

## **Tulevaisuuden osaajia varttumassa?**

### **Peruskoulun päättävien ja toisen asteen opiskelijoiden ohjelmointitaidot**

Teknologinen kehitys muovaa tämän päivän opiskelijoiden vuorovaikutus- ja oppimisympäristöä sekä tulevaa työelämää. Tulevaisuuden osaamisvaatimukset näkyvät uudistuneissa perus- ja toisen asteen opetussuunnitelmissa, joiden tavoitteina on kasvattaa tulevaisuuden kansalaisia ja tarjota valmiuksia tulevan työelämän osaajille. Tässä tutkimuksessa selvitetään peruskoulun yhdeksäsluokkalaisten ja toisen asteen opiskelijoiden ohjelmointitaitoja. Aineisto koostuu opiskelijoiden (N = 8 661) ohjelmointiosaamista mittaavien tehtävien pisteistä sekä samojen opiskelijoiden kyselyvastauksista. Tutkittujen opiskelijoiden ohjelmoinnin valmiudet todetaan heikoksi koulumuodosta riippumatta, ja osaaminen jää harvojen nuorten varaan. Poikien ohjelmoinnin osaaminen todetaan tyttöjä merkitsevästi paremmaksi. Ikä tai kouluaste sen sijaan eivät vaikuta opiskelijoiden ohjelmointiosaamisen tasoon. Ohjelmointitaitoihin todetaan yhdistyvän vapaa-ajan ahkera digitaalisten pelien pelaaminen sekä digitaalisten sisältöjen tuottamiseen liittyvä osaaminen ja digitaalisten ympäristöjen toimintaperiaatteiden tuntemus. Koska tutkimuksessa hyödynnetyn testin tehtävissä ei edellytetä varsinaista ohjelmointiosaamista vaan pikemminkin päättelytaitoja, opiskelijoiden vähäisten ohjelmointivalmiuksien syyt selittynevät osaltaan nykyteknologian helppokäyttöisyydellä, jonka vuoksi nuoret ovat tottumattomia kaavojen ja koodin lukemiseen.

Asiasanat: ohjelmointi, peruskoulu, toinen aste, oppilaat, opiskelijat

#### **Johdanto**

Viime vuosina niin poliittinen kuin koulutukseenkin liittyvä julkinen keskustelu on keskittynyt digitalisoituvan yhteiskunnan muuttuviin osaamisvaatimuksiin. Digitaalisella osaamisella on

ollut keskustelussa keskeinen sija, sillä sen on nähty olevan yksi digitalisoituvan yhteiskunnan taloudellisen menestyksen avaintekijöistä. Suomessa liike-elämä on tuonut esiin huolia, jotka liittyvät erityisesti puutteisiin ICT-alalla (*information and communication technology*) tarvittavassa osaamisessa, sillä alalla nopean teknologisen kehityksen vuoksi käynnissä oleva ammattirakenteen muutos muuttaa osaamisvaatimuksia vaativammiksi verrattuna poistuvien tehtävien vaatimukseen (Asplund, Kauhanen & Vanhala 2015). Kauppalehden pääkirjoituksessa ”Eilispäivän taidoilla ei tehdä huomisen töitä” muistutettiin taannoin, ettei kaikilla työnhakijoilla ole tämän päivän työelämässä tarvittavaa osaamista (Saarinen, Isotalus & Jurvelin 2018). Erityisesti osaamisvajeesta on huolestunut ohjelmistoala, jonka mukaan Suomessa on paitsi koko yhteiskunnan kehitystä hidastava osaajavaje myös ymmärrysvaje ongelman laajuudesta ja sen ratkaisukeinoista (Helenius 2018). Turun yliopiston blogissa Turun ammattikorkeakoulun rehtori Vesa Taatila (2018) kirjoitti, että korkeakoulut ovat kohdanneet elinkeinoelämää huolestuttavan ilmiön: matematiikan, luonnontieteiden ja tekniikan opiskelijoiksi korkeakouluihin hakeutuvia on jatkuvasti vähemmän huolimatta alojen hyvistä työllisyys- ja palkkausnäkyistä. Tämä ei kosketa vain Suomea, vaan on ilmiönä kansainvälinen (Gareis ym. 2014).

Opetuksen rooli tulevaisuuden taitojen tarjoajana on olennainen, kun pyritään takaamaan jokaiselle lapselle ja nuorelle mahdollisuus toimia digitalisoituvan yhteiskunnan jäsenenä (ks. esim. Kaarakainen, Kivinen & Vainio 2018; OECD 2015). Automaatio ja robotisaatio muokkaavat arki- ja työskentely-ympäristöä; moni perinteinen työ katoaa ja vastaavasti uusia työtehtäviä syntyy poistuneiden tilalle. The future of jobs -raportin (World Economic Forum 2016) mukaan nyt koulunsa aloittavista jopa kaksi kolmesta työskentelee tulevaisuudessa tehtävissä, joita ei tällä hetkellä ole olemassa. Koulut kohtaavat valtavia haasteita pyrkiessään vastaamaan tuleviin osaamistarpeisiin, koska on epäselvää, minkälaisiin työtehtäviin oppilaita olisi valmennettava.

Monilla areenoilla keskustellaan siitä, minkälaisia taitoja tulevaisuuden kansalaisilta ja työntekijöiltä edellytetään (ks. esim. Ferrari, Punie & Brecko 2013; Kaarakainen & Kaarakainen 2018). Ohjelmointi ja algoritmien ajattelu ovat nousseet tähän keskusteluun useassa Euroopan maassa (European Schoolnet 2015). Algoritmien ajattelu (*computational thinking*) on prosessi, jossa yhdistyvät ongelman tunnistaminen ja pilkkominen hallittaviin osiin, ongelman osia

ratkaisevien toimien löytäminen ja koko ongelman ratkaisevan algoritmin kokoaminen näistä osatekijöistä. Keskeisiä ovat lisäksi normaalien ja erikoistapausten erottaminen toisistaan sekä tuotetun algoritmin tehokkuuden parantaminen. (Futschek 2006.) Ohjelmointi on tietojenkäsittelytieteen osa-alue ja keskeinen väline esimerkiksi tehokkaampien algoritmien kehittämisessä tai hyvän käyttäjäkokemuksen tarjoavien käyttöliittymien ja älykkäiden järjestelmien tuottamisessa. Käsitteenä ohjelmointi viittaa jonkin ongelman ratkaisevan sovelluksen kirjoittamiseen jonkin ohjelmointikielen avulla. (Bell 2016.) Siinä missä ohjelmointi itsessään on osa laajempaa kokonaisuutta, se myös edellyttää muiden osataitojen hallintaa, kuten ymmärrystä siitä, mitä on informaatio ja miten tietokoneet toimivat sekä algoritmisen ajattelun ja matematiikan taitoja (Futschek 2006).

Suomalaistutkimuksen mukaan yksilön työmarkkina-asetalle on eduksi etenkin se, että hyviin sosiaalisiin taitoihin, kuten asiayhteyksien tunnistamiseen ja tilannetajuun, yhdistyy korkeatasoinen matemaattinen osaaminen, jossa korostuvat edistyneen matematiikan ja tilastotieteen sekä ohjelmoinnin taidot (Jokinen & Sieppi 2018). Tässä artikkelissa tarkastellaan erityisesti toista näistä keskeisistä taidoista analysoimalla peruskoulun yhdeksäsluokkalaisten ja toisen asteen opiskelijoiden ohjelmointitaitoja. Tutkimuksessa etsitään vastauksia seuraaviin kysymyksiin: 1) Millainen on opiskelijoiden ohjelmoinnin perusteiden osaamistaso? 2) Miten opiskelijoiden sukupuoli, kouluaste, oppilaitosmuoto ja ikä sekä digitaalisten teknologioiden käyttöaktiivisuus kotona ja koulussa ovat yhteydessä ohjelmointiosaamiseen? 3) Miten osaaminen muilla digitaalisen osaamisen osa-alueilla on yhteydessä ohjelmointitaitoihin?

## **Ohjelmisto-osaamisen tarve**

Suomessa ammattirakenteen muutos ICT-alalla on ajankohtainen ilmiö, johon vaikuttaa erityisesti nopea teknologinen kehitys. Rutiinitehtävät poistuvat automaation myötä, ja samaan aikaan tehdas- ja toimistotyötä on siirretty alhaisempien palkkakustannusten maihin. Vastaavasti ei-rutiininomaisten tehtävien tuottavuus ja kysyntä on kasvanut. Ammatillinen rakennemuutos aiheuttaa taitojen ja kysynnän kohtaamattomuutta: osa taidoista vanhenee, ja työntekijöiden olisi omaksuttava uudenlaista osaamista. Taitojen uudistamista edellytetään nykyään nopeammin kuin koskaan aiemmin. (Kauhanen 2016.) Suomessa ICT-alan työtehtävät ovat 2000-luvulla

muuttuneet tuotantotyön tehtävistä vaativammiksi tutkimus-, kehitys- ja ohjelmistokehitystehtäviksi. Alan rakennemuutoksen seurauksena tarve matalan koulutustason ICT-työntekijöille tuotannossa ja palveluissa on korvautunut ohjelmistoalan korkean osaamis- ja koulutustason työntekijöiden kysynnällä. (Nikulainen & Pajarinen 2013.) Suomeen ennustetaan 20 prosentin nousua alan työvoiman kysyntään vuosien 2017 ja 2020 välillä (Hüsing, Korte & Dashja 2015).

