

Jukka Lehtoranta

Miten fyysinen ohjelmointi vaikuttaa oppilaan teknologiaaminäpystyvyyteen; tapaus keksintöprojekti Micro:bitillä

Tietotekniikan pro gradu -tutkielma

4. toukokuuta 2020

Jyväskylän yliopisto

Informaatioteknologian tiedekunta

Tekijä: Jukka Lehtoranta

Yhteystiedot: jukka.lehtoranta@gmail.com

Ohjaaja: Leena Hiltunen

Työn nimi: Miten fyysinen ohjelmointi vaikuttaa oppilaan teknologiaminäpystyvyyteen: tapaus keksintökurssi Micro:bitillä

Title in English: How physical computing effects pupil's technology self-efficacy, case: inventing with Micro:bits

Työ: Pro gradu -tutkielma

Suuntautumisvaihtoehto: Koulutusteknologia

Sivumäärä: 93 + 7

Tiivistelmä: Tutkielman tarkoituksena on selvittää, miten keksintöprojektin toteuttaminen koulussa ja Micro:bit -alustan käyttäminen vaikuttaa oppilaiden teknologiaminäpystyvyyteen. Tutkielmassa selvitetään oppilaiden käsityksiä omasta minäpystyvyydestä teknologian käytön, etenkin ohjelmoinnin ja tietotekniikan taitojen suhteen. Näitä käsityksiä selvitetään sekä jakson alussa, että jakson loputtua ja tutkitaan, onko tekeminen vaikuttanut oppilaiden käsityksiin. Lisäksi haastatellaan jaksoilla mukana olevia opettajia ja selvitetään heidän käsityksiään minäpystyvyydestä ja sen parantamisesta Micro:bit -alustan käytön ja maker-tekemisen avulla. Tutkimuksen teoriaosuus käsittelee Micro:bit -alustaa, siitä tehtyjä tutkimuksia, minäpystyvyyttä ja maker-tekemistä.

Tutkimus on kehittämistutkimus, johon kerättiin aineistoa järjestämällä kolme keksintöprojektia, joissa kaikissa oli aiheena Micro:bit-alusta ja maker-tekeminen. Aineisto kerättiin lomakkeen avulla, havainnoimalla ja haastattelemalla. Tutkimukseen osallistui kolme viidesluokkaa Lappeenrannan kaupungista. Tutkimukseen osallistui 64 oppilasta ja 2 opettajaa.

Tutkimuksen tuloksena on kehitetty keksintöprojektin malli, joka tukee mahdollisimman paljon oppilaiden teknologiaminäpystyvyyden kehittymistä sekä opettaa oppilaille ohjelmoinnillisen ajattelun sekä laaja-alaisen osaamisen taitoja. Malli on suunnattu sellaisille

opettajille ja oppilasryhmille, joilla ei ole ohjelmoinnista paljoa aiempaa kokemusta. Tutkimuksen tuloksina havaittiin, että niiden ryhmien oppilaiden teknologiaminäpystyvyys kehittyi eniten, joilla oli jo laajaa kokemusta ja osaamista laaja-alaisten taitojen käytöstä kouluympäristössä. Tutkimuksen tuloksena havaittiin mahdollinen yhteys laaja-alaisten taitojen osaamisen ja aihepesifin minäpystyvyyden paremman kehittymisen välillä.

Avainsanat: minäpystyvyys, Micro:bit, maker-tekeminen, kehittämistutkimus, ohjelmointi perusopetuksessa

Abstract: The purpose of this thesis is to find out how the implementation of an inventive project at school and the use of a Micro:bit platform will affect students' technology self-efficacy. Study explains students' perceptions of their own ability to use technology, especially programming and information technology skills. These perceptions are explored at the beginning and at the end of the session, and it is examined whether the students' perceptions have been influenced by the activity. In addition, they will interview the teachers involved in the episodes and explore their perceptions of self-mastery and how to improve it through the use of a Micro:bit platform and maker-culture. The theory part of the study deals with the Micro:bit platform, its research, self-efficacy and Maker-making.

The research is a development study that collected data by organizing three inventive projects, all of which dealt with the Micro:bit platform and maker making. The data was collected by means of a questionnaire, observation and interviews. Three fifth-graders from Lappeenranta participated in the study. 64 students and 2 teachers participated in the survey.

As a result of the research, an inventive project model has been developed that supports as much as possible the development of the pupils' technology self-efficacy and teaches students the skills of programming thinking and transversal competencies. The model is aimed at teachers and student groups who do not have previous programming experience. As a result of the study, it was found that the technological abilities of the pupils of the groups, who already had extensive experience and knowledge in the use of transversal competencies in the school environment, developed the most. As a result of the study, a possible link was found between the development of broad-based skills and the subject-specific self-improvement.

Keywords: self-efficacy, technology self-efficacy, maker-movement, design research, Micro:bit, programming in schools

Kuviot

Kuvio 1. Tutkimusprosessin eteneminen.....	11
Kuvio 2. Micro:bittiä havainnollistava kuva	35
Kuvio 3. Ohjelmointiympäristöjä havainnollistava kuva	36
Kuvio 4. Ryhmän 1 keksintöprojektin rakenne	46
Kuvio 5. Ryhmän 1 alku- ja loppukyselyjen tunnusluvut	50
Kuvio 6. Parannettu versio keksintöprojektista	57
Kuvio 7. Ryhmän 2 ja 3 alkukyselyjen tunnusluvut	64
Kuvio 8. Lopullinen versio keksintöprojektista	71

Taulukot

Taulukko 1. Tutkittavien sukupuolen mukaiset lukumäärät.....	17
Taulukko 2. Aineiston analyysisuunnitelma.....	18
Taulukko 3. Tutkimuksen summamuuttujat alkukyselyssä.....	20
Taulukko 4. Tutkimuksen summamuuttujat loppukyselyssä.....	20
Taulukko 4. Ohjelmointikielten vertailua.....	37
Taulukko 5. 8-portainen innovointimalli.....	43
Taulukko 6. Keksintöprojektin tarpeet, vastaukset ja keksintöprojektin osa-alueet.....	44
Taulukko 7. Ryhmä 1 osallistujat.....	47
Taulukko 8. Ryhmän 1 keksintöjen ongelmat ja ratkaisut	48
Taulukko 9. Ryhmän 1 alku- ja loppukyselyjen erot	51
Taulukko 10. Ryhmän 2 osallistujat.....	58

Taulukko 11. Ryhmän 2 ongelmat ja ratkaisut	59
Taulukko 12. Ryhmän 3 ongelmat ja ratkaisut	61
Taulukko 13. Ryhmien 2 ja 3 kyselyjen keskiarvojen muutokset	65
Taulukko 14. Keksintöprojektien ryhmien tulosten vertailua	72
Taulukko 15. Keksintöprojektin mahdollisuudet, haasteet ja vastaukset.....	77
Taulukko 16. Kehittämistutkimuksen vaiheet 1-5	78
Taulukko 17. Luotettavuustarkastelu tutkimuksen eri vaiheissa	79

Sisältö

1	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen taustaa.....	1
1.2	Tutkimuksen rakenne ja toteutus	5
2	KEHITTÄMISTUTKIMUS	6
2.1	Kehittämistutkimuksen toteuttaminen.....	9
2.2	Kehittämistutkimus tässä tutkimuksessa	10
2.2.1	Tutkimuksen eteneminen	11
2.2.2	Tutkijan rooli	12
2.2.3	Tutkimuskysymykset	12
2.3	Kyselylomakkeen ja haastattelukysymysten muodostuminen.....	13
2.4	Aineiston keruu ja tutkimuksen kohderyhmä	16
2.5	Tutkimusaineiston analyysisuunnitelma	17
2.6	Kehittämistutkimuksen luotettavuus	18
3	MINÄPYSTYVYYS.....	21
3.1	Yleinen minäpystyvyys	21
3.2	Tietotekniikkaan liittyvä minäpystyvyys	24
4	MICRO:BIT, OHJELMOINTI JA MAKER-TEKEMINEN MINÄPYSTYVYYDEN KEHITTÄJÄNÄ	28
4.1	Ohjelmointi peruskouluissa	28
4.1.1	Ohjelmoinnin määritelmä.....	28
4.1.2	Ohjelmointi perusopetuksen opetussuunnitelmissa	28
4.1.3	Ohjelmoinnillinen ajattelu	30
4.1.4	Fyysinen tietojenkäsittely	32

