

**Otto Jahnukainen**

**Ohjelmoinnin opettaminen osana perusopetusta –  
systemaattinen kirjallisuuskatsaus**

Tietotekniikan kandidaatintutkielma

13. syyskuuta 2020

Jyväskylän yliopisto

Informaatioteknologian tiedekunta

**Tekijä:** Otto Jahnukainen

**Yhteystiedot:** otto.o.jahnukainen@student.jyu.fi

**Ohjaaja:** Antti-Jussi Lakanen

**Työn nimi:** Ohjelmoinnin opettaminen osana perusopetusta – systemaattinen kirjallisuuskatsaus

**Title in English:** Teaching programming as part of compulsory schooling - a systematic literature review

**Työ:** Kandidaatintutkielma

**Sivumäärä:** 25+0

**Tiivistelmä:** Tässä kandidaatin tutkielmassa tarkastellaan ohjelmoinnin opettamista perusopetuksessa kansainvälisesti systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla. Katsauksen kohteena on kahden tietotekniikan alan tiedelehden vuosikerrat 2013-2018. Tarkastelussa huomattiin, että ohjelmointi kuuluu opetussisältöihin, mutta ei sisällytettynä opetussuunnitelmaan. Tyypillisesti käytössä ovat olleet visuaaliset ohjelmointikielet. Tutkimuksissa havaittiin myönteisiä siirtovaikutuksia myös muihin kuin tietotekniikan taitoihin. Keskeisenä puutteena on tuotu esiin opettajien omat tietotekniset taidot.

**Avainsanat:** ohjelmointi, opetus, peruskoulu, robotiikka

**Abstract:** This bachelor thesis is a systematic literature review investigating how programming is taught in compulsory education internationally. The review is utilizing volumes 2013-2018 of two academic computer science journals. The results show that programming has been taught widely in several countries and for students with broad age range. Typically programming is not part of the formal curriculum. Block-based programming is mainly used. Positive findings were reported related to other than ICT skills. The lack of ICT skills among teachers were reported as general challenge for implementing programming at schools.

**Keywords:** Programming, Teaching, K-12, Robotics

Jyväskylässä 13. syyskuuta 2020

## **Taulukot**

Taulukko 1. Taustatietoa kirjallisuuskatsauksen lehdistä ja hakukriteereiden toteutumisesta	8
Taulukko 2. Kirjallisuuskatsauksen alkuperäisartikkelien perustiedot, käytetyt menetelmät ja päätulokset. ....	13

## Sisältö

1	JOHDANTO .....	1
2	OHJELMOINTI PERUSOPETUKSEN OPETUSSUUNNITELMAN PERUS- TEISSA.....	3
3	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET .....	5
4	KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TOTEUTTAMINEN .....	6
5	TULOKSET.....	9
5.1	Missä koulujärjestelmissä, miten ja mille kohderyhmille ohjelmointia on tutkimusten mukaan opetettu opetussuunnitelmaperusteisesti? .....	9
5.2	Millaisia kokemuksia ohjelmoinnin opetuksesta on saatu ja millaisia vai- kutuksia ohjelmoinnilla on havaittu oppilaiden suoriutumiseen? .....	14
6	POHDINTA .....	16
	LÄHTEET .....	19

# 1 Johdanto

Tietoteknisten valmiuksien merkitys keskeisenä tulevaisuuden taitona on nostettu esiin eri yhteyksissä viime vuosina (esim. Niemelä 2018). Vastauksena tähän haasteeseen eri koulujärjestelmissä, mm. Virossa Ruotsissa ja Englannissa, on käynnistetty tietotekniikan ja ohjelmoinnin opetusta osana perusopetusta (Fagerlund ym. 2020). Näin myös Suomessa, jossa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2014 säädettiin, että ohjelmointia tulee opettaa jokaisella luokka-asteella osana tieto- ja viestintäteknologiaa (Opetushallitus 2014). Opetussuunnitelma astui voimaan syksyllä 2016. Yleisellä tasolla tavoitteeksi on asetettu, että oppilaat oppivat käyttämään erilaisia laitteita, ohjelmistoja ja palveluita ja ymmärtämään niiden käyttöä ja toimintalogiikkaa (Opetushallitus 2014, p. 157).

Oma kiinnostukseni aiheeseen on syntynyt sen myötä, että olen osana opintojani suorittanut tietotekniikan aineenopettajaopinnot ja niiden kautta olen tutustunut ohjelmoinnin opettamisen nykytilanteeseen. Olen myös itse opettanut ja toteuttanut ohjelmoinnin opetusmateriaalia osana opintojani. Koska kehitys tietotekniikan ja ohjelmoinnin opetuksen alueella on ollut nopeaa, on hyödyllistä kartoittaa alueen viimeisempiä tutkimuslöydöksiä. Tässä tutkielmassa tarkastellaankin valikoidun tutkimuskirjallisuuden kautta ohjelmoinnin opettamista ja siitä saatuja kokemuksia eri koulujärjestelmissä kansainvälisesti. Kohdennus on pääosin suomalaista perusopetusta vastaavaan oppivelvollisuuskouluun liittyvässä tutkimuksessa, joskin eri maiden koulujärjestelmien erojen vuoksi tämä ei aina ole täysin mahdollista.

Kuten useampi tutkimusryhmä on esittänyt esim (Witherspoon ym. 2017) ohjelmoinnin opetusta voidaan tarkastella ja toteuttaa monista eri lähtökohdista ja eri toteutustavoilla. Suomen opetussuunnitelma ei määrittele tarkempia ohjelmoinnin työkaluja Tämä kirjallisuuskatsaus käsittelee erilaisia tapoja sekä menetelmiä ohjelmoinnin opettamiseen, esimerkiksi palikkaohjelmointikielet sekä robotiikan.

