perinteiset selittävät rakennetekijät eivät enää ole tilastollisesti merkitseviä.

## Johtopäätökset

Tukea tarvitsevien oppilaiden tulosten tarkastelu on PISA-tutkimuksessa haastavaa tuen saantia koskevien puutteellisten tietojen vuoksi. Luonnontieteen opiskeluun tarvittavaan ylimääräiseen aikaan perustuva lähestymistapa näytti kuitenkin tavoittavan ainakin osan siitä oppilasjoukosta, jolle luonnontieteen opiskelu on poikkeuksellisen haastavaa ja joiden suoritustaso on poikkeuksellisen alhainen. Tätä oppilasjoukkoa kuvaavat pitkälti samat asiat, jotka ovat tulleet esiin muissakin koulutuksen tasa-arvotarkasteluissa. Riskitekijöitä ovat etenkin matala sosioekonominen asema ja maahanmuuttajatausta, minkä lisäksi poikien tilanne on näiltäkin osin huolestuttavampi kuin tyttöjen. Koululla ei sen sijaan näytä olevan suurta merkitystä, sillä koulujen väliset erot luonnontieteen osaamisessa ovat kokonaisuudessaan Suomessa pienet, ja ne näyttävät vielä osin selittyvän sillä, että mukana on ollut kouluja, joissa on paljon erityistä tukea saavia oppilaita. Koulusta riippumatta opettajan toiminnalla on kuitenkin väliä: opetuksen eriyttäminen ja sopeuttaminen oppilaiden tarpeisiin sekä oppilaiden tukeminen ovat yhteydessä hieman korkeampaan suoritustasoon taustan mukaisten erojen huomioimisen jälkeenkin. Tulos tukeekin kolmiportaisen tukimallimme lähtökohtaa kaikkien oppilaiden yksilöllisestä huomioimisesta laadukkaana perusopetuksen perustana. Koulujen välinen vaihtelu näyttää näin liittyvän eniten asuinalueiden väliseen vaihteluun, johon voidaan vaikuttaa ensisijaisesti talous-, kaupunki- ja sosiaalipoliittisin ohjelmin.

## Lähteet

- Ahtiainen, R. 2017. Shades of change in Fullan's and Hargreaves's models: Theoretical change perspectives regarding Finnish special education reform. *Helsinki studies in education*, 13.
- Bernelius, V. 2013. Eriytyvät kaupunkikoulut: Helsingin peruskoulujen oppilaspuhjan erot, perheiden kouluvalinnat ja oppimistuloksiin liittyvät aluevaikutukset osana kaupungin eriytymiskehitystä. *Tutkimuksia 1:2013*. Helsinki: Helsingin kaupungin tietokeskus.
- Caro, D., McDonald, J. & Willms, J. D. 2009. Socio-economic status and academic achievement trajectories from childhood to adolescence. *Canadian Journal of Education* 32, 558–590.
- Graham, L. J. & Jahnuainen, M. 2011. Where art thou, inclusion? Analysing the development of inclusive education in New South Wales, Alberta and Finland. *Journal of Education Policy*, 26(2), 263–288. DOI: 10.1080/02680939.2010.493230
- Halpern, D. F. 2000. Sex differences in cognitive abilities. New York: Psychology Press.
- Harju-Luukkainen, H., Nissinen, K., Sulkunen, S., Suni, M. & Vetteranta, J. 2014. Avaimet osaamiseen ja tulevaisuuteen. Selvitys maahanmuuttajataustaisten nuorten osaamisesta ja siihen liittyvistä taustatekijöistä PISA 2012 -tutkimuksessa. Jyväskylä: Jyväskylän yliopiston Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Hautamäki, J. & Kupiainen, S. 2015. Kunta, koulu ja luokka seitsemäsluokkalaisten osaamiserojen selittäjänä. Teoksessa M.-P. Vainikainen & A. Rimpelä (toim.) Nuorten kehitysympäristö muutoksessa. Opettajankoulutuslaitos. *Tutkimuksia 363*. Helsinki: Helsingin yliopisto, 35–52.
- Hautamäki, J., Kupiainen, S., Marjanen, J., Vainikainen, M.-P. & Hotulainen, R. 2013. Oppimaan oppiminen peruskoulun päättövaiheessa: Tilanne vuonna 2012 ja muutos vuodesta 2001. University of Helsinki, Department of Teacher Education, Research Reports 347. Helsinki: Unigrafia.
- Kenney-Benson, G. A., Pomerantz, E. M., Ryan, A. M. & Patrick, H. 2006. Sex differences in math performance: The role of children's approach to schoolwork. *Developmental Psychology*, 42(1), 11–26. doi:10.1037/0012-1649.42.1.11
- Kupiainen, S. & Hienonen, M. 2016. Luokkakoko. *Kasvatusalan tutkimuksia 72*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.
- Laki perusopetuslain muuttamisesta 24.6.2010/642.
- Malin, M., Kinnunen, J. M. & Rimpelä, A. 2015. Maahanmuuttajataustaisten oppilaiden elinolot, hyvinvointi ja koulumenestys. Teoksessa M.-P. Vainikainen & A. Rimpelä (toim.) Nuorten kehitysympäristö muutoksessa. Peruskoulujen oppimistulokset ja oppilaiden hyvinvointi eriytyvällä Helsingin seudulla. Opettajankoulutuslaitos. *Tutkimuksia 363*. Helsinki: Helsingin yliopisto, 69–92.
- Martin, A. J., Liem, G. A. D., Mok, M. M. C. & Xu, J. 2012. Problem solving and immigrant student mathematics and science achievement: Multination findings from the Programme for International Student Assessment (PISA). *Journal of Educational Psychology* 104, 1054–1073.

- Muthén L. K. & Muthén B. O. 2012. Mplus user's guide version 7.
- OECD 2013. PISA 2012 Results: Excellence Through Equity: Giving Every Student the Chance to Succeed. OECD Publishing.
- Opetushallitus 2011. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden muutokset ja täydennykset 2010. Määräykset ja ohjeet 2011:20. Helsinki: Opetushallitus.
- Panula, A.-M. 2013. Lukemisvaikeudet ja osa-aikainen erityisopetus: Seurantatutkimus esikoulusta yhdeksännen luokan loppuun. Helsingin yliopisto, Opettajankoulutuslaitoksen Tutkimuksia 344. Helsinki: Unigrafia.
- Perusopetuslaki 21.8.1998/628.
- Ruijs, N. M. & Peetsma, T. D. T. 2009. Effects of inclusion on students with and without special educational needs reviewed. *Educational Research Review*, 4, 67–79.
- Sabel, C., Saxenian, A, Miettinen, R., Kristensen, P.H. & Hautamäki, J. 2011. Individualized Service Provision in the New Welfare State: Lessons from Special Education in Finland. *Sitra Studies*, 62. Helsinki: Sitra.
- Silliman, M. 2017. Targeted funding, immigrant background, and educational outcomes: Evidence from Helsinki's "positive discrimination" policy. VATT working papers, 91. Helsinki: Valtion taloudellinen tutkimuskeskus.
- Tilastokeskus 2017. <http://stat.fi-verkkosivusto>. (Luettu 28.9.2017.)
- Thuneberg, H. 2007. Is a majority enough? Psychological well-being and its relation to academic and prosocial motivation, self-regulation and achievement at school. Helsingin yliopisto, Opettajankoulutuslaitoksen Tutkimuksia 281. Helsinki: Yliopistopaino.
- Thuneberg, H., Vainikainen, M.-P, Ahtiainen, R., Lintuvuori, M., Salo, K. & Hautamäki, J. 2013. Education is special for all – the Finnish support model. *Gemeinsam Leben*, 21(2), 67–78.
- Tomlinson, C. A., Brighton, C., Hertberg, H., Callahan, C. M., Moon, T. R., Brimijoin, K., Conover, L. A. & Reynolds, T. 2003. Differentiating instruction in response to student readiness, interest, and learning profile in academically diverse classrooms: A review of literature. *Journal for the Education of the Gifted*, 27 (2–3), 119–145. doi: 10.1177/016235320302700203
- Turkheimer, E., Haley, A., Waldron, M., D'Onofrio, B. & Gottesman, I. I. 2003. Socioeconomic status modifies heritability of IQ in young children. *Psychological Science* 14 (6), 623–628.
- UNESCO. 1994. The Salamanca statement and framework for action on special needs education. Salamanca: UNESCO, Ministry of Education and Science.
- Vainikainen, M.-P 2014. Finnish primary school pupils' performance in learning to learn assessment: A longitudinal perspective on educational equity. Helsingin yliopisto, Opettajankoulutuslaitoksen Tutkimuksia 360. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- Vainikainen, M.-P, Hienonen, N. & Hotulainen, R. 2017. Class size as a means of three-tiered support in Finnish primary schools. *Learning and Individual Differences* 56, 96–104. doi.org/10.1016/j.lindif.2017.05.004

- Vainikainen, M.-P., Hienonen, N., Lindfors, P., Rimpelä, A., Asikainen, M., Hotulainen, R. & Hautamäki, J. 2016. Oppimistuloksia ennustavat tekijät Helsingin metropolialueen yläkouluissa. *Kasvatus*, 47 (3), 214–229.
- Vainikainen, M.-P., Thuneberg, H., Greiff, S., & Hautamäki, J. 2015. Multiprofessional collaboration in Finnish schools. *International Journal of Educational Research*, 72, 137–148.
- Varjo, J. & Kalalahti, M. 2011. Koulumarkkinoiden institutionaalisen tilan rakentuminen. *Yhdyskuntasuunnittelu* 49 (4), 8–25.
- Vettenranta, J. 2015. Koulutuksellinen tasa-arvo Suomessa. Teoksessa J. Välijärvi & P. Kupari (toim.) *Millä eväillä nousuun? Pisa 2012 tutkimustuloksia. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2015:6*. Helsinki: Opetus- ja kulttuuriministeriö, 72–93.
- Vettenranta, J., Välijärvi, J., Ahonen, A., Hautamäki, J., Hiltunen, J., Leino, K., Lähteinen, S., Nissinen, K., Nissinen, V., Puhakka, E., Rautopuro, J. & Vainikainen, M.-P. 2016. PISA 2015 Ensituloksia. Huipulla pudotuksesta huolimatta. *Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:41*.
- Willms, J. D. 2010. School composition and contextual effects on student outcomes. *Teachers College Record* 112 (4), 1007–1037.
- Yang Hansen, K., Gustafsson, J.-E. & Rosén, M. 2014. School performance difference and policy variations in Finland, Norway and Sweden. Teoksessa K. Yang Hansen, J.-E. Gustafsson, M. Rosén, S. Sulkunen, K. Nissinen, P. Kupari, R. F. Ólafsson, J. K. Björnsson, L. S. Grønmo, L. Rønberg, J. Mejding, I. C. Borge & A. Hole. *Northern Lights on TIMMS and PIRLS 2011. TemaNord 2014:528*, 25–48.



## Liite A. Yksilötason alkuperäisten muuttujien perustunnusluvut

	<b>N</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Ka</b>	<b>Kh</b>
Ikä	5 000	15,25	16,25	15,72	0,29
Sukupuoli (1 = Tyttö, 2 = Poika)	5 000	1	2	1,52	0,5
Sosioekonomisen taustan indeksi	4 939	-3,50	3,76	0,48	0,69
Ensimmäisen sukupolven maahanmuuttaja	4 923	0,00	1,00	0,02	0,15
Opettajalta saatu yksilöllinen tuki -asteikko	4 757	-2,72	1,45	0,20	0,89
Opetuksen eriyttäminen summa -asteikko	4 534	-1,97	2,05	-0,01	0,92
Plausiibeli arvo 1 luonnontieteessä	5 000	199,68	852,90	531,11	96,80
Plausiibeli arvo 2 luonnontieteessä	5 000	168,54	824,97	531,24	95,62
Plausiibeli arvo 3 luonnontieteessä	5 000	205,72	857,10	530,57	95,90
Plausiibeli arvo 4 luonnontieteessä	5 000	224,86	865,72	530,94	95,82
Plausiibeli arvo 5 luonnontieteessä	5 000	170,75	853,44	530,39	95,31
Plausiibeli arvo 6 luonnontieteessä	5 000	150,89	877,32	530,80	96,35
Plausiibeli arvo 7 luonnontieteessä	5 000	194,60	824,41	529,87	97,07
Plausiibeli arvo 8 luonnontieteessä	5 000	194,60	873,02	530,60	95,98
Plausiibeli arvo 9 luonnontieteessä	5 000	217,44	827,73	530,62	96,72
Plausiibeli arvo 10 luonnontieteessä	5 000	197,71	856,43	530,47	96,24
Luonnontieteen opiskeluun käytetty ylimääräinen aika	4 243	0,00	20,00	2,23	2,38

## Liite B. Koulutason alkuperäisten muuttujien perustunnusluvut

	<b>N</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Ka</b>	<b>Kh</b>
Maahanmuuttajien osuus	132	0,00	100,00	9,25	18,52
Erityistä tukea saavien oppilaiden osuus	157	1,00	100,00	11,13	15,56
Matalasta sosioekonomisesta taustasta tulevien oppilaiden osuus	143	0,00	50,00	13,89	10,36
Koulun koko	163	17,00	1044,00	417,78	213,63
Koulun keskimääräinen luokkakoko	166	13,00	28,00	18,72	3,17
Opettajien ja oppilaiden suhdeluku	162	1,91	16,05	10,13	2,37

## 5. Sosiaaliset suhteet koulun- käynnissä vahvuutena ja haasteena – nuorten kokema sosiaalinen tuki kotona ja koulussa

### Johdanto

Ensimmäinen PISA-tutkimus toteutettiin vuonna 2000, jonka jälkeen se on toteutettu joka kolmas vuosi pääarviointialueita lukutaitoa, luonnontieteitä ja matematiikkaa vaihdellen. PISA-tutkimuksen tavoitteena on vastata kysymykseen, kuinka 15-vuotiaat nuoret osaavat etsiä, soveltaa sekä tuottaa tietoa erilaisten ongelmatilanteiden ratkaisemiseksi, erityisesti pääarviointialueen osalta. PISA 2015 -tutkimuksessa pääarviointialueena oli luonnontieteet. Pääarviointialueen osaamisen lisäksi PISA-tutkimus tuottaa myös paljon tietoa nuorten asenteista ja uskomuksista koulua kohtaan, koulusta ja kodista saatavasta tuesta sekä nuorten ystävyys-suhteista. Näin ollen PISA tarjoaa mahdollisuuden tarkastella myös nuorten kokemuksia saamastaan sosiaali-

sesta tuesta sekä näiden kokemusten yhteyttä oppimistuloksiin. (Vettenranta ym. 2016.)

Sosiokulttuurisesta näkökulmasta tarkasteltaessa nuoren koulunkäyntiin liittyviin asenteisiin ja edelleen oppimistuloksiin vaikuttavat niin koulun ja perheen sisäiset mikrotasoiset kuin laajemmat yhteiskunnalliset makrotasoisetkin vuorovaikutussuhteet (Kalalahti 2012). Esimerkiksi oppilaan asenteet ja uskomukset koulua kohtaan eivät siirry pelkästään vuorovaikutuksessa perheen, opettajien ja ystävien kanssa (Pesu, Viljaranta, Aunola 2016; Pesu, Aunola, Viljaranta & Nurmi 2016), vaan niihin vaikuttaa myös muun muassa kokemus siitä, kuinka ympäröivä yhteiskunta arvottaa koulutusta (Kalalahti 2012). On myös syytä huomioda, että vuorovaikutussuhteiden ja eri sosiaalisen tuen lähteiden vaikutus nuoren koulumenestykseen ja elämään voi vaihdella ikävaiheesta tai elämäntilanteesta toiseen. Esimerkiksi Berneliuksen ja Kauppisen (2011) mukaan nuorilla lapsilla perheympäristön yhteys oppimistuloksiin on merkityksellisintä, kun taas myöhemmässä vaiheessa, lapsen varttuessa, ystävien merkitys korostuu.

Tämän artikkelin tavoitteena on tarkastella lähemmin nuorten kokemuksia kotoa ja koulusta saamastaan sosiaalisesta tuesta sekä tämän koetun sosiaalisen tuen yhteyttä PISA-tutkimuksen arvioinnin kohteena olleeseen luonnontiedon osaamiseen sekä yleiseen elämäntyytyväisyyteen, poissaolojen määrään ja kodin varallisuuteen. Tarkemmin määriteltynä tavoitteena on tarkastella sitä, minkälaisia sosiaalisten kokemusten alaryhmiä aineistosta on löydettävissä, kuinka nämä ryhmät eroavat toisistaan sukupuolen, luonnontieteellisen osaamisen, elämäntyytyväisyyden, poissaolojen ja myöhästelyiden sekä kodin varallisuuden suhteen sekä kuinka sosiaalisen tuen kokemukset vaihtelevat alueittain Suomessa.

## **Kotoa ja koulusta saatava sosiaalinen tuki**

Koettu sosiaalinen tuki on monimuotoista. Tässä tutkimuksessa tarkastelemme lähemmin kuitenkin vain niitä sosiaalisen tuen tai

tuen puutteen kokemuksia, joita PISA-aineiston avulla voidaan tarkemmin arvioida. Nämä rajoittuvat kodista ja koulusta saata-vaan tukeen.

## Kodin tarjoama sosiaalinen tuki tai tuen puute

Kodin sosiaalisella, taloudellisella ja kulttuurisella pääomalla tiedetään olevan merkitystä nuoren oppimistulosten kannalta. Suomalainen koulutuspolitiikka on perinteisesti korostanut sosiaalista oikeudenmukaisuutta sekä tasa-arvoisia koulutusmahdollisuuksia (Harju-Luukkainen, Vettenranta, Ouakrim-Soivio & Bernelius 2016; Kalalahti 2012; Karhunen & Uusitalo 2017). Kansainväliset oppimistulokset sekä Suomen tasa-arvoistumiskehityksestä tehdyt analyysit ovat myös osoittaneet tämän koulutuspolitiikan linjauksen tuottaneen tulosta, ja koulujen väliset oppimistulosten erot ovat vielä toistaiseksi olleet Suomessa maailman pienimpiä (OECD 2010; 2013; Karhunen & Uusitalo 2017). Suomessa koulutuksen periytyvyys ja perheen taustan vaikutukset oppilaan koulumenestykseen ovat toistaiseksi olleet vähäisiä. PISA 2012 -tulosten mukaan noin yhdeksän prosenttia suomenkielistä koulua käyvien oppilaiden matematiikan osaamisen vaihtelusta selittyi perheiden sosioekonomisella ja kulttuurisella pääomalla (Harju-Luukkainen, Nissinen, Stolt & Vettenranta 2014). PISA 2015 Ensitulokset antavat kuitenkin viitteitä siitä, että perheen sosioekonomisen tason yhteys oppimistuloksiin Suomessa olisi kasvamassa. Luonnontieteellisen osaamisen yhteys perheen sosioekonomisen tasoon oli vuonna 2015 noussut jo hieman OECD-maiden keskiarvon yläpuolelle (Vettenranta ym. 2016). Kansainvälisesti tarkasteltuna tilanne on kuitenkin hieman toisenlainen. Behtoui ja Neergaardin (2016) mukaan sosioekonominen ja kulttuurinen pääoma selittää suuren osan nuorten oppimistulosten vaihtelusta kansainvälisissä tutkimuksissa. Esimerkiksi PISA 2012 -tutkimuksessa OECD-maissa oppilaiden sosioekonominen ja kulttuurinen pääoma selitti keskimäärin noin 13 prosenttia oppilaiden välisestä oppimistulosten vaihtelusta matematiikassa (Harju-Luukkainen, Nissinen, Stolt ym. 2014). Sen lisäksi, että eri mai-

den välillä on löydettävissä vaihtelua sosioekonomisen ja kulttuurisen pääoman vaikutuksesta nuoren oppimistuloksiin, myöskin sisällä on alueellista vaihtelua. (Harju-Luukkainen ym. 2017; Harju-Luukkainen & Vettenranta 2013, 2014; Vettenranta & Harju-Luukkainen 2013). Vaihtelu näyttäytyy keskimäärin sellaisena, että perheiden sosioekonominen ja kulttuurinen pääoma on suurempaa kaupungeissa ja vähäisempää kaupunkialueiden ulkopuolella. Tämä kaupunkialueiden oppilaiden suurempi sosioekonominen ja kulttuurinen pääoma selittää osaltaan, miksi maaseutujen oppilaiden oppimistulokset ovat keskimäärin heikompia. Se, kuinka paljon perheen sosioekonominen ja kulttuurinen pääoma vaikuttaa oppilaan koulumenestykseen Suomessa, ei kuitenkaan ole vakio. Esimerkiksi tietyillä alueilla Suomessa perheen tausta vaikuttaa vahvemmin nuoren oppimistuloksiin kuin jollain toisella alueella (Harju-Luukkainen & Vettenranta 2013, 2014). Tarkempia syitä tähän ilmiöön ei ole selvitetty. Perheiden sosioekonominen ja kulttuurinen pääoma on kuitenkin vain yksi monimutkaisesti nuoren oppimistuloksiin vaikuttavista kotiin liittyvistä taustatekijöistä. Esimerkiksi Välijärven (2017) mukaan perheen sosioekonomisen ja kulttuurisen taustan merkitys vanhempien kiinnostukselle oman lapsen oppimista ja sille annettua tukea kohtaan on Suomessa voimakkaampaa kuin muissa OECD-maissa keskimäärin.

Myös se, kuinka perheet suhtautuvat koulunkäyntiin ja arvottavat sitä, on merkityksellistä. Tutkimusten mukaan sosioekonomista taustaa olennaisempia tekijöitä lapsen oppimisessa ovatkin perheen sisäisen vuorovaikutukseen ja vanhemmuuteen liittyvät tekijät (Jonsson 2001; Lee & Bowen 2006; Pomerantz, Grolnick & Price 2005). Myös kodissa tärkeinä pidetyt arvot näyttäisivät siirtyvän lapsille vanhempien välityksellä: Koulunkäyntiin myönteisesti suhtautuvien vanhempien lapset oppivat ja viihtyvät koulussa paremmin kuin lapset, joiden kotoa vastaavaa arvostusta ei löydy (Hill & Tyson 2009). Myös kuinka paljon vanhemmat lukevat lapsilleen ja osallistuvat heidän koulutukseensa on merkityksellistä (Kärmeniemi & Aunola 2014). Tutkimusten mukaan vanhempien koulutustausta pitää sisällään tietoa ja osaamista, jotka siirtyvät vanhemman antaman tiedon ja tuen kautta nuoren oppimistulok-

siin (Hill & Tyson 2009; Lee & Bowen 2006; Pomerantz ym. 2005). Suomessa viimeisimmän PISA 2015 -arvioinnin mukaan enemmistö oppilaista kokee vanhempiensa tukevan opiskeluaan vahvasti (Väljjarvi 2017).

## Koulun tarjoama sosiaalinen tuki tai tuen puute

Opettajan rooli on merkittävä oppimisen ja erityisesti sen laadun kannalta (Rasku-Puttonen, Eteläpelto, Arvaja & Häkkinen 2003). Opettajien ja oppilaiden välisiä suhteita on tutkittu laajasti. Virta ja Lintunen (2012) näkevät opettaja-oppilassuhteet keskeisenä tekijänä onnistuneessa opetuksessa ja oppimisessa, mutta myös nuoren muun kehityksen kannalta. Opettajilta tarvitaan hyviä vuorovaikutustaitoja näiden suhteiden luomiseen sekä ylläpitämiseen. Parhaimmillaan onnistunut vuorovaikutussuhde oppilaan ja opettajan välillä tukee opiskeltavan aineen syvällistä ymmärtämistä. Lukuisissa tutkimuksissa on havaittu oppilaiden ja opettajan välisten suhteiden laadun olevan yhteydessä niin oppilaiden kouluun sopeutumiseen (Baker, Grant & Morlock 2008; Pianta & Stuhlman 2004) kuin myös oppimistulosten tasoon (Hamre & Pianta 2001, 2005; Väljjarvi 2017). Väljjarvi (2017) on tarkastellut lähemmin myös opettajien ja oppilaiden välisten suhteiden jakaumia Suomen PISA 2015 -aineistosta. Tässä aineistossa noin viidennes oppilaista koki opettajan osoittaman tuen vähäiseksi omalle oppimiselle. Koetun tuen määrä oli kuitenkin Suomessa korkeampaa kuin OECD-maissa keskimäärin. Huomattavaa on, että oppilaan kokemus opettajan epäoikeudenmukaisuudesta heijastui Suomessa muita OECD-maita voimakkaammin oppilaan menestymiseen PISA-tutkimuksessa.

Opettaja-oppilassuhteen lisäksi vahva yhteenkuuluvuuden tunne kouluun ennakoi voimakkaasti oppilaan yleistä tyytyväisyyttä elämään ja myönteistä työskentelyilmapiiriä luokassa (Väljjarvi 2017). Noin 15 prosenttia suomalaisoppilaista koki PISA 2015 tutkimuksessa selvää vieraantuneisuutta omaan kouluyhteisöönsä (Väljjarvi 2017). Usein tällaisen tilanteen taustalla on nuoreen kohdistuva kiusaaminen. Kiusaaminen koulussa voidaan nähdä

lasten välisen sosiaalisen tuen puutteena. Kiusaaminen käsitteenä on laaja, ja se voidaan jakaa muun muassa sosiaaliseen, psyykkiseen sekä fyysiseen ilmenemismuotoon. Kiusaaminen voidaan jakaa edelleen myös epäsuoraan tai suoraan kiusaamiseen (Hamarus & Kaikkonen 2011, Olweus 1992; Salmivalli 1998). Suora kiusaaminen on avointa sanallista tai ruumiillista aggressiota uhria kohtaan, kun taas epäsuora kiusaaminen viittaa uhrin sosiaaliseen eristämiseen. Vaikka kiusaaminen on nykyisellään kriminalisoitua, sitä tapahtuu edelleen systemaattisesti niin koulussa kuin muissakin ympäristöissä. Olweus (1992, 14) määrittelee kiusaamisen seuraavasti: ”Yksilöä kiusataan tai hän on kiusaamisen uhri, jos hän on toistuvasti tai pidempään alttiina yhden tai useamman muun henkilön negatiivisille teoille”. Välijärven (2017) mukaan noin neljännes PISA-tutkimukseen osallistuneista suomalaisista oppilaista on kokenut henkistä kiusaamista ja noin joka kymmenes fyysistä kiusaamista ainakin muutaman kerran vuodessa. Suomessa nuorilla on kiusaamiskokemuksia muita OECD-maita enemmän. Runsaasti kiusaamista kokeneiden nuorten yhteenkuuluvuuden tunne koulu-yhteisönsä on heikompaa ja yleinen tyytyväisyys elämään huomattavasti vähäisempää kuin niillä nuorilla, jotka kokevat kiusaamisen vähäiseksi (Välijärvi 2017).

## Tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tarkastella, minkälaisia sosiaalisten kokemusten alaryhmiä PISA 2015 -aineistosta on löydettävissä ja kuinka nämä alaryhmät eroavat toisistaan keskeisten PISA-tutkimuksessa kartoitettujen muiden muuttujien suhteen. Tutkimuksessa tarkastellaan seuraavia tutkimuskysymyksiä:

- 1) Millaisia sosiaalisen tuen profiileita nuorilla on löydettävissä PISA 2015 aineistosta?
- 2) Missä määrin eri sosiaalisen tuen profiileita edustavat nuoret eroavat toisistaan sukupuolen, luonnontieteiden osaamisen, yleisen elämäntyytyväisyyden, poissaolojen määrän ja kodin varallisuuden suhteen?



- 3) Kuinka nuorten sosiaalisen tuen profiilit vaihtelevat alueittain Suomessa?

## Menetelmät

### PISA 2015 -aineisto

PISA 15 -tutkimuksen kohdejoukon muodostavat mittausvuonna 15 vuotta täyttävät oppilaat (Suomessa helmikuun 1999 ja tammikuun 2000 välillä syntyneet). Suomessa tämän ikäluokan koko PISA 2015 -tutkimuksessa oli noin 59 000 nuorta. Suomen PISA 2015 -mittaus toteutettiin 168 koulussa, joista tutkimukseen osallistui 5 882 oppilasta. Osallistuneista noin 87 prosenttia oli 9.-luokkalaisia, noin 13 prosenttia 8.-luokkalaisia ja vajaa prosentti 7.-luokkalaisia.

Oppilaat vastasivat testitilaisuudessa sekä osaamista mittaaviin että oppimiseen ja osaamiseen liittyviin oppilaan taustaa kartoitettaviin kysymyksiin. Oppilaan taustaa kartoitettavassa oppilaskyselyssä kartoitettiin perhetaustan lisäksi oppilaan asenteita, persoonallisuutta sekä oppimisympäristöä kuvaavia tekijöitä. Vuoden 2015 PISA-tutkimuksessa pääalueena oli luonnontieteet, joten myös merkittävä osa oppilaskyselyssä olevista kysymyksistä liittyi nimenomaan asenteisiin luonnontieteiden opiskelua kohtaan. Kaikille testiin osallistuneille laskettiin luonnontieteiden osaamista kuvaavat testipistemäärät, mutta oppilaskyselyn yksittäisten vastausten puuttumisten takia lopullisiin analyyseihin tämän artikkelin aihepiirin osalta valikoitui 5 338 oppilasta, joista poikia oli 2 698 ja tyttöjä 2 640.

### Sosiaaliseen tukeen tai tuen puutteeseen liittyvät muuttajat

Koetun sosiaalisen tuen profiilien selvittämiseen käytettiin neljää oppilaskyselystä löytyvää kysymyssarjaa, jotka liittyivät oppilaan kokemiin oppimista ja motivaatiota tukeviin tai heikentäviin sosiaalisiin suhteisiin. Kysymyssarjat käsittelivät oppilaiden yhteen-

kuuluvuuden tunnetta kouluunsa, oppilaiden negatiivisia opettajakokemuksia, oppilaiden kokemaa kiusaamista sekä vanhemmilta saatua tukea oppimiseen. Kysymyssarjoista muodostettiin eksploratiivisen faktorianalyysin avulla erikseen kullekin koetun sosiaalisen tuen osa-alueelle indeksit, joiden keskiarvo oli nolla ja keskihajonta yksi. Yhteenkuuluvuuden tunnetta arvioitiin kuudella väittämällä, joihin vastattiin neliportaisella asteikolla: täysin samaa mieltä, samaa mieltä, eri mieltä ja täysin eri mieltä. Väittämät olivat:

- Tunnen itseni ulkopuoliseksi (tai syrjäytyneeksi) koulussa. (käännetty)
- Saan helposti ystäviä koulussa.
- Tunnen kuuluvani kouluun.
- Koulussa oloni on vaivaantunut ja tunnen olevani väärässä paikassa. (käännetty)
- Toiset oppilaat tuntuvat pitävän minusta.
- Tunnen oloni koulussa yksinäiseksi. (käännetty)

Väittämät selittivät 59 prosenttia muodostetun faktorin vaihtelusta, ja muodostettu faktori selitti 55–67 prosenttia väittämien vaihtelusta.

Kodin tukea mitattiin neljällä väittämällä, joihin vastattiin neliportaisella asteikolla: täysin samaa mieltä, samaa mieltä, eri mieltä ja täysin eri mieltä. Väittämät olivat:

- Vanhempani ovat kiinnostuneita koulunkäynnistäni.
- Vanhempani tukevat kouluponnistelujani ja -saavutuksiani.
- Vanhempani tukevat minua, kun minulla on vaikeuksia koulussa.
- Vanhempani kannustavat minua luottamaan itseeni.

Väittämät selittivät 76 prosenttia muodostetun faktorin vaihtelusta. Muodostettu faktori taas selitti 74–82 prosenttia väittämien vaihtelusta.

Suhdetta toisiin oppilaisiin kuvattiin kiusaamisen kokemuksiin liittyvillä väittämillä, joita oppilaskyselyssä oli kahdeksan. Väittämässä nuoren tuli arvioida, kuinka usein hän on kokenut kiusaamiseen liittyviä asioita koulussa viimeksi kuluneiden 12 kuu-

kauden aikana. Väittämiin hän vastasi neliportaisella asteikolla: en koskaan tai tuskin koskaan, muutaman kerran vuodessa, muutamana kerran kuukaudessa sekä kerran viikossa tai useammin. Faktorianalyysissä kiusaaminen jakaantui kahteen faktoriin, lievään (viisi väittämää) ja vakavaan kiusaamiseen (kolme väittämää). Tässä artikkelissa tarkasteltiin vain lievän kiusaamisen kokemusta, jota mittaavat väittämät olivat:

- Toiset oppilaat ovat nimitelleet minua.
- Olen joutunut toisten oppilaiden silmätikuksi.
- Toiset oppilaat ovat tarkoituksella jättäneet minut ulkopuolelle.
- Toiset oppilaat ovat tehneet minusta pilkkaa.
- Toiset oppilaat ovat levitelleet ilkeitä juoruja minusta.

Kiusaamiseen liittyvän faktorin väittämät selittivät muodostetun faktorin vaihtelusta 65 prosenttia. Muodostettu faktori taas selitti 58–75 prosenttia lievää kiusaamista mittaavien väittämien vaihtelusta.

Suhdetta opettajiin kuvattiin negatiivisen opettajakokemuksen avulla, jota arvioitiin kuuden väittämän avulla. Väittämässä nuoren tuli arvioida neliportaisella asteikolla (en koskaan tai tuskin koskaan, muutaman kerran vuodessa, muutaman kerran kuukaudessa sekä kerran viikossa tai useammin), kuinka usein hän on kokenut seuraavia asioita koulussa viimeksi kuluneiden 12 kuukauden aikana:

- Opettajat ovat osoittaneet minulle huomiota harvemmin kuin muille oppilaille.
- Opettajat antoivat minulle huonompia arvosanoja kuin muille oppilaille.
- Opettajat ovat antaneet minun ymmärtää, että he eivät pidä minua niin fiksunäköisenä kuin todella olen.
- Opettajat ovat pitäneet minulle tiukempaa kuria kuin muille oppilaille.
- Opettajat ovat pilkanneet minua muiden edessä.
- Opettajat ovat sanoneet minulle jotakin loukkaavaa muiden edessä.

Väittämät selittivät muodostetun faktorin vaihtelusta 57 prosenttia. Muodostettu faktori taas selitti 41–64 prosenttia väittämien vaihtelusta.

## Muut käytetyt muuttujat

Oppilaiden sosiaalisen tuen profiilien luokitteluun käytettyjen muuttujien lisäksi sosiaalisen tuen alaryhmien välisiä eroja kuvattiin oppilaan sukupuolen ohella kolmella oppilaskyselyn vastausten perusteella muodostetulla muuttujalla. Nämä olivat elämäntyytyväisyys, varallisuus sekä poissaolot ja myöhästely koulusta. Elämäntyytyväisyyttä arvioitiin kysymällä nuorilta, kuinka tyytyväisiä he ovat nykyään elämäänsä kokonaisuutena. Nuoret vastasivat kysymykseen asteikolla 0–10 (0 = en lainkaan tyytyväinen, 10 = täysin tyytyväinen). Varallisuutta kuvaava muuttuja muodostui puolestaan kahdesta eri kysymyssarjasta poimituilla vastauksilla. Nuorten tuli ottaa kantaa, oliko heillä kotona seuraavia:

- oma huone sinulle
- internetyhteys
- kannettava tietokone
- kodin hälytysjärjestelmä

sekä kuinka monta seuraavista esineistä ja asioista heillä on kotona (asteikolla a) ei yhtään, b) yksi, c) kaksi, d) kolme tai useampia)

- televisioita
- autoja
- kylpyhuoneita
- matkapuhelimia, joissa on internetyhteys
- tietokoneita (pöytäkoneita tai kannettavia).

Nuorten pinnaamista ja myöhästelyä kysyttiin pyytämällä nuorta ottamaan kantaa omiin poissaoloihin ja myöhästelyyn liittyviin kysymyksiin arvioimalla, kuinka usein (ei kertaakaan, kerran tai kaksi, kolme tai neljä kertaa, tai viisi kertaa tai useammin) seuraavia asioita oli tapahtunut kahden viimeisen täyden kouluviikon aikana:

- Olin poissa koko koulupäivän.
- Olin poissa joltain tunneilta.
- Myöhästyin koulusta.

Edellä mainittujen muuttujien lisäksi sosiaalisen tuen alaryhmien välisiä eroja kuvattiin luonnontieteiden testipistemäärillä.

## Aineiston analysointi

Aineiston analysointi toteutettiin SPSS-ohjelmistolla. Analysoinnissa edettiin seuraavalla tavalla. Ensin tehtiin hierarkkinen klusterianalyysi oppilaiden jakamiseksi koetun sosiaalisen tuen suhteen toisistaan eroaviin alaryhmiin. Menetelmänä käytettiin Wardin-menetelmää ja kriteerimuuttujina analyysissä olivat yhteenkuuluvuuden tunne kouluun, negatiivinen opettajakokemus, koettu kiusaaminen sekä vanhemmilta saatu tuki oppimiselle. Klusteroinnin avulla aineistosta pyrittiin löytämään alaryhmiä ja jakamaan tutkittavat näihin ryhmiin siten, että tutkittavat kussakin ryhmässä ovat kriteerimuuttujien suhteen keskenään mahdollisimman samanlaisia mutta muiden ryhmien tutkittaviin nähden mahdollisimman erilaisia. Klusteroinnin jälkeen tarkasteltiin ristiintaulukoinnin avulla, kuinka sukupuoli on yhteydessä klusteroinnin avulla muodostettuihin sosiaalisen tuen alaryhmiin. Tämän jälkeen tutkittiin varianssianalyysin avulla, kuinka sosiaalisen tuen alaryhmät eroavat toisistaan luonnontieteiden kokonaispistemäärän, elämäntyytyväisyyden, poissaolojen määrän ja myöhästelyn sekä kodin varallisuuden suhteen sekä missä määrin erot ovat erilaisia tytöillä ja pojilla. Lopuksi tutkittiin spatiaaliseen interpolointiin kuuluvan kriging-menetelmän avulla sosiaalisen tuen alaryhmien suhteellisten osuuksien maantieteellistä jakaantumista Suomessa. Spatiaalinen interpolointi perustuu havaintoon, että lähellä toisiaan sijaitsevien pisteiden arvot ovat suuremmalla todennäköisyydellä lähellä toisiaan kuin kauempana toisistaan olevien pisteiden arvot (esim. Bailey & Gatrell 1995). Tätä ilmiötä nimitetään spatiaaliseksi autokorrelaatioksi. Spatiaalisissa interpolointimenetelmissä pyritään mallintamaan ominaisuuden

spatiaalinen autokorrelaatio tutkimusalueella ja käyttämään tätä mallia hyväksi ennustettaessa ominaisuusarvoja tuntemattomille pisteille.

Kriging-menetelmän avulla voidaan laskea ennustepinta mitattujen havaintopisteiden arvojen perusteella. Kriging on menetelmä, joka ottaa huomioon havaintojen ryhmittäisyyden ja etäisyyden ennustepintaa laskettaessa (McCoy & Johnston 2001). Kriging-menetelmää on perinteisesti käytetty muun muassa meteorologiassa ja geologiassa, mutta vasta viime vuosina menetelmää on sovellettu myös laajoihin oppimisen arviointiaineistoihin (Harju-Luukkainen & Vettenranta 2013, 2014; Vettenranta & Harju-Luukkainen 2013; Vettenranta 2015).

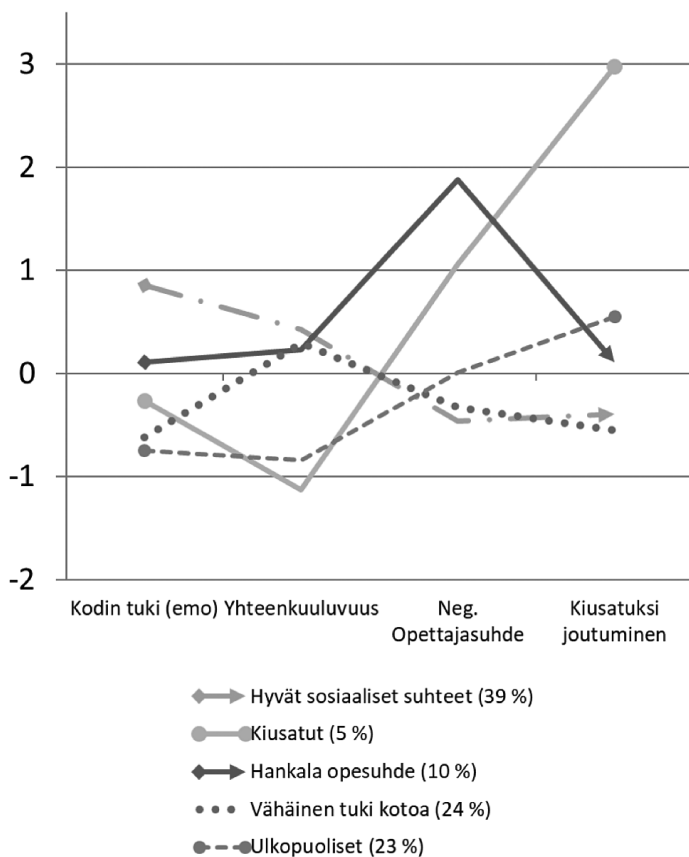
Tässä tutkimuksessa kriging-menetelmää on sovellettu niin, että kukin PISA 2015-tutkimukseen osallistunut koulu on sijoitettu kartalle. Kullekin koululle on laskettu oppilaskohtaisesta aineistosta koulukohtaiset sosiaalisen tuen ryhmien prosenttiosuudet, jotka on painotettu PISA-aineiston oppilaskohtaisilla painoilla. Painotuksella tasoitetaan muun muassa erikokoisista kouluista ja oppilasmäärien vaihtelusta ja vastauskadosta aiheutuvaa aineiston vääristymistä.

Suomi on jaettu 10 x 10 km ruutuihin tai rasteripisteisiin, ja kullekin pisteelle on laskettu 12 lähimmän otantaan sattuneen koulun koulukohtaisten prosenttiosuuksien perusteella ennustearvo sekä ennusteen keskivirhe. Ennustetta laskettaessa painotetaan lähimpien havaintojen sijaintia, mutta esimerkiksi koulun oppilasmäärää ei ole käytetty painottamiseen. Tämän jälkeen kunkin rasteripisteen arvoa käyttäen on muodostettu ennustepinta, joka on luokiteltu harkintaa käyttäen (luokkamäärä ja luokkarajat) sellaiseksi, että muodostettu kartta valaisee tarkasteltavaa muuttujaa ja sen jakautumista mahdollisimman kuvaavasti. Lopullinen kartta kertoo satunnaisesti valitussa paikassa satunnaisesti sijaitsevan koulun sosiaalisen tuen ryhmiin kuuluvien oppilaiden prosenttiosuutta kuvaavan odotusarvon.

## Tulokset

### Sosiaalisen tuen profiilit

Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä oli tarkastella, minkälaisia sosiaalisen tuen profiileja nuorilla on löydettävissä. Hierarkkisen klusterianalyysin tuottaman dendogrammi-puun perusteella päädyttiin 5 ryhmän ratkaisuun. Ryhmäratkaisu on esitetty kuviossa 1 ja ryhmien väliset erot kriteerimuuttujissa yksisuuntaisella varianssianalyysillä testattuna taulukossa 1.



**Kuvio 1.** Sosiaalisen tuen ryhmien profiilit.

**Taulukko 1.** Ryhmien keskiarvot (keskihajonnat suluissa) sekä ryhmien väliset erot standardoiduissa kriteerimuuttujissa varianssianalysillä tarkasteltuna.

	Ryhmä 1 Hyvät sosiaaliset suhteet	Ryhmä 2 Ulko- puoliset	Ryhmä 3 Vähäinen kodin tuki	Ryhmä 4 Hankala opettaja- suhde	Ryhmä 5 Kiusatut	F(4, 5114)
1. Kodin tuki	0.85 <sup>a</sup> (0.31)	-0.75 <sup>b</sup> (1.12)	-0.62 <sup>c</sup> (0.43)	0.11 <sup>d</sup> (0.83)	-0.27 <sup>e</sup> (1.01)	1 328.70***
2. Yhteen- kuuluvuuden tunne	0.43 <sup>a</sup> (0.74)	-0.85 <sup>b</sup> (1.13)	0.30 <sup>c</sup> (0.59)	0.23 <sup>c</sup> (0.66)	-1.14 <sup>d</sup> (1.00)	618.34***
3. Negatiivinen opettaja- suhde	-0.46 <sup>a</sup> (0.47)	0.01 <sup>b</sup> (0.78)	-0.33 <sup>c</sup> (0.55)	1.88 <sup>d</sup> (0.93)	1.09 <sup>e</sup> (1.23)	1 460.51***
4. Kiusattuna oleminen	-0.40 <sup>a</sup> (0.46)	0.55 <sup>b</sup> (0.87)	-0.56 <sup>c</sup> (0.22)	0.11 <sup>d</sup> (0.76)	2.97 <sup>e</sup> (0.84)	2 309.18***

*Huom.* \*\*\* $p < .001$ ; yläindeksit a-e kuvastavat tilastollisesti merkitseviä ( $p < .05$ ) eroja ryhmien välillä kriteerimuuttujassa (saman yläindeksin omaavat ryhmät eivät eroa toisistaan tilastollisesti merkitsevästi, eri indeksin omaavat ryhmät eroavat toisistaan).

Isoin löydetty ryhmä (39 %) koostui nuorista, jotka raportoivat saavansa tukea kotoa ja kokevansa yhteenkuuluvuuden tunnetta koulussa ja jotka eivät kokeneet hankaluuksia opettajan tai kavereiden kanssa. Ryhmä nimettiin Hyvät sosiaaliset suhteet -ryhmäksi. Toiseksi suurinta ryhmää (24 %) kuvasti muuten samansuuntainen profiili kuin Hyvät sosiaaliset suhteet -ryhmää mutta tälle ryhmälle ominaista oli kokemus huomattavan alhaisesta kodin tuesta. Ryhmä nimettiin Vähäinen kodin tuki -ryhmäksi. Kolmas ryhmä oli lähes yhtä suuri kuin edellinen ryhmä (23 %). Tätä ryhmää luonnehti erityisesti vähäinen kodin tuki ja ulkopuolisuuden kokemukset koulussa, joskin myös kiusatuksi tulemisen kokemukset olivat tälle ryhmälle kahta edellistä ryhmää tyypillisempiä. Huomattavan ulkopuolisuuden tunteen takia ryhmä nimettiin Ulkopuoliseksi. Neljäs ryhmä, johon kuului 10 prosenttia nuorista, poikkesi muista ryhmistä selvimmin negatiivisen opettaja-suhteen osalta. Tähän ryhmään kuuluvat kokivat saavansa tukea kotoa ja



kaverisuhteiden olevan kunnossa mutta raportoivat selvästi muita enemmän ongelmia opettajan kanssa. Ryhmä nimettiin Hankala opettajasuhde -ryhmäksi. Viimeinen ryhmä (5 % aineistosta) oli saadun sosiaalisen tuen suhteen heikoimmilla: tälle ryhmälle ominaista oli erityisesti kiusatuksi tuleminen mutta myös vähäinen kodin tuki ja yhteenkuuluvuuden tunne kouluun. Ryhmä nimettiin Kiusatut-ryhmäksi.

Sukupuolen, luonnontieteiden osaamisen, yleisen elämäntyytyväisyyden, poissaolojen määrän sekä kodin varallisuuden yhteys sosiaalisen tuen profiileihin

Toisena tutkimuskysymyksenä tarkasteltiin, missä määrin eri sosiaalisen tuen profiileita edustavat nuoret eroavat toisistaan sukupuolen, luonnontieteiden osaamisen, yleisen elämäntyytyväisyyden, poissaolojen määrän ja kodin varallisuuden suhteen sekä missä määrin ryhmien väliset erot luonnontieteiden osaamisessa, elämäntyytyväisyydessä, poissaolojen määrässä sekä kodin varallisuudessa ovat erilaisia tytöillä ja pojilla.

Ristiintaulukoinnin tulokset sukupuolen yhteydestä sosiaalisen tuen profiileihin on esitetty taulukossa 2.

**Taulukko 2.** Sukupuolen yhteys sosiaalisen tuen profiileihin.

		Ryhmä					
		Hyvät sosiaaliset suhteet	Ulkopuoliset	Vähäinen kodin tuki	Hankala opettajasuhde	Kiusatut	yht.
Tytöt	n	1 110	671	560	179	120	2 640
	sovitettu jäännös	5.1***	4.6***	-4.0***	-8.1***	-1.3	49.5%
Pojat	n	950	544	697	364	143	2 698
	sovitettu jäännös	-5.1***	-4.6***	4.0***	8.1***	1.3	50.5%
	yht	2 060	1 215	1 257	543	263	5 338
		36,8%	22,8%	23,5%	10,2%	4,9%	100%

Huom. \*\*\*  $p < .001$ .

Tulokset osoittivat tilastollisesti merkitsevän selvän yhteyden sukupuolen ja sosiaalisen profiilin välillä ( $\chi^2(4) = 97,63, p < ,001$ ). Tytöt olivat tilastollisesti merkitsevästi yliedustettuina Hyvät sosiaaliset suhteet- ja Ulkopuoliset-ryhmissä, kun taas pojat olivat näissä ryhmissä aliedustettuina (taulukko 2). Sen sijaan pojat olivat tilastollisesti merkitsevästi yliedustettuina Hankala opettajasuhde- ja Vähäinen kodin tuki -ryhmissä tyttöjen ollessa näissä ryhmissä aliedustettuina. Ryhmään Kiusatut kuuluminen oli tytöille ja pojille yhtä tyypillistä.

Yksisuuntaisen varianssianalyysin tulokset sosiaalisen tuen profiilien välisistä eroista luonnontiedon osaamisessa, elämäntyytyväisyydessä, poissaolojen määrässä sekä kodin varallisuudessa on esitetty lähemmin taulukossa 3.

**Taulukko 3.** Ryhmien keskiarvot (keskihajonnat suluissa) sekä ryhmien väliset erot luonnontiedon osaamisessa, yleisessä elämäntyytyväisyydessä, poissaolojen määrässä sekä kodin varallisuudessa varianssianalyysillä tarkasteltuna.

	Ryhmä 1 Hyvät sosiaaliset suhteet	Ryhmä 2 Ulko- puoliset	Ryhmä 3 Vähäinen kodin tuki	Ryhmä 4 Hankala opettaja- suhde	Ryhmä 5 Kiusatut	F	df1,df2
1. Luonnontieteiden osaaminen	555.32 <sup>a</sup> (1.92)	534.42 <sup>b</sup> (2.49)	537.10 <sup>b</sup> (2.45)	492.66 <sup>c</sup> (3.73)	498.59 <sup>c</sup> (5.34)	67.99***	4, 5114
2. Yleinen elämän tyytyväisyys	8.55 <sup>a</sup> (0.04)	6.99 <sup>b</sup> (0.05)	7.92 <sup>c</sup> (0.05)	7.92 <sup>c</sup> (0.07)	6.70 <sup>b</sup> (0.11)	186.30***	4, 5099
3. Poissaolojen määrä	-0.18 <sup>a</sup> (0.88)	0.07 <sup>b</sup> (0.99)	-0.07 <sup>c</sup> (0.94)	0.37 <sup>d</sup> (1.16)	0.35 <sup>d</sup> (1.22)	45.60***	4, 5070
4. Kodin varallisuus	0.20 <sup>a</sup> (0.02)	0.10 <sup>b</sup> (0.02)	0.10 <sup>b</sup> (0.02)	0.28 <sup>a</sup> (0.03)	0.22 <sup>ab</sup> (0.04)	10.65***	4, 5112

*Huom.* \*\*\*  $p < .001$ ; yläindeksit a-e kuvastavat tilastollisesti merkitseviä ( $p < .05$ ) eroja ryhmien välillä tutkittavassa muuttujassa (saman yläindeksin omaavat ryhmät eivät eroa toisistaan tilastollisesti merkitsevästi, eri indeksin omaavat ryhmät eroavat toisistaan).

Tulokset taulukossa 3 osoittivat, että ryhmään Hyvät sosiaaliset suhteet kuuluvat nuoret olivat luonnontieteiden osaamiseltaan tilastollisesti merkitsevästi parempia kuin muut. Tähän ryhmään kuuluvat raportoivat myös olevansa tyytyväisempiä elämäänsä kuin muut ja olevansa poissa koulusta muita vähemmän. Hyvät sosiaaliset suhteet -ryhmään kuuluvien kodin varallisuus oli keskimäärin suurempi kuin Ulkopuoliset- tai Vähäinen kodin tuki -ryhmiin kuuluvilla. Ryhmä ei kuitenkaan eronnut kodin varallisuuden osalta Hankala opettajasuhde- ja Kiusatut-ryhmistä.

Luonnontieteiden osaaminen oli heikointa Hankala opettajasuhde- ja Kiusatut-ryhmiin kuuluvilla. Näille kahdelle ryhmälle myös poissaolot olivat muita ryhmiä tyyppisempiä. Kiusatut raportoivat elämäntyytyväisyytensä alhaisemmaksi kuin Hankala opettajasuhde -ryhmään kuuluvat, jotka olivat suhteellisen tyytyväisiä elämäänsä. Kiusattujen tavoin myös Ulkopuoliset raportoivat muita vähäisempää elämäntyytyväisyyttä, vaikka luonnontieteiden osaamisen ja poissaolojen määrän suhteen asettuivatkin muiden ryhmien välimaastoon. Kodin varallisuus oli vähäisintä Ulkopuoliset- ja Vähäinen kodin tuki -ryhmissä.

Sukupuolierojen tarkastelemiseksi edellisissä yhteyksissä tehtiin seuraavaksi kullekin muuttujalle 2-suuntainen varianssianalyysi, jossa ryhmän lisäksi selittäväksi tekijäksi otettiin sukupuoli. Tulokset osoittivat, että ryhmien väliset erot poissaolojen määrässä tai kodin varallisuudessa eivät olleet riippuvaisia sukupuolesta. Sen sijaan luonnontieteiden osaamisen (yhdysvaikutus  $F(4, 5373) = 3,06, p < 0,05$ ) ja elämäntyytyväisyyden (yhdysvaikutus  $F(4, 5357) = 7,51, p < 0,001$ ) kohdalla ryhmän merkitys oli erilainen riippuen nuoren sukupuolesta.

Kun sukupuolen merkitystä testattiin näiden muuttujien osalta erikseen kussakin ryhmässä, havaittiin että Ulkopuoliset-, Hyvät sosiaaliset suhteet-, Hankala opettajasuhde- ja Kiusatut-ryhmissä tytöt ja pojat eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan osaamisen tasoltaan. Sen sijaan Vähäinen kodin tuki -ryhmässä oli eroja tyttöjen ja poikien välillä  $F(1, 1204) = 29,64, p < 0,001$ : tämän ryhmän tytöt ( $Ka = 551,90, Kh = 78,75$ ) pärjäsivät luonnontieteissä poikia ( $ka = 524,88, Kh = 90,66$ ) paremmin.

Elämäntyytyväisyyden osalta jokaisessa ryhmässä oli havaittavissa sukupuoliero tyttöjen elämäntyytyväisyyden ollessa kaikissa ryhmissä poikien vastaavaa heikompaa. Ero tyttöjen ja poikien välillä elämäntyytyväisyydessä oli kuitenkin vähäisempi Kiusatutryhmässä ( $p < ,05$ ) kuin muissa ryhmissä ( $p < ,001$ ).

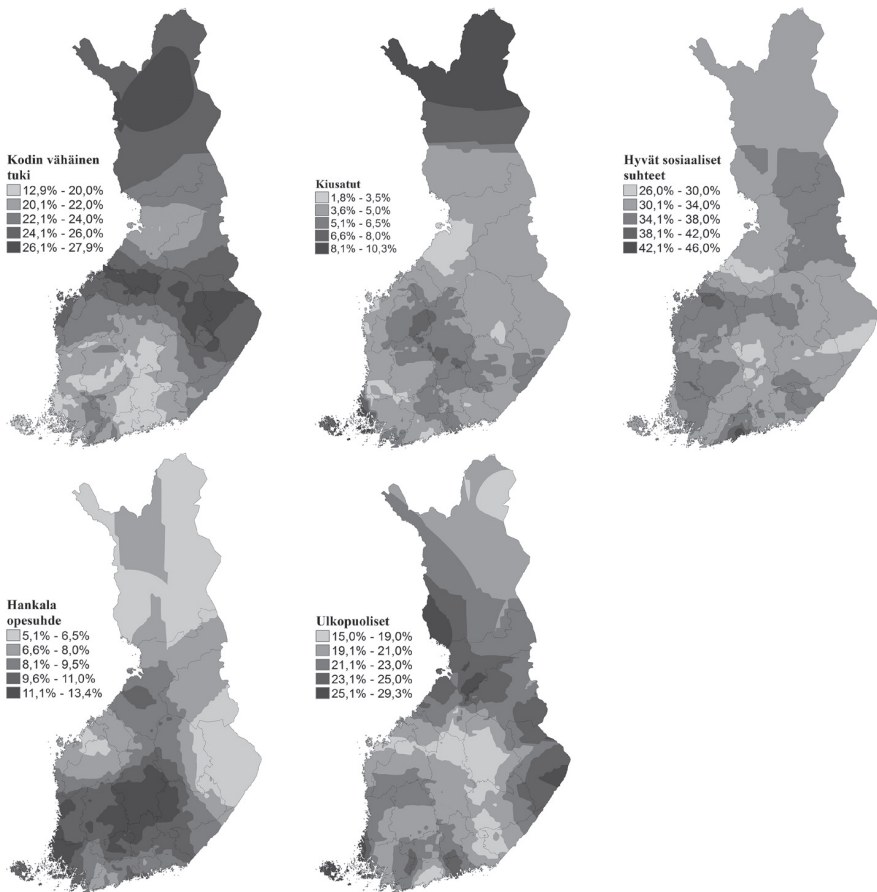
## Sosiaalisen tuen alueellinen vaihtelu

Kolmantena tutkimuskysymyksenä tarkastelimme kriging-menetelmän avulla sitä, kuinka nuorten sosiaalisen tuen kokemus vaihtelee alueittain Suomessa.

Kuvion 2 mukaan nuorten sosiaalisen tuen profiileissa oli löydettävissä selkeää alueellista vaihtelua. Hyvät sosiaaliset suhteet -ryhmään kuuluneiden osuus vaihtelee välillä 30–38 prosenttia pääosissa Suomea. Alle 30 prosenttiosuuden alueita on muutamia eri puolilla maata, mutta sitä vastoin pääkaupunkiseudun ympäristöön, erityisesti sen länsiosiin, on keskittynyt alue, jossa kyseiseen ryhmään kuuluvia on selvästi muuta Suomea enemmän, reilusti yli 40 prosenttia oppilaista. Kaiken kaikkiaan kyseisen muutujan alueellinen vaihteluväli koko Suomessa oli 26–46 prosenttia oppilaista.

Seuraavaksi suurimpaan, vähäinen kodin tuki -ryhmään, kuuluvien alueellinen vaihtelu yli Suomen oli 13–28 prosenttia oppilaista. Kyseisen ryhmän profiili poikkesi hyvät sosiaaliset suhteet -ryhmän profiilista ainoastaan kodista saadun vähäisemmän tuen perusteella. Eniten tähän ryhmään kuuluvia oppilaita – noin neljännes kaikista – oli Pohjois-Karjalasta Pohjois-Savon kautta Keski-Pohjanmaalle ulottuvalla vyöhykkeellä, ja tästä koko Lappiin leviittäytyvällä alueella, pois lukien Oulun seutu. Pienin osuus kyseiseen ryhmään kuuluvia oppilaita oli pääkaupunkiseudulla ja itäisellä Uudellamaalla. Yleisesti Etelä- ja Lounais-Suomessa oli tähän ryhmään kuuluvia oppilaita keskimäärin vähemmän kuin Itä- ja Pohjois-Suomessa.

Kolmanneksi suurimman ryhmän, ulkopuoliset, alueellinen vaihteluväli oli 15–29 prosenttia yli Suomen. Suurimmat alueelliset osuudet tähän ryhmään kuuluvia oli Ahvenanmaalla sekä vyö-



**Kuvio 2** Eri sosiaalisen tuen ryhmiin kuuluvien oppilaiden osuuksien alueelliset jakaumat.

hykkeellä Pohjois-Karjalasta Kainuun kautta Meri-Lappiin. Vähiten tähän ryhmään kuuluvia oli Kaakkois- ja Keski-Suomessa sekä pääkaupunkiseudulla ja sen ympäristössä.

Eniten oppilaita, jotka kokivat heillä olevan hankala opettajasuhte, oli Keski-Suomesta Lounais-Suomen kautta Ahvenanmaalle kulkevalla alueella sekä Pohjois-Pohjanmaan etelä- ja pääkaupunkiseudun itäosissa. Laajemmin tarkasteltuna, selkeästi pienempi osuus kyseiseen ryhmään kuuluvia oli Itä-Suomessa, Pohjois-

Karjalasta Lappiin kulkevalla vyöhykkeellä. Alueellisen vaihtelun väli oli samanlaista kuin ulkopuoliset-ryhmässä, 15–29 prosenttia oppilaista.

Pienimmässä, kiusattujen ryhmässä, oli suhteellisesti eniten oppilaita pohjoisosassa Lappia sekä Ahvenanmaalla. Pääsääntöisesti Suomessa kiusattujen ryhmään kuului alla 5 prosenttia oppilaista, ja vähiten heitä oli – alle 3,5 prosenttia – pääkaupunkiseudun länsiosissa sekä Oulusta etelään olevalla alueella. Pahimmillaan kiusattujen ryhmään kuului alueellisesti jopa 10 prosenttia oppilaista.

## Pohdinta

Sosiaalinen tuki, jota nuori kokee, on monimuotoista, ja sen vaikutusten tulkinta ei ole yksinkertaista. Esimerkiksi kodin varallisuuteen liittyvillä taustatekijöillä voi joissain paikoin olla vahvempi yhteys nuoren koulumenestykseen kuin toisissa ympäristöissä (Harju-Luukkainen ym. 2017; Harju-Luukkainen & Vettenranta 2014, 2013; Vettenranta & Harju-Luukkainen 2013). Monet kodin ja yksilön taustatekijät avaavat nuorille mahdollisuuksia erilaisiin sosiaalisiin verkostoihin, jotka puolestaan tiettyjä tietotaitoja tuottamalla voivat hyödyttää nuorta eri tavoin elämän eri osa-alueilla. Tässä tutkimuksessa olemme tarkastelleet lähemmin vain niitä sosiaalisen tuen ilmenemismuotoja, joita PISA-tutkimuksessa arvioitiin tarkemmin. Nämä rajoittuvat koulusta sekä kodista saatavaan tukeen tai niissä esiintyviin puutteisiin.

Ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä kysyttiin, millaisia sosiaalisen tuen profiileita nuorilla on löydettävissä PISA 2015 -aineistosta. Tässä tutkimuksessa jaoimme PISA 2015 -tutkimukseen osallistuneet nuoret (5 338) viiteen eri ryhmään hierarkkista klusterianalyysia käyttäen heidän kokemansa sosiaalisen tuen mukaan (taulukko 4). Nämä viisi nuorten ryhmää olivat: hyvät sosiaaliset suhteet, vähäinen kodin tuki, ulkopuoliset, hankala opettajasuhde ja kiusatut. Toisena tutkimuskysymyksenä kysyimme, missä määrin eri sosiaalisen tuen profiileita edustavat nuoret eroavat toisistaan sukupuolen, luonnontieteiden osaamisen, yleisen elämäntyy-

tyväisyyden, poissaolojen määrän ja kodin varallisuuden suhteen. Näistä tuloksista on esitetty yhteenveto taulukossa 4.

Tulosten mukaan suurin joukko PISA 2015 -tutkimukseen osallistuneista nuorista (39 %) kuului ryhmään hyvät sosiaaliset suhteet. Tässä ryhmässä oli tyttöjä tilastollisesti merkitsevästi enemmän kuin poikia, luonnontieteiden osaaminen oli vahvinta, nuoret olivat tyytyväisimpiä elämään, heillä oli vähiten poissaoloja koulusta sekä heidän kotiensa varallisuus oli suuri. Seuraavaksi suurin oli ryhmä, jossa nuorilla oli vähäinen kodin tuki (24 %). Tässä ryhmässä poikia oli tilastollisesti merkitsevästi enemmän, ja myös perheiden varallisuus ja kulttuurinen pääoma olivat pienimmät.

**Taulukko 4.** Yhteenveto tutkimustuloksista.

Ryhmä	%-osuus	Sukupuoli	Luonnontieteiden osaaminen	Tyytyväisyys elämään	Poissaolojen ja myöhästelyiden määrä	Kodin varallisuus	Suurin määrä oppilaita Suomessa
Hyvät sosiaaliset suhteet	39	Tyttyjä enemmän	Paras osaaminen	Suurin tyytyväisyys elämään	Vähiten poissaoloja	Suuri varallisuus	Pääkaupunkiseudun länsiosat
Vähäinen kodin tuki	24	Poikia enemmän	Keskitason osaaminen	Suhteellisen suuri tyytyväisyys	Vähiten poissaoloja	Vähäisin varallisuus	Pohjois-Karjalasta Pohjois-Savon kautta Keski-Pohjanmaalle ulottuvalla vyöhykkeellä ja Lappi poislukien Oulu
Ulko-puoliset	23	Tyttyjä enemmän	Keskitason osaaminen	Vähäinen tyytyväisyys elämään	Jonkin verran poissaoloja	Vähäisin varallisuus	Ahvenanmaa, Pohjois-Karjalasta Kainuun kautta Meri-Lappiin kulkeva vyöhyke
Hankala opettajasuhde	10	Poikia enemmän	Heikoin osaaminen	Suhteellisen suuri tyytyväisyys	Eniten poissaoloja	Suurin varallisuus	Itä-Suomessa, Pohjois-Karjalasta Lappiin kulkeva vyöhyke
Kiusatut	5	Tyttyjä ja poikia yhtä paljon	Heikoin osaaminen	Vähäisin tyytyväisyys elämään	Eniten poissaoloja	Suuri varallisuus	Lapin Pohjoisosa sekä Ahvenanmaa

Tämä ryhmä oli ainoa, jossa poikien ja tyttöjen luonnontieteiden piste-ero oli tilastollisesti merkitsevä, 27 pistettä tyttöjen hyväksi. Ryhmä nuoria, jotka määriteltiin ulkopuolisiksi, oli myös kohtuullisen iso. Siihen kuului kaikkiaan 23 prosenttia nuorista. Tässä ryhmässä tyttöjä oli tilastollisesti merkitsevästi poikia enemmän, ryhmään kuuluvilla oli vähäinen tyytyväisyys elämään ja vähäisin kodin varallisuus. Hankalaa opettajasuhdetta koki 10 prosenttia nuorista. Tässä ryhmässä oli tilastollisesti merkitsevästi enemmän poikia kuin tyttöjä, heillä oli kiusattujen ohella heikoin luonnontieteiden osaaminen ja eniten poissaoloja, mutta tästä huolimatta he olivat suhteellisen tyytyväisiä elämään. Kiusattuja oli aineistosta noin 5 prosenttia. Tässä ryhmässä esiintyi yhtä paljon tyttöjä ja poikia, luonnontieteiden osaaminen oli heikkoa, heillä oli eniten poissaoloja sekä he olivat vähiten tyytyväisiä elämään.

Tyttöjen ja poikien välinen luonnontieteiden keskimääräinen piste-ero (19 pistettä tyttöjen hyväksi) selittyy tämän tutkimuksen mukaan merkittävältä osaltaan sillä, että vähän kodin tukea saavien ryhmässä poikien pistemäärä on tilastollisesti tyttöjä heikompi ja poikien osuus tässä ryhmässä on tyttöjen osuutta suurempi. Lisäksi piste-eroa selittää se, että heikompia pistemääriä saaneiden, hankala opettajasuhde -ryhmän oppilaiden, joukossa on suhteellisesti enemmän poikia kuin tyttöjä, ja vastaavasti hyvin menestyneessä hyvät sosiaaliset suhteet -ryhmässä on tyttöenemmistö.

Viimeiseksi kysimme, kuinka nuorten sosiaalisen tuen profiilit vaihtelevat alueittain Suomessa. Ryhmien suhteellisten osuuksien alueellista vaihtelua Suomessa kuvattiin kriging-menetelmän avulla. Näiden alueellisten tulosten avulla voitiin todeta Ahvenanmaalla olleen suhteellisen runsaasti oppilaita, joita kiusattiin, jotka tunsivat itsensä ulkopuolisiksi ja joilla oli hankala opettajasuhde. Lapissa taas oli runsaasti kiusattuja sekä oppilaita, jotka kokivat saavansa kotoa vain vähän tukea. Pohjois-Karjalassa oli runsaasti kotoa vähän tukea saavia sekä itsensä ulkopuolisiksi kokevia oppilaita. Sen sijaan keskimäärin positiivisempina näyttäytyvät pääkaupunkiseutu ja erityisesti sen länsiosat, joissa oli runsaasti oppilaita, joilla oli hyvät sosiaaliset suhteet ja joita kiusattiin



suhteellisen vähän. Heistä keskimääräistä harvemmat myös tunsivat itsensä ulkopuolisiksi ja heissä oli vähiten oppilaita, jotka kokivat vain vähäistä kodin antamaa tukea. Samankaltaisena positiivisena alueena voidaan nähdä Vaasan ympäristö, jossa oli keskimääräistä enemmän oppilaita, jotka kuuluivat hyvät sosiaaliset suhteet-ryhmään, sekä keskimääräistä vähemmän oppilaita, jotka kuuluivat ulkopuolisten tai opettajasuhteen hankalaksi kokevien ryhmään. PISA-aineisto ei kuitenkaan juurikaan tarjoa sellaista mitattua tietoa, jota voitaisiin käyttää selittämään näitä alueellisia eroja eri ryhmien painotuksien välillä.

Monet tutkimukset ovat osoittaneet, että kotoa saatava tuki koulunkäynnille on merkityksellistä nuoren oppimistulosten kannalta (Hill & Tyson 2009; Lee & Bowen 2006; Välijärvi 2017). Näin ollen onkin huolestuttavaa, että joka neljäs nuori sijoittui ryhmään, jossa nuoren itsensä arvioimana oli vain vähäistä kodin tukea. Suurin osa näistä nuorista oli poikia. Erityisen paljon poikia löytyi myös ryhmästä, jossa nuoret kokivat jonkin tai jotkin opettajasuhteensa haastaviksi. Tämä siitäkin huolimatta, että useat tutkimukset ovat osoittaneet opettajan roolin olevan keskeinen tekijä onnistuneessa opetuksessa (Rasku-Puttonen ym. 2003; Virta & Lintunen 2012) sekä tekijä, joka heijastuu oppilaan kouluun sopeutumiseen (Baker, Grant & Morlock 2008; Pianta & Stuhlman 2004) ja sen myötä oppimistuloksiin (Hamre & Pianta 2001, 2005; Välijärvi 2017). Syytä onkin kysyä, miksi niin monet nuoret kokevat koulusta ja kotoa saamansa tuen vähäiseksi, ja voidaanko tähän kokemukseen vaikuttaa.

Yksi mahdollinen keino vaikuttaa nuorten kokemuksiin on vanhempien ja kodin tuen merkityksen tiedostaminen koulussa ja kotona sekä vanhempien aktiivinen osallistaminen koulun toimintaan. Uudessa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa vanhempien kanssa tehtävän yhteistyön merkitystä on korostettu aikaisempaa enemmän (Opetushallitus 2014). Onkin mahdollista, että koulut pystyvät kasvavissa määrin vaikuttamaan nuorten kokemuksiin vahvistamalla vanhempien kanssa tehtävää yhteistyötä sekä vanhempien käsitystä omasta roolistaan koulutyön tukijoina. Toinen mahdollinen avain muutokseen löytyy opettajista itsestään.

Opettajan on tärkeä tiedostaa oma roolinsa opettaja-oppilassuhteen muodostumisessa sekä pyrkiä aktiivisesti omalla toiminnallaan muuttamaan tätä suhdetta positiivisemmaksi. Tätä voidaan pitää erityisen tärkeänä siksi, että oppilaan negatiiviseksi kokemalla suhteella näyttäisi olevan yhteys nuoren oppimistuloksiin ja poissaoloihin koulusta. Opettaja-oppilasvuorovaikutussuhteen myönteisellä muutoksella voikin olla kauaskantoisia vaikutuksia nuoren tulevaan elämään.

Suomalainen koulutuspolitiikka on perinteisesti korostanut sosiaalista oikeudenmukaisuutta sekä tasa-arvoisia koulutusmahdollisuuksia (Harju-Luukkainen ym. 2016; Kalalahti 2012; Karhunen & Uusitalo 2017). Kuitenkin tämän tutkimuksen mukaan kodin vähäisempi varallisuus näyttäisi olevan yhteydessä haastaviin sosiaalisiin profiileihin kuten oppilaan kokemaan vähäiseen kodin tukeen sekä ulkopuolisuuden tunteeseen koulussa. Kaikkiaan 47 prosenttia tämän tutkimuksen nuorista kuului näihin kahteen ryhmään. Siitä huolimatta, että Suomessa varallisuudella on ainakin vielä toistaiseksi ollut melko vähäinen yhteys oppilaan oppimistuloksia (OECD 2010, 2013; Karhunen & Uusitalo 2017), voi nuoren kokemuksella kodin heikoista resursseista olla välillinen yhteys myösiin elämänalueisiin. Koska suomalainen koulutuspolitiikka korostaa sosiaalista oikeudenmukaisuutta, on syytä näiden tutkimustulosten valossa kysyä, millaisia oppimistuloksia laajempia vaikutuksia nuorten kokemuksilla kodin varallisuudesta voi olla ja millaisia vaikutuksia näillä kokemuksilla voi olla yhteiskunnallisesti nuorten myöhemmin tekemien valintojen kannalta. Tuloksia tulkittaessa on kuitenkin syytä huomata, että yhden löydetyn haastavan profiilin – hankala opettajasuhde – kohdalla kodin varallisuus oli monia muita ryhmiä suurempaa. Tulos kertonee siitä, että haasteet sosiaalisissa suhteissa ovat monimuotoisia, eivätkä suinkaan aina liity kodin alhaiseen varallisuuteen.

PISA 2015 -tutkimuksessa noin 15 prosenttia nuorista koki kiusaamista. Suomessa nuorilla on enemmän kiusaamiskokemuksia kuin muissa OECD-maissa keskimäärin. Tämä on huolestuttavaa, sillä kiusaamiskokemukset vaikuttavat yleisesti nuorten kokemaan yhteenkuuluvuuden tunteeseen sekä elämäntyytyväisyyteen (Väljjarvi

2017). Tässä tutkimuksessa kaikkiaan noin 5 prosenttia nuorista voitiin jaotella sosiaalisen profiilinsa perusteella ryhmään kiusatut. Näin ollen jokaisessa koululuokassa on keskimäärin yksi oppilas, joka kuuluu tähän ryhmään. Tässä ryhmässä oli heikoin osaaminen luonnontieteissä, vähäisin tyytyväisyys elämään ja eniten poissaoloja koulusta. Jo pelkästään näillä sosiaaliseen profiiliin liittyvillä tekijöillä on kauaskantoiset vaikutukset nuoren elämään. Koska kiusaaminen on Suomessa kriminalisoitua, on koulun puuttuttava kiusaamiseen vahvemmin. PISA 2015 -tutkimuksen tulokset eivät vielä toistaiseksi anna viitteitä siitä, että lainsäädäntöä olisi laitettu käytäntöön ainakaan oppilaiden koulukokemusten perusteella.

Vaikka tutkimuksen aineisto koostui kattavasta määrästä 15-vuotiaita nuoria Suomesta, tutkimuksella on useita rajoitteita, jotka tulee ottaa huomioon tuloksia tulkittaessa. Koska PISA 2015 -tutkimus toteutettiin poikkileikkausasetelmana, ei tutkimusaineiston pohjalta ole mahdollista tarkastella lähemmin muuttujien välisiä syy- ja seuraussuhteita. Näin ollen voimme vain todeta yhteyksien olemassaolon. Toinen tärkeä tutkimuksen tulosten tulkintaa rajoittava tekijä on se tosiasia, että PISA 2015 -tutkimusta ei ole suunniteltu sosiaalisen tuen arvioinnin mittariksi. Näin ollen kysymyksiä liittyen tähän teemaan oli aineistosta löydettävissä vain niukasti. Näin ollen emme päässeet yhtä syvällisesti kiinni nuorten sosiaalisen tuen kokemuksiin kuin mitä olisimme päässeet laajemmalla mittaristolla. Kolmas tutkimusta rajoittava tekijä on se, että vain nuoret vastasivat PISA 2015-tutkimuksen sosiaalisiin suhteisiin ja tukeen liittyviin kysymyksiin. Kuitenkin nykyisin useissa muissa kansainvälisissä arvioinneissa näkökulma on laajempi ja arviointiin osallistuvat usein sekä vanhemmat että opettajat. Tällaisessa tutkimuksessa näkökulma on luonnollisesti laajempi kuin mitä PISA 2015-aineistolla on mahdollista saavuttaa. Neljäntenä tämän tutkimuksen rajoitteena voidaan pitää alueellisten erojen tarkastelussa käytetyn kriging-menetelmän soveltamisen vaatimuksia sekä tulosten tulkintaa. Vaikka kriging-menetelmä tuottaa parhaan lineaarisen harhattoman spatiaalisen stokastisen prosessin realisaation ennusteen (Suutari ym. 1999), menetelmän heikkoutena tässä tutkimuksessa on sen vaatimus spatiaalisen pro-

sessin jatkuvuudesta sekä stokastisen spatiaalisen prosessin määrittelystä. Yksittäiset koulut voivat aiheuttaa tutkittavaan prosessiin (alueellisten tekijöiden vaikutus sosiaalisiin suhteisiin) epäjatkuvuuskohtia, jotka taas voivat tuottaa harhaa ennusteeseen epäjatkuvuuskohdan lähetyvillä. Tämä ongelma vältetään tarkastelemalla eroja maakuntatason suuruusluokkaa olevilla alueilla, niin kuin nyt toimittiin. Kartoissa näkyvät pienialaiset erot on näin syytä jättää huomiotta. Sen sijaan voidaan perustellusti kysyä, onko Suomessa sellaisia alueellisten ominaispiirteiden tai olosuhteiden välisiä eroja, jotka aiheuttaisivat tuloksissa kuvatut alueelliset sosiaalisten suhteiden painottumisen erot. Jos voimme olettaa esimerkiksi alueiden historian, elinkeinorakenteen tai tulevaisuuden työmahdollisuuksien vaikuttavan alueen ihmisten ihmiskuvaan, koulutuksen arvostukseen tai vaikkapa toiveammatteihin, vastauksen tuohon kysymykseen on oltava myönteinen.

## Loppusanat

Tämän artikkelin tavoitteena oli tarkastella, millaisiin sosiaalisen tuen profiileihin nuoret PISA 2015 -tutkimusaineiston pohjalta voidaan jakaa sekä miten nämä sosiaaliset profiiliryhmät jakautuvat Suomessa prosentuaalisesti ja maantieteellisesti. Nuorten sosiaalisen profiilin ryhmiä löytyi kaikkiaan viisi, joista suurin ryhmä, hyvät sosiaaliset suhteet, oli ainoa, joka voitiin arvioida positiiviseksi kaikkien tutkittujen muuttujien osalta. Tähän ryhmään kuului noin 40 prosenttia kaikista tutkimukseen osallistuneista nuorista. Loput nuorista kuuluivat jollain tapaa ongelmallisiksi määriteltäviin ryhmiin. Näiden tutkimustulosten perusteella onkin syytä kysyä, millä tavoin nuorten kotiin ja kouluun liittyviä positiivisia sosiaalisia kokemuksia voisi vahvistaa. Tähän PISA-tutkimus ei anna vastausta, vaan sitä on etsittävä laajemmalla yhteiskunnallisella keskustelulla. Millaisen yhteiskunnallisen merkityksen annamme koululle, kodin ja koulun yhteistyölle sekä kuinka näemme sosiaalisen tasa-arvon kehittymisen tai rapautumisen vaikutuksen yhteiskunnassa?

