

**Rosa-Maria Hautala**

# **Robotit opetuksessa**

Tietotekniikan kandidaatintutkielma

19. toukokuuta 2021

Jyväskylän yliopisto

Informaatioteknologian tiedekunta

**Tekijä:** Rosa-Maria Hautala

**Yhteystiedot:** rosa-maria.han.hautala@student.jyu.fi

**Ohjaaja:** Leevi Annala

**Työn nimi:** Robotit opetuksessa

**Title in English:** Robots in education

**Työ:** Kandidaatintutkielma

**Opintosuunta:** Koulutusteknologia

**Sivumäärä:** 24+0

**Tiivistelmä:** Tässä tutkielmassa selvitetään kirjallisuuskatsauksen avulla kuinka robotteja voidaan hyödyntää opetuksessa, onko opettaja korvattavissa robotilla ja ovatko robotit opetuskäytössä olleet tehokkaita. Opetuksessa robotteja voidaan hyödyntää joko työkaluna, tai robotti voi olla oppilaan kanssa sosiaalisesti interaktiivinen. Aineiston mukaan suosituin robottisarja opetuskäytössä on Lego Mindstorms. Opettajaa robotti ei tule korvaamaan vielä hetkeen, koska tekniikka ei ole niin kehittynyttä, jotta se olisi mahdollista. Robottien tehokkuudesta opetuskäytössä ei ole varmuutta, vaikka tutkimusten tulokset vaikuttavat lupaavilta.

**Avainsanat:** robotit, robotiikka, koulutus, opetus

**Abstract:** In this literature review it is researched whether is it possible to utilize robots in education, or can robots replace teachers someday, and how efficient are the robots that have been already used in this purpose. In education, robots can be used as a tool for learning or as an socially interactive support for the student. According to materials, Lego Mindstorms is the most used robot kit used in education. Current technology being what it currently is, robots aren't going to replace teachers in a while. Even though results from studies about educational robots are promising, the efficiency of these robots is yet to be ensured.

**Keywords:** robots, robotics, education, teaching

## **Kuviot**

Kuvio 1. George Devol ja Unimate .....	3
Kuvio 2. Kolmen opettajan käsitys robotista. ....	15
Kuvio 3. 19 lapsen käsitys robotista (Ryhmä 2).....	16

## **Taulukot**

Taulukko 1. Opettajien kehitys 2000-luvun taidoissa tutkimuksen aikana (Korhonen, Salo ja Sormunen 2019) .....	11
Taulukko 2. Oppilaiden kehitys 2000-luvun taidoissa tutkimuksen aikana (Korhonen, Salo ja Sormunen 2019) .....	12
Taulukko 3. Robottien hyväksynnän tutkinta kokeen jälkeen .....	14

# Sisällys

1	JOHDANTO .....	1
2	ROBOTIIKKA JA ROBOTIT .....	2
	2.1 Robotiikka .....	2
	2.2 Robotit .....	3
3	ROBOTTIEN HYÖDYNTÄMINEN OPETUKSESSA.....	5
	3.1 Elektroniset robottisarjat .....	5
	3.2 Mekaaniset robottisarjat.....	6
	3.3 Humanoidirobotit.....	6
4	ONKO OPETTAJA KORVATTAVISSA SOSIAALISELLA ROBOTILLA? .....	8
5	ROBOTTIEN TEHOKKUUS OPETUKSESSA .....	10
	5.1 Tapaus Micro:bit ohjelmoinnin alkeiden opetuksessa .....	10
	5.1.1 Koejärjestelyt .....	10
	5.1.2 Tulokset .....	11
	5.2 Tapaus LEGO Mindstorms ohjelmoinnin opetuksessa .....	12
	5.2.1 Koejärjestelyt .....	12
	5.2.2 Tulokset .....	13
	5.3 Tapaus Nao laskutaidon opetuksessa .....	13
	5.3.1 Koejärjestelyt .....	13
	5.3.2 Tulokset .....	14
6	YHTEENVETO.....	17
	LÄHTEET .....	18

# 1 Johdanto

Tässä tutkielmassa kartoitetaan kirjallisuuskatsauksen avulla kuinka robotteja voidaan hyödyntää opetuksessa, ovatko robotit uhaksi opettajan ammatille ja ovatko robotit opetuskäytössä olleet tehokkaita. Robotit ovat raivanneet tietä teollisuuden ja tuotannon aloilla jo 1960-luvun alusta lähtien. Teollisuusrobotteja kehitettiin korvaamaan ihminen tehtailta vaarallisista ja ihmiselle haitallisista tehtävistä. Myöhemmin robotteja täytyi kehittää muun tyyppisiin tuotantoprosesseihin, joihin vaadittiin enemmän joustavuutta ja älykkyyttä. Nykyään robotteja on moniin eri tarkoituksiin ja niiden soveltaminen uusille aloille on jatkuvassa kehityksessä. (Garcia ym. 2007)

Opetuskäyttöön tarkoitetut robotit saivat alkunsa 1984 tutkija Seymour Papertin puheista. Papert kehitti idean, että opiskelijat käyttäisivät tietokoneita apuna matemaattisten ja fyysikaalisten aineiden oppimisessa (Daniela ja Lytras 2019). Tänä päivänä robotteja voidaan hyödyntää monien eri oppiaineiden opetuksessa, jossa robotti voi ottaa ohjaajan, työkalun tai vertaisen roolin (Mubin ym. 2013). Luvussa 3 tutustutaan lisää tapoihin käyttää robotteja opetuskäytössä.

Robotit voivat ottaa jo ohjaajan roolin opetuksessa, näin ollen ei olisi ihme jos tulevaisuudessa ihmisopettajan tilalla opettaisi robotti. Opettajan ammatti kuuluu McKinseyn selvityksen (2013) mukaan niin kutsuttuihin tietotyöntekijöihin, eli niihin työntekijöihin, joiden ajatellaan olevan korkeamman koulutuksen ”tuotteita”. Näiden ammattien korvaamiseen tarvittaisiin kehittyneempää robotiikkaa, jota ei toistaiseksi ole. Selvityksessä kuitenkin arvioidaan tapahtuvan massiivista automatisointia näissä ammateissa vuoteen 2025 mennessä. (Campa ym. 2017). Vaikka arvio on suhteellisen vanha, se sai kiinnostumaan aiheesta, ovatko opettajat lähitulevaisuudessa korvattavissa roboteilla. Tätä aihetta käsitellään luvussa 4.

