

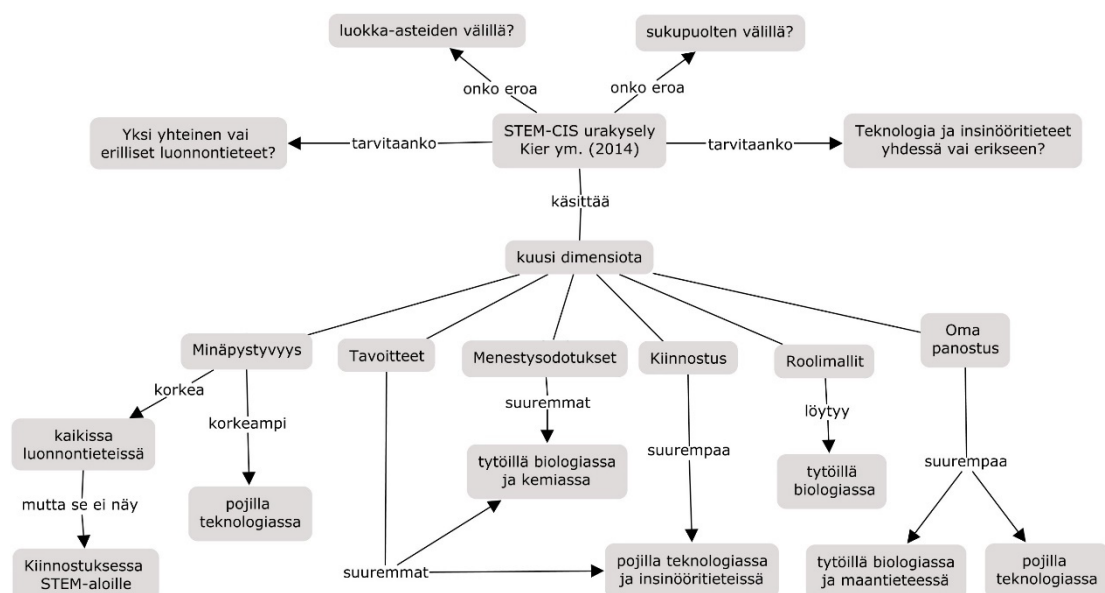
Mitä kansainvälinen STEM Career Interest Survey [STEM-CIS] urakysely kertoo yläkoululaisten suuntautumisesta STEM-aloille?

Päivi Hannele Tomperi

Kasvatustieteiden ja psykologian tiedekunta, Oulun yliopisto

Tutkimuksen tavoitteena oli testata ja tutkia kansainvälisen STEM-CIS urakyselyn soveltuvuutta yläkoululaisille Suomessa. STEM-CIS urakysely perustuu sosio-kognitiiviseen urateoriaan (the *Social Cognitive Career Theory* [SCCT]) ja sen validoidut dimensiot selittävät nuorten suuntautuneisuutta STEM-aloille. Suomalaisessa versiossa alkuperäinen *science* jaettiin neljään luonnontieteeseen: Biologia, kemia, maantiede ja fysiikka. Oppilaat (N=108) vastasivat sähköiseen kyselyyn 5-portaisella Likert-asteikolla. Koska data ei ollut normaalisti jakautunut, käytettiin parametrittömiä menetelmiä sen kvantitatiivisessa analyysissä. Ordinaalisella logistisella regressionalyysillä tutkittiin eri dimensioiden keskinäistä selitysoimaa STEM-aineisiin suuntautumisessa. Sekä tytöillä että pojilla minäpystyvyydet olivat korkeita kaikissa neljässä luonnontieteessä mutta se ei näkynyt kiinnostuksessa näille aloille. Sukupuolten välillä oli ero erityisesti biologiassa tyttöjen eduksi ja teknologiassa poikien eduksi. Poikien suuntautumista teknologiaan selittivät minäpystyvyys ja kiinnostus urateorian mukaisesti, kun taas tyttöjen suuntautumista biologiaan selittivät menestysodotukset ja roolimallit. 8.- ja 9.-luokkalaisten välillä oli ero erityisesti matematiikassa 9.-luokkalaisten eduksi ja maantieteessä 8.-luokkalaisten eduksi.

Asiasanat: STEM-CIS, SCCT, sukupuoli, luokka-aste, kvantitatiivinen analyysi



1 Taustaa

Tässä tutkimuksessa on testattu kansainvälistä STEM-CIS urakyselyä vapaaehtoisilla 7–9-luokkalaisilla kahdessa oululaisessa koulussa, jotka osallistuivat kansainväliseen *Development of common approaches to involvement youth into science and technical sphere – Be Tech!* projektiin vuosina 2018–2021. Lyhenne STEM tulee sanoista luonnontiede (Science), teknologia (Technology), insinööritieteet (Engineering) ja matematiikka (Mathematics). Innostimme projektissa nuoria luonnontieteiden ja matematiikan opiskeluun tavoitteena herättää kiinnostusta STEM-alojen työuria kohtaan Pohjois-Kalotin alueella Suomessa, Norjassa ja Venäjällä (projektin kotisivut <https://www oulu.fi/edu/betech>). Alkuperäinen kysely sisältää neljä osiota, joista yksi on yhteinen luonnontiede, mutta tässä tutkimuksessa laadittiin erilliset kysymykset koulun eri luonnontieteiden oppiaineille eli biologiasta, maantieteestä, fysiikasta ja kemiasta. STEM-CIS urakysely on validoitu mittaamaan yläkouluikäisten nuorten kiinnostusta opiskella STEM-aineita ja valita ura STEM-aloilta sekä tekijöitä, jotka vaikuttavat tämän kiinnostuksen heräämiseen (Kier ym., 2014). Kyseilyn tuloksista on *BeTech!*-projektissa laadittu tieteellinen artikkeli kansainvälisellä aineistolla (Tomperi ym., 2022).

STEM-lyhenne viittaa tässä tutkimuksessa eri tieteenaloihin tai oppiaineisiin koulussa eikä STEM-pedagogiikkaan, joka on lähestymistavaltaan samanaikaisesti eri oppiaineita yhdistävää (tieteidenvälistä), yhteen lisäävää (monitieteistä) ja kattavaa (poikkitieteellistä) (White & Delaney, 2021). STEM-pedagogiikka voi tuottaa kokonaisvaltaista ymmärrystä ja tietoa, jota ei olisi mahdollista tuottaa vain yhdestä oppiaineesta käsin. Valtakunnallisessa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa [POPS] (Opetushallitus, 2014) olevalla laaja-alaisella osaamisella tarkoitetaan tietojen, taitojen, arvojen, asenteiden ja tahdon muodostamaa kokonaisuutta. Yksi tapa laaja-alaisen osaamisen vahvistamiseen ovat monialaiset oppimiskokonaisuudet eli eri oppiaineiden tavoitteita yhdistävät riittävän laajat oppimiskokonaisuudet, joiden avulla oppilaat voivat ymmärtää ympäröivän maailman ilmiöitä. STEM- tai STEAM-toiminta koulussa on siis vaihtoehto toteuttaa monialaista oppimiskokonaisuutta, kun huomioidaan tämän pedagogiikan erityispiirteet.

Koulutuspoliittisten toimijoiden, tutkijoiden sekä työ- ja elinkeinoelämän yhteistyönä on tehty vuosien varrella erilaisia määrittelyjä siitä, millaista laaja-alaista osaamista Euroopassa tarvitaan uudella vuosituhanella, esimerkiksi Euroopan

unionin ja Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestön OECD:n mallit *avaintaidoista* tulevaisuuden taitoina (DeSeCo, 2005; Euroopan komissio, 2019). Mallit toimivat käytännössä koulutuksen kansallisina ohjausdokumentteina, kuten opetus-suunnitelmina eri maissa (Vainikainen & Nilivaara, 2022). Euroopan komissio (2019) määrittelee kahdeksan eri avaintaitoa, joista yksi on matematiikan sekä luonnontieteiden, teknologian ja insinööritieteiden taidot, mutta oppiainepohjainen osaaminen nähdään edelleen tärkeänä oppiainerajat ylittävien taitojen ohella. Insinööritieteet ja teknologiat soveltavat luonnontieteellistä tietoa ja menetelmiä käytännönläheisesti, joten niiden tuotokset voivat olla oppilaille tutumpia kuin luonnontieteellinen tieto.