Tutkielmani toteutetaan systemaattisena kirjallisuuskatsauksena. Tutkielman aluksi, luvussa 2, kuvataan lyhyesti ohjelmoinnin opetuksen periaatteet peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa eri luokka-asteille. Suomalaisen mallin esittely toimii pohjana kirjallisuuskatsauksessa esiin tuleville kansainvälisille toteutuksille. Luvussa 3 määritellään tutkielman

yleinen tutkimustehtävä ja tarkentavat tutkimuskysymykset tälle. Tämän jälkeen luvussa 4 tarkastellaan kirjallisuuskatsauksen teknistä toteuttamista ja tutkimusartikkelien valikointia ennen tuloslukua ja pohdintaa.

## **2 Ohjelmointi perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa**

Tieto- ja viestintäteknologisten taitojen kehitykselle asetettujen tulevaisuustavoitteiden mukaisesti myös suomalaisen oppivelvollisuuskoulun opetussuunnitelmauudistuksessa on huomioitu tarve kehittää laajamittaisesti tietoteknisiä taitoja ja digitaalista kommunikaatiota (Lavonen ja Korhonen 2017). Ohjelmointi ja ohjelmoinnillinen ajattelu (computational thinking, CT) muodostavat toiminnan ytimen. Sekä Suomessa että Ruotsissa on lähdetty yhtenäisesti siitä näkemyksestä, että ohjelmoinnin opetus kytketään muihin oppiaineisiin eikä siitä muodosteta itsenäistä oppiainetta (Nouri ym. 2020).

Suomessa tietoteknisen osaamisen kehittäminen on edennyt siten, että vuonna 2014 uudistettuun ja syksystä 2016 asteittain voimaan tulleeseen perusopetuksen opetussuunnitelmaan (POPS 2014) on lisätty ohjelmoinnin käsite osana tieto- ja viestintäteknologiaa. Huomionarvoista on, että ohjelmointi kattaa kaikki vuosiluokat 1-9 siten, että tavoitteet on ryhmitelty luokkatasolle 1-2, 3-6 ja 7-9. Kunkin luokkatason osalta ohjelmointi on määritelty osaksi laaja-alaisen osaamisen kategorioita tieto- ja viestintäteknologian (L5) osaamisen alle. Kyseiseen laaja-alaiseen kategoriaan viitataan myös muissakin kuin ohjelmointiin viittaavissa kohdissa, sillä se sisältää kaikki tieto- ja viestintäteknologian osa-alueet.

Vuosiluokkien 1-2 osalta mainittu seuraavanlaiset tavoitteet ohjelmoinnin opettamiseksi:

Oppilaat saavat ja jakavat keskenään kokemuksia digitaalisen median parissa työskentelystä sekä ikäkaudelle sopivasta ohjelmoinnista. (Opetushallitus 2014, p. 103).

Opetussuunnitelmassa on lisäksi mainittu ajattelun taitojen kehittäminen osana matematiikan oppiaineen tavoitteistoa vuosiluokilla 1-2. Tässä yhteydessä mainitaan, että ohjelmointiin tutustutaan vaiheittaisten toimintaohjeiden laatimisen ja toteuttamisen avulla (Opetushallitus 2014, p. 135). Tässä yhteydessä ei kuitenkaan täsmennetä, kuinka ohjelmointia tulisi toteuttaa. Tämä antaa opettajalle hyvin laajat mahdollisuudet toteuttaa ohjelmoinnin perusteita.

Alakoulun vuosiluokkien 3-6 opetussuunnitelma sisältää tarkemmin määriteltyjä tavoitteita. Yleisenä tavoitteena todetaan, että laaja-alainen osaaminen edesauttaa oppilaita saamaan kokemuksia siitä, miten ohjelmointi vaikuttaa ja miten se on riippuvainen ihmisen tekemistä ratkaisuksista (Opetushallitus 2014, p. 164). Kyseisillä vuosiluokilla ohjelmointi on osa sekä matematiikan että käsityön oppiaineita ja tavoitteena on tarjota toisiaan tukevaa opintorajat ylittävää yhteistyöskentelyä. Matematiikan opetuksen osalta ohjelmointi on liitetty osaksi ajattelun taidot (S1) osa-alueetta, joka on yksi matematiikan keskeisistä sisältöalueista. Tavoitteena on opettaa oppilaille ohjelman suunnittelua ja toteutusta graafisessa ohjelmointiympäristössä (Opetushallitus 2014, p. 265). Ohjelmoinnin osaaminen on yhtenä arviointikriteereistä kuudennen luokan lopussa. Hyvän arvosanan (arvosana 8) ansaitsemiseksi on oppilaan osattava ohjelmoida graafisessa ohjelmointiympäristössä toimiva ohjelma (Opetushallitus 2014, p. 265). Käsityön oppiaineen osalta ohjelmointi on listattu keskeisissä sisältöalueissa kohdassa S3 eli kokeilu. Tavoitteena on harjoitella ohjelmoimalla aikaansaatuja toimintoja esimerkiksi robotiikan ja automaation keinoin (Opetushallitus 2014, p. 303).