## Lähteet

- Baker, J., Grant, S. & Morlock, L. 2008. The teacher-student relationship as a developmental context for children with internalizing or externalizing behaviour problems. *School Psychology Quarterly* 23 (1), 3–15.
- Bailey, T. C. & Gatrell, A.C. 1995. *Interactive spatial data analysis*. Longman.
- Behtoui, A. & Neergaard, A. 2016. Social capital and the educational achievement of young people in Sweden. *British Journal of Sociology of Education*, 37(7), 947–969.
- Bernelius, V. & Kauppinen, T. M. 2011. School outcomes and neighbourhood effects: A new approach using data from Finland. Teoksessa M. Ham, D. Manley, N. Bailey, L. Simpson & D. Maclennan (toim.) *Neighbourhood effects research: New perspectives*. London, UK: Springer, 225–247.
- Hamre, B. & Pianta, R. 2001. Early teacher-child relationships and the trajectory of children's school outcomes through eight grade. *Child Development* 72 (2), 625–638.
- Hamre, B. & Pianta, R. 2005. Can instructional and emotional support in the first-grade classroom make a difference for children at risk of school failure? *Child Development* 76 (5), 949–967.
- Hamarus, P. & Kaikkonen, P. 2011. Kiusaamisen määritelmät ja määrittely. *Kasvatus* 42(1), 58–68.
- Harju-Luukkainen, H., Tarnanen, M., Nissinen, K. & Vettenranta, J. 2017. Economical, social and cultural status (ESCS) and mathematics performance of immigrant students in the Finnish metropolitan area in PISA 2012. Teoksessa S. Garvis & E. Eriksen Ødegaard (toim.) *Nordic Dialogues on Children and Families*. Cornwall: Routledge, 108–125.
- Harju-Luukkainen, H. & Vettenranta, J. 2014. Social capital and local variation in student performance in Swedish-speaking Ostrobothnia in Finland. Teoksessa E. Hyry, E. Estola & M. Hiltunen (toim.) *Place and Education*. Oulu: University of Oulu, 1–20.
- Harju-Luukkainen, H. & Vettenranta, J. 2013. The Influence of Local Culture on Students Educational Outcomes. Teoksessa K. Tirri & E. Kuusisto (toim.) *Interaction in Educational Domains*. Rotterdam: Sense Publishers, 77–90.
- Harju-Luukkainen, H., Nissinen, K., Stolt, S. & Vettenranta, J. 2014. Finlandssvenska 15-åriga elever resultat i PISA 2012 -undersökning. (Swedish -speaking 15-year old Finns in PISA 2012 assessment) Jyväskylä: Finnish Institute for Educational Research.
- Harju-Luukkainen, H., Nissinen, K., Sulkunen, S., Suni, M. & Vettenranta, J. 2014. Avaimet osaamiseen ja tulevaisuuteen. Selvitys maahanmuuttajataustaisten nuorten osaamisesta ja siihen liittyvistä taustatekijöistä PISA 2012 -tutkimuksessa. Jyväskylä: Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Harju-Luukkainen, H., Vettenranta, J., Ouakrim-Soivio, N. & Bernelius, V. 2016. Differences between PISA reading literacy scores and grading for mother tongue and literature at school: A geostatistical analysis of the Finnish PISA 2009 data. *Education Inquiry*, 7(4), 463–479 <http://dx.doi.org/10.3402/edui.v7.29413>

- Hill, N. E. & Tyson, D. F. 2009. Parental involvement in middle school: a meta-analytic assessment of the strategies that promote achievement. *Developmental Psychology* 45 (3), 740–763.
- Jonsson, J. 2001. Barns och ungdomars välfärd [The Welfare of Children and Young people]. Stockholm: Fritzes.
- Kalalahti, Mira. 2012. Perhetaustan vaikutus tyttöjen ja poikien koulunkäyntiin. *Kasvatus* 43 (4), 375–390.
- Karhunen, H. & Uusitalo, R. 2017. 50 vuotta koulutusmahdollisuuksien tasa-arvoa. *Yhteiskuntapolitiikka* 82(3), 296–303 [https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/134786/YP1703\\_Karhunen%26Uusitalo.pdf?sequence=3](https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/134786/YP1703_Karhunen%26Uusitalo.pdf?sequence=3)
- Kärmeniemi, S. & Aunola, K. 2014. Vanhemman lapsensa kanssa viettämän ajan yhteys lapsen koulutaitoihin ensimmäisellä luokalla. *Psykologia*, 49(2), 37–153.
- Lee, J.-S. & Bowen, N. K. 2006. Parent involvement, cultural capital, and the achievement gap among elementary school children. *American Educational Research Journal*, 43, 193–218.
- McCoy, J. & Johnston, K. 2001. Using ArcGis™ Spatial Analyst. USA, NewYork: ESRI.
- OECD. 2010. PISA 2009 results: Overcoming social background. Volume II. Paris: OECD.
- OECD. 2013. PISA 2012 results: Excellence through equity: Giving every student the chance to succeed. Volume II. Paris: OECD.
- Olweus, D. 1992. Mobbing i skolan. Stockholm: Almqvist & Wiksell.
- Opetushallitus 2014. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Opetushallitus. Määräykset ja ohjeet 2014:96
- Pianta, R. & Stuhlman, M. 2004. Teacher-student relationships and childrens success in the first years of school. *School Psychology Review* 33 (3), 444–458.
- Pesu, L., Aunola, K., Viljaranta, J. & Nurmi, J-E. 2016. The Development of Adolescents' Self-concept of Ability through Grades 7–9 and the Role of Parental Beliefs. *Frontline Learning Research* 4 (3), 92–109.
- Pesu, L., Viljaranta, J. & Aunola, K. 2016. The role of parents' and teachers' beliefs in children's self-concept development. *Journal of Applied Developmental Psychology* 44, 63–71.
- Pomerantz, E. M., Grolnick, W. S. & Price, C. E. 2005. The role of parents in how children approach achievement. *Teoksessa A. J. Elliot & C. S. Dweck (toim.) Handbook of competence and motivation*. New York: Guilford Press, 259–278.
- Rasku-Puttonen, H., Eteläpelto, A., Arvaja, M. & Häkkinen, P. 2003. Opettajan ja oppilaiden vuorovaikutus korkeatasoisen oppimisen edistäjänä innovatiivisessa oppimistympäristössä. *Kasvatus* 34(1), 43–55.
- Salmivalli, C. 1998. Not only bullies and victims. Participation in harassment in school classes: Some social and personality factors. *Turun yliopiston julkaisuja B* 225.

- Suutari, R., Johansson, M. ja Tarvainen, T. 1999. Aineistojen alueellistaminen kriging-menetelmällä ympäristömallintamisessa. Suomen ympäristö 268. Oy Edita Ab. Helsinki.
- Vettenranta, J. & Harju-Luukkainen, H. 2013. A New Way of Recognizing the Spatial Distribution of Educational Issues: Regional Variation of Science Literacy in the Finnish TIMSS 2011 Data. In: 5th IEA International Research Conference: TIMSS and TIMSS advanced ([http://www.iea.nl/fileadmin/user\\_upload/IRC/IRC\\_2013/Papers/IRC-2013\\_Vettenranta\\_Harju-Luukkainen.pdf](http://www.iea.nl/fileadmin/user_upload/IRC/IRC_2013/Papers/IRC-2013_Vettenranta_Harju-Luukkainen.pdf))
- Vettenranta, J., Välijärvi, J., Ahonen, A., Hautamäki, J., Hiltunen, J., Leino, K., Lähteinen, S., Nissinen, K., Nissinen, V., Puhakka, E., Rautopuro, J. & Vainikainen, M-P 2016. PISA 2015 Ensituloksia. Huipulla pudotuksesta huolimatta. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:41.
- Vettenranta, J. 2015. Koulutuksellinen tasa-arvo Suomessa. Teoksessa: PISA 2012 tutkimustuloksia. Millä eväillä osaaminen uuteen nousuun? Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2015:6. 71–91.
- Virta, J. & Lintunen, T. 2012. Vuorovaikutustaitojen soveltaminen koulussa nostaa esille opettaja-oppilassuhteen jännitteitä. Kasvatus 43(1), 31–43.
- Välijärvi, J. 2017. PISA 2015. Oppilaiden hyvinvointi. Jyväskylä: Koulutuksen tutkimuslaitos.





# II

## Kokemukset koulusta



## 6. Oppilaiden ilmastonmuutos- osaamisen suhde heidän käsityksiinsä omasta ympäristötietoisuudesta ja -optimismista

### Johdanto

Ilmastonmuutos on yksi mediassa esillä olevista globaaleista ympäristöuhkista. Tämän hetken tieteellisen näkemyksen mukaan maapallon keskilämpötila on noussut 0,85 astetta vuodesta 1880 (IPCC 2013). Pariisin ilmastopimuksessa (United Nations 2015) päädyttiin historialliseen päätökseen, että globaalin lämpötilan nousun täytyisi pysähtyä kahteen asteeseen. Tavoite tulee vaati-  
maan huomattavia panostuksia puhtaisiin teknologioihin energian tuotannossa, liikenteessä, maataloudessa ja asumisessa. Lisäksi hiiltä ilmakehästä poistavat tekniikat täytyy ottaa tehokkaammin käyttöön sekä sitoa hiiltä metsien hiilinieluihin. Kasvatuksen näkökulmasta keskeiseksi ilmastotoimeksi nousee ihmisten kuluttamiseen vaikuttaminen, sillä yli 70 prosenttia suomalaisten aiheuttamista hiilidioksidipäästöistä johtuu ihmisten asumisesta, liikku-

misesta ja syömisestä eli kulutustottumuksista (Seppälä ym. 2014). Tulosta on vaikea verrata kansainvälisesti, sillä luotettavaa tilastointia ei ole olemassa. Onnistunut ilmastokasvatus pohjautuukin oppilaiden riittävään luonnontieteelliseen sisältötietoon (Ratinen 2016), joka mahdollistaa ilmastomuutoksen hillitsemisessä ja siihen sopeutumisessa ilmastomuutoksen kannalta oleellisiin seikoihin keskittymisen, kuten hiilijalanjäljen pienentämiseen. Näin tiedon avulla ilmastokasvatus luo toimivan osa-alueen kestävä kehityksen kasvatukseen (Lehtonen & Cantell 2015). Kagawa ja Selby (2013) jaottelevat kestävään kehitykseen liittyvän ilmastokasvatuksen kolmeen ulottuvuuteen: ymmärrys ja valppaus ilmastomuutosta kohtaan, ilmastomuutoksen lieventäminen sekä ilmastomuutokseen sopeutuminen. Ilmastokasvatuksessa on viime aikoina alettu korostaa tiedon lisäksi tunnetta ja toimintaa (Pihkala 2017b, 2017c). Marshallin mukaan (2015) ilmastomuutos on vaikea ilmiö, sillä ihmiset eivät osaa ajatella ajallisesti ja sijainnillisesti kaukaisia asioita, vaan meidän on helpompi tarttua arjessa oleviin epäkohtiin. Ilmastomuutoksen edessä ihminen voi joutua toivottomuuden tilaan ja ilmastokasvatuksessa hänet olisi ohjattava ympäristötuhotietoisuudesta ja torjuntareaktioiden keskeltä voimaantumiseen ja osallisuuteen (Pihkala 2017a). Ilmastokasvatus liittyy läheisesti onnistuneeseen ilmastopolitiikkaan, joka tarvitsee tuekseen valveutuneet kansalaiset, ja nimenomaan koulussa tähän voidaan vaikuttaa merkittäväällä tavalla.

Luonnontieteellisellä osaamisella on merkittävä vaikutus ilmastomuutoksen ymmärtämiseen (Ratinen 2016; Huxster, Uribe-Zarain & Kempton 2015). Suomalaisessa koulussa ilmastomuutosta opiskellaan erityisesti maantiedon ja biologian tunneilla. Tiedon lisäksi ilmastomuutoksen opetukseen ja oppimiseen vaikuttavat oppijoiden ja opettajien ympäristöasenteet sekä uskomukset tulevaisuudesta (Hermans 2016; Ojala 2012). Uudessa opetussuunnitelmassa myös muiden oppiaineiden merkitystä on korostettu ja nykyisin opettajat voivat ilmastokasvatuksessa tukeutua verkosta ladattavaan Open ilmasto-oppaaseen (<http://openilmasto-opas.fi/>). Näyttäisi siltä, että yhteisölliset ja epäsuorat keinot ovat tarkoituksenmukaisempia tapoja, joilla oppilaat voivat

vaikuttaa ilmastonmuutokseen hillitsevästi. Näihin keinoihin täytyisi myös opetuksen pohjautua. Lehtosen ja Cantellin (2015) mukaan ilmastokasvatuksessa on ilmastonmuutostietouden lisäksi tärkeää ottaa myös oppijan tunteet huomioon, jotta opetuksen takia tulevaisuudesta ei synny liian synkkää kuvaa.

Nuoret ovat tulevaisuuden päättäjiä, jotka tulevat tekemään kauaskantoisia maapallon tulevaisuutta koskevia ratkaisuja. Tutkimukset kuitenkin osoittavat, että oppilailla on runsaasti tiedollisia puutteita, jotta he voisivat ymmärtää oikein ilmastonmuutoksen ja siihen vaikuttavat tekijät (mm. Hermans 2014; Huxster, Uribe-Zarain & Kempton 2015). Toisaalta monilla oppilailla vaikuttaisi olevan myös pessimistinen tulevaisuuskuva (Ojala 2012). Tässä PISA 2015 -aineistoon pohjautuvassa tutkimuksessa tarkastellaan 15-vuotiaiden oppilaiden luonnontieteellistä osaamista erityisesti maapallon lämpötilaan ja ilmakehän hiilidioksidiin liittyvissä kysymyksissä. Nuorten osaamista verrataan heidän ympäristötietouteensa ja tulevaisuuskuvaansa. Tilastollisten analyysien pohjalta laaditut kartat kuvaavat tutkittavien ilmiöiden alueellista esiintymistä Suomessa.

## Suomalaisten nuorten ympäristöasenteet

Nuorisobarometri on vuosittain julkaistava tutkimus, joka mittaa suomalaisten 15–29-vuotiaiden nuorten arvoja ja asenteita (Myllyniemi 2017). Nuorisobarometrin mukaan suomalaiset nuoret ovat ympäristöasenteissaan varsin kriittisiä ja tiedostavia. Suomalaisista nuorista 85 prosenttia pitää ihmisen vaikutusta ilmaston lämpenemiseen tosiasiana, ja yhtä suuri osuus nuorisosta on sitä mieltä, että tulevat sukupolvet joutuvat kärsimään, mikäli ympäristön tuhoaminen jatkuu. Cookin ym. (2013) meta-analyysi, jossa tarkasteltiin 29 083 tutkijan 11 944:ää vertaisarvioitua tutkimusta, osoitti ilmastonmuutoksen olevan yli 97 prosentin varmuudella ihmisperäinen ilmiö. Myllymäen mukaan (2017) nuoret eivät näytä vajonneen ilmastonmuutoksen osalta toivotomuuteen, sillä lähes puolet (48 %) uskoo ympäristöongelmiin

löytyvän maailmanlaajuisesti kestäviä ratkaisuja. Toisaalta 41 prosenttia uskoo tieteen ja teknologian ratkaisevan ympäristöongelmat. Kriittisesti tarkasteltuna meillä on kuitenkin runsaasti parannettavaa, jotta suurempi osa nuorista ajattelisi tulevaisuudesta positiivisemmin. Lisäksi 90 prosenttia nuorista on sitä mieltä, että ympäristön eteen kannattaa tehdä työtä, vaikka kaikki eivät sitä tekisikään. Huolestuttavaa sen sijaan on huomata 66 prosentin nuorista toteavan, että tuotantoa ja kulutusta tulisi vähentää ympäristöystävällisyyttä, mutta vain 42 prosentin kertovan itse toimineensa näin.

Nuorisobarometrin mukaan nuoriso osoittautui kaiken kaikkiaan suhteellisen huolettomaksi (Myllymäki 2017). Nuoret pojat epäilivät ympäristöongelmien vakavuutta, ja he suhtautuivat luottavaisesti tieteen ja teknologian kykyyn ratkaista haasteita. Pojat niin ikään arvioivat tietävänsä niin ympäristöongelmien syitä kuin niiden ratkaisuitakin selvästi tyttöjä enemmän. Ympäristökasvatuksen kohdentamisen kannalta oleellinen tieto on, että pojat pitävät tyttöjä useammin liian vaikeana tehdä juuri mitään ympäristön hyväksi. Nuorisobarometrin mukaan poikien arvostuksissa korostui ympäristöä enemmän huoli hintatasosta ja työpaikkojen tulevaisuudesta. Kuitenkin enemmistö nuorista on sitä mieltä, että jatkuva kasvu on mahdotonta maapallon rajallisuuden vuoksi.

Nuorisobarometrista käy myös ilmi, että hyvä elämä, hyvinvointi ja onnellisuus ovat vain osittain kytköksissä materiaaliseen vaurauteen (Salonen & Konkka 2017). Tyytyväisimmät nuoret luottavat tulevaisuuden hyvyyteen ja siihen, että ihmiskunnalla on sekä kykyä että tahtoa ratkaista eteen tulevat ongelmat. Näyttäisi siltä, että nuorten arvoissa kulttuurinen moninaisuus, ekologinen kestävyys ja yhteiskunnan eheys ja niiden mukainen toiminta omassa elämässä ovat hyvinvoinnin kannalta entistä keskeisemmässä roolissa.

## Suomalaisten nuorten ymmärrys ja huolestuneisuus ilmastonmuutoksesta

Viimeaikaiset tutkimukset osoittavat, että oppijoilla on edelleen vaikeuksia ymmärtää ilmastonmuutos luonnontieteellisesti oikein (Hermans 2015; Ratinen 2016). Monet oppijat eivät ymmärrä kasvihuoneilmiötä luonnollisena ja nykyisen kaltaiselle elämälle välttämättömänä ilmiönä, vaan pelkäävät ympäristöongelmana.

Useat tutkimukset osoittavat oppilaiden ja opiskelijoiden ajattelevan otsonikadon ilmastonmuutoksen aiheuttajaksi (Shea, Mouza & Drewes 2016) (taulukko 1). Oppijoiden mielestä otsoni-aurinkosta pääsee maapallolle enemmän auringon energiaa tai säteilyä. Oppilaat voivat esimerkiksi ajatella, että kasvihuonekaasut absorboivat otsoni-aurinkoa tulevaa ja lämpösäteilyksi muuttunutta UV-säteilyä. Otsonikadon ja kasvihuoneilmiön kausaalisessa yhdistämisessä pääongelma on infrapunasäteilyn (IR) ja ultravioletti-säteilyn (UV) eron ymmärtämättömyys. Myös ilmansaasteiden kerääntyminen ilmakehään ymmärretään lämpöä ja säteilyä estävänä kerroksena kasvihuoneen katon tai peiton tavoin. Lisäksi näyttää, että varsinaista kasvihuonekaasujen toimintaa ei ymmärretä oikein, ja esimerkiksi CFC-yhdisteitä ei mielletä lämpösäteilyä absorboivaksi kasvihuonekaasuksi, vaan näiden ymmärretään aiheuttavan ilmaston lämpenemistä otsonikerrosta tuhoavan mekanismin kautta.

Oppilaat voivat liittää ilmastonmuutoksen myös yksioikoisesti ihmisen arkisen toiminnan aiheuttamiin muutoksiin. Tällöin muun muassa yleinen roskaaminen voidaan ymmärtää ilmastonmuutoksen aiheuttajaksi. Jos ilmastonmuutoksen vähentämiskeinoksi nähdään roskien kerääminen, ei ilmiön ymmärtäminen ole vakuuttavalla pohjalla. Toisaalta vaikeus ymmärtää luonnontieteellisiä mekanismeja voi johtaa muun muassa siihen, että otsonikadon suoje-lua voidaan pyrkiä edistämään suosimalla otsoniystävällisiä ponneaineita ja samalla pelastaa myös ilmasto (Huxster, Uribe-Zarain & Kempton 2015).

Viime aikoina ilmastonmuutosta koskevassa oppimistutkimuksessa on siirrytty virhekäsityksistä (jotka näyttävät säilyvän vuo-

**Taulukko 1.** Oppilaiden ja opiskelijoiden käsityksiä kasvihuoneilmioistä ja ilmaston lämpenemisestä.

Käsitys	Tutkimus
Ilmastonlämpenemistä ei ymmärretä säteilytasapainon muutoksena.	Shepardson, Niyogi, Choi & Charusombat 2011; Niebert & Gropengießer 2014; Hermans 2015
Ilmastonmuutos liitetään kausaalisuhtein otsonikatoon.	Ekborg & Areskoug 2006; Jeffries, Stanistreet & Boyes 2001; Papadimitriou 2004; Nevanpää 2005; Hermans 2015; Huxster, Uribe-Zarain & Kempton 2015
Ilmastonmuutos sekoitetaan muihin ilmiöihin.	Anderson & Wallin 2000; Shepardson, Niyogi, Choi & Charusombat 2011
Ilmastonlämpenemisen syinä pidetään kaikkia ympäristölle haitallisia toimintoja.	Fisher, 1998; Papadimitriou 2004; Nevanpää, 2005; Huxster, Uribe-Zarain & Kempton 2015
Kasvihuonekaasuihin liittyvät virheelliset käsitykset/puutteelliset tiedot.	Fisher 1998; Anderson & Wallin 2000; Ekborg & Areskoug 2006; Papadimitriou 2004; Shepardson, Niyogi, Choi & Charusombat 2011
Ei ymmärretä ilmastomuutoksen laajaa ekologista ja yhteiskunnallista merkitystä.	Fisher 1998; Anderson & Wallin 2000; Nevanpää 2005; Hermans 2015

desta toiseen) oppilaiden ilmastomuutoksesta johtuvan huolestuneisuuden, sen ehkäisyn ja ilmastomuutoksen sopeuttamiskeinojen arvioimiseen. Muun muassa Lester, Ma, Lee ja Lambert (2006) ovat osoittaneet, että oppilaiden tieteellisesti oikea ilmastomuutoksen ymmärrys johtaa suurempaan aktiivisuuteen ilmastomuutoksen torjunnassa. Ojalan (2012) mukaan ilmastomuutoksen opetuksen yhteydessä on tärkeää tietää, liittyykö oppijoiden toivo tulevaisuudesta siihen, että ilmastomuutokseen voidaan vaikuttaa, vai onko se vain toiveajattelua. Ympäristökasvatuksessa, ja myös sen alakäsitteessä ilmastokasvatuksessa, on onnistumisen kannalta tärkeää tehdä ero toivon ja optimismin välille (Pihkala 2017c). Toivo on asenne ja hyve, jonka avulla elämästä tulee merkityksellistä, kun taas optimismilla tarkoitetaan uskoa onnistumiseen. Ilmastokasvatuksessa voidaan soveltaa myös Orrin (2009) ja Hicksin (2014) tavoin radikaalin toivon käsitettä eli sitä, että vaikka ilmastomuutoksen kehittymisestä tulevaisuudessa ei ole



takeita, kannattaa sitä vastaan pyristellä. Ojalan (2012) rakentavan toivon käsite eroaa toiveajattelusta, sillä sen avulla ilmastokasvatuksessa voidaan korostaa yksilön oman vastuun merkityksellisyttä ilmastotoimien onnistumisen kannalta.

## Tutkimuksen tarkoitus

Huolimatta siitä, että tiedämme jo varsin hyvin, miten nuoret ymmärtävät ilmastonmuutoksen, suomalaisten nuorten alueelliset erot ilmastonmuutostietoudessa eivät ole tarkasti tiedossa. PISA-aineistosta ei voi suoraan luotettavasti analysoida, kuinka oppilaiden ilmastonmuutoksen ymmärrys alueellisesti eroaa, mutta taustakyselyiden kattavamman aineiston perusteella voidaan tutkia oppilaiden ympäristötietoisuutta ja -optimismia koko Suomen alueella sekä näiden muuttujien suhdetta ilmastonmuutoksen ymmärtämiseen. PISA-aineisto ei mahdollistanut tutkia oppilaiden ympäristötietoisuutta ja siihen vaikuttavia tekijöitä vaan heidän käsityksiä omasta ympäristötietoisuudestaan. Tutkimuksen avulla haettiin vastauksia kolmeen kysymykseen:

- 1) Miten oppilaiden ympäristötietoisuus ja -optimismi näkyy Suomessa alueellisesti?
- 2) Miten oppilaiden tietous ympäristöasioista sekä niiden kehitymisestä vaikuttaa oppilaiden ilmastonmuutostietouteen?
- 3) Miten luonnontieteellisen tiedon ymmärtäminen vaikuttaa oppilaiden ilmastonmuutostietouteen?

## Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen aineisto kerättiin PISA 2015 -tutkimuksessa, jonka pääalueena oli luonnontieteiden osaaminen. Luonnontieteiden tehtäväkokonaisuuksista toinen koostui trenditehtävistä ja toinen uusista tietokoneympäristöön kehitetyistä luonnontieteiden tehtävistä. Kahden tehtäväosion lisäksi tässä tutkimuksessa hyödynnettiin PISAn laajaa oppilaskyselyaineistoa, jonka avulla kartoitetaan

nuorten osaamisen, oppimisen ja näihin vaikuttavien tekijöiden välistä yhteyttä.

Tässä tutkimuksessa oppilaskyselystä saaduilla vastauksilla selvitettiin oppilaiden ympäristötietoisuutta ja heidän ympäristöoptimismiaan. Ympäristötietoisuutta selvitettiin kysymyksellä: ”Miten hyvin olet perillä seuraavista ympäristöasioista?” Oppilaiden mielipide muodostui seuraavista vastausvaihtoehdosta: ”En ole koskaan kuullut tästä”; ”Olen kuullut tästä, mutta en osaisi selittää, mistä siinä oikeastaan on kysymys”; ”Tiedän tästä jotain ja osaisin selittää sen pääpiirteittäin” ja ”Tämä on minulle tuttu asia ja osaisin selittää sen mainiosti”. Ympäristötietoisuutta mittaavia kysymyksiä oli yhteensä seitsemän (taulukko 2).

Oppilaiden ympäristöoptimistisiä asenteita kartoitettiin kysymyksellä ”Ajatteletko, että alla mainitut ympäristöön liittyvät ongelmat muuttuvat parempaan tai huonompaan suuntaan seuraavan 20 vuoden aikana?” Mittari rakentui viidestä ympäristöoptimismia koskevasta kysymyksestä (taulukko 2) ja oppilaat valitsivat heille parhaiten sopivan vaihtoehdon: ”Lievenee”; ”Pysyy jokseenkin ennallaan” tai ”Pahenee”.

Oppilaiden ilmastomuutokseen liittyvää ymmärrystä tutkittiin ilmastomuutokseen liittyvien trenditehtävien avulla. PISAssa luonnontieteiden tehtäväosiot jaetaan kolmeen sisältöalueeseen,

**Taulukko 2.** Oppilaiden ympäristötietoisuutta ja -optimismia mittaavat kysymykset.

Ympäristötietoisuus	Ympäristöoptimismi
Kasvihuonekaasujen lisääntyminen ilmakehässä	Ilman saastuminen
Geenimuunneltujen organismien (GMO) käyttö	Kasvien ja eläinten kuoleminen sukupuuttoon
Ydinjäte	Metsien raivaaminen muun maankäytön tarpeisiin
Sen seuraukset, kun metsiä raivataan muun maankäytön tarpeisiin	Vesipula
Ilman saastuminen	Ydinjäte
Kasvien ja eläinten kuoleminen sukupuuttoon	
Vesipula	

jotka ovat eloton luonto (physical systems), elollinen luonto (living systems) sekä maapallo ja avaruus (earth and space systems). Suomessa nämä vastaavat fysiikan, kemian, biologian, terveystiedon ja maantiedon oppiaineita. Tässä tutkimuksessa ilmastonmuutoksen ymmärtämistä kartoittavat kysymykset liittyivät elottoman luonnon osalta aineen ominaisuuksiin (hiilidioksidi ilmakehässä), maapallon ja avaruuden osalta aineen ja energian kiertoon maapallolla (napajään sulaminen, metsien hävittäminen) sekä elollisen luonnon osalta biosfäärin toimintaan (puiden istuttaminen, lämpötila ja sademäärä). Kaikki tehtävät tehtiin tietokoneympäristössä, ja niissä mitattiin oppilaan luonnontieteellisen tiedon soveltamisen taitoa ongelma-perustaisissa tehtävissä.

## Aineiston analyysi

Kahden oppilaskyselyssä olevan kysymyssarjan vastausten perusteella laskettiin Suomen aineistosta kaksi muuttujaa pääkomponenttianalyysin avulla. Koska analyysissä käytettiin yhden komponentin ratkaisua (kysymyssarjoittain laskettu), pääkomponenttiratkaisua ei rotatoitu. Täten muodostettujen pääkomponenttien selitysosuuksia ei voida laskea yhteen. Ympäristötietoisuutta kuvaavan muuttujan yksittäisten vastausten kommunaliteetit vaihtelivat 0,53 ja 0,82 välillä. Tämä pääkomponentti selitti 54,3 prosenttia kyseisen sarjan kysymysten välisestä vaihtelusta. Toisen, ympäristöoptimismia kuvaavan muuttujan, kommunaliteetit vaihtelivat 0,61 ja 0,74 välillä. Tämä pääkomponentti selitti 46,6 prosenttia ympäristöoptimismia kuvaavien kysymysten välisestä vaihtelusta.

Vuoden 2015 PISA-aineistosta käytettiin kahta ilmastomuutokseen tai kasvihuoneilmiöön liittyvää kysymyssarjaa. Näistä sarjoista muodostettiin, kummastakin erikseen, kaksi edellä kuvatun kaltaista muuttujaa. Toinen muuttujista (YMP1,  $n = 573$ ) liittyy maapallon lämpötilan kohoamisen mekanismeihin ja mahdollisiin vaikutuksiin, ja toinen (YMP2,  $n = 1\,052$ ) ilmastonmuutoksen mekanismeihin ja ihmisen mahdolliseen vaikutukseen (esimerkkejä vastaavista tehtävistä mm. teoksessa PISA 2015 Assessment and

Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy). Näiden kognitiivisten kysymysten havaintojen määrä on huomattavasti pienempi kuin oppilaskyselyn vastausten, koska PISAn kognitiiviset kysymykset on rotatoitu eri vastaajien välille.

Tuloksissa tarkastellaan näiden neljän muuttujan sekä luonnon-tieteiden kokonaispistemäärän ja muutamien luonnontieteiden osa-alueiden pistemäärien välisiä korrelaatioita. Tämän lisäksi oppilaiden ympäristötietoisuuden ja -optimismin alueellisia vaihteluita tarkastellaan spatiaaliseen interpolointiin kuuluvan kriging-menetelmän avulla. Tuloksia tarkastellessa on otettava huomioon, että oppilaskyselystä saatuja asennemuuttujia voidaan tarkastella alueellisesti, mutta varsinaisten tehtäväkysymysten alueellinen tarkastelu ei ole mielekästä koulukohtaisten vähäisten havaintojen vuoksi. Myöskään näiden kysymysten lähempi sisällöllinen tarkastelu ei ole mahdollista, koska kyseessä eivät ole vapautetut tehtävät.

Spatiaalinen interpolointi perustuu havaintoon, että lähellä toisiaan sijaitsevien pisteiden arvot ovat suuremmalla todennäköisyydellä lähellä toisiaan kuin kauempana olevien pisteiden arvot (esim. Bailey & Gatrell 1995). Tätä ilmiötä nimitetään spatiaaliseksi autokorrelaatioksi. Spatiaalisissa interpolointimenetelmissä pyritään mallintamaan ominaisuuden spatiaalinen autokorrelaatio tutkimusalueella ja käyttämään tätä mallia hyväksi ennustettaessa ominaisuusarvoja tuntemattomille pisteille.

Kriging-menetelmän avulla voidaan laskea ennustepinta mitattujen havaintopisteiden arvojen perusteella. Kriging on menetelmä, joka ottaa huomioon havaintojen ryhmittäisyyden ja etäisyyden ennustepintaa laskettaessa (McCoy & Johnston 2001). Kriging-menetelmää on perinteisesti käytetty muun muassa meteorologiassa ja geologiassa, mutta vasta viime vuosina menetelmää on sovellettu myös laajoihin oppimisen arviointiaineistoihin (Vettenranta & Harju-Luukkainen 2013; Harju-Luukkainen & Vettenranta 2013; Vettenranta 2015).

Tässä tutkimuksessa Kriging-menetelmää on sovellettu niin, että kukin PISA 2015 tutkimukseen osallistunut koulu on sijoitettu kartalle. Kullekin koululle on laskettu oppilaskohtaisesta datasta koulukohtaiset keskiarvot, jotka on painotettu PISA-aineiston op-

pilaskohtaisilla painoilla. Tällä tasoitetaan muun muassa erikokoisista kouluista ja oppilasmäärien vaihtelusta ja vastauskadosta aiheutuvaa aineiston vääristymistä.

Suomi on jaettu 10 x 10 km ruutuihin tai rasteripisteisiin, ja kullekin pisteelle on laskettu 12 lähimmän otantaan sattuneen koulun koulukohtaisten keskiarvojen perusteella ennustearvo sekä ennusteen keskivirhe. Ennustetta laskettaessa painotetaan lähimpien havaintojen sijaintia, mutta esimerkiksi koulun oppilasmäärää ei ole käytetty painottamiseen. Tämän jälkeen kunkin rasteripisteen arvoa käyttäen on muodostettu ennustepinta, joka on luokiteltu harkintaa käyttäen (luokkamäärä ja luokkarajat) sellaiseksi, että muodostettu kartta valaisee tarkasteltavaa muuttujaa ja sen jakautumista mahdollisimman kuvaavasti. Lopullinen kartta kertoo satunnaisesti valitussa paikassa satunnaisesti sijaitsevan koulun niin ikään satunnaisen oppilaan tarkasteltavaa muuttujaa kuvaavan odotusarvon.

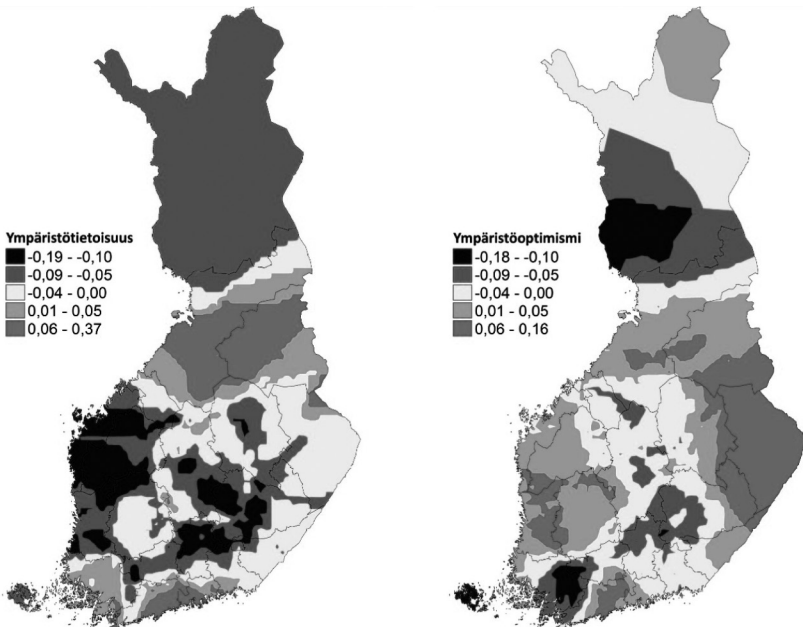
## Tulokset

Tutkimuksen perusteella oppilaiden ympäristötietoisuudessa ja ympäristöoptimismissä on pienet, mutta kuitenkin alueellisesti poikkeavat erot (kuva 1). Oppilaiden käsitykset heidän omasta ympäristötietoisuudesta on alueellisesti tarkasteltuna kaikkein suurinta Uudellamaalla ja suuressa osassa Pohjois-Pohjanmaata ja Kainuuta. Näiden alueiden oppilaat kokivat eniten heillä olevan sellaista ymmärrystä ympäristöön liittyvissä kysymyksissä, että he osaisivat hyvin selittää sen myös muille. Oppilaat määrittivät osaamisensa samankaltaisesti myös Varsinais-Suomessa ja Pohjois-Karjalan pohjoisosissa. Keskimääräistä alhaisempaa ympäristötietoisuus on Eteläpohjanmaalla, Pohjanmaalla, itäisessä Keski-Suomessa ja Päijät-Hämeessä sekä Satakunnassa. Lappi erottuu ympäristötietoisuuden suhteen yhteneväisenä alueena.

Tulosten perusteella oppilaiden käsitykset omasta ympäristöoptimistä poikkeavat alueellisesti jossain määrin heidän arvioimastaan ympäristötietoisuudesta (kuva 1). Kuvassa keskiharmat

alueet kuvaavat keskiarvon ylittäviä muuttujien arvoja ja tummemman harmaat alueet keskiarvon alittavia alueellisia arvoja eli keskiharmailla alueella oppilaiden ympäristötietoisuus ja -optimismi on korkeampaa kuin tummemman harmailla alueilla.

Näyttäisi, että oman ympäristötietoisuuden korkealle arvottaminen ei alueellisessa tarkastelussa esiinny samankaltaisesti optimistisena tulevaisuuskuvana. Oppilaiden kokema ympäristöoptimismi on suurinta Pohjois-Karjalassa ja sen lähialueilla sekä osassa Satakuntaa, Uuttamaata, Pohjois-Pohjanmaata ja Kainuuta. Länsi-Lapissa, Ahvenmaalla ja Varsinais-Suomessa asuvat oppilaat ajattelivat kaikkein eniten, että ympäristöön liittyvät ongelmat pahenevat tulevaisuudessa. Suurimmat erot oppilaiden ympäristötietoisuuden ja optimismin välillä näyttäisi olevan Lapissa, Etelä-Pohjanmaalla, Varsinais-Suomessa ja Satakunnassa.



**Kuva 1.** Oppilaiden käsitykset omasta ympäristötietoisuudesta ja ympäristöoptimismista alueellisesti tarkasteluna.

Oppilaiden itse arvioidun ympäristötietoisuuden ja heidän ympäristöoptimisminsa välistä yhteyttä oppilaiden yleiseen luonnontieteelliseen, elollisen luonnon sekä maapallo ja avaruus osa-alueen osaamiseen sekä heidän ilmastonmuutokseen liittyvien ilmiöiden ymmärtämiseensä tutkittiin korrelaatioanalyysin avulla (taulukko 3).

Tutkimuksen perusteella oppilaiden itsearvioidulla ympäristötietoisuudella on positiivinen yhteys heidän luonnontieteelliseen osaamiseen sekä ilmastonmuutostietouteen. Yhteys on samansuuruinen yleisen luonnontieteellisen osaamisen ja elollisen luonnon osaamisen välillä ( $r = 0,34$ ,  $p < 0,001$ ), hiukan pienempi maapallo ja avaruus -alueen osaamisen ( $r = 0,33$ ,  $p < 0,001$ ) ja pienin napajään ja metsien häviämiseen liittyvään osaamisen ( $r = 0,28$ ,  $p < 0,001$ ) sekä puiden hiilidioksidin sitomiseen ja poistamiseen

**Taulukko 3.** Korrelaatiomatriisi oppilaiden luonnontieteellisen osaamisen suhteesta heidän ympäristötietoisuuteen ja ympäristöoptimisiin.

		Luonnon- tiede	Maapallo ja avaruus	Elollinen luonto	Napajää ja defores- taatio	Puiden istutus ja CO <sub>2</sub> poisto	Ympäristö- tietoisuus
Maapallo ja avaruus	Pearson r, R <sup>2</sup> (%)	0,97**, 95					
	n	5 882					
Elollinen luonto	Pearson r, R <sup>2</sup> (%)	0,98**, 96	0,97**, 94				
	n	5 882	5 882				
Napajää ja deforestaatio YMP1	Pearson r, R <sup>2</sup> (%)	0,61**, 37	0,60**, 36	0,60**, 36			
	n	573	573	573			
Puiden istu- taminen ja CO <sub>2</sub> vähennys, YMP2	Pearson r, R <sup>2</sup> (%)	0,69**, 47	0,71**, 50	0,67**, 45	0,37**, 14		
	n	1 052	1 052	1 052	130		
Ympäristö- tietoisuus	Pearson r, R <sup>2</sup> (%)	0,34**, 11	0,33**, 11	0,34**, 11	0,28**, 7,6	0,24**, 5,5	
	n	5 588	5 588	5 588	558	1 022	
Ympäristö- optimismi	Pearson r, R <sup>2</sup> (%)	-0,12**, 1,5	-0,12**, 1,5	-0,12**, 1,5	0,06, 0,3	-0,03, 0,1	-0,14**, 1,8
	n	5 579	5 579	5 579	558	1 017	5 538

\*\*korrelaatio on merkitsevä 1 % riskitasolla

liittyvässä osaamisessa ( $r = 0,24, p < 0,001$ ), (taulukko 3). Näyttäisi siis siltä, että jos oppilaat kokevat osaavansa ympäristöön liittyviä ilmiöitä, heidän arvionsa on yhdenmukainen etenkin heidän luonnontieteellisen osaamisen suhteen ( $R^2 = 11\%$ ), mutta vähemmän yhtenevä ilmastonmuutokseen liittyvien mekanismien ja ilmiöiden ymmärtämisen osalta ( $R^2 = 5,5\text{--}7,6\%$ ).

Oppilaiden yleisen luonnontieteellisen ( $r = 0,61, p < 0,001$ ), maapallo ja avaruus -alueen ( $r = 0,60, p < 0,001$ ) ja elollisen luonnon osaaminen ( $r = 0,60, p < 0,001$ ) korreloivat positiivisesti oppilaiden maapallon lämpötilan kohoamisen mekanismien ja mahdollisten vaikutusten – napajään ja metsien häviämisen – osaamista mittaavien tehtävien vastausten kanssa. Tulos on hyvin samansuuntainen myös toisen trenditehtävän osalta, sillä ilmastonmuutoksen mekanismeihin ja ihmisen mahdolliseen vaikutukseen – puiden hiilidioksidin sitomiseen ja poistamiseen – liittyvä tehtävä osoitti yleisen luonnontieteellisen ( $r = 0,69, p < 0,001$ ), maapallo ja avaruus -alueen ( $r = 0,71, p < 0,001$ ) ja elollisen luonnon osaamisen ( $r = 0,67, p < 0,001$ ) välillä voimakasta positiivista korrelaatiota. Näiden korrelaatioiden efektikoko vaihteli 36 ja 50 prosentin välillä. S:D

en sijaan oppilaiden trenditehtävien vastauspistemäärien korrelaatio on merkitsevä, mutta ei kovin voimakas ( $r = 0,37, p < 0,001$ ), mikä tarkoittaa, että tehtävät olivat vaikeudeltaan erilaisia tai sitten vähäinen havaintojen määrä (130) vaikuttaa tulokseen. Ympäristötietoisuuden korrelaatio näiden yksittäisten ilmastonmuutokseen liittyvien tehtävien kanssa on jonkin verran heikompi kuin keskimäärin muiden luonnontieteiden kysymysten kanssa ( $R^2 = 5,5\text{--}7,6\%$  vs.  $11\%$ ), josta voidaan päätellä, että kenties oppilaat hieman yliarvioivat omaa ympäristö- tai ilmastonmuutostietoisuuttaan.

Negatiiviset, mutta varsin pienet korrelaatiot kertovat, että oppilaiden luonnontieteiden osaamiseen verrattuna heidän ympäristöoptimisminsa on vastakkaista (taulukko 3). Oppilaiden itse arvioima suurempi ympäristötietoisuus korreloi negatiivisesti heidän ympäristöoptimistia asenteita ympäristön tulevaisuutta kohtaan ( $r = -0,14, p < 0,001$ ), jonka perusteella voidaan tehdä kausaali-



ton tulkinta, että kasvava tietoisuus vähentää optimismia, joskin yhteys näiden välillä on melko vähäinen ( $R^2 = 1,8 \%$ ). Myös yleisellä luonnontieteellisellä tehtäväkohtaisella osaamisella on negatiivinen korrelaatio suhteessa ympäristöoptimismiin ( $r = -0,12, p < 0,001$ ). Samalla tavalla myös maapallo ja avaruus -alueen ( $r = -0,12, p < 0,001$ ) ja elollisen luonnon osaamisella ( $r = -0,12, p < 0,001$ ) on hyvin samansuuntainen eli vähäinen ( $R^2 = 1,5 \%$ ) negatiivinen vaikutus ympäristöoptimismiin. Korrelaatioanalyysin perusteella oppilaiden luonnontieteellinen osaaminen eri sisältöalueiden kesken on hyvin samansuuntaista, sillä korrelaatiot vaihtelevat 0,97 ja 0,98 välillä (taulukko 3).

Oppilaiden ilmastonmuutoksen osaamisessa ja heidän ympäristöoptimismissään ei ole tilastollisesti merkitsevää yhteyttä (taulukko 3). Tulos on kiinnostava ja näyttäisi siltä, että on varsin samantekevää, millaiseksi oppilaat ajattelevat ympäristöön liittyvien ongelmien kehittyvän suhteessa heidän ilmastonmuutososaamiseensa. Toisin sanoen ilmastonmuutoksen osaaminen ei vaikuta siihen, millaiseksi oppilaat ajattelevat ympäristöongelmien kehittyvän lähitulevaisuudessa.

## Pohdinta

Tässä tutkimuksessa suomalaisten oppilaiden kokeman ympäristötietoisuuden ja optimismin alueellisia eroja tutkittiin kriging-menetelmän avulla. Kriging tuottaa parhaan lineaarisen harhattoman spatiaalisen stokastisen prosessin realisaation ennusteen (Suutari, Johansson & Tarvainen 1999). Menetelmän heikkoutena tässä tutkimuksessa on sen vaatimus spatiaalisen prosessin jatkuvuudesta. Muusta aineistosta poikkeavat koulut, esimerkiksi erityiskoulut, aiheuttavat ennusteeseen harhaa poikkeavan havaintopisteen läheisyydessä. Tämä ei kuitenkaan estä tarkastelemasta laajempien alueiden välisiä eroja. Näillä laajemmilla alueilla vaikuttaviksi stokastisiksi prosesseiksi voidaan katsoa muun muassa alueellisten elinkeinorakenteiden, kulttuuristen erityispiirteiden ja muiden alueellisten ympäristötekijöiden vaikutus oppilaiden ympäristö-

asenteisiin. Tässä visuaalisessa tarkastelussa ei olekaan syytä kiinnittää huomiota pienialaiseen spatiaaliseen vaihteluun, vaan huomioida maakuntatason suuruusluokkaa olevat erot. Koska tarkasteltava PISA-aineisto on kuitenkin varsin suppea, täytyy tuloksia pohtiessa välttää ylitulkintaa. Aineiston kapeus mahdollistaa sen tulkinnan, että tulosten perusteella suomalaisnuorten käsityksissä omasta ympäristötietoisuudessa ja optimismissa on alueellisia eroja. Oppilaiden korkeampi käsitys heidän omasta ympäristötietoisuudestaan painottuu pääkaupunkiseudulle sekä Pohjois-Pohjanmaalle ja Kainuuseen. Ympäristön tilan tulevaisuutta kuvaava oppilaiden ympäristöoptimismin käsitys on kaikkien alhaisinta eteläisessä Lapissa, Ahvenanmaalla sekä Varsinais-Suomessa.

Oppilaiden ympäristötietoisuuden käsityksellä ja heidän luonnontieteellisellä osaamisellaan on oppilaiden ilmastonmuutostietoutta kasvattava vaikutus ( $R^2 = 11\%$ ). Sen sijaan oppilaiden ympäristöoptimismin käsityksen yhteys ilmastonmuutostietouteen ja luonnontieteelliseen osaamiseen ei ole yhtä selkeä, ja tämän aineiston perusteella korkeampi luonnontieteellinen osaaminen näyttäisi hieman ( $R^2 = 1,5\%$ ) vähentävän optimistisia asenteita tulevaisuutta kohtaan.

Tulokset ovat ilmastokasvatuksen näkökulmasta kiinnostavat. Yhtäältä ne kertovat, että Suomessa kasvatustyössä kannattaisi ratkaisukeskeisesti pohtia ilmastonmuutoksen pedagogiikkaa etenkin Pohjois-Suomessa, Varsinais-Suomessa ja Ahvenanmaalla, sillä näillä alueilla oppilaat ovat kaikkein skeptisimpiä tulevaisuuttaan kohtaan. Ojala (2012) korostaa, että toivo ei ole ainoastaan miellyttävä tunne, vaan se myös vaikuttaa positiivisesti oppimismotivaatioon. Suomessa tuoreimman nuorisobarometrin mukaan (Myllymäki 2017) nuorista lähes puolet uskoo ympäristöongelmiin löytyvän maailmanlaajuisesti kestäviä ratkaisuja. Ilmastokasvatuksen kannalta huolestuttavaa on, että 66 prosenttia nuorista toteaa, että tuotantoa ja kulutusta pitäisi leikata, mutta alle puolet heistä on valmiita näin tekemään. Toisaalta kansainvälisesti on huomattu, että oppijat uskovat omiin kykyihin ratkaista ilmastonmuutosta, mutta heidän omat arvionsa ovat ristiriidassa luonnontieteellisen tiedon suhteen (Huxster, Uribe-Zarain & Kempton 2015). Tämän

vuoksi ilmastokasvatuksessa tulisi pitää kiinni riittävästä luonnontieteellisestä perusosaamisesta ja erityisesti erottaa ilmastonmuutos otsonikadosta (Ratinen 2016). Toisaalta Zeyer & Kelsey (2013) ovat havainneet sveitsiläisen (hyvin korkea elintaso) koulujärjestelmän yhteydessä, että onnistuneessa ympäristökasvatuksessa kulttuuriset tekijät täytyy ottaa huomioon.

Ilmastokasvatuksessa tulisi korostaa positiivisia viestejä, sillä tämän tutkimuksen mukaan osaaminen näyttää vähentävän optimistista suhtautumista tulevaisuuteen. Ja koska Salosen ja Konkan (2017) mukaan nuorten arvoissa kulttuurinen moninaisuus, ekologinen kestävyys ja yhteiskunnan eheys sekä näiden mukainen toiminta ovat tärkeässä roolissa, ilmastokasvatuksessa täytyisi tarkastella samoja näkökulmia, jotta osaamisen ja tietämyksen lisääminen aiheuttaisi mahdollisimman vähän toivottomuutta nuorten keskuudessa. Ilmastokasvatuksessa tarvitaan siis luonnontieteellinen ymmärrys ja valppaus ilmastonmuutosta kohtaan, mutta samalla täytyy muistaa ratkaisukeskeinen pedagogiikka ilmastonmuutoksen lieventämisessä sekä ilmastonmuutokseen sopeutumisessa (Kagawa & Selby 2013). Pihkala (2017a) korostaa myös sitä, että ilmastonmuutoksen hillinnässä ja siihen sopeutumisessa on otettava myös henkiset ja yhteisölliset ulottuvuudet, jotka vaikuttavat ilmastoasioiden käsittelyyn koulussa ja yhteiskunnassa laajemminkin.

Ojalan (2008) mukaan yksilön toivolla ei ole yksiselitteistä vaikutusta hänen käyttäytymiseensä. On kuitenkin viitteitä, että nuorten alhainen huoli vähentää ympäristömyönteistä käyttäytymistä, sillä samalla ympäristöongelmat kielletään – toisaalta toivo on yhdistetty ympäristömyönteiseen käyttäytymiseen. Ilmastokasvatuksessa kannattaa kiinnittää huomiota positiivisiin viesteihin etenkin luonnontieteen opetuksen yhteydessä, sillä tämän tutkimuksen mukaan korkeampi luonnontieteellinen osaaminen vähensi optimismia. Ongelmaan on voinut vaikuttaa se, että Suomen ilmastopaneelin mukaan ilmastonmuutosta on Suomen kouluissa käsitelty lähes yksinomaan luonnontieteen opetuksessa (Lehtonen & Cantell 2015). Suomen ilmastopaneeli korostaakin, että ilmastokasvatuksessa täytyy kiinnittää huomiota myös oppijoiden tunteisiin, joiden avulla voidaan peilata oman käyttäytymisen

moraalisia näkökulmia sekä yhteyttä ilmastomyönteiseen käyttäytymiseen. Sosiokulttuurisessa ilmastokasvatuksessa (Ratinen 2016) opettajan täytyy kuunnella oppijoita ja ottaa huomioon myös heidän tunteensa ilmastonmuutosta kohtaan. Keskustelemalla ja käsittelemällä oppilaiden huolia tietopohjaisen materiaalin kanssa voidaan kriittisyydestä siirtyä enemmän kohti ratkaisukeskeistä ilmastokasvatusta (ks. Ojala 2015).

Ilmastokasvatus täytyisi ottaa huomioon myös opettajankoulutuksessa. Tulevien opettajien omat tunteet ovat tärkeitä (Pettersson 2014), sillä on viitteitä, että oppilaat omaksuvat samankaltaiset selviytymisstrategiat kuin opettaja. Koulutuksen aikana opiskelijoille ei saisi syntyä käsitystä että, ilmastonmuutoksen suhteen toivo on menetetty, sillä samalla viedään myös oppilaiden toivon näkökulmat. Käytännössä koulutuksessa tulisi ottaa huomioon oppijan huolenaiheet ja tarjota hänellä mahdollisuuksia vaikuttaa ilmastonmuutoksen hillintään, mikä ylläpitää oppijan toivoa, ja hänen elämänsä säilyy merkityksellisenä. Toivon avulla yksilö voi säilyttää merkityksellisyyden myös silloin, kun varsinainen optimismi on vaikeaa (Pihkala 2017a). Pariisin ilmastopöytäkirja on konkreettinen esimerkki tiedeyhteisön ja päättäjien toiveesta ja halusta hillitä globaali ilmastonmuutos kahteen asteeseen. Suomen ilmasto-paneeli (2017) toteaa, että Suomen keskipitkän ilmastosuunnitelman tavoitteet vuoteen 2030 saavutetaan päämäärätietoisella työllä, jossa kansalaisten ja yhteisöjen oma toiminta on merkittävässä roolissa. Suomalainen koulujärjestelmä, jossa oppijoiden osaaaminen on vertailumaihin verrattuna hyvällä tasolla, mahdollistaa myös ilmastokasvatuksen onnistumisen. Tämä tarkoittaa sitä, että oppijat oppivat ratkaisemaan ilmastonmuutokseen liittyviä ongelmia ja näkemään tulevaisuuden valoisana.

## Lähteet

- Bailey, T. C. & Gatrell, A. C. 1995. *Interactive spatial data analysis*. Longman.
- Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., Way, R., Jacobs, P. & Suke, A. 2013. Quantifying the consensus on anthropogenic globalwarming in the scientific literature. *Environmental Research Letters* 8 (2), 1–7.

- Ekborg, M. & Areskoug, M. 2006. How student teachers' understanding of the greenhouse effect develops during a teacher education programme. *Nordina* 5 (3), 17–29.
- Fisher, B. (1998). Australian students' appreciation of the greenhouse effect and the ozone hole. *Australian Science Teacher Journal* 44 (3), 46–55.
- Harju-Luukkainen, H. & Vettenranta, J. 2013. The Influence of Local Culture on Students' Educational Outcomes. Teoksessa K. Tirri & E. Kuusisto (toim.) *Interaction in Educational Domains*. Rotterdam: Sense Publishers, 77–90.
- Harju-Luukkainen, H. & Vettenranta, J. 2014. Social capital and local variation in student performance in Swedish-speaking Ostrobothnia in Finland. Teoksessa E. K. Hyry, M. Hiltunen & E. Estola (toim.) *Paikka ja kasvatusta, Vuosikerta 2014*. Lapin yliopistokustannus, 127–143.
- Hermans, M. 2014. Geografilärares och niondeklassares syn på undervisningen om klimatförändringen. *Nordina* 10 (2), 176–194.
- Hermans, M. 2015. Niondeklassares och geografilärares förståelse av bakgrunden till och följderna av klimatförändringen. *Nordina* 11 (1), 54–74.
- Hermans, M. 2016. Geography teachers and climate change: Emotions about consequences, coping strategies, and views on mitigation. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11, 389–408. DOI: 10.12973/ijese.2016.326a.
- Hicks, D. 2014. *Educating for Hope in Troubled Times: Climate Change and the Transition to a Post-Carbon Future*. London: Institute of Education Press.
- Huxster, J. K., Uribe-Zarain, X. & Kempton, W. 2015. Undergraduate understanding of climate change: the influences of college major and environmental group membership on survey knowledge scores. *The Journal of Environmental Education*, 46 (3), 149–165.
- Ilmastopaneeli. 2017. Suomen ilmastopaneelin lausunto. <https://urly.fi/OFA>. (Luettu 12.9.2017.)
- IPCC. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (toim.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CB09781107415324.
- Kagawa, F. & Selby, D. 2013. Ready for the storm: Education for disaster risk reduction and climate change adaptation and mitigation. *Journal of Education for Sustainable Development* 6 (2), 207–217. <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0973408212475200>
- Jeffries, H., Stanisstreet, M. & Boyes, E. 2001. Knowledge about the "Greenhouse effect": have college students improved. *Research in Science & Technological Education* 19 (2), 205–221.
- Lehtonen, A. & Cantell, H. 2015. Ilmastokasvatus osaamisen ja vastuullisen kansalaisen perustana. Suomen ilmastopaneelin julkaisuja 2/2015.

- Lester, B. T., Ma, L., Lee, O. & Lambert, J. 2006. Social activism in elementary science education: A science, technology, and society approach to teach global warming. *International Journal of Science Education* 28 (4), 315–339. DOI: 10.1080/09500690500240100.
- Marshall, G. 2015. Don't Even Think about it: Why our Brains are Wired to Ignore Climate Change. Bloomsbury, New York.
- McCoy, J. & Johnston, K. 2001. Using ArcGis™ Spatial Analyst. USA, NewYork: ESRI.
- Myllyniemi, S. 2017. Ympäristö. Teoksessa S. Myllyniemi (toim.) Nuorisobarometri. Valtion nuorisoneuvoston julkaisuja 56. Grano.
- Nevanpää, T. 2005. ”Sillä vois olla jotain tekemistä näitten kasvihuonekaasujen kanssa” Ilmastonlämpeneminen yläluokkalaisten käsityksissä. University of Jyväskylä. Institute for Educational Research. Research Reports 17.
- Niebert, K. & Gropengießer, H. 2014. Understanding the greenhouse effect by embodiment – analysing and using students’ and scientists’ conceptual resources. *International Journal of Science Education* 36 (2), 277–303.
- Ojala, M. 2008. Recycling and ambivalence: Quantitative and qualitative analyses of household recycling among young adults. *Environment and Behavior* 40 (6), 777–97.
- Ojala, M. 2012. Hope and climate change: The importance of hope for environmental engagement among young people. *Environmental Education Research* 18 (5), 625–642. DOI: 10.1080/13504622.2011.637157.
- Ojala, M. 2015. Hope in the face of climate change: Associations with environmental engagement and student perceptions of teachers’ emotion communication style and future orientation. *The Journal of Environmental Education* 46 (3), 133–148. DOI: 10.1080/00958964.2015.1021662.
- Orr, D. W. 2009. Down to the Wire: Confronting Climate Collapse. Oxford: Oxford University Press.
- Papadimitriou, V. 2004. Prospective primary teachers’ understanding of climate change, greenhouse effect, and ozone layer depletion. *Journal of Science Education & Technology* 13 (2), 299–307.
- Pettersson, A. 2014. ”De som inte kan simma kommer nog att dö!” En studie om barns tankar och känslor rörande klimatförändringarna. (Licentiate thesis). Uppsala University, Uppsala, Sweden.
- Pihkala, P. 2017a. Miksi ilmastonmuutoksesta on niin vaikea puhua? *Tieteessä tapahtuu* 35(1).
- Pihkala, P. 2017b. Kuinka käsitellä maailman ongelmia? Traagisuus ja toivo ympäristökasvatuksessa. *Ainedidaktiikka* 1(1), 2–15.
- Pihkala, P. 2017c. Päin helvettiä? Ympäristöahdistus ja toivo. Kirjapaja, Helsinki.
- Ratinen, I. 2016. Primary student teachers’ climate change conceptualization and implementation on inquiry-based and communicative science teaching: a design research. *Jyväskylä studies in education, psychology and social research* 555. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-6667-6>.

- Salonen A. O. & Konkka, J. 2017. Kun tyytyväisyys ratkaisee – nuorten suhtautuminen globaaleihin haasteisiin, käsitykset ihanneyhteiskunnasta ja toiveet omasta tulevaisuudesta. Teoksessa S. Myllyniemi (toim.) uorisobarometri. Valtion nuorisoneuvoston julkaisuja 56. Grano.
- Shepardson, D. P., Niyogi, D., Choi, S. & Charusombat, U. 2011. Students' conceptions about the greenhouse effect, global warming, and climate change. *Climatic Change* 104 (2), 481–507.
- Shea, N. A., Mouza, C. & Drewes, A. 2016. Climate change professional development: Design, implementation, and initial outcomes on teacher learning, practice, and student beliefs. *Journal of Science Teacher Education* 27 (3), 235–258.
- Seppälä, J., Airaksinen, M., Cantell, H., Järvelä, M., Ollikainen, M., Peltonen-Sainio, P. & Savolainen, I. 2014. Kuluttajan valinnat pyrittäessä kohti hiilineutraalisuutta – asuminen, liikkuminen, ruokailu ja kompensatit. Suomen ilmastopaneelin raportteja.
- Suutari, R., Johansson, M. & Tarvainen, T. 1999. Aineistojen alueellistaminen kriging-menetelmällä ympäristömallintamisessa. Suomen ympäristö 268. Helsinki: Oy Edita Ab.
- United Nations. 2015. Adoption of the Paris Agreement. <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>. (Luettu 12.9.2017.)
- Vettenranta, J. & Harju-Luukkainen 2013. A New Way of Recognizing the Spatial Distribution of Educational Issues: Regional Variation of Science Literacy in the Finnish TIMSS 2011 Data. 5th IEA International research conference. TIMSS and TIMSS advanced. ([http://www.iea.nl/fileadmin/user\\_upload/IRC/IRC\\_2013/Papers/IRC-2013\\_Vettenranta\\_Harju-Luukkainen.pdf](http://www.iea.nl/fileadmin/user_upload/IRC/IRC_2013/Papers/IRC-2013_Vettenranta_Harju-Luukkainen.pdf))
- Vettenranta, J. 2015. Koulutuksellinen tasa-arvo Suomessa. Teoksessa: PISA 2012 tutkimustuloksia. Millä eväillä osaaminen uuteen nousuun? Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2015:6. 71–91.
- Zeyer, A. & Kelsey, E. 2013. Environmental Education in a Cultural Context. Teoksessa R. B. Stevenson, M. Brody, J. Dillon & A. E. J. Wals (toim.) *International Handbook of Research on Environmental Education* New York & London: Routledge, 206–212.





# 7. Tutkimuksellisuus luonnontieteissä ja sen yhteys luonnontieteelliseen osaamiseen Suomessa

## Johdanto

Tutkimuksellisuuden määritelmä ja sen asema opetussuunnitelmassa

Tutkimuksellisuus (engl. inquiry-based learning/teaching) luonnontieteiden opetuksen alalla tarkoittaa yleisesti opetuksen järjestämistä samankaltaisten metodien ja prosessien kautta, joita luonnontieteilijät käyttävät uuden tutkimustiedon luomiseen (Keselman 2003). Historiallisesti formaalin luonnontieteiden opetuksen tutkimuksellisuuden isänä pidetään John Deweyä, joka vuonna 1910 korosti, että luonnontieteiden opiskelun tulisi olla muutakin kuin vain faktatiedon oppimista ja enemmän painoarvoa tulisi laittaa luonnontieteisiin liittyvien prosessien ja ajattelutapojen oppimiseen (Dewey 1910). Myöhemmin erityisesti Yhdysvalloissa Joseph

Schwabin (1962) ajatukset siitä, että luonnontieteiden oppimisen tulisi muistuttaa enemmän luonnontieteilijöiden työtä, vaikuttivat suuresti paikallisiin opetussuunnitelmiin. Tässä luvussa käytetään peruskoulun opetussuunnitelman perusteissakin (Opetushallitus 2014) esiintyvää termiä ”tutkimuksellisuus” kuvaamaan luonnontieteiden oppimista, jossa oppilaat aktiivisesti työskentelevät joko käytännön kokeiden tai valmiin aineiston parissa pyrkien näin joko ratkaisemaan luonnontieteellisiä ongelmia tai löytämään erilaisten muuttujien välisen yhteyden.

Luonnontieteissä tutkimuksellisuuden tai tutkivan oppimisen käsitteet eivät ole kansainvälisesti yksiselitteisiä. Jotkut lähteet kuvaavat tutkimuksellisuutta työtapana, joka mukailee luonnontieteen tutkijoiden tapaa toimia (Keselman 2003). Toiset lähteet taas kuvaavat tutkimuksellisuutta erilaisten ajallisten vaiheiden kautta (Bybee 2000; Pedaste ym. 2015; Rönnebeck, Bernholt & Ropohl 2016). Esimerkiksi Pedaste kollegoineen sisällyttää tutkimuksen vaiheisiin toimintaan orientoitumisen, tutkimusongelman muotoilun, tutkimuksen suorittamisen, johtopäätösten tekemisen sekä tutkimuksen tulosten käsittelyn ja näistä muille viestimisen. Vaikka nämä vaiheet vaikuttavat seuraavan toisiaan, ei niiden välillä tarvitse edetä suoraviivaisesti vaan esimerkiksi tutkimuksen toteuttamisen jälkeen on mahdollista palata muotoilemaan tutkimusongelmaa uudestaan.

Kolmas tapa kuvata tutkimuksellisuuden eri lajeja on käsitellä tutkimusprosessin avoimuutta. Vaikka kokeellinen työskentely on keskeinen osa tutkivaa oppimista luonnontieteissä, pelkät ”keittokirjamaiset” oppilastyöt, joissa tarvittavat menetelmät annetaan oppilaille, eivät aina täytä tutkivan oppimisen tavoitteita (Saari & Sormunen 2007). Tutkimusprosessin avoimuudessa huomiota voi kiinnittää kolmeen seikkaan: 1) kuka (opettaja vai oppilaat) muotoilee tutkimusongelman, 2) kuka päättää tutkimukseen käytettävät metodit ja 3) kuka tulkitsee tutkimuksen tulokset. Näiden kolmen seikan myötä saadaan aikaan neljä eri tutkimusten avoimuuden tasoa (taulukko 1) (Bell, Smetana & Binns 2005). Jo Schwab (1962) esitti ajatuksen samankaltaisesta jaottelusta 1960-luvulla.

**Taulukko 1.** Tutkimusten avoimuuden eri tasot luonnontieteen opetuksessa (Bell ym. 2005).

	Tutkimusongelman muotoilu	Käytettävät menetelmät	Tulosten tulkinta
Taso 0: Varmistaminen	Opettaja päättää	Opettaja päättää	Opettaja päättää
Taso 1: Strukturoitu	Opettaja päättää	Opettaja päättää	Oppilaat päättävät
Taso 2: Ohjattu	Opettaja päättää	Oppilaat päättävät	Oppilaat päättävät
Taso 3: Avoin	Oppilaat päättävät	Oppilaat päättävät	Oppilaat päättävät

Neljäs tapa kuvata tutkimuksellisuutta on käsitellä sitä erilais-  
ten tieteellisten käytänteiden kautta – mitä oppilaiden tulisi teh-  
dä tutkimusten aikana? Yhdysvaltalaisessa usean kymmenen osa-  
valtation luonnontieteiden opetussuunnitelmien laadintaa ohjaavas-  
sa Next Generation Science Standards -asiakirjassa (NGSS Lead  
States 2013) näitä käytänteitä on lueteltu kahdeksan kappalet-  
ta, muun muassa aineiston analysointi ja tulkinta, mallien kehit-  
täminen ja käyttäminen sekä aineiston perusteella argumentointi.  
Viime aikoina on esitetty argumentteja sille, että luonnontieteiden  
opettamisen tulisi perustua kokonaisvaltaisen tutkimuksellisuus-  
den sijaan eksplisiittisemmin näiden tiettyjen tieteellisten käytän-  
teiden parissa työskentelemiseen (Osborne 2011; Vorholzer, von  
Aufschnaiter & Boone 2018).

Kuten aiemmissakin opetussuunnitelman perusteissa, suoma-  
laisissa vuonna 2014 vahvistetuissa peruskoulun opetussuunni-  
telman perusteissa tutkimuksellisuudella on luonnontieteellisissä  
aineissa suuri rooli. Vuosiluokilla 1–2 ja 3–6 ympäristöopin oppi-  
aineessa ”oppilaiden osallisuus ja vuorovaikutus yksinkertaisten  
tutkimusten suunnittelussa ja toteuttamisessa” kuvataan keskeise-  
nä tavoitteena (Opetushallitus 2014, 133). Vuosiluokilla 1–2 eräs  
oppiaineen kuudesta sisältöalueesta on nimeltään ”tutkiminen  
ja kokeileminen” (Opetushallitus 2014, 133) ja vuosiluokilla 3–6  
vastaavasti ”Ympäristön tutkiminen” (Opetushallitus 2014, 242).  
Vuosiluokilla 3–6 ympäristöopin oppiaineessa eräs opetuksen ta-  
voite on ”ohjata oppilasta suunnittelemaan ja toteuttamaan pie-  
niä tutkimuksia, tekemään havaintoja ja mittauksia monipuolisissa  
oppimisympäristöissä eri aisteja ja tutkimus- ja mittausvälineitä

käyttäen” (Opetushallitus 2014, 240). Täten jo nuorilla oppilailla tavoite on kohti avointa tutkimuksellisuutta (ks. taulukko 1).

Vuosiluokkien 7–9 osalta esimerkiksi fysiikassa tutkimuksellisuutta kuvaillaan monisanaisemmin: ”Fysiikan opetuksen lähtökohtana ovat luonnosta ja teknologisesta ympäristöstä tehdyt havainnot ja tutkimukset. Tutkimusten tekemisellä on oleellinen merkitys käsitteiden omaksumisessa ja ymmärtämisessä, tutkimisen taitojen oppimisessa ja luonnontieteiden luonteen hahmottamisessa. Tutkimusten tekeminen kehittää työskentelyn ja yhteistyön taitoja, luovaa ja kriittistä ajattelua sekä innostaa oppilaita fysiikan opiskeluun.” (Opetushallitus 2014, 389.) Samankaltaiset kuvaukset löytyvät myös kemian, biologian ja maantiedon oppiaineiden osalta. Voidaan siis sanoa, että peruskoulun opetussuunnitelman perusteiden perusteella luonnontieteellisissä oppiaineissa tiedonhankinnan ja toiminnan tulisi olla tutkimuksellista ja pohjautua oppilaiden aktiiviseen toimintaan.

## Tutkimukselliseen toimintaan liittyviä tutkimustuloksia ja opettajan rooli tutkivassa oppimisessa

Kuten aiemmin viitattiin, tutkimuksellisuus luonnontieteissä on määritelty monella eri tavalla eri lähteissä. Tämä määritelmien moninaisuus vaikeuttaa tutkimuksellisuuden tai tutkivan oppimisen vertailua muihin opetusmuotoihin (Blanchard ym. 2010; Furtak, Seidel, Iverson & Briggs 2012). Silti yleisesti voidaan sanoa, että on olemassa tutkimusnäyttöä siitä, että tutkimuksellisuuden suuntaisilla opetusmetodeilla saavutetaan parempaa luonnontieteellistä osaamista ja asenteita luonnontieteiden oppimista kohtaan kuin muilla opetusmenetelmillä (Blanchard ym. 2010; Furtak ym. 2012; Minner, Levy & Century 2010). Tutkivan oppimisen kriitikot vastustavat menetelmää sen suuren kognitiivisen kuorman takia; kokemattomille oppijoille se soveltuu huonosti (Kirschner, Sweller & Clark 2006). Tämä kritiikki kohdistuu nimenomaan äärimmäisen oppilasjohtoiseen tutkivaan oppimiseen (vrt. tutkimuksen avoimuuden taso 3 taulukossa 1). Abrahams ja Millar (2008) taas kritisoivat opettajien toimia kokeellisen työskentelyn yhteydessä: huo-

miota kiinnitetään enimmäkseen erilaisten objektien kanssa toimimiseen eikä tutkimukselliseen työtapaan tai luonnontieteellisiin käsitteisiin, joita objektien avulla tutkitaan. Kokonaisuutena ja tutkimustulosten tukemana voidaankin todeta, että tutkiva oppiminen vaatii oikeanlaista opettajan tukea parhaiden mahdollisten oppimistulosten saavuttamiseksi (Furtak ym. 2012; Lazonder & Harmsen 2016).

Opettajan tehtävänä on edistää tutkivan oppimisen aikana vuorovaikutusta ja kognitiivisia prosesseja, jotka ovat yhteneviä tutkivan oppimisen periaatteen eli tiedon omakohtaisen tuottamisen kanssa (Oliveira 2010). Opettajan liian autoritäärinen asema, jossa opettaja esittää itsensä tieteellisen tiedon haltijana, ei kannusta oppilaita tuottamaan itse tietoa. Dialogisella otteella luokkahuonevuorovaikutukseen opettaja voi kannustaa oppilaita esittämään omia ajatuksiaan ja tukea heitä näiden tutkimiseen (Mortimer & Scott 2003). Opettajan tulisikin tasapainotella dialogisuuden ja autoritäärisyyden välillä (Lehtinen, Lehesvuori & Viiri 2017; Scott & Ametller 2007). Tällöin oppilailla on mahdollisuus ilmaista omat ajatuksensa ja hypoteesinsa ja mahdollisuuksien mukaan tutkia näitä, mutta opettaja kuitenkin tarvittaessa tarjoaa selityksiä ja pyrkii lähentämään oppilaiden ideoita tieteellistä käsitystä kohti. Muutamissa tutkimuksissa on todettu, että Suomessa autoritäärinen opetus on luonnontieteiden oppitunneilla vallitsevaa ja dialogisuus harvinaista (Lehesvuori, Viiri, Rasku-Puttonen, Moate & Helaakoski 2013; Muhonen, Rasku-Puttonen, Pakarinen, Poikkeus & Lerkkanen 2017).

## Tutkimuksellisen työskentelyn mittaaminen PISA 2015 -tutkimuksessa ja aiempia PISA-aineistoilla tehtyjä tutkimuksia

PISA 2015 -tutkimuksessa oppilaiden kokemuksia tutkimuksellisuudesta luonnontieteiden oppitunneilla arvioitiin oppilaskyselyn kautta. Oppilaiden taustakyselyssä heiltä kysyttiin, kuinka usein tiettyjä asioita (esim. ”oppilaat tekevät laboratoriossa käytännön kokeita” tai ”oppilaat saavat itse suunnitella omat tutkimuksensa”)

tapahtuu luonnontieteen oppitunneilla vaihtoehtojen ollessa ”kai-killa tunneilla”, ”useimmilla tunneilla”, ”joillakin tunneilla” ja ”ei koskaan tai tuskin koskaan”. PISA-tutkimuksessa ei siis selvitetty objektiivisesti, mitä oppitunneilla tapahtuu vaan ainoastaan op-pilaiden käsityksiä eri tapahtumien yleisyydestä luonnontieteen oppitunneilla.

Tutkimusten avoimuuden eri tasojen ja erilaisten tutkimuk-sellisuuteen liittyvien oppimis- ja opetusprosessien yhteyttä luonnontieteiden oppimistuloksiin on tutkittu ennenkin PISA-aineistoista. Lavonen ja Laaksonen (2009) tutkivat Suomen PISA 2006 -aineistosta erilaisten oppilaiden raportoimien opetusmene-telmien ja työtapojen yhteyttä luonnontieteelliseen osaamiseen. Opettajajohtoiset demonstraatiot, opettajan suunnittelema kokeel-linen työskentely ja johtopäätösten tekeminen olivat yhteydessä parempaan luonnontieteelliseen osaamiseen, kun taas väittelyt ja oppilaiden suunnittelemat tutkimukset olivat yhteydessä huonom-paan luonnontieteelliseen osaamiseen. Samoin Kang ja Keinonen (2017) tutkivat erilaisten opetusmenetelmien yhteyttä luonnontie-teelliseen osaamiseen Suomen PISA 2006 -aineistosta. Heidän tu-lostensa mukaan avoimet tutkimukset, jossa oppilaat saavat itse suunnitella tutkimuksensa, ennusti heikompaa luonnontieteellistä osaamista, kun taas opettajajohtoiset eli opettajan suunnittelemat tutkimukset ennustivat parempaa luonnontieteellistä osaamista.

Kansainvälisestä PISA 2006 -aineistosta taasen Jiang ja McComas (2015) tutkivat tutkimusten eri avoimuuden tasojen (taulukko 1) yhteyttä oppilaiden luonnontieteelliseen osaamiseen ja kiinnostukseen luonnontieteitä kohtaan. Parhaat oppimistulok-set saavutettiin tason 1 tutkimuksilla; sekä tätä avoimemmat että suljetummat tutkimukset tuottivat heikompia tuloksia. Kiinnostus luonnontieteisiin taas oli sitä suurempaa, mitä avoimempaa tut-kiva oppiminen oppilaiden mielestä oli. Gee ja Wong (2012) sel-vittivät tutkivan oppimisen yhteyttä luonnontieteelliseen osaami-seen kahdeksan eri maan (mm. Suomen) PISA 2006 -aineistosta. PISA 2006 -tutkimuksessa oppilaskyselyn luonnontieteiden ope-tusta koskevista 14 väittämästä oli rakennettu neljä standardoi-tua indeksiä, jotka edustivat tutkimuksellisen työskentelyn eri osa-

alueiden yleisyyttä luonnontieteiden oppitunneilla: *käsitteiden soveltaminen, kokeellinen työskentely, vuorovaikutus* ja *omat tutkimukset*. Gee ja Wong selvittivät kaksitasoisella regressiomallilla, miten nämä indeksit selittivät luonnontieteellistä osaamista PISA-kokeessa. Tulosten mukaan oppilaat, jotka kokivat, että he toteuttavat useammin itse suunnittelemaansa tutkimuksia, olivat keskimäärin muita heikompia luonnontieteelliseltä osaamiseltaan. Samoin oppilaat, jotka raportoivat, että luonnontieteiden oppitunneilla opettaja kertoo käsitteiden soveltamisesta, olivat keskimäärin muita parempia luonnontieteelliseltä osaamiseltaan. Yhteenvedon voidaan todeta, että luonnontieteellisen osaamisen suhteen PISA 2006 -aineistossa oppilasjohtoiset tutkimukset eli tutkimukset, jotka olivat oppilaiden suunnittelema, olivat yhteydessä heikompaan luonnontieteelliseen osaamiseen, kun taas opettajan osallistuminen tutkimukselliseen työskentelyyn oli yhteydessä parempaan luonnontieteelliseen osaamiseen.

## Tutkimuskysymykset ja metodit

Tässä artikkelissa tarkastellaan oppilaiden raportoiman tutkimuksellisen työskentelyn yleisyyden yhteyttä luonnontieteelliseen osaamiseen Suomen PISA 2015 -aineistossa. Vuosien 2006 ja 2015 oppilaskyselyissä luonnontieteiden opetusta koskevat väittämät eivät valitettavasti olleet täysin samat. Vuonna 2006 käytetyistä 14 väittämästä oli vuoden 2015 kyselyssä jäljellä vain kahdeksan. Luultavasti väittämien vähäisestä määrästä johtuen vuoden 2015 aineistoon ei myöskään ollut laskettu samanlaisia luonnontieteiden tunneilla käytettyjen työskentelytapojen yleisyyttä mittaavia indeksejä kuin vuoden 2006 aineistoon.

Oppilaskyselyssä tapahtuneista muutoksista huolimatta haluttiin tutkia, oliko vuoden 2015 väittämistä mahdollista muodostaa PISA 2006:n kaltaiset tutkimuksellisen työskentelyn indeksit; yhtenä pyrkimyksenä oli saada Geen ja Wongin (2012) artikkelin kanssa vertailukelpoinen analyysi. Asiaa tarkasteltiin Suomen PISA-aineistolle suoritetulla eksploratiivisella faktorianalyysillä

(iteratiivinen pääakselifaktorointi, Promax-rotatio). Osoittautui, että väittämät eivät ryhmittyneet vuoden 2015 suomalaisessa aineistossa neljäksi tutkimuksellisen työskentelyn dimensioksi aivan PISA 2006:n indeksiin mukaisella tavalla. Faktorit 2 ja 3 vastasivat PISA-indeksejä *käsitteiden soveltaminen* ja *kokeellinen työskentely* täsmälleen (taulukko 2). Faktori 1 oli muuten sama kuin *omat tutkimukset* -indeksi, mutta siihen tuli ylimääräisenä mukaan aiemmin *vuorovaikutus*-indeksiin kuulunut väittelyjä koskeva väittämä. Toinen *vuorovaikutus*-dimensioon kuulunut väittämä ”oppilaiden selittäminen” muodosti puolestaan faktorin 4 yksinään.

Faktorianalyysin perusteella luonnontieteellisen osaamisen selittäjinä päätettiin käyttää jatkoanalyysissä vuoden 2006 PISA-indeksiin sijasta viittä tutkimuksellisen työskentelyn esiintymistä mittaavaa dimensiota tai osatekijää: *omat tutkimukset* (johon väittelyjä koskevaa väittämää ei otettu mukaan), *kokeellinen työskentely*, *opettajan selittäminen*, *väittely* ja *oppilaan selittäminen*. Näistä kolme ensimmäistä vastaavat PISA 2006:n indeksejä (faktori *käsitteiden soveltaminen* nimettiin uudelleen sitä paremmin

**Taulukko 2.** Tutkivaa oppimista ja tutkimuksellisuutta koskeville väittämille saatu neljän faktorin Promax-rotatioitu ratkaisu. Itseisarvoltaan arvoa 0,2 pienempiä faktorilatauksia ei ole esitetty.

Väittämä	Faktori 1	Faktori 2	Faktori 3	Faktori 4
Oppilaat saavat itse suunnitella omat tutkimuksensa.	0,76			
Oppilaita pyydetään suorittamaan tutkimus omien ideoidensa testaamiseksi.	0,64			
Oppilaat tekevät laboratoriossa käytännön kokeita.		0,59		
Oppilaita pyydetään tekemään johtopäätöksiä tekemästään kokeesta.		0,78		
Opettaja selittää, miten jotakin luonnontiedeaineisiin liittyvää ideaa voidaan soveltaa useisiin eri ilmiöihin.			0,41	
Opettaja esittää selkeällä tavalla luonnontieteellisten käsitteiden keskeisen aseman elämässämme.			0,80	
Tutkimuksista käydään väittelyjä luokassa.	0,73			
Oppilaille annetaan tilaisuuksia selittää omia ajatuksiaan.				0,50



kuvaavalla nimellä *opettajan selittäminen*), kun taas väittelyjä ja oppilaan selittämistä koskevia väittämiä käsitellään jatkossa omina muuttujinaan. Nämä viisi osatekijää ja ne PISA 2015 -oppilaskyselyn väittämät, joihin ne pohjautuvat, ovat koottuna taulukkoon 3. Analyysiä varten väittämiä vastaavien muuttujien arvot koodattiin uudelleen välille 0–3 siten, että 0 = ”ei koskaan tai tuskin koskaan” ja 3 = ”kaikilla tunneilla”. Kahdesta väittämästä koostuvat osatekijät *omat tutkimukset*, *kokeellinen työskentely* ja *opettajan selittäminen* määriteltiin näiden väittämien keskiarvomuuttujina. Siten kaikkien osatekijämuuttujien vaihteluväli on sama 0–3.

Tutkimuskysymykset kuuluvat seuraavasti:

- 1) Kuinka usein tutkimuksellista työskentelyä (omat tutkimukset, kokeellinen työskentely, opettajan selittäminen, väittely, oppilaan selittäminen) esiintyy luonnontieteiden oppitunneilla suomalaisten yhdeksäsluokkalaisten raportoimina?
- 2) Mikä on tutkimuksellisen työskentelyn yleisyyden yhteys oppilaiden luonnontieteelliseen osaamiseen?