Sama kehitys on meneillään myös muualla Euroopassa. ICT-asiantuntijoiden työllisyys nousi noin viidestä miljoonasta noin kahdeksaan miljoonaan vuosien 2004 ja 2014 välillä, mikä on johtanut kohtaanto-ongelmaan ICT-asiantuntijoiden kysynnän ja tarjonnan välillä. (Gareis ym. 2014.) ICT-alan maailmanlaajuinen kasvu 2010-luvulla on lisännyt erityisesti alan johdon, arkkitehtien, analyttikkojen ja ohjelmistoammattilaisten työpaikkoja. Samalla tarve muille ICT-ammattilaisille, kuten elektroniikka- ja tietoliikenneinsinööreille, on vähentynyt. Kasvu on ollut suurinta korkeaa ammattitaitoa vaativissa tehtävissä samalla kun kysyntä matalan ja keskitason ammattitaitoa edellyttävälle töille on alalla vähentynyt. (Hüsing ym. 2015.) Uusien teknologioiden kehittäminen ja hyödyntäminen edellyttävät työntekijöiltä vahvaa teknistä osaamista. Kapea, pelkkään tekniseen lahjakkuuteen nojautuva osaaminen ei kuitenkaan enää riitä, vaan kysyntä tekniseen osaamiseen yhdistyville sisältö-, prosessi- ja sosiaalisille taidoille on kasvanut. Jatkuvat teknologiset muutokset suosivat mukautumiskykyisiä työntekijöitä, jotka kykenevät ottamaan haltuun sekä uudet teknologiat että muuttuvat toimintatavat. (Dass, Goodwin, Wood & Luanaigh 2015; Holtgrewe 2014.)

Siinä missä aikaisemmin ICT-alalle on tultu hyvin kirjavalla koulutustaustalla ja työkokemuksella ja työssä- ja itseoppiminen on tarjonnut usein riittävän pohjan alalle, nykyään alalle kaivataan korkeasti koulutettua työvoimaa (Hüsing ym. 2015). Työmarkkinoille tulevien alan tutkinnon suorittaneiden määrä ei kuitenkaan ole seurannut alan kysyntää Euroopassa, vaan valmistuneiden määrä on vähentynyt vuoden 2006 jälkeen (Gareis ym. 2014). Alan vetovoimaisuus onkin sen hyvistä tulevaisuuden näkymistä huolimatta heikentynyt nuorten keskuudessa. Erityisesti huolta on herättänyt naisten vähäinen osuus alan opiskelijoista ja työntekijöistä, koska naisissa nähdään piilevän ainakin osaratkaisu alan rekrytointiongelmien helpottamiseen (Dass ym. 2015). Suomessa naiset suorittivat vain noin 16 prosenttia ICT-alan

tutkinnoista vuonna 2016 (SVT 2016). Ohjelmoinnin varhaisen opetuksen toivotaan osaltaan vaikuttavan erityisesti tyttöjen ja nuorten naisten mielikuviin alan opinnoista ja lisäävän ylipäätään nuorten hakeutumista alalle (European Schoolnet 2015). Näille toiveille vaikuttaisi olevan perusteita, sillä Kalelioğlu (2015) tutkimuksessa ohjelmoinnin opetus alakouluikäisille lisäsi oppilaiden positiivisia asenteita ohjelmointia kohtaan sukupuolesta riippumatta. Lisäksi tytöt suoriutuivat ohjelmoinnista yhtä hyvin kuin samanikäiset pojat, ja positiiviset kokemukset ohjelmoinnista saivat niin tytöt kuin pojatkin innostumaan ajatuksesta, että he opiskelisivat ohjelmointia tulevaisuudessa (Kalelioğlu 2015).

### **Ohjelmoinnin opetus peruskoulussa ja toisella asteella**

Ohjelmoinnillinen ajattelu ja ohjelmointi on sisällytetty 2010-luvulla perusopetukseen useissa Euroopan maissa. Ohjelmoinnin tuloa koulujen opetussuunnitelmiin on perusteltu kahdesta eri näkökulmasta: sitä pidetään tärkeänä taitona informaatioyhteiskunnassa ongelmanratkaisun ja loogisen ajattelun rinnalla, ja ohjelmoinnin opetuksella tavoitellaan helpotusta alan työvoimapulaan. Ohjelmoinnin varhaisella opetuksella tavoitellaan myönteisiä teknologiakokemuksia, jotka voisivat lisätä sekä nuorten osaamista että heidän hakeutumistaan alan jatko-opintoihin. (European Schoolnet 2015.) Ensimmäisen, varsin yleisen näkökulman kannattajien mukaan ohjelmointia olisi opetettava kaikille informaatioyhteiskunnan kansalaisille. Toinen näkökulma ei ole saanut yhtä suurta jalansijaa, sillä yleissivistävän peruskoulutuksen piirissä on perinteisesti vierastettu ajatusta, että sen tehtävänä olisi ainakaan ensisijaisesti palvella suoraan työelämän tarpeita.

Vuoteen 2015 mennessä 16 Euroopan maata oli sisällyttänyt ohjelmoinnin perusasteen opetukseen (European Schoolnet 2015). Suomi seurasi perässä, kun uudistunut perusopetuksen opetussuunnitelma otettiin käyttöön elokuussa 2016. Osassa Euroopan maista ohjelmointia ja tietotekniikkaa opetetaan omana oppiaineenaan, kuten Isossa-Britanniassa *Computing*-nimellä. Suomessa ohjelmointi on integroitu sekä muihin oppiaineisiin että laaja-alaiseen tieto- ja viestintäteknikan osaamiskokonaisuuteen. Integroidun mallin etuna on nähty, ettei uusi oppiaine vie tilaa muilta oppiaineilta, vaan oppilaille voidaan tarjota kokemuksia ohjelmoinnillisen ajattelun soveltamisesta useassa oppiaineessa. Oppilaat oppivat myös, miten he voivat hyödyntää

tietoteknologiaa ratkaistakseen monimutkaisia ongelmia. Tavoitteena on siis ohjelmoinnin tuominen esiin laajemman kokonaisuuden osana: ongelmanratkaisun ja algoritmisen ajattelun apuvälineenä sekä pedagogisena työkaluna. (Heintz, Mannila, Nordén, Parnes & Regnell 2017; OPH 2014.) Ohjelmointitaitoja tärkeämpänä pidetään ohjelmoinnillisen ajattelun oppimista. Pelkän ohjelmointikielen sijaan oppilaiden toivotaan oppivan uuden ajattelutavan ja ymmärtävän, miten tietotekniset laitteet, ohjelmistot ja internet-palvelut toimivat. Ohjelmointiosaamisen ajatellaan edistävän myös ongelmanratkaisun ja loogisen ajattelun taitoja. (Tuomi, Multisilta, Saarikoski & Suominen 2018.)

Suomessa ohjelmoinnin opettamisen integroiminen muihin oppiaineisiin on tieto- ja viestintätekniiikan opetuksen historiallisen kehityksen tulosta. Vuonna 1980 vaatimus tietotekniikan opetuksesta peruskouluissa sisällytettiin atk-alan neuvottelukunnan komiteamietintöön. Lukioissa tietotekniikkaa alettiin opettaa ensimmäisen kerran vuonna 1982. Ensimmäiset yläasteen tietotekniikan valinnaisainekokeilut alkoivat 1984, ja seuraavana vuonna päätettiin oppiaineen valinnaisesta oppimäärästä kahdeksansien ja yhdeksänsien luokkien oppilaille. (Kouluhallitus 1987.) Toisen asteen oppilaitoksissa tietotekniikan opetus tuli omaksi oppiaineeksi lukuvuonna 1987–1988, kun siitä tehtiin valinnaisaine. Vuonna 1994 tieto- ja viestintätekniiikkataidot menettivät merkitystään omana oppiaineenaan, ja ne sisällytettiin muihin oppiaineisiin. (Tuomi ym. 2018.) Digitaalisten taitojen opettaminen muiden aineiden yhteydessä perustuu ajatukselle, että nykymaailmassa lapset ja nuoret hankkivat omatoimisesti riittävät tietotekniset käyttötaidot, mutta kaipaavat kokemuksia teknisen osaamisen soveltamisessa. Tämän takia monissa maissa tärkeimmäksi on noussut teknisten taitojen soveltamisen harjoittelu eri oppiaineiden yhteydessä. (Ks. van Dijk & van Deursen 2014.)

