

Suomalaisten 8.-luokkalaisten ohjelmoinnillisen ajattelun osaamisen yhteys ohjelmistojen käyttöön sekä monilukutaidon ja ohjelmoinnillisen ajattelun itsearvioituun oppimiseen

Milja Marttila

Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma

Kevätlukukausi 2022

Opettajankoulutuslaitos

Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Marttila, Milja. 2022. Suomalaisten 8.-luokkalaisten ohjelmoinnillisen ajattelun osaamisen yhteys ohjelmistojen käyttöön sekä monilukutaidon ja ohjelmoinnillisen ajattelun itsearvioituun oppimiseen. Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. 42 sivua.

Tutkimuksessa tarkasteltiin ICILS 2018 -tutkimuksen ohjelmoinnillisen ajattelun oppilaskokeen tuloksien perusteella muodostettujen tasoryhmien välisiä eroja ohjelmistojen käytössä oppitunneilla sekä itsearvioituissa monilukutaidon, ohjelmoinnillisen ajattelun ja ohjelmoinnin oppimista koulussa. Tämän lisäksi tutkittiin, millaisia sukupuolieroja oli havaittavissa edellä esitetyissä muuttujissa.

Tutkimuksen aineistona käytettiin Kansainvälisen monilukutaidon ja ohjelmoinnillisen ajattelun tutkimuksen ICILS 2018 -aineiston oppilaskokeen arvioinnin tuloksia sekä oppilaskyselyn vastauksia. Tasoryhmien välisiä eroja tutkittiin keskiarvovertailuin. Erojen tilastollista merkitsevyyttä mitattiin t-testillä. Sukupuolten välisiä eroja muuttujien välillä tarkasteltiin ristiintaulukoinnin avulla.

Perusohjelmistojen käytöllä sekä oppilaan itsearvioidulla monilukutaidon oppimisella koulussa oli positiivinen yhteys ohjelmoinnillisen ajattelun taitoihin. Yllättäen oppilaan itsearvioidulla ohjelmoinnillisen ajattelun oppimisella oli negatiivinen yhteys ohjelmoinnillisen ajattelun taitoihin. Tytöistä poikia suurempi prosenttiosuus ilmoitti oppineensa ”paljon” monilukutaidon osa-alueista koulussa, kun taas pojista suurempi prosenttiosuus ilmoitti oppineensa ”paljon” ohjelmoinnillisen ajattelun taitoja koulussa.

Tutkimuksen pohjalta olisi tärkeä tutkia lisää, miksi tyttöjen itsearviot ohjelmoinnillisen ajattelun oppimisesta koulussa olivat heikommat kuin poikien, vaikka tyttöjen ohjelmoinnillisen ajattelun taidot olivat keskimäärin paremmat kuin poikien.

Asiasanat: ohjelmoinnillinen ajattelu, ICILS, monilukutaito, perusopetus, 8. luokka

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ	2
1 JOHDANTO	4
1.1 Tutkimuksen tausta.....	4
1.2 Ohjelmoinnillinen ajattelu.....	6
1.3 Ohjelmoinnillinen ajattelu Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2014.....	7
1.4 Perhetaustan yhteys ohjelmoinnilliseen ajatteluun.....	9
1.5 Akateemisten taitojen ja ohjelmoinnillisen ajattelun yhteys.....	10
1.6 Sukupuolen yhteys ohjelmoinnillisen ajattelun taitoihin.....	11
1.7 Monilukutaito ja sen suhde ohjelmoinnilliseen ajatteluun.....	12
1.8 Kansainvälinen monilukutaidon ja ohjelmoinnillisen ajattelun tutkimus.....	13
1.9 Ohjelmoinnillinen ajattelu ja monilukutaito ICILS 2018 -tutkimuksessa.....	14
1.10 Tutkimuskysymykset.....	16
2 TUTKIMUSMENETELMÄT	18
2.1 Tutkimusaineisto ja tutkimukseen osallistujat.....	18
2.2 Aineiston analyysi.....	18
2.3 Eettinen pohdinta.....	20
3 TULOKSET	22
3.1 Ohjelmoinnillisen ajattelun testin tasoryhmien erot perusohjelmistojen ja erityisohjelmistojen käytössä oppitunneilla.....	22
3.2 Ohjelmoinnillisen ajattelun tasoryhmien erot itsearvioidussa monilukutaidon oppimisessa koulussa.....	23
3.3 Ohjelmoinnillisen ajattelun tasoryhmien erot ohjelmoinnillisen ajattelun ja ohjelmoinnin taitojen oppimisessa koulussa.....	24
3.4 Sukupuolten väliset erot oppilaiden ohjelmistojen käytössä oppitunneilla sekä itsearvioidussa monilukutaidon, ohjelmoinnillisen ajattelun ja ohjelmoinnin oppimisessa koulussa.....	26
4 POHDINTA	28
4.1 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	28
4.2 Tutkimuksen luotettavuus ja jatkotutkimus.....	30
LÄHTEET	32
LIITTEET	37

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Kyky laajentaa ihmisen ajattelua tietokoneiden ja muiden digitaalisten laitteiden avulla on oleellinen osa meidän jokapäiväistä elämäämme (Barr, Harrison & Cornery, 2011). Ongelmanratkaisu on nyt ja tulevaisuudessa tärkeä taito, ja ohjelmoinnillinen ajattelu on keino kehittää tätä taitoa (Figueiredo, 2017). Ohjelmoinnillisen ajattelun opettamisen tavoite ei ole opettaa ihmisiä ajattelemaan kuin tietokoneet (Wing 2006) vaan se voidaan nähdä laajasti hyödynnettävänä ajattelun taitona muiden kriittisen ajattelun taitojen ohella. Ohjelmoinnillisen ajattelun mahdollistaa tämän vuosisadan haasteiden ratkaisun eri tavoin. (Grover & Pea 2017.) Useat tutkijat ovatkin nähneet ohjelmoinnillisen ajattelun perustavanlaatuisena taitona, jota tulisi opettaa kaikille lapsille (mm. Ching, Hsu, & Baldwin, 2018; Hsu, Chang & Hung 2018; Wing, 2006; Zhong ym., 2016).

Wingin (2006) mukaan ohjelmoinnillinen ajattelu on ongelman ratkaisua, järjestelmien suunnittelua ja ihmisten käytöksen ymmärtämistä hyödyntäen tietojenkäsittelytieteitä. Fagerlundin (2021) mukaan ohjelmoinnillinen ajattelu tulee käytännössä merkitykselliseksi, kun sen näyttäytyy käyttäytymisenä – ohjelmoinnillisena ongelman ratkaisuna. Nykyisessä digitaalisessa ajassa ohjelmoinnillisen ajattelun peruspilareiden avulla ihmiset pystyvät tuottamaan uudenlaista tieteellistä tietoa, kehittämään uusia tiedonrakentamisen keinoja, digitalisoimaan yhteiskunnallisia rakenteita sekä toimimaan näissä rakenteissa. (Fagerlund, 2021.) Ohjelmoinnillisen ajattelun opettamisen avulla oppilaat oppivat hyödyntämään uusia teknologiataitoja ja hyödyntämään taitojaan sopeutuakseen nopeasti muuttuvaan informaatioyhteiskuntaan (Hsu ym., 2018). Oppilaiden tulisi työskennellä algoritmisen ongelmanratkaisun ja tietojenkäsittelytieteellisten menetelmien parissa perusopetuksen aikana hallitakseen nämä tulevaisuuden taidot (Barr & Stephenson, 2011).

Ohjelmoinnillinen ajattelu on tullut osaksi Peruskoulun opetussuunnitelman perusteiden laaja-alaisia opetussisältöjä vuonna 2014. Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet otettiin käyttöön peruskoulun alaluokilla vuonna 2016 ja vuosittain porrastetusti ylemmillä luokilla. Ohjelmoinnillisen ajattelun opetus onkin verrattain uusi asia suomalaisessa peruskoulussa.

Englanninkielisissä lähteissä on käytetty termiä *computational thinking* (CT). Suora käänös tälle termille olisi laskennallinen ajattelu, joka ei kuitenkaan ole täysin kuvaava Termejä, joilla *computational thinking* on pyritty suomentamaan ovat esimerkiksi tietojenkäsittelyajattelu, algoritminen ajattelu, numeerinen ajattelu sekä mallintamisajattelu. (Kekäläinen, 2015.) Kekäläisen (2015) mukaan parhaiten termin suomentamiseen sopisi ”automatisointiajattelu”. Tässä työssä termi *computational thinking* on suomennettu ohjelmoinnilliseksi ajatteluksi. Termi on suomennettu näin, koska tätä käännöstä on käytetty tutkimuksen aineistona olevan ICILS 2018 -tutkimushankkeen suomenkielisessä raportoinnissa (ks. Leino ym., 2019).

Tutkimusaineistona käytetään vuoden 2018 Kansainvälistä nuorten monilukutaidon tutkimusta, jonka lyhenne on ICILS (International Computer and Information Literacy Study). ICILS 2018 -tutkimus arvioi 8. vuosiluokan oppilaiden monilukutaitoa sekä ohjelmoinnillisen ajattelun taitoja. Suomessa tutkimuksen osuuden on toteuttanut Jyväskylän yliopiston Koulutuksen tutkimuslaitos. Tutkimuksessa kerättiin tietoa oppilaiden ohjelmoinnillisen ajattelun sekä monilukutaidon osaamista kartoittavilla testeillä sekä taustakyselyllä. Tämän lisäksi tutkimuksessa kerättiin aineistoa opettaja-, koulu- sekä maakyselyillä. (Leino ym., 2019.) Tässä työssä suomalaisesta ICILS 2018 -aineistosta hyödynnettiin ohjelmoinnillisen ajattelun osaamista mittaavan testin tuloksia sekä taustakyselyn vastauksia. Näiden avulla tarkasteltiin, miten ohjelmoinnillisen ajattelun testipisteiden perusteella määritetyt tasoryhmät erosivat ohjelmistojen käytössä oppitunneilla sekä itsearvioidussa monilukutaidon ja ohjelmoinnillisen ajattelun oppimisessa koulussa.

1.2 Ohjelmoinnillinen ajattelu

Ensimmäisen kerran ohjelmoinnillisen ajattelun (CT) käsitettä käytti Seymour Papert (1996). Kiinnostus ohjelmoinnillista ajattelua kohtaan heräsi Jeanette Wingin artikkelin myötä vuonna 2006. Wing (2006) on ensimmäinen, joka on avannut termiä ohjelmoinnillinen ajattelu ja sen määrittelyä tarkemmin. Hänen mukaansa ohjelmoinnillinen ajattelu on ongelman ratkaisua, järjestelmien suunnittelua ja ihmisten käytöksen ymmärtämistä hyödyntäen tietojenkäsittelyteiteitä. Wingin (2006) mukaan kyseessä on ajatteluprosessi, jossa ongelma ja sen ratkaisu muotoillaan siten, että tietokone pystyy toteuttamaan sen.

Wingin (2006) jälkeen monet muut ovat pyrkineet määrittelemään ohjelmoinnillisen ajattelun käsitettä tarkemmin. Haasteena on ollut, ettei ole yhteisymmärrystä siitä, miten ohjelmoinnillinen ajattelu määritellään (mm. Barr & Stephenson, 2011; Brennan & Resnick, 2012; Fagerlund, 2021; Kalelioglu, Gulbahari & Kukuli, 2016). Kirjallisuudessa yleisesti hyväksyttyä on, että ohjelmoinnillinen ajattelu pitää sisällään ongelmien purkamisen osiin, algoritmien kehittämisen ja abstrahoinnin (Angeli & Giannakos, 2019).

Science Teachers Associationin (CSTA) ja The International Society for Technology in Educationin (ISTE)-järjestöt aloittivat projektin, jonka myötä pyrittiin löytämään määritelmä kuvaamaan, miten ohjelmoinnillinen ajattelu eroaa muusta ajattelusta. Kyseisessä projektissa ohjelmoinnillinen ajattelu kuvataan lähestymistapana, jossa ongelmien ratkaisuun voi hyödyntää tietokonetta. Ongelmien ratkaisuun käytetään esimerkiksi abstrahointia (ongelma-alueen käsitteellistäminen), rekursiota (itseään kutsuva käskysarja) ja iterointia (samojen työvaiheiden toisto) käsitelläkseen ja analysoidakseen dataa sekä luodakseen todellisia ja virtuaalisia tuotteita. Heidän mukaansa ohjelmoinnillinen ajattelu on ongelman ratkaisun metodi, jota voidaan soveltaa yli oppiainerajojen. (Barr & Stepson, 2011.)