**Taulukko 3.** Tutkimuksessa käytetyt tutkimuksellisen työskentelyn osatekijät ja väittämät, joista ne muodostuvat.

Ostatekijän nimi ja sen kuvaus	Ostatekijän muodostavat väittämät PISA 2015 -oppilaskyselyssä
Omat tutkimukset (Oppilaat suunnittelevat ja toteuttavat tutkimuksen omien ideoidensa pohjalta)	Oppilaat saavat itse suunnitella omat tutkimuksensa. Oppilaita pyydetään suorittamaan tutkimus omien ideoidensa testaamiseksi.
Kokeellinen työskentely (Oppilaat tekevät kokeita ja tekevät niistä johtopäätöksiä)	Oppilaat tekevät laboratoriossa käytännön kokeita. Oppilaita pyydetään tekemään johtopäätöksiä tekemästään kokeesta.
Opettajan selittäminen (Opettaja kertoo tutkimuksen kannalta tärkeitä käsitteistä)	Opettaja selittää, miten jotakin luonnontiedeaineisiin liittyvää ideaa voidaan soveltaa useisiin eri ilmiöihin. Opettaja esittää selkeällä tavalla luonnontieteellisten käsitteiden keskeisen aseman elämässämme.
Väittely (Oppilaat väittelevät johtopäätöksistään)	Tutkimuksista käydään väittelyjä luokassa.
Oppilaan selittäminen (Oppilaat voivat ilmaista omia ajatuksiaan)	Oppilaille annetaan tilaisuuksia selittää omia ajatuksiaan.

Geen ja Wongin edellä mainittua artikkelia seuraten analyyseissä kontrolloitiin mahdollisina väliin tulevina taustatekijöinä oppilaan sukupuoli, hänen (perheensä) sosioekonominen status sekä opetusryhmän koko. Oppilaan sukupuoli ja perheen sosioekonominen status ovat yleisesti tutkittuja oppimistulosten selittäjiä. Opetusryhmän koolla voi olla yhteyttä siihen, millaiset mahdollisuudet opettajalla on toteuttaa luokassa tutkivaa oppimista. Sosioekonomisen taustan mittarina käytettiin PISA-tutkimuksissa yleisesti käytettyä ESCS-indeksiä (PISA Index of Economic, Social and Cultural Status) (OECD 2016, 205). ESCS on koostettu useista oppilaskyselyn taustamuuttujista, muun muassa vanhempien koulutustaustasta ja ammattiasemasta sekä joukosta kodin materiaalista varallisuutta (esim. perheen omistamien autojen lukumäärä) ja kulttuurista pääomaa (esim. kodissa olevan kirjallisuuden määrä) kuvaavia muuttujia. Opetusryhmän koon mittarina käytettiin koulun rehtorilta saatua arviota koulun opetusryhmien keskimääräisestä oppilasmäärästä (oppiaineesta riippumatta). Se ei siten kerro täsmälleen, kuinka suuria olivat luonnontieteellisten aineiden opetusryhmät. PISA 2015 -aineistossa ei ole muuttujaa, joka olisi suoraan kuvannut luonnontieteiden opetusryhmien kokoa.

Taulukosta 4 nähdään, että poikia suomalaisessa PISA 2015 -aineistossa oli 51 prosenttia, ja keskimääräinen opetusryhmän koko oli noin 19 oppilasta. ESCS-indeksin keskiarvo oli 0,28, mikä tarkoittaa jonkin verran OECD:n keskitasoa korkeampaa sosioekonomista tasoa (ESCS-indeksi on standardoitu siten, että sen OECD-maista laskettu kansainvälinen keskiarvo on nolla ja keskihajonta yksi).

Tutkimuksellisen työskentelyn osatekijöiden yleisyyttä suomalaisilla luonnontieteiden oppitunneilla tutkittiin prosenttijakau-

**Taulukko 4.** Sukupuolen, sosioekonomisen aseman (ESCS) ja opetusryhmän koon perustunnuslukuja.

Muuttuja	Keskiarvo	Keskihajonta	Minimi	Maksimi	n
Sukupuoli poika	0,51	0,50	0	1	5 100
ESCS	0,28	0,74	-4,11	3,57	5 045
Opetusryhmän koko	19,1	2,9	13	28	5 067

mien ja muiden tilastollisten perustunnuslukujen avulla. Eri osatekijöiden välille laskettiin myös Pearsonin korrelaatiokertoimet. Osatekijöiden ja väliin tulevien taustamuuttujien yhteyttä luonnontieteelliseen osaamiseen tutkittiin lineaarisen regressioanalyysin avulla.

Kaikissa tilastollisissa analyyseissä käytettiin OECD:n suosittelemaa PISA-tutkimusten kaksivaiheiseen (kouluotanta – oppilaso-otanta) otanta-asetelmaan sovitettua metodologiaa. Kaikki laskennat suoritettiin käyttämällä asetelman mukaisia otantapainoja. Oppilaiden luonnontieteellistä osaamista mitattiin PISA-aineistosta löytyvien ns. plausible value -lukujen (joista myös viralliset PISA-pistemäärät lasketaan) avulla. Regressiokerrointen estimaattien keskivirheet estimoitiin asetelmaperusteisella Fay-modifioidulla Balanced Repeated Replication (BRR) -menetelmällä. Kattava kokonaisuus tästä metodologiasta on OECD:n julkaisemassa PISA-aineistojen data-analyysioppaassa (OECD 2009). Laskentatyökaluna käytettiin PISA 2015 -datan analysointiin sopiviksi muokattuja, australialaisen ACER-tutkimuslaitoksen tuottamia aiempien PISA-kierrosten aineistoille alun perin tarkoitettuja SAS-makroja. Näistä makroista saa tarkempaa tietoa mainitusta data-analyysioppaasta, ja ne ovat vapaasti ladattavissa OECD:n PISA-verkkosivuilta ([http://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-data-analysis-manual-sas-second-edition/sas-macro\\_9789264056251-18-en](http://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-data-analysis-manual-sas-second-edition/sas-macro_9789264056251-18-en)).

## Tulokset

Taulukossa 5 on esitetty Suomen yhdeksäsluokkalaisten oppilaskyselyaineistosta (n = 5 100, kun puuttuvia tietoja ei huomioida) saatuja tutkimuksellisen työskentelyn osatekijöitä kuvaavia tunnuslukuja. Luvut kuvaavat osatekijöiden yleisyyttä suomalaisilla luonnontieteen oppitunneilla oppilaiden raportoimana. Vastausvaihtoehtojen ”kaikilla tunneilla” ja ”useimmilla tunneilla” prosenttiosuudet on yhdistetty taulukossa samaan sarakkeeseen. Taulukossa 6 on esitetty osatekijöiden väliset korrelaatiot.

**Taulukko 5.** Tutkimuksellisen työskentelyn osatekijöiden yleisyys luonnontieteen oppitunneilla Suomessa.

Ostatekijä	Kaikilla (3) tai useimmilla (2)	Joillakin (1)	Ei koskaan tai tuskin koskaan (0)	Keskiarvo	Keskiahajonta	n
Omat tutkimukset	4,8 %	16,8 %	78,4 %	0,41	0,60	4 859
Kokeellinen työskentely	18,2 %	49,9 %	31,9 %	1,08	0,70	4 885
Opettajan selittäminen	39,3 %	45,9 %	14,8 %	1,51	0,77	4 887
Väittely	11,8 %	30,5 %	57,7 %	0,57	0,77	4 801
Oppilaan selittäminen	72,0 %	22,5 %	5,5 %	1,97	0,87	4 864

Taulukon 5 mukaan tutkimuksellisen työskentelyn osatekijöistä suomalaisten 9.-luokkalaisten kokemana yleisimpiä ovat mahdollisuus omien ajatusten selittämiseen ja se, että opettaja selittää heille tärkeistä käsitteistä sekä niiden soveltamisesta. Erityisesti oppilaiden itse suunnittelemien tutkimusten toteutus ja koko luokan yhteinen väittely ovat harvinaisia.

Ostatekijöiden väliset korrelaatiot ovat kaikki positiivisia (taulukko 6). Siten osatekijät eivät näytä olevan toisiaan poissulkevia. Voimakkain korrelaatio oli oppilaiden itse suunnittelemien tutkimusten ja väittelyn välillä, joten luokissa, joissa oppilaat tekevät omia tutkimuksia, käydään usein myös väittelyjä (joskin nämä työskentelymuodot ovat kokonaisuutena melko harvinaisia). Myös opettajan selittämisen ja kokeellisen työskentelyn korrelaatio oli melko voimakas. Molemmissa näistä osatekijöistä opettajan rooli on vahvempi joko tutkimusten suunnittelijana tai käsitteiden selittäjänä. Matalimmat korrelaatiot havaittiin omien tutkimusten ja oppilaiden selittämisen sekä väittelyn ja oppilaiden selittämisen välillä.

**Taulukko 6.** Tutkimuksellisen työskentelyn osatekijöiden väliset korrelaatiot.

Ostatekijä	Omat tutkimukset	Kokeellinen työskentely	Käsitteiden soveltaminen	Väittely	Selittäminen
Omat tutkimukset	1				
Kokeellinen työskentely	0,43	1			
Opettajan selittäminen	0,36	0,51	1		
Väittely	0,62	0,39	0,35	1	
Oppilaan selittäminen	0,21	0,28	0,41	0,23	1

Seuraavaksi aineistoon sovitettiin lineaarinen regressiomalli, jossa oppilaiden luonnontieteellistä osaamista (PISA-pistemäärää) selitettiin taulukon 3 viidellä tutkimuksellisen työskentelyn osatekijällä. Saadut estimointitulokset ovat taulukossa 7. Mallin selitysaste oli 15,4 prosenttia.

Usein tapahtuvalla kokeellisella työskentelyllä ja opettajan selittämällä oli mallin mukaan selkeä positiivinen yhteys luonnontieteelliseen osaamiseen. Sen sijaan oppilaan itse suunnittelemien tutkimusten tekemisen ja luokassa tapahtuvan väittelyn yleisyydellä oli vahvasti negatiivinen yhteys osaamiseen. On merkille pantavaa, että kokeellinen työskentely ja omat tutkimukset näyttävät vaikuttavan vastakkaisiin suuntiin. Tätä voisi tulkita siten, että oppimisen kannalta on hyvä, että kokeellista työskentelyä tapahtuu luokissa paljon, mutta jos se on kovin usein oppilaan itse suunnittelemaa, siitä ei saada parasta mahdollista hyötyä. Väittelyn negatiivinen yhteys voisi selittyä sillä, että kovin usein oppitunneilla tapahtuva väittely vie aikaa oppimisen kannalta tehokkaammilta työmuodoilta. Tosin oppilaiden omien tutkimusten tekemistä ja väittelyä ei aineiston mukaan tapahdu suomalaisluokissa usein, joten evidenssi niiden negatiivisesta yhteydestä oppimistuloksiin ei ole aivan kiistatonta.

Oppilaan omien ajatusten selittämällä ei ollut merkitsevää yhteyttä luonnontieteelliseen osaamiseen. Tämän taustalla voisi olla omien ajatusten selittämisen yleisyys, sillä vain 5,5 prosent-

**Taulukko 7.** Luonnontieteellistä osaamista tutkimuksellisen työskentelyn osatekijöillä selittävä lineaarinen regressiomalli (n = 4 784). Beta = standardoitu regressiokerroin.

Ostatekijä	Regressio-kerroin	Keskivirhe	t-arvo	p-arvo	Beta
Vakiotermi	505,07	4,19	120,65	<0,001	
Omat tutkimukset	-39,03	2,77	-14,11	<0,001	-0,25
Kokeellinen työskentely	30,42	2,50	12,16	<0,001	0,23
Opettajan selittäminen	22,90	2,19	10,45	<0,001	0,19
Väittely	-22,42	2,18	-10,27	<0,001	-0,19
Oppilaan selittäminen	-0,39	1,54	-0,25	ns	-0,01

tia oppilaista ilmoitti, ettei luonnontieteiden oppitunneilla ole tällaiseen tilaisuutta. Siten omien ajatusten selittämisen mahdollisuus ei tutkimuksellisen työskentelyn muotona juurikaan ”erottele” oppilaita.

Regressioanalyysin tuloksia saattaa sekoittaa selittävien muuttujien, tässä tapauksessa tutkimuksellisen työskentelyn osatekijöiden välinen korrelointi eli multikollineaarisuus (vrt. taulukko 6). Sen vuoksi kutakin muuttujaa kokeiltiin myös yksinään, luonnontieteellisen osaamisen ainoana selittäjänä. Numeerisia tuloksia ei esitetä tässä, mutta ne olivat lähellä taulukon 7 monimuuttujaregression tuloksia: kokeellinen työskentely ja opettajan selittäminen olivat näissäkin analyyseissä vahvoja positiivisia selittäjiä, kun taas omat tutkimukset ja väittely olivat vahvoja negatiivisia selittäjiä. Oppilaan selittämisellä oli heikko, mutta merkitsevä ( $p < 0,01$ ) positiivinen yhteys osaamiseen. Monimuuttujaregressiossa, jossa muut osatekijät oli vakioitu, tämä yhteys hävisi. Oppilaan selittämistä lukuun ottamatta tutkimuksellisen työskentelyn osatekijöiden kyky ennustaa luonnontieteellistä osaamista ei siis näyttänyt riippuvan siitä, oliko muiden osatekijöiden vaikutus kontrolloitu vai ei.

Taulukon 7 regressiomallin lisäksi aineistoon sovitettiin malli, johon lisättiin kontrolloitaviksi taustamuuttujiksi oppilaan sukupuoli, sosioekonominen asema ja opetusryhmien keskimääräinen koko. Saadut tulokset ovat taulukossa 8. Tämän mallin selitysaste oli 21,0 prosenttia, joten taustamuuttujien mukaan ottaminen nosti selitysastetta runsaat 5 prosenttiyksikköä.

Taustamuuttujien mukaan ottaminen ei muuttanut tutkimuksellisen työskentelyn osatekijöiden roolia olennaisesti. Regressioerrointen itseisarvot pienenivät jonkin verran (eniten kokeellisen työskentelyn kohdalla), mutta kokeellisen työskentelyn ja opettajan selittämisen yhteys osaamiseen oli edelleen positiivinen ja omien tutkimusten ja väittelyn yhteys edelleen negatiivinen. Oppilaan mahdollisuudella selittää omia ajatuksia ei edelleenkään ollut merkitsevää yhteyttä luonnontieteelliseen osaamiseen.

Kontrolloitavista taustatekijöistä ainoastaan sosioekonomisella asemalla oli merkittävä yhteys luonnontieteiden oppimistuloksiin.

**Taulukko 8.** Luonnontieteellistä osaamista tutkimuksellisen työskentelyn osatekijöillä selittävä lineaarinen regressiomalli, jossa oppilaan sukupuolen, sosioekonomisen aseman ja opetusryhmän koon vaikutus on kontrolloitu (n = 4 751). Beta = standardoitu regressiokerroin.

Ostatekijä	Regressio-kerroin	Keski- virhe	t-arvo	p-arvo	Beta
Vakiotermi	497,13	12,95	38,40	<0,001	
Omat tutkimukset	-37,02	2,80	-13,22	<0,001	-0,25
Kokeellinen työskentely	25,79	2,46	10,51	<0,001	0,23
Opettajan selittäminen	20,67	2,15	9,63	<0,001	0,19
Väittely	-21,09	2,20	-9,56	<0,001	-0,19
Oppilaan selittäminen	-0,62	1,45	-0,43	ns	-0,01
Sukupuoli poika	-0,28	2,55	-0,11	ns	-0,00
Sosioekonominen asema	30,13	2,04	14,77	<0,001	0,24
Opetusryhmän koko	0,33	0,65	0,51	ns	0,01

Kohonnut selitysaste on siis olennaisesti seurausta sosioekonomisen aseman huomioon ottamisesta. Sukupuolen ja opetusryhmän koon vaikutus oli lähellä nollaa. Se, ettei sukupuolen vaikutus ollut mallissa merkitsevä, on odotuksiin nähden yllättävää, koska alku-peräisissä PISA-tuloksissa sukupuoliero luonnontieteellisessä osaamisessa oli huomattava tyttöjen eduksi (Vettenranta ym. 2016). Tutkimukselliseen työskentelyyn liittyvien muuttujien mukana olo regressiomallissa siis hävitti sukupuolten välisen osaamiseron. Eräs mahdollinen selitys tälle on, että tytöt ja pojat ovat kokeneet tutkimuksellisten työskentelytapojen yleisyyden eri tavalla tai ainakin ovat vastanneet tätä koskeviin kysymyksiin olennaisesti eri tavalla. Kun tutkimuksellisen työskentelyn yleisyyttä tarkasteltiin sukupuolitain, osoittautuikin, että poikien mukaan omat tutkimukset ja luokassa tapahtuva väittely ovat merkitsevästi yleisempiä työskentelytapoja kuin tyttöjen mukaan. Tytöille ja pojille erikseen lasketut regressiomallit osoittivat kuitenkin, että tutkimuksellisen työskentelyn osatekijöiden yhteydet luonnontieteelliseen osaamiseen olivat samanlaiset molemmilla sukupuolilla: vakiotermiä lukuun ottamatta tyttöjen ja poikien mallit eivät eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Taulukoiden 7 ja 8 malleilla saadut päätelmät pätevät siten yhtä lailla tytöille ja pojille.

## Johtopäätökset

Tämän artikkelin tarkoituksena oli selvittää tutkimuksellisen työskentelyn yleisyyttä luonnontieteiden oppitunneilla suomalaisten 9.-luokkalaisten kokemina sekä tutkia siihen liittyvien osatekijöiden yhteyttä oppilaiden luonnontieteelliseen osaamiseen. Tulosten mukaan oppilaiden raportoimat itse suunnittelemansa ja toteuttamansa tutkimukset sekä luokassa käydyt väittelyt olivat yhteydessä heikompaan luonnontieteelliseen osaamiseen. Tosin oppilaiden kokemusten mukaan nämä työskentelytavat olivat harvinaisia suomalaisilla luonnontieteiden oppitunneilla. Kokeelliset työt ja johtopäätösten tekeminen niistä sekä opettajan selitykset erilaisen käsitteiden soveltamisesta taasen olivat yhteydessä parempaan luonnontieteelliseen osaamiseen. Näistä erityisesti opettajan selitykset käsitteiden soveltamisesta ovat luonnontieteiden oppitunneilla oppilaiden mukaan melko yleisiä. Kaiken kaikkiaan tämän tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaisia kuin aiempien PISA-aineistojen analyyseistä saadut tulokset (Gee & Wong 2012; Jiang & McComas 2015; Kang & Keinonen 2017; Lavonen & Laaksonen 2009).

Tulosten perusteella voidaan arvioida, että avoimuustasoille 2 tai 3 sijoittuvien tutkimusten (ks. taulukko 1) käyttämistä ei voida perustella ainakaan luonnontieteellisen osaamisen edistämisen perusteella. Sen sijaan tutkimukset, joissa opettaja toimii oppilaiden tukijana ja tutkimusten suunnittelijana, ovat kannustettavia verrattuna sellaisiin tutkimuksiin, joissa oppilailla on vastuu tutkimustensa suunnittelusta ja toteutuksesta. Suomalaisoppilaiden vastausten mukaan tämänkaltaiset avoimemmat tutkimukset ovat oppitunneilla harvinaisia. Tämä seikka vaikuttaa osaltaan tästä tuloksesta tehtäviin johtopäätöksiin. Yleisesti tämä toteamus on linjassa aiempien analyyysien tulosten kanssa (Furtak ym. 2012; Lazonder & Harmsen 2016). Tutkimusten suunnittelu ja johtopäätösten tekeminen niistä ovat monimutkaisia prosesseja, joita joko opettajan tai oppimisympäristön (esim. oheismateriaalin tai käytettävän TVT-ympäristön) tulee tukea (de Jong & van Joolingen 1998; Lazonder & Harmsen 2016; Lehtinen & Viiri 2017).



Tässä artikkelissa esitelty pelkästään tutkimuksellisen työskentelyn osatekijät huomioon ottava lineaarinen regressiomalli selitti luonnontieteellisen osaamisen vaihtelusta vain 15 prosenttia. Edes taustamuuttujat mukaan ottamalla selitysaste ei kohonnut kuin 21 prosenttiin. Suurinta osaa luonnontieteellisen osaamisen vaihtelusta ei voida palauttaa PISA-tutkimuksessa mitattuihin muuttujiin, vaan se liittyy sellaisiin yksilöllisiin tekijöihin, joista havaintoaineistossa ei ole tietoja. Taustamuuttujista oppilaiden luonnontieteellistä osaamista selitti ainoastaan perheen sosioekonominen asema. Suomessa oppilaan perheen sosioekonomisen aseman ja luonnontieteellisen osaamisen välinen yhteys on voimistunut vuodesta 2006 vuoteen 2015 ja on nykyisin, toisin kuin aikaisemmin, hieman suurempi kuin OECD-maissa keskimäärin (Vettenranta ym. 2016).

Oppilaiden sukupuolella ei ollut yhteyttä luonnontieteelliseen osaamiseen mallissa, jossa olivat mukana myös tutkimukselliseen työskentelyyn liittyvät osatekijät. Kuitenkin luonnontieteellisen osaamisen yleisten PISA-tulosten mukaan Suomessa tytöt menestyivät keskimäärin poikia paremmin (Vettenranta ym. 2016). Näiden tulosten eroja selittää ainakin laskennallisesti se, että poikien oman ilmoituksen mukaan heidän luokissaan esiintyy tyttöjen ilmoittamaa useammin luonnontieteiden oppimista heikosti tukevia tutkivan oppimisen muotoja. Toisin sanoen poikien mukaan tunneilla suunnitellaan ja suoritetaan omia tutkimuksia ja heidän luokissaan käydään väittelyjä useammin kuin tyttöjen mukaan. Tämän eron syitä olisi hyödyllistä selvittää tarkemmin esimerkiksi tutkimalla oppilaiden oppituntikäsitusten ja luonnontieteiden oppituntien tapahtumien vastaavuutta videointien avulla. On mahdollista, että eri oppilaat mieltävät samanlaisen opetuksen eri tavalla, mikä taas heikentää oppilaiden kyselyihin antamien vastausten käyttökelpoisuutta erilaisten opetus- ja oppimistapojen vertailussa. Tätä asiaa olisi hyvä tutkia edelleen.

## Lähteet

- Abrahams, I. & Millar, R. 2008. Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education* 30 (14), 1945–1969.
- Bell, R. L., Smetana, L. & Binns, I. 2005. Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *Science Teacher* 72 (7), 30.
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A. & Granger, E. M. 2010. Is inquiry possible in light of accountability?: A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education* 94 (4), 577–616.
- Bybee, R. 2000. Teaching science as inquiry. Teoksessa J. Minstrell & E. H. Van Zee (toim.) *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*. Washington: Washington, DC: AAAS, 20–46.
- Dewey, J. 1910. *How we think*. Chicago: D.C. Heath & Co.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D. C. 2012. Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching a meta-analysis. *Review of Educational Research* 82 (3), 300–329.
- Gee, K. A. & Wong, K. K. 2012. A cross national examination of inquiry and its relationship to student performance in science: Evidence from the program for international student assessment (PISA) 2006. *International Journal of Educational Research* 53, 303–318.
- Jiang, F. & McComas, W. F. 2015. The effects of inquiry teaching on student science achievement and attitudes: Evidence from propensity score analysis of PISA data. *International Journal of Science Education* 37 (3), 554–576.
- de Jong, T. & van Joolingen, W. 1998. Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research* 68 (2), 179–201.
- Kang, J. & Keinonen, T. 2017. The effect of student-centered approaches on students' interest and achievement in science: Relevant topic-based, open and guided inquiry-based, and discussion-based approaches. *Research in Science Education* 1–21.
- Keselman, A. 2003. Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching* 40 (9), 898–921.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. 2006. Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist* 41 (2), 75–86.
- Lavonen, J. & Laaksonen, S. 2009. Context of teaching and learning school science in Finland: Reflections on PISA 2006 results. *Journal of Research in Science Teaching* 46 (8), 922–944.
- Lazonder, A. W. & Harmsen, R. 2016. Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research* 86 (3), 681–718.

- Lehesvuori, S., Viiri, J., Rasku-Puttonen, H., Moate, J. & Helaakoski, J. 2013. Visualizing communication structures in science classrooms: Tracing cumulative in teacher-led whole class discussions. *Journal of Research in Science Teaching* 50 (8), 912–939.
- Lehtinen, A., Lehesvuori, S. & Viiri, J. 2017. The connection between forms of guidance for inquiry-based learning and the communicative approaches applied – a case study in the context of pre-service teachers. *Research in Science Education* 1–20.
- Lehtinen, A. & Viiri, J. 2017. Guidance provided by teacher and simulation for inquiry-based learning: A case study. *Journal of Science Education and Technology* 26 (2), 193–206.
- Minner, D. D., Levy, A. J. & Century, J. 2010. Inquiry-based science instruction – what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of research in science teaching* 47 (4), 474–496.
- Mortimer, E. & Scott, P. 2003. *Meaning making in secondary science classrooms*. (1. painos). Philadelphia, USA: McGraw-Hill International.
- Muhonen, H., Rasku-Puttonen, H., Pakarinen, E., Poikkeus, A. & Lerkkanen, M. 2017. Knowledge-building patterns in educational dialogue. *International Journal of Educational Research* 81, 25–37.
- NGSS Lead States. 2013. *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press.
- OECD. 2009. *PISA data analysis manual*. SAS second edition. Paris: OECD Publishing. DOI:10.1787/9789264056251-en
- OECD. 2016. *PISA 2015 results (volume I): Excellence and equity in education*. Paris: OECD Publishing. DOI:10.1787/9789264266490-en
- Oliveira, A. W. 2010. Improving teacher questioning in science inquiry discussions through professional development. *Journal of Research in Science Teaching* 47 (4), 422–453.
- Opetushallitus. 2014. *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*.
- Osborne, J. 2011. Science teaching methods: A rationale for practices. *School Science Review* 93 (343), 93–103.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L., de Jong, T., Van Riesen, S., Kamp, E., Tsourlidaki, E. 2015. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review* 14, 47–61.
- Rönnebeck, S., Bernholt, S. & Ropohl, M. 2016. Searching for a common ground—A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education* 52 (2), 161–197.
- Saari, H. & Sormunen, K. 2007. Implementation of teaching methods in school science. Teoksessa E. Pehkonen, M. Ahtee & J. Lavonen (toim.) *How Finns learn mathematics and science*. Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers, 215–228.
- Schwab, J. J. 1962. *Teaching of science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Scott, P & Ametller, J. 2007. Teaching science in a meaningful way: Striking a balance between “opening up” and “closing down” classroom talk. *School Science Review* 88 (324), 77–83.

- Vettenranta, J., Välijärvi, J., Ahonen, A., Hautamäki, J., Hiltunen, J., Leino, K., Vainikainen, M. 2016. PISA 15 ensituloksia. Helsinki: Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2016:41. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-263-436-8>. (Luettu 15.09.2017.)
- Vorholzer, A., von Aufschnaiter, C. & Boone, W. J. 2018. Fostering upper secondary students' ability to engage in practices of scientific investigation: A comparative analysis of an explicit and an implicit instructional approach. *Research in Science Education*, 1–27.

## 8. Onko asenteen merkitys vakio? Asenteiden ja oppimistulosten välinen yhteys luonnontieteissä eri maaryhmissä

### Johdanto

Nykyisessä teknistyneessä yhteiskunnassa luonnontieteiden osaaminen voidaan nähdä tarpeellisena, jopa välttämättömänä mahdollistajana yhteiskunnassa menestyksekkäästi toimimiseen. Tämän lisäksi luonnontieteellinen osaaminen mahdollistaa tietoon pohjautuvien päätösten tekemisen toimien näin yhtäältä yksilön, toisaalta yhteiskunnan eduksi (Millar 2006). Luonnontieteiden osaaminen on myös määrittävä sisäänpääsykriteeri moniin koulutusohjelmiin sekä Suomessa että kansainvälisesti. Luonnontieteiden opiskelun merkityksen voi nähdä myös Osbornen ja Dillonin (2008) mukaisesti syntyvän perinteestä, onhan luonnontieteitä opiskeltu pitkään ja vakiintuneesti. Luonnontieteiden opiskelun merkitystä korostaa myös sen välinearvo materiaalsen maailman tarkastelun mahdollistajana (Osborne & Dillon 2008): mitä ja miten voimme

yhteiskuntana tarkastella, millaisen tiedon kautta teemme päätöksiä ja valintoja?

Luonnontieteiden osaamiseen kietoutuu asennoituminen: *haluanko* opiskella luonnontieteellistä alaa, *koenko* pystyväni monen silmissä haastavaksi ajatellun sisällön omaksumiseen, onko yhteiskunnassa *mahdollisuutta* luonnontieteiden osaamisen hyödyntämiseen? Yksilö tarvitsee osaamisen lisäksi kyvyn ja halun altistaa itsensä luonnontieteelliselle osaamiselle ja siihen liittyvän ajattelun hallitsemiselle. Osaamisesta ja asenteesta yhteensä koostuu tietty kansalaistaito: OECD (2017) määrittelee luonnontieteellisen luku- taidon luonnontieteiden osaamisen sekä luonnontieteisiin liittyvien asenteiden (mukaan lukien luonnontieteistä pitäminen) kokonaisuutena.

Tutkimusten mukaan osaamisen suhde asennetekijöihin vaihtelee matemaattis-luonnontieteellisissä aineissa. Luonnontieteissä Lavonen ja Laaksonen (2009) havaitsivat PISA 2006 -aineistosta oppilaiden minäpystyvyyden tunteen olevan vahvin ennustaja luonnontieteelliselle lukutaidolle. Matematiikan osalta puolestaan Metsämuurosen ja Tuohilammen (2017) tuoreessa pitkitäistutkimuksessa havaittiin hyvinkin osaavien suomalaisoppilaiden usein kokevan minäpystyvyytensä matalaksi monessa ikäluokassa – vastaavaa näkyi pitämisen tunteen suhteen. Kaiken kaikkiaan luonnontieteellinen osaaminen karttuu koulunkäynnin aikana, mutta oppilaat lopettavat koulunsa keskimäärin matemaattis-luonnontieteellisiä aineita vieroksuen ja itsensä osaamattomiksi kokiensa (Metsämuuronen & Tuohilampi 2017; OECD 2013; Osborne & Dillon 2008).

Sekä Suomessa (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2016) että kansainvälisesti (Osborne & Dillon 2008; OECD 2016) on huolestuttu nuorten kielteisistä asenteista luonnontieteitä kohtaan. Kielteisillä asenteilla tarkoitetaan tässä heikkoa minäpystyvyyttä, luonnontieteiden vieroksumista sekä alhaista motivaatiota. Kielteisellä asennoitumisella on negatiivisia vaikutuksia luonnontieteiden oppimistuloksiin (Cavallo, Rozman, Blinkenstaff & Walker 2003; Areepattamannil, Freeman & Klinger 2011) ja lisäksi luonnontieteisiin liittyviin uravalintoihin (Zeldin, Britner & Pajares 2008).

Ilman asennetason myönteistä kytköstä oppilaan on vaikea kokea oppisisältö itselleen merkityksellisenä ja tehdä valinta sen sisällyttämisestä omaan elämään. Suomessa luonnontieteellisiin koulutusohjelmiin onkin verrattain vähän hakijoita, ja luonnontieteellisillä aloilla kärsitään suoranaisesta opiskelijapulasta (Aksela 2010). Asenteella on lisäksi itseisarvoinen merkitys, sillä positiivinen asenne luonnontieteitä kohtaan on sivistyksellinen ja opetussuunnitelmaan kirjattu oppimisen tavoite.

Osbornen ja Dillonin (2008) mukaan luonnontieteisiin kohdistuvien asenteiden negatiivisuuden on havaittu olevan systemaattista erityisesti kehittyneissä yhteiskunnissa. Vaikka opetusmenetelmillä ja muilla paikallisilla tekijöillä on varmasti oma vaikutuksensa, arvellaan systemaattisen kielteisyyden linkittyvän pikemmin yhteiskunnan rakenteisiin ja luonteeseen kuin kouluihin ja opetukseen sinänsä (Osborne & Dillon 2008). Esitetty yhteiskuntasidonnaisuus saattaa selittyä kehittyneiden maiden kulttuurisella muutoksella aiempaa individualistisempaan suuntaan (Inglehart & Wenzel 2005). Tätä mekanismia selittäisi valinnanvapauden ja autonomian vaikutus motivoitumiseen itselle merkityksellisten seikkojen korostuessa.

Inglehartin ja Wenzelin argumenttiin pohjautuen tässä artikkelissa tarkastellaan, kuinka esitetty asenteiden ja osaamisen välinen yhteys vaihtelee kansainvälisesti eri valtioiden ja alueiden kesken. Tämä tarkastelu mahdollistaa erilaisten maaryhmittymien muodostamisen asenteiden ja osaamisen välisen yhteyden erojen avulla. Tarkastelu tapahtuu neljän asenteisiin, kiinnostukseen ja motivaatioon liittyvän tekijän ja niiden yhteyden luonnontieteelliseen osaamiseen kautta. Näiden tekijöiden yhteyttä osaamiseen tarkastellaan erilaisten yhteiskuntaryhmittelyjen sisällä. Tässä yhteydessä ryhmittely tapahtuu aineistolähtöisesti, eikä erityistä yhteiskuntateoreettista kriteeristöä ryhmittelyn vahvistamiseksi käytetä. Aineistona käytetään PISA 2015 -aineistoa luonnontieteiden osalta. PISA-tutkimuksen tarkoituksena ei ole tarkastella tiettyä kontekstia tai oppimisen ympäristöä, vaan oppimista kussakin kontekstissa ja ympäristössä (OECD 2016). Tämä on myös artikkelimme tavoite: emme lähde ottamaan kantaa siihen, millainen kon-

teksti tai kulttuuri on suotuisa, vaan pyrimme saamaan lisätietoa oppimisen ja asennoitumisen välisestä ilmiöstä erilaisten kulttuuriin, kontekstien ja yhteiskuntarakenteiden sisällä.

## Teoreettinen viitekehys

Tutkimukset ovat tunnistanee monia tekijöitä luonnontieteisiin liittyvän alhaisen motivaation ja negatiivisen asennoitumisen taustalla sekä yksilö- että kontekstuaalisella tasolla. Osbornen ja Dillonin (2008) mukaan näitä ovat muun muassa oppilaiden kokemus merkityksettömyydestä, riittämätön tarinallisuus, pedagogisten metodien yksipuolisuus, maskuliinisesti orientoitunut sisältö sekä sellaiset arviointimenetelmät, jotka korostavat suorittamista ja ulkoa oppimista syvällisen oppimisen ja ymmärryksen sijaan. Vedder-Weiss ja Fortus (2011) ovat koonneet aiempaa tutkimusta ja mainitsevat lisäksi muutokset luokkaympäristössä, toimintatavat, joissa oppilaskeskeisyys ei korostu, vähäiset keskustelut ja väittelyt oppilaiden kesken, muistiinpanojen kopioinnin runsauden sekä oppikirjoihin takertumisen. Osborne ja Dillon (2008) tuovat esiin yhtenä tekijänä myös muiden oppiaineiden suuremman houkuttelevuuden, mikä puolestaan on linjassa Ecclesin (2016) motivaatioteorian kanssa. Ecclesin (2016) mukaan opiskelijan valintoja ohjaa tietty vertailu ja mieltymysten mukaan toimiminen: aikaa on rajallisesti, joten yksilö ei niinkään valitse jotakin pois, vaan valitsee sen, mikä eniten houkuttelee. Tässä kilpailussa yksipuolinen, suorituspainotteinen tai sisällöllisesti vieraaksi koettu oppisisältö ajautuu helposti häviäjäksi.

Kielteiseen asennoitumiseen vaikuttavista tekijöistä monet linkittyvät yksilöä laajemman kontekstin tasolle: millaisia valintoja opettaja tekee, millaiset ovat luokan normit ja toimintatavat, missä määrin nämä ovat seurausta koulun tai laajemman kontekstin arvoista, valinnoista tai perinteistä. Yhtä lailla nämä tekijät linkittyvät yksilötasolle: kuinka suuren painoarvon yksilö kullekin tekijälle antaa, millainen vaikutus tietyllä kokemuksella on yksilön omiin valintoihin.



Kumpaankin kontekstin tasoon – luokkahuoneen normistoon, opettajan valintoihin ja niiden takana olevaan perinteeseen sekä yksilön reaktioihin ja toiveisiin – linkittyä edelleen taustalla oleva kulttuuri ja yhteiskuntarakente. Tältä osin Okebukola ja Jegede (1990) ovat käsitelleet automatisoidun vs. ei-automatisoidun (manual) elinympäristön yhteyttä tapaan omaksua luonnontieteellistä ajattelua havaiten automatisoituneen elinympäristön, havaintoihin perustuvan päättelytavan ja sallivan kotikulttuurin tuottavan paremman keskiarvon luonnontieteen testissä. Koul ja Fisher (2005) puolestaan keskustelevat luonnontieteisiin kohdistuvien asenteiden eroista kommunikaation käsitteen kautta. Tutkijat esittelevät artikkelissaan laajasti eri kulttuurialueilla tehtyjä tutkimuksia, joissa on havaittu sallivan, yhteistyötä painottavan luokkahuonekulttuurin vaikuttavan positiivisesti oppilaiden kokemukseen vuorovaikutteisesta ja yhteistyötä painottavasta luonnontieteiden opiskelusta. Muissa tutkimuksissa on vastaavasti noussut systemaattisesti esiin parempia suorituksia monilla osialueilla luokkahuoneissa, joissa on korkea yhteenkuuluvuus, tyytyväisyys ja tavoitehakuisuus eikä liikaa epäjärjestelmällisyyttä tai vastahankaa (Fraser 1998).

Kontekstin voi määrittellä systemaattisesti esimerkiksi Bronfenbrennerin (1993) kontekstihierarkian kautta, johon kuuluu 1) *mikrotaso*, sisältäen yksilön sekä yksilön vuorovaikutuksen toisten yksilöiden kanssa, 2) *mesotaso*, joka käsittää mikrotason ryhmittymien keskinäisen vuorovaikutuksen, esimerkiksi luokan vuorovaikutuksen opettajan kanssa tai pienryhmän vuorovaikutuksen toisen pienryhmän kanssa, 3) *eksotaso*, joka ilmenee prosesseina ja toimintana erilaisten instituutioiden välillä ja 4) *makrotaso*, kooten kaikkien alempien tasojen vuorovaikutuksen. PISA:ssa kontekstin käsitettä on lähestytty vastaavanlaisen jaottelun kautta. PISA-mittausten tuloksia käsitellään yksilön tasolla (mikrotaso), koulun tasolla (mesotaso) sekä systeemin tasolla (eksotaso/makrotaso). Näistä yksilön tasolle on sisällytetty muun muassa sukupuoli, sosioekonominen tausta, kieli ja kulttuuritausta, koulunaloitusikä sekä opiskeluprosessit ja asennetekijät. Koulun tasolle asetuu koulun sijainti, koko ja tyyppi, resurssit ja opettajien professionaa-

lisuus, luokkakoot ja etninen kompositio sekä koulun toimintaympäristö ja -kulttuuri. Systeemin tasolla tarkastellaan laajempaa päätöksentekoprosessia sekä eriyttämistä horisontaalisesti (erilaisuus toiminnan erilaisuuden kautta) että vertikaalisesti (erilaisuus toiminnan paremmuuden kautta) (OECD 2017).

Jotta saataisiin lisää tietoa laajemman yhteiskunnallis-kulttuurisen kontekstin merkityksestä luonnontieteelliseen osaamiseen ja asennoitumiseen, pyritään tässä tutkimuksessa selvittämään systeemitason yhteyttä asenteen ja osaamisen väliseen suhteeseen seuraavien tutkimuskysymysten kautta:

- 1) Miten PISA 2015 -tutkimukseen osallistuneet maat ja alueet ryhmittyvät asenteisiin, kiinnostukseen ja motivaatioon liittyvien summamuuttujien ja luonnontieteellisen osaamisen välisen yhteyksien suhteen?
- 2) Mikä on yhteys asenteiden, kiinnostuksen ja motivaatioon liittyvien summamuuttujien ja luonnontieteellisen osaamisen välillä Suomessa PISA 2015 -tutkimuksen aineiston perusteella?

Vastaavia tutkimuksia aiemmasta PISA 2006 -aineistosta ovat tehneet muun muassa Olsen ja Lie (2011) ja Kjaernsli ja Lie (2011). Näissä tutkimuksissa tarkastelun kohteena olivat oppilaiden luonnontieteellisen mielenkiinnon kohteet (Olsen & Lie 2011) ja oppilaiden luonnontieteelliset uraodotukset (Kjaernsli & Lie 2011). Näissä tutkimuksissa esitettyjen tulosten mukaan ainakin Keski- ja Etelä-Aasian valtiot, saksankieliset valtiot ja slaavilaiset valtiot muodostivat omat maaryhmittymänsä; vastaavia ryhmittelyjä voidaan odottaa löydettäväksi tässä tutkimuksessa.

## Menetelmä

PISA 2015 -tutkimuksessa (OECD 2016) motivaatio luonnontieteitä kohtaan on jaettu yleiseen kiinnostukseen luonnontieteen aihepiirejä kohtaan, luonnontieteistä pitämiseen sekä välinearvoon (instrumental motivation). PISA-mittauksen tausta-asetelmaa kuvaavan raportin mukaan (OECD 2016) tällä motivaatiolla viita-

taan kiinnostuksen ja pitämisen yhdistävään motivaatioon, joka on tutkimuksissa yhdistetty päämäärätietoisuuteen (self-determinate), jonka katsotaan kehittyvän henkilökohtaiseksi (intrinsic) ja jonka on todettu vaikuttavan sitoutumiseen, oppimisaktiiviteetteihin, suorituksiin ja uravalintoihin. Kiinnostus-pitämismotivaation lisäksi välinearvoisen motivaation todetaan raportissa yhdistyvän uravalintoihin ja suorituksiin.

PISA 2015 -tutkimuksessa asenteisiin, kiinnostukseen ja motivaatioon liittyviä oppilastekijöitä on mitattu seuraavien summamuuttujien kautta: 1) luonnontieteistä pitäminen, 2) välineellinen motivaatio luonnontieteiden opiskeluun ja 3) minäpystyvyys luonnontieteiden suhteen. Näiden summamuuttujien lisäksi tutkimuksessa selvitettiin oppilaiden uraodotukset 30-vuotiaana yleisesti, josta edelleen voidaan erottaa luonnontieteisiin liittyvät uraodotukset. Tätä tutkimusta varten PISA 2015 -aineistosta laskettiin korrelaatiot luonnontieteellisen osaamisen ja näiden neljän asenteisiin, kiinnostukseen sekä motivaatioon liittyvien summamuuttujien suhteen. Nämä summamuuttujat on esitelty taulukossa 1 esimerkkiväitteiden kanssa.

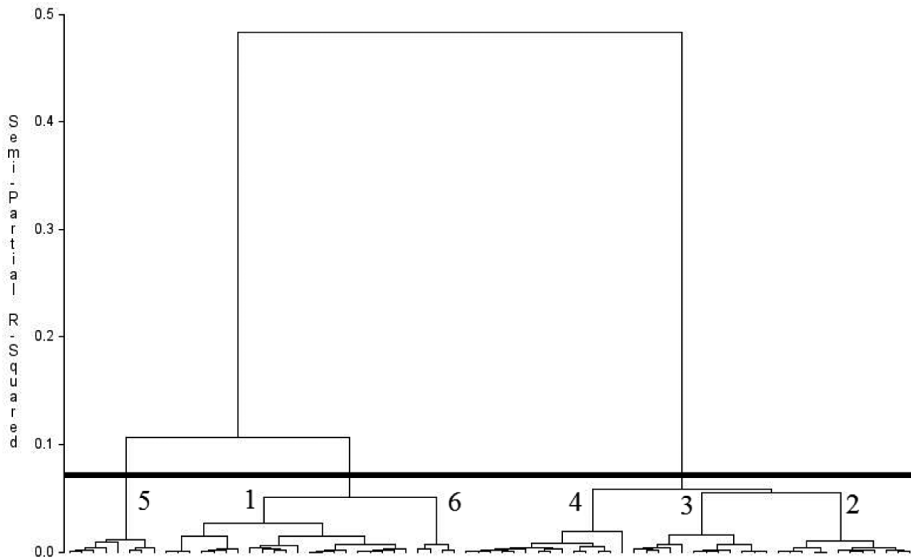
Nämä summamuuttujat on muodostettu PISA 2015 -aineistosta siten, että luonnontieteistä pitämistä, välineellistä motivaatio-

**Taulukko 1.** Asenteisiin, kiinnostukseen ja motivaatioon liittyvät summamuuttujat PISA 2015 -datasta, esimerkkiväittämät ja -kysymykset ja väitteiden määrä jokaista summamuuttujaa kohden.

Asenteisiin, kiinnostukseen ja motivaatioon liittyvä summamuuttuja	Esimerkkiväittäjä/kysymys	Väitteiden määrä
Luonnontieteistä pitäminen (sisäinen motivaatio)	Minulla on yleensä hauskaa opiskellessani luonnontieteitä.	5
Välineellinen motivaatio luonnontieteiden opiskeluun	Se, mitä opin luonnontieteellisissä oppiaineissa, on minulle tärkeää, koska tarvitsen näitä taitoja tulevaisuudessa.	4
Minäpystyvyys omasta luonnontieteellisestä osaamisesta	Osaan omin avuin selittää, miksi maanjäristyksiä tapahtuu joillakin alueilla useammin kuin muualla.	8
Luonnontieteelliset uraodotukset	Millaisessa työssä kuvittelet olevasi noin 30-vuotiaana?	1

ta ja minäpystyvyyttä kuvaavien summamuuttujien osalta keskiarvoksi OECD-maissa asetettiin vuoden 2006 PISAssa 0 ja keskihajonnaksi 1. Vuoden 2015 PISA-mittauksen keskiarvo OECD-maissa oli luonnontieteistä pitämisen osalta 0,02, välineellisen motivaation osalta 0,14 ja minäpystyvyyden osalta 0,04. Oppilaiden uraodotuksia tiedusteltiin kysymällä heiltä ”Millaisessa työssä kuvittelet olevasi noin 30-vuotiaana?”. Näistä vastauksista arvioitiin luonnontieteelliset ammattiodotukset (muuttujan saadessa arvon 0 tai 1 ja muuttujan jakauman kertoessa luonnontieteellisten uraodotusten prosenttiosuuden).

Korrelaatiot näiden summamuuttujien ja luonnontieteellisen osaamisen välillä pystyttiin laskemaan 71 maasta tai alueesta – vain Kyproksen osalta data ei ollut kansainvälisessä jakelussa. Näiden korrelaatioiden pohjalta toteutettiin ryhmittely- eli klusterianalyysi, jonka avulla pyrittiin muodostamaan maa- tai alueryppäitä, jotka ovat keskenään samankaltaisia näiden neljän summamuuttujan ja luonnontieteellisen osaamisen välisen yhteyden suhteen. Klusterianalyysi pyrkii ryhmittelemään havaintoja mahdollisimman samankaltaisiin ryhmittymiin. Tässä tapauksessa havainnot olivat korrelaatiot asenteisiin, kiinnostukseen ja motivaatioon liittyvien summamuuttujien ja luonnontieteellisen osaamisen välillä. Klusterianalyysi toteutettiin sekä Complete Linkage- että Wardin menetelmiä käyttäen. Näistä kahdesta menetelmästä Wardin menetelmän avulla saadut klusterit valittiin tarkempaan tarkasteluun, sillä Complete Linkage -menetelmällä viimeiseen klusteriin jäi vain yksi valtio. Klusterianalyysin perusteella päädyttiin ratkaisuun, jossa maat ja alueet muodostavat kuusi klusteria. Kuvio 1 kuvaa klusterianalyysin tuloksia.



**Kuvio 1.** Wardin menetelmää käyttäen toteutettu klusterianalyysi PISA 2015 -datasta.

## Asenteen ja osaamisen välinen yhteys löydettyissä maaryhmittymissä

Vastauksena ensimmäiseen tutkimuskysymykseen (Millaisia maaryhmittymiä voidaan löytää PISA 2015 -datasta asenteisiin, kiinnostukseen ja motivaatioon liittyvien summamuuttujien ja luonnontieteellisen osaamisen välisten yhteyksien avulla?) on taulukossa 2 esitetty klusterianalyysin tuloksena syntyneet kuusi ryhmittymää, niihin sisältyvät maat ja alueet sekä näihin ryhmittymiin kuuluvien maiden keskiarvot korrelaatioista neljän asenteisiin, kiinnostukseen ja motivaatioon liittyvän summamuuttujan ja osaamisen välisen yhteyden osalta. Kuviossa 2 on lisäksi esitetty maat ja alueet jaettuna näihin kuuteen klusteriin.

Yleisesti voidaan sanoa, että missään klusterissa ei luonnontieteellisen osaamisen sekä minkään asennetta, motivaatiota ja kiin-

**Taulukko 2.** PISA 2015 -maat ja alueet jaettuna kuuteen klusteriin luonnontieteellisen osaamisen sekä asennetta, motivaatiota ja kiinnostusta kuvaavien summamuuttujien yhteyden mukaan.

Klusteri	1	2	3	4	5	6
Maat ja alueet	Bulgaria Romania Vietnam Uruguay Puola Chile Unkari Tšekki Turkki Georgia Argentiina Venäjä Kroatia Liettua Makedonia Slovakia Brasilia Latvia Moldova	Yhdysvallat Kiina (BSJG) Taiwan Islanti Belgia Macao Sveitsi Viro Saksa Singapore Itävalta Slovenia	Jordania Luxemburg Italia Portugali Hong Kong Qatar Trinidad ja Tobago Yhdistyneet Arabiemiraatit Malesia Kreikka Libanon Alankomaat	Ruotsi Norja Tanska Australia Etelä-Korea Japani Irlanti Uusi-Seelanti Espanja Malta Kanada Iso-Britannia Ranska Suomi	Costa Rica Meksiko Albania Indonesia Kolumbia Kazakhstan Peru Dom. tasavalta	Algeria Tunisia Kosovo Thaimaa
L.tiet. pit.	0,22	0,31	0,30	0,37	0,09	0,21
Väl. mot.	0,02	0,07	0,17	0,18	-0,01	0,11
Suor.luot.	0,16	0,26	0,20	0,32	0,04	0,03
Uraod.	0,21	0,18	0,26	0,22	0,09	0,23

nostusta kuvaavien summamuuttujien välinen yhteys ollut suuri tai edes kohtalainen (vertaa Hinkle, Wiersma & Jurs 2003). Suurimmillaankin (klusterissa 4) luonnontieteistä pitäminen selitysaste (korrelaation neliö) luonnontieteelliseen osaamiseen oli vain 13,7 prosenttia (kausaliteettia ei voida tällä asetelmalla arvioida). Tässä artikkelissa tekstin selvyuden vuoksi kuitenkin käytetään seuraavia ilmauksia: ei yhteyttä = korrelaatio  $-0,05-0,05$ , pieni yhteys = korrelaatio  $-0,06-0,15$  ja  $0,06-0,15$ , kohtalainen yhteys = korrelaatio  $-0,16-0,25$  ja  $0,16-0,25$  sekä suurehko yhteys = korrelaatio alle  $-0,26$  tai yli  $0,26$ . Nämä rajat perustuvat asiantuntijaharkintaan.

Klusterissa 1 ovat Euroopasta Itä-Euroopan maat (Viroa lukuun ottamatta), Aasiasta Turkki ja Vietnam, Lähi-Idästä Israel sekä

Etelä-Amerikasta Uruguay, Chile, Argentiina ja Brasilia. Tämän ryhmän maissa luonnontieteellisen osaamisen ja uraodotuksien (0,21), luonnontieteistä pitämisen (0,22) sekä minäpystyvyyden (0,16) välillä oli keskimäärin kohtalainen yhteys. Välineellisen motivaation ja luonnontieteellisen osaamisen välillä (0,02) ei keskimäärin ollut yhteyttä.

Klusterissa 2 ovat Yhdysvallat, Euroopasta saksankieliset valtiot (Saksa, Itävalta, Sveitsi), Islanti, Belgia, Viro ja Slovenia ja Aasiasta Kiinan PISA 2015 -tutkimukseen osallistuneet alueet sekä Macao, Singapore ja Taiwan. Näissä maissa ja alueissa keskimäärin luonnontieteellisen osaamisen ja luonnontieteistä pitämisen (0,31) sekä minäpystyvyyden (0,26) välinen yhteys oli suurehko. Luonnontieteellisen osaamisen ja uraodotuksien (0,18) välinen yhteys oli kohtalainen ja luonnontieteellisen osaamisen ja välineellisen motivaation (0,07) yhteys oli pieni.

Klusterissa 3 ovat Euroopasta Etelä-Euroopan valtiot Italia, Portugali ja Kreikka, Benelux-maista Alankomaat ja Luxemburg, Lähi-Idän valtiot (paitsi Israel), Aasiasta Malesia ja Hong Kong sekä Karibialta Trinidad ja Tobago. Näissä maissa keskimäärin luonnontieteellisen osaamisen ja luonnontieteistä pitämisen (0,30) sekä uraodotusten (0,26) välinen yhteys oli suurehko. Luonnontieteellisen osaamisen ja välineellisen motivaation (0,17) sekä minäpystyvyyden (0,20) välinen yhteys oli kohtalainen.

Klusterissa 4 ovat Pohjoismaat (Islantia lukuun ottamatta), Länsi-Euroopan maista Yhdistyneet kuningaskunnat, Irlanti, Ranska ja Espanja, Etelä-Euroopasta Malta, Oseaniasta Australia ja Uusi-Seelanti, Aasiasta Etelä-Korea ja Japani ja Pohjois-Amerikasta Kanada. Näissä maissa keskimäärin luonnontieteellisen osaamisen ja luonnontieteistä pitämisen (0,37) sekä minäpystyvyyden (0,32) välinen yhteys oli suurehko. Luonnontieteellisen osaamisen ja välineellisen motivaation (0,18) sekä uraodotusten (0,22) välinen yhteys oli kohtalainen.

Klusterissa 5 ovat Amerikasta Costa Rica, Meksiko, Kolumbia sekä Peru, Karibiasta Dominikaaninen tasavalta, Euroopasta Albania sekä Aasiasta Kazakstan ja Indonesia. Näissä maissa keskimäärin luonnontieteellisen osaamisen ja luonnontieteistä pitä-

misen (0,09) sekä uraodotusten (0,09) välinen yhteys oli pieni. Luonnontieteellisen osaamisen ja välineellisen motivaation (-0,01) sekä minäpystyvyyden (0,04) välillä ei ole yhteyttä.

Klusterissa 6 ovat Afrikasta Algeria ja Tunisia, Euroopasta Kosovo ja Aasiasta Thaimaa. Näissä maissa keskimäärin luonnontieteellisen osaamisen ja luonnontieteistä pitämisen (0,21) sekä uraodotusten (0,23) välinen yhteys oli kohtalainen. Luonnontieteellisen osaamisen ja välineellisen motivaation (0,11) välinen yhteys oli pieni ja luonnontieteellisen osaamisen sekä minäpystyvyyden (0,03) välillä ei ollut yhteyttä.

## Yhteys asenteisiin, kiinnostukseen ja motivaatioon liittyvien summamuuttujien ja luonnontieteellisen osaamisen välillä Suomessa

Toisen tutkimuskysymyksen osalta (Mikä on yhteys asenteisiin, kiinnostukseen ja motivaatioon liittyvien summamuuttujien ja luonnontieteellisen osaamisen välillä Suomessa PISA 2015 -tutkimuksen aineiston perusteella?) on taulukossa 3 esitetty Suomen osalta neljän asenteisiin, kiinnostukseen ja motivaatioon liittyvien summamuuttujien arvot sekä näiden summamuuttujien korrelaatiot luonnontieteellisen osaamisen kanssa.

Suomen osalta PISA 2015 -aineisto kertoo, että suomalaiset 15-vuotiaat pitävät luonnontieteistä hieman OECD-maiden keskiarvoa vähemmän, ja lisäksi heidän minäpystyvyytensä

**Taulukko 3.** Erinäisten asennetta, motivaatiota ja kiinnostusta kuvaavien summamuuttujien arvot Suomessa ja niiden korrelaatiot luonnontieteellisen osaamisen kanssa.

Summamuuttuja, jota tarkastellaan	Luonnontieteistä pitäminen	Välineellinen motivaatio	Minäpystyvyys	Uraodotukset
Summamuuttujan arvo	-0,07	0,16	-0,04	0,17
Korrelaatio luonnontieteellisen osaamisen kanssa	0,33	0,19	0,30	0,24



luonnontieteissä on hieman OECD-maiden keskiarvon alapuolella. Välineellisen motivaation luonnontieteiden opiskeluun osalta suomalaiset 15-vuotiaat ovat lähellä OECD-maiden keskiarvoa. Vain 17 prosenttia PISA 2015 -tutkimukseen osallistuneista suomalaisista 15-vuotiaista oli kiinnostunut luonnontieteellisistä ammateista.

Suurin yhteys suomalaisten 15-vuotiaiden luonnontieteellisen osaamisen ja näiden asenteita, motivaatiota ja kiinnostusta kuvaavien summamuuttujien välillä on luonnontieteistä pitämisen sekä minäpystyvyyden ja luonnontieteellisen osaamisen välillä. Tämä tarkoittaa, että oppilaat jotka pitävät luonnontieteistä ja niiden opiskelusta sekä luottavat omaan luonnontieteelliseen osaamiseen, menestyvät paremmin luonnontieteellistä osaamista mittaavissa tehtävissä ja päinvastoin. Myös välineellisen motivaation sekä luonnontieteellisten uraodotusten ja luonnontieteellisen osaamisen välillä on pienempi, mutta silti kohtalainen yhteys – välineellisen motivaation yhteys osaamiseen on kuitenkin pienempi kuin muiden tekijöiden yhteys.

## Johtopäätökset

Tässä artikkelissa tarkasteltiin luonnontieteisiin kohdistuvien asenteiden ja luonnontieteellisen osaamisen välisen yhteyden vaihtelua eri maaryhmittymissä PISA 2015 -tutkimuksen perusteella. Tarkastelun pohjana käytettiin neljää asennetekijää: luonnontieteistä pitämistä, motivaatiota opiskella luonnontieteitä, minäpystyvyyttä luonnontieteiden osaamisen suhteen sekä luonnontieteellisiä uraodotuksia. Tuloksina havaittiin, että PISA 2015 -tutkimuksen aineistosta oli löydettävissä klusterianalyysin perusteella kuusi erilaista maaryhmittymää. Ryhmittymien välillä näiden asennetekijöiden ja luonnontieteellisen osaamisen yhteys vaihteli suuresti.

Aineiston pohjalta luotujen ryhmittymien ja maantieteellisten sekä kulttuuristen alueiden välillä on vaihtelevia yhteyksiä. Esimerkkeinä voidaan mainita klusterit 1 ja 4. Klusteri 1 sisältää kaikki neuvostoaikaisen itäblokin maat paitsi Viron ja Slovenian.

Toisaalta sinne kuuluu myös eteläamerikkalaisia valtioita. Tässä ryhmittymässä erityisesti oppilaiden välineellisen motivaation ja luonnontieteellisen osaamisen välinen yhteys oli lähes nolla. Välineellisen motivaation vahvistamisen ei siis voida olettaa lisäävän osaamista, tai toisaalta osaamisen kasvun vahvistavan välineellistä motivaatiota. Klusteri 4 taas sisältää Islantia lukuun ottamatta Pohjoismaat, Länsi-Euroopan valtioita ja muilta mantereilta hyvin teollistuneita valtioita kuten Japanin, Etelä-Korean ja Kanadan. Näissä valtioissa kaikkien asennetta, motivaatiota ja kiinnostusta kuvaavien summamuuttujien ja luonnontieteellisen osaamisen välinen yhteys oli vähintään kohtalainen. Tämä yhteys siis tarkoittaa joko asennetekijöiden vahvistuvan osaamisen lisäntyessä tai päinvastoin tai kolmantena vaihtoehtona asenteen ja osaamisen vahvistavan toinen toisiaan.

Klustereissa 2, 3 ja 4 yhteydet asennetta, motivaatiota ja kiinnostusta kuvaavien summamuuttujien ja luonnontieteellisen osaamisen välillä ovat suurimmillaan, kun taas klusterissa 5 nämä yhteydet ovat pienimmillään (ks. kuvio 1). Klusterit 2, 3 ja 4 sisältävät Länsi- ja Keski-Euroopan, Yhdysvallat ja Kanadan, Lähi-Idän valtioita, Oseanian valtiot sekä Japanin ja Etelä-Korean. Klusteri 5 sisältää lähinnä Etelä- ja Keski-Amerikan valtioita sekä eräitä Aasian valtioita. Tässä jaottelussa erottuvat valtiot ovat ainakin näennäisesti ja myös maantieteellisesti varsin erilaisia. Jotta näiden klustereiden sisältämien valtioiden välisiä samankaltaisuuksia voitaisiin selittää kunnolla, tarvittaisiin laajempaa poikkitieteellistä ja syvempää yhteiskunnallisen tutkimuksen näkökulmaa.

Kaikissa klustereissa yhteys luonnontieteellisen osaamisen ja sisäisen motivaation välillä oli suurempi kuin yhteys luonnontieteellisen osaamisen ja välineellisen motivaation välillä. Tämän voi tulkita siten, että oppilaita, joiden luonnontieteellinen osaaminen on korkealla tasolla, motivoi opiskelemaan enemmän oma kiinnostus luonnontieteellisiin aiheisiin kuin luonnontieteen opiskelun ja sen oppimisen mukanaan tuomat seuraukset, esimerkiksi työpaiikat tai kyky käyttää näitä taitoja tulevaisuudessa – tai vastaavasti kuvattu sisäinen kiinnostus, motivaatio ja tarve vahvistuu osaamisen myötä. Tämä voi johtua siitä, että kansainvälisesti elintason

nousun myötä luonnontieteen asema (tai ainakin nuorten käsitykset tästä asemasta) yhteiskunnan ja elintason kehityksen mahdollistajana on laskenut (Osborne 2007). Syyt luonnontieteen oppimiselle löytyvät tällöin yhä enemmän oppilaiden omasta kiinnostuksesta aiheeseen.

Suomi kuuluu tämän tutkimuksen tulosten perusteella maaryhmittymään, jossa yhteys asenteisiin, kiinnostukseen ja motivaatioon liittyvien summamuuttujien ja luonnontieteellisen osaamisen välillä on suurinta. Samalla suomalaiset 15-vuotiaat eivät keskimäärin luota omaan luonnontieteelliseen osaamiseensa eivätkä pidä luonnontieteistä (minäpystyvyyys ja luonnontieteistä pitäminen suomalaisnuorten keskuudessa peräti negatiivista). Tämä tarkoittaa, että Suomessa heikosti luonnontieteissä menestyvien joukossa on erityisen paljon oppilaita, jotka eivät luota osaamiseensa tai pidä luonnontieteistä, ja toisaalta samanaikaisesti juuri nämä tekijät ovat vahvimmin yhteydessä osaamiseen. Jos lisäksi sekä matala luonnontieteellinen osaaminen että luonnontieteistä pitämättömyys esiintyvät samoilla oppilailla, on näillä yksilöillä huonommat lähtökohdat toimia nyky-yhteiskunnassa kuin joko paremmin luonnontieteitä osaavilla tai siitä enemmän pitävillä tovereillaan.

Myös aiemmissa tutkimuksissa on saatu viitteitä vaihtelusta asennetekijöiden yhteydestä muihin oppimistuloksiin riippuen kulttuurialueesta tai maaryhmittymästä. Tässä tutkimuksessa tämän vaihtelun esiintyvyyttä PISA 2015 -aineistossa tarkasteltiin aineistolähtöisesti. Erityisesti tarkasteltiin Suomen asemaa tällä saralla kansainvälisesti vertailtuna. Suomen asettuessa maaryhmittymään, jossa luonnontieteisiin kohdistuvien asenteiden ja luonnontieteellisen osaamisen välinen yhteys on kansainvälisesti suurimmillaan, on syytä kiinnittää huomiota erityisesti heikoimmin luonnontieteissä menestyvien asenteeseen luonnontieteitä kohtaan. Jokaisella tulevalla aikuisella tulisi olla nyky-yhteiskunnassa tarvittava luonnontieteellisen lukutaidon taso: nykypäivän yhteiskunnassa luonnontieteellinen tieto lisääntyy jatkuvasti ja teknologian sekä tekniikan asema elämässämme suurenee.

Lopuksi on hyvä muistaa, että Suomi on korkean teknologian maa, jossa luonnontieteellinen osaaminen on olennainen resurssi

ja sen hyödyntämättömyys laajavaikutteinen tekijä. Ongelma on siis kaksipuolinen, niin yksilön kuin yhteiskunnan resursseja ja mahdollisuuksia hukkaava (Millar 2006; Osborne & Dillon 2008). Kansallisesti olisikin tärkeää parantaa heikoimpien luonnontieteellisten osaajien asemaa tällä saralla kiinnittäen huomiota suomalaisen yhteiskunnan tarpeisiin ja toisaalta suomalaisoppilaiden mielenmaiseman, tarpeiden ja elämänpiirin merkitykseen ongelman taustatekijänä.

## Lähteet

- Aksela, M. 2010. Liian harva valitsee matematiikan – riittääkö luonnontieteiden osaajia tulevaisuudessakin? Suomen Kuvalehti 18.12.2010.
- Areepattamannil, S., Freeman, J. G. & Klinger, D. A. 2011. Influence of motivation, self-beliefs, and instructional practices on science achievement of adolescents in Canada. *Social Psychology of Education*, 14(2), 233–259.
- Bronfenbrenner, U. 1993. The ecology of cognitive development: Research models and fugitive findings. Teoksessa R. H. Wozniak & K. W. Fischer (toim.) *Development in context: Acting and thinking in specific environments*. The Jean Piaget symposium series. Hillsdale, NJ, England: Lawrence Erlbaum Associates, 3–44.
- Cavallo, A. M., Rozman, M., Blickenstaff, J. & Walker, N. 2003. Learning, reasoning, motivation, and epistemological beliefs. *Journal of College Science Teaching*, 33(3), 18.
- Eccles, J. S. 2016. Expectancy-value theory and gendered educational and occupational choices. Luento Jyväskylän yliopistossa 11.8.2016.
- Fraser, B. J. 1998. Science learning environments: Assessment, effects and determinants. *International Handbook of Science Education*, 527–564.
- Hinkle, D. E., Wiersma, W. & Jurs, S. G. 2003. *Applied statistics for the behavioral sciences* (5. p.). Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Inglehart, R. & Welzel, C. 2005. *Modernization, cultural change, and democracy: The human development sequence*. Cambridge University Press.
- Kjærnsli, M. & Lie, S. 2011. Students' preference for science careers: International comparisons based on PISA 2006. *International Journal of Science Education*, 33(1), 121–144.
- Koul, R. B. & Fisher, D. L. 2005. Cultural background and students' perceptions of science classroom learning environment and teacher interpersonal behaviour in Jammu, India. *Learning Environments Research*, 8(2), 195–211.
- Lavonen, J. & Laaksonen, S. 2009. Context of teaching and learning school science in Finland: Reflections on PISA 2006 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 922–944.
- Millar, R. 2006. Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499–1521.

- Metsämuuronen, J. & Tuohilampi, L. 2017. Matemaattisen osaamisen piirteitä lukiokoulutuksen lopussa 2015. Kansallinen arviointikeskus.
- OECD 2013. PISA 2012 Results: Ready to Learn (Volume III): Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs. Paris: OECD Publishing.
- OECD 2016. PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics and Financial Literacy, PISA. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- OECD 2017. "PISA 2015 Science Framework". Teoksessa PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving. Paris: OECD Publishing. 20–25. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264281820-3-en>
- Olsen, R. V. & Lie, S. 2011. Profiles of students' interest in science issues around the world: Analysis of data from PISA 2006. *International Journal of Science Education*, 33(1), 97–120.
- Okebukola, P.A. & Jegede, O. J. 1990. Eco-cultural influences upon students' concept attainment in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(7), 661–669.
- Osborne, J. 2007. Science Education for the Twenty First Century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3).
- Osborne, J. & Dillon, J. 2008. Science education in Europe: Critical reflections. A report to the Nuffield Foundation.
- Vedder-Weiss, D. & Fortus, D. 2011. Adolescents' declining motivation to learn science: Inevitable or not? *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 199–216.
- Zeldin, A. L., Britner, S. L. & Pajares, F. 2008. A comparative study of the self-efficacy beliefs of successful men and women in mathematics, science, and technology careers. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 1036–1058.



## 9. Erinomaiset matematiikan osaajat

### Johdanto

Tässä artikkelissa tarkastellaan matematiikan erinomaisia osajia Suomen PISA 2015 -aineistossa sekä perehdytään niihin matematiikan erinomaisten osajien piirteisiin, jotka nousevat logistisen regressioanalyysin perusteella heidän menestystään selittäviksi tekijöiksi. Vastaavia muuttujia tarkastellaan myös PISA 2003 -aineistosta. Erinomaisilla matematiikan osajilla tarkoitetaan oppilaita, jotka ovat saavuttaneet PISA-tutkimuksen matematiikan osuudessa toiseksi korkeimman tai korkeimman suoritustason eli tason 5 tai 6.

Monissa tutkimuksissa, joissa puhutaan hyvin menestyneistä oppilaista, käytetään termiä lahjakas oppilas (gifted student), joka on kuitenkin hyvin monitahoinen ja vaikeasti määriteltävä käsite (mm. Sternberg & Davidson 2005). Matemaattiset taidot taas ovat seurausta matemaattisesta lahjakkuudesta. Kuitenkin matemaattinen lahjakkuus nähdään synnynnäisenä persoonan ominaisuutena, kun taas erinomaiset taidot nähdään matematiikassa dynaamisena piirteenä, jotka ovat kehitettävissä (Leikin 2014). PISA-

tutkimuksen matematiikassa erinomaisesti suoriutuminen edellyttää muun muassa rutiininomaisista poikkeavien tilanteiden tulkin-  
taa ja mallintamista, hyvin edistyneitä ajattelu- ja päättelytaitoja  
sekä oman päättelyn kuvailemista tarkoituksenmukaisin keinoin.  
Korkeimpien tasojen taitojen saavuttaminen ei vaadi välttämättä  
lahjakkuutta, vaan ne on mahdollista saavuttaa myös harjoittele-  
malla ja kehittämällä omaa matemaattista osaamistaan.

Salmela ja Uusiautti (2015) löysivät useita yhdistäviä ominais-  
piirteitä erinomaisesti suomalaisessa lukiassa menestyneistä nuo-  
rista. Useat nuoret kuvasivat itseään harkitsevaisiksi, periksiantam-  
attomiksi ja lujaluonteisiksi. Moni luonnehti itseään uteliaaksi  
ja tiedonjanoiseksi. Heillä oli halu oppia uutta ja menestyä asetta-  
malla korkeita tavoitteita itselleen. Menestyneet oppilaat eivät ar-  
vostaneet ainoastaan kirjatietoa, vaan myös monipuolisesti erilai-  
sia taitoja, kuten urheilua ja taiteita. Myös läheisten suhteiden, ku-  
ten perheen ja ystävien, arvostus nousi esiin nuorten kuvailuista.  
(Salmela & Uusiautti 2015.) Toisaalta menestyksekkäät oppilaat  
kokivat vaikeaksi ylläpitää hyviä arvosanoja ja useita kaverisuhteita  
(Salmela & Määttä 2015).

Monessa tutkimuksessa on osoitettu, että affektiivisilla tekijöil-  
lä on suuri merkitys matematiikan oppimisessa. Affektiivisten te-  
kijöiden vaikutusta oppimistuloksiin on tutkittu niin asenteiden,  
merkityksellisyyden kokemuksen, uskomusten kuin tunteidenkin  
näkökulmasta (esim. Anttonen 1969; Fennema & Sherman 1978;  
Grootenboer & Hemmings 2007; Hannula, Bofah, Tuohilampi &  
Metsämuuronen 2014; Vettenranta, Hiltunen, Nissinen, Puhakka  
& Rautopuro 2016). Asenteet ja tunteet matematiikkaa kohtaan ja  
matematiikan oppimistulokset ovat suhteessa toisiinsa vastavuorois-  
esti (Ma 1997) – esimerkiksi vahva suoritusluottamus matema-  
tiikassa, eli varmuus ratkaistessa matematiikan tehtäviä, tuottaa  
hyviä oppimistuloksia ja vastavuoroisesti hyvät oppimistulokset  
ruokkivat matematiikan suoritusluottamusta. Oppilaiden mate-  
matiikka-asenteita on selvitetty myös PISA-tutkimuksissa, mutta  
vuoden 2015 tutkimusaineisto ei sisällä matematiikkaan liittyviä  
taustamuuttujia, koska tällä kierroksella päätutkimusalueena olivat  
luonnontieteet. PISA 2012 -tutkimuksessa selvitettiin muun muas-



sa matematiikan minäkäsitystä ja suoritusluottamusta, jotka nousivat matematiikan oppimistuloksia vahvimmin selittäviksi tekijöiksi (Kupari & Nissinen 2015).

Grootenboerin ja Hemmingsin (2007) kyselytutkimuksessa selvitettiin 8–13-vuotiaiden matemaattista menestystä suhteessa affektiivisiin muuttujiin ja muihin taustatietoihin Uudessa-Seelannissa. Heidän tutkimuksessaan hyvin matematiikassa menestynyt oppilas oli todennäköisimmin miespuolinen, piti matematiikasta, koki itsensä itsevarmaksi tehdessään matematiikan tehtäviä, piti matematiikkaa tärkeänä käytännön ja tulevaisuuden kannalta eikä uskonut yleisiin matematiikkaa koskeviin uskomuksiin kuten esimerkiksi siihen, että matematiikassa on tärkeintä saada oikea vastaus. Tutkimuksessa havaittiin myös tilastollisesti merkitseviä eroja etnisten ryhmien välillä – valtaväestö menestyi todennäköisemmin erinomaisesti vähemmistökuulttuurin edustajiin verrattuna.

Suárez-Álvarezin, Fernández-Alonson ja Muñizin (2014) tutkimuksessa testattiin lähes 8 000:n noin 14-vuotiaan oppilaan sisältöosaamista matematiikassa ja luonnontieteissä. Lisäksi selvitettiin oppilaiden sosioekonominen tausta, ja oppilaat vastasivat kyselyyn opiskelumotivaatiosta, akateemisesta minäkuvasta ja akateemisista odotuksista. Näistä parhaiten matematiikan ja luonnontieteiden suoriutumista selittävä tekijä oli akateeminen minäkuva, jota seurasivat sosioekonominen status, akateemiset odotukset ja motivaatio.

Useissa aikaisemmissa tutkimuksissa on löydetty eroja sukupuolten välillä suoritustuloksissa. PISA- ja TIMSS-tutkimuksissa on havaittu, että useimmissa maissa erinomaisten matematiikan osaajien joukossa suurempi osa on poikia (esim. Kupari ym. 2013, 34–35; Baye & Monseur 2016). Myös Suomen PISA-tutkimuksessa pojat pärjäsivät kokonaisuutena tyttöjä paremmin aina vuoteen 2015 asti. PISA 2015 -tutkimuksessa suomalaiset tytöt menestyivät keskimäärin matematiikassa poikia paremmin, mutta parhaiten menestyneissä oli yhtä paljon tyttöjä ja poikia (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016, 51–52). Preckel, Goetz, Pekrun ja Kleine (2008) vertasivat noin 13-vuotiaita oppilaita (N = 362), joista puolet oli matemaattisesti erinomaisesti menestyviä ja puolet keski-

tasoisesti menestyviä. He havaitsivat, että poikien keskiarvot olivat korkeammat kuin tytöillä sekä keskitasoisesti menestyvien että erinomaisesti menestyvien joukossa, mutta erityisesti erinomaisten joukossa sukupuoliero oli suurempi.

Myös sukupuolten välisissä asenteissa on havaittu eroja. Hyde, Fennema, Ryan, Frost ja Hopp (1990) ovat huomanneet naisilla olevan negatiivisemmat asenteet matematiikkaa kohtaan kuin miehillä. Heidän mukaansa osaltaan sen vuoksi naisten matematiikan oppimistulokset ovat huonommat. Preckel ym. (2008) havaitsivat, että matemaattisesti taitavilla pojilla oli merkitsevästi positiivisempi matemaattinen minäkuva ja suurempi kiinnostus matematiikkaa kohtaan kuin matemaattisesti taitavilla tytöillä. Sen sijaan erinomaisesti matematiikassa menestyneiden ja muiden tyttöjen välillä ei ollut eroa minäkuvassa ja matematiikan kiinnostuksessa. Toisin sanoen hyvin menestyneet tytöt eivät kokeneet matemaattista minäkuvaa positiivisemmaksi tai olleet kiinnostuneempia matematiikasta kuin keskinkertaisesti menestyneet tytöt (Preckel ym. 2008).

Kupari (2007) havaitsi tutkimuksessaan, että PISA 2003 -kokeessa suomalaisissa parhaiten menestyneessä viidenneksessä tyttöjen ja poikien matematiikan suoritusluottamuksessa oli suurempi ero kuin koko otoksessa. Kuparin (2007) mukaan hyvin menestyneet pojat olivat myös kiinnostuneempia ja vähemmän matematiikasta ahdistuvia ja arvioivat matematiikan hyödyllisemmäksi kuin tytöt jatko-opintojen ja tulevaisuuden kannalta.

Monissa tutkimuksissa on havaittu, että sosioekonomisella taustalla on merkittävä vaikutus matematiikan oppimiseen, ja erinomaisesti menestyvät oppilaat tulevat keskimäärin korkean sosioekonomian omaavista perheistä (esim. Lamb & Fullarton 2002; Preckel ym. 2008; Roznowski, Hong & Reith 2000). Kotitaustalla voi olla merkitystä monesta eri näkökulmasta. Lamb ja Fullarton (2002) analysoivat Yhdysvaltojen (N = 7087) ja Australian (N = 6916) TIMSS 1999 -aineistoa 13-vuotiaiden osalta ja havaitsivat, että Yhdysvalloissa lapset, jotka tulivat kahden vanhemman perheestä, menestyivät matematiikassa paremmin kuin yksinhuoltaja-perheiden lapset. Toisaalta Australiassa vastaavaa yhteyttä ei ol-

lut havaittavissa. Myös kielitaustalla oli vaikutusta, sillä sekä Yhdysvalloissa että Australiassa vähemmistökielisiä kodeista tulevat lapset menestyivät merkitsevästi huonommin matematiikassa (Lamb & Fullarton 2002).

Sosioekonomisen taustan lisäksi perheen asennoitumisella koulutukseen näyttäisi olevan vaikutusta oppimistuloksiin. Roznowskin ym. (2000) tutkimuksessa lähes 13 000 10. luokan opiskelijaa (15–16-vuotiaita) osallistui kyselyyn ja kognitiiviseen testiin. Tutkimuksessa havaittiin, että lahjakkaat ja hyvin menestyneet opiskelijat saivat keskimukaisesti menestyviä opiskelijoita todennäköisemmin vanhemmiltaan ja opinto-ohjaajiltaan ohjausta. Heidän vanhempansa ja ohjaajansa myös odottivat nuorten etenevän lukiosta korkeakouluun, ja vanhemmat olivat kiinnostuneempia lastensa koulunkäynnistä. Vanhemmat olivat myös todennäköisemmin korkeammin koulutettuja ja lukeneet lapsille enemmän ennen näiden kouluikää (Roznowski ym. 2000).

Lisäksi Roznowskin ym. (2000) tutkimuksessa erinomaisesti menestyneet uskoivat matematiikan ja englannin kielen kurssien olevan hyödyllisiä heidän tulevaisuutensa kannalta, heillä oli korkeammat uratavoitteet, he käyttivät enemmän aikaa kotitehtäviin, olivat poissa koulusta vähemmän, katsoivat vähemmän televisiota ja pitivät koulusta enemmän. Heillä oli myös korkeampi itsetunto. Lamb ja Fullarton (2002) huomasivat, että mitä enemmän opettajat antoivat kotitehtäviä, sitä korkeammat oppimistulokset oppilailta oli. Toisaalta oppilaiden kotitehtäviin käyttämällä ajalla oli negatiivinen yhteys oppimistuloksiin, eli heikommat oppilaat käyttivät kotitehtäviin enemmän aikaa.

Hyvin monilla asioilla voi siis olla vaikutusta erinomaiseen kouluosaamiseen ja erityisesti matematiikassa menestymiseen. Tässä artikkelissa tarkastelemme PISA 2015 -aineiston pohjalta Suomessa parhaiten matematiikassa menestyneitä ja heidän taustatietojaan. Pyrimme selvittämään, mitkä PISA 2015 -aineiston oppilaskyselyn taustamuuttujista kuvaavat erinomaisia matematiikan osaajia parhaiten, eli etsimme sellaisia taustatekijöitä, jotka selittävät suomalaisoppilaiden erinomaista menestystä matematiikan osa-alueella. Tuloksia verrataan myös PISA 2003 -tut-

kimuksen vastaaviin tuloksiin (soveltuvin osin, koska taustakyselyjen sisältö on vaihdellut jonkin verran eri tutkimuskierroksilla). Vertailukohteeksi valittiin vuonna 2003 kerätty PISA-aineisto, koska matematiikka oli tuolloin päätutkimusalueena, ja sen avulla nähdään mahdollisia pidemmän aikavälin muutoksia kuin verrattaessa kolmen vuoden takaiseen PISA 2012 -aineistoon. Monissa tutkimuksissa on osoitettu, että positiiviset asenteet matematiikkaa kohtaan ovat olennaisia selittäjiä matematiikan menestyksessä (mm. Kupari & Nissinen 2015). Tässä tutkimuksessa voidaan tarkastella vain koulunkäyntiä yleisesti koskevia asennetekijöitä niiltä osin kuin niitä on oppilailta kyselyssä selvitetty. PISA 2015 -tutkimuksen päätutkimusalueena olivat luonnontieteet, joten myös taustakyselyn kysymykset koskivat pääosin asenteita luonnontieteitä ja niiden opiskelua kohtaan.

Vastaamme seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- 1) Mitä PISA 2015 -oppilaiden taustatiedoista esille nousevia ominaisuuksia on erinomaisella matematiikan osaajalla?
- 2) Onko erinomaisesti PISA 2015 -matematiikassa menestyneiden oppilaiden tyypillisissä ominaisuuksissa eroa erinomaisesti PISA 2003 -tutkimuksessa matematiikassa menestyneisiin? Jos on, millaisia erot ovat (soveltuvin osin)?