Suomalaisissa peruskouluissa ohjelmointi on ollut elokuusta 2016 alkaen osa tieto- ja viestintäteknologian laaja-alaista osaamiskokonaisuutta sekä matematiikan ja käsityön osaamistavoitteita. Alaluokkien oppilaat kokeilevat ohjelmointia ja saavat kokemuksia siitä, miten ihmisten tekemät ratkaisut vaikuttavat teknologisten laitteiden ja ohjelmistojen toimintaan. Alakoulun matematiikan oppimistavoitteena on, että oppilas kykenee tuottamaan graafisessa ohjelmointiympäristössä toimivan tietokoneohjelman. Ohjelmointi mainitaan alaluokkien opetussuunnitelmassa lisäksi käsityön opetussisältöjen yhteydessä. (OPH 2014.) Alakoulun

tapaan myös yläkoulussa ohjelmointi kuuluu käsityön oppimistavoitteisiin; ohjelmointia sovelletaan niin käsitöiden suunnitteluun kuin valmistettaviin tuotteisiin. Yläkoulussa ohjelmoinnin opetus keskittyy kuitenkin erityisesti matematiikkaan, jonka yhteydessä syvennetään algoritmista ajattelua ja sovelletaan valmiita tai itse tehtyjä tietokoneohjelmia matemaattisten ongelmien ratkaisemiseen. Ajatuksena on, että ohjelmointi auttaa algoritmisen ajattelun kehittämisessä ja ongelmanratkaisussa. Ohjelmointi ei täten ole peruskoulussa oma sisältöalueensa vaan osa muiden aineiden oppisisältöjä sekä algoritmisen ajattelun kehittämistä, joissa ohjelmointia käytetään yhtenä työvälineenä. (OPH 2014.)

Toiselle asteelle siirryttäessä ohjelmointi ei enää kuulu kaikille opiskelijoille tarjottaviin opintoihin. Lukion opetussuunnitelman perusteissa vain pitkän matematiikan valinneilla opintoihin sisältyy ohjelmointia sivuava Algoritmit matematiikassa -kurssi. Siinä syvennetään opiskelijoiden algoritmista ajattelua tutkimalla, miten algoritmit toimivat, ratkaisemalla epälineaarisia yhtälöitä numeerisesti ja harjoittelemalla teknisten apuvälineiden käyttöä niin algoritmien tutkimisessa kuin laskutoimituksissakin. (OPH 2015.) Ammatillisessa koulutuksessa opinnot koostuvat kaikille yhteisistä opinnoista sekä koulutusohjelmakohtaisista ammatillisista opinnoista. Ohjelmointi ei ammatillisessakaan koulutuksessa sisälly kaikille yhteisiin tutkinnon osiin, vaan sitä opiskellaan tietyissä koulutusohjelmissa ammatillisten opintojen osana. Näitä koulutusohjelmia ovat esimerkiksi audiovisuaalinen viestintä, tieto- ja viestintäteknikka, sähkö- ja automaatioala sekä kone- ja metalliala. (OPH 2018.)

## **Aineisto ja menetelmät**

Aineisto koostuu ohjelmointiaiheisten tehtävien testituloksista yhteensä 15–22-vuotiailta nuorilta (N = 8 661) peruskoulujen yhdeksänsiltä luokilta, lukioista ja ammatillisista oppilaitoksista. Peruskoululaisten aineisto (N = 5 455) on kerätty keväällä 2017 valtioneuvoston kanslian rahoittamassa Digiajan peruskoulu -hankkeessa Kansallisen koulutuksen arviointikeskuksen (KARVI) muodostaman 68 kunnan otoksen 65 kunnasta ja niiden 149 peruskoulusta. Otoksen kunnat on valittu siten, että ne muodostavat maantieteellisesti edustavan otoksen. Toisen asteen aineisto (N = 3206) on kerätty Suomen Akatemian Strategisen tutkimuksen neuvoston rahoittamassa Polkuja työhön -hankkeessa syksyllä 2017. Otoksen muodostamisessa

hyödynnettiin peruskouluotosta siten, että eri aluehallintovirastoalueilta poimittiin mukaan yhtä monta edellisen otoksen kanssa samansuuruisia kuntia. Koska toisen asteen opetusta ei kuitenkaan järjestetä kaikissa pienimmissä kunnissa, vaan ne järjestävät opetusta yhdessä toisten kuntien kanssa, otokseen valikoitui lopulta 43 kuntaa ja 88 oppilaitosta eri puolilta Suomea. Aineiston nuorista 45 prosenttia on poikia ja 55 prosenttia tyttöjä. Osallistujien ikäjakauma on 15–22 ja keski-ikä 15,79.

Mittarina tutkimuksessa hyödynnettiin Turun yliopiston koulutussosiologian tutkimuskeskuksessa (RUSE) kehitettyä ICT-taitotestiä. Testi sisältää testiosuuden (ks. liitetaulukko 1) sekä sitä edeltävän taustakyselyosuuden, jossa selvitetään testattavien taustatietoja, erilaisten digitaalisten käyttökohteiden käyttöaktiivisuutta sekä erilaisten laitteistojen, välineiden ja e-oppimateriaalityyppien hyödyntämistä opetuksessa. Digitaalisten palvelujen, laitteistojen, välineiden ja e-oppimateriaalien käyttöä arvioidaan asteikolla 0 = ei koskaan, 1 = toisinaan, 2 = viikoittain, 3 = päivittäin ja 4 = useita tunteja päivässä.

Varsinainen testiosuus sisältää käytännön tehtäviä ja kysymyksiä tieto- ja viestintäteknikan 18 osa-alueelta. Perustan digitaaliselle osaamiselle luovat operationaaliset perustaidot ja tietoteknologioiden yleisperiaatteiden tuntemus sekä kyky hyödyntää teknologiaa tiedon haussa ja arvioinnissa. ICT-taitotestin ensimmäinen moduuli sisältää näihin liittyviä tehtäviä. Toinen moduuli testaa perustietokonesovellusten käyttöosaamista (tekstinkäsittely, taulukkolaskenta, esitysgrafiikka). Kolmas moduuli sisältää verkostoitumiseen, kommunikointiin ja näiden ominaisuuksien turvalliseen käyttöön liittyviä tehtäviä. Neljännessä, sisällön tuottamistaitoihin liittyvässä moduulissa testataan osallistujien kuvan- ja videonkäsittelytaitoja sekä pilvipalvelujen ja sisältöjen jakamiseen liittyvää osaamista. Viides moduuli mittaa mobiilisovelluksiin liittyviä sovellusten asentamisen, ylläpidon ja päivittämisen taitoja sekä perusopetuksen opetussuunnitelmiin nousseen alkeisohjelmoinnin osaamista. Viimeisenä ICT-taitotestiin on liitetty ICT-alan jatko-opintovalmiuksia mittaava osuus, jossa arvioidaan tietokanta-, web-ohjelmointi- ja ohjelmointiosaamista. Kustakin osa-alueesta oli mahdollista saada kaksi pistettä, jolloin testin kokonaispistemäärä on 0–36. Mittarin Cronbachin alfa -arvo kaikille 18 osa-alueelle tässä analysoidulla aineistolla oli 0,9, mikä ylittää selvästi mittarin luotettavuuden rajana



yleisesti pidetyn raja-arvon, joka on 0,7 (ks. Nunnally & Bernstein 1994). Cronbachin alfa -arvo käyttöaktiivisuuskyselyn muuttujille oli 0,7 ja opetuskäyttöön liittyville kyselymuuttujille 0,8.

Tässä tutkimuksessa keskitytään ICT-taitotestin neljään ohjelmointiaiheiseen osa-alueeseen. Näistä ensimmäiseen (alkeisohjelmointi) sisältyi kaksi tehtävää, joista molemmista sai yhden pisteen. Ensimmäisessä, graafisen alkeisohjelmoinnin tehtävässä testattavien piti kirjoittaa vastauskenttään ohjeiden mukainen komentosarja, jonka avulla voi kulkea kuvana esitetyn sokkelon alkupisteestä päätepisteeseen. Tehtävä ei edellyttänyt ohjelmointiosaamista, vaan tarkoituksena oli liikuttaa osoitinta tehtävässä annettujen neljän komennon avulla, joilla alkupisteestä päästiin siirtymään päätepisteeseen (kuvio 1, ks. tehtävä 3.1.). Toisessa tehtävässä testattaville esitettiin lyhyt pseudokoodi (ohjelmointikielen tapainen koodi, joka ei edellytä minkään kielen hallintaa, vaan esittää algoritmin perusrakenteen), jossa alustetaan kolme muuttujaa tietyillä arvoilla, verrataan kahden ensimmäisen muuttujan summaa annettuun arvoon ja vertailun tuloksen perusteella päivitetään kolmannen muuttujan arvoa. Vastauksena pyydettiin tämän kolmannen muuttujan päivitetty arvo. (Kuvio 1, ks. tehtävä 3.2.)