## 2 Robotiikka ja robotit

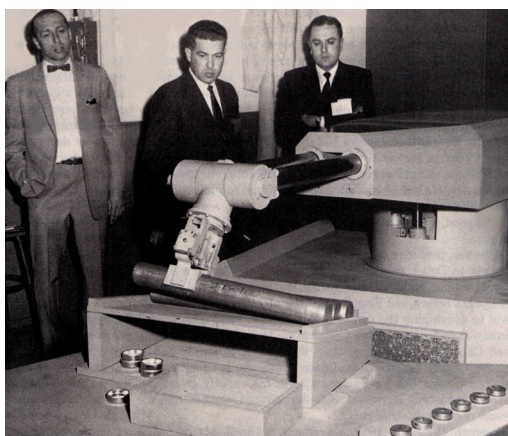
Robotiikka ja robotit ovat osa arkipäiväämme. Nykyisin ei ole suunnaton ihme, että taloa imuroi ihmisen sijasta robotti-imuri tai autoa ei tarvitse ohjata täysin itse. Aihe puhututtaa, sillä esimerkiksi tulevaisuudessa logistiikan ala tulee muuttumaan radikaalisti ja tämä aiheuttaa pelkoa työllisyydestä. Asialla on kuitenkin toinen käänköpuoli ja viime vuosikymmenen aikana robotiikkateollisuus on luonut miljoonia uusia työpaikkoja kulutuselektronikassa ja sähköajoneuvoteollisuudessa (Pagliarini ja Lund 2017). Tässä kappaleessa käydään läpi yleiskatsaus robotiikkaan ja robotteihin, kun taas kappaleessa 4 käsitellään sitä, onko opettaja korvattavissa sosiaalisella robotilla.

### 2.1 Robotiikka

Robotiikan historia juontaa juurensa tieteiskirjallisuudesta. Robotiikka-sanaa käytettiin ensimmäisen kerran 1942, Isaac Asimovin kirjassa ”Runaround”. Asimov viittaa robotiikalla teknologiaan, joka käsittelee robottien suunnittelua, rakentamista ja toimintaa. Asimov oli yksi tieteisfiktio kirjoittajista, jolla oli suuri vaikutus robotiikan historiaan. Hän kirjoitti kokonaisen sarjan lyhyitä, robotti-aiheisia tarinoita. (ks. Kurfess 2018, luku 1.1.5)

Nykyiset määritelmät robotiikasta eivät juurikaan eroa Asimovin määritelmästä. ISO (the International Organization for Standardization) määrittelee robotiikan olevan tiedettä ja oppia, jossa robotteja suunnitellaan, valmistetaan ja otetaan käyttöön (ISO 2012). Niku (2020) taas kuvailee robotiikkaa hieman moninaisemmin. Hän esittää sen olevan taidetta, tietopohja, ja robottien suunnittelun, toteuttamisen ja käytön osaaminen ihmisten pyrkimyksissä. Lisäksi Niku tarkentaa, etteivät robottijärjestelmät koostu vain roboteista. Robottijärjestelmään voi myös kuulua muut laitteet ja järjestelmät, joita käytetään yhdessä robottien kanssa (ks. Niku 2020, luku 1.4).

Siirtyminen tieteiskirjallisuudesta todellisuuteen tapahtui vuonna 1958, jolloin General Motors esitteli autojen tuotannossa avustavan Unimate-teollisuusrobotin (Hockstein ym. 2007). Unimate sai alkunsa yhdysvaltalaisen tiedemies George Devolin patenttihakemuksesta ”ohjelmoitavaan artikkelisiirtoon”. Devol perusti avaruusinsinööri Joseph Engelbergerin kanssa



Kuvio 1. George Devol ja Unimate (Malone, Bob 2011)

yrittäjän nimeltä Unimaton, joka valmisti ensimmäisen Unimaten (Gasparetto ja Scalera 2019). Unimate otettiin käyttöön kokoonpanolinjalla ensimmäisen kerran vuonna 1961, jolloin robotiikan soveltaminen teollisuuteen alkoi kasvaa räjähdysmäisesti (Hockstein ym. 2007).

Niemelän (2017) mukaan robotiikka on kehittynyt runsaasti viime vuosikymmenien aikana yksinkertaisista teollisuusroboteista itsenäisiin ja älykkäisiin, vuorovaikutukseen kykeneviin robotteihin. Tämä mahdollistaa sen, että robotteihin voi nykyään törmätä teollisuuslaitoksen sijaan arkipäiväisessä ympäristössä, kuten ostoskeskuksissa. (Alho 2018)

## 2.2 Robotit

Moni 90-luvun alkupuoliskolla syntynyt lapsi luultavasti tietää sydämiä sulattavan elokuvan Rautajätti (The Iron Giant) tai vähän myöhemmin syntyneet vaikkapa WALL-E:n. Vaikka sanana ja konseptina robotti on meille tuttu, osaako monikaan silti määritellä robottia?

Robotin määrittely yleisesti hyväksyttävällä tavalla on hankalaa, sillä teknologia kehittyy nopeasti. Kuitenkin Robotiikan kansainvälinen toimialajärjestö IFR (International Federation of Robotics) on määritellyt robotin olevan ohjelmoitava laite, joka kykenee liikkumaan ja suorittamaan tehtäviä ympäristössään. (ks. Savela, Turja ja Oksanen 2019)

Robotti-sana tuli yleiseen tietoisuuteen Prahassa, tammikuussa 1921, Karel Capeksin näytelmässä R.U.R (Rossum's Universal Robots). Näytelmässä keksijä nimeltä Rossum, on luonut

työntekijöitä korvaavan rodun, joita kutsutaan roboteiksi. Termi on johdettu Tšekkiläisestä sanasta ”robota” (suom. robotti) (ks. Murphy 2019, luku 1.2). Toisin kuin nyky maailman käsitys mekaanisesta robotista, näytelmässä robotit olivat tehty biologisista osista, eli ne olivat orgaanisia.