CSTA:n ja ISTE:n projektissa ohjelmoinnillinen ajattelu määritellään ongelmanratkaisun prosessina, joka sisältää erilaisia osa-alueita. Näitä ovat seuraavat:

- ongelmien muotoileminen siten, että tietokone tai muu työkalu voi ratkaista ne

- ongelmien muotoileminen siten, että tietokone tai muu työkalu voi ratkaista ne
- tiedon looginen järjestely ja analysointi
- tiedon esittäminen erilaisin keinoin, kuten mallein ja simulaation
- ratkaisujen automatisointi algoritmisen ajattelun avulla
- mahdollisten ratkaisujen tunnistaminen, analysointi ja käyttö tavoitteena saavuttaa kaikista toimivien ja tehokkain yhdistelmä vaiheita ja voimavaroja
- näiden ongelmanratkaisuprosessien siirtäminen laajasti erilaisiin ongelmiin.

(Barry & Stepson, 2011.)

1.3 Ohjelmoinnillinen ajattelu Perusopetuksen opetus-suunnitelman perusteissa 2014

Perusopetuksen opetussuunnitelmassa (2014) ohjelmointi on osana tieto- ja viestintäteknologian laaja-alaista osaamista kaikilla peruskoulun luokka-asteilla. Ohjelmointia harjoitellaan osana eri oppiaineiden opintoja. Vuosiluokilla 1–2 ohjelmointi näkyy tieto- ja viestintäteknologisen laaja-alaisen osaamisen taidoissa oppilaiden saadessa ”kokemuksia ikäkaudelle sopivasta ohjelmoinnista”. Vuosiluokkien 1–2 matematiikan tavoitteissa tutustutaan ohjelmoinnin alkeisiin laatimalla vaiheittaisia toimintaohjeita, joita myös testataan. Vuosiluokilla 3–6 tieto- ja viestintäteknologian laaja-alaisen osaamisen taidoissa ”ohjelmointia kokeillessaan oppilaat saavat kokemuksia siitä, miten teknologian toiminta riippuu ihmisen tekemistä ratkaisuista” (Opetushallitus, 2014, s. 101). Matematiikan opetuksen yksi tavoitteista vuosiluokilla 3–6 on innostaa oppilaita laatimaan toimintaohjeita tietokoneohjelmina graafisessa ohjelmointiympäristössä. Yksi matematiikan keskeisistä sisältöalueista vuosiluokilla 3–6 on suunnitella ja toteuttaa ohjelmia graafisessa ohjelmointiympäristössä. Ohjelmointi graafisessa ohjelmointiympäristössä on yksi arviointikriteereistä matematiikan 6. vuosiluokan päätteeksi arvioin-

nille ”hyvä”/arvosana kahdeksan. Vuosiluokilla 3–6 käsityön tavoitteisiin liittyvä keskeinen sisältöalue on harjoitella ohjelmoimalla aikaan saatuja toimintoja, joista esimerkkinä robotiikka ja automaatio. (Opetushallitus, 2014.)

Opetussuunnitelmassa (2014) luokkatasojen 7–9 osuudessa mainitaan ohjelmointi matematiikan sisältöalueessa ”Ajattelun taidot ja menetelmät”. Tähän sisältöön kuuluu ohjelmoinnin ja hyvien ohjelmointikäytänteiden harjoittelu. Matematiikan opinnoissa hyödynnetään valmiita tai itse tehtyjä tietokoneohjelmia. Itse tehdyt tietokoneohjelmat edellyttävät ohjelmointitaitoja. Yläkoulun matematiikan oppiaineen sisällöissä mainitaan myös algoritmisen ajattelun syventäminen. Termiä algoritmisen ajattelu käytetään usein ohjelmoinnillisen ajattelun synonyyminä. Matematiikan oppiaineen yksi tavoitteissa on ”ohjata oppilasta kehittämään algoritmista ajatteluaan sekä taitojaan soveltaa matematiikkaa ja ohjelmointia ongelmien ratkaisemiseen”. Oppilaan 9-luokan hyvän osaamisen kriteereihin kuuluu, että oppilas osaa soveltaa algoritmisen ajattelun periaatteita ja ohjelmoida yksinkertaisia ohjelmia. Ohjelmoinnin kokeilu mainitaan käsityön oppiaineen sisältöalueessa. Tämä tarkoittaa, että ohjelmointia sovelletaan suunnitelmiin ja valmistettaviin tuotteisiin. (Opetushallitus, 2014.)

Opetussuunnitelma antaa kouluille lähtökohdat siitä, mitä ohjelmoinnista ja ohjelmoinnillisesta ajattelusta tulee suomalaisessa koulussa opettaa. Ohjelmoinnillisen ajattelun opetus on kuitenkin vaihdellut merkittävästi koulujen välillä ilman yhtenäistä linjaa (Leino, 2019). Ohjelmoinnillista ajattelua ei selkeästi määritellä itsenäisenä taitona uusimmissa Peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa (2014). Fagerlundin (2021) mukaan ohjelmoinnillisen ajattelun käsitteilyä opetuksessa ja opettajankoulutuksessa voisi lisätä se, että ohjelmoinnillinen ajattelu olisi selkeästi määritelty taito osana Peruskoulun opetussuunnitelman perusteita.

Jo esi- ja perusopetuksessa lasten ja nuorten ohjelmointitaitoja pyritään vahvistamaan koulussa Kansallisen audiovisuaalisen instituutin sekä Opetushallituksen Uudet lukutaidot-kehittämishojelman avulla. Kehittämishojelma on käynnissä vuosina 2020–2022 ja sisältää ohjelmointitaitojen lisäksi medialukutaidon sekä tieto- ja viestintäteknologisen osaamisen vahvistamisen. Kehittämishojelman osaamisen kuvauksien avulla pyritään edistämään yhdenvertaisuuden toteutumista lasten ja nuorten digitaalisten taitojen ja osaamisen opetuksessa. (Uudet lukutaidot, 2021.)

1.4 Perhetaustan yhteys ohjelmoinnilliseen ajatteluun

Oppilaan perhetaustalla on todettu suuri merkitys oppilaan oppimiselle ja osaamiselle. ICILS 2018 -tutkimuksessa korkeampi sosioekonominen tausta ennusti parempaa suoriutumista ohjelmoinnillisessa ajattelussa (Leino, 2019). Useissa tutkimuksissa kirjojen määrää kotona on käytetty yhtenä perheen sosioekonomista taustaa selittävänä muuttujana (Leino ym., 2019). Kirjojen määrä kotona kuvastaa useissa tutkimuksissa kodin kulttuuriympäristöä (Sieben & Lechner, 2019). ICILS 2018 -tutkimuksessa näkyi tilastollisesti merkitsevä myönteinen yhteys kotona olevien kirjojen määrän ja ohjelmoinnillisen ajattelun osaamisen välillä (Leino, 2019).

Kaikissa ICILS 2018 -tutkimukseen osallistuneissa maissa ja alueissa maahanmuuttajataustaiset oppilaat menestyivät kantaväestöön kuuluvia oppilaita heikommin ohjelmoinnillisessa ajattelussa. Suomessa ohjelmoinnillisen osaamisen testin piste-ero kantaväestöön kuuluvien ja maahanmuuttajaoppilaiden välillä oli maiden välisissä vertailuissa kaikkein suurin (Leino, 2019.) ICILS 2018 -tutkimuksessa suomalaisten oppilaiden menestystä ohjelmoinnillisessa ajattelussa ennusti arvioinnissa käytetyn kielen käyttäminen kotona (Leino, 2019). Myös Wernerin ym. (2012) tutkimuksessa havaittiin, että ohjelmoinnillisen ajattelun testin tulokset olivat parempia, jos kotona ja koulussa käytettiin samaa kieltä.

ICILS 2018 -tutkimuksessa havaittiin vanhempien ammattisella asemalla olevan suurempi yhteys oppilaan ohjelmoinnillisen ajattelun testisuoriutumiseen kuin vanhempien koulutuksella. Ne oppilaat, joiden toinen vanhempi työskentelee organisaation johdossa tai ylempänä toimihenkilönä, saavuttivat todennäköisemmin korkeammat pisteet ohjelmoinnillisen ajattelun testissä. Vanhempien koulutustaustan yhteys oppilaan testistä saamaan pistemäärän oli suurin, kun kumpikaan oppilaan vanhemmista ei ollut suorittanut vähintään toisen asteen tutkintoa. Kouluttamattomien vanhempien oppilaiden pistemäärä oli keskimäärin tilastollisesti merkitsevästi pienempi kuin oppilaiden, joista vähintään toisella vanhemmalla oli toisen asteen koulutus. Kuitenkin ainoastaan reilulla 3 prosentilla tutkimukseen osallistuneista oppilaista kummallakaan vanhemmalla ei ollut toisen asteen tutkintoa. (Leino, 2019.)

1.5 Akateemisten taitojen ja ohjelmoinnillisen ajattelun yhteys

Monilukutaidon ja ohjelmoinnillisen ajattelun pistemäärillä on ICILS 2018 -tutkimuksessa selvä yhteys. Keskimäärin monilukutaidossa parhaiten pärjänneet suoriutuivat erinomaisesti ohjelmoinnillisen ajattelun tehtävissä. (Leino, 2019.) Chenin ym. (2017) tutkimuksessa yleiset akateemiset taidot vaikuttivat korreloivan positiivisesti ohjelmoinnillisen ajattelun taitojen kanssa. ICILS 2018 -tutkimuksessa oppilaan odotetun korkea-asteen koulutuksen ja ohjelmoinnillisen ajattelun osaamisen välillä oli positiivinen yhteys (Leino, 2019). Román-Gonzálezin, Pérez-Gonzálezin & Jiménez-Fernándezin (2017) tutkimuksessa ohjelmoinnillinen ajattelu korreloi tilastollisesti merkitsevästi avaruudellisen hahmotuskyvyn, päättelykyvyn ja ongelmanratkaisukyvyn kanssa.

Wernerin ym. (2012) tutkimuksessa 10–14-vuotiailla oppilailla testattiin uutta ohjelmoinnillisen ajattelun arviointityökalua. Tavoitteena oli arviointityökalun toimivuuden ohessa testata, mitkä asiat korreloivat ohjelmoinnillisen ajattelun taitojen suorituksen kanssa. Heidän tutkimuksensa mukaan tietokoneiden monipuolinen käyttö sekä varmuus tietokoneiden kanssa toimimisesta korreloi vaativampien ohjelmoinnillisen ajattelun taitojen kanssa. Guggemonsin (2021)

tutkimuksessa seurattiin keskimäärin 17-vuotiaiden oppilaiden ohjelmoinnillisen ajattelun taitojen ennakkotilannetta ja kasvua yhden lukuvuoden aikana. Monilukutaito, tietokoneen käytön määrä ja formaalin oppimisen mahdollisuudet kouluvuoden aikana olivat suurimmassa yhteydessä ohjelmoinnillisen ajattelun taitojen kasvuun.

Oppilaan itsearviolla ohjelmoinnilliseen ajattelun oppimisesta koulussa oli negatiivinen yhteys ohjelmoinnillisen ajattelun testin tuloksiin ICILS 2018 -tutkimuksessa. (Fraillon ym., 2019.) Fraillonin ym. (2019) mukaan tulokset johtuvat mahdollisesti siitä, että tukiohjausta saivat heikommät oppilaat, jolloin he kokivat oppineensa koulussa enemmän ohjelmoinnillisen ajattelun taitoja. Vaihtoehtoisesti taitavat oppilaat eivät koe saavansa koulussa niin syvällistä opetusta, että kokisivat oppineensa yhtä paljon koulussa kuin heikommät oppilaat.

1.6 Sukupuolen yhteys ohjelmoinnillisen ajattelun taitoihin

ICILS 2018 -tutkimuksessa kansainvälisessä tarkastelussa pojat saavuttivat ohjelmoinnillisessa ajattelussa keskimäärin tilastollisesti merkitsevästi korkeamman pistemäärän kuin tytöt. Ero poikien hyväksi oli kuitenkin pieni. Suomi poikkesi kansainvälisestä vertailusta. Ohjelmoinnillisen ajattelun arviointiin osallistuneista maista Suomi oli ainoa, jossa tyttöjen pistemäärän keskiarvo oli tilastollisesti merkitsevästi korkeampi kuin poikien. Tyttöjen osaaminen jakautui myös poikia tasaisemmin. (Leino, 2019.)