### OHJELMOINNIN ALKEET

**3.1 Kirjoita alla olevaan vastauskenttään komentosarja, jolla pääset kulkemaan aloituspisteestä olevasta nuolesta tähden muotoiseen päätepisteeseen.**

Komennot:

- solmujen välillä liikutaan komendoilla E (eteenpäin) ja T (taaksepäin)
- solmun *sisällä* käännetään komendoilla V (90° käännös vasemmalle) ja O (90° käännös oikealle)
- komentoa voidaan toistaa kirjoittamalla komennon eteen toistojen määrä; esimerkiksi "neljä askelta taaksepäin" on joko "T, T, T, T" tai "4T"
- komennot erotetaan toisistaan pilkulla ja välilyönnillä
- aloituspisteen nuoli osoittaa aloitussuunnan

En tiedä

**3.2 Mikä on c:n arvo alla olevan pseudokoodin suorituksen jälkeen?**

```

a ← 2
b ← 4
c ← 0
IF a+b > 7 THEN
  c ← 1
ELSE
  c ← 2
ENDIF

```

C saa arvon:

En tiedä

KUVIO 1. Käyttöliittymäkuva ICT-taitotestin alkeisohjelmointiosa-alueen tehtävistä

Tietokantaosaamista mittaava osa-alue koostui niin ikään kahdesta tehtävästä, joista kummastakin sai yhden pisteen. Ensimmäisessä tehtävässä testattaville esitettiin kuva kahdesta tietokantataulusta, ja heitä pyydettiin valitsemaan (ts. raahaamaan vastauskenttään oikeaan

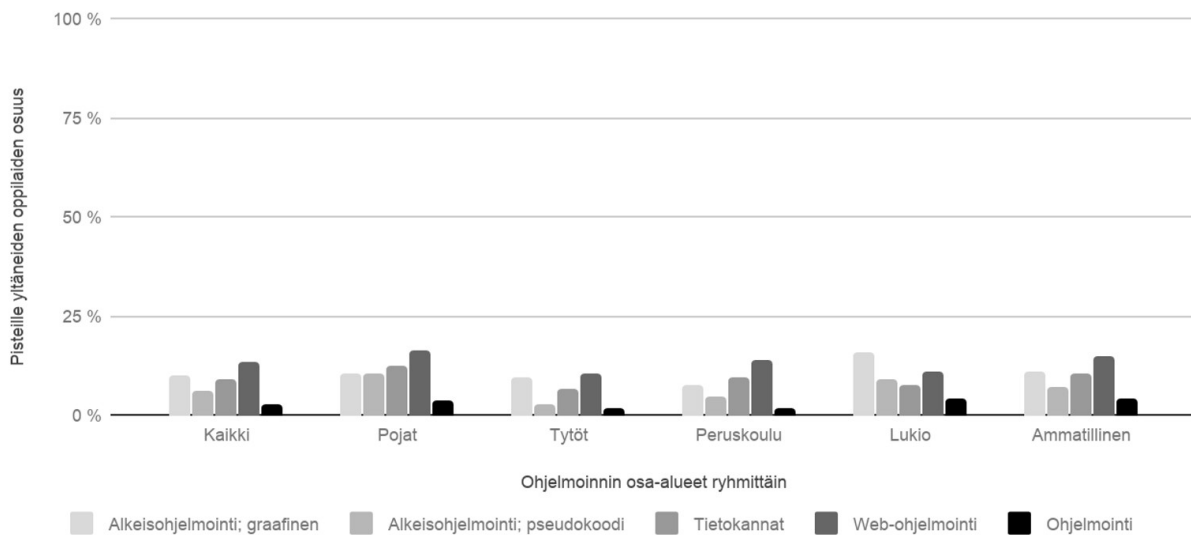
järjestykseen) valmiista SQL-kielisistä komennoista ne, joita tarvitaan tehtävässä annettujen tietokannan tietojen hakemiseen tietokannasta. Toisessa tehtävässä kysyttiin monivalintakysymyksen muodossa, mitä tarkoitetaan NoSQL-tietokannoilla.

Web-ohjelmoinnin tehtävissä oli osattava tarkastella autenttisia HTML-, CSS- ja JavaScript-tiedostoja, jotka yhdessä tuottavat tehtävässä annetun HTML-näkymän. Testattavilta kysyttiin monivalintakysymyksiä, mitä tiedostoa muokkaamalla muutetaan otsikon taustaväri, päivämääräkenttien tietotyyppi ja jQuery UI -käyttöliittymäkirjaston versio. Viimeisessä kysymyksessä kysyttiin, voidaanko script.js-tiedostosta poistaa turhia koodirivejä HTML-näkymää muuttamatta. Kustakin kysymyksestä sai 0,5 pistettä. Varsinaiseen ohjelmointiin liittyvä osa-alue sisälsi osittain valmiiksi tehdyn koodin sovellukseen, joka luo korttipakan ja tulostaa siitä yhden satunnaisesti valitun kortin. Koodi oli toteutettu Java-ohjelmointikielillä. Java-osaamista vaativat osat oli täytetty valmiiksi. Tehtävässä tuli sijoittaa loput koodirivit (10) oikeille paikoilleen valmiiseen koodiin sen lomaan kirjoitettujen kommenttirivien perusteella. Ratkaisuun tarvittavat koodirivit annettiin 14 vaihtoehtona, joista testattavat raahasivat valitsemansa vaihtoehdot oikeille paikoilleen. Kustakin oikeasta rivistä sai 0,2 pistettä. Koska ratkaisuun vaadittavat rivit oli valmiiksi kirjoitettu, tehtävässä menestyminen ei edellyttänyt Java-ohjelmointikielen syntaksin tuntemusta, sillä minkä tahansa ohjelmointikielen hallinta mahdollisti testattaville kyvyn lukea valmiiksi kirjoitetut yksinkertaiset koodirivit ja valita niistä kommentteja vastaavat toiminnot.

## **Tutkimuksen tulokset**

Ohjelmointiosaamisen selvittämiseksi analysoitiin opiskelijoiden testipisteitä neljältä ohjelmoinnin osa-alueelta. Kuvio 2 esittää niiden nuorten osuutta aineistossa, jotka saivat enemmän kuin nolla pistettä kustakin ohjelmoinnin osa-alueesta. Kuvioista voidaan todeta opiskelijoiden ohjelmointiosaamisen jäävän heikoksi. Testatuista opiskelijoista vain alle yksi prosentti saavutti vähintään puolet tarjolla olleista pisteistä. Kuviossa 2 alkeisohjelmoinnin tehtävät on erotettu graafiseen ja pseudokooditehtävään siksi, että niistä ensimmäinen edustaa perusopetuksen opetussuunnitelman alakoulun oppimäärän mukaista osaamista, ja jälkimmäinen liittyy yläkoulun uusiin oppimistavoitteisiin kolmen seuraavan osa-alueen edustaessa lähinnä

ICT-alan jatko-opintovalmiuksia. Kuten huomataan, nuoret eivät kummallakaan kouluasteella yleisesti ottaen suoriutuneet edes graafisen alkeisohjelmointitehtävän edellyttämien toimintaohjeiden antamisesta; vain joka kymmenes osasi antaa oikean komentorivin sokkelotehtävään. Alkeisohjelmoinnin pseudokooditehtävässä testatut menestyivät tätäkin heikommin, sillä pisteille pääsi vain reilut kuusi prosenttia nuorista. Tietokantaosaamisessa noin 91 prosenttia testatuista jäi kokonaan vaille pisteitä, ja vastaavasti varsinaisessa ohjelmoinnissa ilman pisteitä jäi lähes 98 prosenttia. Web-ohjelmointi osoittautui nuorille tutuimmaksi, sillä vain noin 87 prosenttia jäi tehtävässä pisteittä.



KUVIO 2. Pisteille yltäneiden oppilaiden osuus ohjelmoinnin osa-alueen, sukupuolen ja oppilaitostyyppin mukaan

Riippumattomien otosten t-testin perusteella pojat osoittautuivat kaikilla ohjelmoinnin osa-alueilla tilastollisesti erittäin merkitsevästi tyttöjä osaavammiksi (alkeisohjelmointi  $t = 9,783$ ,  $p < 0,001$ ; tietokannat  $t = 9,427$ ,  $p < 0,001$ ; web-ohjelmointi  $t = 12,920$ ,  $p < 0,001$ ; ohjelmointi  $t = 4,987$ ,  $p < 0,001$ ). Koulumuotojen välisiä eroja analysoitiin puolestaan varianssianalyysin avulla. Erot alkeisohjelmoinnin osaamisessa osoittautuivat erittäin merkitseviksi ( $F = 74,509$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0,001$ ): kaikki koulutyyppit erosivat parittaisten vertailujen (Bonferroni-korjaus) perusteella toisistaan. Lukiolaiset suoriutuivat osa-alueesta parhaiten ja peruskoululaiset heikoimmin. Tietokantaosaamisessa erot eri koulumuotojen välillä osoittautuivat niin ikään merkitseviksi ( $F = 5,682$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0,003$ ). Ennako-odotusten vastaisesti lukiolaiset jäivät keskiarvopisteissä

jälkeen sekä peruskoululaisista että ammatillisten oppilaitosten opiskelijoista. Lukiolaiset jäivät jälkeen kahden muun oppilaitostyyppin opiskelijoista myös web-ohjelmointiosaamisessa ( $F = 5,940$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0,003$ ). Varsinaisen ohjelmoinnin osa-alueella sen sijaan toisen asteen molempien oppilaitosmuotojen opiskelijoiden pisteet olivat tilastollisesti merkitsevästi peruskoululaisia paremmat ( $F = 18,029$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0,001$ ), mutta näiden keskinäiset erot jäivät vähäisiksi.