Vaikka robotti sanana keksittiin 1921, ensimmäiset esiintymät roboteista käytännössä tulivat vasta myöhemmin. Siciliano ja Khatib (2016) mukaan noin 1900-luvun puolivälissä alkoivat tutkimukset ihmisen älykkyyden ja koneiden välisestä yhteydestä, joka merkitsi hedelmällisen tutkimuksen aikakauden alkua tekoälyn alalla. Niihin aikoihin myös toteutettiin ensimmäiset robotit (ks. Siciliano ja Khatib 2016, luku 1.1).

Alho ym. (2018) jakavat artikkelissaan robotit IFR:n mukaan teollisuus- ja palvelurobotteihin. Teollisuusrobotit luokitellaan niiden mekaanisen rakenteen perusteella, kun taas palvelurobotit taas luokitellaan niiden käyttötarkoituksen mukaan. Palvelurobotit voidaan lisäksi jakaa yksityiskäyttöisiin ja ammattikäyttöisiin robotteihin. Yksityiskäyttöisten robottien alla on muun muassa kotitaloudessa käytettävät robotit, kuten robotti-imuri. Ammattikäyttöisten robottien alaluokkia on yhteensä 15, joihin kuuluu esimerkiksi lääketieteellinen robotiikka. Alho ym. (2018) kuvailevat tämän tavan olevan vakiintunut käytäntö, mutta ei kuitenkaan ihanteellisin, ja joissain tapauksissa robotteja luokitellaankin eri tavalla. (Alho ym. 2018)



### **3 Robottien hyödyntäminen opetuksessa**

Saerbeck ym. (2010) mukaan suurin osa opetuksessa käytettävistä roboteista ovat tarkoitettu siihen, että oppilaat oppivat itse roboteista - esimerkiksi sensoreista, toimilaitteista ja kuinka ohjelmoida robotti. Harvemmin Suomessakaan kuulee puhuttavan esimerkiksi sosiaalisista roboteista opetuskäytössä. Kuitenkin teknisen työn tunnilla tehtävät elektroniikkatyöt vaikuttavat olevan suhteellisen yleisiä.

On olemassa lukuisia robotteja ja robottisarjoja opetuskäyttöön. Jotta robottien tutkiminen opetuskäytössä olisi helpompaa, Mubin ym. (2013) jakavat artikkelissaan opetuskäyttöön tarkoitetut robotit karkeasti kolmeen päätyyppiin: elektroniset robottisarjat, mekaaniset robottisarjat ja humanoidirobotit. Seuraavaksi käydään läpi tämän luokittelun avulla näitä kolmea päätyyppiä.

#### **3.1 Elektroniset robottisarjat**

Mubin ym. (2013) mukaan elektroniset robottisarjat tarjoavat vaihtoehdon opettaa robotiikasta ja sen lisäksi elektroniikasta. Näihin kuuluvat muun muassa Arduino, Parallax ja Boe-Bot. Nämä sarjat ovat täysin ohjelmoitavia. Oppilaat voivat myös rakentaa näistä robotteja ja ladata komentosarjoja niihin. (ks. Mubin ym. 2013)

Tässä osiossa keskitytään erityisesti Arduinoon, joka on Suomessakin opetuskäytössä paikoitellen. Myös LUMA SUOMI -ohjelman (Valtakunnallinen luonnontieteiden ja matematiikan esi- ja perusopetuksen kehittämisohjelma) yksi hankkeista 2014-2019 oli "Ohjelmointia Arduinolla". Vaikka nimi viittaa ohjelmointiin, hankkeen kuvauksessa luetellaan oppiaineina myös taideaineet, joihin Arduino soveltuisi.

Arduino on avoimen lähdekoodin elektroniikan prototyyppialusta, joka perustuu joustavaan, helppokäyttöiseen laitteistoon ja ohjelmistoon (Balogh 2010). Arduino-tuotteet perustuvat 8-bittisiin ATmega-mikrokontrollereihin (El-Abd 2017). Arduinon hyöty opetuskäytössä helppokäyttöisyyden lisäksi, on sen alhainen hinta.

## 3.2 Mekaaniset robottisarjat

Jos robottisarjoissa on enemmän mekaanista vapautta ja joustavuutta robotin suunnittelussa kuin elektronisissa robottisarjoissa, lasketaan se mekaaniseksi robottisarjaksi. Tähän ryhmään kuuluu mukaan esimerkiksi LEGO Mindstorms-sarja. (Mubin ym. 2013) Lego-sarjat ovatkin aineistojen mukaan yleisin peruskouluopetuksessa käytetty robottialusta (Pachidis ym. 2018).

Lego Mindstorms on rakennussarja, joka sisältää ohjelmoitavan ohjausyksikön, jolla voi rakentaa useita robotteja ja lisäksi rakennuspalikoita. Rakennussarjoja on erilaisia ja erityisesti Ev3 on suunniteltu opetuskäyttöön. (Afari ja Khine 2017)

Hirumin (2008) mukaan pelit ovat tehokkaita välineitä oppimiseen, koska pelit luovat henkilökohtaista motivaatiota ja tyydytystä. Serrano-Camara (2014) kuvailee Lego Mindstormsin motivoivan oppijoita, sillä siinä on pelille luontaiset ominaisuudet. Motivaatio on osa Richard M. Ryanin ja Edward L. Decin itseohjautuvuusteoriaa. Teoriassa on kyse siitä, että tehdään jotain, koska se on miellyttävää tai kiinnostavaa - niinpä Lego Mindstorms sopii ominaisuuksiltaan opetukseen hyvin. Jos tällainen motivaatio saadaan aikaiseksi, muodostuu korkealaatuista oppimista ja luovuutta. (Chetty 2015)

## 3.3 Humanoidirobotit

Humanoidirobotit eroavat elektronisista ja mekaanisista sarjoista sillä, että ne ovat täysin ruumiillistettuja robotteja. Niitä käytetään sekä virallisessa että epävirallisessa koulutuksessa. Näitä ovat esimerkiksi Nao-humanoidirobotti tai eläimeksi ruumiillistettu Pleo the dinosaur-humanoidirobotti (Mubin ym. 2013). Vaikka voisi kuvitella, että opetuksessa hyödynnettävä humanoidirobotti olisi aina sosiaalinen, Mubin ym. (2013) ottavat artikkelissaan esille sen, että humanoidia voidaan käyttää myös esimerkiksi demonstroimaan tiettyä liikerataa ilman sosiaalista vuorovaikutusta.

Opetukseen tarkoitettuja sosiaalisia robotteja on monenlaisia ja niillä on erilaisia rooleja. Tyypillisesti roboteilla on opettajan tai ohjaajan rooli, mutta robotit voivat myös tukea oppilaan oppimista niin sanotusti vertaisena. Silloin robotit voivat tukea taitojen vahvistamista ja

hallintaa toimimalla aloittelijana, kun taas opettajana tai ohjaajana toimivat robotit tarjoavat suoraa ohjausta vinkkien, oppaiden ja ohjauksen kautta. (Belpaeme ym. 2018)

Sosiaaliset robotit voivat olla myös täysin virtuaalisia, mutta ihmishahmoisilla roboteilla on kolme etua verrattuna näihin. Ensinnäkin, niitä voidaan käyttää tilanteissa, jotka edellyttävät sitoutumista fyysiseen maailmaan. Toiseksi, käyttäjät osoittavat enemmän sosiaalista käyttäytymistä, joka on hyödyllistä oppimiselle, kun ollaan tekemisissä fyysisesti ruumiillistetun järjestelmän kanssa. Kolmanneksi, verrattuna virtuaalisiin toimijoihin, fyysisesti ruumiillistetut järjestelmät osoittavat käyttäjän oppivan paremmin. (Belpaeme ym. 2018)

## 4 Onko opettaja korvattavissa sosiaalisella robotilla?

Työntekijän korvaaminen robotilla on arkipäivää. Esimerkiksi ruokakaupan jonoa voi vauhdittaa jopa useita itsepalvelukassoja, jossa asiakas kommunikoi koneen kanssa tehdessään ostokset. Kuitenkaan koneet eivät toistaiseksi pysty toimimaan täysin itsenäisesti, vaan tarvitaan yksi työntekijä katsomaan ettei kukaan lähde maksamatta ulos tai vaikka osta alkoholia alaikäisenä, koska kone ei osaa tarkistaa henkilöllisyystodistusta. Kun puhutaan opettajien korvaamisesta roboteilla, ei voida kuitenkaan vetää mutkia aivan niin suoraksi kuin suhteellisen rutiininomaisen asiakaspalvelun kohdalla.

Serholt ym. (2017) toteavat tekstissään Nordkvellen ja Olsonin (2005) väittävän teknisesti determinististen kannattajien esittäneen vision automatisoidusta koulunkäynnistä, jossa koneet opettavat oppilaita opettajien sijasta. Kuitenkin, Benedikt Frey ja Osborne (2013) tuovat esille sen, että opettajia tuskin korvataan koneilla vaikka heidän mielestään 47 prosenttia nykyisistä työpaikoista Yhdysvalloissa ovat alttiita tietokoneistukselle. Serholt ym. (2017) mukailevat Benedikt Freyn ja Osbornen ajatusta lainaten Heersmink ym. (2014) väitettä siitä, kuinka roboteissa ei tule vuosikymmeniin olemaan inhimillisiä kykyjä, kuten luovuutta, empatiaa ja ymmärrystä.

Sharkey (2016) mukaan täysin opettajaa korvaavaa robottia ei pitäisi nähdä tavoitteena, johon kannattaisi pyrkiä. Sharkey toteaa artikkelissaan, että robottiopettajat eivät näytä tarjoavan mitään ylimääräisiä koulutusetuja verrattuna ihmisopettajaan. Tähän on monia syitä; Sharkeyn mukaan robotit eivät todennäköisesti pystyisi pitämään luokkaa hallinnassa, joka on täynnä lapsia, mikäli ihmisopettaja ei olisi paikalla. Robotit voidaan ohjelmoida toimittamaan koulutusmateriaalia, mutta ongelmaksi saattaa muodostua lasten rutinoituminen robottiin, kun robotin uutuudenviehätys alkaa laantua (Sharkey 2016). Robottia ei välttämättä koeta kiinnostavana uutena opettajana, vaan jolloin keskittyminen opetettavaan aineeseen heikentyy. Sharkeyn mukaan roboteista ei voisi tulla hyviä opettajia, sillä hyvän opettajan tulisi pystyä tunnistamaan lapsen lähikehityksen vyöhyke, eli se etäisyys sen välillä, mitä oppija pystyy tekemään yksin ja mitä ohjauksen avulla (Pelissier 1991; Sharkey 2016). Robotit teoriassa voivat opettaa tietyt asiat, mutta niiden avulla tiedon sovellutuksen ja käytännön asioiden kautta opettaminen on haastavaa. Robotti ei ymmärrä asioiden opettelua arkielämän

kannalta, johon ihmisopettaja voi lapsia valmistella. Jotta oppiminen lapsille olisi mielekästä ja tehokasta, he tarvitsevat opettajahahmon, joka on helposti lähestyttävä (Sharkey 2016).

## **5 Robottien tehokkuus opetuksessa**

Tässä kappaleessa käydään läpi kolmen erityyppisen opetusrobotin tutkimusta. Tutkimuksista selvitetään tulokset ja sen lisäksi kuinka ne on toteutettu. Näin saadaan tietoa siitä, mitä asioita kokeessa on mitattu ja kuinka hyvin ne ovat toteutuneet.

### **5.1 Tapaus Micro:bit ohjelmoinnin alkeiden opetuksessa**

#### **5.1.1 Koejärjestelyt**

Korhonen, Salo ja Sormunen (2019) tutkivat, kuinka hyvin Micro:bit-laite tukee oppilaiden ja opettajien 2000-luvun taitoja. Kokeeseen valittiin 50 koulua, joista jokaisesta kaksi opettajaa. Opettajat koulutettiin Micro:bitin käyttöön kahdessa päivässä. Ensimmäisenä päivänä he opettelivat ohjelmoinnin perusteita ja niiden soveltamista Micro:bitiin. Toisena päivänä he kokeilivat laitteita oppilaan näkökulmasta. Jokainen opettaja sai 10 Micro:bit-laitetta, tarkoituksena oppilaiden työskentely luokassa pareittain. Kokeeseen osallistui suurimmaksi osaksi peruskoululaisia, mutta niiden lisäksi myös esikoululaisia ja toisen asteen opiskelijoita. (Korhonen, Salo ja Sormunen 2019)

Opettajat ja oppilaat vastasivat testijakson jälkeen kyselyyn, joka pohjautuu Trillingin ja Fadelin (2009) 2000-luvun taitoihin. Opettajien näkökulmaan sisältyi opetuksen kehittäminen, ongelmanratkaisu, refleктоiminen, yhdessä työskentely, kollegoiden tukeminen ja uusien työkalujen käyttö. Kun taas oppilaiden näkökulmaan sisältyi uusien ideoiden esittäminen, ongelmanratkaisu, kysymysten kysyminen, yhdessä työskentely, rakentaminen, toisten auttaminen, päätösten teko ja innovointi. Osallistujat arvioivat näitä asioita kahdelta kannalta: kokivatko he, että pääsivät projektin aikana käyttämään tiettyä taitoa, ja kokivatko he sen tärkeäksi. Lisäksi kyselyissä oli kysymyksiä liittyen osallistujien kokemuksiin ohjelmoinnista ja Micro:bitistä. (Korhonen, Salo ja Sormunen 2019)

<b>Taidon näkökulma</b>	<b>Mahdollisuus toteuttaa</b>	<b>Tärkeys</b>
Kehitin opetustani ja metodejani (Ajattelutavat)	93.65%	92.06%
Ratkaisin haasteita, jotka liittyivät uuteen opetustilaisuuteen tai -työkaluun (Työtavat)	92.06%	93.65%
Olen tehnyt yhteistyötä muiden opettajien kanssa (Työtavat)	77.78%	87.30%
Käytin uusia työkaluja ja materiaaleja (Työkalut)	66.67%	84.13%
Tuin muita opettajia heidän työssään (Työympäristö)	73.02%	88.89%
Heijastin tekojani aiemmin tekemäni suhteen (Työskentelyyn tarvittava asenne)	85.71%	87.30%

Taulukko 1. Opettajien kehitys 2000-luvun taidoissa tutkimuksen aikana (Korhonen, Salo ja Sormunen 2019)

### 5.1.2 Tulokset

Opettajista valtaosa koki jakson aikana päässeensä oppimaan 2000-luvun taitoja, etenkin opetuksen kehityksen ja ongelmanratkaisun osalta. Lisäkysymyksissä raportoitiin myös positiivisia tuloksia: opettajien ohjelmointitaidot kehittyivät, he suosittelisivat Micro:bitiä ohjelmoinnin opetukseen ja he aikovat jatkaa Micro:bitin käyttöä. Oppilaat taas kokivat päässeensä käyttämään taitoja, mutta harvempi koki niiden olevan tärkeitä. Lisäkysymyksissä oppilaat pitivät Micro:bitin käyttöä helppona ja hauskana. Lisäksi he raportoivat ohjelmoinnin olevan kiinnostavaa, eivätkä koe sitä liian jännittävänä. (Korhonen, Salo ja Sormunen 2019)

<b>Taidon näkökulma</b>	<b>Mahdollisuus toteuttaa</b>	<b>Tärkeys</b>
Kysymysten kysyminen (Ajattelutavat)	89.20%	57.04%
Päätösten tekeminen (Ajattelutavat)	78.95%	54.77%
Toisten kanssa työskentely (Työtavat)	93.29%	75.73%
Ideoiden esittäminen (Työtavat)	79.36%	46.52%
Rakentaminen / valmistus / näpertely (Työkalut)	70.18%	51.72%
Muiden auttaminen (Työympäristö)	79.93%	62.13%
Uusien innovaatioiden tekeminen (Työskentelyyn tarvittava asenne)	59.54%	41.44%
Ongelmanratkaisu (Työskentelyyn tarvittava asenne)	81.82%	54.11%

Taulukko 2. Oppilaiden kehitys 2000-luvun taidoissa tutkimuksen aikana (Korhonen, Salo ja Sormunen 2019)

## **5.2 Tapaus LEGO Mindstorms ohjelmoinnin opetuksessa**

### **5.2.1 Koejärjestelyt**

Atmatzidou, Markelis ja Demetriadis (2008) tutkivat LEGO Mindstormsin käytön tehokkuutta ohjelmoinnin perusteiden opettelussa. Kokeessa kohderyhmänä olivat alakoululaiset ja toisen asteen opiskelijat. Kokeen lähestymistapa perustui yhteistyöhön, viihdyttäviin ominaisuuksiin ja opiskelijaryhmien väliseen kilpaluun. Tutkimuksessa erityisesti tutkittiin missä määrin LEGO Mindstorms voi vahvistaa opiskelijoiden kiinnostusta ohjelmointitoimintaan luovalla ja mielekkäällä tavalla. Tutkimuksen tavoitteena oli lisäksi auttaa lapsia hyödyntämään LEGO Mindstormsien avulla opittuja ohjelmointitaitoja myös perinteisissä ohjelmointiympäristöissä. (Atmatzidou, Markelis ja Demetriadis 2008)

Koe koostui kahdesta vaiheesta: kuuden oppitunnin mittaisesta harjoitteluvaiheesta ja haastevaiheesta. Harjoitteluvaiheessa oppilaat tutustuivat LEGO Mindstormsien käyttöön ja harjoittelivat ryhmässä työskentelyä. Haastevaiheessa jokaisen ryhmän robotin tuli suorittaa on-



nistuneesti tietty aktiviteetti ja voittajajoukkueeksi valikoituu se, jonka robotti suorittaa sen parhaalla mahdollisella tavalla. (Atmatzidou, Markelis ja Demetriadis 2008)

### **5.2.2 Tulokset**

LEGO Mindstorms -roboteilla oli positiivisia vaikutuksia lapsien ongelmanratkaisutaitojen kehittämiseen. Lapset ymmärsivät helpommin ohjelmoinnin käsitteitä verrattuna tavallisiin ohjelmoinnin kursseihin. Kokeen kilpailuhenkinen menettelytapa motivoi lapsia jatkamaan vaikeuksista huolimatta ja uusia komentoja opittuaan lapset käyttivät niitä välittömästi päihittääkseen vastustajansa. Robottien avulla oppilaat saivat välitöntä palautetta, mikä auttoi heitä ymmärtämään seuraukset teorian ja käytännön välillä. (Atmatzidou, Markelis ja Demetriadis 2008)

## **5.3 Tapaus Nao laskutaidon opetuksessa**

### **5.3.1 Koejärjestelyt**

Vrochidou ym. (2018) tutkivat sosiaalisen Nao-robotin vaikutusta laskutaidon opettamisessa ja oppimisessa. Tutkimus toteutettiin niin, että NAO toimii avustajana opetuksessa erityisesti suunnitellulle kurssille, joka sopii peruskouluikäisille. Tutkimukseen osallistui 38 oppilasta, jotka olivat iältään 10-11-vuotiaita. Oppilaat jaettiin kahteen ryhmään: toinen ryhmistä suorittaa kokeen ilman robottia opettajan kanssa (Ryhmä 1), kun taas toinen ryhmä suorittaa kokeen robotin ja opettajan kanssa (Ryhmä 2). Tutkimuksessa Nao-robotti toimii niin, että sillä on riittävä autonomia aktiivisesti ohjata, tukea ja johdatella oppimista. (Vrochidou ym. 2018)

Koejärjestely ryhmien välillä oli muuten identtinen ympäristöä myöten, mutta toisessa ryhmässä opettajan sijasta vihjeitä tehtäviin antoi Nao. Toisessa ryhmässä (ryhmä 1) Nao siirrettiin pöydältä piiloon. Kokeen tavoite oli arvioida tapahtumasarjaa kahdesta näkökulmasta: kuinka lapset ja opettajat kokivat robotin vuorovaikutuksen laadun, arvostuksen ja vastaanottamisen kannalta, ja kuinka hyvin matemaattiset käsitteet ja laskutaidot kehittyivät kurssin aikana. (Vrochidou ym. 2018)

Oppilaat, jotka olivat vuorovaikutuksessa robotin kanssa, vastasivat kokeen jälkeen lisäkyse-  
lyyn. Kyselyn tarkoituksena oli kartoittaa heidän käsitystään roboteista, jotta voidaan tutkia  
sosiaalisen arvostuksen astetta, vuorovaikutuksen laatua ja kuinka he ottavat robotin vas-  
taan (Vrochidou ym. 2018). Myös opettajilla teetettiin vastaavanlainen kysely. Kysymysten  
yhteenveto löytyy taulukosta 3.

Kysymykset <sup>a</sup>	
Oppilaille	Opettajille
1. Pidätkö matematiikasta?	1. Tunnetko itsesi itsevarmaksi käyttäessäsi opetusrobotia avustajana luokkahuoneessasi?
2. Piditkö oppimisaktiviteetista?	2. Tunsitko olosi mukavaksi robotin lähellä?
3. Tekikö robotin läsnäolo sinut hermostuneeksi?	3. Häiritsikö robotin läsnäolo oppilaita?
4. Piditkö robotia ystävällisenä?	4. Voisivatko robotit tukea matemaattisen ajattelun ja ongelmanratkaisun opetusta?
5. Auttoiko roboti sinua ymmärtämään matematiikkaa?	5. Voisivatko robotit tukea luokittelun/riippuvuuden taidon opettamista?
6. Haluaisitko opettavan roboti-avustajan?	6. Voisivatko robotit parantaa arvosanoja?

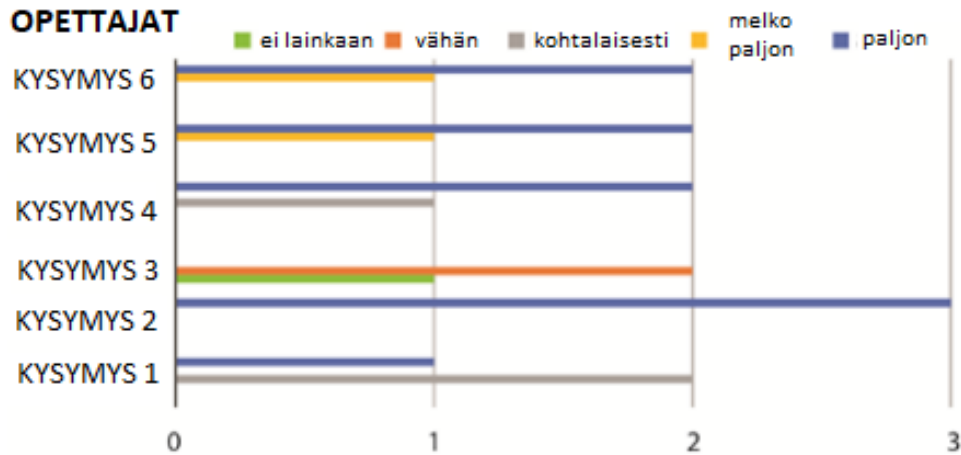
<sup>a</sup> Arvosteluasteikko 1-5 (1 = ei lainkaan, 5 = paljon)

Taulukko 3. Robottien hyväksynnän tutkinta kokeen jälkeen  
(Vrochidou ym. 2018)

### 5.3.2 Tulokset

Opettajien vastaukset löytyvät tiivistetysti kuviosta 1. Kuten siitä voidaan päätellä, suurin osa opettajista ei tuntenut itseään itsevarmaksi käyttäessään robotteja luokassa asianmukaisen koulutuksen puutteen vuoksi. Kuitenkin kaikki opettajat uskoivat roboti-avustajan positiiviseen vaikutukseen arvosanojen ja kognitiivisten taitojen osalta. Lasten vastaukset vastaavasti löytyvät kuviosta 2. Vaikka kaikki lapset eivät pitäneet matematiikasta, he kuitenkin nauttivat tunnista robotin kanssa. Suurin osa lapsista pitivät robotia ystävällisenä eivätkä häiriintyneet siitä. Kaikki lapsista halusivat roboti-avustajan luokkaansa ja suurin osa uskoi robotin auttavan heitä ymmärtämään opetetun kurssin. (Vrochidou ym. 2018)

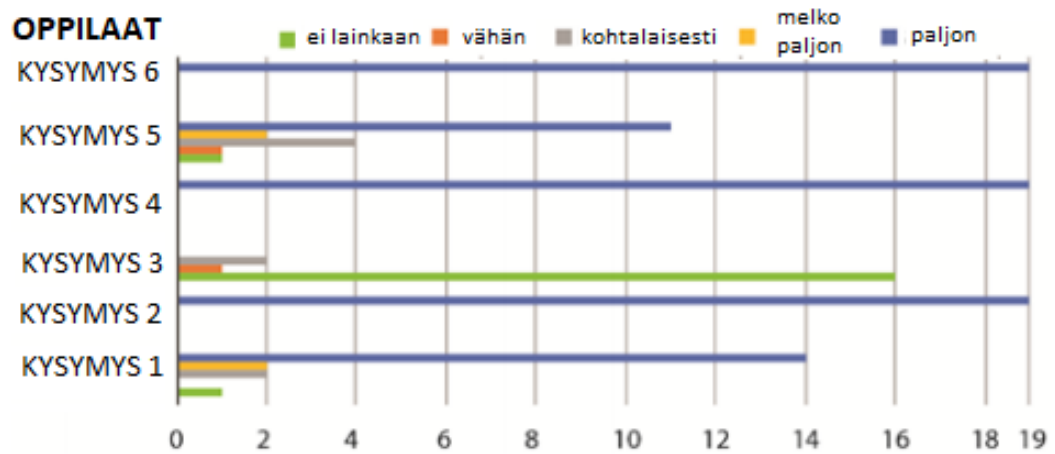
Koska oppilaat joutuivat vastaamaan tehtävien aikana kysymyksiin, jolla kartoitettiin kurssin ymmärtämistä, pystyttiin vertailemaan myös kahden ryhmän oppimista. Ryhmä, joka oli ro-



Kuvio 2. Kolmen opettajan käsitys robotista.  
(Vrochidou ym. 2018)

botin kanssa vuorovaikutuksessa, sai paremmat tulokset kaikissa kysymyksissä. (Vrochidou ym. 2018)

Tulokset siis tutkimuksesta ovat lupaavia, mutta muutama asia täytyy ottaa huomioon. Opetustuokio kesti vain yhden kanssakäymisen, joten jotta saataisiin luotettavampaa tietoa opetuksen tehokkuudesta robotin osalta, täytyisi tehdä pitkäaikaista tutkimusta. Myös vain osa Naon ominaisuuksista ovat suunniteltu tehokasta oppimista varten. Näihin tehokkuutta lisääviin piirteisiin, kuten muun muassa mekanismien kehitys auttaakseen robottia päättämään kuinka jatkaa koulutustoimintaa sen arvioiden perusteella, tarvitaan lisätutkimusta. (Vrochidou ym. 2018)



Kuvio 3. 19 lapsen käsitys robotista (Ryhmä 2).  
(Vrochidou ym. 2018)

## 6 Yhteenveto

Tässä tutkielmassa tutkittiin kuinka robotteja voidaan hyödyntää opetuksessa, ovatko robotit uhaksi opettajan ammatille ja ovatko robotit opetuskäytössä olleet tehokkaita. Robottien käyttötarkoitus opetuksessa voidaan jakaa joko niiden käyttötarkoituksen tai fyysisen ilmentymän mukaan. Tutkielmassa jaottelua ohjasi fyysinen ilmentymä, jossa robotit jaettiin elektronisiin robottisarjoihin, mekaanisiin robottisarjoihin ja humanoidirobotteihin. Opetuksessa hyödynnettävät elektroniset robottisarjat keskittyvät robotiikan lisäksi elektroniikkaosaamiseen. Mekaaniset robottisarjat taas sisältävät enemmän mekaanista vapautta ja joustavuutta robotin suunnittelussa kuin elektroniset robottisarjat. Humanoidit eroavat muista sillä, että ne ovat täysin ruumiillistettuja robotteja.

Robotit ovat korvanneet teollisuudessa työntekijöitä jo jonkin aikaa ja nykyään jopa asiakaspalvelijoita on korvattu roboteilla. Opettajan korvaaminen robotilla ei kuitenkaan ole yhtä suoraviivaista, koska oppilaat tarvitsevat hahmon, joka on helposti lähestyttävä ja pystyy opettamaan asioita arkielämän kannalta. Jotta robotti voisi toimia opettajana, sillä pitäisi olla enemmän inhimillisiä kykyjä, joita robotilla ei luultavasti tule olemaan vielä vuosikymmeniin. Eli siis skenaario robottiopettajasta on mahdollinen, mutta tuskin tulee tapahtumaan lähitulevaisuudessa.

Robottien tehokkuus opetuksessa vaikuttaa esimerkkitutkimusten perusteella lupaavalta. Tutkimuksissa robotin käyttö opetuksessa on yleisesti saanut positiivisen vastaanoton niin oppilailta kuin opettajiltakin. Sen vaikutukset ovat olleet suurimmaksi osaksi myönteisiä, etenkin oppimisen kohdalla. Jotta voitaisiin olla varma etteivät positiiviset vaikutukset johdu esimerkiksi vain uutuudenviehätyksestä, pitäisi tehdä lisää ja pidempiaikaisia tutkimuksia. Robotiikalla on vahva jalansija tulevaisuuden opetuksessa, mutta maksimaalisen hyödyn saavuttamiseen tarvitaan panostusta niin tutkijoilta, kuin opettajiltakin.

## Lähteet

El-Abd, Mohammed. 2017. “A review of embedded systems education in the arduino age: lessons learned and future directions”.

Afari, E, ja MS Khine. 2017. “Robotics as an educational tool: Impact of lego mindstorms”. *International Journal of Information and Education Technology* 7 (6): 437–442.

Alho, kirjoittaja, Toni. 2018. *Humanoidirobotti Pepper : mahdollisuuksia ja haasteita*. Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja / Jyväskylän yliopisto. Business Finland-hanke: Watson Health Cloud. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. [https://www.jyu.fi/it/fi/tutkimus/julkaisut/tekes-raportteja/humanoidirobotti\\_pepper\\_mahdollisuuksia\\_ja\\_haasteita\\_verkkoversio.pdf](https://www.jyu.fi/it/fi/tutkimus/julkaisut/tekes-raportteja/humanoidirobotti_pepper_mahdollisuuksia_ja_haasteita_verkkoversio.pdf).

Alho, Toni, Pasi Hänninen, Pekka Neittaanmäki ja Olli Tammilehto. 2018. “Palvelurobotiikka”. *Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja/Jyväskylän yliopisto*, not. 2018, 50.

Atmatzidou, Soumela, Iraklis Markelis ja Stavros Demetriadis. 2008. “The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning”. Teoksessa *International Conference of Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAN)*, Venice, Italy, 22–30. Citeseer.

Balogh, Richard. 2010. “Educational robotic platform based on arduino”. Teoksessa *Proceedings of the 1st international conference on Robotics in Education, RiE2010. FEI STU, Slovakia*, 119–122. Citeseer.

Belpaeme, Tony, James Kennedy, Aditi Ramachandran, Brian Scassellati ja Fumihide Tanaka. 2018. “Social robots for education: A review”. *Science robotics* 3 (21).

Campa, Riccardo, ym. 2017. “Automation, education, unemployment: a scenario analysis”. *Studia Paedagogica Ignatiana* 20 (1): 23–39.

Chetty, Jacqui. 2015. “Lego© mindstorms: Merely a toy or a powerful pedagogical tool for learning computer programming?” Teoksessa *ACSC*, 111–118.

Daniela, Linda, ja Miltiadis D Lytras. 2019. *Educational robotics for inclusive education*.

- Garcia, Elena, Maria Antonia Jimenez, Pablo Gonzalez De Santos ja Manuel Armada. 2007. “The evolution of robotics research”. *IEEE Robotics & Automation Magazine* 14 (1): 90–103.
- Gasparetto, A, ja L Scalera. 2019. “From the Unimate to the Delta robot: the early decades of Industrial Robotics”. Teoksessa *Explorations in the History and Heritage of Machines and Mechanisms*, 284–295. Springer.
- Hockstein, Neil G, CG Gourin, RA Faust ja David J Terris. 2007. “A history of robots: from science fiction to surgical robotics”. *Journal of robotic surgery* 1 (2): 113–118.
- ISO. 2012. *Robots and robotic devices — Vocabulary*. Standard. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- Korhonen, Tiina, Laura Salo ja Kati Sormunen. 2019. “Making with Micro: bit: Teachers and Students Learning 21st Century Competences through the Innovation Process”. Teoksessa *Proceedings of FabLearn 2019*, 120–123.
- Kurfess, Thomas R. 2018. *Robotics and automation handbook*. CRC press.
- Malone, Bob. 2011. *George Devol: A life Devoted to Invention, and Robots*. Viitattu: 31.3.2021. <https://spectrum.ieee.org/image/1929930>.
- Mubin, Omar, Catherine J Stevens, Suleman Shahid, Abdullah Al Mahmud ja Jian-Jie Dong. 2013. “A review of the applicability of robots in education”. *Journal of Technology in Education and Learning* 1 (209-0015): 13.
- Murphy, Robin R. 2019. *Introduction to AI robotics*. MIT press.
- Niku, Saeed B. 2020. *Introduction to robotics: analysis, control, applications*. John Wiley & Sons.
- Pachidis, T, E Vrochidou, VG Kaburlasos, S Kostova, M Bonković ja V Papić. 2018. “Social robotics in education: State-of-the-art and directions”. Teoksessa *International Conference on Robotics in Alpe-Adria Danube Region*, 689–700. Springer.
- Pagliarini, Luigi, ja Henrik Hautop Lund. 2017. “The future of robotics technology”. *Journal of Robotics, Networking and Artificial Life* 3 (4): 270–273.

- Pelissier, Catherine. 1991. "The anthropology of teaching and learning". *Annual Review of Anthropology* 20 (1): 75–95.
- Saerbeck, Martin, Tom Schut, Christoph Bartneck ja Maddy D Janse. 2010. "Expressive robots in education: varying the degree of social supportive behavior of a robotic tutor". Teoksessa *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, 1613–1622.
- Savela, Nina, Tuuli Turja ja Atte Oksanen. 2019. "Robotit työelämässä". *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus asenteista eri aloilla työskenteleviä robotteja kohtaan (16-28)*. *Yhteiskuntapolitiikka-lehti* 84 (1).
- Serholt, Sofia, Wolmet Barendregt, Asimina Vasalou, Patricia Alves-Oliveira, Aidan Jones, Sofia Petisca ja Ana Paiva. 2017. "The case of classroom robots: teachers' deliberations on the ethical tensions". *Ai & Society* 32 (4): 613–631.
- Sharkey, Amanda JC. 2016. "Should we welcome robot teachers?" *Ethics and Information Technology* 18 (4): 283–297.
- Siciliano, Bruno, ja Oussama Khatib. 2016. *Springer handbook of robotics*. Springer.
- Vrochidou, Eleni, Aouatif Najoua, Chris Lytridis, Michail Salonidis, Vassilios Ferelis ja George A Papakostas. 2018. "Social robot NAO as a self-regulating didactic mediator: A case study of teaching/learning numeracy". Teoksessa *2018 26th international conference on software, telecommunications and computer networks (SoftCOM)*, 1–5. IEEE.