Euroopan komission mukaan luonnontieteiden opetuksen tavoitteena on vastuullisen kansalaisuuden ja tieteellisen lukutaidon (literacy) lisäksi myös nuorten houkuttelemisen STEM-opintoihin ja STEM-uralle (Hazelkorn ym., 2015). Hyvinvointiyhteiskunnan säilyminen edellyttää ekologisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestävästä kasvusta. Kohtaamamme haasteet vaativat monitieteistä tieteellistä ajattelua ja yhteisöllistä toimintaa. Ilmastonmuutoksen ja koronapandemian kaltaiset monimutkaiset ilmiöt ovat helpommin ymmärrettävissä, kun tietoa osaa arvioida ja sen pohjalta pohtia omaa toimintaansa. Opetuksen tehtävänä on kehittää kestävästä elämäntapaa (Opetushallitus, 2014). Ekososiaalinen sivistyskäsitys on tiedeperustainen käsitys siitä, kuinka jätämme hyvät elinmahdollisuudet tuleville sukupolville. Salosen (2014) mukaan tärkeintä on huolehtia ekologisista kysymyksistä, jotta elämän mahdollisuudet säilyvät, toiseksi tärkeintä on puolustaa arvokasta elämää ihmisoi-keuksien toteutumisen vaatimuksella ja kolmanneksi tärkeintä on ylläpitää vakaata taloutta rajallisten voimavarojen jakamiseksi tehokkaasti kaikkien ihmisten perustarpeiden tyydyttämiseksi (Salonen, 2014).

Viime aikoina tutkijat ovat olleet huolissaan siitä, että vaikka työelämä on murroksessa ja monet ammatit häviämässä automaation vuoksi, 15-vuotiaiden ammatilliset toiveet ovat muuttuneet vain vähän vuodesta 2000, jolloin esimerkiksi sosiaalinen media, 3D-tulostus ja tekoäly eivät olleet lyöneet vielä itseään läpi (Mann ym., 2020). Myös ero tyttöjen ja poikien välillä kiinnostuksessa teknologiaa ja insinööritieteitä kohtaan elää sitkeästi. Suomessa sukupuolen mukainen segregatio on voimakasta ja sitä pidetään keskeisenä selittävänä tekijänä sukupuolten välisille palkkaeroille ja naisten alhaisemmille eläkkeille (Hägglund & Leuze, 2021). POPS (Opetushallitus, 2014, 513) edellyttää, että ”*Oppilaita kannustetaan pohtimaan ja ky-*

seenalaistamaan koulutukseen ja ammatteihin liittyviä ennakkokäsityksiään ja tekemään valintansa ilman sukupuoleen sidottuja roolimalleja”. Tutkimusten mukaan erot sukupuolten välillä kiinnostuksessa STEM-alojen työuria kohtaan liittyvät osittain oppilaiden virheellisiin käsityksiin siitä, että näissä ammateissa ei työskenneltäisi ihmisten kanssa tai ei autettaisi muita ihmisiä (Diekman ym., 2010; Konrad ym., 2000).

Vihreä siirtymä, ilmastonmuutos ja luonnon monimuotoisuuden häviäminen ovat esimerkkejä todellisista ongelmista, joiden ratkaisemisessa tarvitaan osaamista juuri STEM-aloilla ja tulevaisuuden osaajien löytymisen edellytyksenä on, että mahdollisimman moni nuori näkee STEM-uran itselleen houkuttelevana ja mielekkäänä vaihtoehtona. Ne oppilaat, jotka ovat saaneet kokemuksia tutkimuksellisesta lähestymistavasta (*inquiry*) luonnontieteiden opiskelussa, ovat kiinnostuneempia luonnontieteistä ja alttiimpia valitsemaan itselleen STEM-uran (esim. Kang & Keinonen, 2018). POPS (Opetushallitus, 2014) edellyttääkin luonnontieteiden opetuksessa ja opiskelussa tutkimuksellista lähestymistapaa, joka toisaalla nähdään myös yleisesti hyödylliseksi lähestymistavaksi työelämätaitojen oppimisessa, sillä *”toiminnallisissa opiskelutilanteissa oppilaat voivat oppia suunnittelemaan työprosesseja, asettamaan hypoteeseja, kokeilemaan erilaisia vaihtoehtoja ja tekemään johtopäätöksiä”* (Opetushallitus, 2014, 22). POPS tunnistaa tarpeen ohjata oppilaita vuorovaikutukselliseen oppimiseen, jossa tehdään töitä yhdessä yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi. Työelämään tutustuminen toimii peilinä koulumaailman ja tulevaisuudessa oppilaiden kohtaaman todellisuuden kanssa (Rättyä, 2022).

Tarvitaan tietoa nuorten uskomuksista omiin uramahdollisuuksiinsa STEM-aloilla. STEM-CIS urakysely on yksi vaihtoehto mittariksi, jonka avulla voitaisiin kerätä tietoa vuosittain kunkin ikäluokan todellisista kokemuksista ja toiveista suuntautua STEM-uralle peruskoulun jälkeen. Tulokset paljastaisivat myös, onnistuuko opetus kaventamaan sukupuolten välisiä eroja. STEAM toiminnan kautta kouluissa STEM-alojen houkuttelevuutta oppilaiden silmissä voidaan kansainvälisten tutkimusten mukaan lisätä (Reinhold ym., 2018). Lisäksi erilaiset projektit, kuten *Be-Tech!*, pyrkivät lisäämään oppilaiden kiinnostusta STEM-aloja kohtaan. Pitkittäistutkimusten avulla saataisiin tietoa STEAM toiminnan vaikuttavuudesta.

2 Johdanto

Teknologiäteollisuus Suomessa tarvitsee kymmenen vuoden sisällä 130 000 uutta osaajaa (Teknologiäteollisuus ry, 2021). Ammatillisilla aloilla osaaminen luonnontieteissä, matematiikassa ja tietotekniikassa on perusosaamista, jonka perustalle rakentuu muu ammattitaito. Suomalaisnuorten 2000-luvun alun huikea Pisa-menestys on kääntynyt laskuun, vaikka on edelleen hyvällä tasolla kansainvälisesti, kuitenkin matematiikan ja luonnontieteiden huippuosajien osuus on vähentynyt puoleen aikaisemmasta ja vastaavasti heikosti osaavien osuus matematiikassa on kaksinkertaistunut ja luonnontieteissä kolminkertaistunut (OECD, 2019).

Tutkimusten mukaan monet tekijät vaikuttavat kiinnostukseen STEM-uralle, esimerkiksi sukupuoli, koulu, yhteiskunta, media, tieteellinen pääoma, henkilökohtaiset ominaisuudet ja oppimiskokemukset (Archer ym., 2012, 2013; Mohtar ym., 2019; Wang ym., 2021). Erityisesti informaaleilla oppimiskokemuksilla on todettu yhteys kiinnostukseen STEM-uralle (Wang ym., 2021), kuten vierailuilla museoihin ja tiedekeskuksiin, osallistumisilla tiedekilpailuihin ja tiedeleireille. Myös formaalissa oppimisessa oppilaiden kiinnostusta STEM-aloja kohtaan voidaan lisätä toteuttamalla oppilaskeskeistä pedagogiikkaa, projektioppimista, yhteisöllistä oppimista ja tutkimuksellisuutta STEM-opetuksessa (Kang & Keinonen, 2018; Lou ym., 2011; Wyss ym., 2012; Zhou ym., 2019). Informaalisen oppimisen on todettu lisäävän oppilaiden minäpystyvyyttä STEM-aineissa ja avaavan uratietoisuutta, jotka vaikuttavat kiinnostukseen valita STEM-ura (Halim ym., 2018). Oppilaat eivät kuitenkaan kiinnostu tietystä STEM-urasta, ellei heille tarjota selkeästi tietoa siihen vaadittavista taidoista, pätevyyksistä ja työllisyysnäköistä (Wyss ym., 2012).