Yläkoulussa, vuosiluokkien 7-9 osalta, ohjelmointi mainitaan osana tieto- ja viestintäteknologian yleisiä tavoitteita siten, että pyritään vahvistamaan oppilaiden oma-aloitteisia tieto- ja viestintäteknologian käytön hyödyntämiseksi sopivissa tilanteissa sekä ohjelmoinnin harjoittelua osana eri oppiaineiden opintoja (Opetushallitus 2014, p. 317). Tarkempia tavoitteita määritellään vuosiluokkien 3-6 tapaan vain matematiikan ja käsityön oppiaineisiin. Matematiikan oppiaineen keskeisten sisältöjen alla kohdassa (S1) ajattelun taidot ja menetelmät asetetaan tavoitteeksi ohjelmoinnin hyvien käytänteiden ja algoritmisen ajattelun harjoittelua. Samalla myös sovelletaan omia tai valmiita tietokonesovelluksia matematiikan opiskeluun (Opetushallitus 2014, p. 430). Matematiikan hyvän arvosanan kriteeri yhdeksännen luokan lopulla vaatii oppilaan osaavan soveltaa algoritmista ajattelua ja osaavan ohjelmoida yksinkertaisia ohjelmia (Opetushallitus 2014, p. 435). Käsityön oppiaineessa, vastaavasti kuin alakoulun vuosiluokilla 3–6, ohjelmointi sidotaan keskeisenä sisältöalueena kokeilun osa-alueeseen. Tällöin tavoitteena on harjoitella erilaisia tapoja muokata, yhdistää ja käsitellä materiaaleja sekä käyttää luovasti ja rohkeasti erilaisia perinteisiä ja uusia materiaaleja ja valmistustekniikoita. Tässä yhteydessä käytetään sulautettuja järjestelmiä käsityöhön eli sovelletaan ohjelmointia suunnitelmiin ja valmistettaviin tuotteisiin. (Opetushallitus 2014, p. 499).



### **3 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimuskysymykset**

Tutkielmassa yleisenä tutkimustehtävänä on tarkastella ohjelmoinnin opetusta ja sen toteuttamisesta saatuja kokemuksia vertailevasti kansainvälisessä kontekstissa.

Tarkentavat tutkimuskysymykset ovat:

1. Missä kansainvälisissä koulujärjestelmissä, miten ja mille kohderyhmille ohjelmointia on tutkimusten mukaan opetettu?
2. Millaisia kokemuksia ohjelmoinnin opetuksesta on saatu ja millaisia vaikutuksia ohjelmoinnilla on havaittu oppilaiden suoriutumiseen?

Havaintoja peilataan suomalaiseen ohjelmoinnin perusopetuksen opetussuunnitelmaan.

## 4 Kirjallisuuskatsauksen toteuttaminen

Tutkielman aineistonkeruu toteuttiin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen menetelmällä, jonka peruseriaatteena on kerätä yhteen aihepiiriin kuuluvat aikaisemmat oleelliset tutkimukset ja luoda yhteenveto tutkimusaiheen kannalta keskeisistä tuloksista (Salminen 2011).

Olellainen piirre systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa on, että sille asetetaan selkeät kriteerit, jotka rajaavat tietokantahakua. Khan ym. 2003 ovat esittäneet viiden askeleen mallin, jolla kirjallisuuskatsaus kannattaa toteuttaa: 1) kysymyksen asettelu, 2) keskeisten tutkimusten identifiointi, 3) valittujen tutkimusten laadun ja soveltuvuuden arviointi, 4) tutkimusten tulosten yhteenvetäminen ja 5) havaintojen tulkitseminen.

Tutkielmani tutkimustehtävän sekä kandidaatin tutkielman laajuuden näkökulmasta, olen tehnyt seuraavia rajauksia. Kirjallisuuskatsauksen aineiston rajaamiseksi kohdennan tiedonhaun teeman kannalta kahteen relevanttiin ja alalla arvostettuun kansainväliseen tieteelliseen aikakauslehteen, jotka ovat ACM Transactions on Computing Education (ACM TOCE) ja Computers & Education. Ajallisesti tarkasteluun on valittu kyseisten tiedelehtien artikkelit tutkielman aloittamista edeltävältä viisivuotiskaudelta 2013-2018. Tämä on perusteltua alan nopean kehittymisen vuoksi. Keskeistä tutkimustehtävän mukaisen aineiston löytymiseksi on soveltuvien ja toimivien hakusanojen (keywords) valinta. Lähtökohtana oli löytää ohjelmoinnin (programming) opettamiseen suomalaista oppivelvollisuuskoulua (comprehensive/compulsory school) vastaavissa koulujärjestelmissä toteutettuja tutkimuksia. Koska koulujärjestelmät ovat eri maissa erilaisia ja lähimmäs oppivelvollisuuskoulua monissa muissa koulujärjestelmissä viitataan termillä K-12 (K = kindergarten, 12 = Grade 12), se sisällytettiin hakuihin tiedostaen, että tällöin mukaan tulee myös suomalaista toisen asteen koulutusta vastaava koulumuoto. Alustavien hakujen perusteella havaittiin, että usein käyttökelpoisissa, kouluun liittyvissä tutkimuksissa oli myös käytetty asiasanana termiä computational thinking education (ohjelmoinnillisen ajattelun koulutus). Koska ohjelmoinnillinen ajattelu kytkeytyy usein robottien ohjelmointiin ja robotiikka on myös mainittu ohjelmoinnin osana opetussuunnitelmassa (Opetushallitus 2014), myös robotiikka-termiä haluttiin käyttää yhtenä hakuterminä.

Aineiston hakeminen eteni siis siten, että kummankin lehden tietokannasta tehtiin erikseen haut seuraavassa järjestyksessä:

1. Vaihe: hakuterminä programming
2. Vaihe: hakuterminä programming, K-12
3. Vaihe: hakuterminä vaihdellen programming ja compulsory education/ programming ja comprehensive education/ programming ja computational thinking education
4. Vaihe: hakuterminä programming, robotics

Hakujen määrälliset tulokset esitellään Taulukko 1 erikseen kummankin lehden osalta.