Guggemonsin (2021) tutkimuksen mukaan käsitys omista ohjelmoinnillisen ajattelun taidoista, päättelytaidot ja sukupuoli olivat suurimmassa yhteydessä ohjelmoinnillisen ajatteluun. Hänen tutkimuksessaan tyttöjen ohjelmoinnillisen ajattelun taidot näyttäytyivät heikompina kuin poikien. Sukupuolten välisistä eroista puolet selittyi tyttöjen alhaisemmasta ohjelmoinnillisen ajattelun taitojen minäkäsityksestä, alhaisemmista tietokoneenkäyttötaidoista (computer literacy) sekä pienemmästä koetusta motivaatiosta. Masterin, Cheryanin & Meltzoffin (2016) mukaan tytöt saattavat vältellä tietojenkäsittelytieteisiin liittyviä kursseja, koska tytöillä on näille kursseilla kuulumattomuuden tunne tyttöihin liittyvien

stereotyyppiöiden vuoksi. Kansainvälinen ICILS 2018 -aineisto (Fraillon ym. 2020) sekä Guggemonsin (2021) tutkimus poikkesivat Suomen ICILS 2018 -aineistosta (Leino ym. 2019) sukupuolten välisten erojen osalta. Tämän johdosta nähtiin mielekkääksi tutkia myös sukupuolten välisiä eroja tässä tutkimuksessa.

1.7 Monilukutaito ja sen suhde ohjelmoinnilliseen ajatteluun

Teknologisen kehityksen myötä lukutaidon käsitteen määrittely on muuttunut (Leino, 2014). Perinteinen luku- ja kirjoitustaitokäsitys ei riitä enää kuvaamaan tekstitaitojen kokonaisuutta. Tässä luvussa esitellään, mitä monilukutaito tarkoittaa käsitteenä ja miten se on yhteydessä ohjelmoinnilliseen ajatteluun. Monilukutaito-käsite on muotoutunut tarpeesta arvioida ja jäsentää uudelleen luku- ja kirjoitustaitojen merkitystä ja kokonaisuutta sekä laajentaa käsitystä luku- sekä kirjoitustaidoista ja nähdä ne osana sosiokulttuurisia tekstitaitoja. (Harmanen, 2016.) Ohjelmoinnillinen ajattelu ja monilukutaito ovat hyvin erilaisia taitoja lähökohdiltaan, mutta niillä on paljon yhteistä (Leino ym., 2019).

Monilukutaito kuvataan usein sateenvarjokäsitteenä, jonka alle kuuluu erilaisia lukutaitoja kuten medialukutaito ja digitaalinen lukutaito (Harmanen, 2016). Monilukutaidon ei ole tarkoitus olla kuitenkaan vain sateenvarjotermi, jonka alle kootaan erilaiset lukutaidon osa-alueet. Monilukutaito on laajempi näkökulma tekstien tulkintaan, tuottamiseen ja arvottamiseen (Harmanen, 2016). Monilukutaito huomioi tekstit kokonaisuutena. Näin saadaan mukaan esimerkiksi tekstien tulkinta ja tuottaminen, sosiaaliset, kulttuuriset ja eettiset ulottuvuudet sekä prosessiluonteisuus (Harmanen, 2016). Monilukutaito perustuu laajaan tekstikäsitteeseen. Esimerkiksi Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2014, s. 22) mukaan ”Teksteillä tarkoitetaan sanallisten, kuvallisten, auditiivisten, numeeristen ja kinesteettisten symbolijärjestelmien sekä näiden yhdistelmien avulla ilmaistua tietoa. Tekstejä voidaan tulkita ja tuottaa esimerkiksi kirjoitetussa, puhutussa, painetussa, audiovisuaalisessa tai digitaalisessa muodossa.” Tämän näkökulman mukaisesti myös ohjelmointi voidaan nähdä osana

monilukutaitoa. Ohjelmointi, myös visuaalisissa ympäristöissä, on kielellä ope-
roimista ja käskyjen sekä tiedon välitystä.

Monilukutaidossa nähdään luku- ja kirjoitustaito kulttuurisena, yhteisöllisenä taitokokonaisuutena, jolla tuetaan yksilön identiteetin ja maailmankuvan muotoutumista. Monilukutaidon avulla kehitetään kykyjä toimia yhteiskunnassa, jossa tieto lisääntyy koko ajan. (Harmanen, 2016.) Kriittinen tiedonarvointi kuuluu niin monilukutaitoon kuin ohjelmoinnillisen ajattelun taitoihin. Nykymaailmassa tieto on parhaiten saatavilla tietokoneiden avulla. Tietokoneen käyttö on oleellinen osa niin monilukutaitoa kuin ohjelmoinnillisen ajattelun taitoja. (Leino ym., 2019.) Monilukutaidon ja ohjelmoinnillisen ajattelun yhteys on nähtävissä myös ICILS 2018 -tutkimuksen tuloksissa. Tutkimuksessa monilukutaidon osaamisella ja ohjelmoinnillisen ajattelun osaamisella oli selvä yhteys, eli monilukutaidossa parhaiten pärjänneet pärjäsivät erinomaisesti myös ohjelmoinnillisessa ajattelussa (Leino ym., 2019).

1.8 Kansainvälinen monilukutaidon ja ohjelmoinnillisen ajattelun tutkimus

International Computer and Information Literacy Study 2018 (ICILS) on kehitetty vastauksena lisääntyvään tieto- ja viestintäteknikan käyttöön modernissa yhteiskunnassa ja kansalaisten tarpeeseen kehittää tarvittavat kyvyt osallistua tehokkaasti digitaalisessa maailmassa. Tutkimuksen toteutti The International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). Ensimmäinen ICILS tutkimus (2013) arvioi monilukutaitoa. Vuoden 2018 tutkimuksessa monilukutaidon testin lisäksi osallistujamaille tarjottiin mahdollisuutta ohjelmoinnillisen ajattelun testiin. (Fraillon ym. 2019.)

ICILS 2018 -tutkimuksessa tarkasteltiin oppilaiden taitotasoa monilukutaidon ja ohjelmoinnillisen ajattelun taitojen osalta. Osaamista tarkasteltiin tutkimukseen osallistuneiden maiden välillä ja maiden sisällä. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, millainen yhteys oppilaan taustatekijöiden ja monilukutaidon sekä ohjelmoinnillisen ajattelun osaamiseen välillä oli. Näiden yhteyttä tarkastel-

tiin myös oppimiseen ja kouluun liittyvien tekijöiden kautta. Lisäksi tutkimuksessa tarkasteltiin oppilaiden sekä opettajien tietokoneiden sekä muiden digitaalisten laitteiden käyttöä. Tutkimukseen osallistui 12 maata ja 2 oman maansa koulutuksellisesti itsenäistä aluetta: Suomi, Saksa, Portugali, Chile, Italia, Tanska, Yhdysvallat, Uruguay, Kazakstan, Korea, Luxemburg ja Ranska sekä Venäjältä Moskova ja Saksasta Nordrhein-Westfalen. (Fraillon ym., 2019.)

1.9 Ohjelmoinnillinen ajattelu ja monilukutaito ICILS 2018 -tutkimuksessa

ICILS 2018 -tutkimuksessa ohjelmoinnillinen ajattelu määritellään ”yksilön kykyä tunnistaa tosielämään perustuvien ongelmien ohjelmoinnillisia piirteitä sekä arvioida ja kehittää ongelmiin algoritmisia ratkaisuja, jotka voidaan toteuttaa tietokonetta hyödyntäen” (Leino ym., 2019). ICILS 2018 -tutkimukseen lisättiin ohjelmoinnillisen ajattelun testiosio, koska kansainvälisesti tunnistettiin tarve kehittää oppilaiden taitoja ratkaista oikean maailman ongelmia ohjelmoinnillisen ajattelun taitojen avulla (Leino ym., 2019).

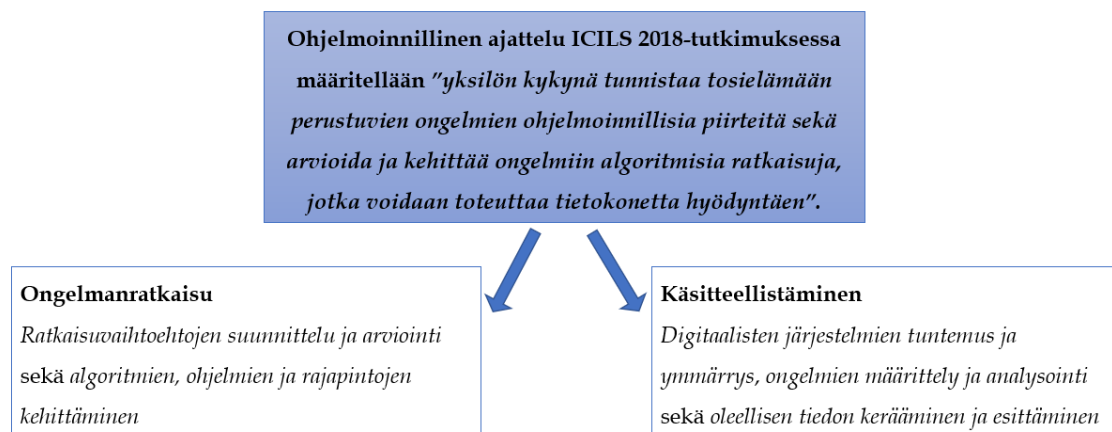
ICILS 2018 -tutkimuksessa ohjelmoinnillista ajattelua lähestytään kahden kategorian kautta. Ensimmäinen kategoria on ongelman käsitteellistäminen. Käsitteellistämiseen kuuluu tuntemus ja ymmärrys digitaalisista järjestelmistä, ongelmien määrittely ja analysointi sekä tiedon kerääminen ja oleellisen tiedon esittämisen. Toinen kategoria on ongelmanratkaisu, johon sisältyy ratkaisujen suunnittelu ja arviointi sekä algoritmien, ohjelmien ja rajapintojen toteutus. (Fraillon ym., 2019.)

ICILS 2018 -oppilastesti on laadittu arvioimaan seuraavassa kuviossa esitettyjä ohjelmoinnillisen ajattelun osa-alueita. Testissä mitattiin mm. loogista päättelyä, ongelman ratkaisua ja ongelmien pilkkomista osiin. Kokeessa oli mukana esimerkiksi tehtäviä, joissa pyrittiin tunnistamaan automatisoinnin mahdollisuuksia tai kuvaamaan ongelman rakennetta, osia tai loogista päättelyä. Kokeessa ei vaadita ohjelmointikielen tuntemusta, vaan oppilaiden tulee osata korjata ja lisätä uusia kommentoja visuaalisessa ohjelmointiympäristössä. Kuitenkin

vain 28 % pisteistä tuli visualisessa ohjelmointiympäristössä toimimisesta. (Leino ym., 2019.)

Kuvio 1

Ohjelmoinnillinen ajattelu ICILS 2018 -tutkimuksessa, Leino ym. (2019, s. 11-12) mukaillen



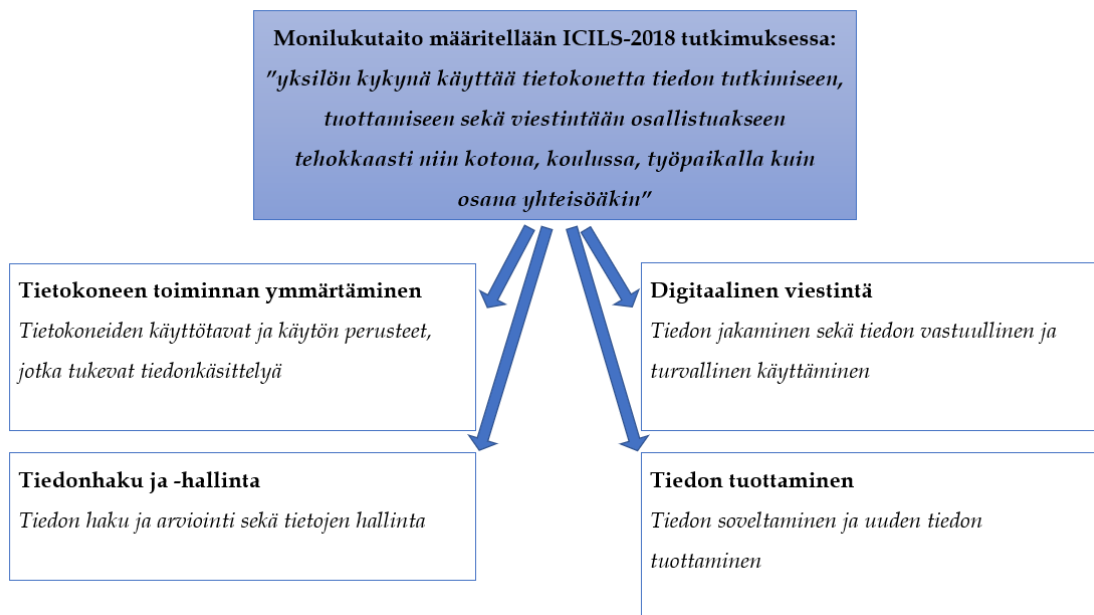
Kansainvälisessä ICILS 2018 -tutkimuksen raportoinnissa käytetään käsitettä tietokone- ja informaatiolukutaito (computer and information literacy, CIL), jolla viitataan monilukutaitoon sekä tieto- ja viestintäteknologian käytön ymmärrykseen ja käyttötaitoihin. Suomenkielisissä ICILS 2018 -raportoinnissa käytetään termiä monilukutaito. ICILS 2018 -tutkimuksessa monilukutaito määritellään "yksilön kykynä käyttää tietokonetta tiedon tutkimiseen, tuottamiseen sekä viestintään osallistuakseen tehokkaasti niin kotona, koulussa, työpaikalla kuin osana yhteisöäkin" (Leino ym., 2019, s. 8). Monilukutaidon erona tietokone- ja informaatiolukutaitoon on se, että monilukutaidolla viitataan myös perinteisempien tekstien lukemiseen, joka eivät ole ICILS 2018 -tutkimuksessa arvioinnin kohteena. (Leino ym., 2019.)