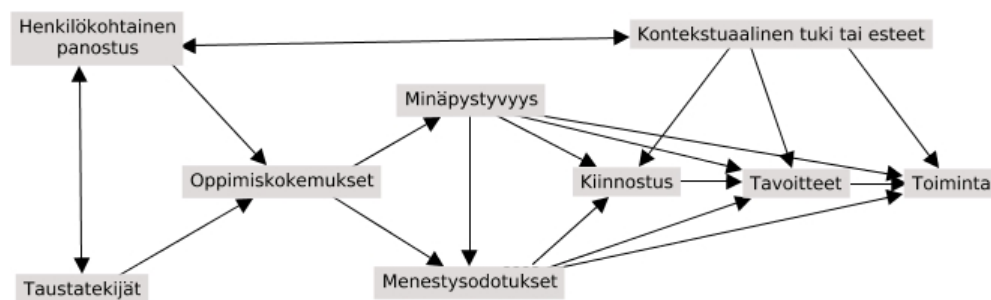
Vaikka suomalaiset tytöt ovat parempia kuin pojat lukemisessa, matematiikassa ja luonnontieteissä PISA2018-tutkimuksen mukaan, he ovat aliedustettuina matematiikan, fysiikan, insinööritieteiden ja tietotekniikan alojen ammattiteissa (OECD, 2019). Tytöt ovat kiinnostuneita erilaisesta luonnontieteiden opiskelusta koulussa kuin pojat: Konteksti, tavoitteet ja seuraukset tieteellisessä toiminnassa ovat tärkeitä tytöille, kun taas perinteinen luonnontieteiden esittäminen objektiivisena ja arvoista vapaana toimintana tekee luonnontieteistä kiinnostavaa pojille (Tytler, 2014). Ruotsalaisessa tutkimuksessa (Sun ym., 2019) STEM-alan jo valinneiden korkeakouluopiskelijoiden mukaan STEM-aineiden oppimiskokemukset lukiossa olivat olleet ratkaisevassa asemassa heidän päätöksessään hakeutua STEM-alan opintoihin,

koska he olivat kokeneet toisen asteen opintojen valmistaneen heitä riittävästi korkeakouluopintoihin. Erityisesti tytöillä minäpystyvyys oli kehittynyt ja vahvistunut formaalien oppimiskokemusten kautta. Tytöille ansioiden suuruus ei ole yhtä tärkeää kuin pojille sekä mahdollisuus hoivaamiseen korostuu poikiin verrattuna (Zafar, 2013).

Kiinnostus luonnontieteitä ja matematiikkaa kohtaan on suurimmillaan alakoulussa, mutta oppilaat ovat yleensä menettäneet kiinnostuksensa näihin oppiaineisiin aloittaessaan yläkoulussa (Turner & Ireson, 2010). Kuitenkin jo esikoulussa aloitettu STEM toiminta vaikuttaa lasten näkemyksiin ja suunnitelmiin positiivisella tavalla (DeJarnette, 2012).

3 Teoreettinen viitekehys

STEM urakyselyn käsitteellisen viitekehäksen taustalla on Lentin, Brownin ja Hackettin (1994) urateoria, *the Social Cognitive Career Theory* [SCCT], joka perustuu Banduran (1986) oppimisteoriaan (Brown & Lent, 2020; Lent, 2013; Lent ym., 1994; Lent & Brown, 2019). Banduran mukaan vaikuttavin tekijä tavoitteen asettamisessa ja toiminnassa on minäpystyvyys, joka tarkoittaa yksilön uskomusta siitä, että hän pystyy suorittamaan annetun tehtävän (Bandura, 1986). Lent ja kollegat (1994) valitsivat Banduran teoriasta urateoriaansa minäpystyvyyden lisäksi menestysodotukset ja henkilökohtaiset tavoitteet (Lent ym., 1994). Henkilökohtainen panostus, taustatekijät ja roolimallit vaikuttavat oppimiskokemuksiin ja siten menestysodotuksiin. Menestysodotukset puolestaan vaikuttavat kiinnostukseen, tavoitteisiin ja toimintaan (Lent ym., 1994, 2000). STEM-CIS urakyselyn validoinnissa lopulliseen muotoonsa valikoituivat minäpystyvyys, menestysodotukset, kiinnostus ja henkilökohtaiset tavoitteet selittämään koululaisten uravalintoja (Kier ym., 2014). Urateoria kaaviona on kuvassa 1.



Kuva 1. STEM-CIS urakyselyn (Kier ym., 2014) taustalla oleva sosiokognitiivinen urateoria [SCCT] (Lent ym., 1994, 2000).

Kuva 1 esittää, kuinka urateorian mukaisesti oppimiskokemukset rakentavat yksilön minäpystyvyyttä ja menestysodotuksia (outcome expectations) (Lent, 2013). Oppimiskokemuksiin vaikuttavat sekä henkilökohtaiset tekijät (sukupuoli, etnisyys, vammaisuus, jne.) että taustatekijät (esim. sosio-ekonominen tausta, asuinpaikka) (Lent ym., 1994). Yksilöille muodostuu kestävä kiinnostus sellaisia toimintoja kohtaan, joissa hänellä on hyvä minäpystyvyys ja menestysodotuksia (Lent, 2013). Minäpystyvyys ruokkii myös menestysodotuksia, koska yksilöt todennäköisesti odottavat pärjäävänsä sellaisissa tehtävissä, joiden suorittamisessa he kokevat olevansa vahvoja. Hyvä minäpystyvyys, suotuisat menestysodotukset ja kiinnostus edistävät ammatillisia tavoitteita (aikomus pyrkiä tietylle uralle) ja lisäävät toimintaa, joka mahdollistaa tavoitteiden saavuttamisen (hankkivat tiettyyn ammattiin tarvittavaa koulutusta) (Lent, 2013). Sekä tavoitteita että toimintaa motivoivat minäpystyvyys ja menestymisodotukset. Kontekstuaalinen tuki (perhe, roolimallit) tai esteet (taloudellisen tuen puute, lähiympäristön vihamielinen asenne) vaikuttavat osaltaan yksilön kiinnostukseen, tavoitteisiin ja toimintaan (Lent ym., 1994, 2000).

Meta-analyyseissä useiden samasta aiheesta tehtyjen tutkimusten tulokset yhdistetään matemaattisesti. Lentin (2013) ja Lentin ja kollegoiden (2018) mukaan SCCT:n teoreettisiin oletuksiin liittyvät meta-analyysien tulokset ovat yhtäpitäviä sen kanssa, että kiinnostuksen kohteet liittyvät vahvasti yksilön minäpystyvyyteen ja menestymisodotuksiin, toisaalta minäpystyvyys ja menestymisodotukset liittyvät yksilön uravalintoihin kiinnostuksen välittämänä (Lent, 2013; Lent ym., 2018). Aiempi suoritustaso edistää tulevaa suoritustasoa osittain yksilön kykyjen ja osittain minäpystyvyyden kautta, mikä voi auttaa henkilöä organisoimaan omia taitojaan ja jatkaamaan suoritusta takaiskuista huolimatta. Yksilön onnistunut suoriutuminen tietyllä alueella (oppiaine) herättää todennäköisesti myös kiinnostuksen siltä osin kuin se samalla edistää minäpystyvyyttä tällä alueella (Lent, 2013; Lent ym., 2018).

4 Tutkimuskysymykset

1. Kuinka STEM urakyselyn eri dimensiot selittävät oppilaiden suuntautumista opiskella ja valita ammatti STEM-alalta?
2. Mitkä tekijät vaikuttavat siihen, että tyttöjen ja poikien asenteet ja uskomukset opiskella STEM-aineita ja valita ammatti STEM-alalta eriytyvät STEM-CIS urakyselyn perusteella?
3. Onko STEM-aineisiin suuntautumisessa eroja vastaajien luokka-asteiden välillä?

4. STEM-CIS urakyselyssä science-oppiaineessa yhdistyvät kaikki luonnontieteet. Samoin technology ja engineering eivät ole suoraan suomalaiseen kouluun kuuluvia oppiaineita. Tarvitaanko useita luonnontieteitä ja voiko insinööritieteet ja teknologian yhdistää yhdeksi teknologiat-alaksi suomalaisessa STEM-CIS urakyselyssä?

5 Tutkimusmenetelmä

Tilastollinen analyysi tehtiin IBM SPSS Statistics ohjelmaversiolla 27. Tulosten tulokinnassa tilastollisesti merkitsevä arvona oli 0,05. Data ei noudattanut normaali-jakaumaa, joten parametrittömiä menetelmiä käytettiin sen analysoinnissa. Kruskal-Wallis H ja Mann Whitney U testien avulla tutkittiin eroja sukupuolten ja luokka-asteiden välillä. Alkuperäinen englanninkielinen STEM-CIS kysely muodostui 44 väittämästä ja neljästä alaryhmästä (luonnontiede, matematiikka (M), teknologia (T), insinööritieteet (E)) mutta koska luonnontieteitä Suomessa opetetaan erillisinä oppiaineina, luonnontieteiden osuus erotettiin neljäksi luonnontieteeksi: Biologia (B), maantiede (G), kemia (K) ja fysiikka (F). Tällöin väittämien määräksi tuli 77 ja vastausten luotettavuus Cronbachin Alpha arvona oli 0,96.