## **Erinomainen matematiikan osaaminen PISA-tutkimuksessa**

PISA-tutkimuksessa matematiikan osaaminen on jaettu kuuteen suoritustasoon. Tässä artikkelissa käsitellään niiden oppilaiden selitystekijöitä, jotka ovat ylittäneet kahdelle korkeimmalle tasolle eli tasoille 5 (erinomainen taso) ja 6 (huipputaso). Suoritustasolle 5, eli erinomaisen osaamisen tasolle (608–669 pistettä), ylittäneet oppilaat osaavat työstää ja mallintaa monimutkaisiakin tilanteita, tunnistavat rajoitteet ja osaavat tehdä tarkentavia oletuksia. He osaavat valita tilanteeseen sopivan ongelmanratkaisustrategian. Tämän tason saavuttaneilla oppilailta on hyvin edistyneet ajattelu- ja päättelytaidot sekä kyky hyödyntää tarkoituksenmukaisesti

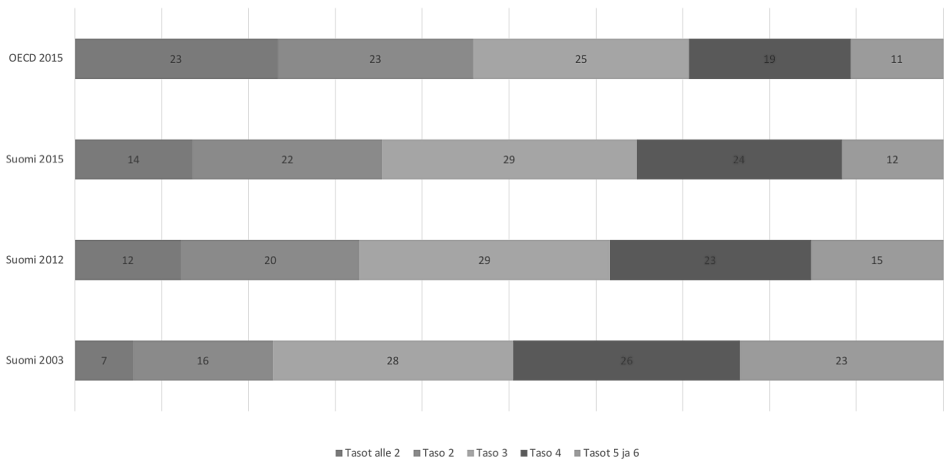
erilaisia representaatioita sekä symbolisia ja formaaleja merkintätapoja. He kykenevät reflektoimaan ja perustelevaan omia ratkaisujaan sekä kertomaan omasta päättelystään. (OECD 2017.)

Huippuosaamisen, eli tason 6, saavuttivat oppilaat, jotka saivat yli 669 pistettä. Nämä oppilaat pystyvät käsitteellistämään ja hyödyntämään tietoa monimutkaisissa ongelmatilanteissa sekä yleistämään saamansa tulokset ongelmatilanteen ulkopuolelle. He pystyvät yhdistämään ja hyödyntämään erilaisia tiedonlähteitä ja esitystapoja joustavasti. Tämän tason saavuttaneet oppilaat kykenevät edistyneeseen matemaattiseen ajatteluun ja päättelyyn. Nämä oppilaat pystyvät kehittämään uusia lähestymistapoja ja -strategioita uusissa tilanteissa hyödyntäen formaaleja matemaattisia operaatioita ja suhteita. Oppilaat osaavat reflektoida omaa toimintaansa sekä kertoa täsmällisesti tuloksistaan ja tulkinnoistaan, muotoilla argumentteja ja arvioida niiden tarkoituksenmukaisuutta suhteessa annettuun tilanteeseen. (OECD 2017.)

Suomi on menestynyt PISA-tutkimuksissa erinomaisesti. Vuoden 2015 tutkimuksessa Suomi oli sijalla 13 matematiikan osaamisessa kaikkien osallistujamaiden ja -alueiden joukossa ja merkittävästi OECD-maiden keskiarvon yläpuolella. Erinomaiselle osaamistasolle yltenneiden oppilaiden määrä oli 2015 Suomessa kuitenkin verrattain pieni, suurin piirtein saman verran kuin OECD-maissa keskimäärin (kuvio 1). Erinomaisten osaajien osuus on Suomessa lähes puolittunut 12 vuoden aikana 23 prosentista 12 prosenttiin.

Parhaiden menestyneiden oppimistulosten muutosta voidaan tarkastella myös prosenttipisteiden eli persentiilien kautta. Suomen 90. persentiili oli 614 pistettä PISA 2015 -tutkimuksessa, toisin sanoen Suomen oppilaista parhaiten menestynyt 10 prosenttia saavutti vähintään 614 pistettä matematiikassa. Vuoden 2012 PISA-tutkimuksessa vastaava pistemäärä oli 629 pistettä ja vuoden 2003 tutkimuksessa 652 pistettä. Parhaiten osanneen kymmenyksen pistemääräraja on laskenut siis jopa 37 pistettä 12 vuodessa.

Erinomaisissa osaajissa poikia oli vain yksi prosenttiyksikkö enemmän kuin tyttöjä. Tämä ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Poikien osuus erinomaisissa osaajissa on laskenut vuodesta 2012



**Kuvio 1.** Oppilaiden prosenttiosuudet matematiikan eri suoritustasoilla Suomessa vuosina 2003, 2012, 2015 ja OECD-maissa 2015.

reilut 4 prosenttiyksikköä, kun tyttöjen osuuden muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. 12 vuoden aikana poikien osuus on laskenut lähes 14 prosenttiyksikköä ja tyttöjen lähes 10 prosenttiyksikköä. Koska poikien osuus on laskenut enemmän kuin tyttöjen osuus, sukupuolieroa erinomaisissa osajissa ei enää ole.

Koulumenestys koskee vain harvoin yhtä oppiainetta. Oppilaat, jotka menestyvät matematiikassa, menestyvät todennäköisesti hyvin myös monissa muissa kouluaineissa. Vuoden 2015 PISA-kokeessa 42,1 prosenttia niistä oppilaista, jotka menestyivät erinomaisesti luonnontieteissä, pärjäsivät erinomaisesti myös matematiikassa ja lukutaidossa. Huippusuorituksiin kaikilla kolmella sisältöalueella ylsi kaiken kaikkiaan 6 prosenttia suomalaisnuorista. Ainoastaan matematiikassa erinomaisesti menestyneitä oli 2,4 prosenttia suomalaisista nuorista. (OECD 2016.)

## Tutkimusaineisto ja analyysimenetelmät

Vuoden 2015 tutkimusaineisto on kuvattu tarkemmin PISA 2015 -tutkimuksen ensituloksia käsittelevässä julkaisussa (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). Aineistossa oli kaikkiaan 5 882 suomalaisoppilasta 168 koulusta. Vuoden 2003 PISA-aineisto on puolestaan kuvattu tarkemmin PISA 2003 -tutkimuksen ensiraportissa (Kupari ym. 2004). Tässä aineistossa oli 5 796 suomalaisoppilasta 197 koulusta.

Matematiikassa parhaiten menestynyttä oppilasjoukkoa parhaiten luonnehtivien taustamuuttujien määrittämiseksi aineistolle tehtiin joukko logistisia regressioanalyyskejä, joissa selitettävänä binäärisenä muuttujana oli oppilaan erinomainen (vähintään tason 5) suoriutuminen matematiikan PISA-kokeessa. Tällaisia oppilaita oli Suomen aineistossa siis 12 prosenttia vuonna 2015 ja 23 prosenttia vuonna 2003. Lähestymistapa oli eksploratiivinen, ja vuoden 2015 datan analyysissä selittävinä muuttujina kokeiltiin kaikkiaan 72 eri muuttujaa, jotka olivat peräisin PISAn taustakyselystä. Muuttujat koskivat pääasiassa oppilaan kotitaustaa, vapaa-ajan aktiviteetteja sekä opiskeluun, lukemiseen ja tietokoneiden käyttöön liittyviä asenteita ja ajankäyttöä. PISA 2003:n taustakyselyn kysymykset poikkesivat vuoden 2015 kysymyksistä jonkin verran, ja vuoden 2015 datan 72 kokeillusta taustamuuttujasta vain 37:lle löytyi vuoden 2003 datasta identtinen tai vertailukelpoinen vastine. Oppilaan vapaa-ajan aktiviteetteihin liittyvät kysymykset puuttuivat vuoden 2003 taustakyselystä kokonaan.

Logistiset regressioanalyysit suoritettiin suurten arviointitutkimusten suositeltuun metodologiaan (ks. esim. Wu 2005; Rutkowski, Gonzalez, Joncas & von Davier 2010; OECD 2009) verrattuna hieman yksinkertaistetummin. Matematiikan osaamista mittaavien kymmenen (PISA 2003 -aineistossa viiden) ns. plausible value (PV) -pistemäärän sijasta selitettäväksi muuttujaksi valittiin vain yksi erinomaista matematiikan osaamista vastaamaan dikotomisoitu PV-pistemäärä. Dikotomisointi suoritettiin siten, että selitettävä muuttuja sai arvon 1, jos oppilaan matematiikan suoritustaso oli vähintään 5 (ts. hänen PV-arvonsa oli vähintään 608 pistettä).

Muulloin muuttuja sai arvon 0. Se, mikä kymmenestä (PISA 2003 -aineistossa viidestä) PV:stä valittiin, määrättiin sen perusteella, minkä PV:n mukainen dikotomisointi vastasi tarkimmin kaikkien kymmenen (viiden) PV:n avulla saatua erinomaisten osajien virallista kansallista osuutta (12 prosenttia vuonna 2015 ja 23 prosenttia vuonna 2003). Osoittautui, että vuoden 2015 PISA-aineistossa tämä ehto täyttyi PV:llä numero 5 ja vuoden 2003 aineistossa PV:llä numero 3.

Sinänsä tulokset eivät muutu olennaisesti, perustettiinpa analyysi mihin tahansa vaihtoehtoiseen PV-muuttujaan. Vaikka vain yhteen PV-muuttujaan perustuvan analyysin tarkkuus on hieman heikompi kuin usean PV:n analyysillä saataisiin, saatavat päätelmät ovat yhtä harhattomia ja pitkälti samoja. Yhden PV:n käyttäminen usean PV:n sijasta suoraviivaistaa ja nopeuttaa analyysin vaatimia laskentoja (mm. moni-imputointivaiheen pois jäämisen johdosta) merkittävästi, varsinkin kun sovitettavia ja vertailtavia malleja on paljon. Kun tässä tapauksessa tutkimuskysymysten kannalta olennaista ei ole tilastollisen päättelyn tarkkuus, vaan tilastollisia malleja käytetään ensi sijassa deskriptiivisesti, mielenkiinnon kohteena olevaa erinomaisten osajien ryhmää parhaiten luonnehtivien tekijöiden etsinnässä, yksinkertaisemman laskentamenetelmän käyttö on perusteltua.

Logistiset regressiomallit estimoitiin SAS-ohjelmiston mutkikkaiden otanta-asetelmien analysointiin tarkoitettulla SURVEY-LOGISTIC-proseduurilla, joka käyttää maximum likelihood -menetelmää ja joka ottaa oikeaoppisesti huomioon PISA-otanta-asetelman mukaiset otantapainot, ositteet ja oppilaiden klusteroitumisen kouluihin. Proseduuuri laskee regressiokerrointen estimaattien keskivirheet Taylorin sarjakehitelmään perustuvalla approksimaatiolla. Mallissa olevien tekijöiden merkitsevyydet testattiin Waldin  $\chi^2$ -testisuurella.

Kutakin valittua taustamuuttujaa kokeiltiin aluksi logistisen regression selittävänä muuttujana vuoron perään yksinään. Jos muuttujalla ei ollut tilastollisesti merkitsevää (ts. p-arvo oli suurempi kuin 0,05) yhteyttä erinomaiseen matematiikan osaamiseen, se jätettiin pois jatkotarkasteluista. Tästä esikarsinnasta jatkoon



päässeet muuttajat (vuoden 2015 datassa 55 muuttujaa, vuoden 2003 datassa 29 muuttujaa) asetettiin erinomaisen osaamisen selittäjiksi monimuuttujaiseen regressiomalliin. Tämän jälkeen selittäjien määrää alettiin vähentää taaksepäin askeltaen, kunnes malliin jäi jäljelle vain tilastollisesti merkitseviä ( $p < 0,05$ ) matematiikan erinomaisen osaamisen selittäjiä.

Selittävien muuttujien joukossa on monia keskenään korreloivia muuttujia, mikä voi aiheuttaa ns. multikollineaarisuusongelman. Toisin sanoen on mahdollista, että jokin sinänsä merkityksellinen selittäjä menettää tilastollisen merkitsevyytensä tai sen vaikutus estimoituu virheellisesti sen vuoksi, että samassa mallissa on siihen läheisesti yhteydessä oleva selittäjä. Saatuja tuloksia tuliaan arvioimaan myös mahdollisen multikollineaarisuuden näkökulmasta.

## Tulokset

Vuoden 2015 PISA-aineiston lopulliseen logistiseen regressiomalliin jäi 15 merkitsevää erinomaisen osaamisen selittäjää (taulukko 1). Selittävät muuttujat on järjestetty taulukossa 1 standardoidun regressiokertoimen (Beta) mukaiseen järjestykseen. Odds ratiot eli vetosuhteet on laskettu tavanomaisesta poiketen standardoiduista kertoimista. Siten ne kuvaavat tässä, miten vedonlyöntisuhde (engl. odds, joka itsessään on kahden todennäköisyyden suhde) oppilaan mahdollisuudelle olla erinomainen matematiikan osaaja muuttuu, kun selittävän muuttujan arvo kasvaa yhden keskihajonnan verran. (Tässä on tärkeää välttää yleinen virhetulkinta, jossa vetosuhde ymmärretään kahden todennäköisyyden suhteeksi (ks. esim. Rita 2004). Vetosuhde on kahden todennäköisyyssuhteen suhde, ja sellaisena usein valitettavan hankala tulkittava.)

Logistisen regressioanalyysin mukaan vahvin suoritustason 5 tai 6 saavuttaneita oppilaita muista erotteleva tekijä oli se, että he odottivat merkitsevästi muita useammin saavuttavansa korkean tutkinnon. Tämä ei ole kovin yllättävää; on varsin luonnollista

**Taulukko 1.** PISA 2015 -aineistossa erinomaista matematiikan osaamista tilastollisesti merkitsevästi selittävät muuttujat. Beta = standardoitu regressiokerroin, OR = standardoidulle muuttujalle laskettu vetosuhte

Muuttuja	Regr. kerroin	Keski- virhe	Wald $\chi^2$	P-arvo	Beta	OR
Minkä tutkinnon odotan suorittavani	0,23	0,04	33,82	<0,001	0,39	1,48
Koeahdistus	-0,36	0,05	49,91	<0,001	-0,32	0,73
Tietotekniikan viihdekäyttö	-0,31	0,07	19,91	<0,001	-0,31	0,74
Kirjojen määrä kotona	0,22	0,05	20,08	<0,001	0,30	1,35
Suoritusmotivaatio	0,30	0,06	22,79	<0,001	0,28	1,32
Aamulla ennen koulua: urheilen tai kuntoilen	-0,57	0,12	21,84	<0,001	-0,27	0,76
Montako tuntia viikossa opiskelen matematiikkaa koulun ulkopuolella	-0,10	0,03	8,94	<0,01	-0,24	0,79
Kuinka usein luen tietokirjallisuutta	0,19	0,05	16,99	<0,001	0,23	1,25
Koettu tietotekniikan osaaminen	0,22	0,06	13,07	<0,001	0,20	1,22
Aamulla ennen koulua: vietän aikaa ystävien kanssa	-0,39	0,11	12,17	<0,01	-0,20	0,82
Perheen sosioekonominen asema (ESCS)	0,27	0,10	7,37	<0,01	0,20	1,23
Isän koulutustaso	0,12	0,05	5,93	<0,05	0,18	1,20
Motivaatio PISA-kokeessa	0,17	0,06	7,99	<0,01	0,17	1,18
Itä-Suomesta	-0,50	0,16	9,20	<0,01	-0,15	0,86
Montako tuntia luen päivässä omaksi ilokseni	0,12	0,04	7,57	<0,01	0,15	1,16

olettaa, että opinnoissa hyvin menestyvällä oppilaalla on korkeamat odotukset kuin heikommin menestyvällä oppilaalla. Lisäksi erinomaisen suoritustason oppilaille oli muita tyypillisempää vähäinen koeahdistus (esim. epäonnistumisen ja alisuorittaminen pelko), ja he käyttivät tietokonetta ja muita laitteita pelaamiseen ja muuhun viihteelliseen toimintaan muita vähemmän. Heidän kotiensa kulttuurinen pääoma (kirjojen määrällä mitattuna) oli muita oppilaita korkeampi. Edelleen, parhaiten menestyneiden oppilaiden suoritusmotivaatio oli muita korkeampi. Suoritusmotivaatio liittyy oppilaan kunnianhimoon ja haluun olla paras. Yleisesti suo-

malaisten oppilaiden suoritusmotivaatio oli kansainvälisessä vertailussa hyvin alhainen (Väljærvi 2017). Erinomaisesti menestyneet oppilaat olivat myös muita oppilaita motivoituneempia tekemään parhaansa PISA-kokeessa, mikä luonnollisesti on yksi hyvä koe tulosta selittävä tekijä.

Erikoinen ja vaikeasti selitettävä havainto oli se, että alle suoritustason 5 jääneet oppilaat ilmoittivat harrastavansa aamuin ennen koulun alkua kuntoilua tai urheilua hyvin menestyneitä useammin. Alle tason 5 jääneistä oppilaista 37 prosenttia ilmoitti näin, kun vastaava osuus tasojen 5–6 oppilailla oli 22 prosenttia. Samantapainen yhteys osaamiseen oli myös ajan viettämisellä ystävien kanssa ennen koulun alkua. Erinomaisista osaaajista näin ilmoitti 32 prosenttia, kun muilla tämä osuus oli 52 prosenttia. Tulokset voivat kertoa erinomaisia osaaajia heikommasta motivaatiosta koulunkäyntiä kohtaan, jolloin ajankäytössä priorisoidaan muita elämän osa-alueita. Matematiikan opiskeluun käytetyllä ajalla oli negatiivinen yhteys erinomaiseen PISA-tulokseen. Tulos viitanee siihen, että lahjakkaat oppilaat selviytyvät matematiikan tehtävistä muita ripeämmin tai heikommalla oppilaalla haakeutuvat enemmän matematiikan lisäopetukseen.

Kuten monissa muissakin tutkimuksissa, myös tässä perheen korkea sosioekonominen status liittyi merkittävästi erinomaiseen matematiikan osaamiseen. Myös isän korkea koulutustaso oli merkittävässä yhteydessä erinomaiseen osaamiseen. Väljærven (2017) raportista käy ilmi, että kotitaustalla on vahva yhteys myös suoritusmotivaatioon – korkean sosioekonominen omaavien perheiden nuorilla on parempi suoritusmotivaatio kuin nuorilla, jotka tulevat heikommalla sosioekonominen omaavista perheistä.

Erinomaisesti menestyneiden nuorten kotona on usein myös paljon kirjoja, ja nuorten oma lukuharrastuneisuus näkyy myös matematiikan osaamisessa. Erityisesti tietokirjallisuuden lukeminen selitti merkittävästi erinomaista menestystä matematiikassa, mutta alustavissa muuttujatarkasteluissa nähtiin, että erinomaiset osaaajat lukivat mitä tahansa kaunokirjallisuudesta sarjakuviin ja sanomalehtiin enemmän kuin heikommalla oppilaalla. Kaikenlainen omaksi iloksi tapahtunut lukeminen näytti olevan tyypillisempää

erinomaisille osaajille kuin muille oppilaille. Erinomaisesti menestyneet oppilaat kokivat myös osaavansa tietotekniikkaa paremmin kuin heikommin menestyneet oppilaat. Tietotekniikan viihteellinen käyttö (esim. pelien pelaaminen, netissä surffailu tai videoiden, musiikin tms. lataaminen) oli heillä kuitenkin muita oppilaita harvinaisempaa.

Vuoden 2015 aineiston logistisesta regressiomallista jäivät pois muun muassa oppilaan sukupuoli, erilaiset kodin aineellista elintaso kuvaavat muuttujat, koulussa koettu kiusaaminen ja muuhun kuin matematiikan opiskeluun käytetyn ajan määrä. Erinomaisesti matematiikassa menestyneet oppilaat eivät siis poikenneet merkittävästi muista oppilaista näiden seikkojen suhteen. Sama päti useimpiin koulun ulkopuoliseen toimintaan liittyviin muuttujiin: vertailtaville ryhmille oli keskimäärin yhtä tyypillistä esimerkiksi aterioida kotona, seurustella vanhempien kanssa, tehdä kotitöitä tai koulutehtäviä, katsoa televisiota tai viettää aikaa sosiaalisessa mediassa (näihin aktiviteetteihin päivittäin käytetyn ajan määrää ei kuitenkaan ollut kysytty). Ryhmät eivät eronneet myöskään koulun opetuskielen, asuinkunnan (kaupunki/maalaiskunta) tai maantieteellisen alueen suhteen, pois lukien Itä-Suomi, jossa erinomainen osaaminen oli syystä tai toisesta muita alueita harvinaisempaa. Itä-Suomi menestyi PISA 2015 -tuloksissa yleensäkin heikosti kaikilla sisältöalueilla, ja etenkin ero pääkaupunkiseutuun oli merkittävä (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016).

Taulukossa 1 esitetystä mallissa ei ole ennako-odotusten kanssa ristiriitaisia tai vaikeasti ymmärrettäviä tuloksia, ennen koulua tapahtuvan kuntoilun tai urheilun vaikutusta ehkä lukuun ottamatta. Vaikka selittävien muuttujien välillä on korrelaatioita, merkkejä vakavasta ja tulkintoja sekoittavasta multikollineaarisuusongelmasta ei ole nähtävissä. Osa kokeilluista kodin aineellista elintasoa mittaavista muuttujista jäi toki pois mallista sen vuoksi, että ne kietoutuvat jo mallissa oleviin, osaamisen kanssa vahvemmassa yhteydessä oleviin muuttujiin, kuten yleinen sosioekonominen asema ESCS, isän koulutustaso ja kirjojen määrä kotona.

Vuoden 2003 lopulliseen logistiseen regressiomalliin jäi 14 merkittävää matematiikan erinomaisen osaamisen selittäjää (tauluk-

**Taulukko 2.** PISA 2003 -aineistossa erinomaista matematiikan osaamista tilastollisesti merkittävästi selittävät muuttujat. Beta = standardoitu regressiokerroin, OR = standardoidusta muuttujasta laskettu vetosuhte

Muuttuja	Regr. kerroin	Keski- virhe	Wald $\chi^2$	P-arvo	Beta	OR
Minkä tutkinnon odotan suorittavani	0,46	0,05	98,43	<0,001	0,46	1,59
Suoritusmotivaatio	0,36	0,04	90,74	<0,001	0,36	1,43
Kuinka usein luen kaunokirjallisuutta	0,22	0,03	45,04	<0,001	0,29	1,34
Kirjojen määrä kotona	0,23	0,04	33,19	<0,001	0,29	1,34
Koettu tietotekniikan osaaminen	0,29	0,06	21,76	<0,001	0,29	1,33
Montako tuntia viikossa käytän opiskeluun	-0,05	0,01	35,40	<0,001	-0,28	0,75
Perheen sosioekonominen asema (ESCS)	0,28	0,06	22,75	<0,001	0,23	1,26
Sukupuoli poika	0,45	0,10	21,99	<0,001	0,22	1,25
Tietotekniikan viihdekäyttö	-0,24	0,06	14,97	<0,001	-0,20	0,82
Ruotsinkielinen koulu	-0,40	0,10	14,92	<0,001	-0,17	0,85
Motivaatio PISA-kokeessa	0,08	0,02	12,61	<0,001	0,17	1,18
Maahanmuuttajatausta	-1,29	0,40	10,45	<0,01	-0,17	0,85
Koulusta myöhästely	-0,16	0,05	10,83	<0,01	-0,14	0,87
Montako tuntia viikossa opiskelen matematiikkaa koulun ulkopuolella	0,08	0,04	4,73	<0,05	0,09	1,10

ko 2). Näistä 8 oli samoja kuin vuoden 2015 mallissa. Myös vuoden 2003 analyysissä oppilaan odottama koulutustaso oli voimakkaimmin parhaiten suoriutuneita oppilaita luonnehtiva tekijä. Muita molempina vuosina merkittäviä erinomaisen osaamisen taustatekijöitä olivat oppilaan suoritusmotivaatio (kunnianhimo), motivaatio PISA-kokeessa, kirjojen määrä kotona, perheen korkea sosioekonominen asema sekä oppilaan hyvä tietotekninen osaaminen, johon yhdistyy verraten vähäinen tietotekniikan viihdekäyttö. Myös matematiikan opiskeluun käytetty aika oli nyt selitysmallissa mukana, mutta sen vaikutus oli positiivinen toisin kuin vuonna 2015. Toisaalta vuoden 2003 malliin nousi mukaan opiskelijan

yleensä opiskeluun käyttämä aika negatiivisena tekijänä. Siten vuonna 2003 erinomaisesti matematiikassa menestyneille opiskelijoille oli tyypillistä, että he eivät välttämättä käyttäneet koulutyöhön kokonaisuutena paljon aikaa, mutta tästä ajasta verraten suuri osa liittyi nimenomaan matematiikan opiskeluun. Tässä voisi ajatella, että opiskeluun käytettyä aikaa mittaavien muuttujien vastakkaissuuntaiset vaikutukset olivat seurausta niiden multikollinearisuudesta, mutta lisätarkastelut osoittivat, ettei näin ollut asianlaita. Muuttujien korrelointi oli heikkoa (0,06), eivätkä niiden regressiokertoimet muuttuneet olennaisesti sen mukaan, olivatko ne mallissa yhdessä vai erikseen. Lukemisharrastus liittyi erinomaiseen osaamiseen myös vuoden 2003 mallissa, mutta tuolloin sitä edusti kaunokirjallisuuden lukeminen, jonka vaikutus oli muita lukemisen muotoja merkitsevempi.

Toisin kuin vuonna 2015, vuonna 2003 erinomaiseen matematiikan osaamiseen liittyi oppilaan sukupuoli ja kielitausta. Vuonna 2003 pojat ja suomenkielisten koulujen oppilaat olivat yliedustettuja erinomaisten osaajien joukossa. Tämä on linjassa matematiikan kansallisten PISA-tulosten kanssa: kun vuonna 2003 pojat olivat merkitsevästi parempia kuin tytöt ja suomenkielisten koulujen oppilaat olivat merkitsevästi parempia kuin ruotsinkielisten koulujen oppilaat, nämä erot olivat kutistuneet huomattavasti ja kääntyneet päinvastaisiksi vuonna 2015 (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016).

Vuoden 2003 aineistossa merkitseviä tekijöitä olivat myös oppilaan maahanmuuttajatausta ja koulusta myöhästely, joilla molemmilla oli negatiivinen yhteys erinomaiseen osaamiseen. Niiden yhteys osaamiseen oli samansuuntainen myös vuonna 2015, mutta heikompi kuin vuonna 2003. Siten ne eivät jääneet PISA 2015-aineiston monimuuttujaiseen regressiomalliin merkitseviksi selittäjiksi. Vuonna 2003 erinomaisissa osaajissa oli maahanmuuttajataustaisia oppilaita vain 0,7 prosenttia, kun vuonna 2015 heitä oli 2,0 prosenttia. Toki tähän vaikuttaa myös maahanmuuttajataustaisen kasvanut osuus Suomen peruskouluissa: muiden kuin erinomaisten osaajien joukossa maahanmuuttajataustaisia oli 2,2 prosenttia vuonna 2003, kun vuonna 2015 heitä oli 4,2 prosenttia.

Niistä muuttujista, jotka esiintyivät sekä PISA 2003- että PISA 2015 -aineistoissa, isän koulutustasolla ja oppilaan asuinpaikalla oli merkitystä vain vuonna 2015. Vuonna 2003 matematiikan osaamisessa ei havaittu mitään alueellisia eroja. Isän koulutuksella oli yhteys oppilaan tulokseen jo vuonna 2003, mutta se ei ollut niin vahva kuin 12 vuotta myöhemmin. Suomalaislasten vanhempien keskimääräinen koulutustaso on kohonnut selvästi vuosien mittaan. Samalla on havaittu, että matalimmin koulutettujen vanhempien lasten oppimistulokset ovat aikaisempaa heikompia (Kirjavainen & Pulkinen 2017). Tämän kehityksen taustalla olevista tekijöistä ei ole tutkittua tietoa, mutta joka tapauksessa näyttää ilmeiseltä, että vanhempien koulutustason (tämän artikkelin tapauksessa isän koulutustaso) yhteys lapsen koulusaavutuksiin on kasvamassa.

## Yhteenveto ja pohdinta

Tässä artikkelissa on kuvattu erinomaisten matematiikan osaajien määrän ja osaamistason laskua sekä selvitetty, millaiset taustamuutokset selittävät merkittävästi matematiikan erinomaista osaamista PISA 2015 -aineistossa. Toisin sanoen artikkelissa perehdyttiin erinomaiselle matematiikan osaajalle ominaisiin piirteisiin. Lisäksi tuloksia verrattiin PISA 2003 -aineiston vastaaviin muuttujiin.

Sekä vuoden 2015 että vuoden 2003 aineistoista hyvää osaamista selittäviksi tekijöiksi nousivat korkea tutkintotavoite, oppilaan kunnianhimo ja halu olla paras, kodin korkea sosioekonomia, lukuharrastuneisuus, kirjojen määrä kotona ja tietotekniikan osaaminen, mutta sen vähäinen käyttäminen viihdemielessä. Vuoteen 2003 verrattuna vuoden 2015 aineistossa ei enää kuitenkaan erottunut merkittävänä selittäjänä kieli (ruotsi/suomi), suku- tai maahanmuuttajatausta, mutta sen sijaan erinomainen matematiikan osaaja ei todennäköisesti ole Itä-Suomesta. Alueelliset ja kulttuuriset taustat ja niiden yhteys matematiikan erinomaiseen osaamiseen ovat hyvin linjassa PISA-tutkimuksen kokonaistulosten kanssa (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016).

Hyvin menestyvät oppilaat ovat tiedonjanoisia sekä uteliaita hyvin monenlaisten asioiden suhteen ja haluavat etsiä lisätietoa itseä kiinnostavista aiheista (Salmela & Uusiautti 2015). Matematiikan harrastuneisuutta ei näkynyt erinomaisten matematiikan osaajien osaamistason selittäjissä, mutta tietokirjojen lukeminen oli merkitsevästi yleisempää hyvin menestyneillä oppilailta. Muutenkin erinomaisesti menestyneet oppilaat lukivat enemmän mitä tahansa kirjallisuutta keskimuotoisemmin menestyneisiin ikätovereihinsa verrattuna.

Lukuisten ulkomaisten tutkimusten tavoin myös tässä kotitautalla näyttäisi olevan vahva yhteys matematiikan erinomaiseen osaamiseen. Korkea sosioekonomia selittää merkitsevästi erinomaista suoriutumista matematiikassa, mutta toisaalta korkean sosioekonomian omaavista perheistä tulevilla nuorilla on myös muita korkeampi suoritusmotivaatio (Väljærvi 2017), joka taas tämän tutkimuksen valossa näyttäisi olevan yksi erinomaista suoriutumista parhaiten selittävistä tekijöistä. Erinomainen matematiikan osaaja odotti suorittavansa korkean tutkinnon myös muita useammin. Lisäksi isän korkea koulutustaso ennusti erinomaista matematiikan osaamista. Nämä kaikki kytkeytyvät toisiinsa. Korkean sosioekonomian kodeissa nuoret saavat enemmän tukea koulunkäyntiinsä (Väljærvi 2017), joka siivittää nuoret parempiin oppimistuloksiin.

Erinomaiset oppilaat käyttivät opiskeluun (ja vuoden 2015 aineistossa nimenomaan matematiikan opiskeluun koulun ulkopuolella) vähemmän aikaa kuin muut. Tämä selittyy sillä, että etevä oppilas selviytyy kotitehtävistä ripeämmin kuin heikompi oppilas eikä tarvetta lisä- tai tukiopetukselle koulun ulkopuolella ole. Voidaan kysyä, onko koulun matematiikan opetuksen vaatimustasossa tapahtunut muutoksia, jolloin matematiikan opiskelu ei vaadi yhtä paljon ajankäyttöä etevältä oppilaalta kuin ennen. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet ovat ainakin muuttuneet vuosien 2003 ja 2015 välillä. Matematiikka-aiheisia tai muita oppiainekohtaisia kerhoja tai muuta ohjattua toimintaa, joka kasvattaisi opiskeluun käytettyä aikaa, on tarjolla Suomessa vähän. Voi siis olla niin, että erinomaisetkaan matematiikan osaajat eivät



erityisesti harrasta matematiikkaa. Koulun ulkopuolella opiskelu käsittää lähinnä kotitehtävien tekemisen sekä sellaisen tuki- tai lisäopetuksen, joka ei ole koulun toimintaa.

Suomalaisessa opetuskuulttuurissa periaatteena on ollut yleisesti pitää huolta heikoista oppilaista ja oppilaista, joilla on oppimisvaikeuksia (Tirri & Kuusisto 2013). Suomessa ei ole mitään koulutuspoliittisia linjauksia lahjakkaille oppilaille, mutta myös heidän huomioon ottaminen olisi tärkeää. Hyvin pärjäävät oppilaat tarvitsevat tukea kehittääkseen osaamistaan parhaalla mahdollisella tavalla, ja opetuksessa tulisi tarjota myös hyvälle osaajalle mielekästä tekemistä mielenkiinnon ja motivaation ylläpitämiseksi. Opettajalla ei kuitenkaan ole välttämättä aikaa tai keinoja eriyttää opetustaan riittävästi ylöspäin. Opettajankoulutuksessa ja täydennyskoulutuksella opettajille voitaisiin tarjota heidän tarvitsemaansa tukea menestyvien oppilaiden eriyttämisessä ja tehokkaammassa opetuksessa (Laine & Tirri 2016).

Suomen matematiikan osaamisen tulokset PISA-tutkimuksessa ovat laskeneet vuoden 2009 jälkeen. Erityisesti erinomaisten matematiikan osaajien osuus on laskenut huomattavasti kahdessatoista vuodessa, kun verrataan vuoden 2003 matematiikan PISA-tuloksia vuoden 2015 tuloksiin (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016, 40). Kehityssuunta on huolestuttava, koska matematiikan osaajia tarvitaan nyt ja tulevaisuudessa. Teknillisten yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen opettajat kertovat aloittavien opiskelijoiden aiempaa heikommista matematiikan taidoista, ja opetuksessa joudutaan lähtemään liikkeelle peruslaskutoimituksista (mm. Rantanen 2016). Vahvaa matematiikan osaamista tarvitaan useilla eri aloilla. Ei ainoastaan teknologia-aloilla, mutta myös hyvinvointialalla esimerkiksi lääkelaskennassa ja liiketalouden laskentatoimessa matematiikan hallinta on välttämätöntä. Viimeaikaisen kehityksen perusteella on syytä kysyä, riittääkö tulevaisuudessa näille aloille kyvykkäitä työntekijöitä. Suomalaisen peruskoulun korkea taso ja koulutuksen laatu ovat tärkeitä säilyttäjä. Laadukkaalla peruskoulutuksella luodaan eväät peruskoulun jälkeiseen elämään ja vakaa pohja jatkokoulutukselle.

## Lähteet

- Anttonen, R. G. 1969. A longitudinal study in mathematics attitude. *The Journal of Educational Research*, 62 (10), 467–471.
- Baye, A. & Monseur, C. 2016. Gender differences in variability and extreme scores in an international context. *Large-scale Assessments in Education*, 4 (1), 1.
- Fennema, E. H. & Sherman, J. A. 1978. Sex-related differences in mathematics achievement and related factors: A further study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 189–203.
- Grootenboer, P. & Hemmings, B. 2007. Mathematics performance and the role played by affective and background factors. *Mathematics Education Research Journal*, 19 (3), 3–20.
- Hannula, M. S., Bofah, E. A., Tuohilampi, L. & Metsämuuronen, J. 2014. A longitudinal analysis of the relationship between mathematics-related affect and achievement in Finland. *Proceedings of the Joint Meeting of PME*, Vol. 38, 249–256.
- Hyde, J. S., Fennema, E., Ryan, M., Frost, L. A. & Hopp, C. 1990. Gender comparisons of mathematics attitudes and affect. *Psychology of women quarterly*, 14 (3), 299–324.
- Kirjavainen, T. & Pulkkinen, J. 2017. PISA-tulokset heikentyneet huippuvuosista – kuinka paljon ja mistä se voisi johtua? *Talous & Yhteiskunta*, 2017: 3.
- Kupari, P. 2007. Tuloksia peruskoulunuorten asenteista ja motivaatiosta matematiikkaa kohtaan PISA 2003 -tutkimuksessa. *Kasvatus: Suomen kasvatustieteellinen aikakauskirja* 38, (2007): 4.
- Kupari, P. & Nissinen, K. 2015. Matematiikan osaamisen taustatekijät. Teoksessa J. Välijärvi, P. Kupari, A. Ahonen, I. Arffman, H. Harju-Luukkainen, K. Leino, M. Niemivirta, K. Nissinen, K. Salmela-Aro, M. Tarnanen, H. Tuominen-Soini, J. Vetterranta & R. Vuorinen (toim.) Millä eväillä osaaminen uuteen nousuun? PISA 2012 tutkimustuloksia Helsinki: Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2015: 6, 10–27.
- Kupari, P., Välijärvi, J., Andersson, L., Arffman, I., Nissinen, K., Puhakka, E. & Vetterranta, J. 2013. PISA 12 Ensituloksia. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2013:20.
- Kupari, P., Välijärvi, J., Linnakylä, P., Reinikainen, P., Brunell, V., Leino, K., Sulkunen, S., Törnroos, J., Malin, A. & Puhakka, E. 2004. Nuoret osajat. PISA 2003 -tutkimuksen ensituloksia. Jyväskylä: Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Laine, S. & Tirri, K. 2016. How Finnish elementary school teachers meet the needs of their gifted students. *High Ability Studies*, 27 (2), 149–164.
- Lamb, S. & Fullarton, S. 2002. Classroom and school factors affecting mathematics achievement: A comparative study of Australia and the United States using TIMSS. *Australian Journal of education*, 46 (2), 154–171.
- Leikin, R. 2014. Giftedness and high ability in mathematics. Teoksessa S. Lerman (toim.) *Encyclopedia of mathematics education*. Springer Netherlands. 247–251.

- Ma, X. 1997. Reciprocal relationships between attitude toward mathematics and achievement in mathematics. *The Journal of Educational Research*, 90 (4), 221–229.
- OECD. 2009. PISA Data Analysis Manual. SAS Second Edition. Paris: OECD Publishing.
- OECD. 2016. PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education. Paris: OECD Publishing.
- OECD. 2017. PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving. Paris: OECD Publishing.
- Preckel, F., Goetz, T., Pekrun, R. & Kleine, M. 2008. Gender differences in gifted and average-ability students: Comparing girls' and boys' achievement, self-concept, interest, and motivation in mathematics. *Gifted Child Quarterly*, 52 (2), 146–159.
- Rantanen, A. 2016. Matematiikan kanssa kipuillaan korkeakouluissa: "Huterat perustukset kaatavat koko seinän". YLE Uutiset 25.4.2016. <https://yle.fi/uutiset/3-8834799>. (Luettu 20.9.2017.)
- Rita, H. 2004. Vetosuhde (odds ratio) ei ole todennäköisyyksien suhde. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2004, 207–212.
- Roznowski, M., Hong, S. & Reith, J. 2000. A further look at youth intellectual giftedness and its correlates: Values, interests, performance, and behavior. *Intelligence*, 28 (2), 87–113.
- Rutkowski, L., Gonzalez, E., Joncas, M. & von Davier, M. 2010. International large-scale assessment data: issues in secondary analysis and reporting. *Educational Researcher*, 39 (2), 142–151.
- Salmela, M. & Määttä, K. 2015. Even the best have difficulties: A study of Finnish Straight-A graduates' resource-oriented solutions. *Gifted Child Quarterly*, 59 (2), 124–135.
- Salmela, M. & Uusiautti, S. 2015. A positive psychological viewpoint for success at school—10 characteristic strengths of the Finnish high-achieving students. *High Ability Studies*, 26 (1), 117–137.
- Sternberg, R. J. & Davidson, J. E. (toim.) 2005. *Conceptions of giftedness*. New York: Cambridge University Press.
- Suárez-Álvarez, J., Fernández-Alonso, R. & Muñiz, J. 2014. Self-concept, motivation, expectations, and socioeconomic level as predictors of academic performance in mathematics. *Learning and Individual Differences*, 30, 11–123.
- Tirri, K. & Kuusisto, E. 2013. How Finland serves gifted and talented pupils. *Journal for the Education of the Gifted*, 36 (1), 84–96.
- Vettenranta, J., Hiltunen, J., Nissinen, K., Puhakka, E. & Rautopuro, J. 2016. Lapsuudesta eväät oppimiseen: neljännen luokan oppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen: kansainvälinen TIMSS-tutkimus Suomessa. Jyväskylä: Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Vettenranta, J., Välijärvi, J., Ahonen, A., Hautamäki, J., Hiltunen, J., Leino, K., Lähteinen, S., Nissinen, K., Nissinen, V., Puhakka, E., Rautopuro, J. & Vainikainen, M-P 2016. PISA 15 Ensituloksia. Huipulla pudotuksesta huolimatta. Helsinki: Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:41.

- Väljjarvi, J. 2017. PISA 2015: oppilaiden hyvinvointi. Jyväskylä: Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Wu, M. 2005. The role of plausible values in large-scale surveys. *Studies in Educational Evaluation*, 31, 114–128.

## 10. Tyttöjen ja poikien väliset osaamiserot matematiikassa

### Johdanto

Vuoden 2015 PISA-tutkimuksessa tytöt menestyivät ensimmäistä kertaa poikia paremmin matematiikassa. Edellisessä PISA-tutkimuksessa sukupuolten välillä ei ollut eroa, ja tätä ennen pojat olivat menestyneet tyttöjä paremmin (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). Useissa maissa poikien osaaminen on edelleen tyttöjen osaamista parempaa, sillä Suomen lisäksi ainoastaan kahdeksassa PISA-tutkimukseen osallistuneessa maassa osaamisero oli tyttöjen hyväksi (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). Suomessa sukupuolierot ja niiden muutokset tulivat esille myös siten, että poikien osuus oli heikosti suoriutuvien joukossa suurempi kuin tyttöjen. Vuodesta 2003 vuoteen 2015 poikien osuus on kasvanut heikoimmin osaa- vien joukossa ja vähentynyt huippuosaajien joukossa verrattuna tyttöihin (OECD 2016b). Suomalaisen tyttöjen paremmuus matematiikan osaamisessa suhteessa poikiin tuli esille myös neljäsluokkalaisia koskevassa TIMSS 2015 -tutkimuksessa. Vuodesta 2011 vuoteen 2015 poikien osaaminen on heikentynyt selvästi enemmän kuin tyttöjen osaaminen (Vettenranta, Hiltunen, Nissinen, Puhakka & Rautopuro 2016).

## Tyttöjen ja poikien väliset osaamiserot matematiikassa

Aiemmat tutkimustulokset tyttöjen ja poikien välisistä eroista matematiikan osaamisessa ovat ristiriitaisia. Tämä saattaa selittyä sillä, että tutkimuksissa tutkittavien ikä, matemaattinen sisältö, käytetyt tehtävätyypit tai analyysimenetelmät vaihtelevat. Esimerkiksi aihetta käsittelevissä meta-analyyseissä sukupuolten välisen eron on toisaalta raportoitu olevan olematon koko koulupolun ajan (Hyde, Lindberg, Linn, Ellis & Williams 2008), tai toisaalta eron on havaittu kasvavan olemattomasta hieman poikien eduksi edettäessä koulupolkua yläkouluun (Lindberg, Hyde, Petersen & Linn 2010). Tutkimusyhteenvedoissa ei ole löydetty systemaattista sukupuolten välistä osaamiseroa keskiarvotasolla (Hyde ym. 2008; Lindberg ym. 2010), mutta poikien osaamisessa on havaittu olevan jossain määrin tyttöjä enemmän vaihtelua (mm. Hyde ym. 2008). Tehdyissä tutkimusyhteenvedoissa ei ole onnistuttu luotettavasti analysoimaan tehtävätyyppien vaikutusta mahdollisiin sukupuolten välisiin eroihin, koska käytetyt tehtävätyypit vaihtelevat tutkimuksittain (Hyde ym. 2008) tai analyyseissä eroja on löydetty vain muutamasta yksittäisestä tutkimusraportista (Lindberg ym. 2010). Tehtävätyyppitarkastelujen tuloksia voi vääristää (suuntaan tai toiseen) se, että nuorista tytöt näyttäisivät valitsevan poikia vähemmän soveltavia matematiikan ja luonnon-tieteiden kursseja eli tutkimuksissa voi olla otosvirhettä (Hyde ym. 2008; Lindberg ym. 2010).

Vuoden 2003 TIMSS ja PISA -aineistoihin perustuvassa kansainvälisessä tarkastelussa sukupuolten välinen osaamisero ei ollut merkitsevä keskiarvotasolla, mutta poikien osaamisessa oli enemmän vaihtelua (Else-Quest, Hyde & Linn 2010). Vuosien 2000, 2003, 2006 ja 2009 kansainvälisissä PISA-yhteenvedoissa poikien osuuden on huomattu olevan tyttöjä suurempi niin heikoimmin kuin parhaiten suoriutuvien joukossa (Stoet & Geary 2013). Tarkemmassa PISA-tarkastelussa ero poikien eduksi on näkynyt muun muassa 1) positiivisemmissä asenteissa ja arvostuksessa matematiikkaa kohtaan (”tarvitsen hyviä matematiikan taitoja saadakseni työn, jonka haluan”), 2) minäpystyvyydessä (”opin no-

peasti asioita matematiikassa”) sekä 3) sellaisissa tehtävissä, joissa on edellytetty spatiaalisia taitoja (Else-Quest ym. 2010).

Perustutkimuksissa, joissa sukupuolieroja on tarkasteltu varhaisissa numeerisissa taidoissa tai peruslaskutaidoissa, selkeitä osaamiseroja ei ole löydetty. Sen sijaan sisältöjen vaikeutuessa, laskuvaiheiden monimutkaistuesssa ja tehtävyyppien muuttuessa yhä enemmän ongelmanratkaisun suuntaan eroja on löydetty. Esimerkiksi lukujonotaidoissa, lukumäärän laskemisen taidoissa, lukukäsitteen ymmärryksessä sekä yksinkertaisissa sanallisissa ja symbolisissa yhteen- ja vähennyslaskutaidoissa ei näyttäisi olevan selkeää eroa tyttöjen ja poikien välillä esiopetusvaiheessa (Aunio & Niemivirta 2010). Näyttäisi kuitenkin siltä, että poikien osaamisessa olisi enemmän vaihtelua kuin tyttöjen osaamisessa (Aunola, Leskinen, Lerkkanen & Nurmi 2004). Vaikka varhaisilta taidoiltaan heikkojen lasten joukossa on joissakin tutkimuksissa osoitettu olevan enemmän poikia, tämä ylliedustus näyttäisi häviävän siirryttäessä kouluun (Lachance & Mazzocco 2006). Lukuisissa muissa pitkäaikaistutkimuksissa, joissa on seurattu varhaisten taitojen kehitystä esiopetusiästä koulupolun alkuvaiheeseen, selkeitä sukupuolten välisiä eroja ei näyttäisi löytyvän (mm. Aunola ym. 2004; Duncan ym. 2007; Jordan, Kaplan, Nabors Oláh & Locuniak 2006; Jordan, Kaplan, Locuniak & Ramineni 2007; Lepola, Niemi, Kuikka & Hannula 2005; Mazzocco & Thompson 2005). Niiden lasten joukossa, joilla on haasteita matematiikan oppimisessa tai on jo todettu matematiikan oppimisvaikeus, selkeää tyttöjen tai poikien ali- tai ylliedustusta ei näyttäisi edelleenkään löytyvän (mm. Devine, Soltész, Nobes, Goswami & Szücs 2013).

Tarkasteltaessa perustutkimuksia, joissa arvioidaan monipuolisesti matematiikan eri osataitoja, sukupuolten välillä näyttäisi olevan eroa ennemmin poikien kuin tyttöjen eduksi. Esimerkiksi arvioitaessa kattavasti ikä- ja koululuokkatasolle ominaisia matemaattisia taitoja (mm. numeerisia perustaitoja, aritmetiikkaa, geometriaa ja mittaamista) tyttöjen lähtötason on osoitettu olevan ennen kouluikää heikompi kuin poikien, ja tyttöjen osaamisen kasvun on osoitettu olevan hitaampaa kuin poikien lasten edetessä koulupolkua viidennelle luokalle saakka (mm. Morgan, Farkas &

Wu 2009). Poikien on myös havaittu olevan tyttöjä parempia päätelyä vaativissa tehtävissä ja nopeaa aritmetiikan laskutaitoa vaativissa tehtävissä (mm. Grabowska 2017). Myös strategiataidoissa ja -valinnoissa on havaittu olevan eroa sukupuolten välillä. Poikien on havaittu tukeutuvan automatisoituneeseen muistista hakuun tyttöjä enemmän ja tyttöjen taas tukeutuvan konkreettisiin laskettaviin materiaaleihin useammin kuin poikien (Carr & Davis 2001; Carr, Steiner, Kyser & Biddlecomb 2008; Grabowska 2017). Myös vaativammissa ongelmanratkaisutehtävissä nuorten välillä on havaittu sukupuolieroja. Pojat näyttäisivät valitsevan tyttöjä todennäköisemmin tarkoituksenmukaisia ratkaisustrategioita, ja sen lisäksi ero tyttöihin näyttäisi olevan suurin tehtävissä, joissa edellytetään spatiaalisia taitoja tai monivaiheisia ratkaisupolkuja. Sen sijaan sukupuolten välinen ero on pienempi tehtävissä, joissa vaaditaan verbaalisia taitoja (Gallagher ym. 2000).

## Matematiikan osaamista selittävät tekijät

On näyttöä siitä, että monimutkaisten tehtävien ratkaisuprosessit (tehtävät, jotka sisältävät eri tehtävävaiheita) kuormittavat työmuistia (Geary 2004, 2011; von Aster & Shalev 2007). Jos tehtävät vaativat (mielessä) laskemista (Krajewski & Schneider 2009) tai aritmeettisen tehtävän ratkaisun (tai useiden peräkkäisten tehtävien ratkaisujen) nopeaa muistista hakua, muun muassa kielellisen työmuistin vaade ratkaisuprosesseissa on ilmeinen (Hecht 2002). Yhteys työmuistin ja tehtävissä suoriutumisen tason välillä näyttäisikin olevan vahvempi arvioitaessa matematiikan taitoja laajemmin kuin arvioitaessa vain kapea-alaisesti jotakin yksittäistä osataittoa (Geary 2011). Tiedon soveltamista vaativissa ongelmanratkaisutehtävissä työmuistikapasiteetti on jatkuvassa käytössä tehtävyyttä, arkielämäkontekstin, matemaattisen kielen ja tiedon tulkinnan sekä sen käytön prosessoinnin suhteen (Swanson & Fung 2016). Monivaiheiset ja usein jopa monimutkaisen semanttisen rakenteen sisältävät sanalliset ongelmanratkaisutehtävät edellyttävät metakognitiivisia taitoja (mm. Flavell 1979) sekä itsesääätelytaitoja (mm. Montague 2008). Näillä taidoilla tarkoitetaan kykyä ylläpi-



tää mielessä, mitä tehtävässä tulee tehdä ensin ja mitä seuraavaksi, sekä kykyä valita tehtäviin kulloinkin sopivia ratkaisustrategioita ja kontrolloida eri ratkaisuvaiheita. Näillä taidoilla tarkoitetaan myös kykyä tarvittaessa korjata omaa toimintaa ratkaisuprosessien aikana ja arvioida omien strategiavalintojen ja vastausten oikeellisuutta sekä todellisuutta. Mikäli tehtäväohjeistus sisältää paljon tekstiä ja vaikeita semanttisia rakenteita, tehtävä edellyttää luetun ymmärtämisen taitoa, jota puolestaan selittää vahvimmin lukemisen sujuvuuden taso (mm. Aro, Huemer, Heikkilä & Mönkkönen 2011; katso myös: Torppa, Eklund, Sulkunen, Niemi & Ahonen 2017). Mayer (1998) on hyvin tiivistänyt, että onnistunut ongelmanratkaisu vaatii 1) kognitiivisia taitoja (mm. perustaidot eli sujuvan peruslasku- ja lukutaidon sekä informaation prosessoinnin taidon), 2) metakognitiivisia taitoja (mm. luetun ymmärtämisen, kirjoittamisen ja matematiikan strategiataidot) sekä 3) motivaatiota (mm. kiinnostus ja minäpystyvyyt).

Oppilaat, joilla on matematiikan oppimisen haasteita, näyttävät ratkaisevan tehtäviä varsin impulsiivisesti, virheherkästi ja ilman valitsemiensa ratkaisukeinojen tai saamiensa vastausten oikeellisuuden arvioimista tai korjaamista. Näillä oppilailta näyttäisi olevan vaikeuksia peruslaskutaidoissa (Geary 2011), mutta myös monivaiheisissa tehtävissä (mm. Fuchs & Fuchs 2002) sekä matemaattisen käsitteistön ja tehtäväkielen ymmärryksessä, jotka erityisesti näkyvät vaikeuksina sanallisissa ongelmaratkaisu-tehtävissä (Bryant, Bryant & Hammill 2000; Fuchs & Fuchs 2002). Onkin selvää, että monivaiheinen tehtävä vie paljon aikaa, jos peruslaskutaito ei ole automatisoitunut ja valitut strategiat eivät ole soveliaita esitettyyn tehtävään tai tehtävän sisältämien käsitteiden ymmärtämisessä ja mielessä pitämisessä on hankaluutta (esim. Rosenzweig, Krawec & Montague 2011).

## Tämän tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella tarkemmin, millä tavalla sukupuolten välinen ero PISA-matematiikassa mahdollisesti selittyy lukutaidon tasolla, koska tytöt näyttäisivät olevan

lukutaidoltaan poikia parempia (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016; ks. myös Torppa ym. 2017; Quinn & Wagner 2015). Aikaisemmissa tutkimusyhteenvedoissa on osoitettu, että sukupuolten välillä ei näyttäisi olevan eroa keskiarvotasolla (Else-Quest ym. 2010; Hyde ym. 2008; Lindberg ym. 2010), mutta sukupuolten välisen eron suuruus saattaisikin vaihdella eri kohdissa jakaumaa niin lukemisessa (Arnett ym. 2017; Stoet & Geary 2013; Quinn & Wagner 2015) kuin matematiikassakin (Devine ym. 2013; Stoet & Geary 2013). On myös tärkeää tarkastella mahdollisia eroja heikoimmin suoriutuvien joukossa, koska viimeisimmät PISA- ja TIMSS-tutkimukset antoivat huolestuttavia viitteitä laskevista trendeistä matematiikassa ja koska perustutkimuskin osoittaa, että heikko osaaminen on suhteellisen pysyvää (Mazzocco & Räsänen 2013). Tässä tutkimuksessa tarkastellaan, onko sukupuolten raportoitu ero nähtävissä kaikilla suoritustasoilla ja onko ero aina samansuuntainen. Tämä tarkastelu tuo lisäarvoa tuen suunnittelua ajatellen niin heikkojen osaajien kuin hyvien osaajien osalta (vrt. Stoet & Geary 2013). Lisäksi tässä tutkimuksessa tarkastellaan sukupuolten välisiä eroja eri tehtävätyyppien välillä.

Tutkimuskysymykset ovat:

- 1) Voidaanko sukupuolten välistä eroa matematiikan osaamisessa selittää lukutaidolla?
- 2) Onko sukupuolten välinen ero samankaltainen eri matematiikan suoritustasoilla?
- 3) Miten sukupuolten välinen ero tulee esille eri matematiikan sisältöalueilla ja tehtävätyypeittäin tarkasteltuna?

## Menetelmä

Suomessa PISA 2015 -tutkimukseen osallistui 5 882 oppilasta (2 863 tyttöä ja 3 019 poikaa). Ensimmäiseen ja toiseen tutkimuskysymykseen vastattaessa analyyseissa käytettiin muuttujina matematiikan ja lukutaidon PISA-pistemääriä sekä sukupuolta. Matematiikan, lukutaidon ja sukupuolen välistä yhteyttä tarkasteltiin polkumallilla, jossa riippumattomana muuttujana oli sukupuoli,

riippuvana muuttujana matematiikan pistemäärä ja mediaattorina (välttävänä tekijänä) lukutaidon pistemäärä. Analyyseissa on käytetty PISA-aineistossa olevia kymmentä matematiikan ja lukutaidon PISA-pistemäärää kuvaavaa muuttujaa (plausible value) sekä painokertoimia (oppilaspaino ja keskivirheen laskentaan tarkoitetut painokertoimet, replicate weights). Parametrit on estimoitu suurimman uskottavuuden menetelmällä (Maximum Likelihood, ML). Aineiston analysoinnissa on käytetty Mplus 7.4 ohjelmaa (Muthén & Muthén 1998–2015). Sukupuolten välisiä eroja matematiikan ja lukutaidon osaamisjakaumassa tarkasteltiin keskiarvoeroina prosenttileittäin ja matematiikassa myös prosenttiosuuksina suoritus-tasoittain (OECD 2016b).

Kolmanteen tutkimuskysymykseen vastattaessa analyyseissa tarkasteltiin matematiikan tehtäväkohtaisia osaamisprosentteja sukupuolittain. Koska PISA-tutkimuksen tarkoituksena ei ole arvioida yksittäisen oppilaan osaamista, tutkimukseen osallistuvat oppilaat eivät vastaa kaikkiin yksittäisiin tehtäviin, vaan tehtävät rotatoidaan ennalta laaditun asetelman mukaisesti. Näin ollen analysoinnin kohteena olevien tehtävien vastausmäärät vaihtelivat tehtäväkohtaisesti noin 500 vastauksesta 710 vastaukseen. Tämän menettelyn etu on se, että nuorten osaamista voidaan kartoittaa suuremmalla määrällä erilaisia tehtäviä, jolloin kansallisella tasolla voidaan tehdä luotettavampia päätelmiä nuorten osaamisesta. Menettelyllä vältytään myös kuormittamasta yksittäistä oppilasta liikaa.

PISA-tutkimuksessa matematiikan arvioinnissa tehtäviä on jaoteltu sen mukaan, millaisia matemaattisia prosesseja ja kykyjä tehtävien ratkaiseminen edellyttää (matemaattinen muotoileminen, matematiikan käyttötaidot ja ratkaisujen tulkinta), millaisiin matemaattisiin sisältöihin tehtävät kohdistuvat (määrällinen ajattelu, tila ja muoto, epävarmuus sekä muutos ja yhteydet) tai millaisessa kontekstissa osaamista arvioidaan (henkilökohtainen konteksti, opiskelu ja työelämä -konteksti, yhteisöllinen tai tiede ja teknologia -konteksti) (OECD 2016a). Lisäksi vastaustavan perusteella tehtäväosiot jaoteltiin yksinkertaisiin ja monimutkaisempiin monivalintatehtäviä sisältäviin osioihin sekä avoimia vastauksia

sisältäviin osioihin. Tyypillisesti ensimmäisen vastaustapaluokan monivalintatehtävässä oli neljä yksinkertaista vaihtoehtoa, joista valittiin yksi vastaukseksi. Monimutkaisemmassa monivalintatehtävässä saattoi olla useampi väite, joihin jokaiseen vastattiin esimerkiksi ”kyllä” tai ”ei”, tai listasta valittiin useampia vaihtoehtoja vastaukseksi. Avoimeen vastaustapaluokkaan kuuluivat kaikki ne tehtävät, jotka vaativat kirjoittamista tai piirtämistä. Tässä raportissa sukupuolten välisiä eroja ratkaisuprosenteissa tarkasteltiin edellä kuvattujen matematiikan sisältöalueiden ja vastaustyyppien mukaisesti. Lisäksi tarkasteltiin yksityiskohtaisemmin tehtävänannon sisältämän kielellisen ohjeistuksen määrää sekä saman tehtäväkokonaisuuden sisällä olevien yksittäisten tehtävien osaa-

## Tulokset

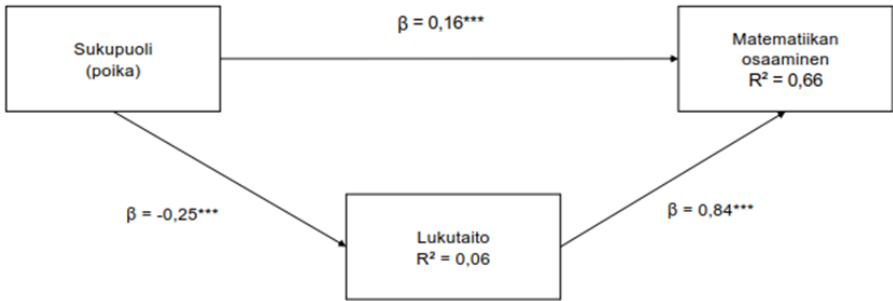
PISA 2015 -tutkimuksessa matematiikan ja lukutaidon välinen korrelaatio on vahva (ks. taulukko 1). Sekä matematiikan että lukutaidon pistemäärä korreloi negatiivisesti sukupuolen kanssa eli poikien pistemäärä on molemmissa osa-alueissa tyttöjen pistemäärää pienempi. Sukupuolen yhteys matematiikkaan on kuitenkin heikompi kuin sen yhteys lukutaitoon.

**Taulukko 1.** Matematiikan ja lukutaidon PISA-pistemäärän sekä sukupuolen väliset korrelaatiot.

	Matematiikka	Lukutaito	Sukupuoli (poika)
Matematiikka	1,00		
Lukutaito	0,80***	1,00	
Sukupuoli (poika)	-0,05**	-0,25***	1,00

\*\*  $p < 0,01$ .

\*\*\*  $p < 0,001$ .



**Kuvio 1.** Sukupuolen ja matematiikan välinen yhteys, välittävänä tekijänä lukutaito. Standardoidut  $\beta$ -kertoimet sekä lukutaidon ja matematiikan osaamisen selitysasteet ( $R^2$ ) ja tilastolliset merkitsevyydet ( $*** p < 0,001$ ).

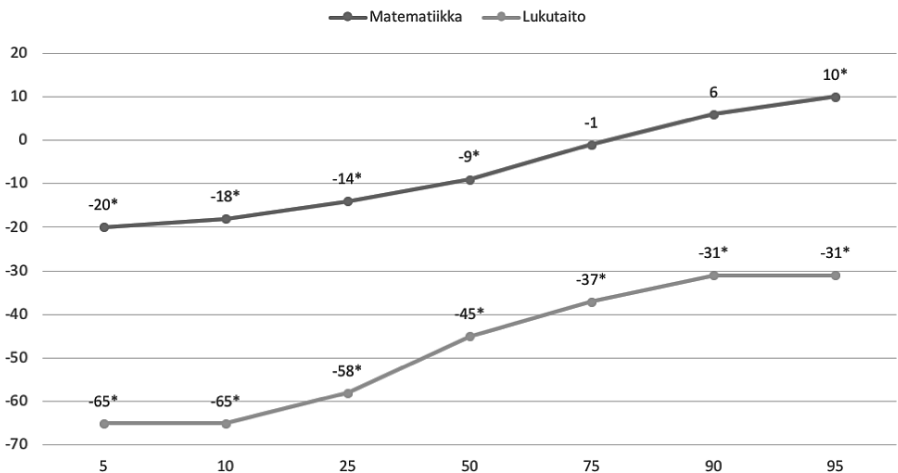
## Lukutaidon tason yhteys sukupuolten väliseen eroon matematiikassa

Kuviossa 1 on kuvattu sukupuolen yhteyttä matematiikan pistemäärään, kun lukutaito on otettu huomioon eli lukutaito on asetettu malliin välittäväksi tekijäksi. Tällöin suora yhteys sukupuolesta matematiikan pistemäärään on positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä. Toisin sanoen, jos tyttöjen ja poikien lukutaidon taso olisi sama, poikien osaaminen matematiikassa olisi parempaa kuin tyttöjen. Epäsuora yhteys sukupuolesta lukutaidon pistemäärän kautta matematiikan pistemäärään taas on negatiivinen ja tilastollisesti merkitsevä ( $\beta = -0,21$ ,  $p < 0,001$ ). Mallissa siis poikien heikompi lukutaidon pistemäärä selittää myös heidän heikompaa osaamistaan matematiikassa. Kaiken kaikkiaan malli selittää 66 prosenttia matematiikan pistemäärän vaihtelusta.

## Sukupuolten välinen ero matematiikassa eri suoritustasoilla

Kun tyttöjen ja poikien eroa matematiikan pistemäärässä tarkastellaan keskiarvolla, ero on 8 pistettä (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). Pelkkä keskiarvotarkastelu ei kuitenkaan kuvaa riittävän hyvin sukupuolten välisiä osaamiseroja matematiikassa, sillä

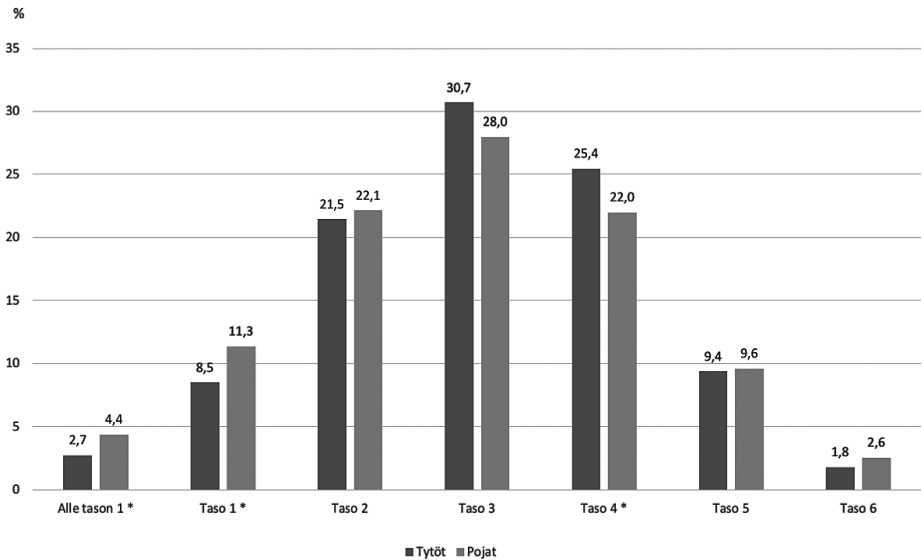
eron suuruus vaihtelee osaamisjakauman eri kohdissa (ks. kuvio 2). Osaamiserot matematiikassa ovat suurimmillaan heikoimmin suoriutuvilla oppilailla eli osaamisjakauman alapäässä (5. persentiili), jossa ero on tyttöjen hyväksi 20 pistettä. Ero pienenee siirryttäessä ylemmäs osaamisjakaumassa. Tyttöjen ja poikien pistemäärässä ei enää ole eroa 75. persentiilissä, ja tämän jälkeen ero kääntyy poikien eduksi. Parhaimmin suoriutuvien oppilaiden joukossa eli parhaassa viidessä prosentissa (95. persentiili) ero poikien eduksi on tilastollisesti merkitsevä ja poikien pistemäärä on 10 pistettä tyttöjen pistemäärää suurempi. Kuviossa 2 sukupuolten välinen pistemääräero on kuvattu matematiikan lisäksi myös lukutaidon osalta. Kuvioista voidaan havaita, että tyttöjen ja poikien välisen eron muutos jakaumassa on samansuuntainen molemmilla osaamisalueilla. Kuvioista nähdään myös, että lukutaidossa ero on suurimmillaan jakauman alapäässä ja pienimmillään jakau-



**Kuvio 2.** Tyttöjen ja poikien lukutaidon ja matematiikan pistemäärän erotus persentileittäin (poikien pistemäärä – tyttöjen pistemäärä), tilastollisesti merkitsevät erot on merkitty tähdellä. Lähde: OECD 2016b

man yläpäässä, vaikkakin lukutaidossa ero näyttäytyy koko jakauksessa selvästi tyttöjen eduksi ja erot ovat selvästi suurempia kuin matematiikassa.

Oppilaiden osaamista voidaan tarkastella myös suoritustasoittain, joita matematiikan osaamiselle on määritelty yhteensä kuusi (ks. Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). Suoritustaso 2 kuvaa välttävää osaamista (421–482 pistettä). Tätä suoritustasoa pidetään vähimmäistasona, joka oppilaan tulisi saavuttaa peruskoulun aikana. Suoritustaso 6 taas kuvaa huippuosaamista (yli 669 pistettä). Tarkasteltaessa tyttöjen ja poikien osuuksia eri suoritustasoilla huomataan, että ylipäättään nuorten osuudet alemmilla tasoilla ovat huolestuttavia ja että poikien osuudet alemmilla suoritustasoilla ovat suurempia kuin tyttöjen. Lähes 16 prosenttia pojista suoriutuu alle vähimmäistason (taso 1 tai alle) ja tytöillä vastaava prosentiosuus on hieman yli 11. Suoritustasoilla 5 ja 6 tyttöjen ja poikien osuuksissa ei ole juuri eroa (kuvio 3).

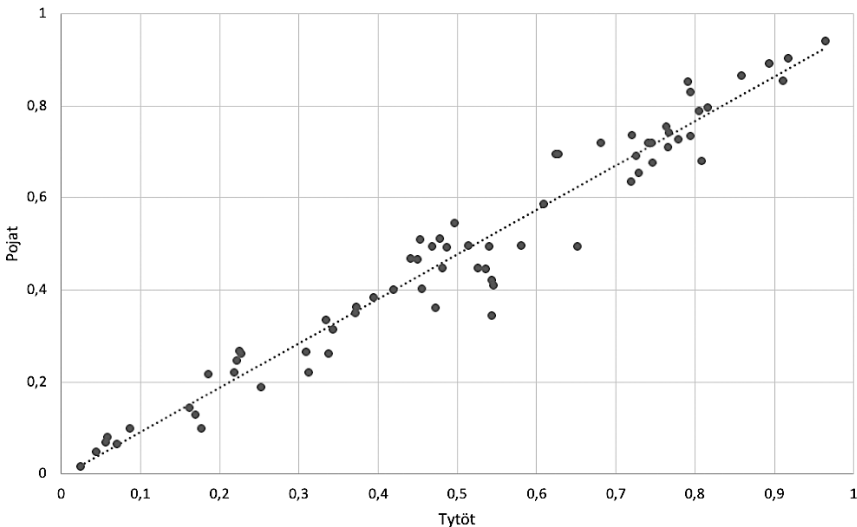


**Kuvio 3.** Tyttöjen ja poikien osuudet matematiikan eri suoritustasoilla, tilastollisesti merkitsevät erot suoritustasoilla on merkitty tähdellä. Lähde OECD 2016b

## Tyttöjen ja poikien väliset erot tehtävätyypeittäin tarkasteltuna

Tehtäväkohtaisessa tarkastelussa tavoitteena oli kuvailla, miten tyttöjen ja poikien väliset erot osaamisprosentteissa näyttäytyvät matematiikan eri sisältöalueilla ja miten ne ovat yhteydessä tehtävän ulkoisiin piirteisiin kuten vastaustapaan tai tehtävänantoon. Kun tarkastellaan yleisesti osaamisprosenttien välisiä yhteyksiä tyttöillä ja pojilla, havaitaan, että tehtävien osaamisprosentit korreloivat voimakkaasti ( $r = 0,96$   $p < 0,001$ ). Tämä tarkoittaa sitä, että tehtävien keskinäinen vaikeusjärjestys on hyvin samankaltainen tyttöjen ja poikien ryhmissä (kuvio 4).

Kun osaamisprosentteja tarkastellaan tehtävätasolla, voidaan havaita, että 64 prosenttia tehtävistä on sellaisia, jotka tytöt osaavat poikia paremmin (44/69). Tehtäviä, joissa osaamisprosenttien välinen ero on tyttöjen hyväksi 5 prosenttiyksikköä tai sitä enemmän, löytyi 21 kappaletta (30 % tehtävistä). 10 prosenttiyksikön tai sitä suurempi ero löytyy kuudesta tehtävästä (9 % tehtävistä).



**Kuvio 4.** Tyttöjen ja poikien osaamisprosentit tehtävittäin.



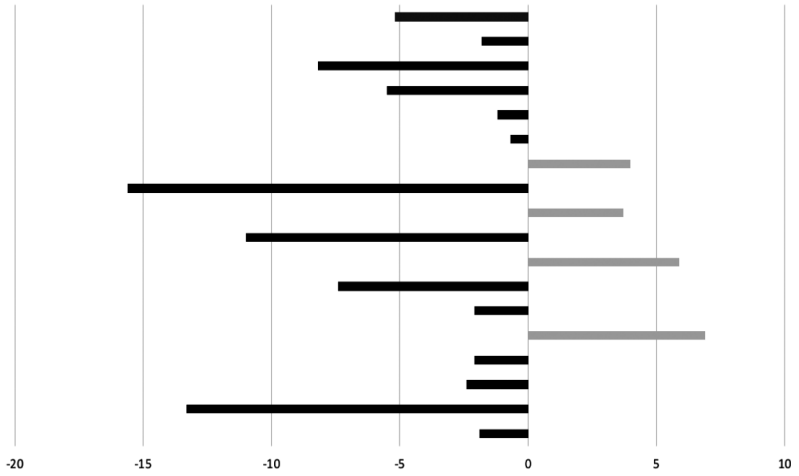
Poikien paremmin hallitsemia tehtäviä löytyy kaiken kaikkiaan vähemmän ja erot osaamisprosentteissa ovat pienempiä. Viidessä tehtävässä (7 % tehtävistä) osaamisprosentteissa on viiden prosenttiyksikön tai sitä suurempi ero poikien hyväksi.

Matematiikan tehtäväosiot on jaoteltu PISA-tutkimuksessa matematiikan sisällön perusteella neljään eri alueeseen: 1) määrällinen ajattelu (mm. mittaaminen, lukumäärät, suuruusluokat, yksiköt, suhteelliset koot, lukujonot, numeroilla operoiminen), 2) tila ja muoto (mm. perspektiivien ymmärtäminen maalauksissa ja kolmiulotteisissa näkymissä, karttojen laatiminen ja niiden lukeminen, muotojen ominaisuudet ja niiden transformaatiot sekä esimerkiksi tasoon puretun kappaleen kokoaminen kolmiulotteiseksi kappaleeksi), 3) muutos ja yhteydet (mm. algebralliset lausekkeet, yhtälöt ja epäyhtälöt sekä graafiset esitykset ja taulukot) sekä 4) epävarmuus (mm. todennäköisyyslaskenta, tilastojen käsittely ja tulkinna). Tarkasteltaessa osaamisprosenttien keskiarvoja sisältöalueittain määrällinen ajattelu näyttää olevan yleisesti parhaiten hallittu alue. Tällä alueella keskimääräinen osaamisprosentti on tytöillä 63 prosenttia (*KH 20*) ja pojilla 60 prosenttia (*KH 21*). Haastavimpia tehtäviä ovat tilaa ja muotoa koskevat tehtävät, joissa keskimääräinen osaamisprosentti on tytöillä 38 prosenttia (*KH 29*) ja pojilla 36 prosenttia (*KH 28*). Muutos ja yhteydet -tehtäväosa-alueella tyttöjen keskimääräinen osaamisprosentti on 49 ja pojilla 46 prosenttia. Vastaavat keskimääräiset osaamisprosentit epävarmuus-osa-alueella ovat 53 ja 51. Kuviossa 5 tyttöjen ja poikien osaamisprosenttien välinen ero yksittäisissä tehtäväosioissa on esitetty sisältöalueittain.

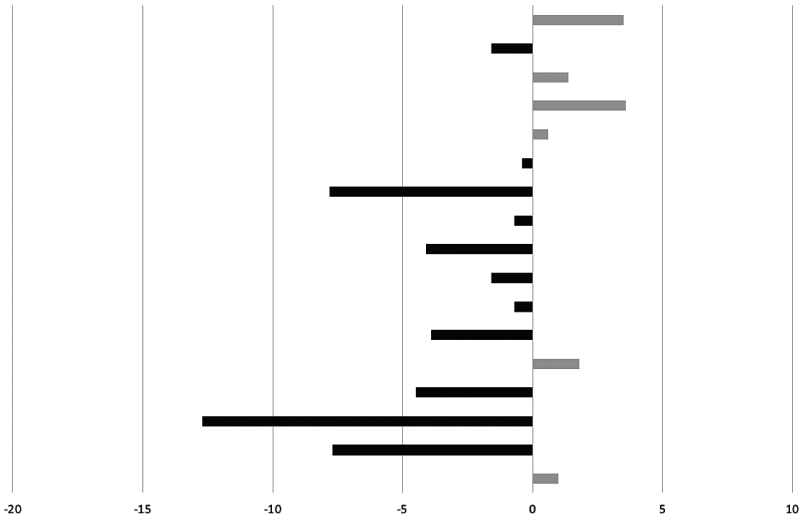
Kuviosta 5 voidaan nähdä, että jokaisella matematiikan sisältöalueella on tehtäviä, joissa tyttöjen keskimääräinen osaamisprosentti on selvästi parempi kuin poikien eli ero on vähintään 10 prosenttiyksikköä. Näin ollen tehtävän matemaattisen sisällön ei voida sanoa liittyvän johdonmukaisesti tyttöjen ja poikien osaamisprosenttien eroihin.

Useasta tehtävästä koostuvissa tehtäväkokonaisuuksissa tyttöjen ja poikien keskinäiset osaamisprosentit saattavat vaihdella kokonaisuuden sisällä. Taulukkomuodoissa esitetyn numeerisen tiedon hallintaa edellyttävissä tehtävissä on yhdenmukaisuutta

### Määrällinen ajattelu

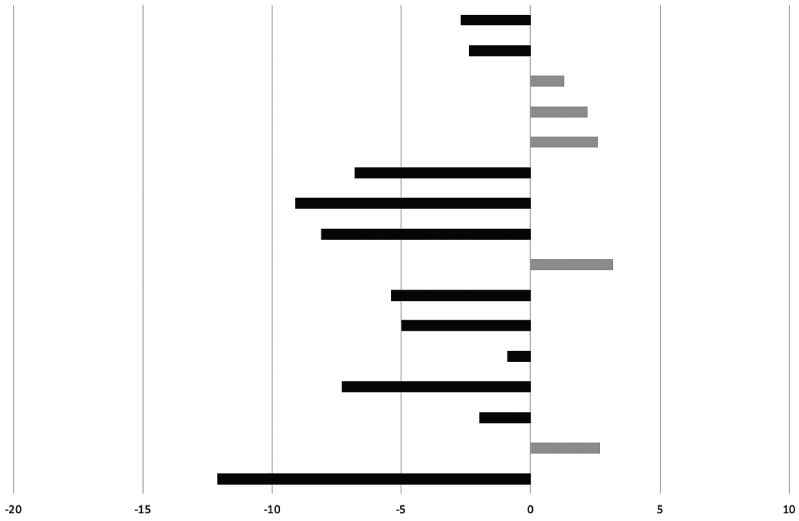


### Tila ja muoto

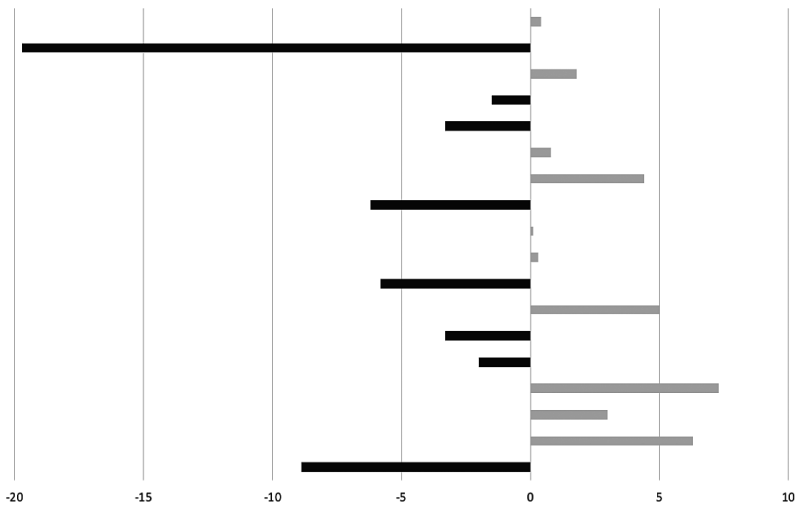


**Kuvio 5.** Tyttöjen ja poikien osaamisprosenttien välinen ero sisältöalueittain.

### Muutos ja yhteydet



### Epävarmuus



■ Tytöt parempia

■ Pojat parempia

tehtävän piirteiden ja osaamisprosenttien suhteen. Yksinkertaisissa, suoraa taulukon lukemista edellyttävissä tehtävissä tyttöjen ja poikien osaamisprosentit ovat hyvin samankaltaisia. Jatkotehtävissä, jotka edellyttivät kielellisesti kuvatus käsitteen ymmärtämistä ja taulukossa olevan tiedon yhdistämistä tämän käsitteen perusteella, tytöt suoriutuvat poikia hieman paremmin. Sen sijaan soveltavimmissa osiossa, jotka edellyttävät taulukossa olevan tiedon perusteella estimointia tai käytännön soveltamista, pojat suoriutuvat yhtä hyvin tai hieman tyttöjä paremmin. Tehtäväkohtaisia tuloksia tulkittaessa on syytä kuitenkin pitää vahvasti mielessä, että tarkasteltavien tehtävien lukumäärä on vähäinen ja erot osaamisprosentteissa ovat tyttöjen ja poikien välillä käytännössä hyvin pieniä. Voidaan kuitenkin havaita, että samankin tehtäväkokonaisuuden sisällä sukupuolten väliset erot osaamisprosentteissa saattavat vaihdella, mikä tukee yllä esitettyä havaintoa siitä, että sukupuolten väliset erot eivät näyttäisi johdonmukaisesti liittyvän mihinkään tiettyyn matematiikan sisältöalueen hallintaan.