Yleisestä heikosta suoriutumisesta huolimatta pieni joukko nuoria menestyi ohjelmoinnin tehtävissä hyvin. Nämä 68 nuorta saavuttivat vähintään puolet neljässä ohjelmoinnin osa-alueessa tarjolla olleista kahdeksasta pisteestä. Heistä 58 oli poikia ja 10 tyttöjä. Peruskoululaisia hyvistä ohjelmointiosaajista oli 28, lukiolaisia 24 ja ammatillisissa oppilaitoksissa opiskelevia 16. Suhteutettuna eri koulumuotojen edustukseen koko aineistossa ohjelmointiosaajia löytyi eniten ammatillisista oppilaitoksista (~1,5 %) ja lukioista (~1,2 %) peruskoululaisten osuuden jäädessä vähäisimmäksi (~0,5 %). Selkeimmin nämä harvalukuiset osaajat erottuivat muista ICT-taitotestin kokonaispisteiden perusteella; keskiarvo ohjelmointiosaajien keskuudessa ( $\bar{x} = 26,06$ ,  $\sigma = 2,89$ ) oli yli kaksinkertainen koko joukon keskiarvoon ( $\bar{x} = 11,17$ ,  $\sigma = 5,56$ ) nähden. Lukioissa opiskelevista ohjelmointiosaajista kolme neljäsosaa luki matematiikasta pitkää oppimäärää. Ammatillisissa oppilaitoksissa ohjelmointiosaajista puolet suoritti tieto- ja viestintätekniikan perustutkintoa luonnontieteiden alalla sekä vajaa puolet tekniikan ja liikenteen alalla. Joukkoon mahtui lisäksi yksi opiskelija yhteiskuntatieteiden, liiketalouden ja hallinnon alalta.

Kyselyvastauksiin perustuvien riippumattomien muuttujien sekä ICT-taitotestin muiden kuin ohjelmoinnin osa-alueiden hallinnan yhteyttä ohjelmointiosaamiseen analysoitiin Spearmanin järjestyskorrelaatiomenetelmän avulla, joka soveltuu myös järjestysasteikollisten muuttujien analysointiin. Tätä varten kaikkien ohjelmoinnin osa-alueiden pisteet laskettiin ensin yhteen ohjelmoinnin summamuuttujaksi. Korrelaatioanalyysiin valittiin kaikki opiskelijoiden taustatietomuuttujat, teknologioiden käyttötottumuskyselymuuttujat, oppilaitosten digitaalisen opetuskäytön kyselymuuttujat sekä ICT-taitotestin muiden kuin ohjelmoinnin osa-alueiden testipisteet. Korrelaatiokertoimet (ks. liitetaulukko 1) jäivät yleisesti ottaen varsin mataliksi, mikä tarkoittaa, ettei kysely- ja osaamistestimuttujien ja opiskelijoiden ohjelmointitaitojen välillä ole todettavissa vahvaa lineaarista yhteyttä. Opiskelijoiden iällä tai kouluasteella ei todettu

olevan yhteyttä ohjelmointitaitoihin. Sen sijaan sukupuoli korreloi negatiivisesti, joskin vähäisessä määrin näihin taitoihin ( $\rho = -0,146, p < 0,001$ ), mikä tarkoittaa, että tyttöjen ohjelmointitaidot jäivät jossain määrin heikommiksi kuin poikien.

Käyttötottumuskyselymuuttujista ohjelmointiosaamiseen tilastollisesti merkitsevästi yhdistyi opiskelijoiden teknologioiden käyttö digitaalisten pelien pelaamiseen ( $\rho = 0,149, p < 0,001$ ). Muiden käyttökohteiden korrelaatioiden voimakkuus jäi käytännössä merkityksettömäksi ( $\rho < 0,1$ ), joten ne jätettiin tekstissä tarkemmin raportoimatta.

Minkään tyyppisten laitteiden, välineiden tai digitaalisten oppimateriaalien opetuskäytöllä ei todettu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ohjelmointiosaamiseen. Muiden opetuskäyttökyselyn muuttujien yhteys ohjelmointitaitoihin joko ei ollut tilastollisesti merkitsevää tai jäi merkitsevyydestä huolimatta voimakkuudeltaan merkityksettömäksi ( $\rho < 0,1$ ). ICT-taitotestin muista kuin ohjelmoinnin osaamisalueista ohjelmointitaitoihin yhdistyivät erityisesti kuvankäsittelyosaaminen ( $\rho = 0,273, p < 0,001$ ), mobiilisovellusten päivityksiin liittyvä osaaminen ( $\rho = 0,270, p < 0,001$ ), videon- ja äänenkäsittelyn ominaisuuksiin ja tiedostojen pakkaukseen liittyvä osaaminen ( $\rho = 0,249, p < 0,001$ ), tietoturvakysymysten hallinta ( $\rho = 0,218, p < 0,001$ ) sekä pilvipalvelujen tuntemus ( $\rho = 0,217, p < 0,001$ ). Edellisiä vähäisemmässä määrin ohjelmointitaitoihin yhdistyivät asennettavien mobiilisovellusten turvallisuusarviointiin liittyvä osaaminen ( $\rho = 0,169, p < 0,001$ ), digitaalisten viestintävälineiden käyttötaidot ( $\rho = 0,169, p < 0,001$ ), tietokoneiden perustoiminnallisuuksien tuntemus ( $\rho = 0,162, p < 0,001$ ), digitaalisten verkostoitumispalvelujen tuntemus ( $\rho = 0,158, p < 0,001$ ), tietoverkkoihin liittyvä osaaminen ( $\rho = 0,129, p < 0,001$ ) ja taulukkolaskentataidot ( $\rho = 0,122, p < 0,001$ ). Muiden osaamisalueiden yhteys ohjelmointitaitoihin jäi voimakkuudeltaan merkityksettömäksi.

## **Yhteenveto**

Tässä artikkelissa kysyimme ensinnäkin, millainen on opiskelijoiden ohjelmoinnin perusteiden osaamistaso. Tutkimuksen tulokset osoittavat peruskoulun yhdeksäsluokkalaisten ja toisen asteen opiskelijoiden ohjelmointivalmiudet heikoiksi; vain alle yksi prosentti opiskelijoista saavutti vähintään puolet tarjolla olleista pisteistä. Nuorten osaaminen pelkkää loogista päättelykykyä mittaavassa alkeisohjelmoinnin graafisessa tehtävässä jäi jopa hämmästyttävän alhaiseksi, sillä

vain joka kymmenes 15–22-vuotias sai pisteitä tehtävästä. Huomionarvoista on, että monille opiskelijoille, etenkin pojille, web-ohjelmoinnin perusteet osoittautuivat helpommiksi kuin alkeisohjelmoinnin tehtävät.

Kun tarkasteltiin kysymystä siitä, miten sukupuoli, kouluaste, oppilaitosmuoto ja oppilaiden ikä sekä käyttötottumukset koulussa ja vapaa-ajalla ovat yhteydessä ohjelmointiosaamiseen, havaittiin, että poikien ohjelmointiosaaminen osoittautui kaikilla testatuilla osa-alueilla ja kaikkien koulumuotojen opiskelijoilla keskimäärin paremmaksi kuin tyttöjen. Harvalukuiset ohjelmointiosaajat olivat kuusi kertaa todennäköisemmin poikia kuin tyttöjä. Kouluasteella ei todettu vaikutusta ohjelmointitaitojen tasoon. Sen sijaan ohjelmointiosaajia löydettiin eri koulumuotojen edustukseen suhteutettuna eniten ammatillisista oppilaitoksista ja lukioista. Lukioissa ohjelmointiosaajista suurin osa löytyi matematiikan pitkää oppimäärää opiskelevien keskuudesta. Ammatillisissa oppilaitoksissa puolestaan nämä opiskelijat löytyivät pääosin luonnontieteen (tietojenkäsittely) sekä tekniikan ja liikenteen aloilta. Hyvät ohjelmointivalmiudet yhdistyvät hyvin yleisiin digitaalisiin taitoihin, sillä ICT-taitotestin kokonaispisteiden keskiarvo oli ohjelmointiosaajien keskuudessa yli kaksinkertainen koko joukon keskiarvoon nähden. Tulosten mukaan opiskelijoiden aktiivinen digitaalisten pelien pelaaminen yhdistyy niin ikään positiivisesti ohjelmointivalmiuksiin. Sen sijaan muulla vapaa-ajan digitaalisten laitteiden tai palvelujen käytöllä ei todettu vastaavaa yhteyttä ohjelmointivalmiuksiin. Laitteiden, digitaalisten välineiden ja oppimateriaalien käytöllä kouluopetuksessa ei todettu olevan yhteyttä opiskelijoiden ohjelmointitaitoihin.

Viimeinen tutkimuskysymys liittyi siihen, miten osaaminen muilla digitaalisen osaamisen osa-alueilla yhdistyy ohjelmointitaitoihin. Tulosten perusteella hyvin ohjelmointivalmiuksiin yhdistyvät erilaisten digitaalisten sisältöjen tuottamiseen liittyvät taidot sekä monipuolinen tietotekniikkaan eli laitteiden ja sovellusten teknisiin ominaisuuksiin liittyvä osaaminen ja digitaalisten ympäristöjen toimintaperiaatteiden tuntemus.