Tässä pilotointitutkimuksessa oli 108 vapaaehtoista vastaajaa 7.–9. luokilta kahdesta oululaisesta yläkoulusta. Oppilaat vastasivat nimettöminä sähköiseen kyselyyn opettajan valvonnassa joko tietokoneella, tabletilla tai älypuhelimella. Vastaajista 49 oli poikia ja 56 tyttöjä; kolme oppilasta ei halunnut kertoa sukupuoltaan.

Ordinaalisen logistisen regressioanalyysin [OLR] avulla etsitään useiden selittävien (riippumattomien) muuttujien joukosta merkitsevimmät, jotka voivat selittää ilmiötä ja siinä tapahtuvaa vaihtelua, kun selitettävä muuttuja on luokittelumuuttuja (Metsämuuronen, 2006, 704). Selitettävä muuttuja voi saada useampia arvoja kuin kaksi ja arvot ovat järjestysasteikolla. Tässä tutkimuksessa arvot olivat Likert-asteikolla 1–5 täysin eri mieltä – täysin samaa mieltä ja OLR-menetelmää käytetään tulkitsemaan eri dimensioiden osuutta selittävinä tekijöinä. Koska muuttujat eivät olleet normaalisti jakautuneita, OLR sopii menetelmäksi (Metsämuuronen, 2006, 705). Muuttujat eivät saa kuitenkaan korreloida liikaa keskenään ja siksi testattiin multikollineaarisuus määrittämällä raja-arvot eli Pearsonin korrelaatioarvot ($< 0,80$) ja VIF (*variance inflation factor*) kerroin (< 10). VIF-kertoimen neliöjuuri kertoo, kuinka moninkertaiseksi muuttujan keskivirhe kasvaa, jos ongelmana on multikollineaarisuus. Logistisessa regressioanalyysissä oletetaan, että selitettävän

muuttujan ja selittävien muuttujien logit-muunnoksen välillä on lineaarinen yhteys (Metsämuuronen, 2006, 706).

OLR:ssa hyväksyttävän mallin tulee täyttää kolmen eri testin vaatimukset (Taulukko 1) (Metsämuuronen, 2006). Pseudo- R^2 arvo kertoo kuinka suuren osuuden sovitettu malli selittää vaihtelusta. Luotettavimpana arvona pidetään Nagelkerken arvoa (Smith & McKenna, 2012). Esimerkkinä mallin arviointi fysiikassa, jossa selitettävän muuttujan *kiinnostus* vaihtelusta muuttuja *roolimallit* selittää 9,4 %.

Ensimmäinen testi eli Khiin neliötesti kertoo, poikkeako lopullinen malli merkitsevästi nollahypoteesin mukaisesta mallista, jossa ei ole lainkaan selittäjiä (Intercept Only). Hyväksyttävässä tuloksessa $p < 0,05$, jolloin nollahypoteesi voidaan hylätä ja lopullinen malli on merkitsevästi parempi kuin malli ilman selittäjiä. Toisessa testissä eli Pearsonin hyvyystestissä (Goodness-of-Fit) nollahypoteesin mukaan havainnot ovat yhtäpitäviä sovitetun mallin kanssa, kun $p > 0,05$. Kolmannessa eli rinnakkaisten suorien testissä (Test of Parallel Lines) hyväksyttävässä mallissa nollahypoteesin mukaan kulmakertoimet ovat samat kaikilla selittävillä muuttujilla, jolloin $p > 0,05$ (Metsämuuronen, 2006). Fysiikan mallissa kaikki ehdot täyttyvät, joskin mallin selitysaste on alhainen.

Taulukko 1. OLR malli fysiikassa, jossa selitettävänä muuttujana oli kiinnostus ja selittävänä muuttujana roolimallit.

Testi	Chi-Square	df	Sig.	Nagelkerke
Pseudo- R^2				0,094
Khiin neliötesti	10,427	1	0,001	
Hyvyystesti (Pearson)	73,102	63	0,180	
Rinnakkaisten suorien testi	8,311	7	0,306	

6 Tulokset ja pohdinta

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen voidaan etsiä vastausta taulukosta 2, jossa on koottu tulokset urakyselyn kaikista dimensioista eri STEM-aloilta. Cronbachin α -arvon mukaan eri osioiden tulokset ovat yhteneviä, mikä kuvaa mittarin luotettavuutta. Cronbachin α -arvot olivat korkeita ($\geq 0,84$) sekä kaikissa dimensioissa erikseen että ainekohtaisesti. Yksittäisistä STEM-aloista matematiikassa oli kaikkien kuuden dimension korkein keskiarvo 3,43 ja insinööritieteissä alhaisin 2,94. Taulu-

kosta 2 nähdään, että minäpystyvyys oli korkea (> 4) kaikissa neljässä luonnontieteessä, mutta se ei näkynyt kiinnostuksessa näille aloille. Biologiassa ja maantieteessä kiinnostus jäi jopa alle kolmen.

Tutkittaessa taulukon 2 tuloksia dimensioittain, nähdään, että minäpystyvyyden keskiarvo oli 3,94. Biologiassa, kemiassa, maantieteessä, fysiikassa ja matematiikassa minäpystyvyys oli keskiarvon yläpuolella. Sen sijaan teknologiassa ja insinöörityieteissä, joissa minäpystyvyys oli keskiarvon alapuolella, oppilaat olivat kokeneet pärjäävänsä teknistä osaamista ja insinööritaitoja vaativissa tehtävissä sekä uuden teknologian oppimisessa keskiarvoa huonommin (väittämät ovat liitteessä 1). Henkilökohtaisten tavoitteiden keskiarvo eri STEM-aineissa oli 3,25 eli fysiikkaa, matematiikkaa ja teknologiaa oppilaat opiskelivat keskimääräistä ahkerammin, koska he tiesivät tarvitsevänsä näitä aineita tulevassa ammatissaan. Oppilailla oli menestysodotuksia keskimääräistä (3,31) enemmän fysiikassa, matematiikassa ja teknologioissa. Sen sijaan biologiassa, kemiassa, maantieteessä ja insinöörityieteissä oppilaat kokivat keskimääräistä harvemmin, että koulumenestys näissä aineissa olisi hyödyllistä heidän tulevan uransa kannalta eivätkä vanhemmat/huoltajat kannustaneet heitä valitsemaan uraa näiltä aloilta.

Taulukko 2. STEM-aineiden (B=biologia, K=kemia, G=maantiede, F=fysiikka, M=matematiikka, T=teknologia, E=insinöörityeet) vastauksien keskiarvot eri dimensioissa. Cronbachin α mittaa vastausten luotettavuutta. N=108

Väittämät	Dimensiot	B	K	G	F	M	T	E	ka.	α
1-2	Minäpystyvyys (Self-efficacy)	4.25	4.24	4.28	4.14	3.99	3.47	3.19	3.94	0.84
3-4	Henkilökohtaiset tavoitteet (Personal goals)	3.00	3.22	3.11	3.33	3.81	3.47	2.78	3.25	0.84
5-6	Menestysodotukset (Outcome expectations)	3.07	3.26	3.05	3.34	3.69	3.48	3.28	3.31	0.88
7-8	Kiinnostus (Interest)	2.83	3.23	2.77	3.19	3.19	3.23	2.78	3.03	0.86
9, 11	Roolimallit (Contextual support)	2.56	2.59	2.41	2.75	2.97	2.94	2.83	2.72	0.88
10	Oma panostus (Individual inputs)	2.52	2.80	2.50	2.76	2.46	2.64	2.71	2.63	0.88
1-9	Kaikki osiot ka.	3.09	3.26	3.07	3.30	3.43	3.26	2.94		
	SD	0.74	0.80	0.67	0.84	0.82	0.85	0.76		
	α	0.86	0.84	0.84	0.89	0.89	0.90	0.88		

Kiinnostusdimension keskiarvo eri aineissa on 3,03. Oppilaat olivat keskimääräistä kiinnostuneempia ammasteista, joissa tarvitaan kemiaa, fysiikkaa, matematiikkaa ja teknologioita. He myös pitivät näiden aineiden oppitunneista keskimääräistä enemmän. Keskimääräistä (2,72) useammalta löytyi roolimalleja fysiikassa, matematiikassa, teknologioissa ja insinööritieteissä. Kemiassa, fysiikassa, teknologioissa ja insinööritieteissä oppilaat pyrkivät myös keskustelemaan näiden alojen ammattilaisten kanssa keskimääräistä (2,63) enemmän.