Tarkasteltaessa tyttöjen ja poikien osaamisprosentteja vastaustavan suhteen käytössä oli PISA 2015 -tutkimuksen luokittelu kolmesta vastaustavasta: yksinkertainen ja monimutkaisempi monivalintatehtävä sekä avoin vastaus. Avoimia vastauksia edellyttäviä tehtäviä oli eniten (57 %), ja niissä osaamisprosentti näyttää sekä tytöillä että pojilla olevan hieman alhaisempi kuin monivalintatehtävissä. Yksinkertaisia monivalintatehtäviä oli 23 prosenttia ja monimutkaisempia monivalintatehtäviä 20 prosenttia. Keskimääräiset osaamisprosentit yksinkertaista monivalintavastausta edellyttävissä tehtävissä ovat tytöillä 64 prosenttia ja pojilla 62 prosenttia. Tehtävissä, joissa vastaustapana oli monimutkaisempi vastausvaihtoehdon valinta, keskimääräiset osaamisprosentit ovat hieman alhaisempia, tytöillä 51 prosenttia ja pojilla 49 prosenttia. Vastaavasti avoimissa tehtävissä keskimääräiset osaamisprosentit ovat alhaisimmat, tytöillä 45 prosenttia ja pojilla 43 prosenttia. Keskimääräisistä osaamisprosentteista voidaan havaita, että sukupuolten välinen ero ei näyttäisi olevan yhteydessä vastaustapaan, koska kolmen erilaisen vastaustavan sisältämissä tehtävissä tyttöjen ja poikien osaamisprosentit ovat yhtä lähellä toisiaan.

Tarkasteltaessa tarkemmin viittä yksittäistä tehtäväosiota, joissa tyttöjen ja poikien osaamisprosenttien välillä on suurin ero tyttöjen eduksi (10 prosenttiyksikköä tai enemmän), vastausmuoto vaihtelee sisältäen kaikkia kolmea vastaustapaa. Nämä kyseiset tehtäväosiot kattavat myös kaikki PISA-matematiikan neljä eri sisältöaluetta. Sen sijaan tarkasteltaessa tehtävänantoja voidaan huomata, että yhtä tehtävää lukuun ottamatta tehtäväohjeistukset sisältävät runsaasti tekstiä. Vastaavasti ne viisi tehtäväosiota, joissa osaamisprosentteissa ero on poikien eduksi suurin (5–7 prosenttiyksikköä), ovat pääosin tehtävänannoltaan niukkatekstisiä ja vastaukseltaan monivalintatehtäviä.

## Pohdinta

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella tarkemmin PISA 2015 -tutkimuksessa esiin tullutta sukupuolten välistä osaamiseroa matematiikassa. Tutkimuksessa tarkasteltiin, miten lukutaito ja käytetyt tehtävätyypit ovat mahdollisesti yhteydessä osaamiseroon ja ovatko sukupuolten väliset erot samankaltaisia jakauman eri kohdissa.

PISA-matematiikan tehtävillä arvioidaan moniulotteisesti matemaattista päättelykykyä, kykyä käyttää matemaattisia käsitteitä ja menetelmiä sekä muun muassa kykyä soveltaa tietoa ilmiöiden kuvaamisessa ja selittämisessä (OECD 2016a). Koska viimeaikaisissa nuoria koskevissa tutkimuksissa tyttöjen on osoitettu olevan lukutaidoltaan parempia kuin poikien (mm. Torppa ym. 2017; Quinn & Wagner 2015) ja koska lukutaidolla ja matematiikan taidoilla näyttäisi olevan vahva yhteys PISA-tutkimuksessa, tässä tutkimuksessa testattiin lukutaidon yhteyttä matematiikan pistemääriin ja samalla sukupuolten väliseen eroon.

Tässä tutkimuksessa havaittiin, että tyttöjen parempi lukutaidon taso itse asiassa selittää heidän parempaa osaamista matematiikassa verrattuna poikiin. Jos tyttöjen ja poikien lukutaidon taso vakioitaisiin, tulos matematiikan osaamisessa olisikin päinvastainen eli poikien osaaminen olisi parempaa kuin tyttöjen. Vaikka

aikaisemmissa tutkimusyhteenvedoissa ei ole löydetty selkeitä eroja tyttöjen ja poikien matematiikan osaamisen välillä, marginaalisten erojen (jos niitä on ollut) on osoitettu kallistuvan poikien eduksi. On huomioitava, että tässä tutkimuksessa matematiikan osaamista selitettiin vain sukupuolella ja lukutaidolla eikä mukana ollut muita selittäviä muuttujia. Jatkossa olisikin hyvä selvittää vielä tarkemmin, millaiset tekijät selittävät PISA-tutkimuksessa sukupuolten välistä eroa kaikilla osaamisalueilla (lukutaito, matematiikka ja luonnontiede) ja onko eri osaamisalueilla ilmenevissä eroissa taustalla joitakin yhteisiä selittäviä tekijöitä. Koska PISA 2015 -tutkimuksessa tyttöjen osaaminen oli ensimmäistä kertaa parempaa kuin poikien mutta sukupuolten välinen ero lukutaidossa oli hieman pienentynyt ja poikien lukutaito parantunut (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016), lukutaito ei näyttäisi ainakaan kokonaan selittävän osaamiseroa ja sen muutosta matematiikassa. Kaiken kaikkiaan tämän tutkimuksen tulos näyttäisi olevan ennemmin yhtenevä aikaisemman kirjallisuuden kanssa, kun lukutaidon taso kontrolloidaan kuin jos sitä ei kontrolloitaisi (esim. Lindberg ym. 2010). On toki vaikeaa sanoa, kuinka hyvin yksittäisissä tutkimuksissa ylipäätään on huomioitu lukutaidon taso tai esimerkiksi tehtävätyypeissä esiintyvä tekstimäärä vertailtaessa sukupuolten välisiä eroja etenkin nuorilla, joille tehtävättyypit ovat peruslaskutaitojen sijaan vahvemmin moniulotteisia ongelmanratkaisutehtäviä.

Kun sukupuolten välistä eroa matematiikassa on tarkasteltu tarkemmin (kuin pelkästään keskiarvotasolla), on viitteitä siitä, että itse asiassa sukupuolten välisen eron suuruus voi vaihdella eri kohdissa jakaumaa (Devine ym. 2013; Stoet & Geary 2013). Tämän tutkimuksen tulokset puoltavat näitä aikaisempia havainnotoja. PISA-matematiikassa näyttäisi siltä, että osaamiseron suuruus vaihtelee selvästi jakauman eri osissa. Ero tyttöjen hyväksi osoittautui olevan suurimmillaan heikoimmin osaavien oppilaiden joukossa. Pojat sen sijaan osoittautuivat olevan tyttöjä parempia jakauman yläpäässä eli parhaiten osaavien oppilaiden joukossa. Tämä havainto on yhtenevä aikaisempien kansainvälisten PISA-yhteenvedojen kanssa (Stoet & Geary 2013). Kaiken kaikkiaan

huolestuttavinta tässä jakaumatarkastelussa on se, että taidoiltaan heikkojen poikien osuus on kasvanut (vrt. Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). Eli peruskoulunsa päättävien joukossa on nuoria, jotka eivät saavuta heille asetettuja vähimmäisvaatimuksia matematiikassa. Tämä väistämättä tarkoittaa riskiä syrjäytyä jatkokoulutuksesta ja työelämästä.

Kun osaamiseroja tarkasteltiin tehtävätyypeittäin, tuli esille, että sukupuolierot matematiikan osaamisessa eivät selvästi liittyneet mihinkään tiettyyn sisältöalueeseen tai vastaustapaan. Poikien osaaminen kuitenkin näytti olevan parempaa tehtävissä, jotka olivat pääosin tehtävänannoltaan niukkatekstisiä ja vastaustavaltaan monivalintatehtäviä. Tehtävätyyppitarkastelusta ei voida tehdä suoraviivaisia johtopäätöksiä, koska tarkasteltavien tehtävien lukumäärä oli vähäinen ja erot osaamisprosentteissa olivat suhteellisen pieniä. Havaintojen perusteella kuitenkin näyttäisi siltä, että PISA-tutkimuksessa esille tulleen tyttöjen ja poikien välisen osaamiseron taustalla ei ole mitään systemaattista matematiikan sisältöalueisiin liittyvää osaamiseroa.

Usein PISA-tutkimuksen tehtävätyypeissä on sanallisen osuuden rinnalla myös muita informaatiolähteitä kuten karttoja, erilaisia graafisia esityksiä ja taulukoita sekä tilastoja, joten tehtävät edellyttävät myös muita kuin puhtaita matematiikan taitoja. Tämän vuoksi voidaan ajatella, että PISA-tutkimuksen tehtävätyypit edellyttävät kykyä suunnitella ja arvioida, mitä tehtävissä tulee tehdä ensin ja mitä seuraavaksi. Lisäksi tehtävät edellyttävät kulloinkin sopivien ratkaisustrategioiden valintoja, ratkaisuvaiheiden kontrollointia sekä muun muassa kykyä arvioida omien valintojen ja vaiheiden oikeellisuutta tai tarvittaessa korjata valintoja (vrt. Flavell 1979; Mayer 1998; Montague 2008). Vaikka tässä tutkimuksessa ei ollut lukutaidon tason lisäksi muita kognitiivisia taitoindikaattoreita käytössä, voidaan ehdottaa, että sukupuolten välisiä eroja ja niiden selittäviä tekijöitä olisi hyvä tarkastella hyvin monella tasolla (esim. Torppa ym. 2017; perustutkimuksen pitkittäisaineistoon on yhdistetty PISA-aineistoa). Näin voimme lisätä ymmärrystä siitä, millaisia potentiaaliset osaamiserot ovat missäkin taidoissa ja miten ne mahdollisesti selittävät matematiikan osaamista.

Sukupuolten väliset erot näyttäytyivät tässä tutkimuksessa suurimpina sellaisissa tehtävissä, joissa ohjeiden tekstimäärä oli suuri. Tämän vuoksi on tärkeää pohtia, millä tavalla oppilaita voisi tukea tämänkaltaisissa tehtävissä. Olisi hyvä selvittää, miten pojat ja tytöt orientoituvat ja motivoituvat muun muassa paljon tekstiä sisältäviin tehtäviin ja millaisia mahdollisia strategiavalintoja ja kognitiivisia ponnisteluja he tekevät ratkaistessaan monivaiheisia tehtäviä. Kirjallisuus antaa viitteitä siitä, että ongelmanratkaisutehtävissä pojat herkemmin soveltaisivat strategioita tehtäväkohtaisesti, kun taas tytöt näyttäisivät tukeutuvan koulussa opittuihin strategioihin (Gallagher ym. 2000), vaikka pärjäisivätkin tehtävissä hyvin. Tämä tarkoittaa sitä, että tehtävistä ei tulisi arvioida pelkästään lopputuloksen oikeellisuutta, vaan arvioinnissa pitäisi päästä jyvälle myös itse prosessista, sen vaiheista ja strategioiden tarkoituksenmukaisesta valinnasta. Lisäksi tulisi miettiä sitä, miten itse ratkaisuprosessia ja sen eri ratkaisuvaiheiden mielessä pitämistä voitaisiin tukea (vrt. Geary 2011). Yhtenä vaihtoehtona on lisäksi oppilaiden tietoisuutta erilaisista strategioista, joita monivaiheiset tehtävät vaativat (vrt. Rosenzweig ym. 2011). Toisaalta oppilaita voisi ylipäättään ohjata kiinnittämään huomiota omaan toimintaansa prosessien aikana sekä arvioimaan omia strategioitaan ja vastauksiaan suhteessa tehtävään. Oppilaat voisivat hyötyä harjoittelusta, joka olisi riittävän sensitiivinen kulloisenkin tehtävän sisältämille metakognitiivisille vaatimuksille, esimerkiksi milloin ja miten edellä mainittuja ratkaisustrategioita tulee ja voi soveltaa (Mayer 1998). Konkreettisia ohjeita ja interventio-ohjelmia ongelmanratkaisutaitojen tukemiseen on olemassa, ja niiden systemaattinen toteuttaminen näyttäisi tuottavan positiivisia vaikutuksia (esim. Montague, Enders & Dietz 2011). Nykyisin olisikin erittäin tärkeää kiinnittää huomiota nuorten akateemisen osaamisen tasoon ja ongelmanratkaisutaitoihin, koska työelämä vaatii entistä enemmän muun muassa kognitiivista joustavuutta, tiedon nopeaa haltuunottoa sekä sen soveltamista.



## Lähteet

- Arnett, A. B., Pennington, B. F., Peterson, R. L., Willcutt, E. G., DeFries, J. C. & Olson, R. K. 2017. Explaining the sex difference in dyslexia. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. doi: 10.1111/jcpp.12691
- Aro, M., Huemer, S., Heikkilä R. & Mönkkönen, V. 2011. Sujuva lukutaito suomalaislapsen haasteena. *Psykologia*, 46, 153–155.
- Von Aster, M. G. & Shalev, R. S. 2007. Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49 (11), 868–873. doi: 10.1111/j.1469-8749.2007.00868.x
- Aunio, P. & Niemivirta, M. 2010. Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences*, 20 (5), 427–435. doi: 10.1016/j.lindif.2010.06.003
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M-K. & Nurmi, J-E. 2004. Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96 (4), 699–713. doi: 10.1037/0022-0663.96.4.699
- Bryant, D. P., Bryant, B. R. & Hammill, D. D. 2000. Characteristic behaviors of students with LD who have teacher-identified math weaknesses. *Journal of Learning Disabilities*, 33 (2), 168–177.
- Carr, M. & Davis, H. 2001. Gender differences in arithmetic strategy use: A function of skill and preference. *Contemporary Educational Psychology*, 26, 330–347. doi: 10.1006/ceps.2000.1059
- Carr, M., Steiner, H. H., Kyser, B. & Biddlecomb, B. 2008. A comparison of predictors of early emerging gender differences in mathematics competency. *Learning and Individual Differences*, 18, 61–75. doi: 10.1016/j.lindif.2007.04.005
- Devine, A., Soltész, F., Nobes, A., Goswami, U. & Szücs, D. 2013. Gender differences in developmental dyscalculia depend on diagnostic criteria. *Learning and Instruction* 27, 31–39. doi:10.1016/j.learninstruc.2013.02.004
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K. & Japel, C. 2007. School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43 (6), 1428–1446. doi: 10.1037/0012-1649.43.6.1428
- Else-Quest, N. M., Hyde, J. S. & Linn, M. C. 2010. Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136 (1), 103–127. doi: 10.1037/a0018053
- Flavell, J. H. 1979. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34 (10), 906–911. <http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Fuchs, L. S. & Fuchs, D. 2002. Mathematical problem-solving profiles of students with mathematics disabilities with and without comorbid reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 35 (6), 564–574.

- Gallagher, A. M., De Lisi, R., Holst, P. C., McGillicuddy-De Lisi, A. V., Morely, M. & Cahalan, C. 2000. Gender differences in advanced mathematical problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 75, 165–190. doi: 10.1006/jecp.1999.2532
- Geary, D. C. 2004. Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37(1), 4–15. doi: 10.1177/00222194040370010201
- Geary, D. C. 2011. Consequences, characteristics, and causes of mathematical learning disabilities and persistent low achievement in mathematics. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 32 (3), 250–263. doi:10.1097/DBP0b013e318209edef
- Grabowska, A. 2017. Sex on the brain: Are gender-dependent structural and functional differences associated with behavior? *Journal of Neuroscience Research*, 95, 200–212. doi: 10.1002/jnr.23953
- Hecht, S. A. 2002. Counting on working memory in simple arithmetic when counting is used for problem solving. *Memory & Cognition*, 30 (3), 447–455.
- Hyde, J. S., Lindberg, S. M., Linn, M. C., Ellis, A. B. & Williams, C. C. 2008. Gender similarities characterize math performance. *Science*, 321 (5888), 494–495. doi: 10.1126/science.1160364
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N. & Ramineni, C. 2007. Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice*, 22 (1), 36–46. doi: 10.1111/j.1540-5826.2007.00229.x
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Nabors Oláh, L. & Locuniak, M. N. 2006. Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child Development*, 77 (1), 153–175. doi: 10.1111/j.1467-8624.2006.00862.x
- Krajewski, K. & Schneider, W. 2009. Exploring the impact of phonological awareness, visual-spatial working memory, and preschool quantity-number competencies on mathematics achievement in elementary school: Findings from a 3-year longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 516–531. doi:10.1016/j.jecp.2009.03.009
- Lachance, J. A. & Mazzocco, M. M. M. 2006. A longitudinal analysis of sex differences in math and spatial skills in primary school age children. *Learning and Individual Differences*, 16, 195–216. doi: 10-1016/j.lindif.2005.12.001
- Lepola, J., Niemi, P., Kuikka, M. & Hannula, M. M. 2005. Cognitive-linguistic skills and motivation as longitudinal predictors of reading and arithmetic achievement: A follow-up study from kindergarten to grade 2. *International Journal of Educational Research*, 43, 250–271. doi: 10.1016/j.ijer.2006.06.005
- Lindberg, S. M., Hyde, J. S., Petersen, J. L. & Linn, M. C. 2010. New trends in gender and mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136 (6), 1123–1135. doi: 10.1037/a0021276
- Mayer, R. E. 1998. Cognitive, metacognitive, and motivational aspects of problem solving. *Instructional Science*, 26, 49–63.

- Mazzocco, M. M. M. & Räsänen, P. 2013. Contributions of longitudinal studies to evolving definitions and knowledge of developmental dyscalculia. *Trends in Neuroscience and Education*, 2, 65–73. doi: 10.1016/j.tine.2013.05.001
- Mazzocco, M. M. M. & Thompson, R. E. 2005. Kindergarten predictors of math learning disability. *Learning Disabilities Research & Practice*, 20 (3), 142–155. doi: 10.1111/j.1540-5826.2005.00129.x
- Montague, M. 2008. Self-regulation strategies to improve mathematical problem solving for students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 31, 37–44.
- Montague, M., Enders, C. & Dietz, S. 2011. Effects of cognitive strategy instruction on math problem solving of middle school students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 34 (4), 262–272.
- Morgan, P.L., Farkas, G. & Wu, Q. 2009. Five-year growth trajectories of kindergarten children with learning difficulties in mathematics. *Journal of Learning Disabilities*, 42 (4), 306–321. doi: 10.1177/0022219408331037
- Muthén, L. K. & Muthén, B. O. 1998–2015. *Mplus User's Guide*. Seventh Edition. Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- OECD 2016a. *PISA 2015. Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- OECD 2016b. *PISA 2015. Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Quinn, J. M. & Wagner, R. K. 2015. Gender differences in reading impairment and in the identification of impaired readers: Results from a large-scale study of at-risk readers. *Journal of Learning Disabilities* 48 (4), 433–445. doi: 10.1177/0022219413508323
- Rosenzweig, C., Krawec, J. & Montague, M. 2011. Metacognitive strategy use of eighth-grade students with and without learning disabilities during mathematical problem solving: a think-aloud analysis. *Journal of Learning Disabilities*, 44 (6), 508–520. Doi: 10.1177/0022219410378445
- Stoet, G. & Geary, D. C. 2013. Sex differences in mathematics and reading achievement are inversely related: Within- and across-nation assessment of 10 years of PISA data. *PloS ONE*, 8 (3), e57988. doi: 10.1371/journal.pone.0057988
- Swanson, H. L. & Fung, W. W. 2016. Working memory components and problem-solving accuracy: Are there multiple pathways? *Journal of Educational Psychology*, 3, 1–25. doi: 10.1037/edu0000116
- Torppa, M., Eklund, K., Sulkunen, S., Niemi, P. & Ahonen, T. 2017. Why do boys and girls perform differently on PISA reading in Finland? The effects of reading fluency, achievement behaviour, leisure reading and homework activity. *Journal of Research in Reading*, 1–18. doi: 10.1111/1467-9817.12103
- Vettenranta, J., Hiltunen, J., Nissinen, K., Puhakka, E. & Rautopuro, J. 2016. *Lapsuudesta eväät oppimiseen: neljännen luokan oppilaiden matema-*

tiikan ja luonnontieteiden osaaminen: kansainvälinen TIMSS-tutkimus Suomessa. Jyväskylä: Koulutuksen tutkimuslaitos.

Vettenranta, J., Välijärvi, J., Ahonen, A., Hautamäki, J., Hiltunen, J., Leino, K., Lähteinen, S., Nissinen, K., Nissinen, V., Puhakka, E., Rautopuro, J. & Vainikainen, M.-P. 2016. PISA 15 Ensituloksia. Huipulla pudotuksesta huolimatta. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:41.

# 11. Lokidatan käyttö oppilaiden profiloimisessa – sovellus matematiikan PISA-aineistoon

## Johdanto

PISA (Programme for International Students Assessment) on joka kolmas vuosi toteutettava kansainvälinen koulutusjärjestelmävertailu, joka tuottaa julkisesti saatavilla olevaa laajaa aineistoa koulutuksen tilasta ja tuloksista sekä koulun ulkopuolella tapahtuvasta oppimisesta. PISA 2015 -tutkimuksessa oppilaiden osaamista oli ensimmäisen kerran mahdollista arvioida tietokoneavusteisen kokeen perusteella. Suurin osa osallistujamaista, Suomi mukaan lukien, toteuttikin kokeen tietokonepohjaisesti. Tehtävät esitettiin verkkoympäristössä ja opiskelija suoritti kokeen selainpohjaisesti. Oppilaiden vastausten automaattinen koodaus tapahtui www-tekniikoita (HTML, CSS, Javascript, XML, XLIFF) hyödyntämällä (OECD 2015). Oppilaan koetilanteessa suorittamat toiminnot tallennettiin lokitiedostoon käyttäen seuraavien Javascript-komponenttien ominaisuuksia: lomake (*Form*), raahaa ja pudota (*Drag and Drop*), valinta (*Selection*) ja mukautettu (*Ad hoc*, ei-

standardin interaktion tallennuksen tuki). Näin saatu lokiaineisto sisälsi seuraavat yksittäisen tehtävän ratkaisuprosessia kuvaavat muuttujat (OECD 2015): tehtävän ratkaisuun käytetty aika, ratkaisemiseen liittyvien toimintojen (oppilaan ja tietokoneen väliset interaktiot, esim. hiirellä klikkaukset) lukumäärä sekä opiskelijan vastaus ja sille annettu pisteytys.

Lokianalyysi on yksi tapa ymmärtää ja analysoida oppimista tietokonepohjaisessa oppimisympäristössä (*computer-based learning environment, CBLE*), jota käytetään erityisesti yhteistoiminnallisen oppimisen piirissä (Gress, Fior, Hadwin & Winne 2010; Winne, Hadwin & Gress 2010). Oppimisen tavoitteet, oppimistrategiat ja oppimisympäristössä toimimisen profiilit liitetään tällöin usein oppilaan itseohjautuvuuteen (Schraw 2010). Kun näitä tekijöitä pyritään analysoimaan täsmällisesti, seurataan oppilaan ja tietokoneen välistä interaktiota aika-toimintoaikasarjana (*tracing*) tuottamalla havaittavia representaatioita muun muassa kognitiiviseen, metakognitiiviseen ja motivaatioon liittyvistä tapahtumista (Winne 2010). Tässä artikkelissa ei kuitenkaan käsitellä ongelmanratkaisulokeja näin suurella tarkkuudella, vaan analysoidaan PISA 2015:n matematiikan kokeesta tallennetun lokiaineiston yhteenvedoa.

Azevedon (2015) mukaan lokien avulla voidaan analysoida erityisesti oppilaiden kognitiivista sitoutumista koetehtävien ratkaisuun. Tämä on tekijä, jossa voi olla eroja perinteisen kynä-paperikokeen ja tietokonepohjaisen testin välillä. Perinteisessä koetilanteessa koevastaukset tuotetaan kullekin tehtävälle lineaarisesti, kun taas tietokonepohjaisessa ympäristössä oppilas voi toimia lähtökohtaisesti huomattavasti dynaamisemmin ja joustavammin. Interaktiivisessa tietokoneympäristössä korostuu esimerkiksi kokeilemisen helppous, joka voi edistää tutkivaa ongelmanratkaisua tai nopeaa pintapuolista kokeilemistä. Tästä syystä myös PISA-kontekstissa, jossa ollaan siirtymässä entistä laajemmin tietokonepohjaisiin arviointeihin, olisi tärkeää ymmärtää oppilaan ja tietokoneen välisiä interaktioprosesseja ja niiden suhdetta kokeessa osoitettuun osaamiseen. Tämän tutkimuksen tavoitteena onkin selvittää, millaisia opiskelija- ja tehtäväprofiileja voidaan tunnis-

taa PISA 2015:n tietokonepohjaisen kokeen lokiaineiston yhteen-  
vetoa analysoimalla. Erityisesti tarkastellaan sitä, mitä tunnistetut  
profiilit voivat kertoa tehtävien ratkaisustrategioista ja toisaalta op-  
pilaiden kognitiivisesta sitoutumisesta tehtävien ratkaisemiseen.

Tutkimusmenetelmänä artikkelissa sovelletaan kartoittavaa op-  
pimisanalytiikkaa (*descriptive learning analytics*), erityisesti mah-  
dollisimman pieniin ennakko-oletuksiin nojaavaa robustia klus-  
terointia (Rousseuw & Leroy 1987; Hettmansperger & McKean  
1998; Kärkkäinen & Heikkola 2004; Äyrämö 2006; Hämäläinen,  
Jauhiainen & Kärkkäinen 2017). Artikkelin rakenne on seuraava.  
Johdannon jälkeen tarkastellaan erityisesti laajojen havaintoai-  
neistojen oppimisanalytiikkaa. Seuraavassa luvussa kuvataan käy-  
tetyt tutkimusmenetelmät (tutkimuksen aineisto ja analyysimene-  
telmät). Lopuksi esitellään tutkimuksen tulokset ja tiiviit johtopää-  
tökset.

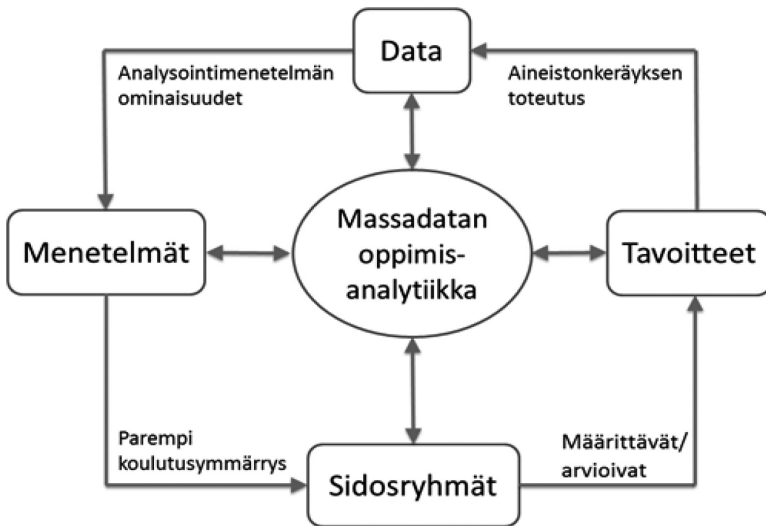
## Laajojen havaintoaineistojen oppimisanalytiikka

Oppimisanalytiikka on jatkuvasti kasvava ja kehittyvä tieteenala  
(Knight, Wise, Ochoa & Hershkovitz 2017), jossa sovelletaan mo-  
nipuolisia kvantitatiivisia ja laskennallisia menetelmiä koulutusta  
kuvaavien aineistojen tavoitteelliseen analyysiin. Siemens (2013)  
ja Ferguson (2012) määrittelivät oppimisanalytiikan tarkoitukseksi  
”mitata, kerätä, analysoida ja raportoida aineistoa oppijoista sekä  
heidän ympäristöstään, tarkoituksena ymmärtää ja optimoida op-  
pimista sekä tiloja missä oppimista tapahtuu”.

Yksi esimerkki koulutuksellisen massadatan lisääntymisestä  
ovat ns. massiiviset avoimet verkkokurssit (*massive open online  
course*, MOOC), joissa käyttäjien toimintaa verkkoympäristössä  
voidaan tarkkailla, analysoida ja hyödyntää opetuksen suunnitte-  
lussa (ks. esim. Kay, Reimann, Diepold & Kummerfel 2013; Reich,  
Tingley, Leder-Luis, Roberts & Stewart 2014). Opetuksen suun-  
nittelun ja oppimisprosessien adaptaation näkökulmasta tyypil-  
isiä haasteita ovat esimerkiksi taustaosaamiseltaan ja kulttuuri-  
taustoiltaan heterogeeniset opiskelijaryhmät (esim. Liu ym. 2016).

Analysointimenetelmien näkökulmasta aineistojen koot ja erikoispiirteet, kuten esimerkiksi epästabiilit ja muuttuvat jakaumat sekä poikkeavat ja puuttuvat havainnot, edellyttävät syvällistä osaamista menetelmien valinnassa ja kehittämisessä (ks. Bergner, Colvin & Pritchard 2015; Bergner, Kerr & Pritchard 2015; Saarela 2017).

Oppimisanalytiikan päätavoitteena on siis tuottaa ja analysoida merkityksellisiä ja hyödyllisiä malleja oppimisympäristöstä saadun aineiston pohjalta. Saarela ja Kärkkäinen (2017) esittivät erityisesti laajoista koulutusvertailuista – kuten PISA – saatavan massadatan yleisen oppimisanalytiikan soveltamisen viitekehyksen, jota on havainnollistettu kuviossa 1. Tämän artikkelin osalta yleinen konteksti eli kuvion 1 oikea alanurkka liittyy tavoitteisiin verrata ja ymmärtää erilaisia koulutusjärjestelmiä, jotta niiden tutkittu toimivia piirteitä voitaisiin hyödyntää globaalisti. Astetta spesifimmin tarkastellaan tietokonepohjaisen kokeen ominaispiirteitä, jotta PISA-tutkimusta koordinoivat ja hyödyntävät tahot sekä



**Kuvio 1.** Massadatan oppimisanalytiikka. (ks. Saarela ja Kärkkäinen 2017)

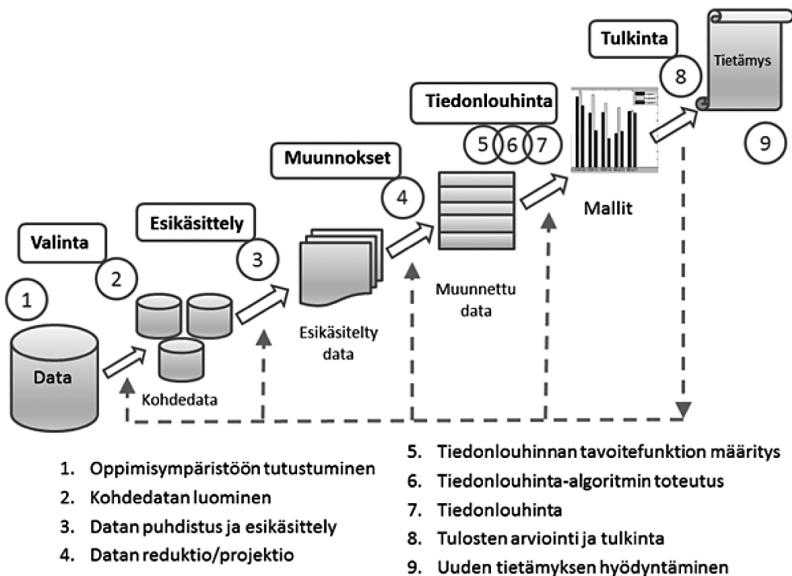


koulutusteknologian käyttäjät ja kehittäjät voisivat paremmin ymmärtää saatuja tuloksia. Kuvion vasemmassa ylänurkassa korostuu analysointimenetelmien valinta suhteessa saatavilla olevan aineiston ominaisuuksiin sekä analytiikan yleisiin tavoitteisiin (ks. luku Tutkimusmenetelmät).

Chatti, Dyckhoff, Schroeder ja Thüs (2012) jaottelevat oppimisanalytiikassa käytettävät tekniikat seuraaviin kategorioihin: a) tilastolliset menetelmät, b) tiedon visualisoinnin menetelmät, c) tiedonlouhinnan menetelmät sekä d) sosiaalisten verkostojen analysointimenetelmät. Vaikka tiedonlouhinnan menetelmät muodostavat vain yhden kategorian tässä taksonomiassa, ne on yleisesti tunnustettu nopeimmin kasvaviksi ja monipuolisimmiksi oppimisanalytiikan tekniikoiksi, koska niiden avulla voidaan prosessoida suuria määriä strukturoimatonta aineistoa (Ferguson 2012; Rogers 2015). Olemassa olevien aineistojen lisääntyminen ja havaintomäärien kasvaminen on saanut oppimisanalytiikat käyttämään perinteisten tilastollisten analyysimenetelmien lisäksi laajoille ja heterogeenisille aineistoille soveltuvia tiedonlouhintamenetelmiä (Ferguson 2012; Saarela & Kärkkäinen 2015b; Hershkovitz, Knight, Dawson, Jovanovic & Gasevic 2016; Joksimovic ym. 2016; Saarela & Kärkkäinen 2017).

Oppimisanalytiikassa pyritään huomioimaan monipuolisesti kaikkia niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat oppimiseen tiettyssä oppimisympäristössä (Peña-Ayala 2017). Oppimisen luonteen paremmaksi ymmärtämiseksi aineistoa kerätään, muunnetaan ja esitetään tavalla, jolla erilaiset oppimisympäristöihin liittyvät sidoryhmät pääsisivät helposti käsiksi ja ymmärtäisivät oppimisanalytiikan tutkimukset ja tulokset (kuvio 1). Tämä voidaan saavuttaa esimerkiksi sillä, että analysoinnissa hyödynnetään eri mittaristoja ja tuloksia visualisoidaan erityyppisesti eri osapuolille, esimerkiksi opiskelijoille, opettajille, rehtoreille, vanhemmille tai koulutoimen johtajille (Ferguson & Shum 2012; Verbert, Duval, Klerkx, Govaerts & Santos 2013). Kuten Saarela ja Kärkkäinen (2017) osoittavat Suomen PISA-aineistoa hyödyntäen, tällaiset mittaristot voivat myös kuvastaa ja vetää yhteen merkityksellistä oppimistietoa suurelle yleisölle.

Oppimisanalyttisen tietämyksen tuottamista voidaan tukea hyödyntämällä yleistä tietämyksen hallinnan prosessia (Fayyad, Piatesky-Shapiro & Smyth 1996; Peña-Ayala 2017). Koulutukselliseen kontekstiin muokattuna tämä prosessi on kuvattu kuviossa 2. Kuvio sisältää eri vaiheet, joiden kautta oppimiseen liittyvää aineistoa prosessoidaan. Katkoviivoilla kuvataan prosessin iteratiivista luonnetta eli eri osioissa käytettävien menetelmien ja niiden tuotosten (joiden siirtymistä eteenpäin kuvataan paksuilla ylöspäin osoittavilla nuolilla) kehittymistä lopullisesti raportoitavaan muotoon. Kuvion 2 teknisesti keskeinen osa, tiedonlouhinta, viittaa lähestymistapaan (Hand, Mannila & Smyth 2001), jossa mielenkiintoiset ja käyttökelpoiset mallit nousevat aineistosta esiin ilman vahvojen alkuhypoteesien muodostamista. Tämä on suurin erottava tekijä tiedonlouhinnan ja perinteisen tilastollisen data-analyysin välillä. Tutkimusmenetelmä on täten lähtökohteisesti luonteeltaan kartoittava (Tukey 1977), mutta tämä ei sulje



**Kuvio 2.** Koulutuksellisen tietämyksen tuottamisen prosessi.

pois hypoteesitestausta esimerkiksi löydettyjen mallien piirteiden ja erojen analysoimiseksi. Kuten Saarela (2017, kuvio 5) kuvaa, ennustavat ja luokittelevat mallit, klusterointi ja relaatiotyypiset assosiaatiösäännöt ovat keskeisesti käytettyjä tiedonlouhintamenehtelmiä oppimisanalytiikassa.

## Opiskelijoiden profilointi verkko-oppimisympäristöissä

Klusterointi eli yhtenäisten opiskelijajoukkojen profiilien määrittäminen on keskeinen tekniikka sekä oppimisanalytiikassa että muissa oppimisen aineistoja prosessoivissa tieteenaloissa (Saarela 2017). Yhteenveto suosituimmista oppimisanalyttisistä klusterointimenetelmistä ja niiden sovelluksista on esitetty Saarelan ja Kärkkäisen (2017) artikkelissa. Yleisimmin klusterointia sovelletaan haluttaessa mallintaa ja kuvata oppilaan toimintaa ja suoriutumista tietokonepohjaisessa oppimisympäristössä.

Klusterianalyysiä opetusympäristössä on sovellettu pääasiassa etsittäessä oppilaista erilaisia ryhmiä samankaltaisten tulosten mukaan, mutta myös tunnistamaan epäeettistä käyttäytymistä (ks. Romero & Ventura 2010). Toinen tapa soveltaa klusterointia opetuksessa on opiskelijoiden käyttäytymisen klusterointi verkko-oppimisympäristöissä. Tätä tapaa sovelletaan tässä tutkimuksessa. Verkko-oppimisjärjestelmissä käyttäjän kaikki klikkaukset voidaan tallentaa ja analysoida. Tämän seurauksena käyttäytymistä tällaisissa järjestelmissä on tutkittu laajasti. Esimerkiksi Desmarais ja Lemieux (2013) muodostivat klusteroimalla matematiikan ongelmanratkaisuympäristössä toimimisesta 1) tutkivan selailun, 2) lyhyiden harjoitussessioiden sekä 3) intensiivisen harjoittelun opiskeluprofiilit. Segedy, Kinnebrew ja Biswas (2015) puolestaan tiivistivät verkko-oppimisympäristön opiskelijoista kolme pääprofiilia: 1) usein toistuvan tutkimisen, 2) strategisen kokeilun, 3) sitoutuneen ja tuloksellisen oppimisen, sekä kaksi epäorientoitunutta ryhmää: 4) hämmentynyt arvailu ja 5) tehtävään sitoutumattomat. Verkko-oppimisympäristöä koskevissa tutkimuksissa

löydetyt opiskelijaprofiilit voidaan useimmiten jakaa karkeasti kahteen ryhmään: oppijoihin, jotka ajattelevat enemmän toimintaansa, ja oppijoihin, jotka soveltavat vähemmän oppimiseen suuntautunutta kokeilutapaa (Karavirta, Korhonen & Malmi 2006; Novotny 2004). Jälkimmäistä ryhmää pidetään usein opiskelijoina, jotka vain ”pelaavat järjestelmässä” (Baker, Corbett, Koedinger & Wagner 2004), mikä osoittaa, että nämä opiskelijat eivät luultavasti ole sitoutuneet oppimistehtäviin.

Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että klusterianalyysi voi tunnistaa tällaiset käyttäytymisryhmät verkko-oppimisympäristöissä. Esimerkiksi Hosseini, Brusilovsky, Yudelson ja Hellas (2017) klusteroivat opiskelijat ongelmanratkaisun perusteella käyttäen hierarkkista ja spektristä klusterointia. He löysivät kaksi opiskelijaklusteria: ”ajattelijat” (ts. oppilaat, jotka olivat rakentavampia) ja ”liikkujat” (ts. opiskelijat, jotka yrittivät kokeilla erilaisia strategioita lisäämättä tehtävien oikeellisuutta). Ei ole yllättävää, että ajattelijat suoriutuivat paremmin. Karavirta ym. (2006) löysivät viisi opiskelijaklusteria loppukokeiden pisteiden ja harjoitusten ratkaisemiseen käytetyn kokonaisajan perusteella. Klusterit olivat: ”läpipääsijät”, ”tavalliset”, ”iteraattorit”, ”kunnianhimoiset” ja ”lahjakkaat”. Läpipääsijät tekivät vähimmäistyön, joka tarvittiin kokeen suoritukseen. Tavalliset tähtäsivät korkeampaan arvosanaan kuin läpipääsijät mutta eivät tehneet odotettua enempää töitä. Iteraattorit käyttivät kokeilustrategiaa ja usein kaikkia heille tarjottuja yritysmahdollisuuksia, kun taas lahjakkaiden opiskelijoiden klusteri käytti vähiten yrityksiä ja saavutti silti korkeimmat tulokset. Kunnianhimoisten opiskelijoiden klusteri sai myös hyviä tuloksia, mutta he tarvitsivat enemmän yrityksiä kuin lahjakkaat opiskelijat.

Kizilcec, Piech ja Schneider (2013) käyttivät osittavaa klusterointia tutkiakseen opiskelijoiden sitoutumista MOOC-kurssilla. He löysivät neljä opiskelijaklusteria: ”suorittavat”, ”tarkistavat”, ”irtipäästävät” ja ”kokeilevat”. Kun suorittavat opiskelijat olivat tarpeeksi sitoutuneita yrittämään kaikkia tehtäviä, tarkistavat opiskelijat enimmäkseen vain katselivat videoluennot. Irtipäästävät opiskelijat sitoutuivat mukaan kurssin alussa mutta lopettivat sit-

ten tehtävien tekemisen. Kokeilevat opiskelijat sitoutuivat vain osiin kurssin alueista, esimerkiksi katsomalla vain valittuja videoita. Oppilaiden käyttäytymisprofiilien avulla voidaankin usein arvioida oppilaan sitoutumista kurssin tai tehtävän suorittamiseen ja siten koko oppimisprosessiin.

## Tutkimusmenetelmät

Tämän tutkimuksen tavoitteena on pyrkiä tunnistamaan erilaisia opiskelija- ja tehtäväprofiileja PISA 2015:n tietokonepohjaisen kokeen lokiaineistoa analysoimalla. Seuraavassa kuvataan tarkemmin tätä tarkoitusta varten muokattu aineisto ja sen prosessoinnissa käytetyt oppimisanalyysimenetelmät.

### Aineisto

Aineistona toimi suomalaisten koululaisten vuoden 2015 matematiikan PISA-kokeesta tallennettu ja muokattu lokidata. Kaksi tietolähdettä – tehtäväkohtaiset (*item*) tiedot ja tehtävien vaikeutta kuvaavat osioanalyysin parametrit (OECD 2016) – yhdistämällä muodostettiin ensin yhdistetty aineisto, joka sisälsi kaikki yksittäisen tehtävän ratkaisutapahtumaa kuvaavat muuttujat. Havaintoyksikkönä tässä aineistossa on oppilas-tehtäväpari, toisin sanoen muuttujat kuvaavat oppilaan toimintaa tietyn matematiikan tehtävän ratkaisemisessa. Aineisto käsitti 2 426 oppilasta (ts. PISA-kokeeseen osallistuneista 5 882 oppilaasta vain n. 41 % teki matematiikan tehtäviä) ja vastauksia 50 eri tehtävään. Kukin oppilas sai ratkaistavaksi useita tehtäviä, ja sama tehtävä annettiin ratkaistavaksi usealle oppilaalle etukäteen suunnitellun tehtävärotaation mukaisesti. Kaikki oppilaat eivät kuitenkaan tehneet täsmälleen samoja tehtäväkokonaisuuksia eivätkä välttämättä yrittäneet tai ehtineet yrittää ratkaista kaikkia heille osoitettuja tehtäviä. Siten oppilaskohtaista aineistoa löytyi 1–17 ratkaistusta tehtävästä (ks. kuvio 8). Analysoitavassa aineistossa oli kaikkiaan 34 812 oppilas-tehtävähavaintoa. Lokitietojen ohella aineistoon yhdistettiin

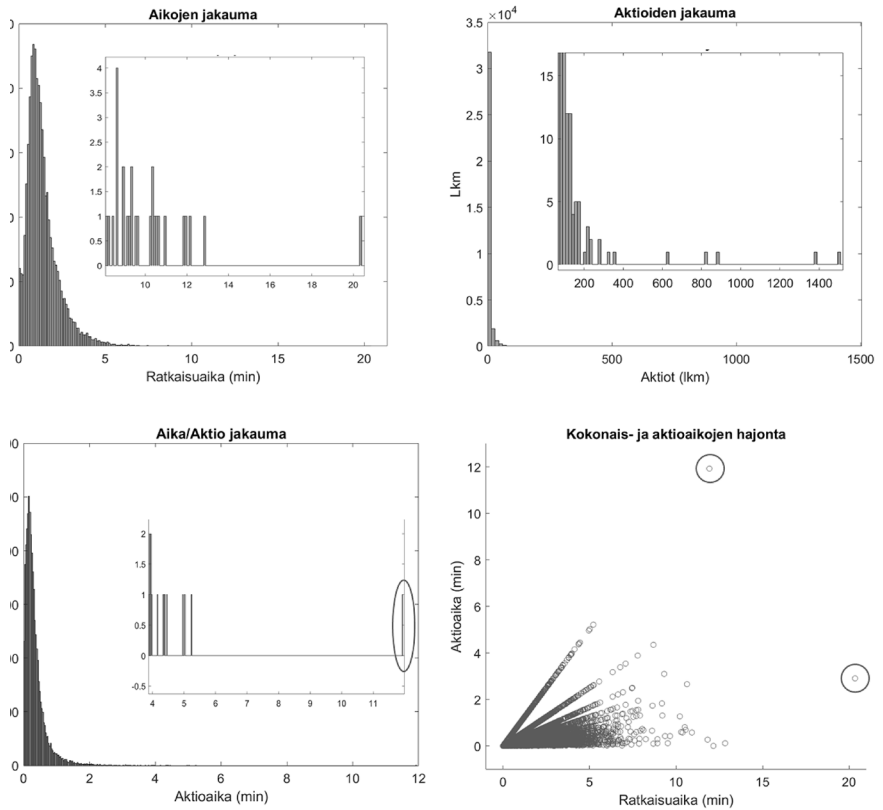
kullekin tehtävälle kansainvälisestä PISA-aineistosta osioanalyysillä estimoitu vaikeustaso kuvaava parametri.

Tarkasteltavat muuttujat olivat seuraavat:

- 1) Ratkaisuun kulunut kokonaisaika – *Aika* (alkuperäinen yksikkö millisekunteja, muunnettiin minuuteiksi).
- 2) Aktioiden eli opiskelijan tehtävän ratkaisun aikana suorittamien toimintojen (klikkaukset, tuplaklikkaukset, näppäimistön painallukset, raahaa-ja-pudota tapahtumat) lukumäärä – *Aktiot*.
- 3) *Aktioaika* eli aika jaettuna aktioiden määrällä: muuttuja kuvaa yksittäiseen aktioon keskimäärin kulunutta aikaa.
- 4) Pisteytetty vastaus – *Tulos*. Suurin osa vastauksista oli pisteytetty muotoon ”oikein” (1) tai ”väärin” (0), mutta joissakin tehtävissä oli myös vaihtoehto ”osittain oikein”. Tälle vaihtoehdolle annettiin lukuarvo 0,5.
- 5) Tehtävän vaikeustaso. Tämä on estimoitu kansainvälisestä PISA-aineistosta kaksiparametrinen Raschin mallin avulla. Estimoinnin suoritti yhdysvaltalainen ETS-tutkimuslaitos (Educational Testing Service), joka koordinoi PISA 2015 -aineiston keruuta ja toteutti datatiedostojen rakentamisen. Matematiikan tehtävien vaikeustasoestimaatit vaihtelivat välillä –1,805–1,705.

Muuttujien frekvenssijakaumia on havainnollistettu kuviossa 3. Lisäksi kuvio sisältää hajontakuvan ratkaisu- ja aktioaikojen yhteisistä arvoista. Havaintojoukosta poistettiin kolme selkeästi poikkeavaa havaintoa: yksi, jossa aktioiden määrä oli nolla; yksi, jossa ratkaisuaika oli yli 20 minuuttia sekä yksi, jossa aktioaika oli yli 10 minuuttia (kahta jälkimmäistä on havainnollistettu kuvion 3 alaosassa). Analysoitujen havaintoyksiköiden lukumäärä oli siis 34 809.

Aineiston läpikäynnin yhteydessä tallennettiin erikseen myös tehtävän vaikeustaso sekä suomalaisten oppilaiden oikeiden vastusten osuus. Yleisesti PISA-tutkimuksissa oppilaan osaaminen (*proficiency*) estimoidaan tilastollisella osioanalyysimallilla, jossa on keskeistä estimoida ja ottaa huomioon oppilaalle osoitettujen tehtävien vaikeustasot. Oppilaan osaaminen on latentti suure, jota PISA-

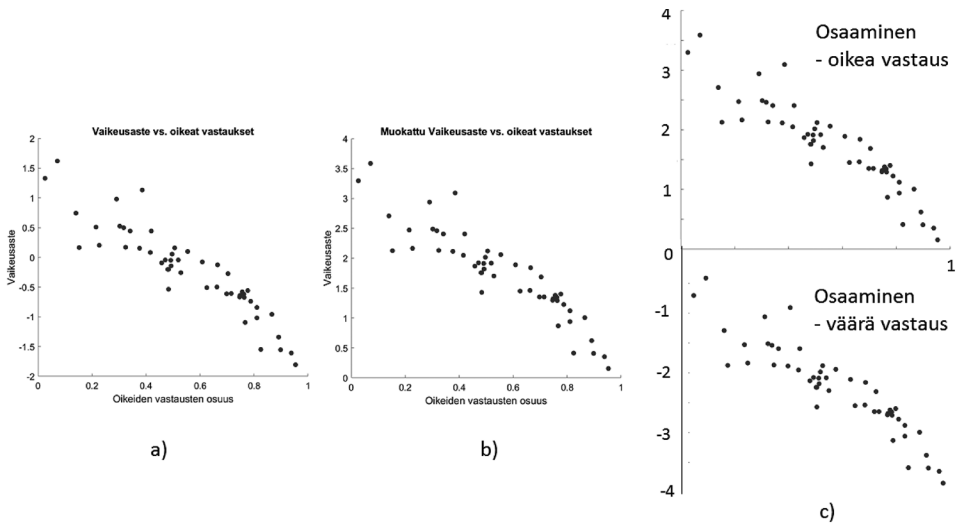


**Kuvio 3.** Ratkaisuaikojen, aktioiden lukumäärien sekä aktioiden yksikköaikojen jakaumat sisältäen suurien arvojen zoomaukset. Alimpana oikealla on aikojen ja yksikköaktioaikojen hajontakuvi, jossa on havainnollistettu poistettuja havaintoja.

tutkimuksissa arvioidaan niin sanotuilla todennäköisillä tuloksilla (*plausible values*). Nämä ovat realisaatioita oppilaan ”arvioitua osaamistasoa” kuvaavasta posteriorijakaumasta, joka määrätään bayesiläisen tilastotieteen keinoin yhdistämällä havaintoaineistosta saatu oppilaan taustamuuttujia, koetuloksia ja tehtyjen tehtävien vaikeustasoa koskeva informaatio oppilaiden (latentin) osaamisen kansallista vaihtelua kuvaavaan priorijakaumaan (ks. esim.

Rutkowski, Gonzalez, Joncas & von Davier 2010; Saarela 2017). Tässä tutkimuksessa kuitenkin rajoitutaan pelkästään tietokoneympäristössä suoritettuja tehtäviä kuvaavan aineiston analysointiin. Siksi oppilaiden tehtävissä osoittamalle osaamiselle johdettiin yksinkertaisempi muuttuja, joka huomioi sekä yksittäisen oppilaan vastauksen oikeellisuuden että tehtävän vaikeustason.

Oppilaan yksittäisessä tehtävässä osoittamaa osaamista kuvaavan muuttujan rakentamista havainnollistetaan kuviossa 4. Kuvion kaikkien kolmen graafin x-akselina toimii kullekin tehtävällä annettujen oikeiden vastausten osuus (0 = ei yhtään oikeaa vastausta, 1 = kaikki vastaukset oikein). Aluksi tehtävän vaikeusaste (y-akseli) kuvioissa 4 a ja 4 b muunnettiin positiiviseksi siten, että arvo nolla vastaa maksimaalisen helppoa tehtävää, jonka kaikki oppilaat osaisivat ratkaista. Tätä varten kuvion 4 a pisteiden perusteella



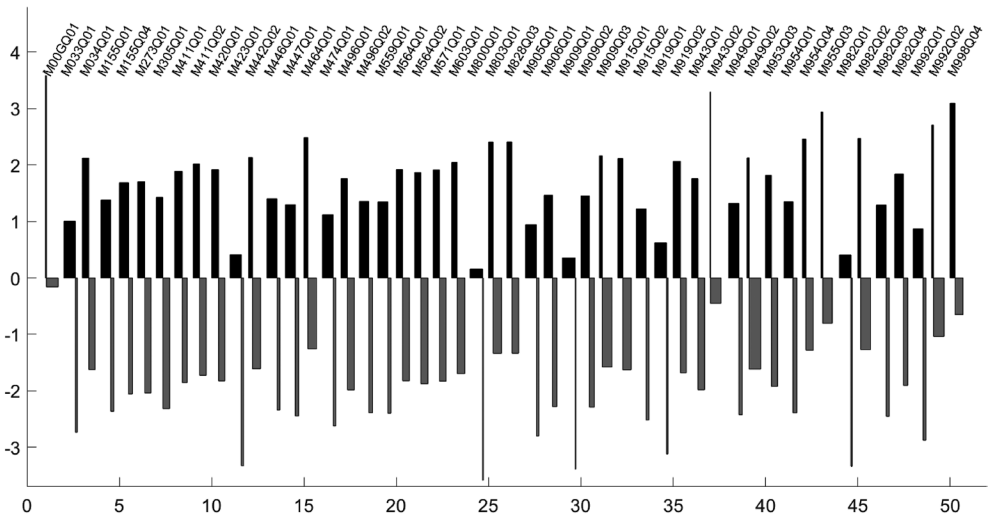
**Kuvio 4.** Tehtävässä osoitetun osaamisen estimointi suhteessa oikeiden vastausten osuuteen (x-akseli). a) Alkuperäinen tehtävän vaikeusaste (y-akseli) suhteessa oikeiden vastausten osuuteen, b) vaikeustason (y-akseli) muuntaminen positiiviseksi, c) oikeiden ja väärin vastausten ilmentämän osaamisen määrä (y-akseli) suhteessa oikeiden vastausten osuuteen.



määriteltiin lineaarinen regressiosuora, joka saa arvon  $-1,9627$  pisteessä  $x = 1$  (eli kun oikeiden osuus on 1). Tämän jälkeen alkupe-  
räisistä vaikeustasoista vähennettiin kyseinen arvo, jolloin päädyttiin kuvion 4 tilanteeseen b. Jos oppilas oli osannut ratkaista tehtävän oikein, valittiin kyseinen vaikeusaste arvo esittämään osoitettua osaamista (ks. kuvio 4 c yläosa). Vastaavasti jos oppilas ratkaisi tehtävän väärin, osoitetun osaamattomuuden arvoksi valittiin negatiivinen, ”käänteinen” (suhteessa kuvion 4 y-akseliin) vaikeus-  
taso (ks. kuvio 4 c alaosa). Eli helppoon, paljon osattuun tehtävään väärin vastaaminen osoitti suurta negatiivista osaamista ja puolestaan vaikeaan tehtävään väärin vastaaminen osoitti vain lievää negatiivista osaamista. Matemaattisesti väärin vastatun muuttujan arvoksi siis valittiin Tätä vaikeustasoparametrien avulla johdettua oppilaan osaamista mittaavaa muuttujaa kutsutaan jatkossa nimellä *Osaaminen*.

Tehtäviin väärin vastanneiden oppilaiden ”osaamattomuus” (negatiivinen osaaminen) saatiin siis lineaarisella muunnoksella tehtävän vaikeustasosta ja siihen oikein vastanneiden osuudesta. Koska tehtävän vaikeustaso ilmentää kansainvälisellä tasolla osoitettua suoriutumista, voidaan suomalaisten oppilaiden tuloksia verrata kansainväliseen aineistoon tarkastelemalla oikeiden vastausten ja osaamista mittaavan muuttujan välisiä suhteita. Tässä suhteessa jo kuvio 4 a on mielenkiintoinen, sillä sen tulisi ilmentää täsmällistä negatiivista korrelaatiota (laskevaa suoraa), jos suomalaiset opiskelijat olisivat matematiikan tehtäviä ratkoessaan osoittaneet täsmälleen samanlaista osaamista kuin koko kansainvälinen populaatio. Käyrän lievä kaareutuminen alaspäin liikuttaessa oikeiden vastausten osuudesta 1 kohti osuutta 0 antaisi ymmärtää, että suomalaisten koululaisten suhteellinen osaaminen on ollut kansainvälistä keskitasoa parempaa helpommille tehtäville mutta huonontunut keskimääräistä nopeammin tehtävien vaikeutuessa.

Tarkennetaan tulkintaa suomalaisten oppilaiden osoittamasta osaamisesta suhteessa tehtävän yleiseen vaikeustasoon eli koko kansainväliseen oppilaspopulaatioon. Kuviossa 5 havainnollistetaan täsmälleen samaa aineistoa kuin kuviossa 4 a siten, että pylvään paksuus esittää oikeiden (musta) ja väärin (harmaa) vastausten



**Kuvio 5.** Matematiikan PISA-tehtävissä osoitettu osaaminen.

suhteellisia osuuksia ja pylvään pituus tehtävässä osoitettua osaamista. Tässäkin kuviossa koko PISA-tutkimuksen mukainen osaaminen ilmeni tasaisesti ohenevina pylväinä niiden pituuden kasvassa sekä positiivisen että negatiivisen y-akselin suuntaan. Näin ei kuitenkaan ole. Esimerkiksi tehtävissä M305Q01 (tehtävä n:o 7 vaaka-akselilla) ja M949Q02 (tehtävä n:o 39) on tavanomaista suurempi määrä vääriä vastauksia ja puolestaan tehtävässä M998Q04 (tehtävä n:o 50) selvästi suurempi määrä oikeita vastauksia kuin mitä kansainvälisestä aineistosta estimoidut osaamistasot ennakoisivat.

## Menetelmät

Kuten edellinen luku esittää, tutkimuksen aineisto muodostuu kymmenistä tuhansista havainnoista, jotka ovat luonteeltaan diskreettejä (aika, aktiot, kuinka monta oikeaa vastausta, vaikeustaso, osaaminen). Tutkimuksen tavoitteena on pyrkiä löytämään kiinnostavia profiileja tästä aineistosta. Menetelmällisesti kyseessä on siis ns. ohjaamattoman oppimisen (*unsupervised learning*) menetelmä.

ning) tehtävä (Hand ym. 2001). Klusterointi onkin käytetyin oppimisanalytiikan menetelmä, jolla etsitään aineiston sisältämiä piileviä ryppäitä ja määritetään näiden profiileja (ed. luku; Saarela & Kärkkäinen 2017). Sen lisäksi, että tässä tutkimuksessa klusteroitavat muuttujat ovat diskreettejä eivätkä siten täytä oletusta normaalijakautuneesta satunnaismuuttujasta, ovat niiden jakaumat Pareto-tyyppisiä ja hyvin vinoja kuvion 3 esittämällä tavalla. Tästä syystä käytettävän klusterointimenetelmän tulee voida käsitellä erityyppisiä jakaumia ja perustua mahdollisimman pieniin lähtöoletuksiin aineistosta ja sen sisältämien muuttujien jakaumista. Kuten Saarela ja Kärkkäinen (2015a) esittävät, tämäntyyppisten kvantisoitujen muuttujien virhejakauman lähtöoletus onkin tasainen jakauma.

Robusteja, ei-parametrisia menetelmiä käytetään tilastotieteen piirissä silloin, kun data-analyysi perustuu ei-normaalijakautuneisiin lähtöoletuksiin (ks. Rousseeuw & Leroy 1987; Hettmansperger & McKean 1998; Kärkkäinen & Heikkola 2004). Tällöin kutakin muodostettua datan osajoukkoa, klusteria, edustaa jokin muu tunnusluku kuin tyypillisesti normaalijakaumaoletukseen perustuva keskiarvo. Yksinkertaisimpia robusteja ei-parametrisia tunnuslukuja ovat mediaani ja spatiaalinen mediaani, joista mediaani perustuu reunajakaumiin eli on luonteeltaan yksilolotteinen kun taas spatiaalinen mediaani on aidosti monimuuttujainen (Rousseeuw & Leroy 1987; Hettmansperger & McKean 1998; Kärkkäinen & Heikkola 2004).

Tässä tutkimuksessa käytettiin klusterointialgoritmina K-SpatialiMediaani++-menetelmää (Hämäläinen ym. 2017), joka perustuu kutakin klusteria edustavan spatiaalisen mediaanin laskemiseen peräkkäisten ylirelaksointien avulla (Kärkkäinen & Äyrämö 2004, 2005). Laskennat toteutettiin Matlab-ohjelmistolla. Muuttujille *Aika* ja *Aktioaika* suoritettiin ennen klusterointia muunnos ja muuttujalle *Aktiot* muunnos. Näiden muunnosten avulla muuttujien arvojakauma tasoittuu ja tulee helpommin eroteltavaksi (Baeza-Yates & Ribeiro-Neto 1999). Ohjaamattoman oppimisen skenaarion mukaisesti meidän täytyy pystyä estimoimaan klustereiden sisältöjen lisäksi myös niiden lukumäärä. Tähän käytetään ns. klusteri-

validointi-indeksejä, joista suosituimpia on laajasti ja perinpohjaisesti vertailtu useissa artikkeleissa (Jauhainen & Kärkkäinen 2017; Hämäläinen ym. 2017). Myöskään näissä ns. sisäisissä klusterivalidointi-indekseissä ei tehdä mitään ennako-oletuksia klustereiden lukumäärästä. Käytetyt indeksit olivat Pakhiran, Bandyopadhyayn ja Maulikin PBM-indeksi, Silhouetti-indeksi, WB-indeksi, k\*-klusterointivirhe sekä Wemmert-Gançarskin indeksi. Lisäksi käytettiin erityyppisiä tiedon ja mallien visualisointitekniikoita tulkintojen ja johtopäätösten tekemisen helpottamiseksi.

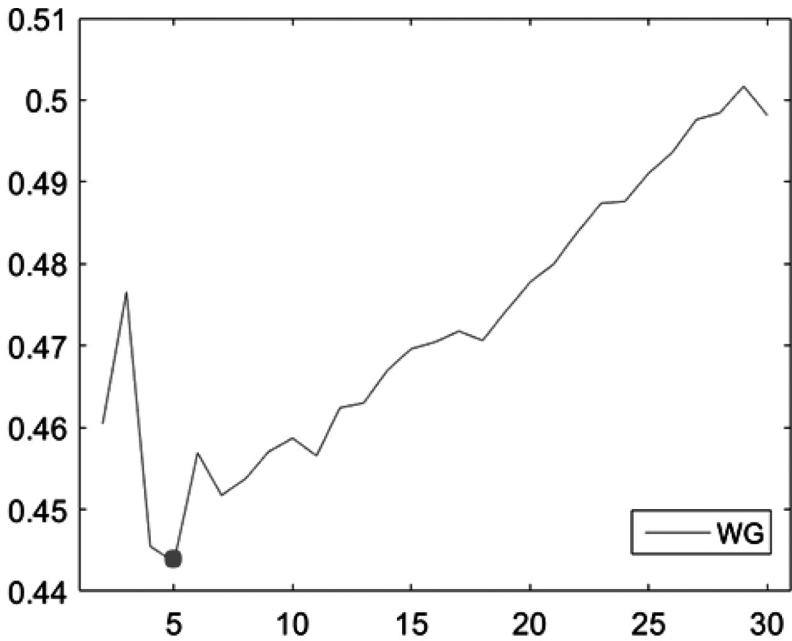
## Tulokset

Tässä luvussa kuvataan kahden eri klusteroinnin toteutukset, tulokset ja tulosten tulkinnat.

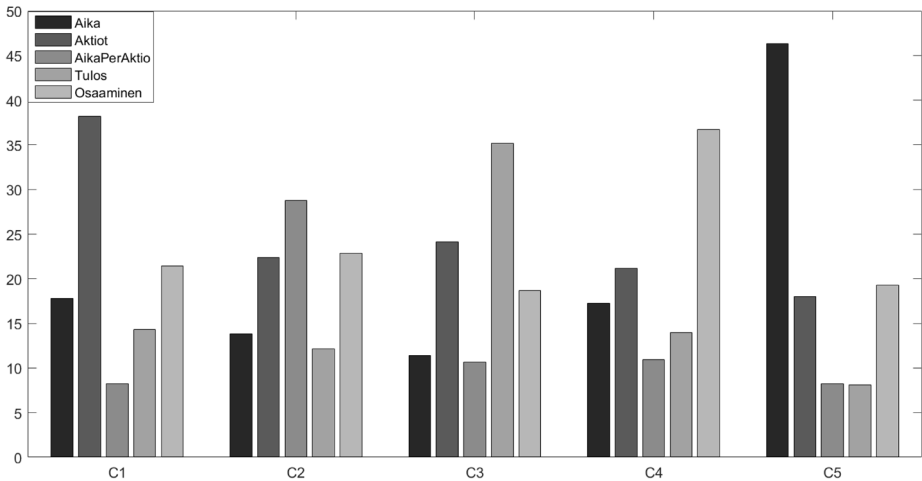
### Koko aineiston klusterointi

Ensimmäisessä vaiheessa K-SpatiaaliMediaani++-klusterointimenetelmää sovellettiin 34 809 havainnon muokattuun aineistoon, jossa yksittäinen havainto esitti opiskelija-tehtäväparia. Tällöin esimerkiksi saman opiskelijan vastaukset 1–17 eri tehtävään (kuvio 9) oli irrotettu toisistaan. Wemmert-Gançarskin klusterivalidointi-indeksin ehdotuksesta (kuvio 6) aineisto jakautui viiteen eri klusteriin C1–C5 (PBM- ja Silhouette-indeksit ehdottivat kolmea klusteria, mutta valitsimme viisi, jotta pystyimme analysoimaan hieppan useampaa ratkaisuprofiilia).

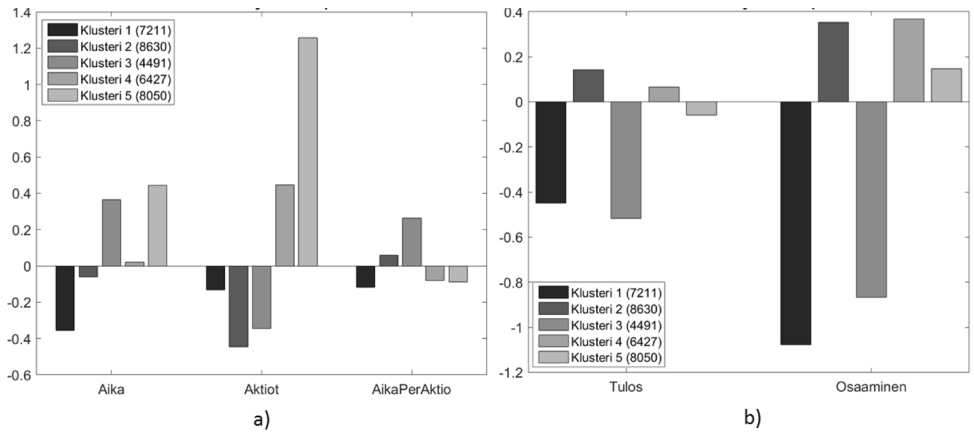
Klustereiden muuttujaprofiileja eli klusteriin kuuluvan aineiston spatiaalista mediaania on havainnollistettu kuvioissa 7 ja 8. Klustereiden koot ja prosenttiosuudet koko havaintoaineistossa olivat 7 211 (21 %), 8 630 (25 %), 4 491 (13 %), 6 427 (18 %) ja 8 050 (23 %).



**Kuvio 6.** Wemert-Gancarskyn klusterivalidointi-indeksin arvot havaintoaineistolle.



**Kuvio 7.** Viiden saadun klusterin muuttujaprofiilit.



**Kuvio 8.** Klusterien profiilit muuttujittain. Viiden klusterin poikkeamat koko aineiston yleisestä käyttäytymisestä (spatiaalinen mediaani) muuttujille *Aika*, *Aktio* ja *Aktioaika* (a) sekä muuttujille *Tulos* ja *Osaaminen* (b).

Viiden eri klusterin tulkinta erityisesti kuvion 8 pohjalta on seuraava:

- Klusteri 1: ”nopeasti ratkaistut, paljon erityisesti helpompia väärin”. Sisältää keskimääräistä nopeammin ratkaistuja tehtäviä, jotka menevät paljon väärin erityisesti helpommilla tehtävillä (*Osaaminen* merkittävästi pienempi kuin *Tulos*). On ajateltavissa, että tässä havaintojoukossa tehtäviin ja niiden ratkaisuun ei ole paneuduttu.
- Klusteri 2: ”vähemmällä aktioilla hyvää osaamista”. Klusterista löytyy hyvin erityisesti vaikeammista tehtävistä (*Osaaminen* suurempi kuin *Tulos*) suoriutumista. Koska erityisesti aktioiden määrä on koko joukon pienin, on tässä joukossa mietitty ja paneuduttu ratkaisemiseen.
- Klusteri 3: ”paljon harkintaa mutta silti virheitä”. Tässä klusterissa ratkaisemiseen on käytetty tyypillistä enemmän aikaa ja erityisesti yksittäistä aktiota on harkittu eniten. Tulosten perusteella tästä ei ole kuitenkaan seurannut erityisesti haastavampien tehtävien oikeita ratkaisuja.

- Klusteri 4: ”enemmän aktioita ja hyvää osaamista”. Mielenkiintoinen klusteri, jossa keskimääräistä suurempi interaktioiden eli tutkivan ongelmanratkaisun määrä on johtanut parhaaseen kokonaisosaamiseen.
- Klusteri 5: ”työläimmät interaktiotehtävät, joissa vaikeammissa osaamista”. Havainnot, joissa on käytetty eniten aikaa ja muita ryhmiä merkittävästi enemmän aktioita tehtävien ratkaisuyrityksissä. Tämä onkin johtanut keskimääräistä hieman parempaan osaamiseen eli onnistumisiin erityisesti hieman vaikeammissa tehtävissä.

## Koko aineiston klusteroinnin tulkinta

PISA-tutkimuksissa tallennettu lokiaineisto, jossa yksi havaintopiste kuvaa yhden oppilaan yhden tehtävän ratkaisemisyritystä, on tulkinnalliselta kannalta hankala klusteroitava. Klusterien muodostumiseen vaikuttavat samanaikaisesti sekä oppilaat että heille ratkaistavaksi annettujen tehtävien luonne, ja tämä kaksiulotteisuus tekee edellä saaduista klustereista vaikeasti tulkittavia. Tehtävä, jossa lyhyen tekstin perusteella valitaan yksi neljästä vastausvaihtoehdosta, vaatii lähtökohtaisesti oppilaalta vähemmän aikaa ja aktioita kuin tehtävä, jossa annetaan taustatietoina enemmän tekstiä tai kuvia ja oppilas joutuu esimerkiksi kokeilemaan erilaisia tekijäkombinaatioita lopputulokseen pääsemiseksi. Lisäksi klusterien muodostumiseen vaikuttaa se, miten oppilaat ovat asennoituneet erilaisiin tehtäviin ja kokeen tekemiseen yleensä. Esimerkiksi klusterissa 1 on voinut ilmetä huolimattomuusvirheitä tai tehtävää ei ole täysin ymmärretty tai oppilas ei ole ollut täysin motivoitunut yrittämään parastaan. Klustereiden 2 ja 4 ominaispiirteet voivat taas johtua joko tehtävien lähtökohtaisesti vähäisemmästä tai suuremmasta interaktiovaatimuksesta tai oppilaan tavasta paneutua tehtävien ratkaisemiseen. Klusteri 3 vaikuttaa hyvin vahvasti sisältävän ongelmanratkaisuyrityksiä, jotka yksinkertaisesti ovat olleet oppilaalle liian vaativia. Myös klusterin 5 suuri aktioiden määrä voi johtua joko tehtävien luonteesta tai oppilaan tavasta pyrkiä ratkaisemaan niitä.

## Muokatun aineiston klusterointi

Edellä saatujen klustereiden luonnetta on helpompi ymmärtää, jos niiden muuttujaprofiileja katsotaan ”ulottuvuus kerrallaan”, toisin sanoen erikseen oppilaiden ja tehtävien näkökulmista. Seuraavaksi tarkastellaankin sitä, mitä edellä kuvatut muuttujaprofiilit voivat kertoa toisaalta matematiikan tehtävistä ja toisaalta niitä ratkaisseista oppilaista. Tätä varten muodostettiin kaksi uutta havaintomatriisia, joissa muuttujina toimi viisi eri ratkaisuprofiilia. Havainnot muodostuivat puolestaan joko 50 tehtävästä (tehtävämatriisi) tai 2426 oppilaasta (oppilasmatriisi). Matriisit muokattiin vielä yhtenäiseen muotoon laskemalla kunkin tehtävän tai oppilaan prosenttiosuudet kuhunkin ratkaisuprofiiliklusteriin kuulumiselle.

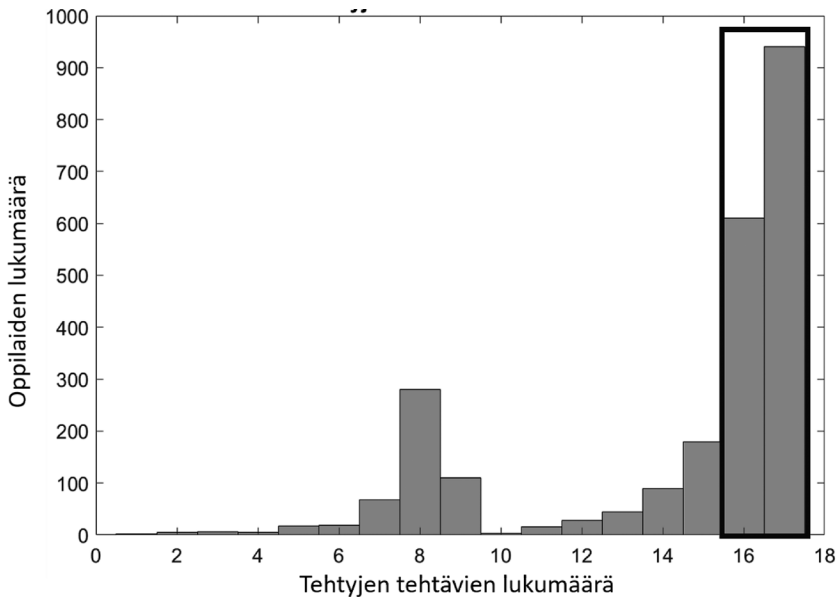
Aluksi tehtävämatriisista etsittiin sellaisia tehtäviä, joiden vastausyryksistä yli puolet (eli yli kaksinkertainen määrä verrattuna klustereiden perusosuuksiin, joiden maksimi oli 25 %) kuuluvat vain tiettyyn ratkaisuprofiiliin. Tällöin kyseinen ratkaisuprofiili edustaa enemmistöä tehtävän ratkaisuyryksistä. Tehtäväkohtaisen analyysin perusteella saimme tällä tavalla profiloitua vain 15 tehtävän (30 % kaikista 50 tehtävästä) luonteen suhteessa viiteen ratkaisuprofiiliin. Lukumääräisesti korostuivat toinen (kuusi tehtävää) ja viides (viisi tehtävää) ratkaisuprofiili, jotka ilmensivät pienintä ja suurinta oppilaan ja tietokoneen välisten interaktioiden määrää. Kokonaisuutena se, että suurin osa tehtävistä ei sijoittunut selvästi mihinkään klusteriin, kuvaa sitä, että saadut viisi klusteria profiloivat enemmän oppilaita kuin tehtäviä. Tämä on sikäli ymmärrettävää, että tehtävärotaatiosta huolimatta PISA-koeasetelmassa pyritään siihen, että kaikille oppilaille tulisi ratkaistavaksi mahdollisimman monipuolinen tehtäväkokoelma, jossa on sekä paljon että vähän aikaa ja aktioita vaativia tehtäviä. Se, että sama tehtävä voi sijoittua useaan klusteriin yhtä aikaa, kertookin siis siitä, että sitä ovat ratkaisseet toimintatavoiltaan erilaiset oppilaat: yksi oppilas on voinut antaa vastauksen nopeasti tai huolimattomasti, kun taas toinen oppilas on voinut miettiä kauan, selailla tehtävää edestakaisin tai muuttaa jo kerran antamaansa vastausta. Se, että klusterit profiloivat selvemmin oppilaita kuin tehtäviä, viittaa myös siihen, että tietyn toimintatavan ja motivaation omaava oppilas on toimi-



nut kokeessa suurin piirtein samalla tavalla (esim. käyttänyt paljon aikaa) tehtävästä riippumatta.

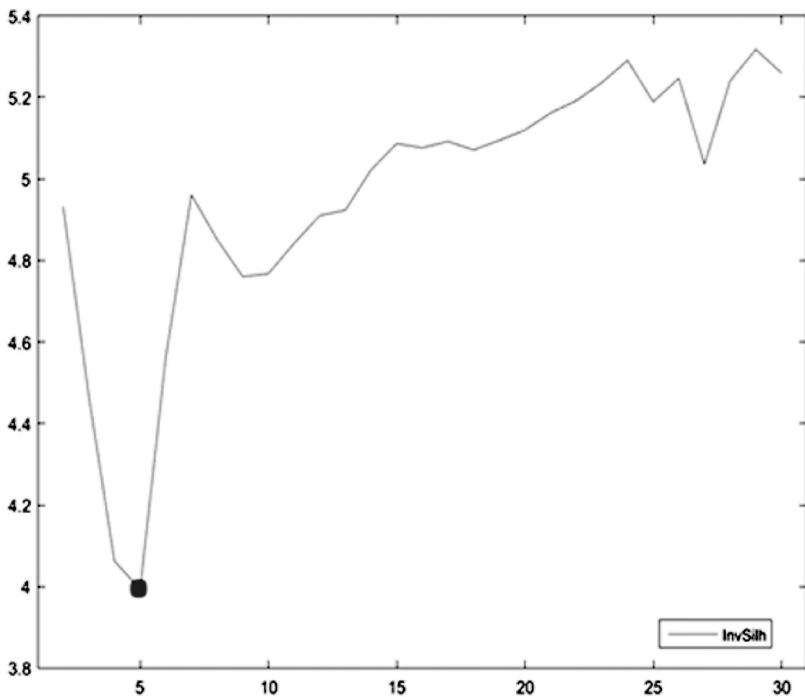
Oman pohdintansa tuloksiin tuovat tehtävien ominaisuudet sekä se, kuinka PISA-kokeen tapahtumalaskuri laskee kuhunkin tehtävään käytettyjen toimintojen (action) määrän. Jos esimerkiksi tehtävässä käytetään testin omaa laskinta ja laskimen käytössä tapahtuvat painallukset lasketaan tapahtumiksi lokitiedostoon, nosta se helposti tiettyjen tehtävien tapahtumien määrää oppilasta kohden. Myös tehtävien rotaatiosta johtuva tehtävien järjestys kokeessa voi muuttaa vastaajien motivaatiota ja tarkkaavaisuutta tehtävien tekemisessä ja näin ollen nostaa tai laskea ajankäyttöä tai toimintojen määrää tehtävien teossa.

Koska tehtävämatriisiin klusterointi ei osoittautunut hedelmälliseksi, seuraavassa keskitytään oppilasmatriisiin klusterointiin. Oppilasaineistossa oli melko paljon oppilaita, jotka olivat tehneet vain vähän matematiikan tehtäviä. Kuten kuvio 9 esittää, havainto-



**Kuvio 9.** Oppilaiden tekemien tehtävien jakauma (kaksi oppilasta oli tehnyt vain yhden tehtävän, 941 oppilasta maksimimäärän eli 17 tehtävää).

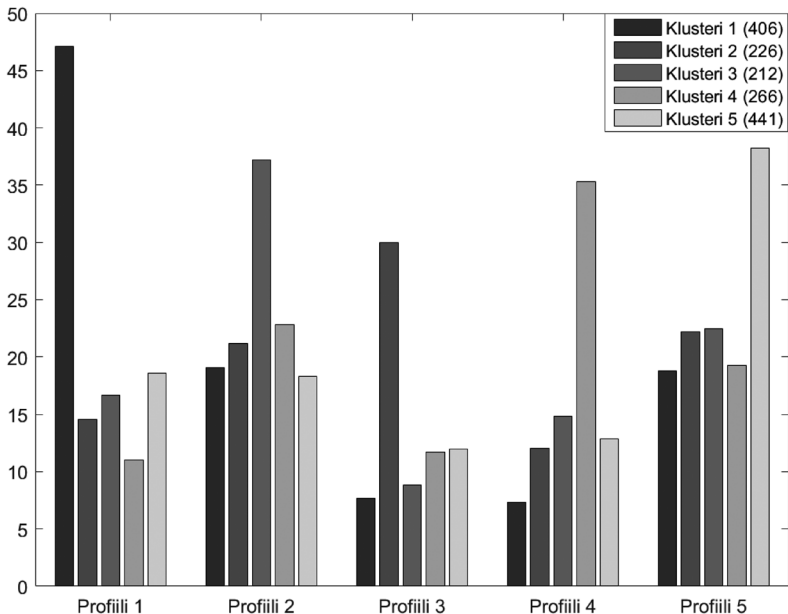
joukosta löytyi yhteensä 1551 oppilasta, jotka olivat tehneet vähintään 16 eli yhtä vaille maksimimäärän (17) yhdelle oppilaalle annettuja tehtäviä. Valitsimme tämän osajoukon oppilaista tarkempaan analyysiin, sillä nämä opiskelijat kuvaavat luotettavimmin koko kokeen tilannetta. Sovelsimme samaa K-SpatiaaliMediaani++-menetelmää aineistoon, jossa muuttujina toimivat opiskelijan tekemien tehtävien prosenttiosuudet viidessä eri ratkaisuprofiiliklusterissa. Silhouette-indeksi (kuvio 10) ehdotti viittä eri opiskelijaprofiilia ja PBM-indeksi tuki tätä valintaa, joten valitsimme klustereiden lukumääräksi viisi. Viiden syntyneen oppilasklusterin koot ja prosenttiosuudet aineistossa olivat 406 (26 %), 226 (15 %), 212 (14 %), 266 (17 %) sekä 441 (28 %).