## Pohdinta

Tuloksemme osoittavat, että nuorten digitaalisten teknologioiden arkisista käyttökohteista ainoastaan digitaalisten pelien pelaaminen yhdistyy positiivisesti ohjelmointivalmiuksiin. Digitaalisten pelien pelaaminen on todettu aiemmissa tutkimuksissamme (Kaarakainen, Kivinen & Hutri 2015; Kaarakainen & Saikkonen 2019; Kaarakainen, Saikkonen & Savela 2018) keskeiseksi tyttöjen ja poikien digitaalisia käyttötottumuksia erilaistavaksi käyttökohteeksi: nimenomaan pojat ovat ahkeria digitaalisten pelien harrastajia tyttöjen tyytyessä useimmiten korkeintaan ajanvietepelien satunnaiseen pelaamiseen. Ahkeran digitaalisen pelaamisen yhdistyminen hyviin ohjelmointivalmiuksiin korostaa käyttötottumusten eroavaisuuksien merkitystä näiden taitojen kehittämisessä. Samalla se korostaa sukupuolittuneiden mieltymysten merkitystä nuorten teknologioiden käytössä (Kaarakainen & Saikkonen 2019) ja teknologiaosaamisen kertymisessä. Se siis vahvistaa aiempien tutkimusten havaintoja, joiden mukaan tyttöjen vähäisempi viehtymys ohjelmointiin syntyy poikia vähäisemmän kiinnostuksen ja sen seurauksena vähäisemmäksi jäävän osaamisen yhteisvaikutuksesta (EIGE 2018; Kaarakainen 2019).

Naisten vähyys ICT-alan työpaikoilla ja opinnoissa on puhuttanut kansainvälisesti jo pitkään (ks. esim. Dass ym. 2015). Cheryan, Ziegler, Montoy ja Jiang (2016) ovat todenneet, että tytöille pitäisi tarjota varhaisia kokemuksia ohjelmoinnista ja ICT-alasta, sillä sukupuolierot ja tyttöjen haluttomuus hakeutua alalle syntyvät jo lapsuudessa. Pojat valitsevat tyttöjä useammin teknisiä leluja leikkeihinsä, mistä saa alkunsa prosessi, jossa pojat kerryttävät teknistä osaamistaan, kun taas tyttöjen mielenkiinto suuntautuu pääosin toisaalle (van Dijk 2005). Kuten Kalelioğlu (2015) muistuttaa, tähän voidaan varhaisten kouluvuosien aikana vaikuttaa; vaikka naiset yleisesti ottaen ovat miehiä vähemmän kiinnostuneita ohjelmoinnista, ohjelmoinnin opetus alakouluikäisille lisää niin tyttöjen kuin poikienkin positiivisia asenteita ohjelmointia ja sen opiskelua kohtaan sukupuolesta riippumatta. Viime aikoina yleistyneet vapaa-ajan koodaus- ja tiedekerhot tekevätkin tällä saralla ansiokasta kasvatustyötä (esim. Koskinen 2019). Vastaavasti erilaiset tyttöjä ja nuoria naisia koodauksen pariin rohkaisevat työpajat ja nettiyhteisöt ovat kasvattaneet suosiotaan jatkuvasti vuonna 2010 perustetun Rails Girls -yhteisön (<http://railsgirls.com/>) urauurtavan työn vanavedessä (esim. Rajala 2019). Vapaa-ajan kerhojen



lisäksi erityisesti peruskoululla ja sen opettajilla on suuri merkitys oppilaiden ohjelmointi-innostuksen sytyttäjinä ja ylläpitäjinä. Tämä edellyttää opettajilta sekä oman innostuksen syntymistä aiheeseen että ohjelmoinnin opettamisen taitoja, joiden tueksi opettajat tarvitsevat laadukasta täydennyskoulutusta algoritmiseen ajatteluun, sen sovellusmahdollisuuksiin ja ohjelmoinnin opetukseen.

On syytä huomata, ettei tässä tutkimuksessa hyödynnetyn ICT-taitotestin ohjelmointiaiheisissa tehtävissä edellytetty varsinaisesti minkään ohjelmointikielen hallintaa tai käskyjen ulkoa muistamista, vaan kaikissa tehtävissä olisi pärjännyt pitkälle pelkällä päättelyllä. Silti opiskelijoiden suoriutuminen tehtävistä jäi varsin heikoksi. Syynä ohjelmointitehtävissä epäonnistumiseen vaikuttaa olevan enemmän nuorten tottumattomuus koodin ja kaavojen näkemiseen ja lukemiseen kuin tehtävien tosiasiallinen vaikeus. Se, että nuoret pärjäsivät web-ohjelmoinnissa alkeisohjelmointia paremmin, saattaa johtua siitä, että erityisesti kuvaus- ja tyylikielet (HTML ja CSS) ovat tuttuja monille internet-ajan nuorille, mikä rohkaisi heitä ratkomaan näitä tehtäviä muita tarmokkaammin.

Edellä esitetty tulkinta saa tukea aiemmista kansainvälisistä tutkimuksista. Stillerin ym. (2016) mukaan kaavoja tai yhtälöitä sisältävät tehtävät lisäävät tehtävien haastavuutta. Nitz, Precht ja Nerdel (2014) toteavat kaavojen olevan tieteellisen kielen elementti, minkä vuoksi ne tyypillisesti lisäävät tehtävien koettua vaikeustasoa. Kaavoja sisältävien tehtävien vaikeustason nousu liittyy Taskinin, Bernholtin ja Parchmannin (2015) mukaan erityisesti siihen, että ne edellyttävät ratkaisijaltaan teknistä ymmärrystä. Nykyisin suosittujen kuluttajakäyttöön suunniteltujen laitteiden helppokäyttöisiä käyttöliittymiä on kehitetty niiden soveltuvuudesta opetuskäyttöön juuri siksi, etteivät ne edellytä ymmärrystä teknologiasta, ja pienetkin lapset oppivat nopeasti käyttämään niitä (ks. esim. Flewitt, Messer & Kucirkova 2015). Samanaikaisesti helppokäyttöinen teknologia kuitenkin piilottaa juuri sen kaltaisen monimutkaisuuden, jonka kohtaamiseen tottumista tässä artikkelissa analysoidun tehtävien ratkomiseen tarvittaisiin.

Perusopetuksen nykyisen opetussuunnitelman mukaan oppilaiden olisi tutustuttava ensimmäisestä luokasta alkaen ohjelmoinnilliseen ajatteluun, käskyjen antamiseen ja oman

koodin tuottamiseen. Tämä saattaa tulevaisuudessa auttaa oppilaita ymmärtämään paremmin helppokäyttöisten laitteiden ja palvelujen ja niiden taustalla vaikuttavan tekniikan välistä suhdetta etenkin, mikäli tätä kaavojen ja koodien kieltä tuodaan opetuksessa riittävästi esiin. Bell (2016) muistuttaa, että ohjelmoinnin opettaminen edellyttää sekä ohjelmointiin liittyvää sisältö-että pedagogista osaamista, eivätkä oppilaat pelkästään digitaalista teknologiaa käyttämällä opi tietojenkäsittelyä. Hänen mukaansa aktiivinenkin digitaalisten laitteiden käyttö kouluissa saattaa toimia ohjelmoinnin oppimisen tavoitteiden vastaisesti, mikäli se vahvistaa lähinnä kuluttaja- ja käyttäjätaitoja, muttei oppilaan roolia ohjelmistojen tuottajana. Olisikin tärkeää, että opetuksessa kaikilla asteilla oppilaat ja opiskelijat saisivat tutustua myös sisältöjen ja ohjelmistojen tuottamiseen sekä laitteiden monipuolisiin teknisiin ominaisuuksiin, jotta kokemukset teknologiasta eivät rajautuisi yksipuolisesti kuluttajakokemuksiin.

Taatila (2018) huomauttaa, että koska ICT- ja luonnontieteellisten alojen vetovoiman laskeva suosio ei liity työraolettamiin, alan vetovoiman vähäisyys voi liittyä vain hakijoiden aiempiin opintoihin. Jos ICT-alalle halutaan nykyistä motivoituneempia opiskelijoita ja etenkin naisia, on tärkeää opettaa algoritmista ajattelua, ohjelmointia ja teknologiataitoja varhaisista kouluvuosista alkaen. Lisäksi lapset ja nuoret olisi tutustuttava digitaalisten sisältöjen lisäksi matematiikkaan, tekniikkaan sekä koodiin ja kaavoihin eli tieteellisen kielen elementteihin. Algoritmisen ajattelun ja ohjelmoinnin kaikkia oppilaita koskeville opinnoille ei ole suomalaisissa opetussuunnitelmissa rakennettu systemaattista jatkumoa perusasteelta toiselle asteelle. Toisella asteella perusastetta vaativampia algoritmiseen ajatteluun, ohjelmointiin ja ohjelmistotuotantoon liittyviä opintokokonaisuuksia on toki tarjolla, mutta ne ovat riippuvaisia nuorten koulutusvalinnoista ja sisältyvät pääasiassa ammatillisen koulutuksen koulutustarjontaan. Ohjelmointiosaamisen kehittymisen tavoitteellinen jatkumo perusasteelta toiselle asteelle ja tähän liittyvä ohjelmointikipinän sytyttäminen perus- ja toisen asteen aikana takaisi seuraavalle koulutusasteelle enemmän motivoituneita hakijoita.

Alempien koulutusasteiden tuottamien ohjelmointiosaajien vähyys tulee eteen jatko-opinnoissa. Korkea-asteen opiskelijoiden puutteelliset ohjelmoinnin esitiedot ovat kansainvälisesti merkittävä haaste (ks. esim. Biró, Csenoc, Abari & Máth 2016; Lahtinen, Ala-Mutka & Järvinen 2005; Zavala 2016). Esitietoja joudutaankin usein paikkaamaan, jotta opinnot eivät keskeytyisi.

Tämän tapaisissa esitiedoissa korostuvat matemaattiset taidot ja lisäksi englannin osaaminen, jolla on todettu yhteys ohjelmoinnin osaamiseen silloin, kun englanti ei ole oppilaan äidinkieli (Qian & Lehman 2016). Tässä tutkimuksessa tietoa opiskelijoiden matematiikan tai englannin kielen osaamisesta ei ollut hyödynnettävissä. Tulevaisuudessa olisikin mielenkiintoista tutkia sitä, miten suomalaisnuorten ohjelmointitaidot yhdistyvät matematiikan ja englannin kielen osaamiseen.

Uutena perusopetuksen opetussuunnitelmiin nousseen ohjelmoinnin opetuksen tuloksellisuus ei ymmärrettävästi vielä näy tässä tutkimuksessa esitettyjen peruskoulun yhdeksäsluokkalaisten tai toisen asteen opiskelijoiden tuloksissa, vaan opetussuunnitelmamuutoksen tulokset näkyvät vasta vuosien päästä. Varhaisia teknologiakokemuksia tarjoava perusopetuksen nykyinen opetussuunnitelma sisältää lupaavia elementtejä niin ohjelmoinnilliseen ajatteluun ja luonnontieteellisiin aloihin tutustumisen kannalta kuin teknologiasuuntautumisessa vallitsevan sukupuolten välisen kuilun kaventamisenkin tavoitteiden näkökulmasta. Nykypäivän työmarkkinoiden osaamistarpeita uudistuneillakaan opetussuunnitelmilla ei kuitenkaan ratkaistane, sillä ensimmäiset nykyisten opetussuunnitelmien hedelmistä täysipainoisesti nauttineet oppilaat valmistuvat toiselta asteelta kymmenen vuoden kuluttua, ja tämän jälkeen vasta alkaa varsinainen kouluttautuminen korkeakouluopinnoissa ohjelmistoalan kaipaamiksi osaajiksi. Ohjelmistoalan tämänhetkiseen osaajapulaan ratkaisuja onkin haettava täydennys- ja muuntokoulutuksesta, joiden vaikutukset näkyvät työmarkkinoilla tätä nopeammin.

## **Lähteet**

Asplund, R., Kauhanen, A. & Vanhala, P. 2015. Ammattirakenteet murtuvat – Mihin työntekijät päätyvät ja miksi? Helsinki: Taloustieto Oy.

Bell, T. C. 2016. What's all the fuss about coding? ACER Research conference proceedings, 12–16.

Biró, P., Csenoch, M., Abari, K. & Máth, J. 2016. First year students' algorithmic skills in tertiary Computer Science education. Teoksessa S. Kunifujii, G. A. Papadopoulos, A. M. J-Skulimowski & J. Kacprzyk (toim.) Knowledge, information and creativity support systems: Selected papers from KICSS'2014 – 9<sup>th</sup> international conference, held in Limassol, Cyprus, on November 6–8, 2014. Advances in Intelligent Systems and Computing 416. Cham: Springer, 351–358.

- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoy, A. K. & Jiang, L. 2016. Why are some STEM fields more gender balanced than others? *Psychological Bulletin* 143 (1), 1–35.
- Dass, M., Goodwin, A., Wood, M. & Luanaigh, A. N. 2015. Sector insights: Skills challenges in the digital and creative sector. Evidence Report 92. London: UKCES.
- van Dijk, J. A. G. M. 2005. *The deepening divide: Inequality in the information society*. London: Sage.
- van Dijk, J. A. G. M. & van Deursen, A. J. A. M. 2014. *Digital skills: Unlocking the information society*. Digital Education and Learning. New York, NY: Palgrave Macmillan.
- European Institute for Gender Equality (EIGE). 2018. *Women and men in ICT: A change for better work-life balance*. Research note. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Schoolnet. 2015. *Computing our future. Computer programming and coding: Priorities, school curricula and initiatives across Europe*. Update 2015. Brussels: European Schoolnet.
- Ferrari, A., Punie, Y. & Brecko, B. 2013. *DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe*. JRC Scientific and Policy Reports. Luxembourg: European Union.
- Flewitt, R., Messer, D. & Kucirkova, N. 2015. New directions for early literacy in a digital age: The iPad. *Journal of Early Childhood Literacy* 15 (3), 289–310.
- Futschek, G. 2006. *Algorithmic thinking: The key for understanding computer science*. Teoksessa R. T. Mittermeir (toim.) *Informatics education – The bridge between using and understanding computers*. ISSEP 2006. Vilnius, Lithuania, November 2006, proceedings. *Lecture Notes in Computer Science* 4226. Berlin: Springer, 159–168.
- Gareis, K., Hüsing, T., Birov, S., Bludova, I., Schulz, C. & Korte, W. B. 2014. *e-Skills for Jobs in Europe. Measuring Progress and Moving Ahead*. Bonn: empirica.
- Heintz, F., Mannila, L., Nordén, L-Å., Parnes, P. & Regnell B. 2017. *Introducing programming and digital competence in Swedish K-9 education*. Teoksessa V. Dagienė & A. Hellas (toim.) *Informatics in schools: Focus on learning programming*. ISSEP 2017. Helsinki, Finland, November 13–15, 2017, proceedings. *Lecture Notes in Computer Science* 10696. Cham: Springer, 117–128.
- Helenius, M. 2018. *Tuottavuuden ja kasvun osaajavajetta korjataan veistoluokan keinoin*. TIVIA-blogi 18.01.2018. <http://www.tivia.fi/tiviassa-tapahtuu/tivia-blogi/tuottavuuden-ja-kasvun-osaajavajetta-korjataan-veistoluokan-keinoin>. (Luettu 18.4.2018.)

Holtgrewe, U. 2014. New new technologies: The future and the presence of work in information and communication technology. *New Technology, Work and Employment* 29 (1), 9–24.

Hüsing, T., Korte, W. B. & Dashja, E. 2015. e-Skills in Europe: Trends and forecasts for the European ICT professional and digital leadership labour markets (2015–2020). *empirica Working Paper*. Bonn: empirica.

Jokinen, J. & Sieppi, A. 2018. Sosiaaliset taidot ovat entistä tärkeämpiä työelämässä. *Talous ja yhteiskunta* 2, 48–53. <http://www.labour.fi/ty/tylehti/ty/ty22018pdf/ty22018JokinenSieppi.pdf>. (Luettu 26.4.2019.)

Kaarakainen, M-T. 2019. ICT intentions and digital abilities of future labor market entrants in Finland. *Nordic Journal of Working Life Studies* 9 (2), 105–126.

Kaarakainen, S-S. & Kaarakainen, M-T. 2018. Tulevaisuuden kansalaisia rakentamassa – Uudet lukutaidot koulutuksen ja opetuksen digitalisaation kehityksessä. Teoksessa L. Lehti, P. Peltonen, S. Routarinne, V. Vaakanainen & V. Virsu (toim.) *Uusia lukutaitoja rakentamassa – Building new literacies*. AFinLAn vuosikirja 2018. Jyväskylä: Suomen soveltavan kielitieteen yhdistyksen julkaisu 76, 22–40.

Kaarakainen, M-T., Kivinen, O. & Hutri, H. 2015. Pelit ja pelaaminen sosiaalisena oppimisympäristönä. Teoksessa R. Koskimaa, J. Suominen, F. Mäyrä, J. T. Harviainen, U. Friman & J. Arjoranta (toim.) *Pelitutkimuksen vuosikirja 2015*. Suomalaisen pelitutkimuksen julkaisu. Tampere: Suomen Pelitutkimuksen Seura, 4–22.

Kaarakainen, M-T., Kivinen, O. & Vainio, T. 2018. Performance-based testing for ICT skills assessing: A case study of students and teachers' ICT skills in Finnish schools. *Universal Access in the Information Society* 17 (2), 349–360.

Kaarakainen, M.-T. & Saikkonen, L. 2019. Pelaamisen ja sosiaalisuuden ympärille muodostuvat kolmannet tilat – nuorten teknologian käyttötavat ja vapaa-ajan harrasteet. *Nuorisotutkimus* 37 (1), 20–37.

Kaarakainen, M-T., Saikkonen, L. & Savela, J. 2018. Information skills of Finnish basic and secondary education students: The role of age, gender, education level, self-efficacy and technology usage. *Nordic Journal of Digital Literacy* 13 (4), 56–72.

Kalelioğlu, F. 2015. A new way of teaching programming skills to K-12 students: Code.org. *Computers in Human Behavior* 52, 200–210.

Kauhanen, A. 2016. The future of work: Challenges for men and women. ETLA Brief 50. Helsinki: The Research Institute of the Finnish Economy.

Koskinen, R. 2019. ”Isona rakennan suuren robotin, ihan jättimiehen!” – Lasten Tiedekoulu toimii nyt myös Torniossa. *Yle Uutiset* 31.01.2019, Tiede ja tekniikka. <https://yle.fi/uutiset/3-10620823>. (Luettu 29.4.2019.)

Kouluhallitus. 1987. Peruskoulun opetuksen opas: tietotekniikka. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Lahtinen, E., Ala-Mutka, K. & Järvinen, H-M. 2005. A study of the difficulties of novice programmers. ACM SIGCSE Bulletin 37 (3), 14–18.

Nikulainen, T. & Pajarinen, M. 2013. Industry restructuring in the ICT sector; What does labor mobility tell us about skill relatedness and knowledge spillovers? ETLA Working Papers 17. <http://pub.etla.fi/ETLA-Working-Papers-17.pdf>. (Luettu 27.3.2018.)

Nitz, S., Precht, H. & Nerdel, C. 2014. Survey of classroom use of representations: Development, field test and multilevel analysis. Learning Environments Research 17 (3), 401–422.

Nunnally, J. C. & Bernstein, I. H. 1994. Psychometric theory. 3. painos. McGraw-Hill Series in Psychology. New York, NY: McGraw-Hill.

OECD. 2015. Students, computers and learning: Making the connection. PISA. Paris: OECD.

OPH. 2014. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Määräykset ja ohjeet 2014:96. Helsinki: Opetushallitus.

OPH. 2015. Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015. Määräykset ja ohjeet 2015:48. Helsinki: Opetushallitus.

OPH. 2018. Ammatillinen koulutus. Perusteet. Opintopolku, ePerusteet -palvelu. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/selaus/kooste/ammattillinenkoulutus?hakutyyppe=perusteet>. (Luettu 18.4.2018.)

Qian, Y. & Lehman, J. D. 2016. Correlates of success in introductory programming: A study with middle school students. Journal of Education and Learning 5 (2), 73–83.

Rajala, O. 2019. Mimmit koodaa -kampanja haluaa naisia ohjelmistoalalle – Suomessa on 8 000 henkilön vaje osaajista. Kaleva 28.2.2018, Talous. <https://www.kaleva.fi/uutiset/talous/mimmit-koodaa-kampanja-haluaa-naisia-ohjelmistoalalle-suomessa-on-8000-henkilon-vaje-osaajista/786419/>. (Luettu 29.4.2019.)

Saarinen, M., Isotalus, P. & Jurvelin, K. 2018. Eilispäivän taidoilla ei tehdä huomisen töitä. Kauppalehti 5.4.2018, pääkirjoitus.

Stiller, J., Hartmann, S., Mathesius, S., Straube, P., Tiemann, R., Nordmeier, V., Krüger, D. & Upmeyer zu Belzen, A. 2016. Assessing scientific reasoning: A comprehensive evaluation of item features that affect item difficulty. Assessment & Evaluation in Higher Education 41 (5), 721–732.

Suomen virallinen tilasto (SVT). 2016. Oppilaitosten opiskelijat ja tutkinnot. Helsinki: Tilastokeskus. <http://www.stat.fi/til/opiskt/index.html>. (Luettu 27.3.2018.)

Taatala, V. 2018. Mistä tulevaisuuden insinöörit, luonnontieteilijät ja matemaatikot? Turun yliopiston blogi 27.4. 2018. <https://blogit.utu.fi/utu/2018/04/27/mista-tulevaisuuden-insinoorit-luonnontieteilijat-ja-matemaatikot/>. (Luettu 1.5.2018.)

Taskin, V., Bernholt, S. & Parchmann, I. 2015. An inventory for measuring student teachers' knowledge of chemical representations: design, validation, and psychometric analysis. *Chemistry Education Research and Practice* 16, 460–477.

Tuomi, P., Multisilta, J., Saarikoski, P. & Suominen, J. 2018. Coding skills as a success factor for a society. *Education and Information Technologies* 23 (1), 419–434.

World Economic Forum. 2016. The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. Global Challenge Insight Report. Cologny: World Economic Forum. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf). (Luettu 18.4.2018.)

Zavala, L. 2016. Read, manipulate, and write: A study of the role of these cumulative skills in learning computer programming. *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer*, 14–19.

## LIITE 1. Opiskelijoiden ohjelmointitaitoihin yhdistyvät taustatekijät

Muuttujat	ka (kh)	Rho , ρ
Sukupuoli (poika = 1, tyttö = 2)	1,55 (0,489)	-0,146***
Ikä	15,79 (1,096)	-0,014
Kouluaste (perusaste = 1, toinen aste = 2)	1,37 (0,483)	-0,019
<i>Käytän digitaalisia teknologioita seuraaviin tarkoituksiin (0 = ei koskaan – 4 = useita tunteja päivässä):</i>		
Sosiaalisten suhteiden ylläpitoon (verkostoitumispalvelu, blogit, keskustelupalstat...)	3,29 (0,817)	-0,042***
Asiointiin (nettipankki, viranomaisasiointi, nettikaupat, matkanvarauspalvelut...)	1,17 (0,842)	-0,011
Ajankohtaisasioiden seuraamiseen (nettilehdet, sää- ja uutispalvelut...)	2,11 (0,938)	-0,044**
Viestintään (sähköpostit, pikaviestimet, verkostoitumispalvelujen chatit, IRC...)	2,67 (1,028)	-0,012
Pelaamiseen (tietokoneella, älypuhelimella, pelikonsolilla)	2,06 (1,299)	0,149***
Tiedonhakuun (hakukoneet, wikit, reitti-/palveluhakupalvelut...)	2,27 (0,854)	0,050
Digitaalisen viihteen kuluttamiseen (elokuvien/musiikin lataaminen/kuuntelu, netti-tv...)	2,85 (0,999)	0,004
Oman sisällön tuottamiseen (tekstin-, kuvan- tai videonkäsittely, blogit, ohjelmointi...)	1,18 (0,949)	0,086***
Oman sisällön jakamiseen verkossa (verkostoitumispalvelut, blogit, kuvanjakopalvelut...)	1,24 (1,024)	0,006
Opiskeluun (Moodle, its learning, edX, CodeAcademy...)	1,12 (1,123)	0,016
<i>Oppilaitokseni opetuksessa käytetään (0 = ei koskaan – 4 = useita tunteja päivässä):</i>		
Pöytä-/kannettavia tietokoneita	2,21 (1,123)	-0,018
Tablettitietokoneita	1,23 (0,842)	-0,005
Älypuhelimia	1,83 (0,937)	0,010
Digitaalisia oppimisympäristöjä	1,39 (0,898)	0,008
Verkko-oppimateriaaleja	1,70 (0,948)	0,020
Digitaalisia oppimispelejä	0,96 (0,727)	0,001
Internetiä tiedonlähteenä	2,03 (0,847)	0,028***
Videopalveluita (kuten Youtube)	1,05 (0,895)	0,028***
Blogeja	0,44 (0,662)	0,032***
Verkostoitumispalveluita (kuten Facebook, Google+)	0,68 (0,770)	0,049***
Digitaalisia ratkaisuja oppilaiden arviointiin	0,98 (0,852)	0,018
Älypuhelinsovelluksia	0,96 (0,918)	0,018
Sähköpostia	1,15 (0,904)	0,026**
Työvälineohjelmistoja (kuten tekstinkäsittely)	1,39 (0,905)	0,050***
<i>ICT-taitotestin (muut kuin ohjelmoinnin) osa-alueet (0-2 pistettä per osa-alue):</i>		
Tietokoneiden perustoiminnallisuuksien tuntemus	0,42 (0,557)	0,162***
Tiedonhaun lähteet ja hakutulosten arviointi	1,27 (0,452)	0,014
Tekstinkäsittelysovellusten perustoiminnallisuudet	1,07 (0,821)	0,058***
Taulukkolaskentasovellusten perustoiminnallisuudet	0,57 (0,650)	0,122***
Esitysgraafikkasovellusten perustoiminnallisuudet	0,62 (0,698)	0,090***
Verkostoitumispalvelujen tuntemus ja niiden turvallinen käyttö	0,82 (0,513)	0,158***
Digitaalinen viestintä ja sen turvallisuus	0,92 (0,634)	0,169***
Kuvankäsittelyn perusominaisuudet ja tiedostomuodot	0,66 (0,456)	0,273***
Videon- ja äänenkäsittelyn ominaisuudet ja tiedostojen pakkaus	0,89 (0,686)	0,249***
Pilvipalvelujen ominaisuudet ja digitaalisen sisällön jakaminen/julkaiseminen	0,88 (0,703)	0,217***
Tietoverkkojen peruskäsitteet	0,36 (0,427)	0,129***



Tietoturvan peruskäsitteistö ja -periaatteet	0,86 (0,587)	0,218***
Mobiilisovellusten turvallisuuden arviointi	0,43 (0,450)	0,169***
Sovellusten asentaminen ja päivittäminen	0,97 (0,696)	0,270***

---