Taulukkoon 3 on koottu, kuinka eri dimensiot selittävät muita dimensioita. SCCT:n mukaan (Kuva 1) minäpystyvyyttä selittäisi suoraan vain oppimiskokemukset, mutta tässä tutkimuksessa minäpystyvyyttä kemiassa selittävät kiinnostus ja tavoitteet (45 %) sekä teknologiassa kiinnostus, tavoitteet ja menestysodotukset (50 %). Kaikista muista STEM-aineista paitsi kemiasta saatiin hyväksyttävä malli sovitettua kiinnostukseen vaikuttavista tekijöistä, joita SCCT:n mukaan ovat minäpystyvyys ja menestysodotukset: Biologiassa kiinnostusta selittää pelkästään minäpystyvyys (100 %), kun taas maantieteessä minäpystyvyys selittää kiinnostusta vain 8 %. Fysiikassa kiinnostusta selittävät roolimallit (9 %) ja matematiikassa tavoitteet ja oma panostus (59 %). Teknologiassa kiinnostusta selittävät menestysodotukset, tavoitteet ja oma panostus (63 %) ja insinööritieteissä lisäksi vielä roolimallit (59 %). Fysiikassa (62 %) ja matematiikassa (63 %) tavoitteiden asettamisen taustalla olevat selittävät tekijät olivat minäpystyvyys ja menestysodotukset. Saman tieteenalan eri dimensiot siis selittävät toisiaan OLR malleissa osittain 8–63 % eli on myös muita selittäviä tekijöitä. Toinen STEM-aine voisi lisätä mallin selitysvoimaa, mitä ei kehitetty tässä tutkimuksessa, esimerkiksi minäpystyvyys matematiikassa voisi selittää tavoitteita myös fysiikassa.

Taulukko 3. Monimuuttuja-analyysi: Ordinaalinen logistinen regressioanalyysi [OLR]. Exp(B) (odds ratio) kuvaa muutoksen suuruutta selitettävässä (dependent) muuttujassa, kun selittävä (independent) muuttuja muuttuu yhden yksikön verran.

STEM-ala	Selitettävä muuttuja	Selittävä muuttuja	B	S.E.	Wald	Sig.	Pseudo R ² (Nagelkerke)	Exp (B)
Biologia	Kiinnostus	Minäpystyvyys	14,62	2,00	53,250	<0,001	100 %	-
Kemia	Minäpystyvyys	Kiinnostus	2,088	0,33	39,013	< 0,001	45 %	8,1
		Tavoitteet	1,010	0,29	12,548	< 0,001		2,7
Fysiikka	Kiinnostus	Roolimallit	0,497	0,15	10,779	0,001	9 %	1,6
Fysiikka	Tavoitteet	Minäpystyvyys	0,944	0,23	16,975	< 0,001	62 %	2,6
		Menestysodotukset	2,033	0,30	46,597	< 0,001		7,6
Maantiede	Kiinnostus	Minäpystyvyys	0,774	0,27	8,478	0,004	8 %	2,2
Matematiikka	Kiinnostus	Oma panostus	0,687	0,20	11,866	0,001	59 %	2,0
		Tavoitteet	1,782	0,27	43,809	< 0,001		5,9
Matematiikka	Tavoitteet	Minäpystyvyys	0,723	0,20	13,693	< 0,001	63 %	2,1
		Menestysodotukset	1,988	0,28	50,597	< 0,001		7,3
Teknologia	Kiinnostus	Menestysodotukset	0,795	0,26	9,151	0,002	63 %	2,2
		Tavoitteet	1,185	0,25	23,149	< 0,001		3,3

Teknologia	Minäpystyvyys	Oma panostus	0,653	0,22	9,115	0,002		1,9
		Menestysodotukset	0,736	0,26	7,988	0,005	50 %	2,1
		Tavoitteet	0,601	0,26	5,469	0,019		1,8
		Kiinnostus	0,640	0,25	6,353	0,012		1,9
Insinööri- tieteet	Kiinnostus	Menestysodotukset	0,574	0,23	6,339	0,012	59 %	1,8
		Tavoitteet	1,237	0,28	19,823	< 0,001		3,4
		Minäpystyvyys	0,576	0,25	5,325	0,021		1,8
		Roolimallit	0,679	0,19	12,874	< 0,001		2,0

Vastausta tutkimuskysymykseen 2 voidaan tarkastella taulukoista 4 ja 5, joissa on esitetty tyttöjen ja poikien vastauksien eroja itsearviointissa ja eri dimensioissa. Sukupuoli on biologian lisäksi myös yhteiskunnallinen ja kulttuurinen konstruktio, jota vasten tytöt ja pojat peilaavat itseään (Opetushallitus, 2008). On havaittu, ettei sukupuolineutraalisuus koulutuksessa tuota tasa-arvoisuutta, sillä jos sukupuolta ei oteta huomioon tietoisesti, se vaikuttaa opettajan ajatteluun tiedostamatta (Lampela, 1995). Sukupuolisensitiivisyys koulutuksessa tarkoittaa taitoa tunnistaa tyttöjen ja poikien tarpeiden ja viestintätapojen erilaisuutta, havainnoida sukupuoli-identiteetin rakentumista sekä havaita epätasa-arvoista kohtelua ja rakenteita (Opetushallitus, 2008).

Oppilaan itsearviointi kertoo yleensä paitsi hänen osaamistasostaan kyseisessä aineessa myös siitä, pitääkö hän kyseisestä aineesta ja kokeeko hän sen helppona vai vaikeana aineena itselleen (Shen & Tam, 2008). Tyttöjen ja poikien STEM-aineiden itsearviointissa havaitaan eroa vain teknologian/tekniikan osalta, jossa pojat arvioivat osaamisensa paremmaksi kuin tytöt (Taulukko 4). Luonnontieteiden ja matematiikan osaamisessa ei ollut eroa sukupuolten välillä.

Taulukko 4. Omien taitojen itsearviointi STEM-aineissa skaalalla 1(paras) – 6(huonoin).

Oppiaine	Sukupuoli	N	Keskiarvo	SD	SE	Kruskal-Wallis H
Biologia	Poika	49	3.37	1.29	0.18	F= 0.257 p= 0.616
	Tyttö	56	3.21	1.33	0.18	
Kemia	Poika	49	3.27	1.44	0.21	F= 0.194 p= 0.662
	Tyttö	56	3.36	1.41	0.19	
Maantiede	Poika	49	3.22	1.28	0.18	F= 0.064 p= 0.802
	Tyttö	56	3.27	1.31	0.18	
Fysiikka	Poika	49	3.18	1.48	0.21	F= 0.087 p= 0.770
	Tyttö	56	3.25	1.39	0.19	
Matematiikka	Poika	49	3.67	1.75	0.25	F= 3.148 p= 0.076
	Tyttö	56	3.09	1.52	0.20	
Teknologia	Poika	49	3.22	1.60	0.23	F= 5.153 p= 0.023*
	Tyttö	56	3.88	1.21	0.16	

Sukupuolten välillä eri dimensioissa on tilastollisesti merkittävä ero erityisesti biologiassa tyttöjen eduksi ja teknologiassa poikien eduksi (Taulukko 5). Fysiikan ja matematiikan osalta ei ollut tilastollisesti merkittävää eroa sukupuolten välillä yhdessäkään dimensiossa.

Urateorian (Kuva1) näkökulmasta poikien oppimiskokemukset ovat kasvattaneet heidän minäpystyvyyttään teknologiassa, mikä on lisännyt myös heidän kiinnostustaan teknologiaa kohtaan, ja yhdessä nämä kaksi tekijää, minäpystyvyys ja kiinnostus, ovat mahdollistaneet pojille teknologian asettamisen henkilökohtaiseksi tavoitteeseen. Tyttöillä puolestaan oppimiskokemukset biologiassa ja kemiassa ovat lisänneet heidän menestysodotuksiaan näillä aloilla ja siten tehneet tavoitteiden asettamisen heille mahdolliseksi. Biologiassa lisäksi roolimallit ovat olleet vaikuttamassa henkilökohtaisiin tavoitteisiin. Tytöt ja pojat näyttävät siis päätyvän urateorian eri reittejä tavoitteiden asettamiseen ja toimintaan STEM-aloille suuntautumisessaan.