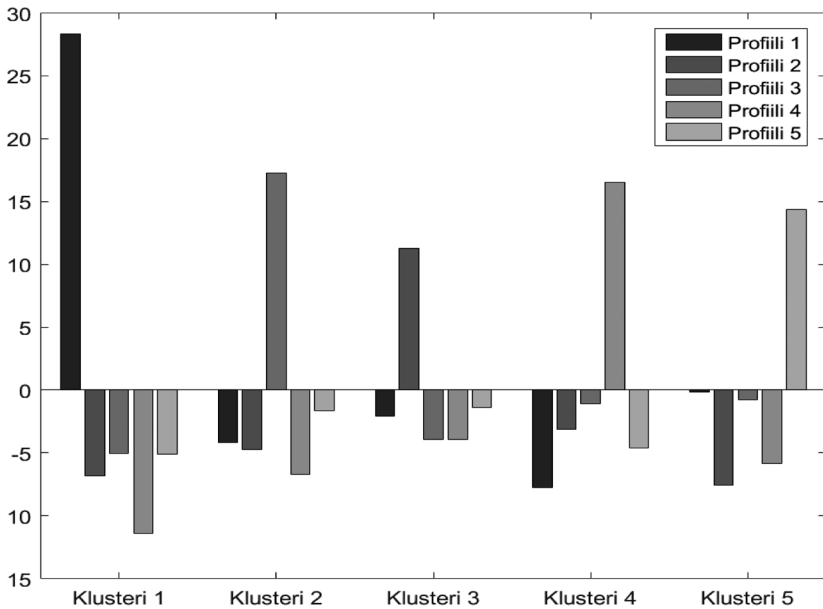
**Kuvio 10.** Käänteisen Silhouette-klusterivalidointi-indeksin arvot opiskelijoiden klustereihin kuulumisdatalle.

## Opiskelijaklusterien tulkinta

Viiden opiskelijaklusterin prototyyppinä, jotka siis edustavat prosenttiosuuksia eri tehtäväratkaisuprofiileihin kuulumiselle, on havainnollistettu kuvioissa 11 ja 12. Kuvioista 11, joka esittää eri ratkaisuprofiiliryhmiin kuulumisosuudet klustereittain, huomataan, että kaikissa muodostuneissa oppilasryhmissä on havaintoja kaikista viidestä eri ratkaisuprofiilista. Siten kaikki oppilaat ovat koheen kuluessa käyttäneet useampia erilaisia työskentelytapoja (vähän/paljon aikaa, vähän/paljon aktioita, vähän/paljon aikaa aktiota kohti). Toisaalta kuvioista 12, jossa kuvataan eroja klustereittain koko aineiston ratkaisuprofiiliosuuksiin, ilmenee selkeästi, että kaikissa viidessä eri oppilasryhmässä on eri ratkaisuprofiili dominoivana. Näin ollen, vaikka oppilas sai ratkaistavakseen erityyppisiä tehtäviä, jotka vaativat erilaista työskentelyä (esim. paljon/vähän aktioita), hänellä oli lokitetietojen perusteella yksi työskentelytapa, joka oli muita tapoja vallitsevampi.



**Kuvio 11.** Opiskelijaklustereiden prototyytit muuttujittain.



**Kuvio 12.** Opiskelijaklustereiden prototyytit klustereittain poikkeamina tyypillisestä käyttäytymisestä (spatiaalinen mediaani).

406 opiskelijan klusterissa 1, johon kuului 26 prosenttia oppilaista, korostuu ratkaisuprofiili 1 eli toimintaa luonnehtii tulkinta ”nopeasti ratkaistut – paljon helppoja tehtäviä väärin”, joka viittaa alentuneeseen motivaatioon kokeessa. Toisessa, 226 oppilaan klusterissa (15 % oppilaista) ilmenee ”paljon harkintaa, mutta silti virheitä” – heille tehtävät ovat olleet vaikeita. Klusterin 3 (14 % oppilaista) oppilaat osoittivat ”vähemmällä interaktiolla hyvää osaamista” eli kykenivät rauhallisella ja harkitsevalla otteella ja tarvittaessa aikaa käyttämällä ratkaisemaan tehtäviä. Klusteriin 4 (17 % oppilaista) kuuluneet osoittivat ”enemmän interaktiota ja hyvää osaamista” eli saivat todennäköisesti tutkivalla ja kokeilevalla ongelmanratkaisuoitteella ja mahdollisesti jo kerran antamia vastauksia korjaamalla paljon oikeita vastauksia. Viimeinen ja suurin (28 %) klusteri on hankalimmin karakterisoitavissa. Sitä luonnehtii tulkinta ”työläät interaktiotehtävät, joista vaikeimmissa osaa-

mista”. Klusteri sisältää oppilaita, jotka uutteralla työllä onnistuivat ratkaisemaan vaikeampia tehtäviä.

Yhteenvedona voidaan todeta, että lähes maksimimäärän tehtäviä tehneiden oppilaiden joukossa on selvästi nähtävissä viiden erilaisen ratkaisuprofiilin mukaista käyttäytymistä, mutta yleiset profiilit eivät sellaisenaan kokonaisuudessaan kuvaa oppilaiden ratkaisuorientaatiota, sillä luonnollisesti myös oppilaille osoitettujen tehtävien luonne vaikuttaa sekä oppilaiden ongelmanratkaisukäyttäytymiseen että osoitettuihin oppimistuloksiin. Selvimmin tulkittavissa oli ensimmäinen klusteri, johon kuului 26 prosenttia matematiikan kokeen tehneistä oppilaista. Siihen kuuluneet oppilaat olivat lokitietojen perusteella tehneet merkittävän osan tehtävistä verraten nopeasti ja heikoin tuloksin. Voidaan arvioida, että noin neljäsosa kokeeseen osallistuneista suomalaisoppilaista on ollut melko heikosti motivoitunut ja haluton näkemään vaivaa matematiikan PISA-tehtävien ratkaisemisessa.

## Johtopäätöksiä

Artikkelissa etsittiin matematiikan tehtävien ratkaisuprofiileja ja -strategioita tietokonepohjaisessa PISA 2015 -kokeessa suomalaisten koululaisten aineiston perusteella. Kokonaisuudessaan tutkimus ilmensi kuvion 1 mukaista tutkimusprosessia, jossa keskeistä oli valita tutkimusmenetelmät käytettävissä olleen ja muokatun aineiston ominaisuuksien perusteella. Tuloksia varten tarvittiin alkuperäisen aineiston valintaa (suomalaisten oppilaiden matematiikan tietokonepohjaiset tulokset, tehtävien vaikeusestimaatit), esikäsittelyä (poikkeavien havaintojen poisto, logaritminen skaalaus) ja muunnoksia (uusi osaamista mittaava muuttuja, tehtävä- ja opiskelijamatriisit) koulutuksellisen tietämyksen tuottamisen prosessin (kuvio 2) mukaisesti. Tutkimus ei perustunut hypoteesitestaukseen vaan tietämyksen tuottamiseen (Fayyad ym. 1996) eksploraatiivisen data-analyysin (Tukey 1977) ja robustien tilastollisten menetelmien ja tunnuslukujen avulla (Kruskal & Wallis 1952; Rousseeuw

& Leroy 1987; Hettmansperger & McKean 1998; Kärkkäinen & Heikkola 2004).

Matematiikan kokeesta verkkoympäristössä tallennetuista loki-tiedoista löytyi viisi erilaista ratkaisuprofiilia, joiden tulkinnat pystyttiin – erityisesti artikkelissa kehitetyn osaamisen mittarin avulla – liittämään erityyppisiin ratkaisustrategioihin ja konteksteihin (selvimmin siihen, kuinka motivoituneesti ratkaisuun oli pyritty). Vaikka havaintoyksikköinä toimivat oppilas-tehtäväparit, pystyttiin toistetulla klusteroinnilla liittämään kokeeseen osallistuneet oppilaat hyvin vahvasti eri ratkaisuprofiileihin. Tulokset muistuttivat tältä osin Azevedon (2015) esittämän lokianalyysin tuloksia oppilaiden kognitiivisesta sitoutumisesta ongelmanratkaisuun sekä Hosseinin ym. (2017) ja Karavirran ym. (2006) tuloksia oppilaiden erilaisista sitoutumisen tasoista opiskeluun. Tätä ilmensivät erityisesti tutkivaa ongelmanratkaisua ja nopeaa pintapuolista läpikäyntiä edustaneet klusteriprofiilit. Saadut profiilit olivat luonteeltaan samantyyppisiä kuin aikaisemmissa tutkimuksissa esitetty (Desmarais & Lemieux 2013; Segedy ym. 2015). Ne osoittivat, kuinka sitoutuneesti oppilas toimi ongelmanratkaisutilanteessa; tämä on tekijä, jonka avulla voidaan muun muassa arvioida oppilaiden yleistä suoriutumista opinnoista. Löydettyjen profiilien pohjalta olisikin mahdollista ennakoida ja seuloa oppilaiden toimintaa verkko-oppimisympäristöissä puuttuen heidän toimintatapaansa ja auttaen erityisesti heikkoa kognitiivista sitoutumista osoittavia oppilaita.

Tutkimuksen perustavoite – tuottaa uutta tietoa tietokoneympäristössä toteutettavasta ongelmanratkaisusta ja suomalaisista koululaisista tällaisina ongelmanratkaisijoina – saavutettiin, vaikka yksittäisen oppilaan yhden tehtävän ratkaisemisesta oli lähtökohtaisesti käytettävissä hyvin vähän erottelevaa tietoa. Myös aiemman tutkimuksen kanssa samassa linjassa olleet klusteriprofiilit osoittivat PISA-lokiaineiston tutkimuksen olevan aiheellista ja hyödyllistä jatkokäyttöä varten. Klusterointia kehittämällä on mahdollista identifioida oppilaiden ongelmakohtia ja vaikeita alueita ja tarvittaessa tarkastella esimerkiksi koulujen opetussuunnitelmia saadun informaation valossa. Voidaankin todeta, et-

tä tässä käytetyt hyvin tuoreet, oppimisanalyttisen (myös PISA-aineiston) tutkimuksen yhteydessä kehittyneet ja vielä kehittyvät analysointimenetelmät osoittautuivat lupaaviksi. Samaa voidaan sanoa koko oppimisanalyttisestä lähestymistavasta.

Tutkimusta voitaisiin jatkaa ja syventää monella tavalla. Kuten Saarela ja Kärkkäinen (2015b) osoittavat (ks. myös Saarela 2017), analyysi voitaisiin kohdistaa otoksen sijasta koko suomalaisen opiskelijapopulaatioon käyttäen otanta-asetelman mukaisia painoja. Kaikki artikkelissa käytetyt menetelmät voidaan yleistää tähän tarkoitukseen. Samoin tulosten laajempi analysointi tehtäväkohtaisesti, eri kategorioissa ja erityisesti suhteessa vastanneiden opiskelijoiden monipuoliseen tausta-aineistoon ja ominaisuuksiin olisi luonteva tie jatkotutkimukselle. Tosin se, että PISA-tehtävät on pidettävä salaisina, vaikeuttaa tehtäväkohtaisten analyysien julkaisemista. Vertailevaa kansainvälistä tutkimusta veisi luontevasti eteenpäin useampien maiden oppilaiden sisällyttäminen analysointeihin.

## Lähteet

- Azevedo, R. 2015. Defining and measuring engagement and learning in science: Conceptual, theoretical, methodological, and analytical issues. *Educational Psychologist*, 50(1), 84–94.
- Baker, R., Corbett, A., Koedinger, K. & Wagner, A. 2004. Off-task behavior in the cognitive tutor classroom: when students “game the system”. Teoksessa *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '04)*. New York: ACM, 383–390.
- Baeza-Yates, R. & Ribeiro-Neto, B. 1999. *Modern information retrieval* (Vol. 463). New York: ACM press.
- Bergner, Y., Colvin, K. & Pritchard, D. E. 2015. Estimation of ability from homework items when there are missing and/or multiple attempts. Teoksessa *Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Learning Analytics and Knowledge*. New York: ACM, 118–125.
- Bergner, Y., Kerr, D. & Pritchard, D. E. 2015. Methodological challenges in the analysis of MOOC data for exploring the relationship between discussion forum views and learning outcomes. Teoksessa *Proceedings of the 8th International Conference on Educational Data Mining*. Educational Data Mining Society, 234–241.
- Chatti, M. A., Dyckhoff, A. L., Schroeder, U. & Thüs, H. 2012. A reference model for learning analytics. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4 (5–6), 318–331.

- Desmarais, M. C. & Lemieux, F. 2013. Clustering and visualizing study state sequences. *Teoksessa Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Educational Data Mining*, Memphis: International Educational Data Mining Society, 224–227.
- Fayyad, U., Piatesky-Shapiro, S. & Smyth, P. 1996. Extracting useful knowledge from volumes of data. *Communications of the ACM*, 39 (11), 27–34.
- Ferguson, R. 2012. Learning analytics: drivers, developments and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4 (5–6), 304–317.
- Ferguson, R. & Shum, S. B. 2012. Social learning analytics: five approaches. *Teoksessa Proceedings of the Second International Conference on Learning Analytics and Knowledge*. New York: ACM, 23–33.
- Gress, C. L., Fior, M., Hadwin, A. F. & Winne, P. H. 2010. Measurement and assessment in computer-supported collaborative learning. *Computers in Human Behavior*, 26(5), 806–814.
- Hand, D., Mannila, H. & Smyth, P. 2001. *Principles of data mining*. Boston: MIT press.
- Hettmansperger, T. P. & McKean, J. W. 1998. *Robust nonparametric statistical methods*. London: Edward Arnold.
- Hershkovitz, A., Knight, S., Dawson, S., Jovanovic, J. & Gasevic, D. 2016. About "learning" and "analytics". *Journal of Learning Analytics*, 3 (2), 1–5.
- Hosseini, R., Brusilovsky, P., Yudelson, M. & Hellas, A. 2017. Stereotype Modeling for Problem-Solving Performance Predictions in MOOCs and Traditional Courses. *Teoksessa: Proceedings of the 25<sup>th</sup> Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*. New York: ACM, 76–84.
- Hämäläinen, J., Jauhainen, S. & Kärkkäinen, T. 2017. Comparison of internal clustering validation indices for prototype-based clustering. *Algorithms*, 10, 1–14.
- Jauhainen, S. & Kärkkäinen, T. 2017. A simple cluster validation index with maximal coverage. *Teoksessa Proceedings of the European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Machine Learning (ESANN 2017)*, 293–298.
- Joksimovic, S., Manataki, A., Gasevic, D., Dawson, S., Kovanovic, V. & Kereki, I. F. 2016. Translating network position into performance: importance of centrality in different network configurations. *Teoksessa Proceedings of the 6th International Conference on Learning Analytics and Knowledge*. New York: ACM, 314–323.
- Karavirta, V., Korhonen, A., Malmi, L. 2006. On the use of resubmissions in automatic assessment systems. *Computer science education* 16 (3), 229–240.
- Kay, J., Reimann, P., Diebold, E. & Kummerfeld, B. 2013. MOOCs: So Many Learners, So Much Potential... *IEEE Intelligent Systems*, 28 (3), 70–77.
- Kizilcec, R. F., Piech, C. & Schneider, E. 2013. Deconstructing disengagement: analyzing learner subpopulations in massive open online courses. *Teoksessa Proceedings of the third international conference on learning analytics and knowledge*. New York: ACM, 170–179.



- Knight, S., Wise, A. F., Ochoa, X. & Hershkovitz, A. 2017. Learning analytics: Looking to the future. *Journal of Learning Analytics*, 4 (2), 1–5.
- Kruskal, W. & Wallis, W. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47 (260), 583–621.
- Kärkkäinen, T. & Heikkola, E. 2004. Robust formulations for training multi-layer perceptrons. *Neural Computation*, 16 (4), 837–862.
- Kärkkäinen, T. & Äyrämö, S. 2004. Robust clustering methods for incomplete and erroneous data. *WIT Transactions on Information and Communication Technologies*, 33, 101–112.
- Kärkkäinen, T. & Äyrämö, S. 2005. On computation of spatial median for robust data mining. *Teoksessa Proceedings of Sixth Conference on Evolutionary and Deterministic Methods for Design, Optimization and Control with Applications to Industrial and Societal Problems. EUROGEN, Munich*, 1–14.
- Liu, Z., Brown, R., Lynch, C., Barnes, T., Baker, R. S., Bergner, Y. & McNamara, D. S. 2016. MOOC learner behaviors by country and culture; an exploratory analysis. *EDM*, 16, 127–134.
- Novotny, E. 2004. I dont think i click: A protocol analysis study of use of a library online catalog in the internet age. *College & Research Libraries* 65 (6), 525–537.
- OECD 2015. PISA 2015 technical report. Luku 18. Paris: OECD Publishing.
- OECD 2016. Classification and scaling information of PISA 2015 Main Survey Items, in PISA 2015 Results (Volume I). Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-table127-en>
- Peña-Ayala, A. 2017. Learning analytics: fundamentals, applications and trends: a view of the current state of the art to enhance e-learning. Cham: Springer International Publishing.
- Reich, J., Tingley, D. H., Leder-Luis, J., Roberts, M. E. & Stewart, B. 2014. Computer assisted reading and discovery for student generated text in massive open online courses. *Journal of Learning Analytics*, 2 (1), 156–184.
- Rogers, T. 2015. Critical realism and learning analytics research: epistemological implications of an ontological foundation. *Teoksessa Proceedings of the 5th International Conference on Learning Analytics and Knowledge*. New York: ACM, 223–230.
- Rousseeuw, P. J. & Leroy A. M. 1987. Robust regression and outlier detection. New York: John Wiley & Sons.
- Romero, C. & Ventura, S. 2010. Educational data mining: a review of the state of the art. *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on* 40 (6), 601–618.
- Rutkowski, L., Gonzalez, E., Joncas, M. & von Davier, M. 2010. International large-scale assessment data issues in secondary analysis and reporting. *Educational Researcher*, 39(2), 142–151.
- Saarela, M. 2017. Automatic knowledge discovery from sparse and large-scale educational data: case Finland. *Väitöskirja, Jyväskylän yliopisto, Informaatioteknologian tiedekunta*.

- Saarela M. & Kärkkäinen, T. 2015a. Analysing student performance using sparse data of core bachelor courses. *Journal of Educational Data Mining*, 7(1), 3–32.
- Saarela M. & Kärkkäinen, T. 2015b. Do country stereotypes exist in PISA? A clustering approach for large, sparse, and weighted data. *Proc. of the 8th International Conference on Educational Data Mining*, 156–163.
- Saarela, M. & Kärkkäinen, T. 2017. Knowledge discovery from the programme for international student assessment. *Teoksessa Learning Analytics: Fundamentals, Applications, and Trends (229–267)*. Springer International Publishing.
- Schraw, G. 2010. Measuring self-regulation in computer-based learning environments. *Educational Psychologist*, 45(4), 258–266.
- Segedy, J. R., Kinnebrew, J. S. & Biswas, G. 2015. Using coherence analysis to characterize self-regulated learning behaviours in open-ended learning environments. *Journal of Learning Analytics*, 2(1), 13–48.
- Siemens, G. 2013. Learning analytics: the emergence of a discipline. *American Behavioral Scientist*, 57, 1380–1400.
- Tukey, J. W. 1977. *Exploratory data analysis*. Pearson.
- Verbert, K., Duval, E., Klerkx, J., Govaerts, S. & Santos, J. L. 2013. Learning analytics dashboard applications. *American Behavioral Scientist*, 57 (10), 1500–1509.
- Winne, P. H. 2010. Improving measurements of self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 45(4), 267–276.
- Winne, P. H., Hadwin, A. F. & Gress, C. 2010. The learning kit project: Software tools for supporting and researching regulation of collaborative learning. *Computers in Human Behavior*, 26(5), 787–793.
- Äyrämö, S. 2006. *Knowledge mining using robust clustering*. Väitöskirja, Jyväskylän yliopisto, Informaatioteknologian tiedekunta.

## Liite A.

**Taulukko A.1** Yhteenveto niistä tehtävistä, joissa yli puolet yrityksistä kuului tiettyyn ratkaisuprofiiliin.

Klusteri 1	Klusteri 2	Klusteri 3	Klusteri 4	Klusteri 5
Tehtävät ovat nopeasti ratkaistut – ja paljon erityisesti helpompia tehtäviä ratkaistu väärin	Tehtävissä on tehty vähemmän interaktiota ja osoitettu hyvää osaamista	Tehtävissä on käytetty paljon harkintaa mutta ratkaisuissa on silti virheitä	Tehtävissä on tehty enemmän interaktiota ja osoitettu hyvää osaamista	Tehtävät ovat olleet työllimpiä interaktiotehtäviä, joissa vaikeammassa on osoitettu osaamista
Tehtävät				
M033Q01	M305Q01	M442Q02	M800Q01	M155Q04
M423Q01	M474Q01	M954Q04	M915Q01	M273Q01
	M905Q01		M420Q01	M496Q02
	M949Q01		M915Q02	
	M982Q03			
	M982Q01			
<b>Tehtävien ominaisuuksia</b>				
Nämä ovat nopeita tehtäviä, joissa on lyhyt saateteksti ja periaatteessa vain yksi painallus tarpeen.	Näissä tehtävissä on ollut jonkin verran enemmän saatetekstiä, lisäksimukana on ollut kuvia tai liitetaulukko, jota piti tutkia.	Klusteri 2:ssa olevia tehtäviä vaikeampia tehtäviä, joissa on paljon taustamateriaalia, jota tutkittava oli tarkasti.	Tehtävissä ei oletuksena luulisi tarvittavan paljon aktiota; tutkitaan lähde materiaalia ja lasketaan lukuja yhteen.	Tehtävissä saatetekstin määrä vaihtelee; liitteenä yleensä kuviota tai taulukoita, joista vastaus päätellään. Yhdessä pitää soveltaa las-kukaavaa.
<b>Tehtävien luonne klusteroinnin perusteella</b>				
Vahvistaa tulkintaa, että erityisesti nämä tehtävissä on tehty huolimattomuusvirheitä eikä olla täysin ymmärretty tehtävää	Tulkinta, jonka mukaan tehtävän luonne on vähemmän interaktiivinen eli aktiota vaativa	Suomalaisille koululaisille vaikeasti lähestyttäviä tehtäviä	Näiden tehtävien luonne edellyttää enemmän interaktiota	Tehtävät, jotka työlläytensä takia eivät vahvasti erottele osaamista vaikka hieman vaikeammista onkin selviytytty hieman keskimääräistä paremmin
Nopeaan, mutta virheeliiseen sisältävään päättelyyn suomalaisia koululaisia houkuttelevat tehtävät				



## 12. Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu: Lukutaito, harrastuneisuus ja asenteet sukupuolieron selittäjinä

### Johdanto

PISA-ohjelmaan on lukutaidon, matematiikan ja luonnontieteiden ohella kuulunut vuodesta 2012 lähtien vaihtuva innovatiivinen sisältöalue. Vuoden 2012 arvioinnissa kohteena oli yksilöllinen ongelmanratkaisu, jota oli kertaalleen arvioitu jo vuonna 2003. Vuonna 2015 neljäntenä sisältöalueena oli yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu, jonka arviointiin osallistui 51 maata tai aluetta. PISA 2015 -tutkimuksessa yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisutaito määriteltiin yksilön kykyinä toimia tehokkaasti tilanteessa, jossa useampi henkilö yrittää ratkaista jonkin ongelman jakamalla eri osapuolten hallussa olevia tietoja, taitoja ja ymmärrystä (OECD 2017b). Määritelmän operationalisointi osoittautui melko haastavaksi, ja arviointitehtävät muodostettiin lopulta niin, että ne mittasivat lähinnä vuorovaikutus- ja keskustelutaitoja chat-pohjaisessa ryhmätyötilanteessa varsinaisen ongelmanratkaisun sijaan. Chat-keskustelun käyminen perustui valmiista

puheenvuorovaihtoehtoista valitsemiseen, joten tehtävien sisältämä tekstimäärä oli hyvin suuri.

Suomessa viime vuosikymmenen aikana tehty koulutuksen arviointitutkimukset, mukaan lukien aikaisemmat PISA-arvioinnit, ovat osoittaneet, että suomalaistyöt menestyvät poikia paremmin useimmilla arviointien osa-alueilla (esim. Hautamäki, Kupiainen, Marjanen, Vainikainen & Hotulainen 2013; Vettenranta ym. 2016). Sama näkyy myös oppilaiden päättötodistusten arvosanoissa, minkä seurauksena toisen asteen valintatilanteessa lukioihin päätyy enemmän tyttöjä ja ammatilliseen koulutukseen poikia (Kupiainen 2016). Sekä arvosanojen että arviointitulosten osalta erot ovat olleet erityisen suuria äidinkielessä (Harjunen & Rautopuro 2015). Yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun tehtävät olivat varsin tekstipainotteisia, ja sisältöaluetta koskevien ensituloksien mukaan suomalaistyöt menestyivätkin niissä poikia paremmin (OECD 2017a). Suuri osaamisero (48 PISA-pistettä) herätti kuitenkin paljon keskustelua erojen mahdollisista syistä. Tämän luvun tarkoituksena on siksi tarkastella tekijöitä, jotka aiemman tutkimuksen mukaan saattaisivat selittää tyttöjen parempaa suoriutumista. PISAn ydinalueiden osaamisen ohella lisäämme monitasomalleihin kolmen hypoteesin testaamiseksi sekä oppilaan taustaa että hänen asenteitaan kuvaavia muuttujia tarkastellen mallien selitysosuuksien muuttumista oppilas- ja koulutasolla.

## Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu

Kuten PISAn muutkin ydinalueet, myös yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun arviointi perustui huolellisesti laadittuun teoreettiseen viitekehykseen (OECD 2017b). Teoreettinen viitekehys keskittyy toisaalta dynaamisen ongelmanratkaisun kognitiiviseen puoleen, jota mitattiin PISA-tutkimuksen 2012 kierroksella (Csapó & Funke 2017; Greiff, Wüstenberg & Funke 2012). Tuolloin ongelmanratkaisutaitojen mittaamisen taustalla oli suhteellisen yhtenäinen teoriapohja ja ongelmanratkaisuprosesseja voitiin eritellä

hyvinkin tarkkaan esimerkiksi strategioiden soveltamisen osalta. Yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun viitekehys keskittyy kuitenkin nimensä mukaisesti myös yhteistoiminnallisen oppimisen etuihin ja sovellusmahdollisuuksiin vahvan tutkimusnäytön pohjalta (esim. Avery Gomez, Wu & Passerini 2010). Viitekehysten välivaiheet (poistettu verkosta lopullisen dokumentin ilmestyessä) maalasivatkin varsin kattavan kuvan siitä, miten tietokoneavusteisessa ympäristössä voitaisiin mitata dynaamisia ongelmanratkaisuprosesseja ja samalla arvioida ongelman ratkaisijoiden taitoja toimia rakentavasti vuorovaikutustilanteissa.

Viitekehysten kirjoittaneeseen työryhmään oli koottu sekä ongelmanratkaisuun että yhteistyötaitojen tutkimukseen erikoistuneita asiantuntijoita, jotka toivat taustakirjallisuuden ohella oman näkökulmansa mittauksen teoreettiseen taustaan. Hyvin tehdystä taustatyöstä huolimatta ongelmanratkaisututkijan näkökulmasta lopullinen viitekehys osoittautui lieväksi pettymykseksi: yhteistyötaidot painottuivat huomattavasti ongelmanratkaisuprosesseja enemmän, ja jälkimmäiset toimivatkin lähinnä kontekstina yhteistyötaitojen mittaamiselle. Tätä on havainnollistettu kuvassa 1, jonka alkuperäinen versio löytyy englanniksi yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun viitekehyksestä (OECD 2017b).

Kuva 1 havainnollistaa myös sen, miten yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun abstrakti määritelmä lopulta operationalisoitiin. Ongelmanratkaisua tukevan vuorovaikutuksen ja keskustelutaitojen arviointia varten kehitettiin tietokonepohjaisia interaktiivisia tehtäviä, joissa oppilaan tuli chat-keskustelun avulla kommunikoida yhtä tai useampaa muuta oppilasta edustavan tietokoneohjatun agentin kanssa erilaisissa ongelmanratkaisutilanteissa. Oppilaat valitsivat haluamansa puheenvuorot ennalta määriteltujen vaihtoehtojen joukosta, ja kone tarjosi sen perusteella keskustelun seuraavan, oletetun oppilastoverin repliikin. Tehtävien pisteytys perustui pääosin siihen, että oppilas osasi valita ryhmän ongelmanratkaisuprosessin kannalta rakentavimmat yhteistyötä tukevat puheenvuorot. Vaikka tehtävissä oli mukana kuvallisia ongelmanratkaisuelementtejä, niiden ratkaisu perustui pääosin chat-keskustelun lukemiseen ja siihen osallistumiseen.

## YHTEISTYÖTAIDOT

<b>ONGELMAN- RATKAISU- PROSESSIT</b>	(1) Yhteisen ymmärryksen luominen ja ylläpito	(2) Ongelmanratkaisun kannalta tarkoituksenmukaisen toimintatavan valitseminen	(3) Ryhmän toiminnan järjestäminen ja ylläpito
<b>(A) TUTKIMINEN JA YMMÄRRYS</b>	(A1) Ryhmän jäsenen näkökulmien ja osaamisen tunnistaminen	(A2) Ongelman tavoitteiden kannalta tarkoituksenmukaisen yhteistyötapojen löytäminen	(A3) Ryhmän jäsenen roolien ymmärtäminen
<b>(B) KUVAILU JA FORMULOINTI</b>	(B1) Yhteisen näkemysn aikaansaaminen ja ongelman merkityksestä keskustelu	(B2) Suoritettavien tehtävien tunnistaminen ja kuvailu	(B3) Ryhmän jäsenen roolien, työnjaon sekä ryhmän yhteistyöperiaatteiden muotoilu
<b>(C) SUUNNITTELU JA TOTEUTUS</b>	(C1) Toimintatavoista keskustelu ryhmän jäsenten kanssa	(C2) Suunnitelmien toteuttaminen käytännössä	(C3) Ryhmän yhteistyöperiaatteiden noudattaminen (esim. huomauttaminen omien osuuksien tekemisestä, jos joku ei noudata yhteistä sopimusta)
<b>(D) TARKKAILU JA REFLEKTOINTI</b>	(D1) Yhteisen ymmärryksen toteutumisen tarkkailu ja mahdollisiin ongelmiin puuttuminen	(D2) Toiminnan seurausten tarkkailu ja ongelmanratkaisun onnistumisen arviointi	(D3) Ryhmän yhteistyön ja roolien tarkkailu, palautteen antaminen sekä työnjaon ja yhteistyöperiaatteiden tarkistaminen tarvittaessa

**Kuva 1.** Yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun ulottuvuudet: arvioinnissa mitatut taidot ongelmanratkaisuprosessien ja yhteistyötaitojen näkökulmasta.

Kuvassa 2 on esitetty kuva PISA 2015 -arvioinnissa käytetystä yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun tehtävästä, joka vapautettiin pääkokeen jälkeen. Tehtävässä oppilas osallistui kuvitteellisen ryhmänsä kanssa tietokilpailuun Xandar-nimisestä keksitystä valtiosta. Oppilaan ja muita oppilaita edustavien tietokoneagenttien tuli ensin keskustella työnjaosta, jonka avulla he saivat ratkais-



PISA 2015

Xandar - Johdanto

Chatin osallistujat

SINÄ Alisa Saku

Saku: Talous on vaikea aihe. Minulla on ongelmia sen kanssa.

Sinä:

Yritä parhaasi. Kun minä ja Alisa olemme valmiita, autamme sinua. Eikö niin, Alisa?

Saku, etkös juuri sinä sanonut, että meidän pitää toimia mahdollisimman nopeasti?

Odotatko meidän lopettavan omat hommamme ja auttavan sinua?

Jäitkö jälkeen, kun etsit vastauksia minun maantietokysymyksiini?

Lähetä

Pistetaulukko

Maantieto	Ihmiset	Talous
✓	✓	
✓	✓	
✓	✓	

Maantieto Ihmiset Talous

Mikä on Xandarin pisin joki? Kortujoki

Mikä on Xandarin korkein vuori? Mount Mojo

Milloin Xandarissa on satekausi? Kesällä

Kuinka suuri osa Xandarista on aavikkoa?

**Kuva 2.** Näkymä yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun tehtävästä.

tua tehtävän mahdollisimman sujuvasti. Yhteisen strategian löytämisen jälkeen jokaisen tuli tehdä oma yhdessä sovittu osuutensa. Tässä tapauksessa muita oppilaita edustavat tietokoneagentit tekivät omia osuuksiaan tahoillaan niin, ettei oppilas osallistunut ongelmanratkaisuprosessiin näiltä osin lainkaan. Chat-keskustelusta kävi kuitenkin ilmi, että muut ”oppilaat” eivät noudattaneet kaikilta osin yhteistä suunnitelmaa. Tällöin arviointiin osallistuneen oppilaan tehtävänä oli tehdä tarvittavat toiminnalliset korjausliikkeet, jotta yhteistyö saatiin jatkumaan. Itse ongelmaa ei tässä tehtävässä edes ratkaistu loppuun, vaan pisteitys perustui ryhmätoiminnan ohjaamiseen ja oman osuuden suorittamiseen.

## Tyttöjen ja poikien suorituserot arviointitutkimuksissa

Vuosikymmenien aikana tehty kognitiiviseen kyvykkyyteen ja kehityspsykologiaan liittyvä tutkimus osoittaa, että tytöt ja pojat eivät eroa toisistaan *kognitiivisten perusrakenteiden* toiminnassa eli inferenssijärjestelmän tehokkuudessa, prosessointinopeudessa ja työmuistissa (Halpern 2000). Halpernin (2000) teos, joka koostuu yhteensä useiden vuosikymmenien ajalta, tuo kuitenkin esiin systemaattisia suorituseroja *erikoistuneiden alajärjestelmien* (vrt. Demetriou, Spanoudis & Mouyi 2011) eri osa-alueilla niin, että tytöt suoriutuvat paremmin kielellisissä tehtävissä, kun taas poikien vahvuudet löytyvät matemaattisesta ja visuospatiaalisesta ajattelusta. Suomessa tytöt ovat varsinkin viime vuosina menestyneet arvioinneissa poikia paremmin myös ”perinteisillä” poikien osa-alueilla (Hautamäki ym. 2013; Vetteranta ym. 2016), kun taas muualla maailmassa vastaava ilmiö on nähty lähinnä suhteessa kouluarvosanoihin (Kenney-Benson, Pomerantz, Ryan & Patrick 2006). Joka tapauksessa tyttöjen ja poikien suoriutumisen ero on varsinkin Suomessa mutta myös muualla havaittu eroja, jotka eivät selity pelkästään kognitiivisen toiminnan erikoistuneiden alajärjestelmien eroilla. Tyttöjen ja poikien keskimäärin erilaisella kehitystahdilla on varmasti ajoittain suurikin merkitys (Halpern 2000), mutta muidenkin tekijöiden mahdollisia vaikutuksia on ymmärrettävä nykyistä paremmin.

Eräänä hypoteesina tyttöjen paremmalle suoritukselle on esitetty asenne-eroja (Eccles 2011; Kenney-Benson ym. 2006; Midgley & Urda 2001; Patrick, Ryan & Pintrich 1999). Tutkimukset ovatkin osoittaneet, että sukupuolieroja voidaan osin selittää asenneeroilla varsinkin, jos todellinen yrittäminen arviointitehtävissä otetaan samanaikaisesti huomioon (Vainikainen 2014). Asenteiden merkitys osaamistehtävissä suoriutumiseen on kuitenkin kokonaisuudessaan varsin pieni silloin, jos aikaisemman osaamisen vaikutus asenteisiin kontrolloidaan (Gagné & Pèrè 2002). Siksi oletamme myös yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun osalta asenteiden selittävän sukupuolieroja vain vähäisessä määrin.

## Tutkimuskysymykset ja hypoteesit

**K1.** Esiintyykö yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa oppilaiden ja koulujen välistä vaihtelua, kun PISAn ydinalueet on otettu huomioon?

**H1.** Yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun tehtävien tekstipainotteisuudesta johtuen suurin osa eroista selittyy eroilla lukutaidossa. Muilla ydinalueillakin on merkitystä ja osa tulosten vaihtelusta jää vielä selittämättä (OECD 2017a).

**K2.** Selittyykö tyttöjen ja poikien välinen suoritusero yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa ydinalueilla havaituilla suorituseroilla?

**H1.** Tytöt menestyvät poikia paremmin lukutaidon tehtävissä (Vettenranta ym. 2016) ja tämä selittää suuren osan yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa havaitusta sukupuolierosta.

**K3.** Selittävätkö oppilaan tausta tai hänen yhteistyötä koskevat asenteensa suoritusta yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun tehtävissä?

**H3.** Kuten PISAn ydinalueilla, sosiaalinen tausta on yhteydessä suoritustasoon myös yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa (Vettenranta ym. 2016). Yhteistyötä koskevat asenteet ennustavat myös suoritusta lievän myönteisesti (Kenney-Benson ym. 2006; Midgley & Urda 2001).

## Menetelmät

Testasimme hypoteesit monitasomallinnuksella MIWin-ohjelmalla. Aineistona olivat kaikki 5 830 suomalaisoppilasta, jotka osallistuiivat PISA 2015 -arviointiin. Käytimme hypoteesien testaamiseen kaikkien neljän sisältöalueen osaamistehtävien tuloksia ja oppilaskyselyaineistoa. Yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun tehtävät on kuvattu tämän luvun johdanto-osuudessa. Lukutaidon,

matematiikan ja luonnontieteiden tehtävät on kuvattu tarkemmin tämän kirjan muissa luvuissa.

Oppilaiden yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun, lukutaidon, luonnontieteiden ja matematiikan pistemäärä laskettiin kymmenen plausiibelin arvon keskiarvona. Toisen hypoteesin testauksessa käytettiin lisäksi tietoa oppilaan sukupuolesta. Kolmannen hypoteesin testaus perustui oppilaskyselyssä olleisiin taustatietoihin ja asennemittareihin. Käytimme sosioekonomisen aseman mittarina Highest International Social and Economic Index (HISEI) -indeksiä. Luokittelu perustuu oppilaiden antamaan tietoon vanhempien ammatista sekä siitä, onko isä ja äiti kokopäivätyössä, ei ole töissä mutta hakemassa työtä tai onko tilanne jokin muu. Näiden tietojen perusteella sovelletaan International Standard Classification of Occupations (ISCO) -luokittelua. Asteikon alin arvo on 16 ja korkein mahdollinen on 90. Pieni luku kuvaa matalaa ja suuri luku korkeaa asemaa. HISEI:n pistemäärä on PISA-vuosina 2000–2006 vaihdellut välillä 49–51 (Hautamäki & Hautamäki 2009) ja oli vuoden 2009 kierroksella 53. Indeksni on ollut mukana PISA-aineistoissa ensimmäisestä kierroksesta lähtien ainoana täysin samanlaisena pysyneenä sosioekonomisen aseman indikaattorina. Indeksni osuus monitasomalleissa lukutaidon osalta on vaihdellut vuosina 2000–2006 välillä 1,01–1,2 (Hautamäki & Hautamäki 2009). Vuoden 2015 osalta HISEI-indeksni arvo (keskiarvo 53) lukutaidon selittäjänä oli 1,08 (se 0,052).

Oppilaskyselyssä oli vuoden 2015 arvioinnissa mukana yhteistoiminnalliseen ongelmanratkaisuun liittyviä lisämittareita. Näistä käytimme kahta asteikkoa, yhteistyöstä nauttimista (enjoy) sekä yhteistyön arvostamista (value), jotka molemmat perustuivat kolmeen väittämään. Asteikot valittiin, sillä ne kohdistuivat kyselyn ainoana mittareina oppilaiden omiin näkemyksiin yhteistyön tekemisestä sen sijaan, että raportoitaisiin eri työskentelytapojen yleisyydestä oppitunneilla. Väittämiin vastattiin Likert-asteikolla 1–4. Luokittelimme oppilaat molempien muuttujien osalta erikseen asteikoiden keskiarvojen perusteella neljään kvartiiliryhmään ja käytimme luokitteluja monitasomallinnuksessa dummy-muuttujina siten, että alin kvartiili toimi referenssiryhmänä. Kolmannen hypo-

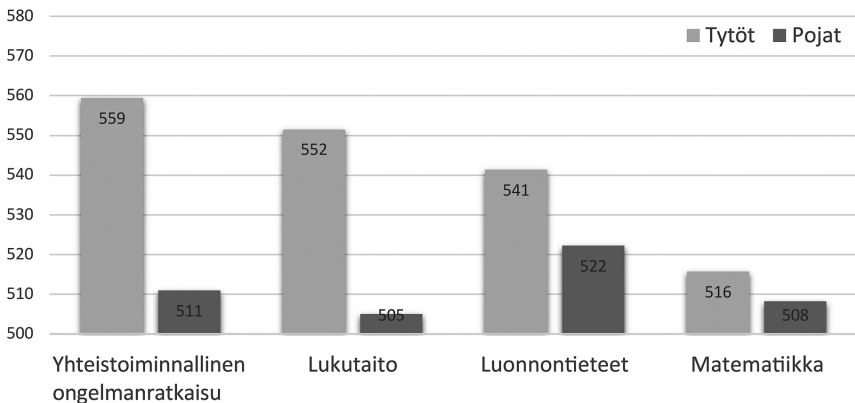
teesin testaukseen liittyvissä jatkoanalyysissä lisäsimme malliin myös monia muita asenneasteikoita.

## Tulokset

Tarkastelimme ensin analyysissä käyttämiemme muuttujien tunnuslukuja ja korrelaatioita. Taulukossa 1 ja kuviossa 1 esitetään tyttöjen ja poikien tulokset yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa

**Taulukko 1.** Tyttöjen ja poikien suoritustaso Suomessa PISA 2015 -arvioinnin eri sisältöalueilla.

	Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu		Lukutaito		Luonnon-tieteet		Matematiikka	
	Tyttö	Poika	Tyttö	Poika	Tyttö	Poika	Tyttö	Poika
Keskiarvo	560	511	552	505	542	522	516	508
Mediaani	567	513	558	514	545	527	519	511
Minimi	257	158	206	73	259	234	266	202
Maksimi	833	748	750	734	794	789	707	737
Vastaajia yhteensä	2 834	2 996	2 834	2 996	2 834	2 996	2 834	2 996



**Kuvio 1.** Sukupuolierot eri sisältöalueilla..

ja kolmella ydinalueella. Kuvaus on järjestetty sukupuolieron koon mukaisesti. Sukupuolierot olivat suurimmat ongelmanratkaisussa (48 pistettä) sekä lukutaidossa (47 pistettä) ja oleellisesti pienemmät luonnontieteen alueella (20 pistettä). Matematiikan alueella ero (8 pistettä) oli lähes merkityksetön, vaikka sekin oli kaikkien muiden erojen tavoin tilastollisesti merkitsevä ( $F(1,5828) = 14,76$ ,  $p < 0,001$ ). Tytöt ovat parempia kaikilla sisältöalueilla.

Taulukossa on myös esitetty tyttöjen ja poikien minimi- ja maksimitulokset. Tyttöillä oli kolmella alueella suurin maksimiarvo, mutta matematiikassa kaikkein paras suoritus löytyi pojalta. Minimiarvojen riviltä havaitaan, että luonnontieteissä ja matematiikassa poikien alimmat arvot olivat tyttöjen arvoja heikompia, mutta alimpien arvojen erot olivat oleellisesti pienempiä kuin kahdessa muussa vertailussa. Poikien alin arvo oli hyvin heikko erityisesti lukutaidossa, mutta myös ongelmanratkaisussa.

## **Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu ja PISAn ydinalueet**

Ensimmäisessä hypoteesissa oletimme, että yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun tehtävissä menestyminen riippuisi pitkälti suoritustasosta muilla ydinalueilla, etenkin lukutaidossa. Taulukossa 2 esitetään yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun monitasomallituksen ensimmäinen vaihe. Malli 0 on oppilastason malli. Mallissa 1 on lisätty koulutaso. Tämän mallin koulutason ja oppilastason varianssien estimaatteihin verrattiin muita malleja.

Mallin 1 mukaan koulujen välinen vaihtelu oli 8,5 prosenttia. Tämä luku oli isompi kuin OECD:n tulosraportissa (OECD 2017a; Vainikainen, Kupiainen, Hautamäki 2017), jossa koulujen välinen vaihtelu oli laskettu sovitettuna. Laskelmien ero on toki mielenkiintoinen, mutta tässä yhteydessä emme sitä käsittele. Koulujen välinen vaihtelu oli maailman ja Pohjoismaiden mitassa joka tapauksessa pientä.

Malleissa 2–4 lisättiin pääalueiden estimaatit mukaan keskitettyinä. Pelkästään lukutaidon lisääminen selitti koulutasojen vaih-

**Taulukko 2.** Ensimmäisen hypoteesin testaamiseen käytetyt monitasomallit.

Malli		0	1	2	3	4
Vakio		534,55	532,8	534,81	534,53	484,95
Lukutaito	$\beta$			0,901	0,448	0,443
Luonnontieteet	$\beta$				0,466	0,369
Matematiikka	$\beta$					0,097
Koulu	$s^2$		691,33	226,45	174,66	173,87
Oppilas	$s^2$	8 102,8	7 469,51	1 864,54	1 609,71	1 603,34
Sisäkorrelaatio			,085			
Koulutason selitysaste				62 %	75 %	75 %
Oppilastason selitysaste				75 %	79 %	79 %

telusta 62 prosenttia ja oppilastason vaihtelusta 75 prosenttia. Kun tämän jälkeen malleissa 3 ja 4 lisättiin luonnontiede ja matematiikka (laskettuina plausiibelien arvojen keskiarvona), lukutaidon suhteellinen merkitys luonnollisesti pieneni ja sen rinnalle nousi luonnontiede ja heikommin matematiikka. Mallin selitysaste parani aina siihen asti, jolloin koulujen välisestä vaihtelusta oli selitetty 75 prosenttia ja oppilaiden välisestä vaihtelusta 79 prosenttia. Kummankin selitysaste oli korkea. Tärkeätä on huomata, että matematiikan osuuden lisääminen paransi mallia vain vähän, eikä se edes lisännyt koulutason tai oppilastason vaihtelun selitysastetta kokonaisluvuilla ilmaistuina.

Päätelmänä on se, että yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu on vahvimmin liittyneenä niihin osaamisiin, joita erityisesti PISA-lukutaidossa ja hieman vähäisemmässä määrin luonnontieteen pääalueella arvioidaan.

## Sukupuolieron selitystä etsimässä

Toisessa hypoteesissa oletimme tyttöjen ja poikien välisen suorituseron selittyvän pääosin sukupuolieroilla muilla ydinalueilla. Taulukossa 3 on esitetty edellisen kaltaiset monitasomallit, joissa

**Taulukko 3.** Toisen hypoteesin testaamiseen käytetyt monitasomallit

Malli		5	6	7	8
Vakio		557,32	538,11	546,41	547,56
Lukutaito	$\beta$		0,889	0,286	0,261
Luonnontieteet	$\beta$			0,592	0,469
Matematiikka	$\beta$				0,188
Sukupuoli: poika		-47,79	-6,89	-23,71	-25,90
Koulu	$s^2$	676,36	231,38	166,99	167,89
Oppilas	$s^2$	6 915,31	1 851,88	1 499,45	1 475,52
Sisäkorrelaatio		,089			,102
Koulutason selitysaste		2 %	67 %	76 %	76 %
Oppilastason selitysaste		7 %	75 %	80 %	80 %

uutena tekijänä mukana on sukupuoli. Tarkasteluna on poikien tulos suhteessa tyttöjen tasoon. Yleistulos on se, että yhteistoinnallisessa ongelmanratkaisussa oli merkittävän suuri ero tyttöjen hyväksi (tyttöjen keskiarvo oli 560 pistettä, poikien 511 pistettä, erotus 49 pistettä ANOVA  $(1,5828) = 461,57$ ,  $p < 0,001$ ). Monitasomallissa 5 ero ilmeni -48 pisteenä. Malleissa 6–8 lisättiin ensin lukutaito, sitten luonnontiede ja mallissa 8 vielä matematiikka. Mallien selitysasteiden muutokset laskettiin suhteessa malliin 2 (taulukko 2).

Mallien tarkastelu osoittaa ensinnäkin sen, että pelkästään lukutaidon avulla saatiin tulos, jossa koulujen (67 %) ja oppilaiden vaihtelusta (75 %) selittyi iso osa. Sukupuoliero oli lisäksi pienimmillään mallissa 6, jossa oli mukana vain lukutaito. Kun kaikki kolme PISAn pääaluetta olivat mukana, koulutason vaihtelusta selittyi 76 prosenttia ja oppilastason vaihtelusta 80 prosenttia. Mallissa 8 oli siis lisäetua vain 10 prosenttia koulujen ja 5 prosenttia oppilastason vaihtelun selittämisessä. Näissä malleissa sukupuoliero oli taasen isompi kuin mallissa 6.

Teknisesti tulos on tietysti helppo ajatella: sukupuoliero oli suurimmillaan Suomessa lukutaidossa ja selvästi pienempi luonnontieteessä ja pienin matematiikassa, aina tyttöjen eduksi.



Luonnontieteessä ja matematiikassa sukupuoliero oli pienempi, jolloin sukupuolen osalta kokonaisselityskään ei voi enää suurentua.

Päätelmänä on tämän toisen vaiheen tuloksista se, että sukupuoliero selittyy parhaiten lukutaidon tasolla, mutta jää edelleen tilastollisesti merkitseväksi ja varsin suureksi. Malli 6 on se, jossa saavutetaan merkittävän korkea koulujen ja oppilaiden vaihtelun selittäminen, ja malli on samalla yksinkertaisin. Päätelmän toisena osana on se, että yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun sukupuolieron selitys on läheisessä yhteydessä lukutaidon sukupuolieron selittymiseen.

Ruotsinkielisten oppilaiden tulos yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa oli tilastollisesti merkitsevästi matalampi kuin suomen kielellä vastanneiden oppilaiden. Oheisessa monitasomallisessa oli kontrollin vuoksi mukana myös HISEI-indeksi ja sukupuoli.

OR = 561 (2,3) + 0,94 (0,05) HISEI -46,2 (2,14) poika -23,7 (8,12)  
ruotsinkielinen lomake

Tarkistimme, onko kielellä ja sukupuolella interaktiota. Ei ollut, joten tyttöjen ja poikien ero oli samantapainen niin suomen kielellä kuin ruotsin kielellä kouluaan käyvillä.

## **Perheen asema ja oppilaiden verkkokeskusteluun liittyvät tulokset**

Kolmannessa vaiheessa oletimme, että oppilaan perheen sosiaalinen asema ja eräät intressejä (asenteita) mittaavat seikat selittäisivät yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun pisteiden vaihtelua. Taulukon 3 malleissa otettiin ensin mukaan sosioekonomista taustaa kuvaava HISEI-indeksi (malli 9), sitten sukupuoli (malli 10), sitten kaikkien kolmen ydinalueen suoritus (malli 11). Mallissa 12 otettiin ensin mukaan tarkasteluun intressimuuttuja, jossa on kysytty sitä, nauttiiko yhteistyöstä (enjoy). Muuttuja on luokiteltu neljänneksiin, joista referenssinä on alin kvartaali (nauttivat vähiten). Toinen muuttuja on yhteistyön pitäminen arvokkaana (value), myös luokiteltuna neljään ryhmään.

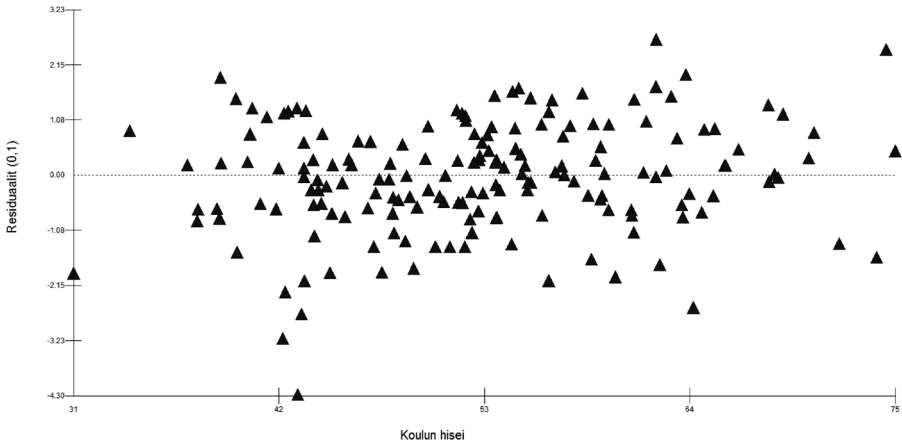
**Taulukko 4.** Kolmannen hypoteesin testaamiseen käytetyt monitasomallit

Malli		9	10	11	12	13	14
Vakio		536,36	559,66	547,65	545,5	544,61	543,9
Lukutaito	$\beta$			0,270	0,265	0,265	0,265
Luonnontieteet	$\beta$			0,456	0,455	0,459	0,459
Matematiikka	$\beta$			0,197	0,202	0,207	0,207
Sukupuoli: poika			-45,82	-25,75	-25,93	-26,64	-29,92
HISEI		0,930	0,931	0,086	0,088	-0,09	-0,09
Nauttii Q1					ref		ref
Nauttii Q2					4,65		3,63
Nauttii Q3					0,85		-0,88
Nauttii Q4					1,73		-1,35
ArvostaaQ1						ref	ref
ArvostaaQ2						0,75	0,55
ArvostaaQ3						5,09	4,41
ArvostaaQ4						8,29	9,01
Koulu	$s^2$	481,96	465,5	162,49	164,50	162,9	162,84
Oppilas	$s^2$	6 881,81	6 359,42	1 455,17	1 453,33	1 447,4	1 443,37
Sisäkorrelaatio				,101			
Koulutason selitysaste		30 %	33 %	76 %	76 %	76 %	76 %
Oppilastason selitysaste		8 %	15 %	81 %	81 %	81 %	81 %

HISEI-indeksin efekti (0,930) oli yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa hieman pienempi kuin aikaisemmissa PISA-analyyseissä (Hautamäki & Hautamäki 2009) mutta ei eronnut siitä millään koulutuspoliittisesti oleellisella tavalla. Vuoden 2015 lukutaidon monitasomallituksessa HISEI:n arvo 1,08 oli eri vuosien estimaattien vaihtelun sisällä. Tulkinta on aina sama: korkeampi koulutukseen ja vanhempien ammattiin liittyvä asema on yhteydessä korkeampaan suoritustasoon. Indeksien mukaisten etujen huomioonotto paransi mallia siten, että koulujen välisestä vaihtelusta selittyi 30 prosenttia ja oppilaiden välisestä vaihtelusta vain 8 prosenttia. Sukupuolen lisääminen paransi mallia hieman selittämällä hiukan enemmän oppilaiden välistä vaihtelua.

HISEI-indeksin tuottaman selitysosuuksien muutoksen avulla voidaan päätellä, että koulujen välillä oli eroja (varianssianalyysillä testattuna  $F(162,5467) = 5,47$ ,  $p < 0,001$ ), jotka liittyvät oppilasjoukon valikoitumiseen sosiaalisen aseman mukaan. Tämä valikoituminen selitti tilastollisesti merkitsevästi ja koulutustutkimuksen yleisiin selitysprosentteihin verraten varsin paljon myös oppilaiden välistä vaihtelua mutta ei lainkaan riittänyt antamaan selitystä sukupuolieroille. Kuviosta 2 käy ilmi se, että vaikka koulujen kesken oli HISEI-indeksin avulla luokiteltavia sosioekonomisia eroja, efektit eivät olleet koulutuspoliittisesti järkyttäviä: kaikissa HISEI-luokissa oli koulujen kesken eroja yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun pisteissä. Samalla on näkyvissä ”pilven” lievästi nouseva akseli.

Taulukon 4 mallissa 11 ovat mukana sekä pääalueet, sukupuoli ja perheen asema. Verrattaessa malliin 1 koulujen ja oppilaiden väliset erot selittyivät aikaisemmin tavoin. Malli 14 osoittaa, että ainakaan yhteistyöhön liittyvillä käsityksillä tai intresseillä – pitämisellä ja arvostamisella – ei voitu selittää sukupuolieroja. Kvartaalien kertoimet vaihtelivat siten, että nauttimisen lisääntyessä tulos heik-

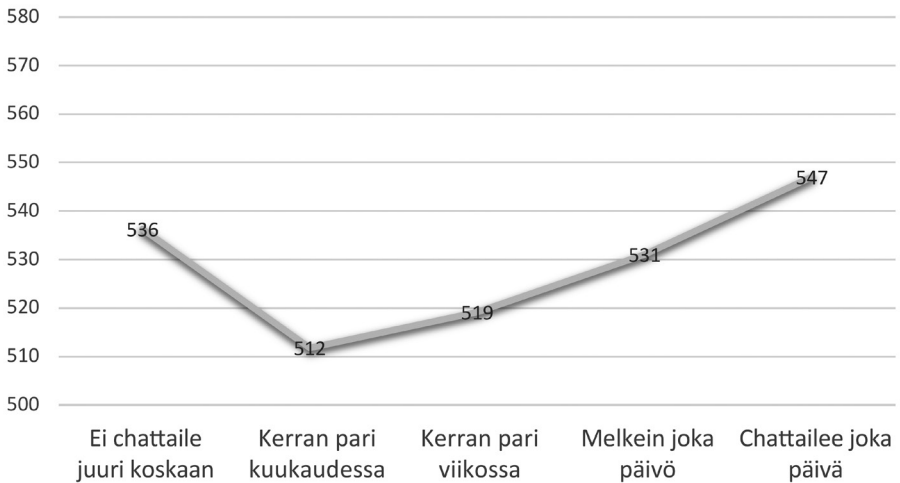


**Kuvio 2.** Koulujen sosioekonomisen taustan mukaiset erot yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa.

keni, mutta kvartaalien 3 ja 4 osalta kertoimet eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Yhteistyön arvostamisessa kyse oli selvemmästä kokonaisefektistä, ja iso arvostaminen lisäsi kokonaispistemäärää. Tyttöjen ja poikien eroa yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa nämä asenteet eivät selittäneet.

Tarkasteltaessa chattailun yleisyyttä suomalaisoppilaiden joukossa havaittiin, että chattailun yleisyys vaihteli kouluittain. Chattailun harrastaminen oli yhteydessä suoritukseen yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa muuten lineaarisesti, mutta ei koskaan chattailevien 529 oppilaan tulos oli lähes yhtä hyvä kuin päivittäin chattailevien. Tulos on havainnollistettu kuviossa 3.

Olemme tutkineet muitakin asenteita. Oleellinen tulos näyttää olevan se, että sukupuolieroa ei voitu saada oleellisesti pienemmään, oli mallissa mikä tahansa aineiston asennemuuttuja. Kun mukana olivat kaikki kolme ydinaluetta, koulujen tai oppilaiden vaihtelua ei saatu selitettyä juuri lisää  $\approx 75$  prosenttia ja  $\approx 80$  prosenttia tasosta, olivat mallissa mitkä tahansa asenteet. Sukupuoliero oli koko ajan  $> 25$  (efektikoko Cohenin  $d = 0,27$ ) pistettä tyttöjen eduksi.



**Kuvio 3.** Chattailun yhteys yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun piste-määrään.

Perustelemme asiaa seuraavien mallien kautta. Tarkastelimme yksittäistä kysymystä: *Tein parhaani PISA-tehtävissä*. Likertasteikko oli 1) *pitää vahvasti paikkansa*, 2) *pitää paikkansa*, 3) *ei pidä paikkaansa*, 4) *ei pidä lainkaan paikkaansa*. Seuraavassa yksinkertaistetusti esitetystä monitasomallista selviää, että oppilaan ilmaisemalla kannalla oli merkitystä. Se ei myöskään selittänyt sukupuolieroa, kun malliin lisättiin ydinalueiden pistemäärät (keskitettyinä). Referenssi-arvona oli ”ei pidä lainkaan paikkansa”: vahva yrittäminen toi 95 PISA-pisteen edun:

Ongelmanratkaisun pistemäärä, OR = 462 + 95 (Vahvasti samaa mieltä) + 74 (Samaa mieltä) + 36 (eri mieltä).

Kun malliin lisättiin sukupuoli, saatiin:

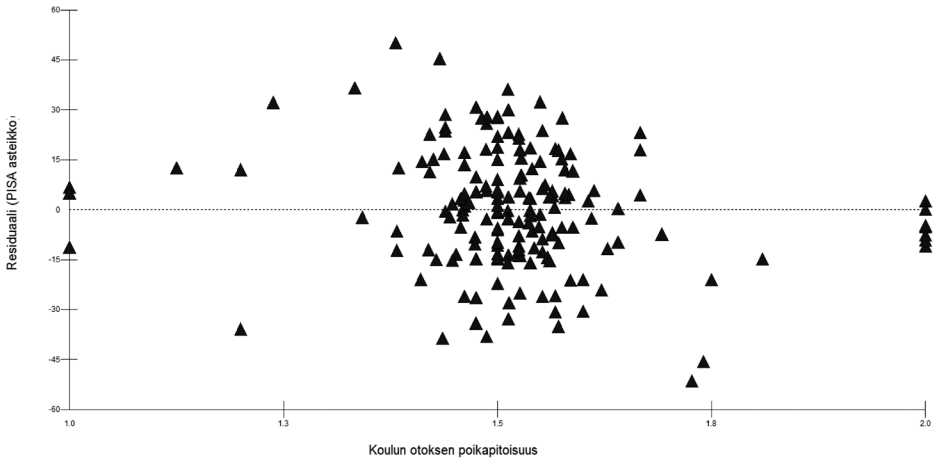
OR = 492 + 95 (Vahvasti samaa mieltä) + 74 (Samaa mieltä) + 36 (eri mieltä) –43Poika

Tulos merkitsee sitä, että kaikilla parhaansa yrittämisen arvoilla tyttöjen tulos oli parempi eikä kysymyksen ja sukupuolen välillä ollut interaktiota. Kun malliin lisättiin lukutaito, luonnontiede ja matematiikka, saatiin:

OR = 558 –13 (Vahvasti samaa mieltä) –12 (Samaa mieltä) –10 (eri mieltä) –27Poika + 0,27 Lukutaito + 0,48 Luonnontiede + 0,19 Matematiikka

Tulos merkitsee sitä, että sukupuolieron suuruus oli tässäkin mallissa aikaisempien mallien tulosten mukainen. Samalla tuo lähtökohtana oleva kysymys parhaansa tekemisestä oli muuntunut ns. suppressoriksi eli muiden vahvasti toisiinsa yhteydessä olevien tekijöiden huomioimisen jälkeen jäljellä ollut yhteinen vaihtelu muuttuikin negatiiviseksi (Maassen & Bakker 2001). Parhaana tekemisen näkemys oli siis investoitu jo ydinalueiden suoriin.

Kokoamme ennen päätelmiä vielä tiedon siitä, miten otoksen poikien suhteellinen osuus (arvo 1 tyttöotos, arvo 2 poikaotos ja arvo 1,5 on otos, jossa on tyttöjä ja poikia kumpaakin 50 %) vaikutti koulun tulokseen (residuaalipisteinä PISA-asteikolla) (kuvio 4).



**Kuvio 4.** Koulun poikien suhteellinen osuus ja yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun residuaalit.

Tätä iso sukupuoliero oppilastasolla merkitsee koulun otoksen tasolla: yleinen trendi on alaspäin poikien osuuden lisääntyessä, mutta samalla on paljon vahvempaa koulukohtaista vaihtelua.

## Pohdintaa

Tämän luvun tarkoituksena oli etsiä selityksiä PISA 2015 -arvioinnin neljännellä sisältöalueella, yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa, esiintyviin oppilaiden ja koulujen välisiin eroihin. Keskeisimpänä tavoitteena oli tarkastella sukupuolieroja, jotka osoittautuivat ensitulosten julkaisun yhteydessä Suomessa varsin suuriksi. Testasimme monitasomallinnuksella kolmea hypoteesia: aluksi oletimme, että koulujen ja oppilaiden väliset erot ylipäänsä selittyisivät tehtävien tekstipainoitteisuudesta johtuen pitkälti lukutaidolla ja jossain määrin myös muiden ydinalueiden osaaamisella. Toisessa hypoteesissa tarkastelimme tätä suhteessa sukupuolieroihin olettaen, että tyttöjen paremmuuden keskeisin selittäjä löytyisi nimenomaan lukutaidosta. Kolmannessa hypoteesissa

otimme mukaan oppilaan taustan ja asenteet selittääksemme vaihtelun sitä osuutta, jota lukutaito ja muut ydinalueet eivät selitä. Aikaisemman tutkimuksen perusteella oletimme asenteiden merkityksen olevan vähäisen, kun muiden osaamisen osa-alueiden merkitys otetaan huomioon (vrt. Gagné & Pèrè 2001; Steinmayr & Spinath 2009). Hypoteesin vastaisesti asenteiden lisääminen malleihin ei kuitenkaan lainkaan parantanut niiden selitysasetta, eikä sukupuolierojen selityksiä siis löytnyt sitä kautta. Muilta osin hypoteesimme pitivät paikkansa, ja lukutaito osoittautui yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun vaihtelun keskeisimmäksi selittäjäksi.

PISAn muiden ydinalueiden ja asenteiden kontrolloiminen pienensi sukupuolieroa 48–49 pisteestä alle 30 pisteeseen. Noin 30 PISA-pisteen ero on Cohenin  $d$ -tunnusluvun (0,30, jos keskihajonta on 100, mutta Suomessa keskihajonta on 90, joten  $d = 0,33$ ) tulkintasääntöjen avulla pieni. Hattien meta-analyysien (2009) mukaan interventiotutkimusten keskimääräisten efektikoko on 0,30–0,40 tienoilla, ja eroa on siten selkeillä ja harkituilla toimenpiteillä mahdollista kaventaa ainakin monissa koulun kannalta tärkeissä seikoissa. Tiedossamme ei kuitenkaan ole yhtään tutkimusta, jolla lukutaidon alueella olisi saatu aikaan tarvittavan efektikoon vaikutus sukupuolieroissa. Tässä luvussa esitetyt tulokset osoittivat, että ainakaan yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun osalta eroa ei voitu juuri lainkaan selittää millään asenteilla. Jos mallissa oli mukana vain lukutaito, sukupuoliero on pienimmillään (noin 7 PISA-pistettä). Muiden alueiden huomioonotto suurensi sukupuolieroa. Teknisesti kyse on siitä, että suuri ero jossain tekijässä (yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa) voidaan selittää yksinkertaisimmillaan suurella erolla jossain toisessa tekijässä (PISA lukutaitoalueella). Kun lisätään tekijöitä, joissa sukupuoliero on pienempi, sukupuolen suhteellinen merkitys vahvistuu uudestaan.

Koulujen välinen vaihtelu oli muiden sisältöalueiden tavoin pientä myös yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa. Koulujen välisen vaihtelun osalta sisäkorrelaatio (8–10 %) ei kuitenkaan pienentynyt selittäjiä lisättäessä vaan joskus se peräti kasvoi. Kyse on samalla teknisesti siitä, että sukupuoliero on samantapainen kaikissa kouluissa.

Lopputulokset näyttävät, että selitystä yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa havaittavalle suurelle sukupuolierolle ei löydy PISA-tutkimuksen aineistosta muuten kuin lukutaidon merkityksen osalta. Koska tehtävä on muutoinkin sellainen, jossa kaikissa maissa on sukupuoliero tyttöjen hyväksi, voimme samalla todeta, että on saatu aikaan tehtävä, joka on vahvasti kallellaan kaikkialla tyttöjen eduksi. Taulukon 1 minimejä katsellen on ilmeistä, että sekä ongelmanratkaisu että lukutaito ovat olleet tehtäviä, joissa eräät pojat eivät ole lainkaan yrittäneet onnistua. Suurta lukutaidon – ja ongelmanratkaisun – sukupuolieroa tulee verrata lukutaitoa edellyttävään luonnontieteelliseen osaamiseen. Myös PISAn matemaattikkatehtävät ovat luonteeltaan sanallisia tehtäviä. Näissä kuitenkin sukupuoliero on huomattavasti pienempi myös Suomessa.

Katsomme, että tässä tehtävässä havaittu suuri sukupuoliero ei todennäköisesti ole yhteiskunnallisilta seurauksiltaan merkittävän vakava ongelma. Vakavuus liittyy ensisijaisesti siihen, että tulokset kytkeytyvät lukutaidon suuriin eroihin PISAn lukutaitotehtävissä. Yhdistyneenä mittaustilanteeseen, jonka lopputuloksilla ei ole oppilaille seurauksia, joudutaan ennen suurten toimenpiteiden kehittämistä miettimään luku- ja kirjoitustaidon monipuolisen arvioinnin keinoja sekä lukemisen ja kirjoittamisen kulttuurisia merkityksiä. Tietokoneformaatti ei näytä poistavan paljon lukemiseen perustuvissa tehtävissä jo aikaisemmin havaittuja lukutaidon eroja. Erot ovat kuitenkin samalla tehtäväsisällön mukaan vaihtelevia: pienimmillään matemaattisissa ja luonnontieteellisissä aiheissa, suurimmillaan tietokonepohjaisessa chattailua simuloivissa yhteistoimintaan jotenkin liittyvissä tehtävissä.

## Lähteet

- Avery Gomez, E., Wu, D. & Passerini K 2010. Computer-supported team-based learning: The impact of motivation, enjoyment and team contributions on learning outcomes. *Computers & Education*, 55 (1), 378–390.
- Demetriou, A., Spanoudis, G. & Mouyi, A. 2011. Educating the developing mind: Towards an overarching paradigm. *Educational Psychology Review*, 23(4), 601–663. doi:10.1007/s10648-011-9178-3
- Csapó, B. & Funke, J. (toim.) 2017. *The nature of problem solving: Using research to inspire 21st century learning*. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264273955-en>



- Eccles, J. 2011. Gendered educational and occupational choices: Applying the Eccles et al. model of achievement-related choices. *International Journal of Behavioural Development*, 35(3), 195–201.
- Gagné, F. & St. Père, F. 2002. When IQ is controlled, does motivation still predict achievement? *Intelligence*, 30, 71–100.
- Greiff, S., Wüstenberg, S. & Funke, J. 2012. Dynamic problem solving: A new measurement perspective. *Applied Psychological Measurement*, 36 (3), 189–213.
- Halpern, D. F. 2000. *Sex Differences in Cognitive Abilities*. Third Edition. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Harjunen, E. & Rautopuro, J. 2015. Kielenkäytön ajattelua ja ajattelun kielentämistä. Äidinkielen ja kirjallisuuden oppimistulokset perusopetuksen päättövaiheessa 2014: keskiössä kielentuntemus ja kirjoittaminen. Julkaisut 2015:8. Helsinki: Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.
- Hattie, J. 2009. *Visible learning*. New York: Routledge.
- Hautamäki, J. & Hautamäki, A. 2009. Reading and socio-economic factors: A cross-sectional Nordic study of the 2000, 2003 and 2006 PISA-results. Teoksessa T. Matti (toim.) *Northern Lights on PISA2006: Differences and similarities in the Nordic countries*. TemaNord 2009:547. Kööpenhamina: Norden.
- Hautamäki, J., Kupiainen, S., Marjanen, J., Vainikainen, M-P & Hotulainen, R. 2013. Oppimaan oppiminen peruskoulun päättövaiheessa: Tilanne vuonna 2012 ja muutos vuodesta 2001. University of Helsinki. Department of Teacher Education Research Report 347. Helsinki: Unigrafia.
- Kenney-Benson, G. A., Pomerantz, E. M., Ryan, A. M. & Patrick, H. 2006. Sex differences in math performance: The role of children's approach to schoolwork. *Developmental Psychology*, 42(1), 11–26. doi:10.1037/0012-1649.42.1.11
- Kupiainen, S. 2016. Toisen asteen valinta. Teoksessa R. Hotulainen, A. Rimpelä, S. Karvonen, S. Kupiainen, P. Lindfors, J. M. Kinnunen, J. Minkkinen, H. Thuneberg, M.-P. Vainikainen, T. Wallenius & J. Hautamäki (toim.) *Osaaminen ja hyvinvointi yläkoulusta toiselle asteelle – tutkimus metropolialueen nuorista*. University of Helsinki. Department of Teacher Education Research Report 398. Helsinki: Unigrafia, 151–177.
- Maassen, G. H. & Bakker, A. B. 2001. Suppressor variables in path models. *Sociological Methods & Research* 30 (2), 241–270.
- Midgley, M. & Urdan, T. 2001. Academic self-handicapping and achievement goals: A Further examination. *Contemporary Educational Psychology* 26, 61–75. doi:10.1006/ceps.2000.1041
- OECD 2017a. *PISA 2015 Results (Volume V): Collaborative Problem Solving*. Pariisi: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264285521-en>
- OECD 2017b. *PISA 2015 collaborative problem-solving framework*. <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf>. (Luettu 21.11.2017.)

- Patrick, H., Ryan, A. M. & Pintrich, P.R. 1999. The differential impact of extrinsic and mastery goal orientations on males' and females' self-regulated learning. *Learning and Individual Differences*, 11(2), 153–171.
- Steinmayr, R. & Spinath, B. 2009. The importance of motivation as a predictor of school achievement. *Learning and Individual Differences*, 19, 80–90. doi:10.1016/j.lindif.2008.05.004
- Vainikainen, M.-P. 2014. Finnish primary school pupils' performance in learning to learn assessment: A longitudinal perspective on educational equity. University of Helsinki, Department of Teacher Education Research Report 360. Helsinki: Unigrafia.
- Vainikainen, M.-P, Kupiainen, S. & Hautamäki, J. 2017. Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu PISA 2015 -tutkimuksessa: Suomen tulosten tarkastelua. Helsinki: Helsingin yliopiston Koulutuksen arviointikeskus. Luettu 21.11. osoitteessa [http://blogs.helsinki.fi/cea-arviointi/files/2017/11/Yhteistoiminnallinen-ongelmanratkaisu-PISA2015-tutkimuksessa\\_-\\_Suomen-tulosten-tarkastelua.pdf](http://blogs.helsinki.fi/cea-arviointi/files/2017/11/Yhteistoiminnallinen-ongelmanratkaisu-PISA2015-tutkimuksessa_-_Suomen-tulosten-tarkastelua.pdf)
- Vettenranta, J., Välijärvi, J., Ahonen, A., Hautamäki, J., Hiltunen, J., Leino, K., Lähteinen, S., Nissinen, K., Nissinen, V. Puhakka, E., Rautopuro, J. & Vainikainen, M.-P. 2016. PISA 2015 Ensituloksia. Huipulla pudotuksesta huolimatta. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:41.

## 13. Muuttuvatko koulut?

*Tarkastelua vuosina 2006 ja 2015 PISA-tutkimukseen osallistuneiden koulujen olosuhteista ja niiden muutoksista*

### Johdanto

PISA-tutkimusta on tehty nyt kuusi kierrosta, joten päätutkimusalueina ovat olleet lukutaito, matematiikka ja luonnontieteet kukin kaksi kertaa. Jokaisella kierroksella on tehty myös kysely kaikille tutkimukseen osallistuville kouluille. Koulujen rehtoreilta tiedustellaan koulukyselyn muodossa koulujen opetuksen järjestämiseen liittyviä taustatekijöitä, koulun hallintokäytänteitä sekä opiskeluolosuhteita. Aineistosta on mahdollista tunnistaa kouluja, jotka ovat osallistuneet tutkimukseen useammilla tutkimuskierroksilla. Tämä artikkeli keskittyy näiden, PISA-tutkimukseen vuosina 2006 ja 2015 osallistuneiden koulujen olosuhteisiin ja niissä yhdeksän vuoden aikana tapahtuneisiin muutoksiin. Koulujen toisistaan poikkeavat taustatekijät ja niistä muotoutuvat profiilit nousevat tutkimuksessa esiin. Myös edellä mainittujen tekijöiden mahdolliset yhteydet sekä toisiinsa että osaamiseen ja niissä tapahtuneet muutokset ovat tämän tutkimuksen mielenkiinnon kohteina.

Oppilaiden sosioekonominen asema on koko PISA-tutkimuksen historian ajan ollut vahvasti osaamiseen yhteydessä oleva taustamuuttuja (OECD 2016a; Schmidt, Burroughs, Zoido & Houang 2015). Suomessa sosioekonomisen aseman yhteys on ollut aiemmin hieman vähäisempää kuin OECD-maissa keskimäärin, mutta vuoden 2015 PISA-tutkimuksen perusteella olemme tulleet tässä suhteessa OECD-maiden keskimääräiselle tasolle (Vettenranta ym. 2016). Miksi sosioekonomisen taustan tarkastelua sitten tehdään? Oppilaat eivät koulussa ollessaan opi pelkästään opettajilta vaan vertaisryhmällä on oma vaikutuksensa. Koulun sosioekonomisella taustalla on merkittävä vaikutus siihen, miten oppilaat osaavat ja suhtautuvat koulutyöhön. Bernsteinin (1977) mukaan sosioekonomisen taustan vaikutus näkyy kotien sosiolingvivistisinä eroina. Matalamman statuksen omaavat perheet esimerkiksi käyttävät kasvatuksellisissa tilanteissa enemmän suoria käskyjä, siinä missä korkeamman statuksen perheet pyrkivät neuvottelemaan (Bernstein 1977). Korkean sosioekonomisen taustan omaavat oppilaat suoriutuvat koulussa matalamman taustan omaavia oppilastovereitaan paremmin, vaikka koululla on myös oma osaamisen eroja tasoittava vaikutuksensa (Dowey & Condron 2016). PISA 2012 -tutkimuksessa kaikki maat tarkasteltuna keskimäärin puolet matematiikan osaamisen vaihtelusta oli yhteydessä koulun sosioekonomiseen asemaan (OECD 2016c). Koulun sosioekonominen profiili rakentuu oppilaiden keskimääräisen sosioekonomisen taustan mukaiseksi, ja sen on todettu olevan vahvasti yhteydessä koulun oppilaiden osaamiseen (esim. Marks 2005; Schmidt ym. 2015). Koulun sosioekonominen asema on tässä artikkelissa sekä kouluja ryhmittelevä että muutosta indikoiva vahva taustamuuttuja.

Koulu yhteisö jakaantuu kasvatukselliseen, hallinnolliseen sekä psykososiaaliseen ympäristöön (Nicholson 1997). Hyvä psykososiaalinen ympäristö käsittää Nicholsonin (1997) mukaan oppimista tukevan ja huolehtivan ilmapiirin sekä yhteenkuuluvuuden tunnetta ja yhteistyötä vahvistavan oppimisen kulttuurin. Koulun ilmapiiri on keskeinen koulutyöhön ja sen mielekkyyteen vaikuttava tekijä (Donnelly 2000; Smith & Lang 1998). Ilmapiiri liittyy läheisesti eetokseen, joka puolestaan rakentuu arvoille, joita koulun

jokapäiväisen työskentelyn säännöillä ja toimintatavoilla ylläpidetään (McLaughlin 2005). Ilmapiiriin voi tuntea tai aistia esimerkiksi vierailulla kouluun, ja sitä voi kuvata tunnelmaksi tai koulun hengeksi (Solvason 2005). Koulun ilmapiiri vaikuttaa etenkin kouluviihtyvyyteen (Ahonen 2007; Olkinuora & Mattila 2001), mutta sillä on yhteyttä myös motivaatioon sekä opiskelutaitoihin ja koulutyön kuormittavuuteen (Ahonen 2010; Launonen & Pulkkinen 2004). Thaban, Cohenin, Guffeyn ja Higgins-D’Alessandron (2013) mukaan myös opettaminen ja oppiminen ovat osa koulun ilmapiiriä. Positiivinen ilmapiiri tukee ja vahvistaa yhteistoiminnallista oppimista, ryhmän koheesiota, kunnioitusta ja molemminpuolista luottamusta (Thaban ym. 2103). Ilmapiiri on yhteydessä myös koulussa koettuun yhteenkuuluvuuden tunteeseen, joka on yleisesti heikentynyt niin Suomessa kuin OECD maissa keskimäärin (Väljærvi 2017). Kouluviihtyvyydellä tai toisin ilmaistuna kouluun tyytyväisyydellä (school satisfaction) on puolestaan tutkittu olevan suoraan yhteyttä oppimistuloksiin (Samdal, Dur & Freeman 2004; Seligson, Huebner & Valois 2005). Koulun ilmapiiriä tarkastellaan tässä artikkelissa PISAn indekseihin, jotka perustuvat rehtorin arvioihin sekä oppilaiden että opettajien jokapäiväisestä toiminnasta.

Koulun johtaminen on koulutyön ja oppimisen taustalla vaikuttava tekijä, jolla on oppimiseen merkittävä ”katalysoiva” vaikutus (Bush & Glover 2014). Heidän mukaansa koulun johtaminen jakaantuu opettajien johtamiseen ja koulun kokonaisjohtamiseen sekä pedagogiseen ja muutoksen johtamiseen. Hallinger ja Heck (1998) löysivät samaan tapaan positiivisen, mutta epäsuoran yhteyden rehtorin johtamistavan ja oppilaiden osaamisen välillä. Hyvin toimivaa koulua johtaa rehtori, joka ”määrittelee, kommunikoi ja rakentaa yhteisymmärryksen koulun kasvatustavoitteista” (OECD 2016, 101). Hyvä rehtori huolehtii, että opetussuunnitelmat ja opetuskäytännöt tukevat tavoitteiden saavuttamista samalla kun hän pitää yllä hyviä sosiaalisia suhteita kouluyhteisössään (Harris 2010). Koulujen johtamiskulttuurin on sanottu olevan yksi tekijä Suomen hyvän PISA-menestyksen taustalla (Ängeslevä 2008). Jos koulussa tehtävä kehittämiseen tähtäävä hallinnollinen työ tulee osaksi oppimisen ja opettamisen käytänteitä, sillä

on positiivinen vaikutus myös oppimiseen (Creemers & Kyriakides 2010). Koulun johtaminen ymmärretään tässä artikkelissa koulun työskentelyä pitkän aikavälin kuluessa heijastelevana toimintana. Tällöin johtamisesta voidaan tehdä päätelmiä myös ajallisesti taaksepäin. Johtamisen tavat ja siihen liittyvien toimien esiintymistä kartoitetaan rehtorin itsensä arvioimana, ja vastauksista rakennetaan indeksit kuvaamaan koulun johtamiskulttuuria.