Kuten kuvioissa 2 on esitetty, monilukutaidon määrittely on jaettu neljään kategoriaan. Ensimmäinen osa-alue on tietokoneen toiminnan ymmärtäminen, joka sisältää tietokoneen käyttötavat sekä käytön perusteet, jotka molemmat tukevat tiedonkäsittelyä. Toinen osa-alue on tiedonhaku ja -hallinta, joihin edellä mainittujen lisäksi sisältyy tiedon arviointi. Kolmas osa-alue on tiedon tuottaminen, johon kuuluu tiedon soveltaminen ja uuden tiedon tuottaminen. Neljäs osa-

alue on digitaalinen viestintä, joka koostuu tiedon jakamisesta sekä tiedon vastuullisesta ja turvallisesta käytöstä. (Leino ym., 2019.)

Kuvio 2.

Monilukutaidon määrittely ICILS 2018 -tutkimuksessa Leino ym. (2019, s. 8–9) mukailen



1.10 Tutkimuskysymykset

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan ICILS 2018 -tutkimuksen suomalaista aineistoa, josta hyödynnettiin ohjelmoinnillisen ajattelun testin tuloksia sekä oppilaiden taustakyselyn vastauksia. Oppilaiden osaaminen on jaettu kolmelle tasolle: välttävä, hyvä ja erinomainen osaaminen. Tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Kuinka ohjelmoinnillisen ajattelun testin välttävän, hyvän ja erinomaisen tasoryhmän oppilaat erosivat a) ohjelmistojen käytössä opitunneilla, b) monilukutaidon itsearvioidussa oppimisessa koulussa ja c) ohjelmoinnillisen ajattelun ja ohjelmoinnin itsearvioidussa oppimisessa koulussa?

2. Millaisia sukupuolten välisiä eroja oli tarkasteltaessa oppilaiden ohjelmistojen käyttöä tunnilla, itsearvioitua monilukutaidon oppimista koulussa sekä itsearvioitua ohjelmoinnillisen ajattelun ja ohjelmoinnin oppimista koulussa?

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Tutkimusaineisto ja tutkimukseen osallistujat

ICILS 2018 -tutkimuksen aineisto kerättiin maalisi- ja huhtikuussa 2018. ICILS 2018 -tutkimuksen kohdeperusjoukko oli perusopetuksen kahdeksannen luokan oppilaat. Tutkimuksen piiristä on rajattu pois erityiskoulut sekä kielikoulut, joissa opetuskieli oli muu kuin ruotsi tai suomi. Kohdeperusjoukosta tutkimukseen poimittiin 150 koulua käyttäen ositettua otantaa. Kunkin valitun koulun kahdeksaluokkalaisista valittiin satunnaisotannalla 20 oppilasta tai kaikki koulun kahdeksaluokkalaiset, jos heitä oli 20 tai vähemmän. Mukaan tutkimukseen valittiin 2794 oppilasta ja lopulliseen tutkimukseen osallistui 2546 oppilasta. (Leino ym., 2018.)

ICILS 2018 -tutkimuksessa oppilaat suorittivat osaamista mittaavan kokeen, jossa mitattiin monilukutaidon osaamista sekä ohjelmoinnillista ajattelua. Tämän lisäksi oppilaat vastasivat kyselyyn, jolla kerättiin tietoja oppilaan taustasta, TVT-laitteiden ja -sovellusten käytöstä koulussa ja sen ulkopuolella sekä asenteista tieto- ja viestintäteknologiaa kohtaan. (Leino ym., 2018.) Tässä tutkimuksessa aineistosta hyödynnetään ohjelmoinnillisen ajattelun arvioinnin piste-määriä sekä oppilaiden taustakyselyn vastauksia.

2.2 Aineiston analyysi

Ohjelmoinnillisen ajattelun tutkimukseen osallistuneet oppilaat jaettiin kolmeen tasoryhmään. Tasoryhmien määrittelyyn on käytetty Fraillonin ym. (2019) kansainvälisessä raportissa määriteltyjä ohjelmoinnillisen ajattelun testin osaamistason ryhmittelyä. Tasoryhmät ovat välttävä suoritus (alle 459 pistettä saaneet, N=658), hyvä suoritus (459–588 pistettä saaneet N=1294) ja erinomainen suoritus (yli 589 pistettä saaneet, N=477).

Aineiston analyysin valittiin taustakyselyn perusteella kolme kysymyssarjaa, joista temaattisesti muodostettiin viisi summamuuttujaa. Summanmuuttujia

käyttämällä voidaan saada tiivistetty kuva vastaajien mielipiteistä. Summanmuuttuja saadaan laskemalla useita erillisiä, mutta samaa ilmiötä mittaavia muuttujia yhteen. (Tietoarkisto, 2021.)

Oppilailta kysyttiin, kuinka usein he käyttävät tiettyjä tietokoneohjelmistoja oppitunneilla. Tämän kysymyksen perusteella muodostettiin kaksi summanmuuttujaa: oppilaiden oppitunneilla käyttämät perusohjelmistot (esim. tekstinkäsittelyohjelmistot, esitysohjelmistot) sekä oppilaiden oppitunneilla käyttämät erityisohjelmistot (esim. oppimispelit, käsitekarttaohjelmistot). Oppilailta kysyttiin myös, kuinka paljon he kokivat oppineensa koulussa tiettyjen asioiden tekemisestä (esim. viittaaminen internetlähteisiin, TVT:n käyttö tiedonhaussa). Tästä kysymyksestä muodostettiin oppilaiden itsearvio monilukutaidon oppimisesta summanmuuttuja. Tämän lisäksi oppilailta kysyttiin, kuinka paljon he ovat tänä lukuvuonna oppineet koulussa tekemään asioita, jotka liittyvät ohjelmoinnillisen ajattelun taitoihin (esim. tietojen esittäminen eri tavoin, mutkikkaan prosessin jakaminen pienempiin osiin) sekä ohjelmoinnin taitoihin (esim. algoritmien tulkitseminen, ohjelmien ohjelmointi). Tästä kysymyksestä muodostettiin kaksi summanmuuttujaa, oppilaiden itsearvio ohjelmoinnillisen ajattelun oppimisesta sekä oppilaiden itsearvio ohjelmoinnin oppimisesta. Käytetyt kysymykset ja vastausvaihtoehdot on kuvattu liitteessä 1.

Kysymysten vastausvaihtoehdot muutettiin pisteiksi summien saamiseksi, jotta tutkimuksessa kyettiin vertailemaan tasoryhmien välisiä eroja keskiarvoissa. Kysymyksestä riippuen, joko suurempi tai pienempi muuttujan arvo kuvasi suurempaa käyttömäärää tai parempaa itsearviota oppimisesta. Summamuuuttujien skaalojen reliabiliteetit arvioitiin käyttäen Cronbachin alfa -kertoimia. Cronbachin alfa on yksi käytetyimpiä reliabiliteetin mitoista (Metsämuuronen, 2011, s. 544–545). Summamuuuttujien lisäksi valittuja kolmea kysymyssarjaa tarkasteltiin frekvenssien ja ristiintaulukointien avulla. Ristiintaulukointia käytetään tutkittaessa muuttujien jakautumista ja niiden välisiä riippuvuuksia (Tietoarkisto, 2021). Ristiintaulukointeja hyödynnettiin kysymysten välisten sukupuolierojen tarkasteluun.

Aineiston analyysit suoritettiin SPSS Statistics 26 -ohjelmistolla. Tasoryhmien välisiä eroja summanmuuttujien osalta sekä yksittäisiä kysymyksiä tutkittiin keskiarvovertailuin ja erojen tilastollista merkitsevyyttä t-testillä. Summanmuuttujien ja kysymysten keskiarvovertailujen syntaksien muodostamisessa käytettiin IEA:n tuottamaa IDB Analyzeria. Aineisto otanta on poikkeuksellinen kaksitasoinen otanta eikä yksitasoinen satunnaisotanta, jolloin varianssien estimointi ei ole suoraviivaista. IDB Analyzer huomioi otanta-asetelman ja estimoivat varianssit oikein. (Fraillon ym., 2020.)

2.3 Eettinen pohdinta

Tämän pro gradu -tutkielman koko prosessin ajan on noudatettu Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (2013) Hyvän tieteellisen käytännön periaatteita. Tutkimusprosessin ajan on noudatettu rehellisyyttä, huolellisuutta sekä tarkkuutta niin tulosten tallentamisessa, esittämisessä kuin tulosten arvioinnissa. Tutkimuksen aineiston keräämisestä on Suomessa vastannut Jyväskylän yliopiston Koulutuksen tutkimuslaitos. Tutkimuksen aineisto on analysoitu huolellisesti sekä analyysimenetelmät on raportoitu tarkasti. Tutkimustulosten esittäminen on tehty mahdollisimman selkeästi niin tulosluvussa kuin liitteissä. Tutkimuksen aineisto on säilytetty turvallisesti Jyväskylän yliopiston suojatulla verkkoasemalla.

Tutkimuslupien hankinnasta on Suomessa vastannut tutkimuksen toteuttaja Jyväskylän yliopiston Koulutuksen tutkimuslaitos. ICILS 2018 -tutkimuksessa kouluille on jaettu tiedotteet, jossa on tuotu esiin tutkimuksen tarkoitus sekä tieto, että aineistoa käsitellään anonyyminä. Aineiston keräämisen jälkeen kaikki henkilöivät tiedot on poistettu datasta muodostamalla uudet käsittelykoodit kaikille osallistujille. Näin on aineistosta poistettu kaikki yksilöjä identifioivat tekijät.

ICILS-tutkimuksessa tekijänoikeudet materiaaleihin ovat tutkimuksen kansainvälisellä organisoijalla eli IEA:lla. IEA on tehnyt jokaisen osallistuvan maan

kanssa sopimuksen siitä, että maat saavat käyttää keräämäänsä aineistoa tutkimustarkoituksiin. Lisäksi aineiston kansainvälinen data on julkaistu vapaasti kaikkien tutkijoiden käyttöön (IEA).

3 TULOKSET

3.1 Ohjelmoinnillisen ajattelun testin tasoryhmien erot perusohjelmistojen ja erityisohjelmistojen käytössä oppitunneilla

Ensimmäisenä tarkasteltiin, kuinka ohjelmoinnillisen ajattelun testin välttävän, hyvän ja erinomaisen tasoryhmän oppilaat erosivat oppitunneilla käyttämien perusohjelmistojen ja erityisohjelmistojen käytössä. Ryhmien välisiä eroja tarkasteltiin siten, että välttävän tason ryhmää verrattiin hyvän tason oppilaisiin, hyvän tason oppilaita erinomaisen tason oppilaisiin ja erinomaisen tason oppilaita taas välttävän tason oppilaisiin. Taulukoissa 1–5 vertailuryhmä on kerrottu neljännessä sarakkeessa.

Perusohjelmistojen käytön ja ohjelmoinnillisen ajattelun välillä oli positiivinen yhteys (taulukko 1). Tarkastelujen tasoryhmien oppilaista välttävän tason saavuttaneet oppilaat kertoivat käyttävänsä vähemmän perusohjelmistoja (summakeskiarvo 1,91) kuin hyvän (summakeskiarvo 2,03) ja erinomaisen tason saavuttaneet oppilaat (summakeskiarvo 2,08). Hyvän tason saavuttaneiden oppilaiden keskiarvo ei kuitenkaan eronnut tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,1$) erinomaisen tason oppilaista.