Taulukko 5. Tilastollisesti merkitsevät erot sukupuolten välillä eri dimensioissa U-testin mukaan.

Dimensio	Aine	Pojat (N=49) \bar{x} (SD)	Tytöt (N=56) \bar{x} (SD)	Mann-Whitney U χ^2	-Z	r ²	Sig.
Minäpystyvyys	T	3.67 (1.07)	3.29 (0.99)	1014.000	2.338	0.052	.010
Henkilökohtaiset tavoitteet	B	2.81 (1.02)	3.20 (0.91)	1085.000	1.871	0.033	.031
	K	3.04 (1.05)	3.38 (0.94)	1090.000	1.833	0.032	.034
	T	3.71 (1.20)	3.29 (0.99)	1013.000	2.333	0.052	.010
	E	3.02 (0.91)	2.58 (0.79)	946.000	2.839	0.077	.003
Menestysodotukset	B	2.81 (0.99)	3.28 (0.88)	1028.000	2.256	0.048	.012
	K	3.07 (1.02)	3.41 (0.83)	1091.500	1.838	0.032	.033
Kiinnostus	T	3.56 (1.10)	2.98 (0.98)	911.000	2.994	0.085	.002
	E	3.00 (1.02)	2.60 (0.92)	1088.000	1.876	0.034	.031
Roolimallit	B	2.29 (1.04)	2.76 (1.02)	1062.000	2.028	0.039	.022
Oma panostus	B	2.20 (1.22)	2.79 (1.23)	1014.000	2.381	0.054	.009
	G	2.20 (1.15)	2.77 (1.27)	1035.000	2.250	0.048	.012
	T	2.96 (1.29)	2.38 (1.14)	999.000	2.486	0.059	.007

STEM-aineisiin suuntautumisessa kahdeksas- ja yhdeksäsluokkalaisten välillä (Tutkimuskysymys 3) oli eroa maantieteessä ja teknologiassa kahdeksäsluokkalaisten eduksi ja matematiikassa ja fysiikassa 9. -luokkalaisten eduksi (Taulukko 6). 9.-luokkalaiset ymmärtävät jo selkeästi matematiikan tärkeyden jatko-opintojen kannalta ja he panostavat sen opiskeluun, mikä näkyy minäpystyvyydessä ja menestysodotuksissa, jotka ovat selvästi korkeammat heillä matematiikassa kuin 8. luokkalaisilla.

Taulukko 6. Erot vastauksissa väittämiin 8.- ja 9.-luokkalaisten välillä, N= 99.

	Keskiarvo (SD) 8. lk N = 51	Keskiarvo (SD) 9. lk N = 48	Mann-Whitney U χ^2	-Z	Sig.	r ²
G4 (PG)	3.53 (0.95)	3.02 (1.12)	926,500	2.195	0.014	0.0487
G6 (OE)	3.22 (0.94)	2.90 (0.93)	977,500	1.993	0.023	0.0401
G7 (INT)	2.88 (1.09)	2.21 (1.09)	803,000	3.112	0.001	0.0978
F2 (SE)	4.08 (0.80)	4.29 (0.92)	991,000	1.769	0.039	0.0316
F8 (INT)	3.02 (1.17)	3.46 (1.27)	954,000	1.954	0.025	0.0386
M1 (SE)	3.76 (1.24)	4.21 (1.05)	954,000	2.004	0.023	0.0406
M3 (PG)	3.51 (1.16)	3.98 (1.04)	935,000	2.111	0.017	0.0450
M5 (OE)	3.67 (1.21)	4.23 (0.88)	884,500	2.522	0.006	0.0642
M8 (INT)	2.96 (1.31)	3.52 (1.15)	915,500	2.233	0.013	0.0504
M11 (CS)	3.47 (1.36)	3.96 (1.20)	966,500	1.878	0.030	0.0356
T1 (SE)	3.53 (1.16)	3.15 (1.20)	991,000	1.684	0.047	0.0286

Tutkimuskysymyksen 4 vastausta voidaan pohtia taulukon 2 tulosten avulla. Ainekohtaisten keskiarvojen perusteella oppiaineparit biologia (ka. 3,09) ja maantieto (ka. 3,07) sekä toisaalta kemia (ka. 3,26) ja fysiikka (ka. 3,30) ovat keskenään samaa suuruusluokkaa, mikä voi heijastaa myös sitä, että näitä ainepareja opettaa yleensä sama opettaja. Tämä tulos puoltaa myös luonnontieteen jakamista kahteen ryhmään kyselyssä. Toisaalta erot luonnontieteiden välillä eivät ole suuria, joten yksi luonnontiedekin (science) voisi edustaa kaikkia neljää.

Vastausten erot tekniikan ja insinööritieteiden välillä ovat suurempia. Insinööritieteissä dimensioiden keskiarvo jäi ainoana alle kolmen. Tutkija koki haasteelliseksi erityisesti teknologian ja insinööritieteiden väittämien kääntämisen suomeksi niin, että ero niiden välillä tulisi oppilaille selkeästi esiin, joten käännosten kriittinen tarkastelu niiltä osin on tarpeellista. Suomenkieliset väittämät löytyvät liitteestä 1. Toisaalta, väittämien samankaltaisuus tai päällekkäisyys voi myös puhua sen puolesta, että teknologian ja insinööritieteet voisi yhdistää yhdeksi alaksi. Näin on tehty toisessa SCCT urateoriaan perustuvassa STEM urakyselyssä, SIC-STEM (*Student Interest and Choice in STEM*), jossa teknologian ja insinööritieteiden väittämät on yksi yhdistetty STEM-ala ”Engineering and technology” (Roller ym., 2020), mikä voisi olla toimiva ratkaisu myös suomalaisessa kontekstissa.

STEM-urakyselyn muut dimensiot koostuvat kahdesta väittämästä, paitsi oma panostus, joka on yksi väittämä numero 10 kaikissa STEM aineissa: ”*Minusta olisi mukava keskustella henkilön kanssa, joka tekee uraa ... alalla.*”. Vastausten keskiarvo väittämään 10 on vain 2,63. Väittämä 10 sijoittuu urateoriassa dimensioon toiminta (Kuva 1), mutta sen perusteella on vaikea päätellä jotain oppilaan aktiivi-

suudesta ja suuntautumisesta. Ehdollisen ilmaisun sijasta käännös ”*Minusta on mukavaa...*” tai ”*Minusta on ollut mukavaa ...*” antaisi paremmin tietoa siitä, onko oppilas todellakin hakeutunut keskusteluun alan asiantuntijan kanssa. Myös toisen väittämän lisääminen täydentämään tätä dimensiota on perusteltua.

7 Johtopäätökset

Tutkimuksessa pilotoitiin kansainvälinen STEM-CIS urakysely kahden yläkoulun vapaaehtoisilla oppilailla. Tutkimuksessa saatiin tietoa oppilaiden suuntautumisesta STEM-aloille vaikka otos ei ollut suuri. Sukupuolten välillä suurimmat erot olivat biologiassa ja teknologiassa. Biologiassa henkilökohtaiset tavoitteet, menestysodotukset, roolimallit ja oma panostus selittivät sukupuolten välistä eroa tyttöjen eduksi ja teknologiassa minäpystyvyys, henkilökohtaiset tavoitteet, kiinnostus ja oma panostus selittävät suuntaamista STEM-aloille poikien eduksi. Silmäänpistävä on, että urateorian mukaiset keskeiset vaikuttavat tekijät urasuuntautumiseen, minäpystyvyys ja kiinnostus, puuttuivat tyttöjen tekijöistä. Lent kollegoineen (2005) tutkivat myös SCCT:n selitysvoimaa sukupuolten välillä mutta eivät havainnet eroa naisten ja miesten välillä heidän suuntautumisessaan STEM-alalle, mutta heidän tutkimuskohteenaan oli insinööritieteiden peruskurssin opiskelijat yliopistossa (Lent ym., 2005). Tätä asiaa kannattaa tutkia perusasteella suuremmalla otoksella.