## Tutkimustehtävä

Tässä artikkelissa tarkastellaan pitkäaikaistutkimuksena vuosina 2006 sekä 2015 PISA-tutkimukseen osallistuneita kouluja. Mielenkiinto kohdistuu erityisesti siihen, millä tavalla tutkimukseen sekä vuonna 2006 että 2015 osallistuneiden koulujen olosuhteet ovat mahdollisesti muuttuneet yhdeksän vuoden aikana. Osa koulukyselyssä tarkasteltavista asioista on kohtuullisen pysyväisluonteisia, joten niiden ei oleteta juurikaan muuttuvan yhdeksän vuoden tarkastelujaksolla. Tässä artikkelissa huomio kohdennetaan muutosten osalta erityisesti koulun olosuhteisiin, opetus-työhön suunnattuihin resursseihin sekä ilmapiiriin ja johtamiseen. Millaisena koulut näyttävät näiden asioiden suhteen? Onko löydettävissä tekijöitä, joiden suhteen koulut voitaisiin ryhmitellä profiililtaan erilaisiin ryhmiin? Millaisia muutoksia profiililtaan erilaisissa kouluissa on tapahtunut tutkimusvuosien aikana? Millaisia yhteyksiä koulun taustatekijöillä on oppilaiden osaamiseen tai opiskeluilmapiiriin? Näiden pohdiskelevien kysymysten myötä tämän artikkelin tutkimustehtävä muotoutuu seuraavanlaisiksi tutkimuskysymyksiksi:

- 1) Miten ja millä tekijöillä koulujen taustoja kuvataan?
- 2) Millaisiin ryhmiin koulut jakaantuvat muutoksen ja taustatekijöiden suhteen?
- 3) Miten koulujen resurssit, ilmapiiri ja johtamiskulttuuri eroavat ryhmien välillä?
- 4) Millaisia muutoksia kouluissa on tapahtunut vuosien 2006 ja 2015 välillä?

## Menetelmä

Tutkimus rakentuu PISA-tutkimuksessa käytettyjen tilastollisten analyysien perustalle (OECD 2009; OECD 2016a). Koulukyselyn vastauksia käsitellään indekseinä, ne on skaalattu OECD:n keskiarvoille ja raportoinnissa hyödynnetään WLE (Weighted Likelihood Estimates) -arvoja, joiden OECD-keskiarvo on standardoitu nol-laksi ja keskihajonta on yksi. Täten myös yksittäiselle koululle las-kettua indeksiä voidaan verrata luotettavasti paitsi suhteessa toi-siinsa myös suhteessa OECD:n tasoon.

Koulut jaettiin ryhmiin käyttäen SPSS Statistics 24 -ohjelman ryhmittelyanalyysiä K-Means-menetelmällä. K-keskiarvo-analyysi pyrkii ryhmittelemään havainnot mahdollisimman paljon keskiarvoiltaan toisistaan poikkeaviin ryhmiin (Nummenmaa 2009). Koulut jaettiin neljään toisistaan erottuvaan ryhmään, joita käy-tetään lähinnä muutosten esittelyyn, ja tulkinnat ovat pääasias-sa kuvailevia. Keskiarvojen eroja vertaillaan kahden ryhmän kes-ken T-testillä sekä varianssianalyysin Post-hoc-testin Scheffen me-netelmällä useamman ryhmän välisiä eroja tarkasteltaessa. Myös korrelaatioita lasketaan Spearmanin korrelaatiokertoimilla. Näitä hyödynnetään taustatietoina, mutta 35 havainnon aineisto ei usein ole riittävä, jotta voitaisiin löytää tilastollisesti merkitseviä yhteyk-siä tai eroja. Näin ollen analyysit perustuvat ensisijaisesti laadullis-siin tulkintoihin trendeistä tutkimusvuosien välillä sekä OECD:n indeksien vertailuista koulujen ja tarkoitusta varten muodostetun neljän kouluryhmän välillä.

## Aineisto

PISA-tutkimukseen valitaan edustava otos suomalaisia kouluja, joissa opiskelee 15-vuotiaita, eli pääasiassa 9.-luokkalaisia oppi-laita. Otannat tehdään toisistaan riippumattomina, joten eri kier-roksilla tutkimukseen osallistuvat eri koulut. Koska otos on alueelli-nen ja kouluja on Suomessa verrattain vähän, on PISA-tutkimuksen historiassa jo kouluja, jotka ovat osallistuneet PISAan useam-milla kierroksilla. Tähän tutkimukseen valittiin aineisto kouluista,

jotka ovat osallistuneet PISA-tutkimukseen vuosina 2006 ja 2015. Vuonna 2006 tutkimukseen osallistui 155 koulua ja vuonna 2015 osallistui 163 koulua. Tutkimukseen molemmilla kierroksilla osallistuneita kouluja oli yhteensä 36, mutta yhdeltä koululta ei saatu vastauksia vuoden 2015 kyselyyn. Kyseessä oleva tutkimusaineisto käsittää täten 35 koulun rehtorien vastaukset PISA 2006- ja PISA 2015 -koulukyselyihin. Tämän lisäksi kyseisten koulujen oppilaiden PISA-tutkimusten koetehtävien tuloksia sekä taustakyselyiden vastauksia hyödynnetään ns. aggregaattimuuttujina. Tämä tarkoittaa sitä, että oppilaiden vastausten keskiarvot tuodaan koulutason aineistoon edustamaan koulun osaamista tai oppilaiden taustamuuttujia. Tässä aineistossa aggregaattimuuttujina käytetään sosioekonomista asemaa kuvaavaa ESCS-indeksiä, luonnontieteen ulkoista motivaatiota sekä koulujen oppilaiden pistemäärien keskiarvoja lukutaidon, matematiikan ja luonnontieteen PISA-kokeista vuosilta 2006 ja 2015.

Tutkimukseen osallistuneista kouluista valtaosa eli 21 koulua tulee Etelä-Suomen suuralueelta, neljä koulua on pääkaupunkiseudulta, seitsemän koulua Länsi-Suomesta, kolme Itä-Suomesta ja kaksi Pohjois-Suomesta. Tutkimuskoulujen paikkakunnat luokitellaan kaupungeiksi, jos ne ovat vähintään 3 000 asukkaan taajamia. Maaseuduksi luokitellaan alle 3 000 asukkaan kylät ja taajamat sekä varsinainen maaseutu.

Vuoden 2006 PISA-tutkimuksessa Suomi on sijoittunut osaamisen kansainvälisessä vertailussa kaikkien aikojen korkeimmalle sijoittuen 563 pisteellä luonnontieteen vertailussa ensimmäiseksi, lukutaidon vertailussa toiseksi 547 pisteellä ja matematiikan vertailussa toiseksi 548 pisteellä (Arinen & Karjalainen 2007). Kun Suomen sijoitus ja pistemäärät ovat tuon jälkeen heikentyneet kaikissa tutkimuksissa, edustavat tämän tutkimuksen koulut tältä osin samaa trendiä. Myös OECD-maiden keskiarvot ovat hieman laskeneet vuoden 2006 tasosta, eli OECD:n keskiarvo vuoden 2015 tutkimuksessa on luonnontieteessä ja lukutaidossa 493 pistettä ja matematiikassa 490 pistettä. Vuonna 2006 tämän tutkimuksen aineistona olevien 35 koulun osaamisen keskiarvot olivat hieman maakeskiarvoja korkeammat ollen luonnontieteissä 566 (keskihajonta 26 pistet-

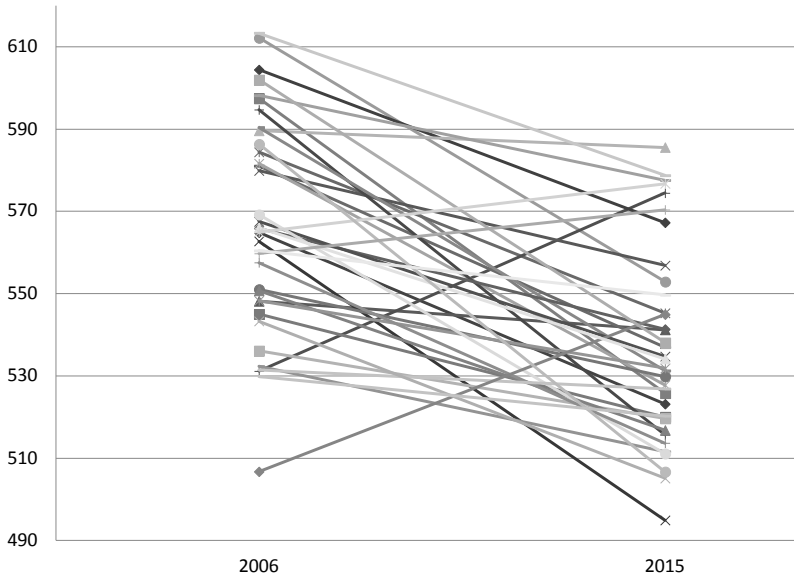


tä), lukutaidossa 553 (kh 29) ja matematiikassa 551(kh 29) pistettä. Vastaavasti koulujen pistemäärien keskiarvo oli hieman maakeskiarvojen yläpuolella myös vuoden 2015 tutkimuksessa, luonnontieteissä 538 pistettä (kh 23 pistettä, 95 % luottamusväli 530–546) ja maakeskiarvo 531, lukutaidossa 535 pistettä (kh 26 pistettä, 95 % luottamusväli 526–544) ja maakeskiarvo 526 sekä matematiikassa 514 (kh 23 pistettä, 95 % luottamusväli 506–522) maakeskiarvon ollessa 511 pistettä. Koulujen pistemäärien pysyvyys ei näyttäisi olevan kovin suuri, ja korrelaatiot vuoden 2006 ja 2015 tutkimusten välillä eivät näiden koulujen joukossa ole kovin korkeita. Tämä johtunee osittain yleisestä tason laskusta, mutta näin on ollut myös muiden tutkimuskierrosten välillä tehdyn tutkimuksen mukaan (Nissinen 2015). Lukutaidon pistemäärän Spearmanin korrelaatio tutkimuskierrosten 2006 ja 2015 välillä on 0,36, luonnontieteen 0,38 ja matematiikan 0,39. Kaikki ovat tilastollisesti merkitseviä  $p < 0,05$  tasolla. Sen sijaan saman mittauskerran eri arviointialueiden välillä korrelaatiot ovat voimakkaita, yli 0,70 tasolla. Kuviossa 1 esitetään vuosina 2006 ja 2015 tutkimukseen osallistuneiden 35 koulun luonnontieteiden pistemäärien keskiarvot. Visuaalisesta tarkastelusta voidaan hyvin havaita pistekeksiäarvojen laskeva trendi, samoin kuin vain neljän koulun tuloksen parantuminen.

## Tulokset

### Koulujen taustat

Taulukossa 1 kuvataan PISA-tutkimukseen vuosina 2006 ja 2015 osallistuneiden koulujen taustatietoja. Mukana on myös koulun oppilaiden luonnontieteen PISA-kokeen pistemäärien keskiarvo vuoden 2015 kokeessa sekä muutos vuoden 2006 kokeeseen verrattuna. Koulujen oppilasmäärä on kasvanut tutkimuskierrosten välillä vähintään 20 oppilaalla 11 koulussa ja pienentynyt 15 koulussa suurimpien muutosten ollessa kahdessa eteläsuomalaisessa koulussa, joista toisessa oppilasmäärä on kasvanut 347 oppilaalla ja toisessa vähentynyt 368 oppilaalla. Rehtoreita on pyydetty kyselyssä ilmoittamaan opetusryhmän keskimääräinen koko



**Kuvio 1.** Luonnontieteen pistemäärä vuonna 2006 ja 2015 tutkimukseen osallistuneissa kouluissa (n = 35).

äidinkielen opetusryhmissä yhdeksännellä luokalla. Ryhmäkoko on luokka-asteikollinen muuttuja, joissa esitetty 18 oppilasta on keskiluku 16–20 valinnalle ja 23 on keskiluku valinnalle 21–25 oppilasta äidinkielen opetusryhmässä. Pienin taulukossa esiintyvä luku 13 kuvaa alle 15 oppilaan ryhmäkoko. Tyypillisin äidinkielen opetusryhmä on 16–20 oppilasta, sen on ilmoittanut keskimääräiseksi kooksi 20 koulun rehtorit. Kun verrataan vuoteen 2006, niin opetusryhmän koko on pienentynyt 11 koulussa ja suurentunut 5 koulussa. Suurimmassa osassa kouluja ryhmäkoko on säilynyt ennallaan. Kansainvälisesti vertailtuna suomalaisten koulujen opetusryhmän keskimääräinen koko oli kaikkein pienin, 18 oppilasta. Keskimääräinen ryhmäkoko vuoden 2015 PISA-tutkimuksen kaikkien osallistujamaiden vertailussa oli 26 oppilasta (OECD 2016b).

PISA-oppilaskyselystä analyysiin tuotiin myös muuttujat, jotka yhdistettiin kuvaamaan oppilaan itsensä tai hänen vanhem-

piensa syntymämaata siinä tapauksessa, että se on ollut joku muu kuin Suomi. Taulukossa on siis kyseisen koulun osalta niiden, ensimmäisen tai toisen polven maahanmuuttajaoppilaiden lukumäärä, jotka ovat olleet mukana koulun PISA-otoksessa vuosina 2006 ja 2015. Maahanmuuttajataustaisten oppilaiden osaaminen on yleensä kantasuomalaisia heikompaan sekä ensimmäisen että toisen polven maahanmuuttajaoppilailla (ks. Kirjavainen & Pulkkinen 2017). Koulujen välillä on eroja myös maahanmuuttajataustaisten oppilaiden suhteen, esimerkiksi koulun 23 maahanmuuttajien osuus PISA-otoksessa on lisääntynyt kolmella oppilaalla. Kyseisen koulun luonnontieteen pistekeskiarvo on vuonna 2015 erittäin korkea, 585 pistettä. Kun koulun osalta kontrolloitiin maahanmuuttajataustaiset oppilaat, pistekeskiarvo nousee vain yhdellä pisteellä, 586 pisteeseen. Koulun 34 osaaminen on heikentynyt todella paljon (80 pistettä) ja maahanmuuttajataustaisten oppilaiden lukumäärä on lisääntynyt neljällä, mikä herättää tarkastelemaan, mikä mahtaa olla heidän osaamisensa vaikutus koulun keskiarvoon. Tässä yhteydessä mainittakoon, että kieltä osaamattomia tai alle vuoden suomen- tai ruotsinkielisiä opetusta saaneita oppilaita ei oteta mukaan PISA-kokeeseen. Tässä koulussa maahanmuuttajataustaisten oppilaiden kontrolloiminen nosti heikentynyttä pistekeskiarvoa 507:stä arvoon 519. Tämän koulun neljän maahanmuuttajataustaisen oppilaan pistekeskiarvo oli 387. Muiden tutkimuksen koulujen maahanmuuttajataustaisten oppilaiden vaikutus on edellä mainittua pienempi. Maahanmuuttajataustaisten oppilaiden määrä PISA-otoksessa on lisääntynyt suurimmassa osassa tutkimuksen kouluja. Kuitenkin, kun kontrolloidaan koko Suomen vuoden 2015 aineistossa maahanmuuttajataustaiset oppilaat, luonnontieteen pistekeskiarvo nousee vain neljällä pisteellä arvosta 531 arvoon 535. Eli kymmenien pisteiden keskimääräinen lasku ei selity maahanmuuttajataustaisten oppilaiden lisääntymisellä otoksessa. Vuoteen 2006 verrattuna maahanmuuttajaoppilaita oli enemmän 26 koulussa ja vähemmän kolmessa koulussa. Maahanmuuttajataustaisten oppilaiden määrässä ei ollut tapahtunut muutosta viidessä tämän tutkimuksen koulussa.

**Taulukko 1.** Tutkimukseen osallistuvien koulujen taustatietoja.

Nro	Kaupunki/ maaseutu	Oppilasmäärä 2015 <sup>1</sup> ja muu- tos 2006	AI ryhmäk. 2015 ja ver- tailu 2006	Maahanm. opp. 2015, muutos 2006	Luonnont. ka 2015, muu- tos 2006	2015 % opp. ei opetuskielisiä	2015 % erityisop.	2015 % so- sioek.heik.	ESCS 2015, muutos 2006	Ryhmä <sup>2</sup>
<b>Pääkaupunki</b>										
1	Kaup.	3, -19	18, -5	4, +4	495, -68	6	8	10	0,21, +0,04	A
2	Kaup.	4, +96	18, -5	2, -3	574, +43	18	10	20	0,51, +0,17	C
3	Kaup.	2, -160	23, +5	3, +3	553, -59	4	10	10	0,68, +0,03	D
4	Kaup.	5, +14	23	1, +1	567, -37	6	2	7	0,72, +0,18	D
<b>Etelä-Suomi</b>										
5	Kaup.	3, -144	23	3, +3	526, -72	5	5	6	0,67, +0,38	A
6	Kaup.	3, -36	23	0, -1	528, -54	1	4	5	0,05, -0,27	A
7	Kaup.	4, -368	18	1, +1	531, -59	5	9	7	0,26, -0,25	A
8	Kaup.	2, +2	18	1, +1	514, -44	1	11	16	-0,18, -0,17	A
9	Kaup.	3, -156	23, +5	1, +1	523, -42	5	10	10	0,48, +0,19	B
10	Kaup.	3, +14	18	2, +2	541, -7	1	8	10	0,38, +0,32	B
11	Kaup.	2, -39	18, -5	0, -1	512, -21	10	15	33	-0,25, -0,14	B
12	Kaup.	2, -5	18, -5	1, +1	537, -44	3	2	8	0,35, +0,10	B
13	Kaup.	4, -86	18, -5	4, +3	520, -25	6	5	15	0,11, +0,05	B
14	Kaup.	3, +83	23	4, +4	530, -21	5	10	5	0,00, +0,17	B
15	Maas.	2, -196	18, -5	0, 0	542, -25		5	5	0,08, +0,25	B
16	Kaup.	3, +139	23	1, +1	520, -16	1	10	23	0,07, +0,26	B

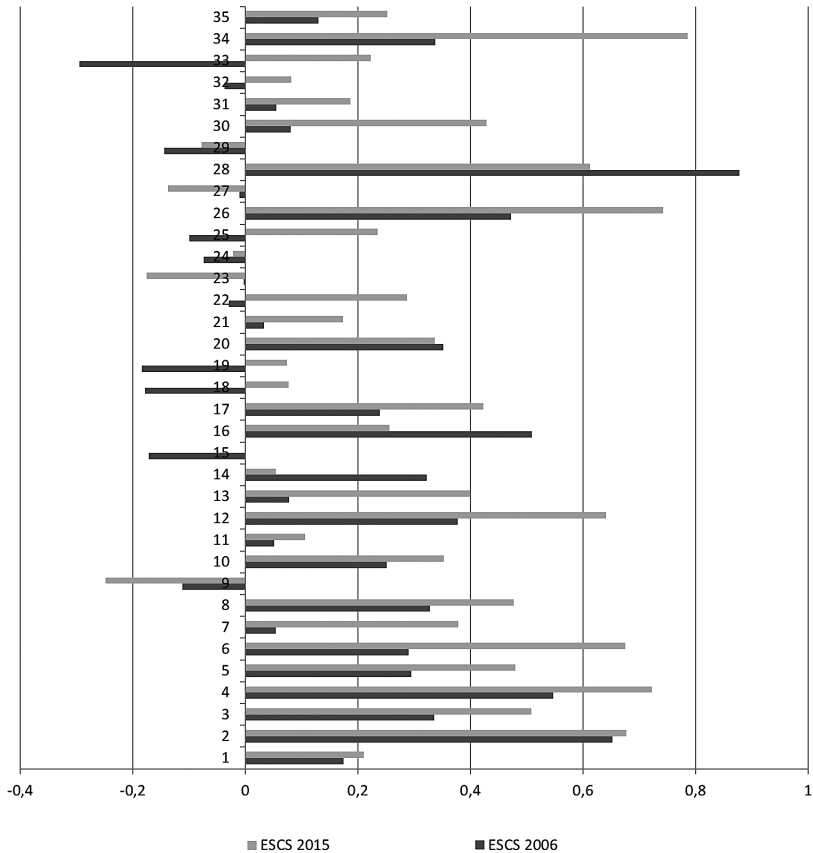
17	Kaup.	3, +37	18, -5	2, +2	517, -34	2	15	3	0,34, -0,02	B
18	Kaup.	4, -40	18	4, +3	535, -33	15	10	30	0,17, +0,14	B
19	Kaup.	3, -46	18, -5	3, +3	532, -16	10	7	22	0,29, +0,32	B
20	Kaup.	3, +37	18, -5	2, +2	517, -34	26	15	39	-0,02, +0,05	B
21	Maas.	2, -7	18	0, 0	545, +38		7	8	0,24, +0,33	C
22	Kaup.	4, +347	23, +5	2, +2	545, -39	2	4	10	0,48, +0,15	D
23	Kaup.	4, +38	23	3, +3	586, -4	2	3	16	0,64, +0,26	D
24	Kaup.	3, -85	23	1, 0	557, -23	0	7	0	0,40, +0,32	D
25	Kaup.	2, -32	18	1, +1	579, -35	5	2		0,42, +0,18	D
26	Kaup.	2, +165	13	2, +1	550, -11	1	30	6	0,74, +0,27	D
<b>Länsi-Suomi</b>										
27	Kaup.	2, -106	18	0, 0	511, -58	1	5	2	-0,14, -0,13	A
28	Kaup.	3, -42	18, -5	1, +1	520, -10	2	2	3	0,43, +0,35	B
29	Maas.	1, -172	23, +5	0, 0	570, +11	2	11		-0,08, +0,07	C
30	Kaup.	2, +30	18	1, +1	578, -21	10	8	13	0,61, -0,27	D
<b>Itä-Suomi</b>										
31	Maas.	4, +88	18	0, 0	538, -64	5	7	10	0,19, +0,13	A
32	Kaup.	3, -64	23	1, +1	534, -32	3	8		0,08, +0,12	B
33	Kaup.	3, -7	23, +5	0, 0	505, -38	2	9	15	0,22, +0,52	B
<b>Pohjois-Suomi</b>										
34	Kaup.	2, +47	18, -5	4, +4	507, -80		4	25	0,25, +0,12	A
35	Maas.	3, -88	23	0, +2	577, +12	1	6	34	0,79, +0,45	C

<sup>1</sup> Koulun oppilasmäärä luokiteltuna seuraavasti: 1= Alle 200 oppilasta, 2= 201–400 oppilasta, 3= 401–600 oppilasta, 4= 601–800 oppilasta, 5=801–1000 oppilasta.<sup>2</sup> Ryhmittelyanalyysin mukainen ryhmä

Taulukossa 1 kuvataan vuoden 2015 koulukyselyn pohjalta rehtorin kuvaamana myös, kuinka suuri prosenttiosuus koulun yhdeksännen luokan oppilaista on muita kieliä kuin koulun opetuskieltä eli suomea tai ruotsia äidinkielenään puhuvia, kuinka suuri osuus on erityistä tukea tarvitsevia ja kuinka suuri osuus on sosioekonomisesti heikommassa asemassa olevia. Tätä tietoa ei ole saatavilla vuoden 2006 osalta. Nämä tiedot antavat kuvaa siitä, millaisessa ympäristössä koulut päivittäistä työtä tekevät. Näyttäisi siltä, että äidinkielenään muuta kuin suomea puhuvien osuus vaihtelee, ja se voi olla suuri korkean tason osaamisen koulussa (koulu 2) tai pieni matalan tason osaamisen koulussa (koulu 1). Samankaltainen tilanne on myös rehtorin ilmoittaman erityisoppilaiden ja heikommassa sosioekonomisessa asemassa olevien oppilaiden osuuden suhteen. Luvut valaisevat myös asioiden suhteellista luonnetta, esimerkiksi koulun 30 rehtori kuvaa 13 prosenttia oppilaista kuuluviksi heikompaan sosioekonomiseen asemaan, vaikka ESCS-indeksillä tarkasteltuna koulun sosioekonominen asema on vertailun korkeimpia 0,62. Rehtorin näkemys voi toisaalta heijastella myös sitä, että koulun ESCS-indeksi on laskenut vuodesta 2006.

## Koulujen sosioekonominen asema

PISA-tutkimuksessa koulun sosioekonomista asemaa tarkastellaan pääasiassa oppilaiden ESCS-indeksin (PISA index of economic, social and cultural status) keskiarvona. Indeksiin huomioidaan oppilaiden vanhempien koulutustaso ja ammatti sekä perheen varallisuus ja kulttuurinen status kartoittamalla tiettyjen hyödykkeiden omistamista (OECD 2016b, 207; Vetterranta ym. 2016, 53). Indeksi määrittelee tilannetta suhteutettuna OECD:n tasoon, ja sillä tarkasteltuna koulujen keskimääräinen sosiokulttuuris-ekonominen asema on kohonnut. Vuonna 2006 tutkimuskoulujen oppilaiden indeksin keskiarvo oli 0,15 ja vuonna 2015 se oli 0,29, OECD:n keskiarvo on indeksissä asetettu nolnaan vuonna 2006, ja vuonna 2015 se on -0,04. Koko maan koulujen keskiarvo vuonna 2015 on 0,25. Kuviosta 2 voi nähdä, että muutaman koulun indeksi on vuonna 2006 ollut OECD:n keskiarvon alapuolella, mutta



**Kuvio 2.** Tutkimuskoulujen oppilaiden ESCS indeksin keskiarvo vuosina 2006 ja 2015.

noussut 2015 reilusti sen yläpuolelle, näin esimerkiksi koulussa 33. ESCS-indeksin muutoksella on positiivinen yhteys koulun oppilaiden osaamisen muutokseen. Indeksien muutoksen korrelaatio koulun keskimääräisten pisteiden muutoksen kanssa oli 0,34 ja se on tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0,05$ ).

## Koulujen ryhmittely

Tutkimustehtävänä on, millaisia ovat tutkimukseen osallistuneet koulut ja voidaanko kouluista erottaa erilaisia profiileja pitkäaikaisen muutosten suhteen. Aineistoa tutkittiin SPSS:n ryhmittelyanalyysin keinoin ja päädyttiin jakamaan koulut neljään toisistaan erottuvaan ryhmään. Ryhmittelyanalyysin lopullisessa ratkaisussa käytettiin muuttujina koulun luonnontieteen pistemäärää vuodelta 2015 sekä pistemäärän muutosta vuodesta 2006. Lisäksi ryhmittelevänä muuttujana huomioitiin koulun oppilaiden ESCS-indeksien keskiarvo sekä sen muutos vuoteen 2006 verrattuna. Taulukossa 2 kuvataan ryhmittelyanalyysin muuttujat ja niiden keskimääräiset arvot ryhmissä. Koulujen taustatekijöitä analysoidaan jatkossa tähän ryhmittelyyn pohjautuen

**Taulukko 2.** Ryhmittelyanalyysin ryhmien keskiarvot

	A, n = 8	B, n = 15	C, n = 4	D, n = 8
ESCS-indeksi 2015	0,17	0,18	0,36	0,59
ESCS-indeksi erotus 2015–2006	–0,02	0,18	0,26	0,14
Luonnontieteen pistemäärä 2015	519	526	567	564
Luonnontieteen pistemäärän erotus 2015–2006	–62	–25	26	–29

Ryhmään A kuuluu 8 koulua, joiden luonnontieteiden kokeiden keskiarvo on vuonna 2015 tutkimuskoulujen alhaisin (519 pistettä), ja näiden koulujen muutos on ollut suuri (keskimäärin –62 pistettä). Ryhmään B kuuluu 15 koulua, joiden luonnontieteen kokeen pistemäärä on matala (526 pistettä) ja pistemäärän muutos on pieni (–24 pistettä). Ryhmään C kuuluu 4 koulua, joiden pistemäärä on korkea (566 pistettä) ja muutos pieni (26 pistettä). Tämä ryhmä on ainoa, jossa pistekeskiarvo on parantunut. Neljänteen D-ryhmään kuuluu kahdeksan koulua, joiden pistemäärä on korkea (564 pistettä) ja muutos on ollut pieni, mutta negatiivinen (–29 pistettä). Ryhmittelevänä tekijänä mukana on myös ESCS-indeksi, joka jakaantuu karkeasti siten, että ryhmissä A ja B se on alhaisempi, ryhmässä C Suomen (ja tutkimukseen osallistuvien) koulujen keski-



vaiheilla ja ryhmässä D selvästi keskimääräistä korkeampi. ESCS-indeksi on muuttunut vähiten ryhmässä 1 ja eniten ryhmässä 3.

Kouluista muodostettuja ryhmiä voisi näiden muuttujien mukaan luonnehtia seuraavasti:

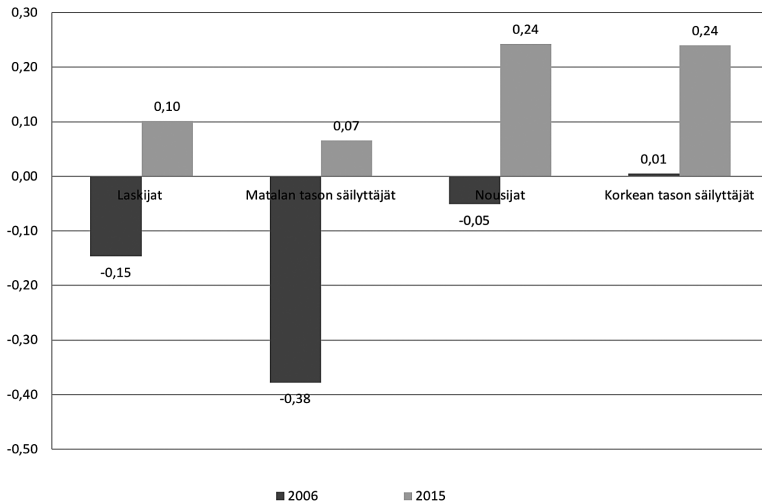
Ryhmään A kuuluvat koulut, joiden osaaminen on kovasti heikentynyt. Koulun oppilaiden sosioekonominen asema on alhaisin, eikä siinä ole tapahtunut muutosta. Tätä ryhmää kutsutaan nimellä: *Laskijat*.

Ryhmään B kuuluvat koulut, joiden osaaminen on heikentynyt vain hieman. Koulun oppilaiden sosioekonominen asema on parantunut, mutta on edelleen alhainen. Tätä ryhmää kutsutaan nimellä: *Heikon tason säilyttäjät*.

Ryhmään C kuuluvat koulut, joiden osaaminen on korkeimmalla tasolla ja parantunut aiemmasta. Oppilaiden sosioekonominen asema on parantunut ja on nyt keskimääräisellä tasolla. Tätä ryhmää kutsutaan nimellä: *Nousijat*.

Ryhmään D kuuluvat koulut, joiden osaaminen on edelleen korkealla tasolla, vaikka se onkin heikentynyt hieman. Koulun oppilaiden sosioekonominen asema on selvästi muita ryhmiä korkeampi, ja se on hieman kohentunut. Tätä ryhmää kutsutaan nimellä: *Korkean tason säilyttäjät*.

Edellä mainittujen ryhmittelevien tekijöiden lisäksi koulujen eroihin kytkeytyy myös opiskelua kohtaan osoitettuja motivaatiotekijöitä. PISA-tutkimuksen pääalueena olevan luonnontieteen opiskelua kohtaan osoitettua ulkoista motivaatiota on tutkittu samantapaisilla kysymyksillä vuosina 2006 ja 2015. Ulkoinen motivaatio kuvaa tässä yhteydessä sitä, missä määrin oppilaat ovat samaa mieltä, että luonnontieteiden opiskelu on hyödyllistä heidän tulevien opintojensa ja työmahdollisuuksien kannalta (OECD 2016a, 128). Oppilaiden vastauksista on muodostettu indeksi, jonka keskiarvot on tuotu tähän aineistoon aggregaattimuuttujina. Kuviosta 3 nähdään, että luonnontiedettä kohtaan osoitettu ulkoinen motivaatio on vuonna 2015 selvästi korkeampaa kuin vuonna 2006. Erot eri ryhmiin kuuluvien koulujen välillä ovat selkeät. Korkean sosio-

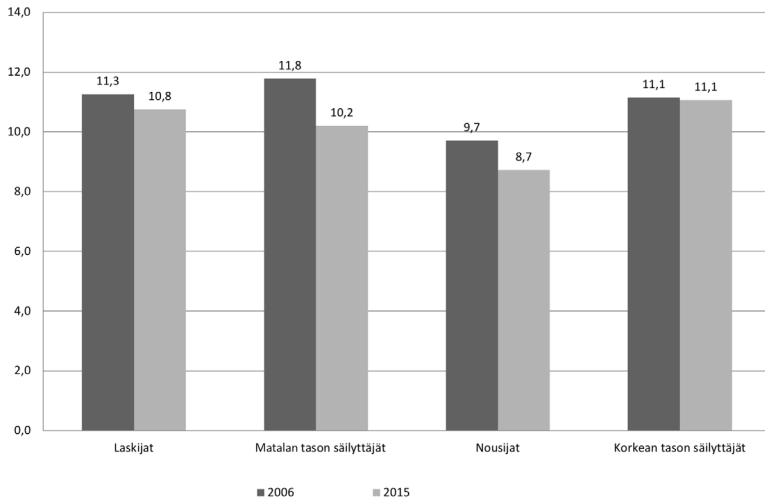


**Kuvio 3.** Oppilaiden luonnontieteitä kohtaan osoittama ulkoinen motivaatio, koulujen keskiarvot ryhmittäin.

ekonomisen taustan ja hyvän tuloksen saavuttaneiden *Nousijat*- ja *Korkean tason säilyttäjät* -ryhmien kouluissa on oppilailla selvästi korkeampi ulkoinen motivaatio kuin kahdessa muussa ryhmässä.

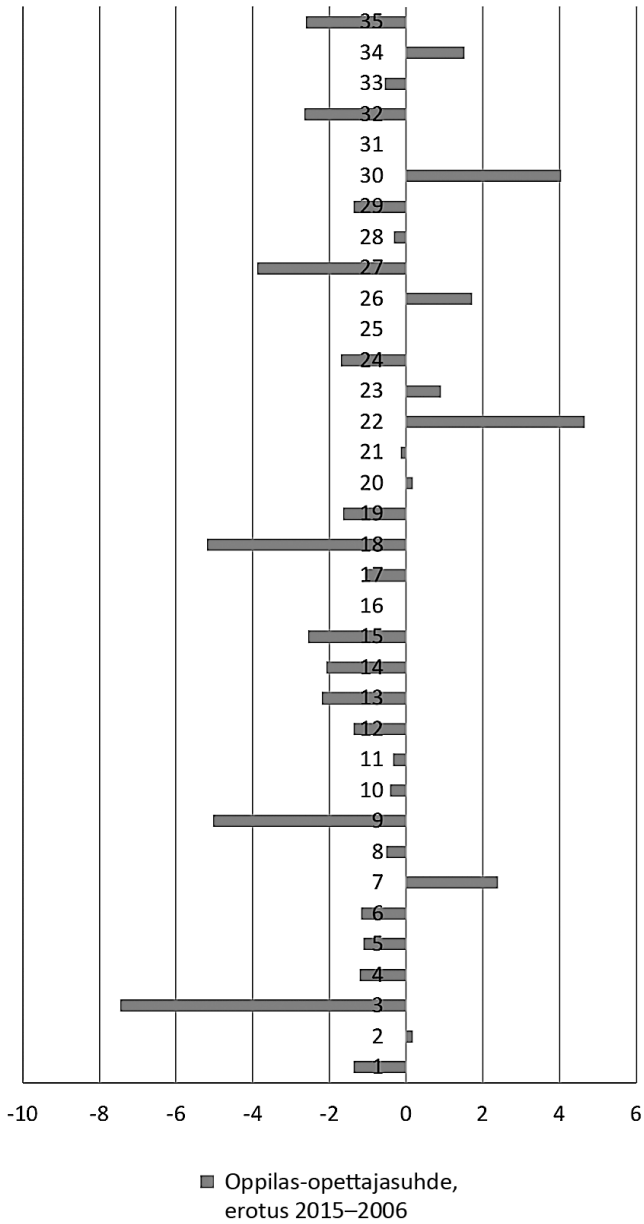
## Koulun työn resursointi

Oppilas-opettajasuhdeluku kuvaa sitä, kuinka monta oppilasta koulussa on yhtä opettajaa kohden. Vuonna 2006 tämä luku oli tutkimuskouluissa keskimäärin 11,27 ja vuoden 2015 tutkimuksessa yhtä opettajaa kohden oli keskimäärin 10,36 oppilasta. *Nousijat*-ryhmän koulut erottuvat opettaja-oppilassuhteessa muista kouluista, ryhmän koulujen vuoden 2006 opettaja-oppilassuhteen keskiarvo oli 9,7 ja vuoden 2015 keskiarvo 8,7. Muiden ryhmien keskiarvo oli lähellä yllä mainittuja koko tutkimuksen keskiarvoja (kuvio 4). Oppilas-opettajasuhteessa on verrattain suuria eroja koulujen välillä. Vuonna 2015 kaikkien koulujen oppilas-opettajasuhteen keskihajonta on 2,19 ja vuonna 2015 keskihajonta on 1,90, eli tässä suhteessa koulujen väliset erot ovat hieman tasaantuneet.



**Kuvio 4.** Oppilas-opettajasuhde.

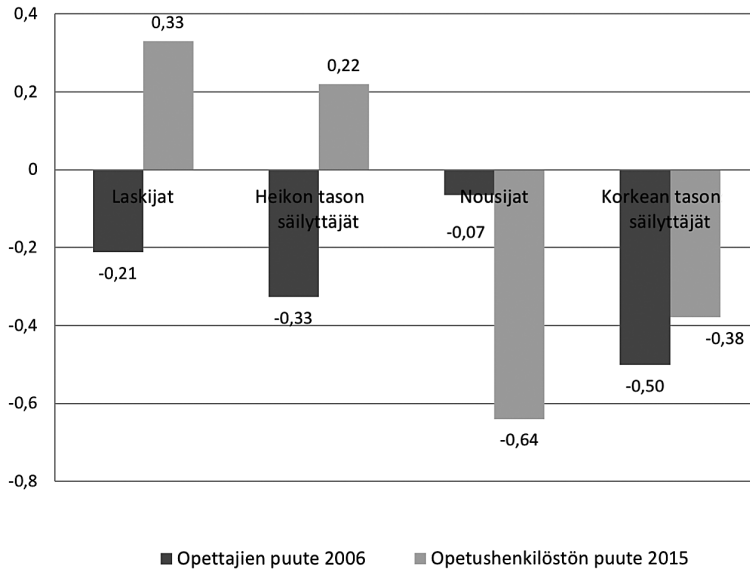
Kuviossa 5 kuvataan palkkidiagrammina kaikkien koulujen vuosien 2015 ja 2006 suhdelukuja. Kuvioista voidaan havaita, että valtaosassa kouluja suhdeluku on pienentynyt. Viidessä koulussa luku on kasvanut ja kahdeksassa pysynyt ennallaan. Yhteensä 22 koulussa oppilaita oli vuonna 2015 opettajaa kohden vähemmän kuin vuonna 2006. Suurin muutos on tapahtunut koulussa 3, jonka oppilas-opettajasuhde on pienentynyt vuoden 2006 arvosta 15,4 arvoon 7,9 vuonna 2015. Koulun oppilasmääriä tarkasteltaessa voidaan nähdä, että kyseisen koulun oppilasmäärä oli vuonna 2015 noin 300 ja se on pienentynyt 161 oppilaalla vuodesta 2006. Koulussa 7 oppilas-opettajasuhde on kasvanut vuoden 2006 luvusta 11,3 lukuun 13,7. Koulun oppilasmäärä on kasvanut 368 oppilaalla ollen nyt noin 700 oppilasta, mikä selittää oppilas-opettajasuhteen heikkenemistä. Tämä koulu kuuluu laskijoiden ryhmään, ja sen luonnontieteen pistemäärä on heikentynyt 59 pistettä. Vaikka oppilas-opettajasuhteen muutoksella ei ole tässä aineistossa tilastollisesti merkitsevää yhteyttä koulujen luonnontieteen keskiarvon muutokseen, on kuitenkin kaikkien *nousijat* -ryhmän



**Kuvio 5.** Oppilas-opettajasuhteen erotus.

koulujen (nrot 2, 21, 29 ja 35) oppilas-opettajasuhde joko pysynyt ennallaan tai pienentynyt (taulukko 1). Koska näiden koulujen oppilas-opettajasuhde on ollut pieni jo vuonna 2006, ei kovin suurta muutosta pienempään ollut odotettavissa.

Opetushenkilöstön puutteen vaikutusta opetukseen tarkasteltiin vuonna 2006 ”teacher shortage” -indeksillä ja vuonna 2015 ”educational staff shortage” -indeksillä. Vuoden 2006 tutkimukseen osallistuneiden koulujen indeksin keskiarvo -0,30 kuvaa, että opettajien puute vaikeuttaa opetusta hieman vähemmän kuin OECD-maissa keskimäärin. Vuoden 2015 indeksin keskiarvo 0,01 kuvaa sitä, että tutkimuskoulut sijoittuvat tässä suhteessa täsmälleen OECD:n keskiarvolle. Indeksien positiivinen arvo kuvaa, että opetushenkilökunnan puute haittaa enemmän, ja negatiivinen arvo, että sillä on vähemmän vaikutusta opetukseen. Kuvion 6 vertailuista voidaan huomata, että ryhmien välillä on eroja. *Korkean tason säilyttäjät* ryhmän kouluissa opettajien puute haittasi oppimista vähiten vuonna 2006 ja opetushenkilökunnan



**Kuvio 6.** Opetushenkilöstön ja resurssien vaikutus opetukseen.

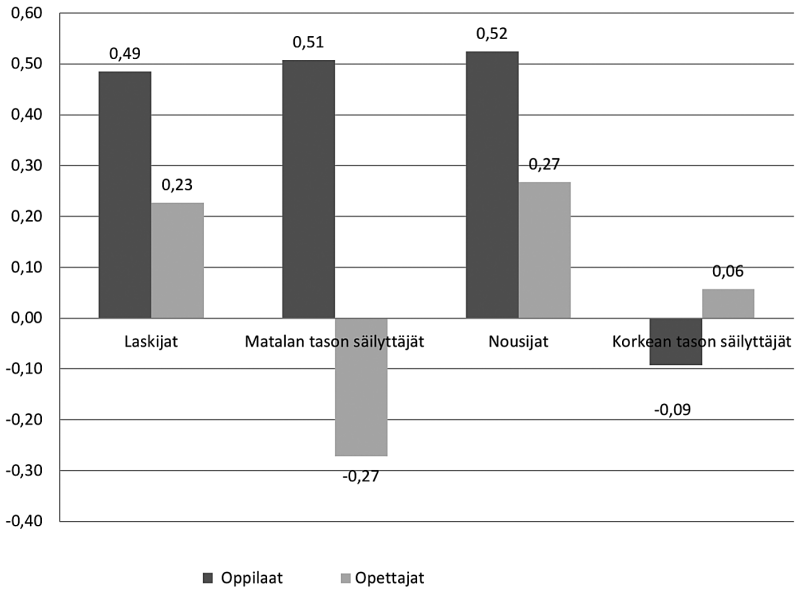
puute vuonna 2015 selvästi vähemmän kuin kahdessa muussa ryhmässä. *Nousijat*-ryhmässä muutos on ollut kaikkein voimakkain positiiviseen suuntaan, vuonna 2006 tämän ryhmän keskiarvo oli  $-0,07$ , kun vuoden 2015 indeksien keskiarvo oli  $-0,64$ . Vastaavat luvut *Laskijat* ryhmässä ovat  $-0,21$  ja  $0,33$ , eli tämän ryhmän koulujen opetushenkilöstön puute haittasi opetusta selvästi enemmän vuonna 2015 kuin opettajien puute haittasi vuonna 2006. Samankaltainen tilanne on myös *Matalan tason säilyttäjät* -ryhmässä. Tarkasteltuja tehtäessä tulee huomioida, että vuonna 2015 mukana arviossa on koko opetushenkilökunta, millä on oma vaikutuksensa muutokseen. Parhaiten eroa voi arvioida indeksin tason muutosta tarkastelemalla. Myös ryhmien sisällä on koulujen välisiä eroja, ja kaikissa ryhmissä on sekä kouluja, joissa muutos on ollut positiivinen, että kouluja, joissa se on ollut negatiivinen.

Opetusmateriaalien puutteen vaikutusta opetukseen tarkasteltiin niin ikään OECD-yhteismitallisella indeksillä, mutta vain vuonna 2015. Opetusmateriaalien puutteen vaikutus on *Korkean tason säilyttäjät* -ryhmään kuuluvissa kouluissa OECD-indeksin nollakohdassa (0,00). Kaikissa muissa ryhmissä vaikutus on opetusta heikentävä (keskiarvot  $0,22$ ;  $0,30$  ja  $0,38$ ).

## Koulun ilmapiiri

Koulun ilmapiiriä tarkastellaan kahden indeksin avulla. Vuodelta 2006 ei ole käytettävissä vertailukelpoista muuttujaa, joten ilmapiiriä tarkastellaan ainoastaan vuoden 2015 tilanteesta. Ilmapiirin indeksin muodostavat rehtorin käsitykset siitä, millä tavoin tietty tekijät oppilaiden ja opettajien toiminnassa haittaavat oppimista. Oppilaat-indeksin muuttujat ovat: Luvattomat poissaolot, Oppilaiden pinnaaminen tunneilta, Oppilaat eivät kunnioita opettajia, Oppilaiden alkoholin tai huumeiden käyttö, Oppilaat uhkailevat tai kiusaavat toisia oppilaita.

Opettajat-indeksin muuttujat ovat: Opettajat eivät ota huomioon yksittäisten oppilaiden tarpeita, Opettajien poissaolot, Henkilöstön muutosvastarinta, Opettajat ovat liian ankaria oppilaille, Opettajat eivät valmistaudu tunneille tarpeeksi hyvin.



**Kuvio 7.** Koulun ilmapiiri.

Indeksin positiivinen arvo tarkoittaa, että rehtorin mielestä toimet haittaavat oppimista enemmän kuin OECD-maissa keskimäärin, ja negatiivinen arvo sitä, että ne haittaavat vähemmän. Kuvio 7 esittää koulujen tulokset ryhmittäin. Ryhmien keskiarvoissa ei ole suuria eroja. Joukosta poikkeaa *Matalan tason säilyttäjät*-ryhmä, joiden rehtorien mukaan opettajien toiminta haittaa oppimista OECD:n keskiarvoa vähemmän (-0,27), kun muissa ryhmissä keskiarvot ovat OECD:n keskiarvon yläpuolella välillä 0,06–0,27. Oppilaiden toiminta haittaa oppimista OECD:n keskiarvoa vähemmän *Korkean tason säilyttäjät* ryhmän kouluissa (-0,09), mutta muissa ryhmissä selvästi OECD:n keskiarvoa enemmän (0,48–0,52). Mielenkiintoinen tilanne on *Laskijat*-ryhmän koulussa 34, jossa luonnontieteen pistemäärä on laskenut peräti 80 pistettä huolimatta siitä, että erityisesti opettajien toiminta mutta myös oppilaiden toiminta haittaa oppimista vähemmän kuin OECD-maissa ja selvästi vähemmän kuin muissa samaan ryhmään kuuluvissa kouluissa.

## Koulun johtamiskulttuuri

Koulun johtamiskulttuuria tutkittiin tarkemmin vain vuoden 2015 tutkimuksessa. Sen yhteys oppimiseen lienee hyvin pitkäaikaista, ja siksi voidaan ajatella, että vuoden 2015 tulokset heijastelevat johtamiskulttuurin vaikutuksia myös taaksepäin. Johtamiskulttuurin vaikutusta tarkastellaan neljän indeksin kautta. Indeksit kuvaavat rehtoreiden vastauksia siihen, kuinka usein asioita on tapahtunut kuluneen lukuvuoden aikana (ei lainkaan – viikoittain). Suurempi indeksiluku tarkoittaa, että asioita on tapahtunut useammin.

*Yleinen johtaminen* -indeksi sisältää kaikki kolmetoista koulun johtamistapaan liittyvää väittämää. Tämän lisäksi tässä tarkastellaan mittariin liittyviä erillisiä indeksejä.

*Opetussuunnitelmatyö*-indeksi kuvaa, kuinka hyvin koulun rehtori tukee opetussuunnitelmatyötä ja koulun oppimistavoitteiden toteutumista. Indeksien muuttujat ovat: Hyödynnän oppilaiden koulumenestystä koskevia tietoja kehitettäessä koulumme opetustavoitteita, Varmistan, että opettajat työskentelevät koulumme opetustavoitteiden mukaisesti, Edistän opetuskäytäntöjä, jotka perustuvat viimeisimpiin alan tutkimuksiin ja Keskustelen koulumme opetustavoitteista opettajien kanssa opetushenkilökunnan kokouksissa.

*Pedagoginen johtaminen* -indeksi kuvaa, millä tavoin rehtori johtaa koulun käytännön opetustyötä ja niihin liittyviä tavoitteita. Muuttujat ovat: Varmistan, että opettajien ammatillinen kehitys vastaa koulumme opetustavoitteita, Annan tunnustusta opettajille, joiden oppilaat osallistuvat koulutyöhön aktiivisesti ja Korostan opettajille oppilaan arvostelukyvyyn ja sosiaalisten taitojen kehittämisen tärkeyttä.

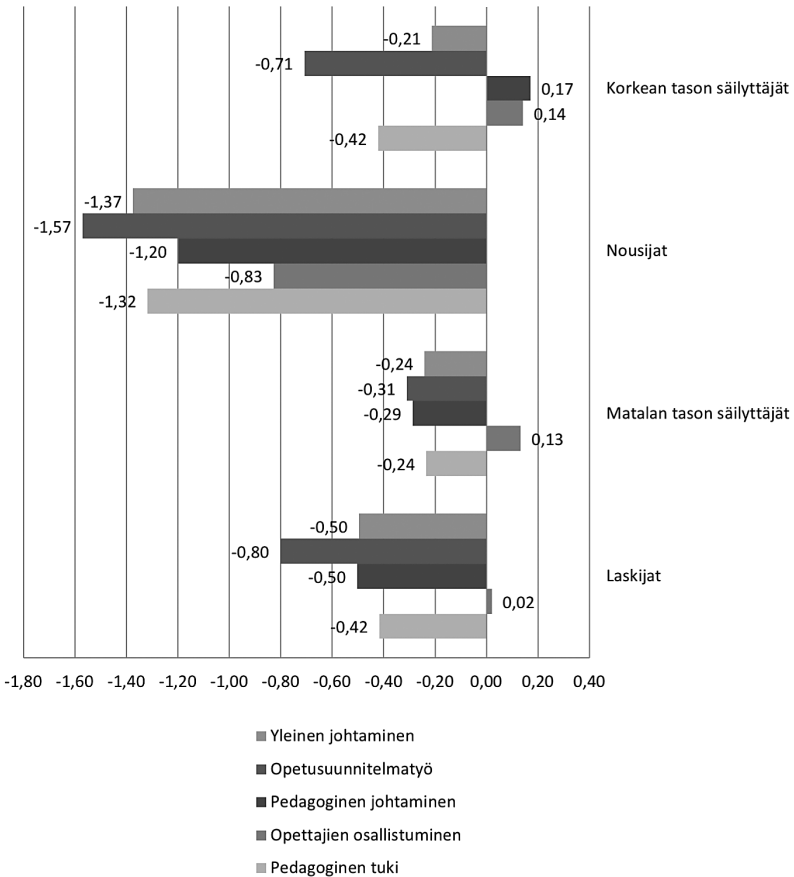
*Opettajien osallistuminen* -indeksi kuvaa sitä, millä tavoin rehtori osallistaa opettajia koulun päätöksentekoon. Muuttujat ovat: Annan henkilökunnalle mahdollisuuksia osallistua koulua koskevaan päätöksentekoon, Pysin saamaan opettajat mukaan jatkuvan kehittämisen kulttuurin luomiseen koulussamme ja Pyydän opettajia osallistumaan hallintokäytänteiden arviointiin”.

*Pedagoginen tuki* -indeksi kuvaa sitä, millä tavoin rehtori tukee opettajia pedagogisiin tilanteisiin liittyvissä vaikeuksissa. Muuttujat



ovat: Kun opettajalla on ongelmia luokassaan, teen aloitteen keskustellakseni asiasta, Kiinnitän huomiota häiritsevään käyttäytymiseen luokissa ja Kun opettaja kertoo luokassa esiintyvistä ongelmatilanteesta, etsimme ratkaisua yhdessä.

Johtamiskulttuurissa on eroja ryhmien välillä (kuvio 8). *Yleinen johtaminen* -indeksin keskiarvo *Korkean tason säilyttäjät* -ryhmällä on  $-0,21$ , *Nousijat*-ryhmällä  $-1,37$ , *Matalan tason säilyttäjät*



**Kuvio 8.** Koulun johtamiskulttuuri.

-ryhmällä  $-0,24$  ja Laskijat-ryhmällä  $-0,50$ . Kaikkien koulujen keskiarvo oli kaikissa indekseissä negatiivinen, eli koulujen johtamiseen liittyviä toimia tehdään suomalaisissa kouluissa vähemmän kuin OCED-maissa keskimäärin. Keskiarvoilla tarkasteltuna silmiinpistävää on myös, että *Nousijat*-ryhmässä keskiarvot ovat kaikilla indekseillä tarkasteltuina selvästi muita ryhmiä alhaisemmat. Eli hyvään suuntaan kehittyneiden koulujen rehtorit ovat tehneet lukuvuoden aikana muita kouluja vähemmän johtamisen aktiiviteetteja.

## Johtopäätöksiä

Koulujen sosioekonominen tausta vaihtelee, ja sen muutoksella on yhteyttä myös koulun oppilaiden osaamiseen. Suurimmassa osassa kouluja sosioekonominen asema on kohentunut vuodesta 2006, vain neljässä koulussa se on heikentynyt. Koulujen sosioekonomisen aseman ja sen muutoksen suhteen tuloksissa on jonkin verran ristiriitaisuuksia, eivätkä kaikkien ryhmien koulut ja keskiarvot ole yhtenäisesti samansuuntaisia.

On kuitenkin selvää, että ne neljä koulua, jotka nimettiin *Nousijat*-ryhmään, poikkeavat joukosta monella tapaa myönteisesti. Tämän ryhmän koulut olivat ainoita, joiden luonnontieteen pistekeskiarvo on tarkastelujaksolla noussut. Erityisesti tätä ryhmää kuvaa koulutyön taustalla vaikuttavien asioiden kehittyminen myönteiseen suuntaan. Oppilas-opettajasuhde oli kehittynyt myönteisesti eli pienentynyt vuodesta 2006 kaikissa ryhmissä ja oli selvästi muita pienempi. Tässä ryhmässä opetushenkilökunnan puute haittaa opetusta selvästi vähiten, ja sen muutos oli suurin ja myönteisin. Tässä aineistossa näyttää siltä, että *Nousijat*-ryhmän koulujen kohdalla opettajaresurssi sekä oppilas-opettajasuhteen kohentuminen ovat olleet keskeisiä osaamisen paranemiseen vaikuttava tekijöitä. Koulun ilmapiiriä kuvaavilla indekseillä tämän ryhmän koulut eivät erotu muista, vaan tämän ryhmän rehtorit kuvaavat oppilaiden toiminnan haittaavan oppimista enemmän kuin OECD-maissa keskimäärin ja saman verran kuin muiden ryhmien kouluissa. Johtamiskulttuurin suhteen *Nousijat*-

ryhmään kuuluvat koulut näyttäisivät olevan myös omassa luokassaan. Johtamisen toimia tehdään tässä ryhmässä selvästi muita vähemmän, ja OECD:n indeksillä tarkasteltuna ryhmän koulut sijoittuvat selvästi alle OECD:n keskiarvon. Johtamisen toimien runsaus näyttäisi tässä olevan käänteisesti yhteydessä osamiseen.

*Laskijat*-ryhmä puolestaan erottuu joukosta siinä, että tähän ryhmään kuuluvien koulujen luonnontieteen pistekeskiarvo on voimakkaimmin heikentynyt ja useiden koulun taustoja kuvaavien muuttujien suunta on tarkastelujaksolla ollut heikompa kohhti. Tähän ryhmään kuuluu kahdeksan koulua, ja kaikkien osaaminen on heikentynyt, pudotusta on ollut keskimäärin 62 pistettä. Pudotusta ja heikennystä on miltei kaikilla muillakin osa-alueilla. Näyttää siltä, että useimpien tämän ryhmän koulujen heikentyvä osaaminen yhdistyy monen taustatekijän samansuuntaisesti heikenevään kehitykseen, eikä millään alueella voida tunnistaa paranevia kehityskulkuja. Joidenkin koulujen tapauksessa ryhmäkoko ja oppilas-opettajasuhde ovat pienentyneet, mutta tulos on kuitenkin heikentynyt. Maahanmuuttajataustaisten oppilaiden määrän kasvu PISA-otoksessa vaikuttaa osaamiseen enimmillään 10 pisteen verran, joten koulukohtaisessa tarkastelussa sillä voi olla pieni vaikutus. Johtamiskulttuurin suhteen *Laskijat*-ryhmään kuuluvien koulujen rehtorit eivät kuitenkaan näytä poikkeavan muista.

*Matalan tason säilyttäjät* -ryhmään määriteltiin suurin joukko eli 15 koulua. Nämä koulut ovat olleet jo vuoden 2006 tutkimuksessa osaamisen suhteen alimmalla tasolla ja laskeneet siitä keskimäärin 29 pistettä. Koulujen taustoja kuvaavat tekijät ovat kuitenkin kehittyneet pääasiassa myönteiseen suuntaan. Opetusryhmän koko ja oppilas-opettajasuhde ovat suurimmassa osassa tämän ryhmän kouluja pienentyneet. Ilmapiiriä kuvaavat opettajamuuttajat ovat selvästi muita ryhmiä myönteisempiä ja ainoana ryhmänä selvästi OECD-keskiarvoa paremmalla tasolla. Oppilaiden ilmapiiriä kuvaava muuttuja on kuitenkin selvästi heikompi ja samaa tasoa muiden ryhmien kanssa. Johtamiskulttuuri on *Matalan tason säilyttäjät* -ryhmän kouluissa lähellä OECD:n keskiarvoa. Tämän ryhmän koulujen kohdalla yhteiset muutoksen suunnat näyttäivät

olevan myönteisiä, mutta osaamisen taso on pysyvästi muita matalammalla. Tähän ryhmään kuuluvien koulujen osaaminen ja sosioekonominen asema näyttäisivät kuitenkin olevan muista taustatekijöistä jokseenkin riippumatonta.

*Korkean tason säilyttäjät* -ryhmään kuuluvat kahdeksan koulua erottuvat muista ryhmistä pysyvästi hyvällä tasolla olevien taustatekijöiden vuoksi. Tätä ryhmää kuvaa leimallisimmin poikkeuksetta kaikkien koulujen korkea sosioekonominen asema. Muutokset taustamuuttujissa eivät ole suuria, kuten ei ole koulun osaamisen muutoskaan. Oppilas-opettajasuhde on hyvällä tasolla eikä opettajien tai opetushenkilökunnan puute haitannut opetusta vuonna 2006, eikä se tee sitä myöskään vuonna 2015. Sinänsä on luonnollista, että juuri tämän ryhmän ilmapiiri on tutkimuksen kouluista kaikista parhaimmalla tasolla niin opettajien kuin oppilaidenkin toiminnan suhteen. Hyvä ilmapiiri luo pohjan jatkuvalle oppimisen tuelle ja tason säilymiselle. Se, että muiden koulujen ilmapiiri on verrattain huono, on puolestaan jokseenkin linjassa aiempien tutkimusten kanssa (Väljjarvi 2002, 2017). Koulun johtaminen ei poikkea joukosta keskiarvotasolla, mutta tähän ryhmään kuuluvissa kouluissa pedagogisen johtamisen toimia tehdään OECD:n keskiarvoa enemmän, joten näiden koulujen johtaminen poikkeaa tässä suhteessa muista.

## Pohdintaa

Koska PISA-tutkimus on kehitetty arvioimaan osaamista koko koulutusjärjestelmän tasolla, yksittäisten koulujen osaamispisteiden keskiarvojen keskinäinen vertailu ei ole PISA-tutkimuksen otantaasetelman vuoksi ongelmatonta (Nissinen 2015). Yksittäisten koulujen vertaileminen on kuitenkin mahdollista tietyt rajoitukset huomioiden. Tässä esiintyvät rehtorikyselyihin perustuvat koulukohtaiset tulokset edustavat yksittäisten koulujen rehtorien vastauksia ja OECD-standardoituja indeksejä käyttäen niiden vertailu onnistuu luotettavasti myös koulujen välillä. Oman vaikeutensa tutkimuksen tulkintoihin tuo aineiston koostuminen rehtorien vas-

tauksista. Joidenkin muuttujien luonne tuo väistämättä mukaan myös tulkinnasta tai näkemyseroista johtuvia eroja ja epävarmuus-tekijöitä. Luonnontieteen osaamisen pisteitä vertailtaessa täytyy huomioida koulujen välisen vertailun luottamusväli, joka on tämän tutkimuksen koulujen osalta 16 pisteen luokkaa. Tätä pienemmät erot koulujen välillä johtunevat satunnaisesta vaihtelusta. Luonnontieteen ollessa pääalueena molempina tutkimusvuosina saadaan sen osaamista kuitenkin mitattua kattavammin kuin muiden, minkä vuoksi juuri luonnontieteen osaaminen valikoitui ryhmitteleväksi muuttujaksi.

On myös hyvä muistaa, että vaikka nimeän tässä tutkimuksessa osan koulujen osaamisen tasoa matalaksi, on se hyvin suhteellinen ilmaus. Näiden matalalle tasolle nimettyjen koulujen osaaminen on kuitenkin kansainvälisessä vertailussa varsin korkealla tasolla. Heikoimman *Laskijat*-ryhmän koulujen keskiarvo 519 oikeuttaisi vuoden 2015 vertailussa kymmenennelle sijalle (OECD 2016a). Tässä tutkituista kouluista vain yhden osaaminen on OECD:n keskiarvon tasolla (joka oli vuoden 2015 luonnontieteen arvioinnissa 493 pistettä), ja kaikilla muilla kouluilla reilusti sen yläpuolella. Vaikka koulujen välinen luonnontieteen osaamisen vaihtelu on hieman kasvanut, on se edelleen koko maan aineistossa hyvin vähäistä. Vain kahdeksan prosenttia osaamisen vaihtelusta kansallisessa aineistossa on koulujen välistä (Vettenranta ym. 2016). Suurin osa osaamisen vaihtelusta on koulujen sisäistä, eli se johtuu koulusta tutkimukseen valikoituneiden oppilaiden välisistä osaamisen eroista.

Jos ovat koulut tasaisia osaamisessaan, niin näyttää olevan asioiden laita myös olosuhteiden suhteen. Suuria osaamisen muutoksiin kytkeytyviä eroja resurssien tai muiden taustojen suhteen ei ole havaittavissa. Korkealla tasolla pysyneet tai sinne nousseet koulut vaikuttaisivat erottuvan muista selvimmin sosioekonomisen taustansa kautta. Erittäin korkeaa osaamista osoittavat koulut, ne kahdeksan koulua, jotka kuuluvat tässä *Korkean tason säilyttäjät* -ryhmään, ovat ESCS-indeksien keskiarvolla tarkasteltuna selvästi ( $p = <0,05$ ) muita korkeammalla sosioekonomisella tasolla. Sosioekonomisen aseman yhteys luonnontieteen osaamiseen onkin

kasvanut Suomessa voimakkaimmin kaikista PISA-tutkimukseen osallistuneista maista vuosien 2006 ja 2015 välillä (OECD 2016a). Vaikutus osaamiseen on kasvanut 10 pistettä, joten olemme 41 pisteellä tämän suhteen vuonna OECD:n maiden keskimääräisellä tasolla vuoden 2015 tutkimuksessa (Vettenranta ym. 2016; OECD 2016a).

Suomessa on myös aiempaa vähemmän oppilaita, jotka tulevat sosioekonomisesti alimpaan neljännekseen kuuluvista perheistä, mutta sijoittuvat (tästä huolimatta) osaamisessaan ylimpään neljännekseen. Eli niin kutsuttu ”resilienssi” on tältä osin heikentynyt (OECD 2016a). Tämä kuvaa sitä, että yhdeksän vuoden aikana tapahtunut kehitys on kulkenut siihen suuntaan, ettei suomalainen koulu kykene enää samaan tapaan tasaamaan sosioekonomisen taustan osaamiseen tuomia eroja. Merkille pantavaa vuosien 2006–2015 trendien kansainvälisessä tarkastelussa on, että yksikään PISA-tutkimukseen osallistunut maa ei ole onnistunut parantamaan luonnontieteen osaamistaan ja vähentämään sosioekonomisen taustan vaikutusta samanaikaisesti. Tämä kertoo omalla tavallaan siitä, kuinka tiiviisti sosioekonominen asema ja osaaminen toisiinsa kytkeytyvät. Vuoden 2006 tilanne, jossa sosioekonominen asema on vaikuttanut suomalaisten luonnontieteen osaamiseen 10 pistettä vähemmän ja osaaminen on ollut vertailun kärjessä, on ollut poikkeuksellinen. On syytä olettaa, että olemme nyt vuoden 2015 tulosten myötä saavuttaneet tason (41 pistettä), jossa sosioekonomisen taustan vaikutus ei enää merkittävästi kasva. Esimerkiksi Ruotsissa vaikutus on 44 pistettä ja Norjassa 38 pistettä.

Muuttuvatko koulut? Yleisesti ottaen koulujen resursointi ja sosioekonominen asema on muuttunut parempaan suuntaan, mutta muutokset ovat pääosin melko vähäisiä. Kaksi kolmasosaa kouluista kuului ryhmiin, jotka ovat muuttuneet vain vähän tässä tutkittujen tekijöiden suhteen. Keskeisimpänä yhteisenä muutoksena oli ryhmäkoon pienentyminen. *Korkean tason säilyttäjät* -ryhmän kahdeksan koulua ovat pysyvästi erittäin hyvällä tasolla kaikilla indikaattoreilla tarkasteltuina. Kahdessa muussa ryhmässä kouluissa tapahtuvia yksittäisiä muutoksia on tapahtunut hieman enem-

män, mutta yhteisiä samansuuntaisesti vaikuttavia tekijöitä ei ole löydettävissä. Hämmäntävissä määrin askarruttavaa on, että lähes kaikki tekijät ovat suurimmassa osassa kouluja kehittyneet myönteiseen suuntaan. Jopa osaamiseen läheisesti kytkeytyvä motivaatio (tässä yhteydessä ulkoinen motivaatio) on kehittynyt eroista huolimatta pääosin myönteiseen suuntaan. Näyttää siltä, että vastakkaiseen suuntaan on muuttunut vain osaaminen itsessään, mutta edelleen tuntemattomasta syystä.

## Lähteet

- Ahonen A. 2007. Koulussa ei viihdytä, mutta miksi? Teoksessa M. Lairio, H. L. T. Heikkinen & M. Penttilä (toim.) Koulutuksen kulttuurit ja hyvinvoinnin politiikat. Turku: Suomen kasvatustieteellinen seura, 195–212.
- Ahonen, A. K. 2010. Psychosocial Well-being of Schoolchildren in the Barents Region. A Comparison from the Northern parts of Norway, Sweden and Finland and Northwest Russia. Rovaniemi: Lapin yliopistokustannus. Acta Universitatis Lapponiensis 173.
- Arinen, P. & Karjalainen, T. 2007. PISA 2006 ensituloksia. Opetusministeriö & Koulutuksen arviointikeskus.
- Bernstein, B. 1977. Class, codes and control. London: Routledge & Kegan Paul.
- Bush, T. & Glover, D. 2014. School leadership models: what do we know? *School leadership & management* (34)5, 553–571. <https://doi.org/10.1080/13632434.2014.928680>
- Creemers, B. & Kyriakides, L. 2010. School factors explaining achievement on cognitive and affective outcomes: establishing a dynamic model of educational effectiveness. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 54(3), 263–294.
- Donnelly, C. 2000. In pursuit of school ethos. *British Journal of Educational Studies* 48(2), 134–154.
- Downey, D. B. & Condron, D. J. 2016. Fifty years since the Coleman report: Rethinking the relationship between schools and inequality. *Sociology of Education* (89)3, 207–220. <http://doi.org/10.1177/0038040716651676>
- Hallinger, P. & Heck R. H. 1998. Exploring the principal's contribution to school effectiveness: 1980-1995. *School Effectiveness and School Improvement* (9)2, 157–191. <http://dx.doi.org/10.1080/0924345980090203>.
- Harris, A. 2010. Distributed Leadership: Current Evidence and Future Directions. Teoksessa T. Bush, L. Bell & D. Middlewood (toim.) Principles of educational leadership and management. London: Sage, 55–69.
- Kirjavainen, T., & Pulkkinen, J. (2017). Takaako samanlainen tausta samanlaisen osaamisen? Maahanmuuttajataustaisten ja kantaväestön oppilaiden osaamiserot PISA 2012 -tutkimuksessa. *Kasvatus*, 48 (3), 189–202.

- Launonen, L. & Pulkkinen, L. 2004. Koulu kasvuyhteisönä. Teoksessa L. Launonen & L. Pulkkinen (toim.) Koulu kasvuyhteisönä: Kohti uutta toimintakulttuuria. Jyväskylä: PS-Kustannus, 13–78.
- Marks, G.N. 2005. Cross-national differences and accounting for social class inequalities in education. *International Sociology* 20 (4), 483–505. <http://dx.doi.org/10.1177/0268580905058328>
- McLaughlin, T. 2005. The educative importance of ethos. *British Journal of Educational Studies*, 53(3), 306–325.
- Nicholson, L. 1997. Schools and health: Our nation's investment. Committee on comprehensive school health programs. Washington D.C: National Academic Press.
- Nissinen, K. 2015. Ovatko Suomen koulut eriytymässä? Teoksessa J. Välijärvi & P. Kupari (toim.) Millä eväillä uuteen nousuun? PISA 2012 tutkimustuloksia. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2015:6.
- Nummenmaa, L. (2009). Käyttätymistieteiden tilastolliset menetelmät. Ensimmäinen painos, uudistettu laitos. Helsinki: Tammi.
- OECD. 2009. PISA 2006 Technical Report. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264048096-en>
- OECD. 2016a. PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- OECD. 2016b. PISA 2015 Results (Volume II): Policies and Practices for Successful Schools. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264267510-en>
- OECD. 2016c. Low-Performing Students: Why They Fall Behind and How To Help Them Succeed. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264250246-en>.
- OECD. 2017. PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264281820-en>
- Olkinuora, E. & Mattila, E. 2001. Oppilaan koulutyön mielekkyyden ja koulujen kasvatustoiminnan edellytysten arviointia. Teoksessa E. Olkinuora & E. Mattila (toim.), Miten menee peruskoulussa? Kasvatuksen ja oppimisen edellytysten tarkastelua Turun koulussa. Turku, Painosalama Oy: Turun yliopiston kasvatustieteiden laitos. Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja A: 195, 17–53.
- Samdal, O., Dur, W. & Freeman, J. 2004. Life circumstances of young people – school. Teoksessa C. Currie ym. (toim.) Young people's health in context. Health behaviour in school-aged children (HBSC) study: International report of the 2001/02 survey. WHO cataloguing in Publication data. Health policy for children and adolescents, 4. painos, Copenhagen, Denmark: 42–51.
- Seligson, J. L., Huebner, E. S. & Valois, R. F. 2005. An investigation of a brief life satisfaction scale with elementary school children. *Social Indicators Research* 73(3), 355–374.
- Solvason, C. 2005. Investigating specialist school ethos or do you mean culture? *Educational studies*, 31(1), 85–94.



- Schmidt, W. H., Burroughs, N. A., Zoido, P. & Houang, R. T. 2015. The role of schooling in perpetuating educational inequality: an international perspective. *Educational Researcher* (44) 7, 371–386. <http://dx.doi.org/10.3102/0013189X15603982>.
- Smith, D. & Lang, P. 1998. School ethos: A process for eliciting the views of pupils. *Pastoral care in education*, 16(1), 3.
- Thapa, A., Cohen, J., Guffey, S. & Higgins-D'Alessandro, A. 2013. A review of school climate research. *Review of Educational Research* (83)3, 357–385. <http://dx.doi.org/10.3102/0034654313483907>.
- Vettenranta, J., Välijärvi, J., Hautamäki, J., Ahonen, A., Hautamäki, J., Hiltunen, J., Leino, K., Lähteinen, S., Nissinen, K., Nissinen, V., Puhakka, E., Rautopuro, J. & Vainikainen, M.-P. 2016. PISA 2015 Ensituloksia. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016: 41.
- Välijärvi, J. 2017. PISA 2015. Oppilaiden hyvinvointi. Jyväskylä: Koulutuksen tutkimuslaitos. <https://ktl.jyu.fi/julkaisut/julkaisuluettelo/julkaisut/2017/KTL-D118>
- Ängeslevä, M. 2008. Yksin opettamisen aika on ohi. *Opettaja-lehti* 102, 6–9.



# 14. PISA-tutkimuksen metodologiasta

## Johdanto

PISA on laaja kansainvälinen tutkimushanke, jonka menestyksellinen toteuttaminen edellyttää korkean tason menetelmällistä ja sisällöllistä asiantuntemusta sekä tutkimuksen suunnittelussa ja valmistelussa että kerätyn aineiston käsittelyssä. Hankkeen korkea laatu rakentuu osallistujamaiden yhdessä sopimille laatu-standardeille, joiden toteutumista tutkimuksesta vastaava konsortio seuraa tarkoin prosessin eri vaiheissa. Tutkimuksen toteutuksen yhdenmukaisuutta ja luotettavuutta tuetaan yksityiskohtaisella ohjeistuksella, valvonnalla ja eri vaiheiden tarkalla dokumentoinnilla.

Tutkimusta varten laaditaan kansainvälisen asiantuntijaryhmän voimin arvioinnin viitekehys. Asiantuntijaryhmä koostuu johtavista tutkimuksen painopistealueiden oppimisen ja oppimistulosten arvioinnin asiantuntijoista, joiden vastuulla on tuottaa arvioinnissa käytettävät tehtävät ja kyselylomakkeet. Tehtäviä arvioidaan tarkastelemalla muun muassa niiden vaikeutta, vastaavuutta maan opetussuunnitelmaan ja sopivuutta 15-vuotiaiden maailmaan. Viitekehysten laadinnan eri vaiheissa tutkimukseen osallis-

tuvat maat voivat kommentoida ja arvioida luonnoksia. Tällä pyritään parantamaan arvioinnin kulttuurista edustavuutta ja tasapuolisuutta.

Tutkimukseen esitettyjä tehtäviä esitellään useita kertoja eri vaiheissa ja lopulliseen arviointiin valitaan noin 10–20 prosenttia esitetyistä tehtävistä. Tavoitteena on saada koe, joka kattaa mittaattavan alueen mahdollisimman laaja-alaisesti ja on kulttuurisesti mahdollisimman tasapuolinen osallistujamaiden kesken. Lisäksi tehtävillä tulee olla kyllin hyvä erottelukyky ja niiden vaikeustason tulee vaihdella riittävästi.

PISA-tutkimuksen avoimuutta ja läpinäkyvyyttä lisää se, että tutkimusaineisto on vapaasti käytettävissä sen jälkeen, kun ensimmäiset tulokset on julkaistu. Aineistosta on luonnollisesti poistettu yksittäisiä oppilaita ja kouluja koskevat tunnistetiedot.

Vaikka PISA-tutkimuksilla on takanaan jo yli 15 vuoden historia aina vuodesta 2000 alkaen, niissä käytetyistä aineiston keruuseen, käsittelyyn ja analysointiin liittyvistä menetelmävalinnoista ei ole ollut saatavilla suomenkielistä yleisesitystä. Tämän artikkelin tavoite on paikata tätä aukkoa. Suomenkielisen yleisesityksen puute on saattanut olla osaltaan vaikuttamassa siihen, että PISA-tutkimusten mahdollisuuksista ja rajoista esiintyy vakaaviakin väärinkäsityksiä. Myöskään PISA-aineistojen validin tilastollisen analyysin vaatimuksia ei ole kaikilta osin ymmärretty. Seurauksena on, että aineistoista on saatettu julkaista tilastollisia analyysejä, joissa ei ole osattu tai tiedetty käyttää aineiston ominaisuuksien edellyttämiä menetelmiä ja joiden tulokset ovat sen myötä virheellisiä.

Koska PISA-tutkimukset ovat saaneet julkisuudessa tavattoman paljon huomiota, on paikallaan selvittää vähintäänkin yleisellä tasolla, miten aineistot kerätään, keitä aineistojen keruu koskee, miten kokeet järjestetään, miten niistä määritetään tulokset ja mitä nämä tulokset kertovat. Mahdollisimman edustavan ja luotettavan aineiston hankinnassa ja edelleen analyysissä joudutaan huomioimaan ja kontrolloimaan monenlaisia seikkoja.

PISA-tutkimusten metodologiasta ei ole helppoa kirjoittaa yleistajuista esitystä. Erityisesti PISAn tilastotieteellinen metodo-

logia on monimutkaista ja sen aito ymmärtäminen vaatii syventävän tason tietoja tilastotieteestä. Tällaisessa artikkelissa ei ole mahdollisuuksia edes kohtuullisen tarkkaan tilastotieteellisen metodologian esittelyyn. Täsmällinen esitys vaatisi tilastomatemattisen formalismin ts. laskukaavojen käyttöä, mikä ei ole perusteltua tällaisessa laajahkolla yleisölle suunnatussa kokoomateoksessa.

PISA kuten muutkin laajat kansainväliset arviointitutkimukset, esimerkiksi PIAAC, PIRLS ja TIMSS, soveltavat likimain samantyyppistä metodologiaa, joka koostuu hyvin monenlaisista osa-alueista aina otannan ja kokeen suunnittelusta ja tehtävien laadinnasta numeeristen tietokantojen rakentamiseen, osioanalyysiin ja tulostulosten laskentaan. Aihepiiristä on olemassa useampiakin ulkomaisia menetelmäkirjoja, ja alueen laajuutta kuvaa se, että näiden teosten tyypillinen laajuus on 500–600 sivua. Tämän artikkelin lähdeluettelossa on mainittu muutamia keskeisiä teoksia. Lisäksi arviointitutkimusten omista teknisistä raporteista ja muista vastaavista dokumenteista on saatavissa tietoa niiden menetelmällisistä ratkaisuista.

Tämä artikkeli tasapainoilee yleistajuisuuden ja täsmällisyyden välissä. Kaikki aiheet on pyritty käsittelemään niin tarkasti kuin se verraten tiiviissä ja pääosin yleiskielisessä esityksessä on mahdollista. Matemaattiset kaavat on haluttu välttää kokonaan. Sen sijaan on yritetty kuvailla verbaalisesti ne tavoitteet, joihin PISAssa omaksutuilla tilastomatemattisilla menetelmillä pyritään, ja ne lähtökohdat ja perusideat, joita nämä menetelmät noudattavat. Tämän vuoksi tilastotieteellistä terminologiaa ei ole kaikilta osin pystytty välttämään – oikean kuvan saaminen eräistä käsitellyistä asioista edellyttää lukijalta jonkin verran pohjatietoja tilastotieteestä. Aiheista enemmän ja eksaktimpaa tietoa haluavia lukijoita varten tekstissä on annettu keskeisiä kirjallisuusviitteitä.

Artikkelissa esitellään aluksi PISA 2015 -tutkimuksen otantaasetelma ja otannan toteuttaminen Suomessa. Sen jälkeen kuvataan oppilaiden tekemän kokeen järjestelyä ja siihen olennaisesti kuuluvaa koetehtävien hajauttamista. Seuraavissa luvuissa tarkastellaan osioanalyysin teoriasta ja Bayes-tilastotieteestä nousevaa sangen monimutkaista menetelmäkokonaisuutta, jolla kerätystä

havaintoaineistosta jalostetaan kansalliset PISA-tulokset. Samalla pyritään valaisemaan sitä, mitä nämä tulokset itse asiassa ovat ja mitä päätelmiä niistä on mahdollista tehdä. Lopuksi tarkastellaan niitä tilastoanalyysiin liittyviä erityiskysymyksiä, jotka PISA-aineistojen oikeaoppisissa analyyseissä tulee ottaa huomioon.

## Otannon toteutus Suomen PISA 2015 -tutkimuksessa

PISA-tutkimusten kohdepopulaation muodostavat oppilaat, jotka ovat tutkimuksen ajankohtana noin 15-vuotiaita ja koulussa vähintään 7. luokalla (OECD 2017, luku 4). Vuoden 2015 PISA-tutkimuksen kohdejoukko määriteltiin Suomessa siten, että siihen kuuluivat kaikki 1.2.1999–31.1.2000 syntyneet nuoret, jotka olivat kevätlukukaudella 2015 perusopetuksessa luokilla 7–10 tai toisen asteen oppilaitoksessa. Suomessa tähän kohdejoukkoon kuului noin 59 000 nuorta. Kohdejoukosta tuli otantaa varten tavoittaa vähintään 95 prosenttia. Ennen otantaa Suomessa rajattiin kuitenkin kohdeperusjoukosta pois ne koulut, joiden virallinen opetuskieli oli muu kuin suomi tai ruotsi. Tämän rajauksen vaikutus kohdeperusjoukkoon oli vähäinen: tällaisia kouluja oli vuonna 2015 vain kahdeksan ja niissä opiskeli noin 300 oppilasta.

Kustakin osallistujamaasta tuli poimia otokseen vähintään 150 koulua, ja koulukohtainen tavoiteotoskoko oli 42 oppilasta. Siten PISA 2015 -tutkimuksen kansallinen tavoiteotoskoko oli vähintään 6300 oppilasta. PISA-otanta suoritetaan kaksivaiheisesti: ensimmäisessä vaiheessa poimitaan satunnaisotannalla kohdejoukkoa vastaavien koulujen (ts. ylä- ja yhtenäiskoulujen sekä toisen asteen oppilaitosten) joukosta ne koulut, joiden oppilaat aiotaan testata. Toisessa vaiheessa suoritetaan oppilasotanta kunkin poimitun koulun 15-vuotiaiden oppilaiden luettelosta. Toisin kuin eräissä muissa kansainvälisissä arviointitutkimuksissa (esim. PIRLS, TIMSS) PISAssa ei poimita kokonaisia luokkia, vaan koulun oppilaat tulevat otokseen satunnaisesti eri rinnakkaisluokilta (mikäli näitä koulussa on).