Khan ym. 2003 mukaan hauissa löydetyistä tutkimuksista tulee identifoida tutkimukseen soveltuvat sekä teemaltaan että toteutukseltaan. Kuten Taulukossa 1 käy ilmi, Computer & Education -lehdessä julkaistaan vuosittain suuri määrä tutkimusartikkeleita ja toisessa kohdelehdessä ACM TOCE:ssa selvästi vähemmän. Oli ennakolta odotettavissa, että ensimmäisen kierroksen haulla (hakuterminä programming) tulokseksi saadaan laaja kirjo ohjelmointiin yleisesti kohdentuvia tutkimuksia ilman linkitystä opetukseen. Kun hakuun lisättiin kohdentavia termejä, määrä tippui huomattavasti. Luonnollisesti myös osa vaiheiden 2-3 löydöksistä on päällekkäisiä, joten kaikkiaan Computer & Education -lehdestä löydettiin 7 potentiaalista tutkimusta, joissa käsiteltiin ohjelmointia tai ohjelmoinnillisen ajattelun opettamista ja/tai robotiikkaa perusopetusta vastaavan koulun kehyksessä. Vastaavasti ACM TOCE:ssa tällaisia artikkeleita oli 9. Näistä yleisen tarkastelun perusteella jätettiin pois sellaiset artikkelit, jotka eivät kohdentuneet millään tapaa oppilaisiin, vaan esimerkiksi opettajankoulutukseen tai opettajien asenteisiin. Jäljelle jäi siten kaikkiaan vain kuusi tutkimusta, joista neljä on julkaistu Computers & Education -lehdessä ja kaksi ACM TOCE:ssa (Taulukko 1).

	Computers & Education	ACM Transactions on Computer Education (TOCE)
Lehtien määrä/vuosi	12	4
Artikkelien määrä / vuosi	noin 200	noin 22
Kriteeri 1: Ohjelmointi (programming)	154	24
Kriteeri 2: K-12, comprehensive/compulsory education/school	7	9
Kriteeri 3: Robotics	3	1
Tutkimukseen valittut artikkelit:	4	2

Taulukko 1. Taustatietoa kirjallisuuskatsauksen lehdistä ja hakukriteereiden toteutumisesta

## 5 Tulokset

Esittelen tutkimustulokset tutkimuskysymyksittäin. Kirjallisuuskatsauksen alkuperäisartikkelien perustiedot on koottu Taulukkoon 2.

### 5.1 Missä koulujärjestelmissä, miten ja mille kohderyhmille ohjelmointia on tutkimusten mukaan opetettu opetussuunnitelmaperusteisesti?

Tutkimuskirjallisuuden perusteella on selvää, että yleisellä tasolla tietotekniikan tai ICT-taitojen opetusta on toki järjestetty monissa koulujärjestelmissä jo varsin pitkään. Esimerkiksi Hubwieser, Armoni ja Giannakos (2015) listaavat ACM TOCE lehden tietotekniikan opetuksen teemanumerossa yhdeksän maata, joissa ohjelmoinnin opetusta on järjestetty ja tutkittu. Nämä maat ovat Yhdysvallat, Israel, Saksa, Uusi-Seelanti, Ranska, Italia, Venäjä, Korea ja Suomi. Muutamissa artikkeleissa on tullut esille, että ohjelmointia on laajamittaisesti opetettu peruskoulussa jo 1970–1980-luvun vaihteessa esimerkiksi Ruotsissa (Rolandsson ja Skogh 2014). Saksassa ohjelmoinnin perusteita on opeteltu jo 1960-luvun lopulla yläkoulussa (Knobelsdorf ym. 2015) ja ohjelmointi on ollut osana opetussuunnitelmaa Saksan tietyissä osavaltioissa jo 70-luvulla (Knobelsdorf ym. 2015). Ohjelmoinnin opettaminen jo varhain ohjelmoinnin kehittämisen alkuaikojakaan ei kuitenkaan ole välttämättä yhteydessä siihen, että ohjelmoinnin opettaminen olisi pysynyt aiemmalla tasolla: nykyisin Saksassa (Knobelsdorf ym. 2015) informaatioteknologia sisältää lähinnä yleishyödyllisiä taitoja kuten tekstin käsittelyä sekä turvallista internetin käyttöä. Kiinnostavaa on huomata, että nykyisellään Suomi, Ruotsi ja Viro ovat opetussuunnitelmallisesti vieneet ohjelmoinnin roolia samaan suuntaan eli osaksi yleistä opetussuunnitelmaa eikä omaksi oppiaineekseen kuten esimerkiksi Englannissa (Fagerlund ym. 2020).

Mitä tulee ohjelmoinnin opetuksen kohderyhmiin ja opetuksessa käytettyihin menetelmiin, voidaan todeta, että molempien seikkojen osalta kirjo on laaja (Taulukko 2 ). Nuorimmat tutkimuksissa mukana olleet ohjelmoinnin opetuksen kohderyhmät olivat esikouluikäisiä eli noin 4–6-vuotiaita (Bers ym. 2014). Toisaalta taas vanhimmat opiskelijat olivat lukiolaisia eli

noin 18-vuotiaita (Knobelsdorf ym. 2015). Suuresta ikäjakaumasta huolimatta ohjelmoinnin opettamisen alkuasetelmat ovat kuitenkin hyvin samanlaiset. Suurimmat havaitut erot menetelmissä eivät koske opetettavaa sisältöä vaan työkaluja, joilla ohjelmoinnin perusteisiin tutustutaan. Päiväkoti-ikäisten kanssa on käytetty hyvin yksinkertaistettua, tabletilla toimivaa ja erityisesti lastentarhaikäisille suunnattua CHERB (Creative Hybrid Environment for Robotics) ohjelmointiympäristöä (Bers ym. 2014). Hybridiohjelmointiympäristöllä kyseisessä tutkimuksessa tarkoitetaan yhdistelmää, jossa käytetään sekä fyysisiä palikoita (tangible blocks) että graafista ohjelmointiympäristöä. Fyysisillä, helposti ymmärrettävillä palikoilla, pystytään ensin tuottamaan koodia graafisessa ympäristössä ja sen jälkeen siirtämään ohjelma eteenpäin roboteille kokeiltavaksi.

Läpi koko tarkastelun on huomionarvoista, että kaikissa ohjelmointikieliä tarkastelleissa tutkimuksissa on päädytty johonkin visuaaliseen ohjelmointikielen toteutukseen. Jokaisessa tutkimuksessa on kuitenkin käytetty hieman eri graafista ohjelmointiympäristöä. Ohjelmistoympäristöt on valittu tutkimuksiin sillä perusteella, mikä sopii parhaiten mukana olevien oheislaitteiden kanssa. Myös laite, jolla ohjelmointia opetetaan, rajoittaa tiettyjen graafisten ohjelmointiympäristöjen käyttöä. Osa visuaalisista ohjelmointikielistä tarjoaa myös rinnakkais toteutuksen visuaalisen ja tekstipohjaisen ohjelmointikielten välillä, mikä voi laajentaa ohjelmointimahdollisuuksia (Witherspoon ym. 2017).

Vastauksena esitettyyn tutkimuskysymykseen voidaan siis yleisenä havaintona todeta, että vaikka ohjelmointia on opetettu jollain tasolla varsin monessa koulujärjestelmässä, se on mitä ilmeisemmin vasta vakiinnuttamassa asemaansa osana opetussuunnitelmia keskeisenä 21. vuosisadan taitona (Zhang ja Nouri 2019). Valitulla rajauksella löydetyt varsinaisen kirjallisuuskatsauksen artikkelit ovat peräisin Yhdysvalloista, Saksasta, Hong Kongista ja Espanjasta.

Kirjoittaja	Artikkeli	Maa	Luokka-aste	Käytetyt työkalut	Tutkimusmenetelmä	Päätulokset
Chen ym.	Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming	USA	5. luokka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visuaalinen ohjelmointikieli (ei spesifioitu)</li> <li>• Robottien ohjelmointi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohjelmointitaitoja testaava tehtäväpat-teristo</li> </ul>	Oppilaiden ohjelmoinnillinen ajattelu kehittyi robottien kanssa toimisen yhteydessä.
Sáez-López, Román-González ja Vázquez-Cano	Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using "Scratch" in five schools	Espanja	6. luokka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visuaalinen ohjelmointikieli (Scratch)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interventiotutkimus</li> <li>• Survey</li> <li>• Observointi</li> </ul>	Ohjelmoinnin lisääminen muiden opettavien aineiden yhteyteen kehitti oppilaiden valmiuksia ohjelmoinnin taitojen lisäksi myös loogisissa tehtävissä sekä yleisiä tietoteknisiä taitoja vaativissa tehtävissä.

Witherspoon ym.	Developing Computational Thinking through a Virtual Robotics Programming Curriculum	USA	6.-8.- luokkalaiset	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robottien ohjelmoinnin opettaminen</li> <li>• ROBOTC visuaalinen ohjelmointikieli</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tehtäväpatteristo</li> </ul>	Ohjelmointikurssin jälkeen myös oppilaiden yleiset tietotekniset taidot olivat vahvistuneet, vaikka kurssi käsittehti kohdennetusti ohjelmien koodaamista roboteille.
Kong, Chiu ja Lai	A study of primary school students' interest, collaborating attitude and programming empowerment in computational thinking education	Hong Kong	4.-6.- luokkalaiset	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohjelmoinnillisen ajattelun (CT) opettaminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kyselylomaketutkimus</li> </ul>	Vanhempien opiskelijoiden asennoituminen ohjelmoinnin hyötyihin on vähäisempää kuin nuorempien opiskelijoiden. Vanhemmat opiskelijat kokevat myös olevansa kykenemättömpiä ohjelmointiin kuin nuoremmat.



Knobelsdorf ym.	Computer Science Education in North-Rhine Westphalia, Germany – A Case Study	Saksa	7.-9.-luokkalaiset	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perus ICT-aidot</li> <li>• ohjelmoinnillisen ajattelun perusteet osana opetussuunnitelmaa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kirjallisuuskatsaus</li> </ul>	Vaikka ohjelmoinnillista ajattelua on opetettu jo 1960-luvun alusta, ohjelmoinnin opettaminen on vähentynyt Saksassa puutteellisten opettajaresurssien vuoksi.
Bers ym.	Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum	USA	Esiopetus (K – 2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohjelmointia fyysisten ohjelmointipalikoiden avulla</li> <li>• CHERP ja TangibleK ohjelmointiympäristöt ja niihin kehitetty opetussuunnitelma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Design-based -asetelma</li> <li>• oppilasarvioinnit opetussessioiden jälkeen</li> </ul>	Käytetty opetussuunnitelma oli sovelias tämän ikäisille oppilaille, mutta ajankäytöllisesti vaativa. Osa oppilaista suoriutui paremmin vaativissa kuin helpoissa tehtävissä.

Taulukko 2: Kirjallisuuskatsauksen alkuperäisartikkelien perustiedot, käytetyt menetelmät ja päätulokset.

## **5.2 Millaisia kokemuksia ohjelmoinnin opetuksesta on saatu ja millaisia vaikutuksia ohjelmoinnilla on havaittu oppilaiden suoriutumiseen?**

Tarkasteltavissa tutkimuksissa oli jokaisessa todettu ohjelmoinnin opettaminen positiivisia tuloksia tuottavaksi toimintamalliksi. Vaikutuksia havaittiin sekä tietoteknisten taitojen osaaamisen että mm. motivaatioon ja mielekkyyden kokemiseen. Esimerkiksi Sáez-López, Román-González ja Vázquez-Cano (2016) tutkimuksessa ohjelmoinnin lisääminen eri opetettavien aineiden yhteyteen vahvisti oppilaiden yleisiä tietoteknisiä taitoja. Kyseisessä tutkimuksessa havaittiin kuitenkin myös, että ohjelmointi lisäsi lisäksi oppilaiden motivaatiota sekä mielekkyyttä, kiinnostusta ja sitoutuneisuutta projektityöskentelyyn. Oppilaat myös kokivat visuaalisen ohjelmoinnin integroinnin kouluprojekteihin positiivisena ja motivoivana toimintamallina (Sáez-López, Román-González ja Vázquez-Cano 2016). Vastaavasti Witherspoon ym. (2017) keskeisempiin tuloksiin kuuluu oppilaiden parantuneet yleiset tietotekniset valmiudet, vaikka kyseisessä tutkimuksessa keskityttiin erityisesti robottien kanssa toimimiseen. Chen ym. (2017) tutkimuksessa löydettiin pieniä, mutta tilastollisesti merkitseviä tuloksia robotiikan ja ohjelmoinnin opettamisen positiivisesta vaikutuksesta nuorten jokapäiväisiin ongelmanratkaisutaitoihin. Tutkimuksessa testattiin oppilaiden käytännön taitoja jokapäiväisissä askareissa kuten pyykinpesussa.

Tutkimusten kriittiset huomiot kohdentuivat enemmänkin ajan puutteeseen ja siitä seuraneeseen uusien asioiden omaksumiseen käytettävän ajan niukkuuteen. Esimerkiksi Witherspoon ym. 2017 tutkimuksessa löydettiin tilastollisesti merkitsevä muutos oppilaiden tietoteknisessä osaamisessa. Samalla kuitenkin arvioitiin, että jos oppikokonaisuuksien opiskeluun olisi voitu käyttää enemmän aikaa, muutos olisi ollut vielä merkittävämpi. Myös Bers ym. 2014 tutkimuksen keskeisenä havaintona tuodaan esiin perinteisen oppitunnin pituuden rajallisuus. Se ei usein ole riittävä, jotta jokainen oppilas olisi ehtinyt sisäistämään oppitunnin uudet asiat. Tutkimuksen viimeisessä osaprojektissa oppilailla olikin enemmän aikaa itse tutkia ja kokeilla ja tämä tuotti parempia tuloksia kuin aiemmin, jolloin oppilaiden suoriutuminen saattoi jopa heikentyä kurssin kuluessa.

Yleisenä puutteena on mainittu myös se, että opettajien omat tietotekniset sekä ohjelmoin-

titaidot ovat hyvin vaihtelevia. Kong, Chiu ja Lai (2018) tuo esiin, että opettajan taito tuottaa mielenkiintoisia tehtäviä vaikuttaa oppilaiden kykyyn käyttää luovuutta ohjelmoinnissa. Mielenkiintoinen havainto on, että ohjelmointia osaavien opettajien pula on Knobelsdorf ym. (2015) tutkimuksessa esitetty vaikuttaneen siihen, että Saksassa on vähennetty ohjelmoinnin opetusta ja korvattu sitä yleisillä tietotekniikkaan keskittyvillä kursseilla.

## 6 Pohdinta

Tutkielman tarkoituksena oli selvittää, 1) Missä koulujärjestelmissä, miten ja mille kohderyhmille ohjelmointia on tutkimusten mukaan opetettu sekä 2) Millaisia kokemuksia ohjelmoinnin opetuksesta on saatu ja millaisia vaikutuksia ohjelmoinnilla on havaittu oppilaiden suoriutumiseen. Aihetta käsiteltiin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla. Keskeisimpinä havaintoja oli, että ohjelmoinnin opettamista on harjoitettu eripuolilla maailmaa, joskaan se ei ole vielä saanut vakiintunutta asemaa. Tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan todeta, että tyypillisesti ohjelmointi ei ole vielä sisäänrakennettu kansalliseen opetussuunnitelmaan kuten Suomessa, vaan ohjelmoinnin opetus on yleensä erilaisia kokeiluja tai ylimääräisiä aktiviteetteja normaalin opetussuunnitelman ulkopuolella. Selviä merkkejä kuitenkin on siitä, että ohjelmoinnin ja ohjelmoinnillisen ajattelun opetusta halutaan lisätä yhä enemmän myös perusopetuksen yhteyteen. Tietotekninen osaaminen ja auttava ohjelmoinnin ymmärtäminen nyky-yhteiskunnassa on tärkeää, sillä toiminnot ympärillämme digitalisoituvat nopeammin kuin koskaan (Zhang ja Nouri 2019).

Tarkasteltaessa kirjallisuuskatsauksen aineistoa huomataan, että ohjelmoinnin opettamisen kohderyhmät ulottuvat yli peruskoulun rajojen. Tutkittujen artikkeleiden perusteella ohjelmointia on opetettu eri ikäisille koululaisille aina päiväkotikouluikäisistä lukiolaisiin saakka. On siis selvästi havaittavissa, että mahdollisuuksia ohjelmoinnin opettamiseen on myös hyvin nuorillekin oppijoille. Tämä oli myös Niemelän (2018) tuoreen väitöskirjan keskeinen havainto. Voidaankin todeta, että tulevissa tutkimuksissa tulisi ryhtyä selvittämään optimaalista ikäryhmää, jolle ohjelmoinnin opettaminen voitaisiin aloittaa. Kirjallisuuskatsauksen artikkelissa Kong, Chiu ja Lai (2018) tuloksissa mainitaan kiinnostavasti nuorempien oppilaiden olevan ennakkoluulottomampia kokeilemaan ohjelmointia verrattuna vanhempiin oppilaisiin.

Tutkielmani rajoituksina on huomioitava, että katsaukseni rajoittui kahteen englanninkieliseen tieteelliseen aikakauslehteen aikavälille 2013–2018. Laajemmalla julkaisuforumivalikoimalla ja pidemmällä tarkasteluvälillä olisi mahdollisesti löytynyt uusia näkökulmia. Lisäksi haun ulottaminen esimerkiksi kasvatustieteellisiin lehtiin olisi voinut tuottaa lisää opetusta koskevia tutkimuksia.

Henkilökohtainen näkemykseni ohjelmoinnin opettamisesta kouluissa on muotoutunut oman aineenopettajakoulutuksen yhteydessä. Näen, että nykypäivänä ohjelmointia tulisi tarjota pakollisena oppisisältönä osana taito- ja taideaineita musiikin, kuvataiteen ja käsitöiden ohessa. Suomessa ohjelmoinnin opettaminen on sisällytetty matematiikkaan sekä käsitöihin (Opetushallitus 2014), mutta ohjelmointia voitaisiin hyvin laajentaa myös muihin aineisiin monialaisten oppimiskokonaisuuksien ja ilmiölähtöisen opiskelun kautta (esim. Lonka ym. 2018). Kuten Sáez-López, Román-González ja Vázquez-Cano (2019) ym tuo omassa tutkimuksessa esille, uudentyyppinen opetusmetodi ohjelmoinnissa oli hyvin otettu vastaan oppilaiden keskuudessa. Olennaista olisikin altistaa kaikki mahdollisuuteen kokeilla ohjelmointia, jotta siitä voisi kokeilun kautta innostua, vastaavasti kuin musiikissa tai kuvataiteissa. Lonka ym. (2018) esittävät, että jokaisen oppilaan – riippumatta tulevaisuuden työnkuvasta – tulisi ymmärtää ohjelmoinnin perusteet ja miten ohjelmointi koskettaa meitä kaikkia jokapäiväisessä elämässämme.

Niemelä (2018) mainitsee omassa tutkimuksessaan, että Iso-Britanniassa opetussuunnitelmassa ohjelmointi on eroteltuna ja mahdollistaa ohjelmoinnin peruskonseptien opettamisen kaikille. Ohjelmoinnin ja matematiikan symbioosi onkin ilmeinen loogisen päättelyn kautta, mutta saattaa olla, että matematiikka aineena vääristää ohjelmoinnin houkuttelevuutta, ja koetaan vaikeana, jos matematiikkakin koetaan vaikeana.

Kirjallisuuskatsauksessani ilmeni, että ainakin osassa Saksaa ja Virossa sekä Ruotsissa (Fagerlund ym. 2020) on Suomen peruskoulun opetussuunnitelmaa vastaava läpileikkaava strategia ohjelmoinnin opettamiseksi. Tämä on mielestäni kannatettavaa ja on oletettavaa, että suuntaus lisääntyy tulevaisuudessa yhä useammassa koulujärjestelmässä. Tosin esimerkiksi Saksassa ja Yhdysvalloissa jokainen osavaltio päättää omasta opetussuunnitelmastaan, joten todennäköisesti siirtymä kestää vielä jonkin tovin. Toisaalta kuten Tieto- ja viestintätekniikan ammattilaisten (TIVIA ry) ammattilehdessä on ruodittu ohjelmoinnin opettamisen lisäämistä positiivisena asiana, suurimpina ongelmina on tällä hetkellä löytää sopivia opettajia mahdollistamaan edes nykyisen opetussuunnitelman ohjelmoinnin tarpeet (Bell 2018). Nykyisellään on mahdollista tarjota lähinnä tietotekniikan perustaitoja. Sama ongelma on ilmennyt myös Saksassa (Knobelsdorf ym. 2015)

Selvää on, että ohjelmointi olisi sovelias työkalu lähestulkoon jokaiseen peruskoulun op-

piaineeseen (Sáez-López, Román-González ja Vázquez-Cano 2016). Ohjelmointi tulisikin ymmärtää vain yhtenä mahdollisena työkaluna kuten kynä, tabletti, kannettava tai koulureppu. Se mahdollistaisi ja helpottaisi tiettyjen asioiden tekemistä, ja siten se olisi tärkeä väline opetuksen työkalupakissa. Ohjelmoinnin perusteiden osaaminen on myös keskeinen kansalaistaito, sillä nykypäivänä kasvavassa määrin kaikki perustuu tietotekniikkaan. Ei liene tarpeellista ymmärtää kaikkea kaikesta, mutta koen tärkeänä, että jokainen olisi tietoinen yleisellä tasolla siitä, kuinka esimerkiksi älypuhelimien sovellukset on luotu, sillä niitä kuitenkin käytämme päivittäin.

## Lähteet

Witherspoon, Eben B., Ross M. Higashi, Christian D. Schunn, Emily C. Baehr ja Robin Shoop. 2017. “Developing Computational Thinking Through a Virtual Robotics Programming Curriculum”. *ACM Trans. Comput. Educ.* (New York, NY, USA) 18, numero 1 (lokakuu): 4:1–4:20. ISSN: 1946-6226. doi:10.1145/3104982.

Bell, Susanna. 2018. “Koodaus on lisätty opetussuunitelmaan, mistä opettajat?” *TIVIA News, Tieto- ja viestintäteknikan ammattilaiset TIVIA ry:n jäsenlehti*. eprint: [https://tivia.fi/wp-content/uploads/2019/05/tivia\\_news\\_oppilaitosekstra\\_217x280mm\\_web.pdf](https://tivia.fi/wp-content/uploads/2019/05/tivia_news_oppilaitosekstra_217x280mm_web.pdf). [https://tivia.fi/wp-content/uploads/2019/05/tivia\\_news\\_oppilaitosekstra\\_217x280mm\\_web.pdf](https://tivia.fi/wp-content/uploads/2019/05/tivia_news_oppilaitosekstra_217x280mm_web.pdf).

Bers, Marina Umaschi, Louise Flannery, Elizabeth R. Kazakoff ja Amanda Sullivan. 2014. “Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum”. *Computers Education* 72:145–157. ISSN: 0360-1315. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>.

Chen, Guanhua, Ji Shen, Lauren Barth-Cohen, Shiyan Jiang, Xiaoting Huang ja Moataz El-toukhy. 2017a. “Assessing elementary studentsâ computational thinking in everyday reasoning and robotics programming”. *Computers Education* 109:162–175. ISSN: 0360-1315. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>.

———. 2017b. “Assessing elementary studentsâ computational thinking in everyday reasoning and robotics programming”. *Computers Education* 109:162–175. ISSN: 0360-1315. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>.

Fagerlund, Janne, Päivi Häkkinen, Mikko Vesisenaho ja Jouni Viiri. 2020. “Computational thinking in programming with Scratch in primary schools: A systematic review”. *Computer Applications in Engineering Education*. doi:10.1002/cae.22255.

Hubwieser, Peter, Michal Armoni ja Michail N. Giannakos. 2015. "How to Implement Rigorous Computer Science Education in K-12 Schools? Some Answers and Many Questions". *Trans. Comput. Educ.* (New York, NY, USA) 15, numero 2 (huhtikuu): 5:1–5:12. ISSN: 1946-6226. doi:10.1145/2729983.

Khan, Khalid S, Regina Kunz, Jos Kleijnen ja Gerd Antes. 2003. "Five Steps to Conducting a Systematic Review". PMID: 12612111, *Journal of the Royal Society of Medicine* 96 (3): 118–121. doi:10.1177/014107680309600304.

Knobelsdorf, Maria, Johannes Magenheimer, Torsten Brinda, Dieter Engbring, Ludger Humbert, Arno Pasternak, Ulrik Schroeder, Marco Thomas ja Jan Vahrenhold. 2015. "Computer Science Education in North-Rhine Westphalia, Germany—A Case Study". *Trans. Comput. Educ.* (New York, NY, USA) 15, numero 2 (huhtikuu): 9:1–9:22. ISSN: 1946-6226. doi:10.1145/2716313.

Kong, Siu-Cheung, Ming Ming Chiu ja Ming Lai. 2018. "A study of primary school students' interest, collaboration attitude, and programming empowerment in computational thinking education". *Computers Education* 127:178–189. ISSN: 0360-1315. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.026>.

Lavonen, Jari, ja Tiina Korhonen. 2017. "Towards Twenty-First Century Education: Success Factors, Challenges, and the Renewal of Finnish Education". Teoksessa *Educating for the 21st Century: Perspectives, Policies and Practices from Around the World*, toimittanut Suzanne Choo, Deb Sawch, Alison Villanueva ja Ruth Vinz, 243–264. Singapore: Springer Singapore. ISBN: 978-981-10-1673-8. doi:10.1007/978-981-10-1673-8\_13.

Lonka, Kirsti, Juho Makkonen, Minna Berg, Markus Talvio, Erika Maksniemi, Milla Kruskopf, Heidi Lammassaari, Lauri Hietajärvi ja Suvi Krista Westling. 2018. *Phenomenal Learning from Finland* [kielellä English]. Kirsti Lonka is the lead author of this book. Finland: Edita, kesäkuu. ISBN: 978-951-37-7308-3.

Niemelä, P. 2018. "From Legos and Logos to Lambda: A Hypothetical Learning Trajectory for Computational Thinking".



Nouri, Jalal, Lechen Zhang, Linda Mannila ja Eva Norén. 2020. "Development of computational thinking, digital competence and 21st century skills when learning programming in K-9". *Education Inquiry* 11 (1): 1–17. doi:10.1080/20004508.2019.1627844. eprint: <https://doi.org/10.1080/20004508.2019.1627844>. <https://doi.org/10.1080/20004508.2019.1627844>.

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

Rolandsson, Lennart, ja Inga-Britt Skogh. 2014. "Programming in School: Look Back to Move Forward". *Trans. Comput. Educ.* (New York, NY, USA) 14, numero 2 (kesäkuu): 12:1–12:25. ISSN: 1946-6226. doi:10.1145/2602487.

Sáez-López, José-Manuel, Marcos Román-González ja Esteban Vázquez-Cano. 2016. "Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using "Scratch" in five schools". *Computers Education* 97:129–141. ISSN: 0360-1315. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.003>.

Salminen, Ari. 2011. *Mikä kirjallisuuskatsaus? : johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin*. Vaasan yliopiston julkaisuja. Vaasa: Vaasan yliopisto. [http://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](http://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf).

Zhang, LeChen, ja Jalal Nouri. 2019. "A systematic review of learning computational thinking through Scratch in K-9". *Computers Education* 141:103607. ISSN: 0360-1315. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103607>.