8.- ja 9.-luokkalaisten välillä oli suurin ero 9.-luokkalaisten eduksi matematiikan väittämässä, jotka kuuluivat minäpystyvyyden, henkilökohtaisten tavoitteiden, menestysodotusten, kiinnostuksen ja roolimallien dimensioihin. Vain oman panostuksen osalta ei ollut eroa luokka-asteiden välillä.

Luonnontieteissä väittämät voidaan perustellusti jakaa myös kahteen ryhmään fysiikka-kemia ja biologia-maantiede neljän eri luonnontieteen sijasta. Kannattaa myös harkita teknologian ja insinööritieteiden väittämien yhdistämistä yhdeksi STEM-alaksi, sillä jos oppilaille jää epäselväksi väittämän esittämä idea, hän todennäköisesti valitsee vastausvaihtoehdon ”*En samaa enkä eri mieltä*”, mikä voi lisätä ratkaisevasti datan huipukkuutta. (Metsämuuronen, 2006).

8 Kiitokset

Kiitokset tutkimukseen osallistuneille oppilaille ja opettajille. *Development of common approaches to involvement youth into science and technical sphere – Be Tech!* oli KolArtic CBC:n, EU:n, Norjan, Venäjän ja Suomen rahoittama projekti.

Lähteet

- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2012). Science Aspirations, Capital, and Family Habitus. *American Educational Research Journal*, 49(5), 881–908. <https://doi.org/10.3102/0002831211433290>
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2013). ‘Not girly, not sexy, not glamorous’: Primary school girls’ and parents’ constructions of science aspirations. *Pedagogy, Culture & Society*, 21(1), 171–194. <https://doi.org/10.1080/14681366.2012.748676>
- Bandura, A. (1986). Social foundations of thought and action: A social cognitive theory. Teoksessa *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall, Inc.
- Brown, S. D., & Lent, R. W. (2020). *Career Development and Counseling: Putting Theory and Research to Work*. Wiley. <https://books.google.fi/books?id=uLqrvGEACAAJ>
- DeJarnette, N. (2012). America’s children: Providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77–84.
- DeSeCo. (2005). *THE DEFINITION AND SELECTION OF KEY COMPETENCIES Executive Summary*. <https://www.deseco.ch/bfs/deseco/en/index/02.parsys.43469.download-List.2296.DownloadFile.tmp/2005.dskcexecutivesummary.en.pdf>
- Diekmann, A. B., Brown, E. R., Johnston, A. M., & Clark, E. K. (2010). Seeking Congruity Between Goals and Roles. *Psychological Science*, 21(8), 1051–1057. <https://doi.org/10.1177/0956797610377342>
- Euroopan komissio. (2019). *Key competences for lifelong learning*. Publications Office. <https://doi.org/doi/10.2766/569540>
- Halim, L., Rahman, N. A., Wahab, N., & Mohtar, L. E. (2018). Factors influencing interest in STEM careers: An exploratory factor analysis. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 19(2).
- Hazelkorn, E., Ryan, C., Beernaert, Y., Constantinou, C. P., Deca, L., Grangeat, M., & Welzel-Breuer, M. (2015). *Science education for responsible citizenship: Report to the European Commission of the expert group on science education*. Publications Office. <https://doi.org/doi/10.2777/12626>
- Hägglund, A. E., & Leuze, K. (2021). Gender differences in STEM expectations across countries: how perceived labor market structures shape adolescents’ preferences. *Journal of Youth Studies*, 24(5), 634–654. <https://doi.org/10.1080/13676261.2020.1755029>
- Kang, J., & Keinonen, T. (2018). 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*, 48(4), 865–885. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9590-2>
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & Albert, J. L. (2014). The Development of the STEM Career Interest Survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44(3), 461–481. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9389-3>

- Konrad, A. M., Ritchie, J. E. Jr., Lieb, P., & Corrigan, E. (2000). Sex differences and similarities in job attribute preferences: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 126(4), 593–641. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.4.593>
- Lampela, K. (1995). *Sukupuolineutraalisuus oppilaitoksissa : opettajien, rehtoreiden ja koulutoimenjohtajien näkemyksiä oppilaan sukupuolesta*. Opetushallitus.
- Lent, R. W. (2013). Social cognitive career theory. *Career development and counseling: Putting theory and research to work*, 115–146. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84883157506&partnerID=40&md5=de700bb84103c2fe16178248cdab9b3d>
- Lent, R. W., & Brown, S. D. (2019). Social cognitive career theory at 25: Empirical status of the interest, choice, and performance models. *Journal of Vocational Behavior*, 115, 103316. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jvb.2019.06.004>
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45, 79–122. <https://doi.org/10.1006/jvbe.1994.1027>
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (2000). Contextual supports and barriers to career choice: A social cognitive analysis. *Journal of Counseling Psychology*, 47(1), 36–49. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.47.1.36>
- Lent, R. W., Brown, S. D., Sheu, H.-B., Schmidt, J., Brenner, B. R., Gloster, C. S., Wilkins, G., Schmidt, L. C., Lyons, H., & Treistman, D. (2005). Social Cognitive Predictors of Academic Interests and Goals in Engineering: Utility for Women and Students at Historically Black Universities. *Journal of Counseling Psychology*, 52(1), 84–92. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.52.1.84>
- Lent, R. W., Sheu, H.-B., Miller, M. J., Cusick, M. E., Penn, L. T., & Truong, N. N. (2018). Predictors of science, technology, engineering, and mathematics choice options: A meta-analytic path analysis of the social–cognitive choice model by gender and race/ethnicity. *Journal of Counseling Psychology*, 65(1), 17–35. <https://doi.org/10.1037/cou0000243>
- Lou, S.-J., Shih, R.-C., Ray Diez, C., & Tseng, K.-H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: an exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 195–215. <https://doi.org/10.1007/s10798-010-9114-8>
- Mann, A., Denis, V., Schleicher, A., Ekhtiari, H., Forsyth, T., Liu, E., & Chambers, N. (2020). *Dream Jobs? Teenagers' Career Aspirations and the Future of Work - OECD*. <https://www.oecd.org/education/dream-jobs-teenagers-career-aspirations-and-the-future-of-work.htm>
- Metsämuuronen, J. (2006). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä: Opiskelijalaitos*. (3. p.).
- Mohtar, L. E., Halim, L., Abd Rahman, N., Maat, S. M., Iksan, Z. H., & Osman, K. (2019). A model of interest in STEM careers among secondary school students. *Journal of Baltic Science Education*, 18(3), 404–416. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.404>
- OECD. (2019). *The Programme for International Student*. https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_FIN.pdf
- Opetushallitus. (2008). *Yhteiseen ymmärrykseen tasa-arvosta*.
- Opetushallitus. (2014). *perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014*. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf
- Reinhold, S., Holzberger, D., & Seidel, T. (2018). Encouraging a career in science: a research review of secondary schools' effects on students' STEM orientation. *Studies in Science Education*, 54(1), 69–103. <https://doi.org/10.1080/03057267.2018.1442900>

- Roller, S. A., Lampley, S. A., Dillihunt, M. L., Benfield, M. P. J., Gholston, S. E., Turner, M. W., & Davis, A. M. (2020). Development and Initial Validation of the Student Interest and Choice in STEM (SIC-STEM) Survey 2.0 Instrument for Assessment of the Social Cognitive Career Theory Constructs. *Journal of Science Education and Technology*, 29(5), 646–657. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09843-7>
- Rättyä, L. (2022). Työelämätaidot ja yrittäjyys – yhteisöllisyys opetuksen voimavarana. *N. Hienonen, P. Nilivaara, M. Saarnio & M.-P. Vainikainen (toim.) Laaja-alainen osaaminen kouluissa. Ajattelijana ja oppijana kehittyminen.*, Helsinki: Gaudeamus, 190–203. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/356169>
- Salonen, A. (2014). Ekososiaalinen hyvinvointiparadigma – Yhteiskunnallisen ajattelun ja toiminnan uusi suunta täyttyvällä maapallolla. *Sosiaalipedagoginen aikakauskirja*, 15, 31–62. <https://doi.org/10.30675/sa.122634>
- Shen, C., & Tam, H. P. (2008). The paradoxical relationship between student achievement and self-perception: a cross-national analysis based on three waves of TIMSS data. *Educational Research and Evaluation*, 14(1), 87–100. <https://doi.org/10.1080/13803610801896653>
- Smith, T. J., & McKenna, C. M. (2012). An examination of ordinal regression goodness-of-fit indices under varied sample conditions and link functions. *Multiple Linear Regression Viewpoints*, 38(1), 1–7. [Smith_v38n1.pdf](https://doi.org/10.1080/13803610801896653)
- Sun, Y., Jidesjo, A., & Rundgren, S.-N. C. (2019). Examining Gender Differences in Students' Entrance into and Persistence in STEM Programs in Swedish Higher Education. *The European Journal of Educational Sciences*, 06(01). <https://doi.org/10.19044/ejes.v6n01a5>
- Teknoliigiateollisuus ry. (2021). *Selvitys: Teknoliigiateollisuus tarvitsee 10 vuoden sisällä 130 000 uutta osajaa – Ikääntyvän Suomen osajapula uhkaa romuttaa digivihreän talouskasvun | Teknoliigiateollisuus*. <https://teknoliigiateollisuus.fi/fi/ajankohtaista/tiedote/selvitys-teknoliigiateollisuus-tarvitsee-10-vuoden-sisalla-130-000-uutta>
- Tomperi, P., Kvivesen, M., Manshadi, S., Uteng, S., Shestova, Y., Lyash, O., Lazareva, I., & Lyash, A. (2022). Investigation of STEM Subject and Career Aspirations of Lower Secondary School Students in the North Calotte Region of Finland, Norway, and Russia. *Education Sciences*, 12(3), 192. <https://doi.org/10.3390/educsci12030192>
- Turner, S., & Ireson, G. (2010). Fifteen pupils' positive approach to primary school science: when does it decline? *Educational Studies*, 36(2), 119–141. <https://doi.org/10.1080/03055690903148662>
- Tytler, R. (2014). Attitudes, identity, and aspirations toward science. Teoksessa *Handbook of Research on Science Education, Volume II*. <https://doi.org/10.4324/9780203097267.ch5>
- Vainikainen, M.-P., & Nilivaara, P. (2022). Laaja-alainen osaaminen uuden vuosituhannen koulutuspoliittisissa keskusteluissa. *N. Hienonen, P. Nilivaara, M. Saarnio & M.-P. Vainikainen (toim.) Laaja-alainen osaaminen kouluissa. Ajattelijana ja oppijana kehittyminen.*, Helsinki: Gaudeamus, 13–22. https://researchportal.helsinki.fi/files/254757157/Vainikainen_M_P_Nilivaara_P_Laaja_alainen_osaaminen_uuden_vuosituhanen.pdf
- Wang, H.-H., Lin, H., Chen, Y.-C., Pan, Y.-T., & Hong, Z.-R. (2021). Modelling relationships among students' inquiry-related learning activities, enjoyment of learning, and their intended choice of a future STEM career. *International Journal of Science Education*, 43(1), 157–178. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1860266>
- White, D., & Delaney, S. (2021). Full STEAM ahead, but who has the map? – A PRISMA systematic review on the incorporation of interdisciplinary learning into schools. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 9(2). <https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.2.1387>

- Wyss, V. L., Heulskamp, D., & Siebert, C. J. (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7(4).
- Zafar, B. (2013). College Major Choice and the Gender Gap. *Journal of Human Resources*, 48(3), 545–595. <https://doi.org/10.3368/jhr.48.3.545>
- Zhou, S.-N., Zeng, H., Xu, S.-R., Chen, L.-C., & Xiao, H. (2019). EXPLORING CHANGES IN PRIMARY STUDENTS' ATTITUDES TOWARDS SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING AND MATHEMATICS (STEM) ACROSS GENDERS AND GRADE LEVELS. *Journal of Baltic Science Education*, 18(3), 466–480. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.466>

Liite 1

- S1. Pystyn saamaan hyvän arvosanan biologiassa/kemiassa/maantieteessä/fysiikassa.
 S2. Osaan tehdä kotitehtävät biologiassa/kemiassa/maantieteessä/fysiikassa.
 S3. Tulevassa ammatissani tarvitsen biologiaa/kemiaa/maantiedettä/fysiikkaa.
 S4. Opiskelen kovasti biologiaa/kemiaa/maantiedettä/fysiikkaa.
 S5. Tulevaa uraani auttaa, jos pärjään koulussa hyvin biologiassa/kemiassa/maantieteessä/fysiikassa.
 S6. Vanhempani/huoltajani ovat mielissään, jos valitsen uran biologiassa/kemiassa/maantieteessä/fysiikassa.
 S7. Olen kiinnostunut urasta, jossa tarvitsen biologiaa/kemiaa/maantiedettä/fysiikkaa.
 S8. Pidän toiminnoista, joita teemme oppitunneilla biologiassa/kemiassa/maantieteessä/fysiikassa.
 S9. Minulla on roolimalli uralle biologiassa/kemiassa/maantieteessä/fysiikassa.
 S10. Minusta olisi mukava keskustella henkilöiden kanssa, jotka tekevät uraa biologiassa/kemiassa/maantieteessä/fysiikassa.
 S11. Hyvin tuntemani sukulainen/joku perheenjäseneni tarvitsee urallaan biologiaa/kemiaa/maantiedettä/fysiikkaa.
 M1. Pystyn saamaan hyviä arvosanoja matematiikassa.
 M2. Osaan tehdä matematiikan kotitehtävät.
 M3. Tarvitsen matematiikkaa tulevalla työurallani.
 M4. Opiskelen kovasti matematiikan tunneilla.
 M5. Jos pärjään matematiikan tunneilla hyvin, se auttaa tulevaisuuden työurallani.
 M6. Vanhempani/huoltajani ovat mielissään, jos valitsen uran matematiikassa.
 M7. Olen kiinnostunut ammasteista, joissa käytetään matematiikkaa.
 M8. Pidän matematiikan oppitunneista.
 M9. Minulla on roolimalli matemaatikon uralle.
 M10. Minusta olisi mukava keskustella matemaatikkojen kanssa.
 M11. Hyvin tuntemani sukulainen/joku perheenjäseneni tarvitsee työurallaan matematiikkaa.
 T1. Pystyn toimimaan hyvin tekniikkaa sisältävissä tehtävissä.
 T2. Pystyn oppimaan uutta tekniikkaa, kuten käyttämään aktiivisuusranneketta, skannereita, digi-kameraa, droonia, virtuaalilaseja tai appeja, joiden avulla opetellaan koodaamaan.
 T3. Tulen tarvitsemaan teknologiaa tulevalla urallani.
 T4. Opettelen ahkerasti käyttämään uutta teknologiaa.
 T5. Jos pärjään teknologiassa, minulle avautuu monia erilaisia uravaihtoehtoja.
 T6. Vanhempani/huoltajani ovat mielissään, jos valitsen uran teknologia-alalta.
 T7. Pidän siitä, kun käytämme teknologiaa apuna luokkatyöskentelyssä.
 T8. Minua kiinnostaa ura teknologia-alalta.
 T9. Minulla on roolimalli uralle teknologia-alalla.

- T10. Minusta olisi mukava keskustella teknologia-aloilla uraa tekevien henkilöiden kanssa.
- T11. Hyvin tuntemani sukulainen/ joku perheenjäseneni käyttää urallaan teknologiaa.
- E1. Pärjään hyvin teknistä osaamista (ns. insinööritaitoja) vaativassa toiminnassa.
- E2. Pystyn saattamaan loppuun tehtävät, jotka vaativat teknistä osaamista.
- E3. Tarvitsen insinööritiedettä tulevalla urallani.
- E4. Työskentelen ahkerasti koulussa insinööritaitoja vaativien tehtävien parissa.
- E5. Jos saan paljon insinööriosaamista, minulla on monia erilaisia uravaihtoehtoja.
- E6. Vanhempani/huoltajani ovat mielissään, jos valitsen insinöörin uran.
- E7. Minua kiinnostaa insinöörin ura.
- E8. Pidän tekemisestä, joka vaatii insinööritaitoja, kuten teknistä suunnittelua ja suunnitelman käytännön toteutusta.
- E9. Minulla on roolimalli insinöörin uralle.
- E10. Minusta olisi mukava keskustella insinöörien kanssa.
- E11. Hyvin tuntemani sukulaiseni/joku perheenjäseneni on insinööri.