Suomessa PISA-koulut valittiin peruskouluista sekä lukioista ja ammatillisista oppilaitoksista. Myös erityiskoulut sisältyivät otantaan. PISAssa käytetään koulujen poiminnassa ositettua otantaa, jolla pyritään varmistamaan kansallisten aineistojen edustavuus esimerkiksi maantieteellisesti ja kieliryhmien suhteen. Osittamiskriteerit vaihtelevat jonkin verran maittain. Suomessa PISA 2015 -tutkimuksen osittamisperusteina olivat EU:n ja Tilastokeskuksen yleisesti käyttämät suuralueet, koulun opetuskieli ja kuntaryhmä. EU:n aluejakoon perustuvat suuralueet ovat Suomessa Helsinki-Uusimaa, Etelä-Suomi, Länsi-Suomi sekä Pohjois- ja Itä-Suomi. Osituksessa käytetyt opetuskielet olivat suomi ja ruotsi. Suuralueista ja ruotsinkielisistä kouluista muodostetut osajoukot jaettiin osituksessa vielä kuntaryhmittelyn mukaan kaupunkimaisiin ja maaseutumaisiin kuntiin. Kaupunkimaiset kunnat käsittivät myös taajaan asutut kunnat.

PISA-otannan ensimmäisessä vaiheessa poimittiin koulut ositteittain systemaattisella PPS-otannalla (probability proportional to size), jossa koulun poimintatodennäköisyys on sitä suurempi, mitä suurempi on koulun koko. Toisin sanoen mitä enemmän koulussa on kohdejoukkoon kuuluvia oppilaita, sitä todennäköisemmin koulu osuu otokseen. Kouluotanta suoritettiin muutamia kuukausia ennen varsinaisen aineistonkeruun aloittamista, ja sen pohjana käytettiin senhetkisiä Tilastokeskuksen oppilaitosrekistereitä. Otantaa ei suoritettu kotimaassa, vaan sen toteutti kaikkien osallistujamaiden osalta keskitetysti yhdysvaltalainen tutkimuslaitos Westat sille toimitetuista oppilaitosluetteloista.

PISAn kohdejoukkoon kuuluvien koulujen koon määrittämistä vaikeutti se, että Tilastokeskuksen oppilaitosrekistereissä ei ole käytettävissä peruskoulujen oppilaiden syntymäaikoja. Sen vuoksi peruskoulujen kokoa mitattiin otannassa niiden 9.-luokkalaisten määrällä. Toisen asteen oppilaitosrekistereistä oli sen sijaan saatavissa oppilaitoksen 15-vuotiaiden oppilaiden lukumäärä, joka on PISA-otannan kannalta tällaisen oppilaitoksen kokonaisoppilasmäärää mielekkäämpi koon mitta (ja yleensä hyvin pieni). Koska koulujen oppilaita koskevat rekisteritiedot eivät välttämättä olleet ajantasaisia, kouluotannan kehikkoon otettiin varmuuden

vuoksi mukaan myös sellaiset toisen asteen oppilaitokset, joissa Tilastokeskuksen rekisterien mukaan ei ollut 15-vuotiaita oppilaita. Näiden oppilaitoksen kooksi asetettiin otannassa yksi. Jos otannan jälkeen osoittautui, että poimitussa koulussa ei ollut kohdejoukkoon kuuluvia oppilaita, koulu jäi otoksesta pois.

Tiedot ositteeseen kuuluvista oppilaitoksista ja niiden oppilasmääristä saatiin siis Tilastokeskuksen rekistereistä. Koulujen kokoa mittaavilla lukuarvoilla arvioitiin myös kohdepopulaation koko ositteissa. Ositteesta poimittavien koulujen lukumäärä määrättiin oppilastasolla sovelletun suhteellisen kiintiöinnin (proportional allocation) periaatteella: ositteesta poimittiin niin monta koulua, että tavoiteotoskokojen täytyessä ositteen osuus kansallisesta oppilasotoksesta vastasi sen osuutta kohdepopulaatiossa. Jos ositteeseen kuului esimerkiksi 10 prosenttia oppilaspopulaatiosta, siitä poimittiin niin monta koulua, että ositteesta saatu oppilasotos kattoi likimain 10 prosenttia koko maan oppilasotoksesta. Suomen PISA 2015 -otannassa ositteista valittiin otokseen 2–41 koulua ositteen koosta riippuen.

Suomessa on muutamilla PISA-kierroksilla poikettu suhteellisen kiintiöinnin periaatteesta. Perusteena tälle on ollut se, että kiinnostuksen kohteena on ollut sellaisia vähemmistöryhmiä, joista suhteellisen kiintiöinnin mukainen otos jäisi luotettavan tilastollisen analyysin kannalta liian pieneksi. Vuosina 2003, 2009 ja 2012 poimittiin ruotsinkielisistä kouluista yliotos siten, että kaikki ne, joissa oli 15-vuotiaita oppilaita, tulivat aineistoon mukaan. Osituksen näkökulmasta tämä tarkoitti sitä, että otoksesta oli merkittävästi enemmän oppilaita ruotsinkielisten koulujen ositteista kuin heidän suhteellisen osuutensa mukaan pitäisi olla. Esimerkiksi vuoden 2009 PISA-otoksessa 24 prosenttia oppilaista oli ruotsinkielisistä kouluista, kun heidän osuutensa oppilaspopulaatiossa oli noin 6 prosenttia. Vuonna 2012 poimittiin ruotsinkielisten lisäksi yliotos maahanmuuttajataustaisista oppilaista siten, että kaikki koulut, joissa oli vähintään viisi 15-vuotiasta maahanmuuttajataustaista oppilasta, otettiin mukaan, ja näistä kouluista testattiin kaikki maahanmuuttajaoppilaat. Yliotostuksen tuloksena 15 prosenttia Suomen PISA 2012 -aineiston oppilaista oli maa-



hanmuuttajataustaisia, kun heidän osuutensa oppilaspopulaatiossa oli noin 3,5 prosenttia. Vuoden 2015 PISA-otannassa ei ollut yliotostusta.

Yliotostuksesta aiheutuu aineistoon vääristymä, joka korjataan aineiston analyysivaiheessa otanta-asetelmasta johdetuilla oppilaskohtaisilla painokertoimilla. Painokerroin saadaan havaintoyksikölle (oppilaalle ja koululle) otanta-asetelmasta määritetyn poimintatodennäköisyyden käänteislukuna, ja se kuvaa, kuinka monta perusjoukon havaintoyksikköä yksi otokseen poimittu havaintoyksikkö edustaa. Jos esimerkiksi tietyltä alueelta poimitun oppilaan painokerroin on 8, hän edustaa otoksessa kahdeksaa alueensa oppilasta. Erityisesti yliotostettaessa osittamisella on keskeinen rooli, sillä se varmistaa, että eri ositteisiin kuuluvat oppilaat tulevat asianmukaisella tavalla painotetuiksi. Vuoden 2012 kouluotannassa käytettiin ylimääräisenä ositemuuttujana maahanmuuttajaoppilaiden määrää koulussa luokiteltuna kolmeen luokkaan (paljon / vähän / ei lainkaan maahanmuuttajataustaisia oppilaita). Vuoden 2012 kaltaisessa yliotostustilanteessa, jossa poimittiin kaikki maahanmuuttajaoppilaat, maahanmuuttajaoppilaan painokerroin on 1, eli hän edustaa vain itseään. Kun PISA 2012 -aineisto analysoidaan painokertoimia käyttäen, maahanmuuttajaoppilaiden osuus palautuu heidän todellista osuuttaan vastaavaan 3,5 prosenttiin. Yliotostuksen ohella painokertoimilla tasapainotetaan myös muunlaisia otanta-asetelmasta tai vastauskadosta johtuvia aineiston vinoumia. Siksi PISA-aineistojen analyyseissä on syytä käyttää painokertoimia rutiininomaisesti.

Otannan toisessa vaiheessa kunkin poimitun koulun kaikkien PISAn ikäkriteerin täyttävien oppilaiden luettelosta valittiin systemaattisella tasaväliotannalla 42 oppilasta. Mikäli oppilaita on tätä vähemmän, otettiin mukaan heidät kaikki. Luettelot hankittiin otannan ensimmäisessä vaiheessa poimituilta kouluilta. Oppilasotoksen edustavuuden parantamiseksi luettelot järjestettiin poimintaa varten luokka-asteen ja sukupuolen mukaan. Oppilasotanta suoritettiin Koulutuksen tutkimuslaitoksessa PISA-konsortion omalla KeyQuest-poimintaohjelmistolla (OECD 2014, luku 10).

Suomen PISA 2015 -otokseen poimittiin 168 koulua ja näistä alun perin kaikkiaan 6431 oppilasta. Mahdolliseen vastauskatoon varauduttiin poimimalla vähimmäisvaatimusta suurempi määrä kouluja. Oppilaista 137 suljettiin kokeesta pois ennalta sovitujen kriteerien perusteella. Kriteerien mukaan oppilas suljettiin pois, jos hänen ikänsä osoittautui vääräksi, hänen kielitaitonsa oli riittämätön kokeen itsenäiseen suorittamiseen, hän ei olisi kyennyt selviytymään kokeesta ilman avustajaa tai hän oli vaihtanut koulua otannan suorittamisen jälkeen. Jäljelle jääneistä 6294 oppilaasta PISA-kokeeseen osallistui lopulta 5882 oppilasta, joten oppilaiden osallistumisaste vuoden 2015 tutkimukseen oli 93 prosenttia. Osallistuneista noin 87 prosenttia oli 9.-luokkalaisia, noin 13 prosenttia 8.-luokkalaisia ja vajaa prosentti 7.-luokkalaisia. Peruskoulun 10.-luokkalaisia, lukiolaisia ja ammattikoululaisia oli kokeessa vain muutama. Tavallisin syy kokeesta poisjäännille oli, että oppilas oli testipäivänä poissa koulusta. Muutamassa yksittäistapauksessa koe jäi toteuttamatta koulun tietokoneongelmien takia.

Kun otokseen poimittavien oppilaiden määrä on (likimain) sama koulusta riippumatta, PPS-kouluotannan ja systemaattisen oppilasotannan yhdistelmällä on hyviä otantateoreettisia ominaisuuksia verrattuna esimerkiksi siihen, että koulut poimittaisiin ositteista yksinkertaisella satunnaisotannalla. PPS-kouluotanta esimerkiksi skaalaa otoksen siten, että ositteen otantapainotettu havaintomäärä vastaa ositteen oppilaspopulaation kokoa. Käytännössä esimerkiksi vastauskato aiheuttaa tähän kuitenkin pientä eroa. Edelleen, saatu oppilasotos on periaatteessa ns. itsepainottuva (self-weighting), toisin sanoen jokaisen oppilaan todennäköisyys tulla kaksivaiheisessa otannassa poimituksi otokseen on ositteen sisällä sama. Muun muassa osituksen tai yliotostuksen seurauksena koulujen ja oppilaiden poimintatodennäköisyydet vaihtelevat kuitenkin jonkin verran, mikä voi aiheuttaa otoksen kokoonpanoon vinoumaa kohdeperusjoukkoon verrattuna. Tämä vinouma, samoin kuin mahdollisesta vastauskadosta tai yliotostuksesta johtuvat vääristymät, korjataan tilastollisissa analyyseissä käyttämällä otanta-asetelmasta kouluille ja oppilaille johdettuja paino-

kertoimia. Painokertoimien avulla otoksen kokoonpano saadaan laskennallisesti vastaamaan kohdeperusjoukossa vallitsevaa tilannetta. Samalla varmistetaan otantaan liittyvien seikkojen osalta otosaineistosta laskettujen tulosten vertailukelpoisuus sekä kansainvälisesti että aikaisempiin PISA-kierroksiin nähden. Vuoden 2015 tutkimuksen painokertoimien laskennan toteutti Westat-tutkimuslaitos.

Saatava aineisto on rakenteeltaan kaksitasoinen ja klusteroitunut: oppilastaso on hierarkkisesti koulutason alla. Samaan kouluun kuuluvat oppilaat eivät ole toisistaan riippumattomia, mikä on vastoin tavanomaisten tilastollisten analyysimenetelmien perusoletuksia. PISAn kaltaisten hierarkkisten aineistojen virheetön tilastollinen analyysi edellyttääkin aineiston monitasoisuuden huomioon ottavia menetelmiä. Tällaisia ovat esimerkiksi monitasomallit (multilevel models, mixed models, ks. esim. Goldstein 2010; Snijders & Bosker 2012) tai ryväsotannalla poimittujen aineistojen analyysiin soveltuvat survey-menetelmät (survey statistical methods, ks. esim. Lehtonen & Pahkinen 2004).

Oppilaita koskevan tiedonkeruun lisäksi koulujen rehtoreille suunnattiin erillinen verkkokysely, jossa kysyttiin muun muassa koulun resursseista ja käytänteistä. Joissakin osanottajamaissa on toteutettu PISAn yhteydessä myös opettaja- ja vanhempainkyselyjä, mutta näin ei ole tehty Suomessa.

## **PISA 2015 -tutkimuksen koejärjestelyt**

Vuodesta 2015 alkaen PISA-koe ja sen taustakysely on toteutettu useimmissa osanottajamaissa (myös Suomessa) tietokonepohjaisesti. PISA-kokeen kesto on kaksi tuntia, ja siitä puolet käytetään pääarviointialueen tehtäviin. Toinen puoli käytetään sivuarviointialueiden tehtäviin. Vuonna 2015 pääarviointialueena olivat luonnontieteet ja sivuarviointialueina lukutaito, matematiikka ja yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu. Kokeen puolivälissä on lyhyt tauko. Kaikki oppilaat saavat tehdä kokeen pääarviointialueen tehtäviä, mutta sivuarviointialueiden tehtävät hajautetaan oppilaille

etukäteen laaditun koejärjestelyn mukaan satunnaisesti niin, että oppilas tekee vain yhden tai kahden sivuarviointialueen tehtäviä. Siten vuonna 2015 lukutaidon, matematiikan ja yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun tehtäviä teki vain osa kokeeseen valituista oppilaista. Lisäksi tehtävien järjestys satunnaistettiin oppilaille siten, että puolet oppilaista tekee pääarviointialueen tehtävät ennen taukoa ja toinen puoli tauon jälkeen. Koejärjestelyä kuvataan tarkemmin jäljempänä.

Varsinaisen kokeen jälkeen oppilas vastasi noin 35 minuuttia kestävään taustakyselyyn, jossa kartoitetaan muun muassa oppilaan kotitaustaa, kiinnostuksen kohteita sekä opiskelua ja koulua koskevia kokemuksia ja asenteita erityisesti pääarviointialueeseen liittyen. Useimmissa osallistujamaissa, myös Suomessa, PISA 2015 -tutkimuksen oppilaskyselyyn liitettiin erillinen tietotekniikkakysely, jolla kerättiin tietoa oppilaan tietotekniikan käytöstä ja siihen liittyvistä asenteista.

Erityiskoulujen oppilaat saivat tehdäkseen lyhyemmän, tunnin mittaisen ns. Une Heure (UH) -kokeen (kaksi kertaa 30 minuuttia, välissä lyhyt tauko) ja sen jälkeen 15 minuutin mittaisen suppean taustakyselyn.

PISA-tutkimuksissa arvioidaan oppilaiden osaamista laajalla, kansainvälisen sisältöasiantuntijaryhmän valitsemalla tehtäväkokoelmalla. Laajalla tehtävävalikoimalla pyritään siihen, että arvioitavan aihealueen kansallinen osaamistaso saadaan karotittua mahdollisimman monipuolisesti. Tehtävien aihepiirit ja vaikeustasot vaihtelevat, ja erityisesti oppilaan saamien tehtävien vaikeusaste otetaan huomioon hänen lopullista koetulostaan laskeuttaessa. Tehtävien toimivuus testataan vuotta ennen varsinaista tutkimusta toteutettavalla esikokeella, ja kansainvälisten osioanalyysien avulla karsitaan huonosti toimivat tehtävät pois varsinaisesta pääkokeesta. Tehtävä hylätään esimerkiksi, jos sen kysymyksenasettelu osoittautuu moniselitteiseksi tai jos se ymmärretään eri maissa tai eri kielillä merkittävässä määrin eri tavalla. Aihealueesta riippumatta PISA-tehtäviin liittyy johdantoteksti, jonka pituus vaihtelee tehtävästä toiseen ja joka voi sisältää taustamateriaalia, kuten kuvioita tai numeerisia taulukoita. Tehtävät

pohjautuvat tekstiin ja annettuun oheismateriaaliin. Ne ovat pääasiassa soveltavia, eikä vastaus niihin löydy suoraan tekstistä, vaan edellyttää omaa päättelyä. Tehtävät jakautuvat usein alakohtiin tai osioihin, joista osa on monivalintoja ja osa edellyttää avovastausta. Monivalintakysymykset pisteytetään sähköisesti, kun taas avovastaukset pisteyttää koulutettu arvioijaryhmä kansainvälisen ohjeistuksen mukaisesti.

Vuoden 2015 PISA-tutkimuksessa oli luonnontieteistä 83 eri tehtävää, matematiikasta 45 tehtävää, lukutaidosta 29 tehtävää ja yhteistoiminnallisesta ongelmanratkaisusta 7 tehtävää. Koska oppilaan ei ole mahdollista tehdä kahden tunnin koeajassa kaikkia mahdollisia tehtäviä, hän sai vastataksaan neljän ns. tehtäväklusterin kokonaisuuden. Yhteensä tämä merkitsi noin 25 tehtävän tekemistä; tehtävien määrä vaihtelee hieman klusterista toiseen. Yhteen klusteriin vastaamisen on laskettu vievän noin puoli tuntia. Se, mitkä tehtäväklusterit kukin oppilas sai, määräytyi satunnaisesti, kuitenkin niin, että kaikki oppilaat tekivät kaksi klusteria pääarviointialueen tehtäviä. Sivuarviointialueiden tehtäväklusterit satunnaistettiin oppilaille etukäteen määrätyn asetelman mukaisesti.

Vuonna 2015 luonnontieteiden tehtävät ryhmittäytyivät 12 erilaiseen klusteriin. Matematiikan ja lukutaidon tehtävät ryhmittäytyivät kumpikin kuuteen klusteriin ja yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun tehtävät kolmeen klusteriin. Koska ajan mittaan oppilaiden elin- ja opiskeluympäristöt muuttuvat ja arvioitavat aihepiirit kehittyvät, osa aiemmilla PISA-kierroksilla käytetyistä koetehtävistä vanhentuu, ja ne korvataan uusilla ajanmukaisilla tehtävillä. Valittu joukko vanhoja tehtäviä säilytetään ns. trendi- tai ankkuritehtävinä, joiden avulla uusimmat koetulokset linkitetään vertailukelpoiksi aiempien PISA-kierrosten tulosten kanssa. Luonnontieteiden 12 klusterista puolet koostui aiemmissä PISA-tutkimuksissa käytetyistä trenditehtävistä. Loput luonnontieteiden klusterit sisälsivät uusia tehtäviä. PISA 2015:ssä kaikki matematiikan ja lukutaidon tehtävät olivat trenditehtäviä. Lukutaidon tehtävät päivitetään seuraavan kerran vuoden 2018 tutkimukseen, jolloin lukutaito on pääarviointialue. Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu oli uusi arviointialue, joten kaikki sen tehtävät olivat uusia.

Neljän klusterin tehtäväkokonaisuuksia oli kaikkiaan 66 erilaista. On siis mahdollista, että PISA 2015 -tutkimuksessa ei kahdelle saman koulun oppilaalle osunut täsmälleen samanlaista tehtäväkokonaisuutta. Tehtäväkokonaisuudet ryhmittivät kuuteen erilaiseen kategoriaan:

- 33 prosenttia kokonaisuuksista sisälsi 2 klusteria luonnontieteitä ja 2 lukutaitoa
- 33 prosenttia kokonaisuuksista sisälsi 2 klusteria luonnontieteitä ja 2 matematiikkaa
- 22 prosenttia kokonaisuuksista sisälsi 2 klusteria luonnontieteitä ja 2 ongelmanratkaisua
- 4 prosenttia kokonaisuuksista sisälsi 2 klusteria luonnontieteitä, 1 lukutaitoa ja 1 matematiikkaa
- 4 prosenttia kokonaisuuksista sisälsi 2 klusteria luonnontieteitä, 1 lukutaitoa ja 1 ongelmanratkaisua
- 4 prosenttia kokonaisuuksista sisälsi 2 klusteria luonnontieteitä, 1 matematiikkaa ja 1 ongelmanratkaisua.

Kaikki oppilaat tekivät siis kaksi klusteria luonnontieteiden tehtäviä. Luonnontieteiden tehtäväklusterit jakautuivat oppilaiden kesken edelleen siten, että puolet teki sekä trenditehtäviä että uusia tehtäviä, 42 prosenttia teki pelkästään uusia tehtäviä ja loput 8 prosenttia pelkästään trenditehtäviä. Oppilaista 41 prosenttia teki luonnontieteiden lisäksi lukutaidon tehtäviä, samoin 41 prosenttia teki luonnontieteiden lisäksi matematiikkaa. Yhteistoiminnallista ongelmanratkaisua teki 30 prosenttia oppilaista. Oppilaista valtaosa, 88 prosenttia, teki vain yhden sivuarviointialueen tehtäviä, loput tekivät kahden sivuarviointialueen tehtäviä.

Klusterit järjestettiin tehtäväkokonaisuuksiksi tasapainotetusti siten, että kukin klusteri, olipa se mitä arviointialuetta tahansa, esiintyi kaiken kaikkiaan yhtä usein kokeen ensimmäisenä, toisena, kolmantena tai neljäntenä klusterina. Näin pyrittiin eliminomaan mahdollinen harha, joka aiheutuisi siitä, että tietyt tehtävät ja aihealueet esiintyisivät tyypillisesti kokeen alkuosassa ja toiset kokeen loppuosassa, jossa oppilaan suoriutuminen on usein kokeen alkuosaa heikompaa ja jossa aikapula voi vaikuttaa onnistumiseen.

PISA-tutkimusten koejärjestelyt tähtäävät ennen kaikkea siihen, että oppilaiden kansallinen osaamistaso saadaan selvitettyä kattavasti. Tulosten luotettavuuden kannalta on olennaista, että kunkin maan oppilasjoukko tekee kokonaisuutena laajan valikoiman erilaisia koetehtäviä. Tämä tulee mahdolliseksi hajauttamalla tehtävät eri oppilaille edellä kuvatulla tavalla. Asetelman käänköpuolena on se, että erilaisten tehtäväkokonaisuuksien vuoksi yksittäisten oppilaiden koetulokset eivät sellaisenaan ole välttämättä vertailukelpoisia. Oppilaiden kesken vertailukelpoisemmat tulokset saataisiin toki antamalla kaikille oppilaille täsmälleen samat koetehtävät, mutta kokeeseen käytettävissä olevan ajan rajallisuuden vuoksi tehtäväkokoelma jäisi tällöin kansallisen tason luotettavan arvioinnin kannalta liian suppeaksi. Koetehtävien määrän lisääminen ja sen myötä kokeen pitkittäminen ei välttämättä parantaisi kansallisten tulosten tarkkuutta: pitempi ja oppilaalle rasittavampi koe heikentää tyypillisesti hänen testimotivaatiotaan ja lisää alisuorittamisen todennäköisyyttä, varsinkin kun oppilas ei saa PISA-kokeessa menestymisestä mitään henkilökohtaista hyötyä.

## PISA-tulosten laskennan perusajatus

PISA-tutkimusten päämääränä on määrittää 15-vuotiaiden oppilaiden lukutaidon, matematiikan, luonnontieteiden ja vaihtuvien aihealueiden osaamisen kansallinen *jakauma* eri maissa. Erityisesti kiinnostavat osaamisen keskimääräinen taso ja vaihtelu sekä eritasoisten osaajien määrät paitsi koko oppilaspopulaatiossa myös sen tärkeimmissä (oppilasmäärältään riittävän suurissa) osajoukoissa. Tällaisia osajoukkoja ovat esimerkiksi eri sukupuolet, kieli-ryhmät tai maan eri alueet.

Oppilaan osaaminen tai kyky (proficiency, ability) on latentti ominaisuus, jota ei voida havaita, mutta jota voidaan mitata oppilaan tekemästä kokeesta saadun informaation avulla. Maan, alueen tai osajoukon PISA-tulos on siihen kuuluville oppilaille estimoidun kansallisen osaamisjakauman keskiarvo, ja osaamisen vaihtelua mitataan tämän jakauman varianssilla tai keskihajonnalla.

Osaamisen kansallinen jakauma muodostetaan PISA-kokeen tehneille oppilaille lasketuista heidän henkilökohtaisen osaamisensa tasoa arvioivista todennäköisyysjakaumista. Nämä jakaumat johdetaan oppilaiden pisteytetyistä koevastauksista osioanalyysin ja tilastollisen mallintamisen keinoin. Käytetty metodologia seuraa olennaisesti ns. *Bayes-tilastotieteen* periaatteita. Ennen PISA-kokeen suorittamista tehdään ennakko-oletus siitä, mikä on oppilaan luultava osaamisen taso, kun hänen koetuloksensa ei ole vielä tiedossa. Tämä oletus puetaan todennäköisyysjakauman muotoon – Bayes-tilastotieteessä puhutaan *priorijakaumasta*. Koska oppilaan osaamistaso on tuntematon ja siihen liittyy paljon epävarmuutta (uncertainty), ennakkoarvio on mielekkäämpää pukea jakauman kuin yksittäisen lukuarvon muotoon. Priorijakauman muoto kertoo, millä välillä oppilaan taso etukäteen ajateltuna todennäköisimmin on. Jakauman varianssi mittaa sitä epävarmuutta, joka oppilaan osaamisen tasosta vallitsee ennen kokeen suorittamista – suuri varianssi vastaa suurta epävarmuutta, toisin sanoen oppilaan mahdollisten osaamistasojen kirjo on laaja. Jakauman odotusarvo (eli keskiarvo) kertoo sen, mikä on oppilaan todennäköisin osaamisen taso. PISAssa osaamisen priorijakaumaksi on valittu normaalijakauma. Toisin sanoen oletetaan, että oppilaiden osaaminen noudattaa kansallisen populaation tasolla Gaussin käyrää. Etukäteen ajatellen, kun oppilaan koemenestystä ei vielä tiedetä, on siis todennäköisintä, että oppilaan osaaminen on lähellä kansallista keskitasoa. Etukäteistodennäköisyys sille, että oppilaan osaamistaso on erityisen korkea tai erityisen matala, on puolestaan pieni. Lisäksi oletetaan, että oppilaan priorijakauma riippuu lineaarisen regressiomallin tapaan suuresta joukosta taustamuuttujia. Toisin sanoen oppilaan, jolla on tietyt taustamuuttujien arvot, odotettavissa oleva osaamisen taso voi olla eri kuin oppilaan, jolla on jotkin toiset taustamuuttujien arvot. Taustamuuttujien käytön tarkoituksena on parantaa laskennan lopputuloksena saatavan kansallisen jakauman tarkkuutta: hyödyntämällä tietoa siitä, miten taustamuuttujien arvot jakautuvat oppilaspopulaatiossa, parannetaan tulosten kansallista edustavuutta. Taustamuuttujien vaikutuksia osaamiseen ei tässä vaiheessa spesifioida täsmällisemmin, vaan



ne estimoidaan kerätystä datasta varsinaisen tulosten laskennan yhteydessä.

Priorijakauman asettamisen jälkeen kerätään havaintoaineisto: otokseen valitut oppilaat tekevät PISA-kokeen, ja heidän vastauksensa pisteytetään. Bayes-tilastotieteen perusajatuksen mukaisesti priorijakaumaa päivitetään havaintoaineistosta saadun informaation (koetulokset sekä tiedot taustamuuttujien arvoista) nojalla. Tuloksena saadaan niin sanottu *posteriorijakauma* oppilaan osaamiselle. Muistettakoon, että oppilaan osaaminen on latentti suure, jota ei voi sellaisenaan havaita. Posteriorijakauma kertoo jakauman muodossa, mikä on oppilaan todennäköinen osaamisen taso, kun tiedetään hänen taustamuuttujiensa arvot ja se, miten hän onnistui PISA-kokeessa tekemissään, vaikeustasoiltaan tunnetuissa tehtävissä. PISA-tutkimuksessa myös posteriorijakauma on normaalijakauma. Oppilaskohtaisena posteriorina normaalijakauma kuvaa sitä, että todennäköisimmin oppilas on suorittanut omalla tasollaan, kun taas äärimmäinen yli- tai alisuorittaminen taas on hyvin epätodennäköistä. Jakauman varianssi mittaa oppilaan osaamista koskevan arvioinnin epävarmuutta, toisin sanoen sitä, kuinka leveä on se virhemarginaali, joka oppilaan osaamisarvioon liittyy. Jakauman keskiarvoa voidaan käyttää oppilaan PISA-pistemääränä, joskin se on oppilaan osaamisen mittarina epätäsmällinen. PISAn käyttämän metodologian tuottamat yksittäisten oppilaiden pistemäärät eivät ole osaamisarvioina harhattomia, vaan ne saattavat yliarvioida tai aliarvioida oppilaan todellisen osaamisen, oppilaan taustamuuttujien arvoista riippuen (OECD 2017, luku 9). Tämä johtuu siitä, että posteriorin laskennassa käytettävät taustamuuttujat korjaavat oppilaan pistemääräarviota kohti niiden oppilaiden keskiarvoa, joilla on samat taustamuuttujien arvot (Wu 2005, 125). Hieman paradoksaalisesti oppilaskohtaisten osaamisarvioiden tarkkuudesta tinkiminen johtaa kansallisen jakauman, erityisesti sen varianssin, luotettavampaan arvioon. Kansainvälisissä arviointitutkimuksissa halutaan erityisesti välttää tulosta, jossa osaamisen kansallinen vaihtelu aliarvioidaan. Simulointikokeilla on voitu osoittaa, että menetelmät, joilla PISA-asetelmassa voidaan tuottaa suhteellisen tarkat oppilaskoh-

taisen osaamisen estimaatit, johtavat kansallisen vaihtelun aliarviointiin (Wu 2005, 118–121).

On olennaista huomata, että PISA-koeaineistosta laskettavat tulokset ovat nimenomaan estimoituja todennäköisyysjakaumia, eivät yksittäisiä lukuarvoja sinänsä. Saaduista todennäköisyysjakaumista voidaan kuitenkin tuottaa yksittäisiä PISA-tulosta kuvaavia tunnuslukuja, tärkeimpänä kansallisen osaamisjakauman keskiarvo, jota usein kutsutaan maan PISA-pistemääräksi.

Oppilaille laskettujen posteriorijakaumien avulla voidaan siis estimoida osaamisen kansallinen jakauma ja vaihtelu varsin luotettavasti etenkin tutkimuksen pääarviointialueella (PISA 2015:ssa luonnontieteet). Useilla PISA-kierroksilla käytettyjen trenditehtävien ansiosta osaamisjakaumat pystytään skaalaamaan vertailukelpoisiksi myös eri vuosien PISA-tutkimusten välillä. Edellä mainittujen seikkojen ohella arvio yksittäisen oppilaan kokonaisuosaamisesta jää kuitenkin verraten epätasemmiseksi myös siksi, että oppilas tekee kokeessa tyypillisesti vain alle viidesosan kaikista mahdollisista tehtävistä. Latentin ilmiön posteriorijakaumaan jää tällöin väkisinkin paljon epävarmuutta, joskin tämä on olennaisesti pienempää kuin priorijakaumassa, koska oppilaan koetulokset tarkentavat osaamisarviota. Myös koulukohtaiset tulokset jäävät melko epätarkoiksi koulujen pienen otoskoon (42 oppilasta/koulu) takia: tehtävien hajauttamisen seurauksena voi käydä niin, että tietyn PISA-tehtävän tekee kokeessa vain pari koulun oppilasta.

Vuoden 2015 PISA-tutkimuksen kaikki osioanalyysit, posteriorijakaumien ja niistä johdettujen pistemäärien laskennat sekä niiden pohjana olleen kansainvälisen tietokannan rakentamisen suoritti yhdysvaltalainen tutkimuslaitos Educational Testing Service (ETS).

## **PISA-laskentametodologian teoreettinen tausta**

Yksittäisten oppilaiden osaamista arvioivien jakaumien laskennassa käytetään psykometrian alaan kuuluvaa ns. IRT-metodologiaa (item-response theory; esim. van der Linden 2016a, 2016b; de Ayala 2009; Rutkowski, von Davier & Rutkowski 2014). Sen avulla

oppilaiden tulokset voidaan skaalata yhteismitalliselle asteikolle, sekä kansallisesti että kansainvälisesti, vaikka oppilaat eivät olisi tehneet kokeessa täsmälleen samanlaista tehtäväkokonaisuutta. Menetelmä perustuu olennaiselta osin informaatioon niiden tehtävien vaikeustasosta, jotka oppilas oli saanut tehdäksensä. Vaikeista tehtävistä suoriutuminen johtaa korkeampaan osaamisarvioon kuin helpoista tehtävistä suoriutuminen.

Menetelmän lähtökohtana on perinteisesti ollut Raschin osioanalyysimalli, jossa oppilaan todennäköisyys ratkaista tehtävä oikein riippuu logistisen funktion mukaisesti hänen (latentista) kyvystään ja tehtävän vaikeustasosta. Mitä korkeammalla tasolla oppilaan kyky on verrattuna tehtävän vaikeustasoon, sitä todennäköisemmin hän osaa ratkaista tehtävän oikein. PISA-tutkimuksessa tehtävien vaikeustasot määritetään kaikkien osallistujamaiden yhteisestä aineistosta, ja trenditehtävissä käytetään hyväksi myös tietoja niille aikaisemmilla PISA-kierroksilla saaduista vaikeustasoista. Tässä otetaan kuitenkin huomioon, että tehtävien vaikeustasot eivät välttämättä pysy vuodesta toiseen muuttumattomina. Tehtävien vaikeustasoissa voi olla myös kansallisia ja kulttuurisidonnaisia poikkeavuuksia: tehtävä voi olla jonkin maan oppilaille vaikeampi kuin jonkin toisen maan oppilaille. Jos tällainen kansallinen poikkeama on jossakin tehtävässä merkittävän suuri, se otetaan huomioon käsittelemällä kyseinen tehtävä kansallisena erikoistapauksena siten, että sille määritetään kyseisessä maassa oma, muista maista poikkeava vaikeustaso, joka huomioidaan lopullisessa pistemäärälaskennassa<sup>1</sup>. Ongelmalliset tehtävät pyritään kuitenkin karsimaan varsinaisesta tutkimuksesta pois jo esikoevaiheessa, ja kokonaisuutena tällaisia hyvin poikkeavasti käyttäytyviä tehtäviä onkin esiintynyt PISA-pääkokeissa vain vähän.

Dikotomisille (oikein / väärin) muuttujille tarkoitettua Raschin mallia ja siitä useampiluokkaisille (täysin oikein / osittain oikein / väärin) muuttujille laajennettua partial credit -mallia (PCM) käytetään.

---

1. Tämä menettelytapa otettiin käyttöön vuoden 2015 tutkimuksessa. Vuosina 2000–2012 ongelmalliseksi osoittautunut tehtävä eliminoitiin sen maan tulosten laskennasta (OECD 2016, Annex A5).

tettiin PISA-pistemäärien laskennassa aina vuoden 2012 tutkimukseen asti. Menetelmäkehityksen edetessä ja Raschin malliin kohdistetun kritiikin (mm. Kreiner 2011) myötä PISAssa siirryttiin vuodesta 2015 alkaen käyttämään aineistoihin paremmin sopivaa 2-parametrista logistista (2PL) osioanalyysimallia ja yleistettyä PCM-mallia (GPCM), joissa tehtävien vaikeustason ohella mallinetaan niiden diskriminaatiokyky eli kyky erotella toisistaan eritasoisia oppilaita. Näissä malleissa otetaan lisäparametrina huomioon, että eri tehtävät erottelevat oppilaita eri tavoin.

Aiemmillä PISA-kierroksilla käytetyn laskentamallin ja menettelytapojen korvaaminen uusilla menetelmillä herätti kysymyksiä vuoden 2015 tulosten vertailukelpoisuudesta aiempien kierrosten tuloksiin nähden. Tämän vuoksi ETS-tutkimuslaitos laski uudelleen vuosien 2006–2012 PISA-tulokset vuonna 2015 käyttöön otetuilla menettelytavoilla. Osoittautui, että muutamassa maassa vanhan laskentamallin puutteilla on saattanut olla vaikutusta tuloksiin (OECD 2016, Annex A5). Tällaisista tapauksista mainittakoon Korean, Tanskan ja Viron PISA 2009 -lukutaitotulokset. Korean ja Tanskan kohdalla vanha laskentamalli antoi tuloksen, joka todennäköisesti yliarvioi maan todellisen lukutaitotason. Viron julkaistu tulos oli taas todennäköisesti aliarvio maan tasosta. Suomessa ja valtaosassa muita maita eri laskentamallien antamat tulokset olivat sen sijaan hyvin yhdenmukaiset: erot olivat korkeintaan muutamia pisteitä, ja ne mahtuivat tilastolliseen virhemarginaaliin.

Oppilaskohtaisten, oppilaan latenttia osaamista kuvaavien posteriorijakaumien määrittäminen tapahtuu yhdistämällä kaksi tilastollista mallia samaan analyysiin. 2PL- tai GPCM-osioanalyysimalli kuvaa oppilaan todennäköisyyden onnistua tehtävässä, kun oppilaalla on tietty latentti kyky tai osaamistaso ja tehtävällä on tietyt ominaisuudet (vaikeustaso ja erottelukyky). Toinen PISA-laskennoissa käytettävä malli on niin sanottu latentti regressiomalli, joka kuvaa latentin kyvyn jakauman oppilaspopulaatiossa ja joka toimii Bayes-analyysissä priorijakaumana.

Latentissa regressiomallissa oletetaan, että oppilaiden kyky on populaatiossa normaalijakautunut, mutta samalla sen odotusarvo riippuu suuresta joukosta potentiaalisia taustamuuttujia (conditio-

ning variables). Pistemääriä laskettaessa käytännöllisesti katsoen kaikki PISA-taustakyselystä sekä koe- ja otanta-asetelmasta saatavat muuttujat (esimerkiksi tehtäväklusterit ja otannan ositteet) asetetaan mallin selittäviksi muuttujiksi. Tällä on kaksi tarkoitusta. Ensiksi, kuten jo todettiin, taustamuuttujien avulla parannetaan aineistosta lasketun kansallisen osaamisjakauman tarkkuutta. Toiseksi, taustamuuttujien hyödyntäminen jo PISA-pistemääriä konstruoitaessa vähentää PISA-aineistosta myöhemmin tehtävien, samoja taustamuuttujia käyttävien data-analyysien, erityisesti regressioanalyysien mahdollista harhaa takaamalla analyysissä käytetyn mallin tilastollisen oikeellisuuden (Wu 2005, 125). Jos osoittautuu, että jokin käytetty taustamuuttuja on yhteydessä oppilaan osaamiseen, käytetty laskentatapa varmistaa, että se näkyy myös oppilaiden PISA-pistemäärissä. Jos taas näin ei ole, taustamuuttujan kertoimeksi latentissa regressiossa tulee (likimain) nolla eikä se vaikuta tuloksiin. PISA-posteriorijakaumia määrättäessä latentti regressiomalli on vain laskentaa parantava tekninen apuväline: regressiomallin kertoimista ei olla sinänsä kiinnostuneita eikä niitä pyritä tulkitsemaan. Olennaista on saavuttaa posteriorijakauman kannalta numeerisesti mahdollisimman vakaa laskentatuloks. Kun mallissa on hyvin suuri määrä taustamuuttujia, tämä ei ole itsestään selvää. Epävakausergelmat vältetään käyttämällä latentissa regressioanalyysissä selittäjinä PISA-taustakyselyn muuttujista johdettuja keskenään korreloimattomia pääkomponentteja. Kunkin maan kohdalla käytetään niin monta pääkomponenttia, että ne kattavat yhdessä 80 prosenttia alkuperäisten taustamuuttujien kokonaisvarianssista, toisin sanoen valtaosan taustamuuttujien sisältämästä informaatiosta (OECD 2017, luku 9). Tämä vähentää regressioanalyysissä tarvittavien muuttujien määrää merkittävästi ja lisää sen myötä laskennan vakautta. Koska analyysin tarkoituksena ei ole muodostaa tulkinnallisia selitysmalleja, pääkomponenttien korreloimattomuus ja mahdollinen heikko tulkittavuus eivät muodosta tässä ongelmaa.

Ennen varsinaisten posteriorijakaumien laskentaa määritetään 2PL- tai GPCM-osioanalyysimallien parametrien (ts. tehtävien vaikeustasojen ja erottelukykyjen) estimaatit kaikkien PISA-

osallistujamaiden yhteisestä datasta. Soveltuvien osin hyödynnetään myös aikaisempien PISA-kierrosten kansainvälistä dataa. Saatuja estimaatteja käytetään posteriorijakaumien laskennassa kiinteinä vakioina (vrt. ns. empiirinen Bayes -menetelmä), jolloin estimoitavaksi jäävät osioanalyysimallien osalta oppilaan osaaminen (kykyparametri) ja latentin regression osalta pääkomponenttien regressiokertoimet ja virhevarianssi. Nämä parametrit estimoidaan datasta samanaikaisesti, ja estimoinnin tuloksena saadaan lopulta jokaiselle oppilaalle henkilökohtainen posteriorijakauma. Estimointimenetelmänä käytetään epätäydellisten, tyypillisesti puuttuvaa tietoa sisältävien aineistojen käsittelyyn kehitettyä EM-algoritmia (Expectation-Maximization Algorithm; sen soveltamisesta arviointitutkimukseen ks. Mislevy 1985).

Posteriorijakaumat eivät ole ilmaistavissa suljetussa kaavamuodossa, mutta niistä voidaan tuottaa numeerisia realisaatioita eli otoksia simuloimalla. Näitä realisaatioita kutsutaan nimellä *plausible values* (lyhennettynä PV) – kelvollista tai vakiintunutta suomennosta ei termille ole. Kaikki PISA-aineistoista laskettavat kansalliset ja kansainväliset tulokset perustuvat näihin PV-lukuarvoihin. Vuodesta 2015 alkaen posteriorijakaumista on generoitu data-analyysejä varten 10 PV-arvoa, joiden avulla haaruroidaan oppilaiden todennäköinen osaamistaso ja sen arviointiin liittyvää epävarmuutta kuvaava satunnaisvaihtelu. Aiemmillä kierroksilla käytettiin viittä PV-arvoa. Ensimmäisessä, vuoden 2000 PISA-tutkimuksessa PV-arvoille määriteltiin kansainvälinen skaalaus siten, että osallistuneiden OECD-maiden keskiarvoksi asetettiin 500 ja keskihajonnaksi 100. Näin skaalattujen PV-arvojen mitattavuutta kutsutaan yleisesti PISA-pistemääräksi. Myöhempien PISA-kierrosten PV-arvot on skaalattu tälle samalle pistemääräasteikolle trenditehtävien avulla.

Plausible value -arvot edustavat siis jakaumaa, joka kuvaa PISA-pistemääräasteikolla, mikä on oppilaan todennäköinen osaamisen taso, kun tiedetään, miten hän onnistui tekemissään vaikeustasoltaan ja erottelukyvyltään tunnetuissa tehtävissä, ja lisäksi otetaan huomioon se, millainen on taustamuuttujien suhteiden hänen kaltaistensa oppilaiden tyypillinen osaamistaso. Kansalliset tulokset

set saadaan yhdistämällä näistä oppilaiden posteriorijakaumista saadut henkilökohtaiset tulokset.

Jos oppilas ei ole tehnyt lainkaan jonkin arviointialueen, esimerkiksi matematiikan, tehtäviä, hänelle tuotetaan laskennallinen posterioriarvio mallintamalla hänen osaamisensa muiden arviointialueiden tehtävistä saatujen tulosten avulla. Mallintamisen mahdollistaa se, että luonnontieteiden, lukutaidon ja matematiikan osaamisen väliset korrelaatiot ovat PISA-tutkimuksissa erittäin korkeita. Suomen PISA 2015 -aineistossa ne olivat sekä luonnontieteiden ja lukutaidon että luonnontieteiden ja matematiikan välillä 0,87. Lukutaidon ja matematiikan välinen korrelaatio oli 0,79.

ETS-tutkimuslaitos käyttää posteriorijakaumien (PV-arvojen) ja latentin regressioanalyysin vaatimiin laskentoihin DGROUPTietokoneohjelmistoa (Rogers, Tang, Lin & Kandathil 2006).

PISA-tutkimuksissa oppilaat ryhmitellään arvioidun osaamisen perusteella 6–7 suoritustasolle, joista korkein edustaa huippuosaamista ja matalin erittäin heikkoa osaamista. Luonnontieteissä ja lukutaidossa suoritustasoja on seitsemän, matematiikassa kuusi. Oppilaan suoritustaso määräytyy PV-arvoille asetettujen pisterajojen mukaan: mitä korkeamman pisterajan oppilaan PV-arvo ylittää, sitä korkeampi on hänen suoritustasonsa.

Pisterajat määritellään ns. standard setting -menetelmän avulla. Menetelmä on yleisessä käytössä varsinkin vieraiden kielten arvioinneissa, joissa sovelletaan standard settingiin perustuvia eurooppalaisia taitotasoasteikkoja (Ahola, Neittaanmäki & Hirvelä 2016; Kaftandjieva 2010). PISAssa sisältöalueen asiantuntijaryhmä pohtii etukäteen, mitkä seikat ovat olennaisia eri suoritustasoja vastaavassa osaamisessa ja määrittelee sen perusteella koetehtävät vastaamaan kukin tiettyä suoritustasoa. Sen jälkeen kaikille suoritustasoille laaditaan sanallisesti kuvatut kriteerit sen pohjalta, millaisia kullekin suoritustasolle määritellyt tehtävät ovat. Pisterajojen laatiminen on aina jonkin verran subjektiivista, mutta virheluokituksen riski on mahdollista estimoida. Pisterajojen määrittäminen vaatii riittävän määrän tehtäviä (Olsen & Nilsen 2017).

PISAssa pisterajat on siis johdettu tehtäville etukäteen kiinnitettyjen suoritustasojen perusteella, ja kunkin suoritustason

määrittelyyn vaaditaan keskimäärin 18 tehtävää. Eri tehtävät vaativat oppilaalta eritasoisia valmiuksia, ja oppilaat saavat tehdä kseen kaikentasoisia tehtäviä. Huippuosaamista vastaavan pisterajan ylittäminen edellyttää, että oppilas on suoriutunut onnistuneesti riittävän monesta korkeimman suoritustason tehtävästä. Alempien suoritustason rajat määritellään vastaavasti.

Standard setting -menetelmän avulla voidaan suoritustasojen lisäksi määrittää taso, joka on edellytys hyväksytylle suoritukselle, jos sellaista jossain oppiaineessa tai testissä tarvitaan. PISAn standard setting edesauttaa tulosten ja niiden kehityksen tarkastelua eri mittauskertojen välillä. Lisäksi pisterajojen avulla voidaan määrittää kynnystaso, joka oppilaan tulisi saavuttaa, jotta hänellä voidaan arvioida olevan riittävät tiedot ja taidot selvittää arkielämän tilanteissa ja jatko-opinnoissa (Olsen & Nilsen 2017). PISAssa tällaiseksi kynnystasoksi on määritetty suoritustaso 2.

## PISA-tulosten data-analyysi

PISAn laskentametodologia tuottaa jokaiselle tutkimukseen osallistuneelle oppilaalle jokaisesta arviointialueesta – luonnontieteet, matematiikka, lukutaito sekä vaihtuvat alueet – 10 PV-arvoa, jotka mittaavat oppilaan osaamisen tasoa kyseisessä arviointialueessa. ETS on laskenut valmiiksi kunkin arviointialueen PV-arvot julkaistuihin PISA-datoihin. Jokainen kymmenestä PV-arvosta on yhtä hyvä arvio oppilaan osaamisesta, ja niiden varianssi kuvaa sitä epävarmuutta, joka liittyy oppilaan latentin kyvyn arviointiin rajallisella tehtävävalikoimalla. Tosin saman oppilaan PV-arvot ovat usein varsin lähellä toisiaan, varsinkin jos ne eivät ole osaamisjakauman ääripäissä. PV:t korreloivat keskenään hyvin voimakkaasti: vuoden 2015 pääarviointialueen luonnontieteiden kymmenen PV:n korrelaatiot olivat välillä 0,91–0,92. Periaatteessa PV-arvojen keskiarvo on paras aineistosta saatavissa oleva estimaatti oppilaan osaamiselle, sillä se estimoi oppilaan posteriorijakauman odotusarvoa tarkemmin kuin yksittäiset PV-arvot. Keskiarvon käyttöä PISA-aineiston jatkoanalyysissä ei kuitenkaan suositella, sillä se joh-



taa osaamisen kansallisen vaihtelun aliarviointiin ja edelleen liian merkitseviin analyysituloksiin. Sen sijaan PISA-konsortio suosittelee data-analyyseissä käytettäväksi lähestymistapaa, joka soveltaa alun perin puuttuvien havaintojen paikkaamiseen kehitettyä ns. moni-imputointia (OECD 2009a, luku 8).

Moni-imputointi (multiple imputation, Rubin 1987) on puuttuvien havaintojen käsittelyyn liittyvä lähestymistapa, jossa pyritään aidosti ottamaan huomioon aineistossa olevien puuttuvien tietojen paikkaamiseen (eli imputointiin) liittyvä epävarmuus. Jos tuntematon havaintoarvo korvataan yhdellä lukuarvolla, tämä on tavallisen tilastollisen analyysin näkökulmasta yhtä luotettava muuttujan arvo kuin oikea havaittu arvo olisi. Periaatteessa sama pätee, jos puuttuva havainto korvattaisiin jonkin kelvollisen paikkausmenetelmän sijasta millä tahansa lukuarvolla. Moni-imputoinnissa puuttuva havainto paikataan yhden arvon sijasta useilla vaihtoehtoisilla lukuarvoilla, ja tutkitaan, kuinka paljon analyysitulokset vaihtelevat sen mukaan, mitä lukuarvoa paikkaamisessa on käytetty. Tällä vaihtelulla mitataan puuttuvien tietojen paikkaamiseen liittyvää epävarmuutta. Rubin on osoittanut, että yhdistämällä vaihtoehtoisilla lukuarvoilla suoritettujen analyysien tulokset keskiarvotuloksiksi ja lisäämällä analyysitulosten välinen vaihtelu, ns. imputointivarianssi, tilastollisiin data-analyyseihin ylimääräiseksi vaihtelulähteeksi saadaan puuttuvia tietoja sisältävien aineistojen analyyseistä luotettavia tuloksia. Arviointitutkimuksissa laskettavat PV-arvot voidaan ymmärtää moni-imputoinnin hengessä oppilaan osaamista koskevaa puuttuvaa tietoa paikkaaviksi vaihtoehtoisiksi arvoiksi.

PISA-aineistojen analyysiin sovellettuna moni-imputointiin perustuva data-analyysi on pelkistetysti seuraava. Haluttu tilastollinen analyysi lasketaan jokaiselle kymmenelle PV:lle erikseen. Saadaan kymmenen analyysitulosta, joista lasketaan keskiarvo, ja tämä keskiarvo on analyysin varsinainen tulos. Esimerkiksi Suomen virallinen kansallinen keskiarvo on kymmenen eri PV-keskiarvon keskiarvo. Se on kansallisen osaamisjakauman odotusarvon (eli todennäköisyysjakauman keskiarvon) estimaatti. Vastaavasti Suomen virallinen kansallinen varianssi saadaan laskemalla ensin kunkin

PV-arvon varianssi Suomen oppilasaineistossa ja sen jälkeen näiden kymmenen varianssin keskiarvo.

Estimoitujen tunnuslukujen, joista edellä esimerkkinä annettiin kansallinen keskiarvo ja varianssi, estimointitarkkuutta mittaavat otantavarianssit lasketaan siten, että kymmenelle eri PV-muuttujalle laskettujen tunnuslukujen varianssiestimaatit (ts. 10 varianssia) yhdistetään keskiarvoksi, ja tähän keskimääräiseen varianssiin lisätään imputointivarianssi, joka on laskettujen kymmenen varianssiestimaatin välinen varianssi. Tunnusluvun keskivirhe on näin lasketun otantavarianssin, eli kymmenen varianssiestimaatin keskiarvon ja imputointivarianssin summan, neliöjuuri. Imputointivarianssilla otetaan huomioon se lisäepävarmuus, joka johtuu siitä, että oppilaan tarkkaa osaamistasoa ei tiedetä, vaan sitä joudutaan kartoittamaan kymmenen vaihtoehtoisen arvion välityksellä (se, mitä oppilaan osaamisesta voidaan aineiston perusteella sanoa, on todennäköisyysjakauma, ei yksittäinen pistemäärä, ja jokainen PV-arvo on siis yhtä hyvä arvio oppilaan todellisesta osaamisesta). Imputointivarianssista aiheutuvan komponentin lisääminen tunnuslukujen keskivirheisiin ja sitä myötä edelleen merkitsevyydesteihin ja virhemarginaaleihin on olennaista PISA-tuloksia raportoitaessa. Imputointivarianssi on korjausermi, jota ilman PISA-tulosten tarkkuus tulisi tilastollisissa analyyseissä yliarvioituksi. Tällöin esimerkiksi merkitsevyydestit antaisivat virheellisen merkitseviä tuloksia, toisin sanoen p-arvot olisivat virheellisen pieniä.

Samaa menettelyä sovelletaan, kun lasketaan tuloksia koko oppilaspopulaation sijasta sen osajoukoille, esimerkiksi tytöille ja pojille. Yksinkertaisten perustunnuslukujen ohella menetelmää voidaan soveltaa periaatteessa mihin tahansa tilastolliseen analyyysiin, esimerkiksi regressioanalyyysiin.

Monissa mutkikkaammassa tilastollisissa analyyseissä, esimerkiksi rakenneyhtälömallien rakentamisessa, moni-imputoinnin periaatteen mukainen laskenta saattaa osoittautua varsin työlääksi, varsinkin jos mallien rakentaminen on monivaiheinen prosessi ja edellyttää monia erilaisia kokeiluja. Käyttämällä kymmenen PV:n sijaan vain yhtä PV-arvoa analyyysin riippuvana muuttujana

voidaan suorittaa harhaton analyysi siinä mielessä, että tunnuslukujen varianssit ja keskivirheet eivät aliarvioidu. Toki analyysituloksella on tällöin vain approksimaatio sille tulokselle, joka saataisiin kymmenen PV-arvon oikeaoppisella moni-imputaatioanalyysillä. Saatujen kokemusten mukaan yhdellä PV:llä saatu likimääräinen tulos on sisällöllisten päätelmien tekemiseen kuitenkin yleensä varsin hyvä. Sen sijaan PV-arvojen keskiarvon käyttäminen tilastollisissa analyyseissä selitettävänä muuttujana johtaisi varianssien ja keskivirheiden aliarviointiin ja tulosten näennäiseen tarkkuuteen.

Koska PISA-aineisto kerätään verraten mutkikkaalla kaksivaiheisella otanta-asetelmalla, sen asianmukainen analysointi edellyttää tämän asetelman huomioon ottavia menetelmiä. Otanta-asetelmasta johtuen eri koulut ja oppilaat niiden sisältä poimitaan vaihtelevilla todennäköisyyksillä, mikä saattaa aiheuttaa vääristymää lopullisen oppilasotoksen kokoonpanoon. Tämän korjaamiseksi on PISAn data-analyyseissä syytä käyttää otantapainoja ruutiinomaisesti. Tarvittavat painomuuttujat on laskenut ETS, ja ne ovat valmiiksi saatavilla PISA-datoissa. Erityisen oleellista on ottaa huomioon se, että oppilasaineisto on klusteroitunut, toisin sanoen saman koulun oppilaat muistuttavat toisiaan jossain määrin enemmän kuin eri kouluista satunnaisesti poimitut oppilaat. Tähän liittyen heidän tuloksensa eivät välttämättä ole toisistaan riippumattomia: heillä on sama kouluympäristö, samat opettajat, usein sama asuinalue jne. Oppilaiden klusteroitumisen astetta mitataan ns. sisäkorrelaatiolla (intra-cluster correlation), joka saa arvoja väliltä 0–1. Positiivinen sisäkorrelaatio tarkoittaa, että koulun oppilaat ovat homogeenisempia kuin täysin satunnaiset oppilaat – sitä enemmän, mitä suurempi korrelaation arvo on. Ääritapauksessa oppilaiden tulokset ovat täysin identtiset. Tällöin homogeenisuus on täydellinen ja sisäkorrelaation arvo on 1. Jos sisäkorrelaatio on nolla, koulun oppilaat ovat toisistaan riippumattomat eikä homogeenisuutta havaita. Suomessa, jossa koulujen väliset erot ovat kansainvälisesti ottaen vähäisiä, myös saman koulun oppilaiden homogeenisuus on verraten vähäistä. Suomessa sisäkorrelaatio on koulututkimuksissa, myös PISAssa, tyyppillisesti suuruusluokkaa

0,05–0,10. Kouluilla on Suomessakin oppilaita homogeenisoivaa vaikutusta, mutta tämä on varsin lievää.

Vaikka oppilaiden klusteroituminen on Suomen kouluaineistoissa hyvin vähäistä, sen huomiotta jättäminen vääristää tilastollisten analyysien tuloksia, koska saman koulun oppilaat eivät ole toisistaan riippumattomia. Yleiset tilastolliset perusmenetelmät olettavat, että havaintoyksiköt ovat täysin riippumattomia, ja jos tämä ehto ei ole voimassa, saatavat tulokset ovat näennäisen tarkkoja ja analyysit näennäisen voimakkaita (tunnuslukujen keskiarvot aliestimoituvat – sitä enemmän, mitä voimakkaampi on sisäkorrelaatio). PISAn kaltaista kaksitasoisella otanta-asetelmalla kerättyä klusteroitunutta aineistoa voidaan analysoida luotettavasti kahdella vaihtoehdoisella lähestymistavalla. Ensimmäinen on ns. malliperusteinen (model-based) lähestymistapa, jonka tyypillisiä esimerkkejä ovat monitasomallit (multilevel models). Niissä aineiston hierarkkisuus ja klusteroituneisuus hoidetaan mallintamalla aineisto sopivasti. Toinen, laajojen kansainvälisten arviointitutkimusten yhteydessä suosittu tapa on käyttää tilastollisissa analyyseissä erityisiä survey-menetelmiä. Näiden alle luetaan ns. asetelma-perusteiset (design-based) varianssin estimointimenetelmät, joihin muun muassa kuuluu tilastotieteen piirissä tunnettu jackknife-lähestymistapa. Sen eräs variaatio on ns. Fay-modifioitu Balanced Repeated Replication (BRR)-menetelmä, joka on PISA-konsortion suosittu ja tukema varianssin estimointimenetelmä (OECD 2009a, luku 4).

Jackknife on idealtaan yksinkertainen lähestymistapa varianssin estimointiin laskennallisesti muutoin hankalissa tilanteissa. Se on sovellettavissa monenlaisiin tilanteisiin, eikä se edellytä aineistolta minkäänlaista jakaumaoletusta (kuten normaalijakaumaa) toisin kuin malliperusteiset menetelmät. Jackknifen perusidea on uusiokäyttää jo poimittua otosta poistamalla siitä yksi havainto ja laskemalla sen jälkeen haluttu tunnusluku. Tätä toistetaan käymällä koko aineisto läpi siten, että siitä poistetaan vuoron perään eri havainto. Näin saadaan joukko ns. replikaattidatatoja, jotka eroavat toisistaan vain yhden havainnon osalta. Jokaisesta replikaattidatasta lasketaan samalla tavalla sama tunnusluku, jonka arvo

vaihtelee hieman datasta toiseen. Näiden arvojen varianssilla estimoidaan alkuperäisestä kokonaisesta aineistosta lasketun tunnusluvun (otanta)varianssia. PISAssa käytetty Fay-modifioitu BRR-menetelmä on jackknife-idean muunnelma, jossa sen sijaan, että aineistosta poistettaisiin vuoron perään yksi havainto, havaintoyksiköiden otantapainoja varioidaan vuoron perään tietyn systeemin mukaan siten, että alkuperäisestä datasta tuotetut replikaattidatat eroavat toisistaan vain havaintojen otantapainojen osalta. Nämä replikaattidatat sisältävät siis täsmälleen samat alkuperäiset havainnot, ainoastaan näiden otantapainoissa eli ns. replikaattipainoissa on eroja. Jokaisesta replikaattidatasta lasketaan sen replikaattipainoja käyttäen sama tunnusluku, ja saatujen tunnuslukujen varianssilla estimoidaan halutun alkuperäisen tunnusluvun varianssia jackknife-periaatteen mukaisesti.

BRR-menetelmä varioi replikaattipainoja PISAn kaksitasoisista, koulu- ja oppilasotannoista koostuvaa otanta-asetelmaa noudattaen. Siten asetelman ominaisuudet, mukaan lukien oppilaiden klusteroituminen, tulevat varianssien ja keskivirheiden laskennassa täysin huomioiduksi. PISA-konsortio on laskenut julkaistuihin PISA-datoihin BRR-estimoinnissa tarvittavat replikaattipainot valmiiksi. Näitä on aineistossa 80 kpl, toisin sanoen PISAn käyttämä BRR-estimointi perustuu 80:een valmiiksi muodostettuun replikaattidataan.

Koska PISA-tutkimuksia toistetaan kolmen vuoden välein, eri vuosien väliset muutostrendit ovat kiinnostuksen kohteena. Kuten jo aiemmin todettiin, eri vuosien PISA-tulokset pystytään skaalaamaan yhdenmukaiselle asteikolle hyödyntämällä ns. linkki- tai trenditehtäviä, joita käytetään useilla PISA-kierroksilla peräkkäin. Kaikki tehtävät eivät ole kuitenkaan samoja peräkkäisilläkään PISA-kierroksilla. Samoin tehtävien vaikeustasoissa voi tapahtua muutoksia vuosien välillä. Siten lukutaidon, matematiikan tai luonnontieteiden osaamisen mittareita ei voida pitää täysin identtisinä PISA-kierroksesta toiseen, mikä aiheuttaa muutostrendeihin ylimääräistä vaihtelua ja päätelmiin lisäepävarmuutta. Tämän vuoksi eri PISA-vuosien välisiä muutoksia mittaavien tunnuslukujen (tavallisesti keskiarvoerojen) keskivirheisiin tulee

lisätä vielä ylimääräinen komponentti, niin sanottu linkitysvirhe (linking error). PISA-konsortio on laskenut keskiarvovertailuihin liittyvien linkitysvirheiden numeeriset arvot valmiiksi kaikille tärkeimmille arviointialueille (lukutaito, matematiikka, luonnontieteet) eri PISA-kierrosten välisissä trendianalyyseissä käytettäväksi. Vuoden 2015 vertailuissa tarvittavat linkitysvirheiden arvot on julkaistu OECD:n PISA 2015 -raportin liitteessä (OECD 2016, Annex A5, taulukko A5.2).

Australialainen ACER-tutkimuslaitos on tuottanut PISA-aineistojen analysointia varten SAS- ja SPSS-tietokoneohjelmistojen yhteydessä käytettävissä olevia makroja. Makrot suorittavat sekä PV-arvojen moni-imputointianalyysin että BRR-varianssiestimoinnin edellä kuvatulla tavalla. Niillä voidaan laskea perustunnuslukuja sekä suorittaa regressio-, varianssikomponentti- ja sekamallianalyysyjä. Tietoa näistä makroista saa OECD:n julkaisemista data-analyysioppaista (OECD 2009a; OECD 2009b). Uudempi vaihtoehto on käyttää muun muassa PIRLS- ja TIMSS-tutkimuksia toteuttavan IEA-järjestön Data Processing Centerin rakentamaa IDB Analyzer ohjelmistoa<sup>2</sup>, joka toimii SPSS- ja SAS-ympäristöissä ja jolla voidaan toteuttaa valikkopohjaisesti edellä kuvatun kaltaisia data-analyysyjä paitsi PISA-aineistoille myös monien muiden kansainvälisten arviointitutkimusten (PIRLS, TIMSS, PIAAC, TALIS, ICCS) aineistoille.

## Lopuksi

Kansainvälisten arviointitutkimusten kuten PISAn metodologia kattaa hyvin monenlaisia aihealueita. Koululaisia tai opiskelijoita koskevissa arvioinneissa sovelletaan poikkeuksetta hierarkkista ryväsotanta-asetelmaa, jossa ensin poimitaan kouluja ja sen jälkeen kokonaisia luokkia tai yksittäisiä koulun oppilaita. Aineiston kansallisen edustavuuden varmistamiseksi kouluotanta toteutetaan ositettuna otantana. Ositetulla ryväsotannalla kerätyn aineis-

---

2. Ohjelmisto on ladattavissa osoitteesta <http://idbanalyzerv3.software.informer.com/3.1/>

ton pätevä tilastollinen analyysi edellyttää otanta-asetelman mukaisia menetelmiä; tavallisimmat perusmenetelmät (esimerkkeinä vaikkapa keskiarvojen t-testi tai yksisuuntainen varianssianalyysi) eivät sellaisenaan sovellu. Analyysimenetelmien tulee pystyä ottamaan huomioon sekä asetelmasta johtuvat havaintoyksiköiden vaihtelevat poimintatodennäköisyydet että havaintoaineiston hierarkkisuus ja samaan kouluun kuuluvien oppilaiden korreloituneisuus – kaikki nämä seikat ovat tilastollisten perusmenetelmien oletusten vastaisia. Arviointiaineistojen kerääminen ja menestyksellinen analysointi edellyttävätkin otantamenetelmien, survey-tilastotieteen ja siihen kuuluvien asetelmaperusteisten analyysimenetelmien hallintaa.

Arviointitutkimusten koejärjestelyt ovat monimutkaisia. Tutkimusten päätavoite on tuottaa mahdollisimman kattavaa ja luotettavaa tietoa koulutusjärjestelmän alaisuuteen kuuluvien oppilaiden osaamisen jakautumisesta. Tästä seuraa, että yksittäisten oppilaiden osaamisen arviointiin ei kiinnitetä suurta huomiota, vaan metodiset valinnat tähtäävät kansallisen osaamistason ja vaihtelun kokonaisvaltaiseen määrittämiseen. Kokonaisvaltainen arviointi edellyttää esimerkiksi sitä, että kansalliseen otokseen valittu oppilasjoukko saa tehdä laajan valikoiman koetehtäviä, jotka vaihtelevat sekä aihepiireiltään että vaikeustasoiltaan. Koska kokeeseen käytettävä aika on syytä pitää kohtuullisena, yksi oppilas voi tehdä vain suppean osan kaikista mahdollisista tehtävistä. Hajauttamalla tehtävät siten, että eri oppilaat tekevät eri tehtäviä, ja kokoamalla näin saadut koetulokset yhteen saadaan monipuoliseen tehtäväkokoelmaan perustuva kansallisen tason osaamisarvio kohtuullisessa koeajassa. Kokeen luotettavuus ja kansallisen tason harhattomuus edellyttävät monien seikkojen suhteen tasapainoista koejärjestelyä. Erityyppisiä tehtäviä tulee esiintyä kokeessa riittävän paljon ja tasaisesti: mikään aihepiiri ja vaikeustaso ei saisi olla aineistossa yli- tai aliedustettu. Myös yhden oppilaan tulee saada tehdä (kohtuuden rajoissa) mahdollisimman monen tyyppisiä tehtäviä. Tehtäväkombinaatioiden tulee olla tasapainoisia siten, että mitkään tehtävätyypit eivät esiinny liian usein tai liian harvoin yhdessä. Myös tehtävien järjestys tulee tasapainottaa.

On tavallista, että oppilaan suoriutuminen heikkenee koeajan loppua kohti. Siksi koejärjestelyllä tulee huolehtia, että kaikkia tehtävyytyyppejä ja aihealueita esiintyy tasaisesti kokeen alku- ja loppupuolella.

PISA-tulosten laskenta perustuu keskeisesti Bayes-tilastotieteeseen. Siinä oppilaiden osaamiselle asetetaan priorijakauma, joka on etukäteisoletus osaamisjakauman muodosta. PISAssa ja muissa arviointitutkimuksissa tämä jakauma on normaalijakauma: on realistista olettaa, että oppilaiden latentti osaaminen jakautuu kansallisessa kohdepopulaatiossa Gaussin käyrän tavoin. Kun oppilaan kokeessa osoittama osaaminen on arvioitu (ts. koetehtävät on pisteytetty ja tehtävien vaikeustasot on huomioitu), priorijakauma päivittyy posteriorijakaumaksi, josta kaikki kansalliset (ja erilaisia osajoukkoja koskevat) PISA-tulokset voidaan johtaa. Posteriorijakauman määrittämisessä hyödynnetään koetulosten ohella suurta joukkoa taustamuuttujia. Näin posteriorijakauma saadaan myös taustamuuttujien suhteen niin edustavaksi kuin sen kerätyn aineiston perusteella on mahdollista. Posteriorijakauma antaa arvion oppilaiden todennäköisestä osaamistasosta, kun tiedetään, miten he onnistuivat tekemissään vaikeustasoltaan ja erottelukyvyltään tunnetuissa tehtävissä.

Kansallisten tulosten määrittämisessä käytetään edellä mainittuja asetelmaperusteisia menetelmiä sekä ns. moni-imputointiin perustuvaa laskentatapaa. Menetelmävalintojen johtavana ajatuksena on ottaa aidosti huomioon kaikki se epävarmuus, joka liittyy latentin osaamisen arviointiin rajallisella kokeella ja otoksella, ja estää näin kansallisen osaamisen vaihtelun aliarviointi (ja samalla tulosten tarkkuuden yliarviointi).

PISA-tutkimukset ovat saaneet osakseen kritiikkiä niin ulkoilla kuin Suomessakin. Suuri osa kritiikistä kohdistuu tulosten tulkintaan ja tehtyihin johtopäätöksiin, mutta myös laskentamethodet on kyseenalaistettu. Kansallisten posteriorijakaumien keskiarvojen perusteella laaditut maiden rankinglistat ovat saaneet paljon huomiota. Vaikka suurin osa PISA-tulosten saamista julkisuudesta lieneekin kohdistunut näihin listoihin, ne eivät kuitenkaan ole se päämäärä, johon PISA-tutkimusten tekemisellä pyritään.



Mikään PISAn metodinen valinta ei tähtää maiden paremmuusjärjestyksen määrittämiseen. Rankinglistat ovat kansainvälisten tulosten yksi sivutuote, joka ei tutkimuksellisesta näkökulmasta lainkaan kuulu tärkeimpien joukkoon. Rankinglistoihin vaikuttaa sitä paitsi oleellisesti se, mitkä maat ovat kulloisellakin kierroksella osallistuneet tutkimukseen.

PISAn oppilaskyselyjen luotettavuutta on myös epäilty, ja tälle kritiikille onkin jossain määrin aihetta. On huomattu, että etenkin heikoimmin kokeessa menestyneillä oppilailla on taipumusta vastata kysymyksiin ristiriitaisesti ja huolimattomasti tai jättää kokonaan vastaamatta. Näyttää myös siltä, että yllättävän moni nuori ei tiedä esimerkiksi vanhempiensa koulutustasoa.

PISA-tulosten perusteella on usein haluttu tehdä päätelmiä maiden koulutusjärjestelmistä ja erityisesti niissä tehtyjen uudistusten vaikuttavuudesta. Tällaiset päätelmät ovat kuitenkin helposti hätiköityjä. Etenkin kahden peräkkäisen PISA-kierroksen välinen kolmen vuoden jakso on liian lyhyt, jotta koulutuspolitiikassa tehtyjen muutosten mahdollinen vaikutus näkyisi tuloksissa. (Borman kumppaneineen (2003) on arvioinut, että uudistusten näkyminen oppimistuloksissa vie tyypillisesti 8 vuotta). Lisäksi koulutusjärjestelmien ohella muussa yhteiskunnassa tapahtuu paljon muutoksia, joilla kaikilla voi olla oma yhteytensä heikkeneviin tai paraneviin oppimistuloksiin. PISA-tutkimukset ovat sarja poikkileikkaustutkimuksia, eikä niiden avulla voida tehdä kausaalipäätelmiä. Tehtyjen uudistusten vaikuttavuutta on vaikea arvioida, koska samalta ajanjaksolta ei samasta maasta ole käytettävissä kontrolliaineistoa: millaista tulosten kehitys olisi ollut, jos uudistuksia ei olisi tehty. PISA-tulokset kertovat sangen luotettavasti, mikä on maan tai koulutusjärjestelmän senhetkinen tila PISA-kokeen testaamalla oppimistuloksilla mitattuna.

PISAssa käytettyjä tilastollisia menetelmiä, erityisesti osioanalyysimalleja, ovat kritisoineet muun muassa tanskalaiset Kreiner ja Christensen (2014). Tosin he keskittyvät tarpeettoman paljon tulosten käyttöön maiden rankinglistojen laadinnassa. PISAssa alun perin käytetyn Raschin osioanalyysimallin rajoitukset ovat kiistatomat, ja PISA-konsortio siirtyikin sittemmin käyttämään Raschin

mallia joustavampaa 2PL-osioanalyysimallia. PISAn keräämän aineiston valtava koko aiheuttaa kuitenkin ongelmia minkä tahansa tilastollisen mallin sovittamiseen: on tunnettua, että riittävän suuressa aineistossa sisällölliseltä kannalta merkityksetönkin poikkeama saadaan tilastollisesti merkitseväksi. Siten hyvin suureen aineistoon on käytännössä mahdoton löytää tilastollista mallia, joka sopisi siihen täydellisesti. Aineiston suuruus vaikuttaa myös siihen, että edistyneempien, entistä moniparametrisempien ja sen myötä aineistoon paremmin sopivien mallien vaatima laskentakuorma tulee käytännössä kohtuuttoman raskaaksi (vrt. Kreiner 2011). Toisaalta aineiston suuri koko ja varsinkin tehtävien suuri määrä auttavat kuitenkin lieventämään osioanalyysimallin mahdollisista puutteista johtuvia ongelmia – aineiston eri osissa esiintyvät virheet keskimääräistyvät pois. Tätä havainnollistaa se, että laskettaessa aiempien PISA-kierrosten tulokset sekä vanhalla että uudella mallilla tulosten väliset erot mahtuivat tilastolliseen virhemarginaaliin (OECD 2016, Annex A5). PISA-konsortion metodologisesta kehittämistyöstä vastaava ETS-tutkimuslaitos on suhtautunut vakavasti PISAn metodeja koskevaan kritiikkiin ja tehnyt laajoja kokeita erilaisilla malleilla ja laskentatavoilla. Todella vakavia, virheellisiin päätelmiin johtaneita puutteita ei PISAssa käytetyistä menetelmistä ole toistaiseksi löydetty.

Vaikka PISA-tutkimuksia hallinnoiva OECD ei ole tiedemaailmassa toimiva taho, se hyödyntää kaikessa PISA-tutkimuksiin liittyvässä toiminnassa aina tehtävien laadinnasta lopullisen datan analysointiin korkean tason akateemista asiantuntemusta. Käytettyä metodologiaa – sekä laskentamalleja että koejärjestelyjä – kehitetään PISA-konsortiossa jatkuvasti. Esimerkkinä tästä mainittakoon, että PISA 2018 -tutkimuksessa otetaan ensimmäisiä askelia adaptiivisen koejärjestelyn suuntaan. Siinä oppilaan saamat tehtävät määräytyvät kokeen kuluessa sen mukaan, miten hän onnistuu kokeen alussa tekemissään tehtävissä. Ajatuksena on määrittää yksittäisen oppilaan osaamisen taso entistä tarkemmin esimerkiksi siten, että hyvää osaamista osoittaneen oppilaan ei tarvitse käyttää koeaikaa hänelle selvästikin liian helppojen tehtävien tekemiseen. Toinen esimerkki on vuoden 2015 PISAssa käyttöön

otettu uudistus, jossa muutostrendien määrittämisessä tarvittavien linkkitechävien vaikeustasojen skaalaamisessa käytetään hyväksi edellisen PISA-kierroksen datan lisäksi myös aikaisempien kierrosten dataa. Vaikka PISA-tutkimukset eivät ole täydellisiä ja niistä löytyy – kaikkien muiden empiiristen tutkimusten tavoin – kritisoitavaa, niiden aineistot kuuluvat varauksetta luotettavimpien ja korkeatasoisimpien koulutustutkimuksen piirissä saatavilla olevien aineistojen joukkoon.

## Lähteet

- Ahola, S., Neittaanmäki, R. & Hirvelä, T. 2016. Puheen ymmärtämisen tehtävien taitotasolle asettaminen yleisissä kielitutkinnoissa. Teoksessa A. Huhta & R. Hildén (toim.). *Kielitaidon arviointitutkimus 2000-luvun Suomessa*. AFinLA-e: Soveltavan kielitieteen tutkimuksia 9. Suomen soveltavan kielitieteen yhdistys.
- de Ayala, R. J. 2009. *The theory and practice of item response theory*. New York: Guilford Press.
- Borman, G. D., Hewes, G. M., Overman, L. T. & Brown, S. 2003. Comprehensive school reform and achievement: a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 73, 125–230.
- Goldstein, H. 2010. *Multilevel statistical models*. 4<sup>th</sup> edition. Chichester: Wiley.
- Kaftandjieva, F. 2010. *Methods for Setting Cut Scores in Criterion-referenced Achievement Tests*. A comparative analysis of six recent methods with an application to tests of reading in EFL. European Association for Language Testing and Assessment. Arnhem: Cito.
- Kreiner, S. 2011. *Is the foundation under PISA solid? A critical look at the scaling model underlying international comparisons of student attainment*. Research report 11/1, Department of Biostatistics, University of Copenhagen.
- Kreiner, S. & Christensen, K. B. 2014. Analyses of model fit and robustness: a new look at the PISA scaling model underlying rankings of countries according to reading literacy. *Psychometrika*, 79, 210–231.
- Lehtonen, R. & Pahkinen, E. 2004. *Practical methods for design and analysis of complex surveys*. Chichester: Wiley.
- van der Linden, W. J. (toim.) 2016a. *Handbook of item response theory*. Volume one: models. Boca Raton, FL: CRC Press.
- van der Linden, W. J. (toim.) 2016b. *Handbook of item response theory*. Volume two: statistical tools. Boca Raton: CRC Press.
- Mislevy, R. J. 1985. Estimation of latent group effects. *Journal of American Statistical Association*, 80, 993–997.
- OECD. 2009a. *PISA Data Analysis Manual*. SAS Second Edition. Paris: OECD Publishing.

- OECD. 2009b. PISA Data Analysis Manual. SPSS Second Edition. Paris: OECD Publishing.
- OECD. 2014. PISA 2012 technical report. <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2012technicalreport.htm>.
- OECD. 2016. PISA 2015 results (Volume I): Excellence and equity in education. Paris: OECD Publishing.
- OECD. 2017. PISA 2015 technical report. Julkaisematon käsikirjoitus.
- Olsen, R. V. & Nilsen, T. 2017. Standard setting in PISA and TIMSS and how these procedures can be used nationally. Teoksessa S. Blömeke & J. E. Gustafsson (toim.) Standard setting in education: the Nordic countries in an international perspective. New York: Springer.
- Rogers, A., Tang, C., Lin, M.-J. & Kandathil, M. 2006. DGROUP computer software. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Rubin, D. B. 1987. Multiple imputation for nonresponse in surveys. New York: Wiley.
- Rutkowski, L., von Davier, M. & Rutkowski, D. (toim.) 2014. Handbook of international large-scale assessment. Background, technical issues and methods of data analysis. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Snijders, T. A. B. & Bosker, R. J. 2012. Multilevel analysis. 2<sup>nd</sup> edition. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Wu, M. 2005. The role of plausible values in large-scale surveys. *Studies in Educational Evaluation*, 31, 114–128.

## Kirjoittajat

Arto K. Ahonen, KT

yliopistotutkija

PISA 2018 -tutkimuksen kansallinen koordinaattori

Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopisto

Kaisa Aunola, PsT

professori

Psykologian laitos, Jyväskylän yliopisto

Heidi Harju-Luukkainen, KT, dosentti (Helsingin yliopisto)

osa-aikainen professori,

Rossier School of Education,

University of Southern California (USC)

Jarkko Hautamäki, PsT, dosentti (Itä-Suomen yliopisto)

professori emeritus

Koulutuksen arviointikeskus, Helsingin yliopisto

Jenna Hiltunen, FM, väitöskirjatutkija

projektitutkija

Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopisto

Kalle Juuti, KT, dosentti (Helsingin yliopisto)

apulaisprofessori

Kasvatustieteellinen tiedekunta, Helsingin yliopisto

Sanna Juutinen, FT

yliopistonopettaja

Informaatioteknologian tiedekunta, Jyväskylän yliopisto

Tuire Koponen, PsT

yliopistotutkija

Kasvatustieteiden ja psykologian tiedekunta, Jyväskylän yliopisto

Tommi Kärkkäinen, FT  
professori  
Informaatioteknologian tiedekunta, Jyväskylän yliopisto

Antti Lehtinen, FT  
yliopistonopettaja  
Opettajankoulutuslaitos, Jyväskylän yliopisto

Kaisa Leino, FT  
yliopistotutkija  
Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopisto

Kari Nissinen, FT  
yliopistotutkija  
Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopisto

Eija Puhakka, FM  
suunnittelija  
Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopisto

Jonna Pulkkinen, KM, väitöskirjatutkija  
projektitutkija  
Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopisto

Ilkka Ratinen, FT, KT, dosentti (Jyväskylän yliopisto)  
apulaisprofessori  
Kasvatustieteellinen tiedekunta, Lapin yliopisto

Juhani Rautopuro, KT, dosentti (Helsingin yliopisto)  
apulaisprofessori  
Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopisto

Mirka Saarela, FT  
tutkijatohtori  
Informaatioteknologian tiedekunta, Jyväskylän yliopisto

Jonna Salminen, KT  
tutkijatohtori  
Kasvatustieteiden laitos, Jyväskylän yliopisto

Asko Tolvanen, FT  
professori  
Ihmistieteiden metodikeskus,  
Kasvatustieteiden ja psykologian tiedekunta, Jyväskylän yliopisto

Laura Tuohilampi, KT  
yliopistonlehtori  
Opettajankoulutuslaitos, Helsingin yliopisto

Mari-Pauliina Vainikainen, FT, dosentti (Helsingin yliopisto)  
apulaisprofessori  
Kasvatustieteiden tiedekunta, Tampereen yliopisto  
Koulutuksen arviointikeskus, Helsingin yliopisto

Jouni Vettenranta, MMT  
yliopistotutkija  
Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopisto

Raimo Vuorinen, KT, dosentti (Islannin yliopisto)  
projektipäällikkö  
Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopisto