

Milla Eerola

OHJELMOINNIN OPETUS SUOMALAI- SISSA PERUSKOULUISSA

Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta
Kandidaattitutkielma
Helmikuu 2023

TIIVISTELMÄ

Milla Eerola: Ohjelmoinnin opetus suomalaisissa peruskouluissa
Kandidaattitutkielma
Tampereen yliopisto
Tietojenkäsittelytieteiden tutkinto-ohjelma
Helmikuu 2023

Tämän tutkielma tarkoituksena on selvittää ohjelmoinnin opetuksen sisältöä ja tämänhetkistä oppilaiden taitotasoa ohjelmointiosaamisen suhteen suomalaisissa peruskouluissa. Tutkielmassa perehdytään siihen mitä tarkoittaa ohjelmointi opeteltavana taitona ja miten sitä tulisi opettaa peruskouluissa opetussuunnitelman mukaisesti.

Ohjelmoinnin opetus on liitetty osaksi suomalaisten peruskoulujen opetussuunnitelmaa vuonna 2014 ja kyseinen opetussuunnitelma on otettu käyttöön portaittain vuosina 2016–2019. Ohjelmoinnin opetus ei tapahdu omana oppiaineenaan, vaan se on integroitu osaksi muiden oppiaineiden opetusta. Pääasiassa sitä opetetaan matematiikan opetuksen yhteydessä. Opetussuunnitelma ei määrittele erityisen tarkkoja tai konkreettisia oppimistavoitteita ohjelmoinnin opetuksen suhteen. Ainoa konkreettinen tavoite ohjelmointiosaamisen suhteen on että yhdeksännen luokan käytyään opiskelijan tulisi osata suunnitella ja toteuttaa ohjelma käyttäen jotakin graafista ohjelmointiympäristöä.

Suomalaisissa peruskouluissa opetuksen sisältö ohjelmoinnin suhteen voi vaihdella koulusta toiseen melko paljon. Tämä johtuu siitä että opetuksen muodot ovat päätettävissä paikallisesti opetussuunnitelman ollessa ainut velvoittava tekijä sen suhteen. Tämä tarkoittaa sitä että opetuksen vaikuttaa opettajien asenteet ja oma osaaminen ohjelmoinnin suhteen. Suomalaisessa Digiajan peruskoulu -hankkeessa on tehty tutkimustyötä peruskouluikäisten lapsien, sekä peruskoulujen opettajien ICT-taitojen kartoittamiseksi. Tutkimuksen myötä on selvinnyt etteivät opettajien taidot ole tällä hetkellä riittävät ohjelmoinnin opettamiseen ja oppilaiden taitotaso ICT-taitojen suhteen on jopa laskenut uuden opetussuunnitelman julkaisemisen jälkeen.

Avainsanat: ohjelmointi, algoritminen ajattelu, graafinen ohjelmointiympäristö, opetussuunnitelma

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto.....	1
2	Tutkimusmenetelmä	2
3	Ohjelmoinnin opetus.....	3
	3.1 Ohjelmointi opiskeltavana taitona	3
	3.2 Opetussuunnitelman vaikutukset opetukseen	3
	3.3 Opetuksen sisältö peruskouluissa	5
	3.4 Ohjelmoinnin opetuksen tarkoitus peruskouluissa	8
4	Ohjelmointiosaamisen taso.....	8
	4.1 Ohjelmoinnin vai algoritmisen ajattelun opetusta	9
	4.2 Peruskoulun oppilaiden tämänhetkinen osaamisen taso	10
	4.3 Opetuksen kehitys	11
5	Keskustelu.....	12
6	Yhteenveto	13
	Lähdeluettelo	14

1 Johdanto

Suomi on maailmassa yksiä ensimmäisistä maista, joissa on otettu ohjelmointi pakolliseksi osaksi peruskoulun oppimäärää (Fagerlund, 2021). Ohjelmointitaitojen opetus hyväksyttiin osaksi suomalaisten peruskoulujen opetussuunnitelmaa vuonna 2014 opetushallituksen toimesta (Opetushallitus, 2014). Ohjelmoinnin lisäys kyseiseen opetussuunnitelmaan tapahtui osana yleisten tieto- ja viestintäteknologiataitojen lisäämistä.

Digitaalisten taitojen opettamisen voidaan todeta olevan perusteltua, sillä elämme yhteiskunnassa, jossa digitaalisten taitojen osaamista ei voida pitää enää irrallisena asiana yksilöiden perustaidoista. Digimurros ja digitalisaatio koskettavat tänä päivänä lähes kaikkia elämän osa-alueita etenkin kehittyneissä valtioissa. (Neittaanmäki et al., 2021) Ohjelmalliset algoritmit ovat myös enenevässä määrin osana ympäröivää maailmaamme ja ne myös manipuloivat ja kontrolloivat käytöstämme yhä useammin (Mertala et al., 2020). Opetushallituksen (2021) julkaisemalla verkkosivustolla uudetlukutaidot.fi perustellaan tieto- ja viestintäteknologisten taitojen opetusta sillä että jokaisella pitäisi heidän mukaansa olla oikeus digitaaliseen osaamiseen. Ohjelmointiosaamisen todetaan samalla verkkosivulla olevan kaikille hyödyllinen taito.

Kiinnostukseni aiheeseen syntyi sitä kautta että opiskelen itse tietojenkäsittelytieteitä ja olen suunnannut opintojani erityisesti ohjelmoinnin suuntaan. Henkilökohtainen mielipiteeni on ettei ohjelmoinnin opiskelu ole monestikaan kovin helppoa ja siksi minua kiinnostaa millaista ohjelmoinnin opetus on peruskouluissa. Lähtökohta tämän tutkimuksen tekemiselle oli se että minua kiinnosti minkälaiselle tasolle ohjelmointiosaamisen suhteen peruskouluissa olisi tarkoitus päästä ja mikä on ohjelmoinnin opetuksen tarkoitus suomalaisissa peruskouluissa.

Tämä tutkimus pyrkii vastaamaan kysymykseen ”Minkälainen osaamisen taso ohjelmoinnin suhteen saavutetaan peruskoulun opetuksessa?”. Asiaa lähestytään sekä opetukselle ennalta määritettyjen oppimistavoitteiden näkökulmasta että oppilaiden todellisesta taitotasosta tehtyjen tutkimusten näkökulmasta. Näin saadaan kokonaisvaltainen kuva siitä mitä peruskoulun aikana olisi teoriassa mahdollista oppia ohjelmoinnin suhteen, sekä minkälainen osaamisen taso on todellisuudessa. Tutkimusmenetelmänä on kirjallisuuskatsaus.

Tutkielma rakentuu siten että kappaleessa kaksi on käsitelty tutkimuksen teossa käytettyjä tutkimusmenetelmiä, kappaleissa kolme sekä neljä on esitetty tutkimuksen perusteella löydettyjä tuloksia, kappaleessa viisi esitetään pohdintaa ja keskustelua löydettyjen tulosten pohjalta ja kappaleessa kuusi käydään tiivistetyssä muodossa läpi tämän tutkielman sisältö kokonaisuudessaan.

Tutkielmassa on päädytty siihen tulokseen että peruskoululaisten ICT-taidoissa ei ole toistaiseksi huomattu muutosta aikaisemman opetussuunnitelman aikaiseen osaamisen tasoon verrattuna. Ohjelmointitaitojen opettaminen on kuitenkin todella tuore asia suomalaisissa peruskouluissa ja sen tavoitteet ja opettamisen tavat tulevat vielä muuttumaan siihen liittyvän tutkimustyön edetessä. On myös todettava että peruskoulujen opetus ohjelmoinnin suhteen käsittelee lähinnä algoritmisen ajattelun opettamista ohjelmoinnin kokonaisuuden opettamisen sijaan. Lisäksi suomalaisten peruskoulujen opetus on opettajalähtöistä, joka tarkoittaa sitä että opetussuunnitelman määriteltäessä ohjelmointiosaamisen opettamisen tavoitteet melko suppeasti, on mahdollista että eri suomalaisten peruskoulujen välillä on huomattaviakin eroja siinä mitä ja miten opetetaan ohjelmoinnin suhteen.

2 Tutkimusmenetelmä

Tämä tutkielman toteutustapana on ollut kirjallisuuskatsaus. Tietoa on etsitty Tampereen yliopiston kirjaston Andor-hakupalvelusta, Association for Computing Machinery -yhdistyksen hakupalvelusta, Google Scholarista ja Institute of Electrical and Electronics Engineers -järjestön (IEEE) hakupalvelusta. Hakuja tehdessä on käytetty sekä suomen- että englanninkielisiä hakulausekkeitä. Suomenkieliset hakulausekkeet ovat muodostuneet hakusanojen ”ohjelmointi”, ”opetus”, ”peruskoulu”, ”opetussuunnitelma”, ”oppivelvollisuus”, ”digitalisaatio” ja ”suomalainen” erilaisista yhdistelmistä. Englanninkielisissä hauissa hakulausekkeet ovat muodostuneet hakusanojen ”programming”, ”coding”, ”digitalisation”, ”comprehensive school”, ”primary school” ja ”teaching” erilaisista yhdistelmistä. Hakusanoja yhdisteltiin AND ja OR operaattoreiden avulla kunkin tietokannan ohjeistusten mukaisesti. Lisäksi osa lähteistä on otettu tutkielmaan mukaan, jos lähde on ollut tietokantahausta löytyneen lähteen lähteenä merkittävässä roolissa.

Alkuperäisten hakulausekkeiden avulla tietokannoista löytyi satoja lähteitä, joita on karsittu ensin tätä tutkielmaa varten rajaavien kriteereiden perusteella. Vuosilukuina on käytetty vuosia 2000–2022. Teoksista rajattiin myös pois toiset kandidaattityöt. Andor-hakupalvelussa rajaavana kriteerinä on ollut se että lähteen tulee löytyä kirjaston kokoelmista. Tietokannoissa rajaavien kriteereiden asettamisen jälkeen lähteistä on karsittu pois otsikon perusteella tämän tutkimuksen kannalta epärelevantit teokset, jonka jälkeen jäljelle jääneistä teoksista on karsittu osa pois niiden abstraktien perusteella. Tämän tutkielman lopullisiin lähteisiin valikoitui näistä teoksista ne, jotka syvällisemmän perehtymisen jälkeen käsittelevät tämän tutkimuksen aihetta riittävässä määrin.

3 Ohjelmoinnin opetus

Tässä luvussa määritellään mitä ohjelmointi käsitteenä tarkoittaa ja miten sitä voi opiskella. Luvussa tehdään myös katsaus siihen mitä opetushallituksen laatima opetussuunnitelma suomalaisten peruskoulujen osalta määrittelee ohjelmoinnin opetuksesta, sekä minkälaisia asioita suomalaisessa peruskoulussa on mahdollista oppia ohjelmoinnin suhteen.

3.1 Ohjelmointi opiskeltavana taitona

Yksinkertaisimmillaan termi ohjelmointi voidaan määritellä ohjeiden antamiseksi tietokoneelle. Mikään tietokone ei itsessään tiedä mitään, mutta ihmisen antamien tarpeeksi täsmällisten ohjeiden perusteella sellainen pystyy toteuttamaan erilaisia haluttuja toimintoja. Sellaisten ohjeiden kirjoittamista, joiden perusteella tietokone suorittaa jonkin toiminnon, kutsutaan ohjelmoinniksi. Ohjeiden antaminen tietokoneelle ei kuitenkaan onnistu yhdelläkään ihmisten puhumalla kielellä, vaan siihen tarvitaan avuksi ohjelmointikieli. Näitä ohjelmointikieliä on erilaisia käyttötarkoituksia varten olemassa satoja. Teknisesti ottaen tietokone ei ymmärrä myöskään yhtäkään ohjelmointikieltä sellaisenaan. Tietokoneessa on muistipaikkoja, joihin ohjelmoijan ohjelmointikielillä kirjoittama ohjeistus käännetään ja tallennetaan ykkösinä sekä nollina, joiden muodostamat erilaiset jonnit ovat tietokoneelle ymmärrettäviä. (Mykkänen, Liukas & Tammi, 2016)

Ohjelmointi opiskeltavana taitona on verrattavissa kirjoitustaidon oppimiseen, joka sekin on osa suomalaisen peruskoulutuksen sisältämiä asioita (Mykkänen, Liukas & Tammi, 2016). Jos kirjoitustaito määritellään siten että sen oppinut henkilö osaa pitää kynää kädessä ja kirjoittaa sen avulla paperille lauseita, voidaan sanoa lähestulkoon kaikkien suomalaisen peruskoulun käyneiden henkilöiden omaavan kirjoitustaidon. Jos edellä mainittuun määritelmään lisätään että kirjoitetun tekstin tarvitsee sisältää jokin toiselle ihmiselle ymmärrettävä merkitys, kirjoitustaidon omaavien henkilöiden määrä vähenee. Jos määritelmää vietäisiin vielä pidemmälle ja sanottaisiin että omatakseen kirjoitustaidon henkilön täytyy osata kirjoittaa Finlandia-palkinnon voittava romaani, kirjoitustaidon omaavia ihmisiä olisi jäljellä enää kourallinen. Jos näiltä Finlandia-palkinnon voittaneilta kirjailijoilta kysyttäisiin ovatko he mielestään täydellisiä kirjoittajia, vastaus olisi todennäköisesti kieltävä. Samalla tavalla ohjelmointikaan ei voi koskaan sanoa osaavansa täydellisesti ja parhaatkaan ohjelmoijat eivät tiedä kaikkea ohjelmoinnista.

3.2 Opetussuunnitelman vaikutukset opetukseen

Ohjelmointi tuotiin osaksi suomalaisten peruskoulujen opetussuunnitelmaa vuonna 2014. Kyseinen opetussuunnitelma on otettu käyttöön vaiheittain siten että käyttöönotto on tapahtunut vuonna 2016 vuosiluokkien 1–6 osalta, vuonna 2017 seitsemännen vuosiluokan osalta, vuonna 2018 kahdeksannen vuosiluokan osalta ja vuonna 2019 yhdeksännen vuo-

siluokan osalta. (Opetushallitus, 2014) Suomessa valtioneuvosto päättää opetuksen yleisistä valtakunnallisista tavoitteista ja opetuksen tuntijaosta. Opetussuunnitelman laatii Suomessa opetushallitus ja kaikkien opetuksen järjestäjien on Suomessa hyväksyttävä se, sekä annettava sen mukaista opetusta. (Perusopetuslaki, 1998/628) Lähtökohtaisesti kaikki Suomessa vakinaisesti asuvat lapset ovat oppivelvollisia. Oppi-velvollisuus alkaa sinä vuonna, jona lapsi täyttää seitsemän vuotta ja päättyy kun hän täyttää 18 vuotta tai suorittaa hyväksytysti toisen asteen tutkinnon. (Oppivelvollisuuslaki, 1214/2020) Edellä kuvatun lainsäädännön, sekä vuoden 2014 opetussuunnitelman perusteella voidaan päätellä että ohjelmoinnin opetusta perusopetuksessa ovat saaneet kaikki vuonna 2009 syntyneet ja sitä nuoremmat oppivelvolliset henkilöt.

Suomessa ohjelmointia ei opeteta omana oppiaineenaan, vaan sen opetus on integroitu osaksi muiden aineiden opetusta. Opetussuunnitelmassa ei määritellä suoraan opetuksen käytännön toteutustapaa, mutta joitakin oppimistavoitteita on kuitenkin määriteltä. Ohjelmoinnin oppimiseen liittyvät tavoitteet liittyvät yleisellä tasolla opetussuunnitelmassa tieto- ja viestintäteknologisen osaamisen tavoitteiden yhteyteen, mutta spesifimmät tavoitteet nimenomaisesti ohjelmoinnin suhteen on esitetty vuosiluokkakohtaisesti matematiikan tavoitteiden yhteydessä. Tavoitteet on määriteltä erikseen vuosiluokille 1–2, 3–6 ja 7–9. Vuosiluokilla 1–2 harjoitellaan koulutyössä käytettävien ohjelmistojen ja palveluiden turvallista käyttöä. Opetuksessa tulee hyödyntää pelillisyyttä. Oppilaat jakavat keskenään kokemuksia ikäkaudelle soveltuvasta ohjelmoinnista. Tavoitteena on tutustuttaa oppilaat ohjelmoinnin alkeisiin. Vuosiluokilla 3–6 tavoitteena on että oppilaat suunnittelevat ja toteuttavat ohjelmia graafisessa ohjelmointiympäristössä. Toisena tavoitteena on myös saada opiskelijat yleisellä tasolla kiinnostumaan ohjelmoinnista. Kuidennen vuosiluokan päätyttyä oppilaan tulisi osata ohjelmoida toimiva ohjelma graafisessa ohjelmointiympäristössä. Yläasteella, eli vuosiluokilla 7–9, oppilaat kehittävät taitojaan soveltaa matematiikka ja ohjelmointia ongelmien ratkaisemiseen. Tavoitteena on siis kehittää algoritmista ajattelua. Matematiikan opetuksessa oppilaiden tulisi harjoitella hyviä ohjelmointikäytäntöjä ja soveltaa itse tehtyjä tai valmiita tietokoneohjelmia osana opetusta. Näiden vuosiluokkien opetuksessa ohjelmointi tulisi liittää matematiikan lisäksi myös käsitöiden opetukseen. Käsitöiden opetuksessa ohjelmointia soveltaa valmistettävien tuotteiden suunnitteluun ja tuottamiseen. (Opetushallitus, 2014)

Opetussuunnitelman pohjalta voidaan havaita kaksi asiaa liittyen ohjelmoinnin opetukseen. Ensimmäkin voidaan tulkita että ohjelmoinnin opetus tulisi integroida peruskouluissa enimmäkseen matematiikan opetuksen yhteyteen, sillä kaikki ohjelmoinnin opetukseen liittyvät konkreettiset tavoitteet lukuun ottamatta yhtä on listattu matematiikan oppimistavoitteiden yhteyteen. Tämä tarkoittaa sitä että ohjelmointi on niin sanottu läpäisyaine, eli sen opetus on integroitu osaksi toisen oppiaineen opetusta (Mertala et al.,

2020). Toisekseen voidaan havaita tavoitteiden olevan jokseenkin moniselitteisiä. Esimerkiksi tavoite siitä että kuudennen vuosiluokan jälkeen oppilaan tulisi osata ohjelmoida toimiva ohjelma graafisessa ohjelmointiympäristössä jättää avoimeksi kuinka monimutkainen toteutettavan ohjelman tulee olla. Samoin kuin tavoite algoritmisen ajattelun kehittämistä ja ohjelmoinnin soveltamisesta ongelmanratkaisuun jättää avoimeksi kuinka haastavia ongelmia ohjelmoinnin avulla tulisi pystyä ratkaisemaan.

3.3 Opetuksen sisältö peruskouluissa

Opetushallitus on julkaissut vuonna 2021 uudetlukutaidot.fi verkkosivuston osana Opetus- ja kulttuuriministeriön vuonna 2020 käynnistämää Uudet lukutaidot -kehittämisohjelmaa. Sivustolla Määritellään opetuksen kuvaukset liittyen osaamisen kuvaukset tietoa ja viestintäteknologiseen osaamiseen, medialukutaitoon ja ohjelmointiosaamiseen. Nämä kuvaukset on johdettu opetussuunnitelman perusteista, mutta ne eivät ole kuitenkaan laakia vastaavasti velvoittavia niin kuin opetussuunnitelman sisältö on. Kuvausten tarkoituksena on auttaa opettajia toteuttamaan opetussuunnitelmassa määritellyjä tavoitteita, sekä toimia pohjana paikallisten opetussuunnitelmien kehittämisessä.

Opetushallitus (2021) määrittelee ohjelmointiosaamisen olevan kaikille yleisesti hyödyllinen taito. Heidän mukaansa kyse ei ole pelkästään koodaamisesta, vaan myös ajattelun taidoista, sekä yleisestä digitaalisesta ymmärryksestä. He pitävät tärkeänä että oppilaat saavat käsityksen siitä mitä kaikkea ohjelmoinnilla voidaan saada aikaan. Ohjelmointiosaaminen on jaettu uudetlukutaidot.fi sivustolla kolmeen osaan, jotka ovat ohjelmallinen ajattelu, tutkiva työskentely ja tuottaminen, sekä ohjelmoitujen ympäristöjen tunteminen ja niissä toimiminen. Ohjelmointiosaamisen kuvaukset on jaettu sivustolla vielä erikseen varhaiskasvatukselle, esiopetukselle, sekä vuosiluokille 1–2, 3–6 ja 7–9. Tämän tutkielman kannalta kiinnostavaa on ainoastaan vuosiluokkien 1–2, 3–6 ja 7–9 kuvaukset.

Vuosiluokilla 1–2 opetuksessa olisi tarkoitus tutustua ohjelmointiin liittyviin toimintatapoihin ja välineisiin leikillisesti. Opetuksella pyritään saamaan oppilaat havainnoimaan heitä ympäröivässä maailmassa olevaa tietotekniikkaa ja robotiikkaa. Oppilaiden tulisi saada ymmärrys tietoteknisten laitteiden toimintaperiaatteista, sekä pystyä kuvailemaan niitä sanallisesti. Näillä vuosiluokilla oppilaiden tulisi harjoitella tunnistamaan toistuvia kaavoja sekä säännönmukaisuuksia. Myöskin tiedon järjestäminen tiettyjen ehtojen perusteella kuuluu näiden vuosiluokkien opetukseen. Toistuvien kaavojen tunnistamista ja luomista voidaan harjoitella jakamalla arkisia ongelmia osiin ja laatimalla toimintaohjeita ohjelmoitaville laitteille. Vuosiluokkien 1–2 jälkeen oppilaan tulisikin osata purkaa jokin tuttu arjen ongelma osiin ja etsiä sille ratkaisu yksinkertaisten toimintaohjeiden muodossa, sekä perustella valittu ratkaisu. (Opetushallitus, 2021)

Vuosiluokilla 3–6 harjoitellaan iteratiivisten toimintatapojen hyödyntämistä ohjelmointiprojekteissa. Ohjelmointiin, sekä robotiikkaan liittyvissä tehtävissä harjoitellaan

mittauksien, antureiden ja automaation hyödyntämistä. Ohjelmointiharjoitusten yhteydessä opetellaan käyttämään erilaisia animointi- sekä ohjelmointialustoja. Tämän lisäksi oppilaat opettelevat havainnoimaan ohjelmointi ja robotiikkaa ympäröivässä maailmassa. Opetuksen sisältöön tulisi kuulua myös opetusta kohdennetusta digitaalisesta sisällöstä. Ongelmien ratkaisussa hyödynnetään algoritmeja, joita oppilaiden on tarkoitus luoda myös itse. Ohjelmointia toteutetaan graafisessa ohjelmointiympäristössä. (Opetushallitus, 2021)

Vuosiluokilla 7–9 opetukseen tuodaan mukaan pohdintaa ohjelmoidun teknologian etiikasta. Oppilaiden olisi tarkoitus pystyä pohtimaan ohjelmoinnin tuomia mahdollisuuksia ja riskejä. Opetuksessa tulisi käsitellä myös kohdennettua sisältöä ja personoituja palveluita. Oppilaiden tulisi yhdeksännen vuosiluokan jälkeen osata suunnitella ja toteuttaa ohjelmoitu tuotos, joka ratkaisee jonkin tosielämään liittyvän ongelman. Toiminta osana ryhmässä toteutettavaa ohjelmointiprojektia on myös osa näiden vuosiluokkien oppimistavoitteita. (Opetushallitus, 2021)

Tässä luvussa esitetyt opetuksen tavoitteet on esitetty kaavioissa 1. Kaaviossa tavoitteet on jaoteltu luokka-asteittain kunkin ohjelmointiin liittyvän tavoitekokonaisuuden kohdalla. Kaavio on muodostettu opetushallituksen ylläpitämän uudetlukutaidot.fi sivuston tarjoamien tavoitteiden pohjalta.

Taulukko 1. Opetuksen tavoitteet ohjelmoinnin suhteen luokka-astekohtaisesti jaoteltuna

	1–2	3–6	7–9
Ohjelmoinnillinen ajattelu	<ul style="list-style-type: none"> - loogisten operaatioiden, kuten ”ja”, ”tai” ja ”ei” tunnistaminen - tietotekniikkaan liittyvien käsitteiden sanallistaminen - asioiden järjestäminen ja vertailu ehtojen, kuten samankaltaisuus, avulla - tuttuun arjen ilmiöön liittyvän ongelman ratkaiseminen purkamalla se osiin 	<ul style="list-style-type: none"> - asioiden ja informaation järjestely, vertailu, sekä esittäminen teknologisten termien ja symbolien avulla - yhteyksien hahmottaminen erilaisten kokonaisuuksien välillä (syy-seuraussuhteet) - ratkaisuiden arviointi toimivuuden, luettavuuden ja tehokkuuden kannalta - täsmällisten ja yksityiskohtaisten toimintaohjeiden laatiminen 	<ul style="list-style-type: none"> - erilaisten informaation muotojen käsittely ja loogisten operaatioiden toteuttaminen informaatiolle - algoritmisen ajattelun hyödyntäminen oppiaineissa - ongelmien analysointi ja visualisointi - ohjelman suunnittelu peräkkäisten, toistuvien ja ehdollisten toimintojen avulla - tekstipohjaisen ohjelmointikielen tulkinta

	<ul style="list-style-type: none"> - vaiheittaisten ohjeiden laatiminen yksinkertaisten komentojen ja toistorakenteiden avulla -virhetilanteiden tunnistaminen ja ratkaiseminen 	<ul style="list-style-type: none"> - virheiden etsiminen ja korjaaminen ohjelmakoodissa 	
<p>Tutkiva työskentely ja tuottaminen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - omien ideoiden esittäminen ja ratkaisujen perustelu ohjelmointiin liittyen ryhmissä - tarinallisuutta tai pelillisyyttä sisältävän digitaalisen tuotoksen animointi tai yksinkertainen ohjelmointi ohjatusti - jonkin ohjelmoitavan laitteen tai yksittäisen hahmon ohjaaminen jossakin sovelluksessa tai verkkotehtävässä 	<ul style="list-style-type: none"> - omien ajattelutapojen kuvailu - ryhmätyöskentelytaidot ohjelmointiprojekteissa - havaintojen, mittaus- ja antureiden yhdistäminen robotiikkaan - iteratiivisen työskentelyn harjoittelu - animoinnin ja pelien ohjelmallisten piirteiden tunnistaminen - graafisen ohjelmointiympäristön käyttäminen 	<ul style="list-style-type: none"> - ymmärrys erilaisista rooleista ohjelmointiprojekteissa - omien ohjelmoitujen tuotoksien jakaminen muiden käytettäväksi - toisten tekemien töiden hyödyntäminen vastuullisesti - ratkaisun tuottaminen sensoreita, robotiikkaa ja automatisaatiota hyödyntäen - pelin, simulaation tai sovelluksen toteuttaminen liittyen tosielämän ongelmaan -perusteiden tunteminen yhdestä tekstipohjaisesta ohjelmointikielestä
<p>Ohjelmoidut ympäristöt</p>	<ul style="list-style-type: none"> - tietokoneohjattujen laitteiden tunnistaminen ja nimeäminen - robotiikkaan tutustuminen - laitteiden käyttötarkoitusten ja toimintaperiaatteiden kuvailu 	<ul style="list-style-type: none"> - teknologisten sovellusten hyödyntämistapojen kuvailu - robotiikan ja tekoälyn läsnäolon havainnointi ympäröivässä maailmassa 	<ul style="list-style-type: none"> - algoritmien, robotiikan ja tekoälyn tunnistaminen ympäröivässä yhteiskunnassa, sekä niiden toimintalogiikan ymmärtäminen - teknologian terveydellisten, sosiaalisten,

	- ymmärrys siitä mil-laista tietoa ja mihin tarkoitukseen itsestä kerätään digitaalisessa maailmassa ja mikä yhteys sillä on ohjel-mointiin	- kohdennetun digitaalisen sisällön toiminta-periaatteiden ymmär-täminen	poliittisten, taiteellis-ten ja käytännöllisten mahdollisuuksien poh-dinta - ohjelmoinnin eettis-ten näkökulmien poh-dinta
--	---	--	---

3.4 Ohjelmoinnin opetuksen tarkoitus peruskouluissa

Ohjelmoinnin opetus on osa tieto- ja viestintäteknologian opetusta suomalaisissa peruskouluissa. Tieto- ja viestintäteknologian opettamisella pyritään vastaamaan yhteiskunnassamme jatkuvasti kiihtyvää vauhtia eteenpäin kehittyvän digitalisaation yksilöitä kohtaan asettamiin vaatimuksiin. Tietotekniset valmiudet tulevaisuuden taitona nousevat esille eri yhteyksissä yhä useammin, erityisesti kun puhutaan tulevaisuudessa työelämässä tarvittavista valmiuksista (Mertala et al., 2020). Tarkoituksena ei siis ole opettaa peruskoululaisista ohjelmoijia, vaan tietotekniikan ja ohjelmoinnin opetusta käytetään yleisemmin digiosaamisen opettamisen keinona. Suomi ei ole myöskään ainoa maa, jossa ohjelmoinnin opettaminen on valittu yhdeksi keinoksi oppilaiden digitaitojen kohentamiseen. Myös esimerkiksi muissa Euroopan maissa, kuten Englannissa, Virossa ja naapurimaassamme Ruotsissa, opetetaan ohjelmointia peruskouluissa. Suomessa, Ruotsissa ja Virossa on lisäksi suhtauduttu ohjelmoinnin opetukseen yhtenevällä tavalla. Ohjelmointia ei näissä maissa opeteta omana oppiaineenaan, vaan kuten edellä on todettu, ohjelmoinnin opetus on integroitu osaksi muiden oppiaineiden opetusta. (Fagerlund et al., 2020)

Ohjelmoinnin opetus voidaan nähdä pienenä osana isompaa kokonaisuutta peruskoulujen opetuksessa. Ohjelmoinnin opetuksessa ei ole kyse pelkästään koodaamisen opettamisesta, vaan kyseessä on laajemmin monipuolisten ajattelun taitojen opetuksesta ja oppilaiden ymmärryksen lisäämisestä ympäröivää digitaalista ja ohjelmoitua maailmaa kohtaan. (Opetushallitus, 2021). Ohjelmoinnin opetuksen tarkoituksena voitaisiin siis nähdä tietoteknisten laitteiden käytön lisääminen perusopetuksessa ja digitalisaation tuominen peruskoulujen opetukseen.

4 Ohjelmointiosaamisen taso

Tässä luvussa käsitellään sitä minkälaisella tasolla oppilaiden ohjelmointiosaaminen on tällä hetkellä suomalaisissa peruskouluissa. Luvussa pohditaan myös onko peruskoulussa ohjelmoinnin suhteen opetettavassa sisällössä oikeastaan kyse varsinaisten ohjelmointitaitojen opettamisesta, vaiko ennemminkin algoritmisen ajattelun opettamisesta.

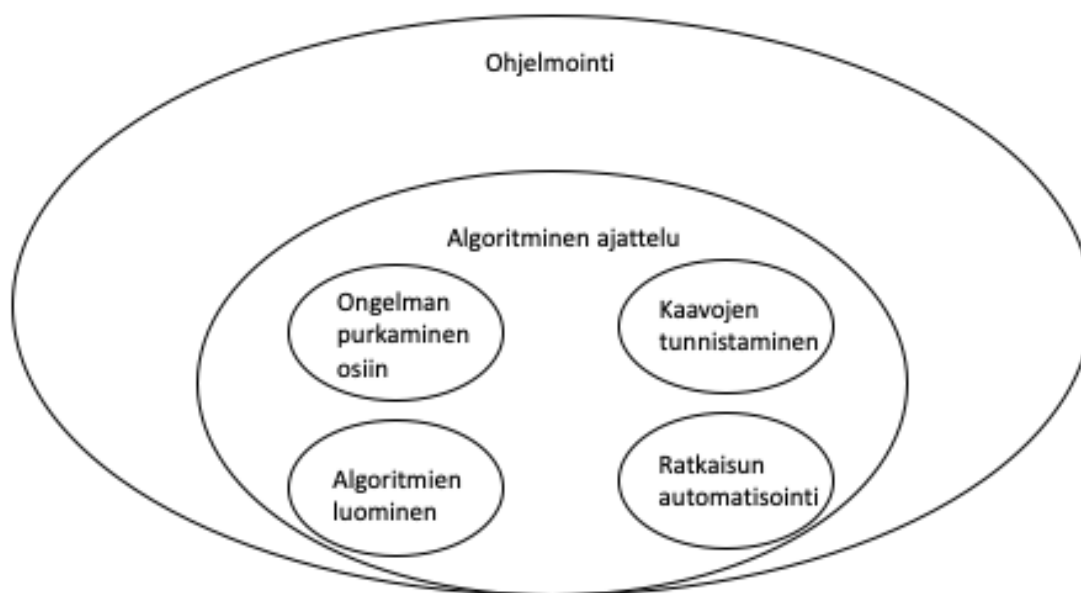
4.1 Ohjelmoinnin vai algoritmisen ajattelun opetusta

Peruskoulujen opetussuunnitelman pohjalta voidaan todeta opetuksen tavoitteiden koskevan enemmän algoritmista ajattelua kuin ohjelmointia. Tarkoituksena ei siis ole opettaa oppilaille esimerkiksi yksittäisiä ohjelmointikieliä, vaan kehittää oppilaiden loogista päättelykykyä ohjelmoinnin opettamisen kautta. Algoritmista ajattelua ei ole kuitenkaan välttämätöntä harjoitella tietokoneiden avulla tai ohjelmoimalla. Algoritmisen ajattelun perusta on tarkkojen ohjeiden muodostaminen ja antaminen, jolloin sitä voidaan harjoitella esimerkiksi antamalla toiselle ihmiselle mahdollisimman tarkka ohjeistus puuron keittämisestä. Myöskin erilaiset pelit ja leikit voivat olla opetuksen keskiössä. (Mykkänen, Liukas & Tammi, 2016)

Yksinkertaistettuna algoritmisen ajattelun taito voidaan jakaa neljään osaan. Nämä osat ovat ongelman purkaminen osiin (decomposition), kaavojen tunnistaminen (pattern recognition), algoritmien luominen ja ratkaisun yleistäminen sekä automatisointi. (Mykkänen, Liukas & Tammi, 2016) Kaikki näistä neljästä osasta on opetettavissa ilman varsinaisen ohjelmointitaidon opettamista. Ongelman purkamista osiin ja algoritmin luomista voidaan harjoitella tarkkojen toimintaohjeiden luomisen avulla. Kaavojen tunnistamisella tarkoitetaan toistuvien lainalaisuuksien tunnistamista ja sitä voidaan harjoitella esimerkiksi matematiikan tunneilla erilaisten matemaattisten ongelmanratkaisutehtävien avulla. Ratkaisun yleistämistä voidaan niin ikään harjoitella matematiikassa käyttämällä yhden tehtävän ratkaisua muiden samankaltaisten ongelmien ratkaisemiseksi. Edellä mainittuja algoritmisen ajattelun taitoja on opeteltu matematiikan tunneilla jo ennen vuoden 2016 opetussuunnitelman voimaantulua.

Ohjelmointi on käytännön tasolla usein luovaa ongelmanratkaisutyötä ja ero hyvän ja huonon ohjelmoijan välillä onkin useasti juuri algoritmisen ajattelun taidon taso. Ohjelmointia lähdetään usein opiskelemaan ohjelmointikielien kautta, jolloin harjoittelu keskittyy toiston kautta tulevaan ulkoa muistamiseen. Tällaisessa lähestymistavassa ohjelmoinnin keskeisin osa-alue, eli luova ongelmanratkaisu jää usein taka-alalle. (Mykkänen, Liukas & Tammi, 2016) Algoritmisen ajattelun taitojen voidaan ajatella kuuluvan osaksi ohjelmoinnin taitoa, mutta ne ovat myös osa laajempaa ongelmanratkaisutaitoa. Tätä suhdetta on havainnollistettu kuvassa 1. Ohjelmointia ei pystytä opettamaan ilman algoritmisen ajattelun opettamista, mutta algoritmista ajattelua pystytään opettamaan ilman ohjelmoinnin opettamista. Peruskoulun opetuksen keskittyessä pääasiassa algoritmisen ajattelun opettamiseen, voidaan ajatella peruskoulun opetuksen antavan hyvän pohjan oppilaille opiskella ohjelmointia tulevaisuudessa.

Kuva 1. Algoritmisen ajattelun taidon sijoittuminen ohjelmointitaidon suhteen



4.2 Peruskoulun oppilaiden tämänhetkinen osaamisen taso

Suomalaisessa Digiajan peruskoulu -hankkeessa on tehty tutkimustyötä peruskouluikäisten lapsien, sekä peruskoulujen opettajien ICT-taitojen kartoittamiseksi. Tutkimuksessa käytettiin Turun yliopiston Koulutuspsykologian tutkimuskeskuksen kehittämää ICT-taitotestiä, joka sisältää yhteensä 18 osa-alueita, joista 15 on opettajille ja oppilaille yhteisiä ja 3 vain oppilaille tarkoitettuja. Kaikki osa-alueet sisältävät teoriakysymyksiä ja tehtäviä, jotka mallintavat käytännön tilanteita. Vain oppilaille suunnatut osa-alueet käsittelevät ohjelmointia ja niillä pyritään arvioimaan oppilaiden valmiuksia jatkaa opintoja ICT-alalla peruskoulun ja toisen asteen koulutuksen jälkeen. Opettajille ja oppilaille yhteisissä osa-alueissa arvioidaan monia ICT-osaamiseen liittyviä tietoja ja taitoja. Teemoja ovat esimerkiksi tietoverkot, pilvipalvelut ja tietoturva. (Tanhua-Piironen et al., 2019) Yhteisten osa-alueiden tehtävistä tämän tutkielman kannalta erityisen kiinnostavia ovat alkeisohjelmointiin liittyvät tehtävät. Myös muihin teemoihin liittyvät tehtävät ovat relevanteja ohjelmointiosaamisen kannalta, sillä ohjelmointi on mahdotonta tai vähintäänkin erittäin hankalaa henkilölle, kenen yleiset ICT-taidot ovat heikot.

Digiajan peruskoulu –hankkeen loppuraportista selviää, että vaikka opettajien digiosaaminen on hankkeessa tehdyn tutkimustyön perusteella parantunut, oppilaiden digiosaaminen ei ole kasvanut vuosien 2017 ja 2018 välillä (Tanhua-Piironen et al., 2019). On myös huomattu, tyttöjen ja poikien välillä on eroa ohjelmoinnista tai siihen liittyvistä aktiviteeteista kiinnostumisen suhteen. Euroopan komission julkaisemassa tutkimuksessa todetaan tyttöjen olevan selkeästi vähemmän kiinnostuneita ohjelmoinnista ja sitoutumaan sen opiskeluun. Samassa tutkimusraportissa on todettu Suomessa olevan enemmän sekä peruskouluikäisiä tyttöjä että peruskouluikäisiä poikia, jotka eivät ole koskaan tai lähestulkoon koskaan ohjelmoineet sovelluksia tai ohjelmistoja, kuin Euroopan maissa

keskiverroksi on. (European Commission, 2019b) Yksi opetussuunnitelman tavoitteista on edistää tasa-arvoa ja yhdenvertaisuutta (Opetushallitus, 2014). Näyttäisi siltä ettei tähän tavoitteeseen ole ainakaan vuosina 2017—2018 päästy edellä esitettyjen Euroopan komission julkaiseman tutkimusraportin tulosten perusteella.

4.3 Opetuksen kehitys

Kuten edellisessä kappaleessa todetaan, digiajan peruskoulu -hankkeen loppuraportin mukaan oppilaiden digiosaaminen ei ole kasvanut tutkimusvuosien välillä (Tanhua-Piironen et al., 2019). Voidaan siis todeta ettei tavoitteeseen digitaitojen kasvattamisesta ole tämän hetkisillä opetuksen tavoilla ja opettajien koulutuksella päästy. Opetuksen tarkoituksenmukaisuuden takia voidaan pitää tärkeänä sitä että opetusta kehitetään tulevaisuudessa. Opetushallitus on toteuttanut jatkohankkeen digiajan peruskoulu -hankkeelle. Digiajan peruskoulu II -hankkeen loppuraportti (Tanhua-Piironen et al., 2020) sisältää mm. ehdotuksia opetuksen kehittämiseksi, jotta peruskoulujen opetuksessa voitaisiin todella päästä niihin tavoitteisiin, joita digitaitojen opettamisen lisäämisellä peruskoulujen opetussuunnitelmaan on tavoiteltu. Nämä toimenpidesuosituksukset vastaavat ongelmiin, jota tässäkin tutkielmassa on esitetty.

Toimenpidesuosituksissa päällimmäisenä asiana esille nostetaan vuoden 2014 opetussuunnitelman puutteellisuus tieto- ja viestintätekniiikan opetukseen liittyvien tavoitteiden suhteen. Raportissa ehdotetaan laaja-alaisten ja selkeiden osaamistavoitteiden lisäämistä opetussuunnitelman perusteisiin. Tämän toimenpiteen tarkoituksena olisi yhteinäistä tietoteknisten taitojen opetusta suomalaisissa peruskouluissa. Toisena merkittävänä toimenpidesuosituksena raportissa nostetaan esille opettajien tieto- ja viestintätekniiikan osaamistasojen määrittely. Tarkoituksena tällä olisi taata mahdollisimman yhteinäiset mahdollisuudet kaikkien peruskoulujen kaikille opiskelijoille tietoteknisten taitojen oppimiseen takaamalla opettajien yhtäläinen osaamisen taso opetettavan asian suhteen. Erityisesti ohjelmoinnin opetuksen suhteen Digiajan peruskoulu II -hankkeen loppuraportti) ehdottaa että opetukselle vahvistettaisiin selkeät sisällöt ja ohjelmoinnin opetusvastuun määrittelyä selkeytettäisiin. (Tanhua-Piironen et al., 2020)

Opetushallituksessa selkeästi tiedostetaan opetuksen tämänhetkiset ongelmat. Tilanearvioita tehdään vuosittain ja niiden pohjalta annetaan uusia toimenpidesuosituksia. Toimenpidesuositusten toteutuessa myös ohjelmoinnin opetus osana tieto- ja viestintäteknisten taitojen opetusta tulee varmasti kehittymään tai vähintäänkin muuttumaan jopa lähivuosien aikana. Vaikutukset oppilaiden digiosaamisen kasvuun saattavat olla kuitenkin nähtävissä vasta pitkällä tulevaisuudessa.

5 Keskustelu

Tietotekniikkataitojen opetuksen lisääminen peruskoulujen opetukseen pakollisena osana opetuksen sisältöä on varmasti perusteltua, sillä yhteiskuntassamme edellytetään yhä enenevässä määrin erilaisten digitaalisten taitojen hallitsemista. On selvää että ohjelmoinnin opettelu lisää opiskelijan tietoteknisiä taitoja, jos tehdään oletus että opetettavat asiat ovat ajantasaisia ja ohjelmointia opettava henkilö omaa itse tarpeelliset taidot ohjelmoinnin opettamiseen. Ohjelmoinnin opettaminen on kuitenkin vain yksi tapa opettaa tietoteknisiä taitoja ja peruskoulun opetuksen keskittyessä lähinnä algoritmisen ajattelun opettamiseen itse ohjelmoinnin opettamisen sijasta, herää kysymys siitä onko kyseinen opintokokonaisuus juuri se tapa peruskoululaisten digitaalisten taitojen kasvattamiseen, joka on kaikista tarkoituksenmukaisin. Luvussa 4.2 esitettyjen tutkimustulosten perusteella peruskoululaisten ICT-osaaminen ei ole kasvanut tutkimusvuosina, josta voitaisiin päätellä ettei ohjelmoinnin opetus ole ainakaan toistaiseksi auttanut peruskoululaisten digitaalisten taitojen kasvattamisessa.

Ohjelmoinnin opetuksen tavoitteita ei ole määritelty opetussuunnitelmassa kovinkaan tarkasti. Tavoitteiden selkeyttämiseksi on perustettu uudenlukutaidot.fi sivusto, jota opetushallitus ylläpitää, mutta sen sisältö ei ole lain tavoin velvoittavaa. Opetussuunnitelmassa ei myöskään määritellä tarkkoja toteutustapoja ohjelmoinnin opettamiselle, vaan ne jäävät paikallisesti päätettäviksi asioiksi. Tämä tarkoittaa sitä että jopa yksittäisen opettajan taidot, asenteet ja mielipiteet voivat vaikuttaa siihen mitä ja miten ohjelmoinnin suhteen tietyille oppilaille opetetaan. Eri suomalaisten peruskoulujen välillä voi siis olla paljonkin eroja siinä millaisia asioita ohjelmoinnin suhteen opetetaan.

On huomionarvoista, että ohjelmoinnin opetus on melko tuore asia suomalaisissa peruskouluissa. Se on ollut peruskoulujen opetussuunnitelmassa vasta vuodesta 2016 alkaen ja opetussuunnitelma on tullut kokonaisuudessaan käyttöön vasta vuonna 2019. On siis oletettavaa että ohjelmoinnin opetuksen suhteen tullaan tekemään muutoksia, jotta opetus olisi mahdollisimman tarkoituksenmukaista ja sisällöltään tarpeeksi hyvin määriteltyä. Myöskin opettajien kouluttaminen ohjelmoinnin opettamiseen on prosessi jonka tulokset näkyvät todennäköisesti vasta tulevaisuudessa.

Tutkielman alussa tutkimuskysymykseksi on määritelty ”Minkälainen osaamisen taso ohjelmoinnin suhteen saavutetaan peruskoulun opetuksessa?”. Tutkielman tuloksia käsittelevissä luvuissa, jotka ovat luvut 3 ja 4 on esitetty vastauksia tähän kysymykseen. Luvussa 3 esitettyjen ohjelmoinnin opetukseen liittyvien uudenlukutaidot.fi sivuston tarjoamien suositusten perusteella voitaisiin ajatella että peruskoulujen opetuksessa olisi mahdollista oppia ohjelmointiin liittyviä asioita melko laaja-alaisesti. Nämä suositukset eivät ole kuitenkaan opetussuunnitelman tavoin lain mukaan velvoittavia asioita, joten sivuston tarjoamien tavoitteiden voidaan sanoa olevan vain teoriassa se taso, jolle perus-

koulun opetuksessa voidaan ohjelmointiosaamisen suhteen päästä. Kyseiselle tasolle voidaan käytännössä päästä sellaisten peruskoulujen opetuksessa, joissa on päätetty panostaa ohjelmoinnin opetukseen enemmän, kuin se mitä opetussuunnitelma vaatii, ja sen lisäksi opettajat ovat saaneet tarpeellisen koulutuksen ohjelmoinnin opettamiseen. Luvun 4 tulosten perusteella voidaan kuitenkin melko varmasti todeta ettei edellä kuvatulle teoreettiselle tasolle olla ainakaan toistaiseksi päästy. On toki mahdollista että yksittäisissä kouluissa tai yksittäisten oppilaiden kohdalla tilanne on eri, mutta kokonaiskuvaa katsottaessa tavoitteisiin ei olla päästy.

6 Yhteenveto

Ohjelmoinnin opetus suomalaisissa peruskoulussa on keskeneräinen prosessi, jonka tulokset näkyvät vasta tulevaisuudessa. Nykyisellään se ei kuitenkaan vaikuttaisi vastaavan tavoitteisiin, jonka takia oppikokonaisuus on lisätty vuoden 2016 peruskoulujen opetussuunnitelmaan. Tässä tutkielmassa esitettyjen tulosten perusteella peruskoululaisten ICT-taidot eivät ole kehittyneet uuden opetussuunnitelman käyttöönoton jälkeen ja myöskin tyttöjen sekä poikien välillä näyttäisi olevan eroja ohjelmoinnista kiinnostumisen suhteen. Ohjelmoinnin suhteen peruskoulujen opetuksessa on kuitenkin nähtävissä jopa melko kunnianhimoisia tavoitteita uudetlukutaidot.fi sivuston tarjoamien tavoitteiden ja ohjeiden perusteella, joten parhaassa tapauksessa joissakin peruskouluissa oppilaiden on oikeasti mahdollista oppia ohjelmoimaan jo nykytilanteessakin. Parhaalla tapauksella tarkoitetaan sitä että kyseisessä peruskoulussa on haluttu panostaa ohjelmoinnin opettamiseen oikeasti ja koulusta löytyy pätevä opettaja tai opettajia aiheelle.

Suurimpia ongelmia ohjelmoinnin opetuksen suhteen on kaksi. Ensimmäisenä ongelmana on se ettei opetussuunnitelma määrittele ohjelmoinnin opetukselle tarpeeksi tarkkoja tavoitteita tai opettamisen tapoja, josta seuraa se ettei ohjelmoinnin opettaminen toteudu käytännön tasolla samalla tavalla eri yksiköissä. Suomalaisen peruskoulutuksen yksiä päätavoitteita on taata tasa-arvoinen peruskoulutus kaikille suomalaisille ja tähän tavoitteeseen on ohjelmoinnin suhteen tällä hetkellä hankalaa päästä opetussuunnitelman tarjotessa vain ympärilyöreän määrittelyn opetuksen tavoitteista. Toisena ongelmana on peruskoulujen opettajien omien ICT-taitojen puutteellisuus. On selvää että opettajan on mahdotonta opettaa sellaista, mitä hän ei itsekään osaa tai ymmärrä. Ennen kuin peruskoulujen opettajat saavat tarvittavan koulutuksen ohjelmoinnin opettamiseen, ohjelmoinnin opetuksen laatua ei pystytä takaamaan jokaisessa suomalaisessa peruskoulussa.

Edistystä kummankin ongelman suhteen on kuitenkin nähtävissä. Opetuksen samankaltaisuuteen ja opettajien osaamiseen on pyritty panostamaan esimerkiksi uudetlukutaidot.fi sivuston avulla. Opetushallitus toteuttaa myös vuosittain seurantaa Digiajan perus-

koulu -hankkeiden avulla ja ohjelmoinnin opetuksen, sekä yleisemmin tietoteknisten taitojen, opettamisen tämänhetkiset ongelmat vaikutetaan tiedostavan hyvin ja kehitystä niiden suhteen halutaan tapahtuvan. On mielenkiintoista nähdä kuinka ohjelmoinnin opetus tulee kehittymään suomalaisissa peruskouluissa tulevien vuosien aikana, kun tutkimus aiheeseen liittyen lisääntyy, sekä tutkimusten perusteella tehtyjen korjausliikkeiden vaikutukset alkavat näkymään käytännön tasolla.

Lähdeluettelo

- European Commission. (2019b). Finland Country Report: 2nd Survey of Schools: ICT in Education. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/2nd-survey-schools-ict-education-0>
- Fagerlund, J. Häkkinen, P. Vesienaho, M. Viiri, J. (2020). Computational thinking in programming with Scratch in primary schools: A systematic review. <https://doi.org/10.1002/cae.22255>
- Fagerlund, J. (2021). Teaching, Learning and Assessing Computational Thinking through Programming with Scratch in Primary Schools. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-8882-1>
- Mertala, P., Palsa, L., & Slotte Dufva, T. (2020). Monilukutaito koodin purkajana: Ehdotus laaja-alaiseksi ohjelmoinnin pedagogiikaksi. *Media & Viestintä*, 43(1). <https://doi.org/10.23983/mv.91079>
- Mykkänen, J., Liukas, L. & Tammi, M. (2014). Koodi2016: Ensiapua ohjelmoinnin opettamiseen peruskoulussa. Helsinki
- Neittaanmäki, P. Lehto, M. Savonen, M. (2021). Yhteiskunnan digimurros. Jyväskylä. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-8647-6>
- Opetushallitus. (2021). Uudetlukutaidot.fi. <https://uudetlukutaidot.fi/>
- Opetushallitus. (2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Helsinki. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf
- Oppivelvollisuuslaki. (2020). Helsinki. 30.12.2020/1214. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20201214>
- Perusopetuslaki. (1998). 21.8.1998/628. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1998/19980628 - L4P15>
- Tanhua-Piironen, E., Kaarakainen, S-S., Kaarakainen, M-T., Viteli, J., Syvänen, A. & Kivinen, A. (2019). Digiajan peruskoulu. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 6/2019. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-634-8>

Tanhua-Piironen, E., Kaarakainen, S-S., Kaarakainen, M-T., Viteli , J. (2020). Digiajan peruskoulu II. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2020:17. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-263-823-6>