Taulukko 1.

Ohjelmoinnillisen ajattelun testin tasoryhmien erot perusohjelmistojen käytössä oppitunneilla

Tasoryhmät	Perusohjelmistojen summanmuuttujan keskiarvo	Keskivirhe	Vertailuryhmä	Vertailuryhmän perusohjelmistojen summanmuuttujan keskiarvo	Vertailuryhmän keskivirhe	Erotus	Erotuksen keskivirhe	T- arvo	P-arvo (2-suuntainen)
Välttävä taso	1,91	0,02	Hyvä taso	2,03	0,02	-0,12	0,03	3,86	< 0,001
Hyvä taso	2,03	0,02	Erinomainen taso	2,08	0,03	-0,05	0,03	1,86	Ei merkitsevä
Erinomainen taso	2,08	0,03	Välttävä taso	1,91	0,02	0,17	0,04	4,86	< 0,001

Perusohjelmistojen kysymyssarja ei muodostanut täysin yhtenäistä kokonaisuutta (Cronbachin alfa 0,68), joten kysymyssarjan osia on syytä tarkastella myös yksittäin. Tasoryhmien väliset kysymyskohtaiset keskiarvot erosivat 0,02–

0,25. Suurin ero keskiarvojen välillä oli kysymyksessä, jossa selvitettiin oppilaiden sähköisten tietolähteiden käyttöä. Välttävän tason saavuttaneet oppilaat kokivat käyttäneensä vähemmän sähköisiä tietolähteitä (summakeskiarvo 2,10) kuin hyvän (summakeskiarvo 2,39) ja erinomaisen tason saavuttaneet oppilaat (summakeskiarvo 2,55). Ero tasoryhmien välillä näkyi myös siinä, kuinka usein oppilaat kertoivat käyttävänsä tieto- ja viestintäteknologiaa tiedonhaussa. Välttävän tason saavuttaneet oppilaat (summakeskiarvo 2,04) kokivat käyttävänsä vähemmän tekstinkäsittelyohjelmia kuin hyvän (summakeskiarvo 2,16) ja erinomaisen (summakeskiarvo 2,19) tason saavuttaneet oppilaat.

Erityisohjelmistojen käytössä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa välttävän (summakeskiarvo 1,48), hyvän (summakeskiarvo 1,44) ja erinomaisen tason (summakeskiarvo 1,46) saavuttaneiden oppilaiden välillä (taulukko 2). Oppilaat arvioivat käyttäneensä hyvin vähän erityisohjelmistoja

Taulukko 2.

Ohjelmoinnillisen ajattelun testin tasoryhmien erot erityisohjelmistojen käytössä oppitunneilla

Tasoryhmät	Erityisohjelmistojen summanmuuttujan keskiarvo	Keskivirhe	Vertailuryhmä	Vertailuryhmän erityisohjelmistojen summanmuuttujan keskiarvo	Vertailuryhmän keskivirhe	Erotus	Erotuksen keskivirhe	T- arvo	P-arvo (2-suuntainen)
Välttävä taso	1,48	0,02	Hyvä taso	1,44	0,01	0,04	0,30	- 1,37	Ei merkitsevä
Hyvä taso	1,44	0,01	Erinomainen taso	1,46	0,02	-0,02	0,20	1,10	Ei merkitsevä
Erinomainen taso	1,46	0,02	Välttävä taso	1,48	0,02	-0,02	0,03	0,45	Ei merkitsevä

3.2 Ohjelmoinnillisen ajattelun tasoryhmien erot itsearvioidussa monilukutaidon oppimisessä koulussa

Toisena kysymyksenä tarkasteltiin, kuinka ohjelmoinnillisen ajattelun testin välttävän, hyvän ja erinomaisen tasoryhmän oppilaat erosivat itsearviossaan monilukutaidon oppimisesta koulussa. Tässä kysymyksessä matalampi summanmuuttujan arvo merkitsi parempaa itsearviota oppimisesta. Kolmen tarkastellun tason oppilaista välttävän tason saavuttaneet oppilaat kokivat oppineensa vä-

hemmän monilukutaidon taitoja (summakeskiarvo 2,32) kuin hyvän (summakeskiarvo 2,19) ja erinomaisen tason (summakeskiarvo 2,07) saavuttaneet oppilaat. Kaikkien ryhmien välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,05$) (taulukko 3).

Taulukko 3.

Oppilaiden monilukutaidon oppimisen yhteys ohjelmoinnillisen ajattelun taitoihin

Tasoryhmät	Monilukutaidon summanmuuttujan keskiarvo	Keskivirhe	Vertailuryhmä	Vertailuryhmän monilukutaidon summanmuuttujan keskiarvo	Vertailuryhmän keskivirhe	Erotus	Erotuksen keskivirhe	T- arvo	P-arvo (2-suuntainen)
Välttävä taso	2,32	0,30	Hyvä taso	2,19	0,30	0,13	0,40	2,95	< 0,01
Hyvä taso	2,19	0,30	Erinomainen taso	2,07	0,40	0,12	0,05	2,56	< 0,05
Erinomainen taso	2,07	0,40	Välttävä taso	2,32	0,30	-0,25	0,50	4,79	< 0,001

Monilukutaidon oppimisen kysymyssarja muodosti yhtenäisen kokonaisuuden (Cronbachin alfa on 0,92). Silti kysymyksiä tarkasteltiin myös yksitellen. Kysymysten sisäinen keskiarvojen vaihteluväli oli 0,11–0,35. Suurin keskiarvoero oli kysymyksessä, jossa selvitettiin, kuinka paljon oppilaat kokivat oppineensa koulussa esittämään tietoa tietylle yleisölle tai tiettyyn tarkoitukseen tieto- ja viestintäteknologian avulla. Välttävän tason saavuttaneet oppilaat kokivat oppineensa tietojen esittämistä vähemmän (summakeskiarvo 2,42) kuin hyvän (summakeskiarvo 2,28) ja erinomaisen tasoryhmän oppilaat (summakeskiarvo 2,07). Pienin kysymyskohtainen ero koski sitä, kuinka paljon oppilaat ovat kokeneet oppineensa siitä, mistä etsiä tietoa internetissä, kun aihepiiri on itselleen vieras. Välttävän tason oppilaat (summakeskiarvo 2,18) kokivat oppineensa tästä aiheesta vähemmän kuin hyvän (summakeskiarvo 2,09) ja erinomaisen tason (summakeskiarvo 2,07) saavuttaneet oppilaat.

3.3 Ohjelmoinnillisen ajattelun tasoryhmien erot ohjelmoinnillisen ajattelun ja ohjelmoinnin taitojen oppimisessa koulussa

Kolmantena alakysymyksenä tarkasteltiin, kuinka ohjelmoinnillisen ajattelun testin välttävän, hyvän ja erinomaisen tasoryhmän oppilaat erosivat itsearviois- saan ohjelmoinnillisen ajattelun ja ohjelmoinnin oppimisesta koulussa. Välttävän

ja erinomaisen tason ohjelmoinnissa saavuttaneiden oppilaiden vastausten välillä on tilastollisesti merkitsevä ero ($p < 0,05$). Välttävän tason saavuttaneet oppilaat kokivat oppineensa enemmän ohjelmoinnillisen ajattelun taitoja (summakeskisarvo 2,44) kuin erinomaisen tason saavuttaneet oppilaat (summakeskisarvo 2,55). Muut keskiarvoerot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (taulukko 4).

Taulukko 4.

Oppilaiden ohjelmoinnillisen ajattelun oppimisen yhteys ohjelmoinnillisen ajattelun taitoihin

Tasoryhmät	Ohjelmoinnillisen ajattelun summamuuttujan keskiarvo	Keskivirhe	Vertailuryhmä	Vertailuryhmän ohjelmoinnillisen ajattelun summamuuttujan keskiarvo	Vertailuryhmän keskiarvo	Erotus	Erotuksen keskiarvo	T- arvo	P-arvo (2-suuntainen)
Välttävä taso	2,44	0,03	Hyvä taso	2,50	0,03	-0,06	0,05	1,29	Ei merkitsevä
Hyvä taso	2,50	0,03	Erinomainen taso	2,55	0,03	-0,05	0,05	1,07	Ei merkitsevä
Erinomainen taso	2,55	0,03	Välttävä taso	2,44	0,03	0,11	0,05	- 2,26	< 0,05

Ohjelmoinnillisen ajattelun oppimisen kysymyssarja muodosti yhtenäisen kokonaisuuden (Cronbachin alfa on 0,92). Silti kysymyksiä tarkasteltiin myös yksitellen. Ohjelmoinnillisen ajattelun oppimisen kysymyskohtainen tasoryhmien välinen vaihtelu oli 0,05–0,57. Suurin tasoryhmien välinen ero oli siinä, kuinka paljon oppilaat olivat oppineet käyttämään simulaatioita reaali maailman ongelmien ymmärtämiseksi tai ratkaisemiseksi. Välttävän tason saavuttaneet oppilaat kokivat oppineensa simulaatioiden käyttämisestä enemmän (summakeskisarvo 2,67) kuin hyvän (summakeskisarvo 2,94) ja erinomaisen tason saavuttaneet oppilaat (summakeskisarvo 3,21). Suuri ero tasoryhmien välillä oli myös siinä, kuinka paljon oppilaat kokivat oppineensa tekemään prosessin eri osia esittäviä vuokaavioita. Välttävän tason saavuttaneet oppilaat kokivat oppineensa vuokaavioiden tekemisestä enemmän (summakeskisarvo 2,78) kuin hyvän (summakeskisarvo 3,01) ja erinomaisen tasoryhmän oppilaat (summakeskisarvo 3,25).

Kolmen tarkastellun tason oppilaista välttävän tason saavuttaneet oppilaat kokivat oppineensa enemmän ohjelmoinnin taitoja (summakeskisarvo 2,67) kuin hyvän (summakeskisarvo 2,89) ja erinomaisen tason saavuttaneet oppilaat (summakeskisarvo 3,05) (taulukko 5). Ohjelmointitaitojen oppimisen kysymyssarja muodosti yhtenäisen kokonaisuuden (Cronbachin alfa on 0,87). Silti kysymyksiä

tarkasteltiin myös yksitellen. Ohjelmointitaitojen oppimisen kysymyskohtainen keskiarvovaihtelu tasoryhmien välillä oli 0,29–0,46. Suurin ero oli kysymyksessä, jossa selvitettiin, kuinka paljon oppilaat kokivat oppineensa ohjelmoimaan ohjelmia. Välttävän tason saavuttaneet oppilaat kokivat oppineensa enemmän ohjelmien ohjelmoinnista (summakeskiarvo 2,66) kuin hyvän (summakeskiarvo 2,94) ja erinomaisen tasoryhmän oppilaat (summakeskiarvo 3,13). Selkeä tasoryhmien välinen ero oli myös siinä, kuinka paljon oppilaat kokivat oppineensa tekemään algoritmeja. Välttävän tason saavuttaneet oppilaat kokivat oppineensa enemmän algoritmien tekemisestä ja tulkitsemista (summakeskiarvo 2,80) kuin hyvän (summakeskiarvo 2,97) tai erinomaisen tason saavuttaneet oppilaat (summakeskiarvo 3,12).

Taulukko 5.

Oppilaiden ohjelmoinnin taitojen yhteys ohjelmoinnillisen ajattelun taitoihin

Tasoryhmät	Ohjelmoinnin taitojen summanmuuttujan keskiarvo	Keskivirhe	Vertailuryhmä	Vertailuryhmän ohjelmoinnin taitojen summanmuuttujan keskiarvo	Vertailuryhmän keskivirhe	Erotus	Erotuksen keskivirhe	T- arvo	P-arvo (2-suuntainen)
Välttävä taso	2,67	0,04	Hyvä taso	2,80	0,04	-0,24	0,06	3,84	< 0,001
Hyvä taso	2,89	0,04	Erinomainen taso	3,05	0,05	0,16	0,06	2,76	< 0,01
Erinomainen taso	3,05	0,05	Välttävä taso	2,67	0,04	0,38	0,06	6,26	< 0,001

3.4 Sukupuolten väliset erot oppilaiden ohjelmistojen käytössä oppitunneilla sekä itsearvioidussa monilukutaidon, ohjelmoinnillisen ajattelun ja ohjelmoinnin oppimisessa koulussa

Perusohjelmistojen käytössä oppitunneilla vain yhden kysymyksen kohdalla ristiintaulukointi toi esiin selkeän ero sukupuolten välillä. Tytöistä 67,1 % ei ollut käyttänyt koulussa kuluneen lukuvuoden aikana taulukkolaskentaohjelmia, kun taas pojista 52,4 %. Ristiintaulukointi toi esiin eroja erityisohjelmistojen käytössä tyttöjen ja poikien välillä. Hieman useampi tyttö kuin poika ilmoitti, ettei ollut kuluneen lukuvuoden aikana käyttänyt lainkaan multimediatuotannon työkaluja (tytöt 69,6 %, pojat 59,3 %), tiedonkeruu- ja tai seurantaohjelmia (tytöt 72,7

%, pojat 63,8 %), simulaatio tai mallinnusohjelmia (tytöt 86,6 %, pojat 73,9 %) tai piirto- tai grafiikkaohjelmia (tytöt 75,4 %, pojat 61,5 %)

Ristiintaulukointi toi esiin sukupuolieroja monilukutaidon itsearvioidussa oppimisessa. Tytöt arvioivat oppineensa koulussa monilukutaidon osa-alueita keskimäärin enemmän kuin pojat. Yhteistyön tekeminen tieto- ja viestintätekniikan avulla oli ainoa monilukutaidon osa-alue, jolla pojat arvioivat tyttöjä suurempaa oppimista. Pojista 15,9 % arvioi oppineensa paljon ja tytöistä 13,9 %. Ristiintaulukoinnissa suurimmat erot sukupuolten välillä havaittiin siinä, kuinka paljon oppilas arvioi oppineensa arvioimaan, mikä internetistä löytyvä tieto on sopivaa koulutehtävässä käytettäväksi. Tytöistä yli kolmasosa (34,6 %) ja pojista vain alle neljännes (23,4 %) arvioi oppineensa aiheesta paljon. Pojista 9,2 % ja tytöistä 3,6 % arvioivat, etteivät oppineet tästä aiheesta lainkaan.

Sukupuolen perusteella tehdyssä ristiintaulukoinnissa näkyy, että vastanneiden tyttöjen itsearvio ohjelmoinnillisen ajattelun oppimisesta oli selkeästi alhaisempi kolmessa kysymyksestä neljästä. Tytöistä (45,0 %) suurempi osuus kuin pojista (29,5 %) ei kokenut oppineen lainkaan tekemään prosessin osia esittäviä vuokaavioita. Tytöistä (41,2 %) suurempi osuus kuin pojista (28,1 %) ei kokenut oppineen lainkaan käyttämään simulaatioita reaali maailman ongelmien ymmärtämiseksi tai ratkaisemiseksi. Tytöistä (23,4 %) suurempi osuus kuin pojista (14,8 %) ei kokenut oppineensa lainkaan käyttämään työvälineitä tehdäkseen graafisia esityksiä, jotka auttavat ongelmien ratkaisemisessa.

Sukupuolen perusteella tarkastellussa ristiintaulukoinnissa ohjelmoinnin osaamiseen liittyvissä kysymyksistä tyttöjen arvio oppimisesta oli alhaisempi kaikissa kysymyksissä, mutta ero oli selkein kolmessa kysymyksessä neljästä. Tytöistä (48,1 %) suurempi osuus arvioi, ettei ollut lainkaan oppinut ohjelmoimaan tietokoneohjelmia kuin pojista (25,9 %). Tytöistä suurempi osuus koki myös, ettei ollut oppinut lainkaan tulkitsemaan ja luomaan algoritmeja (42,6 %) kuin pojista (28,0 %). Lisäksi suurempi osuus tytöistä ei arvioi oppineensa lainkaan ymmärtämään tai soveltamaan ohjelmointikielten toistorakenteita (51,5 %) kuin pojista (28,4 %). Kaikki tyttöjen ja poikien kysymyskohtaiset ristiintaulukoinnit ovat liitteenä (Liite 2).

4 POHDINTA

4.1 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli tutkia, miten ICILS 2018 -oppilaskokeen ohjelmoinnillisen ajattelun testin tasoryhmät erosivat ohjelmistojen käytössä oppitunneilla sekä itsearvioidussa monilukutaidon, ohjelmoinnillisen ajattelun ja ohjelmoinnin oppimisessa koulussa. Tämän lisäksi tutkittiin, millaisia sukupuolieroja oli havaittavissa edellä esitetyissä muuttujissa.

Perusohjelmistojen käytön koulussa ja ohjelmoinnillisen ajattelun välillä oli tässä tutkimuksessa positiivinen yhteys. Tämä korreloi aikaisempien tutkimusten kanssa tietokoneiden käytöstä. Wernerin ym. (2012) tutkimuksessa tietokoneiden monipuolinen käyttö sekä varmuus tietokoneiden kanssa toimimisesta korreloi korkeampien ohjelmoinnillisen ajattelun taitojen kanssa. Guggemonsin (2021) tutkimuksessa tietokoneen käytön määrä oli yhteydessä ohjelmoinnillisen ajattelun taitojen kasvuun. Erityisohjelmistojen käytössä oppilaiden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Keskimäärin kaikissa oppilasryhmissä erityisohjelmistoja käytettiin vähän.

Monilukutaidon itsearvioidun oppimisen koulussa ja ohjelmoinnillisen ajattelun välillä oli positiivinen yhteys tässä tutkimuksessa. Tämän tutkimuksen tulos on yhtenevä aikaisempien tutkimusten kanssa. Guggemonsin (2021) tutkimuksessa monilukutaidon osaamisella oli yhteys ohjelmoinnillisen ajattelun taitojen kasvuun. Myös ICILS 2018 -tutkimuksessa monilukutaidon ja ohjelmoinnillisen ajattelun testipistemäärillä on selvä yhteys. (Leino ym., 2019). Tämä saattaa johtua siitä, että monilukutaidolla ja ohjelmoinnillisella ajattelulla on useita yhteisiä piirteitä. Esimerkiksi Yadavin ym. (2018) mukaan ohjelmoinnillinen ajattelu voidaan nähdä osana digitaalista lukutaitoa. Digitaalinen lukutaito on osa monilukutaitoa. Ohjelmointi itsessään on kielellä operoimista. Molempiin osaluokkiin kuuluu myös esimerkiksi kriittinen tiedonarviointi ja tietokoneenkäyttö (Leino ym., 2019).

Välttävän tason saavuttaneet oppilaat arvioivat oppineensa enemmän ohjelmoinnillisen ajattelun sekä ohjelmoinnin taitoja kuin hyvän ja erinomaisen tason oppilaat. Tämä tulos on linjassa kansainvälisen ICILS 2018 -tutkimuksen kanssa, jossa oppilaan itsearviolla ohjelmoinnillisen ajattelun oppimisesta oli negatiivinen yhteys ohjelmoinnillisen ajattelun oppilaskokeen tuloksiin (Frailon ym., 2020). Frailonin ym. (2020) mukaan tulokset johtuvat mahdollisesti siitä, että heikommat oppilaat saavat enemmän tukiohjausta ohjelmoinnillisen ajattelun taitoihin kuin taitavammat oppilaat. Mahdollisesti ohjelmoinnillisessa ajattelussa taitavammat oppilaat eivät myöskään koe saavansa niin syvällistä opetusta aiheesta, että vastaisivat myönteisesti koetun oppimisen kohdalla. Onkin mahdollista, että oppilaat, jotka ovat itsenäisesti harjoitelleet ohjelmointia ja ohjelmoinnillisen ajattelun taitoja, eivät koe saavansa koulussa opetusta, joka kehittäisi heidän taitojaan.

Sukupuolien välinen ero oli suurin erityisohjelmistojen käytössä. Tytöt kokivat käyttäneensä koulussa vähemmän erityisohjelmistoja kuin pojat. Masterin, Cheryanin & Meltzoffin (2016) mukaan tytöt saattavat vältellä tietojenkäsittelytieteisiin liittyviä kursseja, koska työtöillä on näille kursseilla kuulumattomuuden tunne tyttöihin liittyvien stereotyyppien vuoksi. On mahdollista, että tytöt suorittavat poikia vähemmän tietotekniikkaan liittyviä valinnaisia, jolloin mahdollisuudet käyttää erityisohjelmistoja ovat vähäisiä.

Tämän tutkimuksen mukaan tytöt kokivat oppineensa monilukutaidon osa-alueita koulussa enemmän kuin pojat. Syynä tähän voi olla sukupuolittuneisuus äidinkielen opiskelussa ja menestyksessä. Peruskoulussa tytöt suhtautuvat Suomessa positiivisemmin äidinkielen opiskeluun sekä menestyvät äidinkielen opinnoissa paremmin (Jakku-Sihvonen, 2013).

Tässä tutkimuksessa pojat arvioivat oppineensa koulussa ohjelmoinnillisen ajattelun sekä ohjelmoinnin taitoja enemmän kuin tytöt. Guggemontin (2021) tutkimuksen mukaan tytöillä on poikia huonompi ohjelmoinnillisen ajattelun taitojen minäkuva sekä kokevat vähemmän motivaatiota ohjelmoinnillisen ajattelun taitojen oppimiseen. ICILS 2018 -tutkimuksessa suomalaisten tyttöjen pistemäärän keskiarvo oli tilastollisesti merkitsevästi korkeampi kuin poikien ja jakautui

poikia tasaisemmin (Leino, 2019). Voikin olla, että tytöt oppivat yhtä paljon kuin pojat, mutta heikon minäkuvan takia arvioivat oppimisensa todellista alhaisemmaksi.

4.2 Tutkimuksen luotettavuus ja jatkotutkimus

Metsämuurosen (2011, s. 65) mukaan validiteetti on osa tutkimuksen luotettavuuden pohdintaa, ja ulkoinen validiteetti kuvaa tutkimuksen yleistettävyyttä. Tässä tutkimuksessa käytetyn aineiston kohdeperusjoukko oli perusopetuksen kahdeksannen luokan oppilaat. Kohdeperusjoukosta tutkimukseen poimittiin 150 koulua käyttäen ositettua otantaa ja kunkin valitun koulun kahdeksaluokkalaisista valittiin satunnaisotannalla 20. Mukana lopullisessa tutkimuksessa oli 2546 oppilasta. Ositettua otantaa käyttämällä ja suurella osallistujamäärällä pyrittiin varmistamaan, että tutkimus edustaisi suomalaisia kahdeksaluokkalaisia mahdollisimman tarkasti ja olisi yleistettävissä koko joukkoon.

Tutkimuksen sisäisestä validiteetista puhuttaessa tarkoitetaan tutkimuksen omaa luotettavuutta. Sisällön validiteettia tutkittaessa perinteisesti on tarkoitettu sitä, mitataanko tutkimuksessa sitä, mitä on tarkoitus mitata. Luotettavuudella viitataan mittarin luotettavuuteen. (Metsämuuronen, 2011, s. 126.) Tässä tutkimuksessa sisäistä luotettavuutta puoltaa laaja kansainvälinen tieteellinen yhteistyö, jonka avulla on pyritty varmistamaan tutkimuksen sisäistä luotettavuutta. Silti on tarpeen tarkastella tutkimuksen kyselylomaketta tarkemmin.

Pro gradu -tutkielman tekemisen aikana havaittiin, että monilukutaidon kohdalla kyselylomakkeessa lukee ”Kuinka paljon olet oppinut koulussa seuraavien asioiden tekemisestä?” kun taas ohjelmoinnillisen ajattelun kohdalla kyselylomakkeessa lukee ”Kuinka paljon olet tänä lukuvuonna oppinut tekemään seuraavia asioita?”. Kyselylomakkeessa vastaajan tulisi ymmärtää kysymys samalla tavalla kuin tutkija on tämän tarkoittanut. Jos näin ei ole, tutkimus ei ole yhtä luotettava. (Valli, 2018, s. 227.) Lukuvuosi käsitteenä viittaa kouluun, mutta sen voi myös käsittää ajan määreenä. On siis vaikea arvioida, ovatko oppilaat

käsittäneet kysymyksen koskevan vain koulussa opittua vai myös vapaalla oppimaansa. Tässä tutkimuksessa on tehty oletus, että käsitteellä lukuvuosi on viitattu koulussa oppimiseen.

Summamuuuttujan luotettavuutta tarkastellessa puhutaan summanmuuttujan reliabiliteetista. Yksi käytetyimmistä reliabiliteetin mitoista on Cronbachin alfa. (Metsämuuronen, 2011, s. 544–545.) Tässä tutkimuksessa kaikki muut summanmuuttajat muodostivat Cronbachin alfan (0,87–0,92) mukaan yhtenäisen kokonaisuuden paitsi perusohjelmistojen kysymyssarja (Cronbachin alfa 0,68). Tätä sekä kaikkia muita summamuuuttujia tarkasteltiin myös tarkemmin kysymysten sisäisten vaihteluiden kautta.

Tutkimuksen tuloksista selvisi, että välttävän tason oppilaat kokivat oppineensa enemmän ohjelmoinnillisen ajattelun sekä ohjelmoinnin taitoja kuin hyvän ja erinomaisen tason oppilaat. Johtuuko tämä esimerkiksi siitä, ettei peruskoulu haasta tarpeeksi jo ohjelmoinnillisessa ajattelussa taitavia oppilaita? Aihe kaipaisi lisätarkastelua tutkimuksen kautta. Tämän lisäksi sukupuolet erosivat toisistaan itsearvioidussa ohjelmoinnillisen ajattelun taitojen oppimisessa. Suomen aineistossa tyttöjen ohjelmoinnillisen ajattelun taidot jakautuivat tasaisemmin ja olivat keskimäärin paremmat kuin poikien. Tytöt kuitenkin kokivat oppineensa vähemmän ohjelmoinnillisen ajattelun taitoja. Olisikin mielenkiintoista ja tyttöjen oppijaminäkuvan parantamisen kannalta tärkeää selvittää, mitkä syyt johtavat tähän.

LÄHTEET

- Angeli, Charoula & Giannakos, Michail. (2019). Computational thinking education: Issues and challenges. *Computers in Human Behavior*, artikkeli 106185. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.106185>
- Barr, D., Harrison, J. & Conery, L. (2011). Computational thinking: a digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20–23. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ918910.pdf>
- Barr, Valerie & Stephenson, Chris. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community?. *ACM Inroads*. 2. artikkeli 1929905. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1929887.1929905>
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). Using artifact-based interviews to study the development of computational thinking in interactive media design, *American Educational Research Association meeting*. <http://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf>
- CAS (18.12.2015). *Computational thinking – A guide for teachers*. <https://community.computingschool.org.uk/resources/2324/single>
- Chen, G. Shen, J. Barth-Cohen, L. Jiang, S. Huang, X. Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming, *Computers & Education*, Volume 109, 162-175. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>.
- Ching, Yu-Hui & Hsu, Yu-Chang & Baldwin, Sally. (2018). Developing Computational Thinking with Educational Technologies for Young Learners. *TechTrends* 62, 563–573. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0292-7>
- Fagerlund, J. (2021). *Teaching, Learning and Assessing Computational Thinking through Programming with Scratch in Primary Schools*, [Väitöskirja, Jyväskylän yliopisto]. <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/78190>

- Figueiredo, J. A. Q. (2017). How to improve computational thinking: A case study. *Education in the Knowledge Society*, 18(4), 35-51.
<http://dx.doi.org/10.14201/eks20171843551>
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Duckworth, D., & Friedman, T. (2019). IEA International Computer and Information Literacy Study 2018 Assessment Framework, International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Fraillon, Julian & Ainley, John & Schulz, Wolfram & Friedman, Tim & Duckworth, Daniel. (2020). Preparing for Life in a Digital World: IEA International Computer and Information Literacy Study 2018 International Report, International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Fraillon, J. Ainley, J, Wolfram S & Duckworth, D. (2020). IEA International Computer and Information Literacy Study 2018 Technical Report, International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Grover, Shuchi & Pea, Roy. (2013). Computational Thinking in K-12 A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42, 38-43.
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/0013189x12463051>
- Grover, P. & Shuchi, R. (2017). Computational Thinking: A Competency Whose Time Has Come. Teoksessa Sentance, S., Bardsen, C., & Schulte, C. (toim.) Grover, S., & Pea, R. (2018). Computational Thinking: A Competency Whose Time Has Come. In S. Sentance, E. Barendsen, & C. Schulte (Eds.), *Computer Science Education: Perspectives on Teaching and Learning in School*, 20-38, Bloomsbury Publishing.
- Guggemos, J. (2021). On the predictors of computational thinking and its growth at the high-school level, *Computers & Education*, Volume 161, artikkeli 104060. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104060>.
- Harmanen, M. (2016). Monilukutaito laajentaa opetuksen tekstitietoisuutta – kielitietoinen käänne opetussuunnitelmien perusteissa Teoksessa Leino K. & Kallionpää, O. (toim.) Monilukutaitoa digiaikaan – lukemisen ja

kirjoittamisen uudet haasteet ja mahdollisuudet, Äidinkielen opettajain liitto

- Hsu, Ting & Chang, Shao-Chen & Hung, Yu-Ting. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*. 126. 296-310
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.004>
- IEA. (18.12.2021). *ICILS International Computer and Information Literacy Study, Data Repository*. <https://www.iea.nl/data-tools/repository/icils>
- Jakku-Sihvonen, R. (2013). *Sukupuolenmukaista vaihtelua koululaisten oppimistuloksissa ja asenteissa - Koulutuksen seurantaraportit*, Opetushallitus
- Kalelioglu, Filiz & Gulbahar, Yasemin & Kukul, Volkan. (2016). A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review. *Baltic Journal of Modern Computing*. 4. 583-596.
https://www.researchgate.net/publication/303943002_A_Framework_for_Computational_Thinking_Based_on_a_Systematic_Research_Review
- Kekäläinen, O. (2015). Onko automatisointiajattelu paras suomennos käsitteestä "computational thinking"? Teoksessa Viteli, J. & Östman A. (toim.) *Tuovi 13: Interaktiivinen tekniikka koulutuksessa 2015-konferenssin tutkijatapaamisen artikkelit*, Tampereen yliopisto
- Kokkinen, L. (toim.) (2020). *Hyvinvointia työstä 2030-luvulla : skenaarioita suomalaisen työelämän kehityksestä*, Työterveyslaitos
- Leino, K. (2014). *The relationship between ICT use and reading literacy -Focus on 15-year-old Finnish students in PISA studies*, [Väitöskirja, Jyväskylän yliopisto].
<https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/44930>
- Leino, K. Rikala, J. Puhakka, E. Niilo-Rämä, M. Sirén, M. Fagerlund, J. (2019). *Digiloikasta digitaitoihin. Kansainvälinen monilukutaidon ja ohjelmoinnillisen ajattelun tutkimus (ICILS 2018)*, Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Master, A., Cheryan, S., & Meltzoff, A. N. (2016). Computing whether she belongs: Stereotypes undermine girls' interest and sense of belonging in computer science. *Journal of Educational Psychology*, 108(3), 424-437.
<https://doi.org/10.1037/edu0000061>

- Metsämuuronen, J. (2011). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä - E-kirja opiskelijalaitos*. Helsinki: International Methelp.
- Papert, S. (1996). An Exploration in the Space of Mathematics Educations, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1,1. 95-123
<https://doi.org/10.1007/BF00191473>
- Opetushallitus. (2014) *Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet*. Opetushallitus.
- Román-González, M, Pérez-González, J-C. & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*. 72. 678–691. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>
- Sieben C. & Lechner S. M. (2019) Measuring cultural capital through the number of books in the household, *Measurement Instruments for the Social Sciences*, 1, artikkeli 1 <https://doi.org/10.1186/s42409-018-0006-0>
- Tietoarkisto. (2021). *Kvantitatiivisen tutkimuksen verkkokirja [sähköinen tutkimusaineisto]*. Tampereen yliopisto.
<https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/index.html>
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2012). *Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsittelyminen Suomessa*. Tutkimuseettinen neuvottelukunta.
https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf (pdf) .
- Uudet lukutaidot (18.12.2021) *Uudet lukutaidot -kehittämisohjelma*
<https://uudetlukutaidot.fi/>
- Valli R. (2018). Vastausten tulkintaa määrällisessä tutkimuksessa Teoksessa Valli, R. (toim) *Ikkunoita tutkimusmetodeihin 2 - Näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin*, PS-kustannus
- Vekiri, I. (2010). Socioeconomic differences in elementary students' ICT beliefs and out-of-school experiences. *Computers & Education*, 54(4), 941-950
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.09.029>
- Vilkka, H. (2007). *Tutki ja mittaa - Määrällisen tutkimuksen perusteet*, Tammi

- Werner, L. Denner, J. Campe, S. & Kawamoto, D. C. (2012). The fairy performance assessment: measuring computational thinking in middle school. *SIGCSE '12: Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education*, 215–220
<https://doi.org/10.1145/2157136.2157200>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Yadav, A. Good, J. Voogt, J. & Fisser, Pe. (2017). Computational Thinking as an Emerging Competence Domain. *Competence-based Vocational and Professional Education. Bridging the Worlds of Work and Education*
https://doi.org/10.1007/978-3-319-41713-4_49.
- Zhong, B. Wang, Q. Chen, J. & Li, Y. (2016). An Exploration of Three-Dimensional Integrated Assessment for Computational Thinking. *Journal of Educational Computing Research*. 53(4), 562-590.
<https://doi.org/10.1177/0735633115608444>

LIITTEET

Liite 1. Kyselylomakkeen kysymykset lajiteltuna summanmuuttujien muodostuksen mukaan:

24. Kuinka usein tämän lukuvuoden aikana olet käyttänyt seuraavia työvälineitä tunneilla?

(Vastausvaihtoehdot: en koskaan joillakin tunneilla, useimmilla tunneilla, kaikilla tai lähes kaikilla tunneilla)

Perusohjelmistot:

- b) Tekstinkäsittelyohjelmia (esim. Microsoft Word ®)
- c) Esitysohjelmia (esim. Microsoft PowerPoint ®)
- d) Taulukkolaskentaohjelmia (esim. Microsoft Excel®)
- i) Sähköisiä tietolähteitä (esim. verkkosivuja, wikejä, tietosanakirjoja)

Erytisohjelmistot:

- a) Opetus- tai harjoitusohjelmia
- f) Käsitekarttaohjelmia (esim. MindMeister, CmapTools, Popplet)
- j) Interaktiivisia digitaalisia ohjelmistoja (esim. oppimispeljä tai mobiilisovelluksia, joissa saat palautetta)
- k) Piirto- tai grafiikkaohjelmia
- h) Simulaatio- ja mallinnusohjelmia
- e) Multimediatautannon työkaluja (esim. mediasisällön tallennukseen ja editointiin, verkkotuotantoon)
- g) Tiedonkeruu- ja seurantaohjelmia, jotka keräävät reaali maailman kohteista digitaalista mittaustietoa (esim. nopeuden, lämpötilan) analysointia varten

Monilukutaito:

25. Kuinka paljon olet oppinut koulussa seuraavien asioiden tekemisestä?

(Vastausvaihtoehdot: paljon, kohtalaisesti, vähän, en lainkaan)

- a) Viittaamaan internetlähteisiin
- b) Käyttämään TVT:tä tiedonhaussa
- c) Esittämään tietoja tietyille yleisölle tai tiettyyn tarkoitukseen TVT:n avulla
- d) Selvittämään internetistä löytyvän tiedon luotettavuutta
- e) Arvioimaan, mikä internetistä löytyvä tieto on sopiva koulutehtävässä käytettäväksi
- f) Järjestämään internetlähteistä hankittuja tietoja
- g) Päättämään, mistä etsiä tietoa internetissä, kun aihepiiri on itsellesi vieras
- h) Tekemään yhteistyötä tieto- ja viestintätekniikan avulla

29. Kuinka paljon olet tänä lukuvuonna oppinut tekemään seuraavia asioita?

(Vastausvaihtoehdot: paljon, kohtalaisesti, vähän, en lainkaan)

Ohjelmoinnillisen ajattelun taidot:

- a) Esittämään tietoja eri tavoin
- b) Jakamaan mutkikkaan prosessin pienempiin osiin
- c) Ymmärtämään reaali maailman ongelmia kuvaavia tai esittäviä graafisia kuvioita
- d) Suunnittelemaan tehtäviä listaamalla niiden suorittamiseen tarvittavat vaiheet
- e) Käyttämään työvälineitä tehdäksesi graafisia esityksiä, jotka auttavat ongelmien ratkaisemisessa
- f) Käyttämään simulaatioita reaali maailman ongelmien ymmärtämiseksi tai ratkaisemiseksi
- g) Tekemään prosessin eri osia esittäviä vuokaavioita
- h) Kirjaamaan ja arvioimaan tietoja ongelman ymmärtämiseksi ja ratkaisemiseksi
- i) Käyttämään reaali maailman tietoja ongelmien ratkaisujen arvioimiseksi ja tarkistamiseksi

Ohjelmointitaidot:

- j) Tulkitsemaan ja luomaan algoritmeja eli yksityiskohtaisia toimintaohjeita
- k) Ohjelmoimaan tietokoneohjelmia
- l) Ymmärtämään ja soveltamaan ohjelmointikielten rakenteita (esim. toistorakenne, ehtorakenne, muuttuja)
- m) Ymmärtämään ja soveltamaan hyviä ohjelmointikäytäntöjä (esim. työn suunnittelu, virheidenkorjaus, työn arviointi)

Liite 2. Ristiintaulukoinnit.

24. Kuinka usein tämän lukuvuoden aikana olet käyttänyt seuraavia työvälineitä tunneilla?

a) Opetus- tai harjoitusohjelmia

	Tyttö	Poika	Kaikki
En koskaan	21,73 %	20,36 %	21,04 %
Joillakin tunneilla	67,9 %	69,8 %	68,9 %
Useimmilla tunneilla	9,8 %	8,9 %	9,4 %
Kaikilla tai lähes kaikilla tunneilla	0,6 %	0,9 %	0,7 %

b) Tekstinkäsittelyohjelmia (esim. Microsoft Word ®)

	Tyttö	Poika	Kaikki
En koskaan	13,3 %	14,1 %	13,7 %
Joillakin tunneilla	60,1 %	60,5 %	60,3 %
Useimmilla tunneilla	25,4 %	24,2 %	24,8 %
Kaikilla tai lähes kaikilla tunneilla	1,3 %	1,1 %	1,2 %

c) Esitysohjelmia (esim. Microsoft PowerPoint ®)

	Tyttö	Poika	Kaikki
En koskaan	13,7 %	16,0 %	14,8 %
Joillakin tunneilla	58,5 %	61,1 %	59,8 %
Useimmilla tunneilla	26,6 %	22,2 %	24,4 %
Kaikilla tai lähes kaikilla tunneilla	1,2 %	0,8 %	1,0 %

d) Taulukkolaskentaohjelmia (esim. Microsoft Excel®)

	Tyttö	Poika	Kaikki
En koskaan	67,1 %	52,4 %	59,7 %
Joillakin tunneilla	30,2 %	43,0 %	36,6 %
Useimmilla tunneilla	2,2 %	4,2 %	3,2 %
Kaikilla tai lähes kaikilla tunneilla	0,5 %	0,4 %	0,5 %

e) Multimediatautannon työkaluja (esim. mediasisällön tallennukseen ja editointiin, verkkotuotantoon)

	Tyttö	Poika	Kaikki
En koskaan	69,6 %	59,3 %	64,4 %
Joillakin tunneilla	27,4 %	36,1 %	31,7 %
Useimmilla tunneilla	2,4 %	4,2 %	3,3 %
Kaikilla tai lähes kaikilla tunneilla	0,6 %	0,4 %	0,5 %

f) Käsitekarttaohjelmia (esim. MindMeister, CmapTools, Popplet)

	Tyttö	Poika	Kaikki
En koskaan	83,1 %	77,0 %	80,0 %
Joillakin tunneilla	15,1 %	20,6 %	17,9 %
Useimmilla tunneilla	1,6 %	2,0 %	1,8 %
Kaikilla tai lähes kaikilla tunneilla	0,2 %	0,4 %	0,3 %

g) Tiedonkeruu- ja seurantaohjelmia, jotka keräävät reaaliaikaisen maailman kohteista digitaalista mittaustietoa (esim. nopeuden, lämpötilan) analysointia varten

	Tyttö	Poika	Kaikki
En koskaan	72,7 %	63,8 %	68,2 %
Joillakin tunneilla	23,9 %	31,4 %	27,7 %
Useimmilla tunneilla	3,2 %	4,2 %	3,7 %
Kaikilla tai lähes kaikilla tunneilla	0,3 %	0,5 %	0,4 %

h) Simulaatio- ja mallinnusohjelmia

	Tyttö	Poika	Kaikki
En koskaan	86,6 %	72,9 %	79,7 %
Joillakin tunneilla	11,8 %	23,5 %	17,7 %
Useimmilla tunneilla	1,3 %	2,9 %	2,1 %
Kaikilla tai lähes kaikilla tunneilla	0,3 %	0,6 %	0,5 %

i) Sähköisiä tietolähteitä (esim. verkkosivuja, wikejä, tietosanakirjoja)

	Tyttö	Poika	Kaikki
En koskaan	9,8 %	11,2 %	10,5 %
Joillakin tunneilla	46,9 %	50,2 %	48,5 %
Useimmilla tunneilla	38,7 %	35,2 %	37,0 %
Kaikilla tai lähes kaikilla tunneilla	4,6 %	3,5 %	4,0 %

j) Interaktiivisia digitaalisia ohjelmistoja (esim. oppimispelejä tai mobiilisovelluksia, joissa saat palautetta)

	Tyttö	Poika	Kaikki
En koskaan	47,3 %	43,3 %	45,3 %
Joillakin tunneilla	43,8 %	48,0 %	45,9 %
Useimmilla tunneilla	8,4 %	7,6 %	8,0 %
Kaikilla tai lähes kaikilla tunneilla	0,5 %	1,2 %	0,9 %

k) Piirto- tai grafiikkaohjelmia

	Tyttö	Poika	Kaikki
En koskaan	75,4 %	61,5 %	68,5 %
Joillakin tunneilla	21,1 %	31,8 %	26,4 %
Useimmilla tunneilla	2,9 %	5,6 %	4,3 %
Kaikilla tai lähes kaikilla tunneilla	0,6 %	1,0 %	0,8 %

25. Kuinka paljon olet oppinut koulussa seuraavien asioiden tekemisestä?

a) Viittaamaan internetlähteisiin

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	16,5 %	14,5 %	15,5 %
Kohtalaisesti	48,5 %	48,0 %	48,2 %
Vähän	26,6 %	24,3 %	25,4 %
Ei lainkaan	8,4 %	13,2 %	10,8 %

b) Käyttämään TVT:tä tiedonhaussa

	Tyttö	Poika	Kaikki
Kohtalaisesti	42,5 %	43,9 %	43,2 %
Vähän	18,8 %	20,1 %	19,4 %
Ei lainkaan	7,0 %	12,4 %	9,7 %

c) Esittämään tietoja tietyille yleisölle tai tiettyyn tarkoitukseen TVT:n avulla

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	23,2 %	17,8 %	20,5 %
Kohtalaisesti	42,9 %	44,0 %	43,5 %
Vähän	24,4 %	24,4 %	24,4 %
Ei lainkaan	9,5 %	13,8 %	11,6 %

d) Selvittämään internetistä löytyvän tiedon luotettavuutta

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	29,4 %	20,7 %	25,0 %
Kohtalaisesti	46,5 %	47,5 %	47,0 %
Vähän	19,7 %	20,6 %	20,2 %
Ei lainkaan	4,5 %	11,2 %	7,8 %

e) Arvioimaan, mikä internetistä löytyvä tieto on sopiva koulutehtävässä käytettäväksi

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	34,6 %	23,4 %	29,0 %
Kohtalaisesti	46,4 %	46,5 %	46,5 %
Vähän	15,4 %	21,0 %	18,2 %
Ei lainkaan	3,6 %	9,2 %	6,3 %

f) Järjestämään internetlähteistä hankittuja tietoja

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	20,82 %	16,90 %	18,86 %
Kohtalaisesti	47,0 %	48,0 %	47,5 %
Vähän	24,1 %	23,7 %	23,9 %
Ei lainkaan	8,1 %	11,4 %	9,7 %

g) Päättämään, mistä etsiä tietoa internetissä, kun aihepiiri on itsellesi vieras

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	29,3 %	21,7 %	25,5 %
Kohtalaisesti	45,4 %	46,1 %	45,7 %
Vähän	20,0 %	21,9 %	21,0 %
Ei lainkaan	5,3 %	10,3 %	7,8 %

h) Tekemään yhteistyötä tieto- ja viestintätekniikan avulla

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	13,6 %	15,9 %	14,7 %
Kohtalaisesti	42,0 %	41,6 %	41,8 %
Vähän	29,6 %	29,5 %	29,5 %
Ei lainkaan	14,9 %	13,0 %	13,9 %

29. Kuinka paljon olet tänä lukuvuonna oppinut tekemään seuraavia asioita?

a) Esittämään tietoja eri tavoin

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	29,3 %	28,8 %	29,1 %
Kohtalaisesti	57,1 %	52,0 %	54,6 %
Vähän	10,6 %	13,8 %	12,2 %
Ei lainkaan	3,0 %	5,3 %	4,2 %

b) Jakamaan mutkikkaan prosessin pienempiin osiin

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	14,3 %	13,7 %	14,0 %
Kohtalaisesti	40,9 %	48,1 %	44,5 %
Vähän	29,7 %	26,9 %	28,3 %
Ei lainkaan	15,0 %	11,3 %	13,2 %

c) Ymmärtämään reaali maailman ongelmia kuvaavia tai esittäviä graafisia kuvioita

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	15,4 %	15,6 %	15,5 %
Kohtalaisesti	40,5 %	47,4 %	43,9 %
Vähän	28,7 %	25,2 %	27,0 %
Ei lainkaan	15,4 %	11,8 %	13,6 %

d) Suunnittelemaan tehtäviä listaamalla niiden suorittamiseen tarvittavat vaiheet

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	18,2 %	13,5 %	15,8 %
Kohtalaisesti	43,5 %	46,4 %	45,0 %
Vähän	25,6 %	28,2 %	26,9 %
Ei lainkaan	12,7 %	11,9 %	12,3 %

e) Käyttämään työvälineitä tehdäkseen graafisia esityksiä, jotka auttavat ongelmien ratkaisemisessa

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	10,6 %	13,8 %	12,2 %
Kohtalaisesti	34,1 %	42,9 %	38,5 %
Vähän	32,0 %	28,5 %	30,2 %
Ei lainkaan	23,4 %	14,8 %	19,1 %

f) Käyttämään simulaatioita reaalimaailman ongelmien ymmärtämiseksi tai ratkaisemiseksi

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	4,7 %	8,7 %	6,7 %
Kohtalaisesti	23,5 %	33,0 %	28,3 %
Vähän	30,6 %	30,2 %	30,4 %
Ei lainkaan	41,2 %	28,1 %	34,6 %

g) Tekemään prosessin eri osia esittäviä vuokaavioita

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	4,9 %	7,4 %	6,1 %
Kohtalaisesti	18,7 %	30,6 %	24,7 %
Vähän	31,4 %	32,5 %	31,9 %
Ei lainkaan	45,0 %	29,5 %	37,3 %

h) Kirjaamaan ja arvioimaan tietoja ongelman ymmärtämiseksi ja ratkaisemiseksi

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	12,2 %	12,5 %	12,4 %
Kohtalaisesti	41,0 %	43,9 %	42,4 %
Vähän	31,7 %	29,8 %	30,8 %
Ei lainkaan	15,1 %	13,8 %	14,5 %

i) Käyttämään reaalimaailman tietoja ongelmien ratkaisujen arvioimiseksi ja tarkistamiseksi

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	14,7 %	13,6 %	14,2 %
Kohtalaisesti	41,2 %	44,5 %	42,8 %
Vähän	29,4 %	28,8 %	29,1 %
Ei lainkaan	14,7 %	13,2 %	13,9 %

j) Tulkitsemaan ja luomaan algoritmeja eli yksityiskohtaisia toimintaohjeita

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	5,1 %	7,9 %	6,5 %
Kohtalaisesti	20,9 %	32,1 %	26,5 %
Vähän	31,3 %	32,0 %	31,7 %
Ei lainkaan	42,6 %	28,0 %	35,3 %

k) Ohjelmoimaan tietokoneohjelmia

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	6,0 %	12,9 %	9,4 %
Kohtalaisesti	20,6 %	33,5 %	27,0 %
Vähän	25,3 %	27,7 %	26,5 %
Ei lainkaan	48,1 %	25,9 %	37,1 %

l) Ymmärtämään ja soveltamaan ohjelmointikielten rakenteita (esim. toistorakenne, ehtorakenne, muuttuja)

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	4,2 %	9,1 %	6,6 %
Kohtalaisesti	18,2 %	31,4 %	24,8 %
Vähän	26,2 %	31,1 %	28,7 %
Ei lainkaan	51,5 %	28,4 %	39,9 %

m) Ymmärtämään ja soveltamaan hyviä ohjelmointikäytäntöjä (esim. työn suunnittelu, virheidenkorjaus, työn arviointi)

	Tyttö	Poika	Kaikki
Paljon	13,0 %	15,2 %	14,1 %
Kohtalaisesti	33,6 %	38,5 %	36,0 %
Vähän	29,4 %	26,0 %	27,7 %
Ei lainkaan	24,1 %	20,4 %	22,2 %