4.2	Maker-kulttuuri ja tekeminen	33
4.3	Micro:bit	34
4.3.1	Micro:bitin yleisesittely.....	35
4.3.2	Tutkimustuloksia.....	37
5	KEHITTÄMISTUTKIMUSTAPAUKSET	39
5.1	Teoria-analyysi	39
5.2	Kehittämistutkimustapaus 1: keksintöprojekti	45
5.2.1	Yleiskuvaus	45
5.2.2	Kurssin toteutuksen yhteenveto ja arviointi	49
5.2.3	Kehittämiskohteet ja pohdinta	54
5.3	Kehittämistutkimustapaus 2: keksintöprojekti kahdelle ryhmälle.....	57
5.3.1	Yleiskuvaus	57
5.3.2	Ryhmän 2 projektin kuvaus.....	58
5.3.3	Ryhmän 3 projektin kuvaus.....	60
5.3.4	Kurssin toteutuksen yhteenveto ja arviointi	62
5.3.5	Kehittämiskohteet ja pohdinta	67
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	70
6.1	Keksintöprojektin ominaisuuksia.....	70
6.2	Keksintöprojektin ryhmien vertailua.....	72
6.3	Keksintöprojektin vaikutus minäpystyvyyteen.....	73
6.3.1	Micro:bitin vaikutus teknologiaminäpystyvyyteen.....	73
6.3.2	Minäpystyvyyden kehittäminen keksintöprojektilla.....	74
6.3.3	Projektin haasteet ja mahdollisuudet minäpystyvyyssuomuksille	76
6.4	Tutkimuksen luotettavuus	77
6.5	Tutkimuksen merkitys ja jatkotutkimuskohteet.....	80

LÄHTEET	82
LIITTEET	94
A Tutkimuslomake	94
B Haastattelukysymykset	95
C Ilmoitus huoltajille tutkimuksesta	96
D Opastus opettajille keksintöprojektin pitämiseksi	97
E Keksintöprojektin runko ja tavoitteet	99

1 Johdanto

Oppilaan minäpystyvyyksillä on suuri merkitys oppimiseen ja kiinnostavien aiheiden valintaan, tutkimusten mukaan yksilön minäpystyvyyssuskomuksilla ja tehtävästä suoriutumisella on suurempi yhteys kuin yleisillä mittaustuloksilla ja tehtävästä suoriutumisella (Schunk & Pajares, 2009, 35-53). Tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään, pystytäänkö maker-kulttuurin mukaisella keksintöprojektilla ja Micro:bit-mikrokontrollerien pedagogisesti järkevän hyödyntämisen avulla vaikuttamaan oppilaiden teknologiaan liittyvään minäpystyvyyteen (engl. technology self-efficacy). Lisäksi pyritään selvittämään, miten keksintöprojekti tulisi toteuttaa, jotta se tukisi oppilaiden minäpystyvyyden kehittymistä mahdollisimman paljon.

1.1 Tutkimuksen taustaa

”Pystynköhän minä opettelemaan tämän uuden teknologian” - nämä ajatukset ja epäluulot hallitsevat meidän mieliämme uuden teknologian kohdatessamme. Kun ihminen kohtaa tarpeeksi usein uusia teknologioita ja oppii käyttämään niitä, vastaus alun kysymykseen muuttuu muotoon, totta kai minä pystyn. Minäpystyvyys siis kehittyy positiivisten kokemusten ja onnistumisten myötä. Tärkein seikka minäpystyvyyden kehittymisessä onkin positiiviset kokemukset aiheen ympärillä (Pajares, F. 2002). Näitä samoja ajatuksia - pystynkö minä, osaanko minä – pyörittelevät lukuisat peruskoulujen oppilaat päivittäin mielessään koulupäivien aikana. Opettajan tärkein tehtävä on päivittäin osoittaa sopivan tekemisen avulla, että kyllä sinä pystyt. Tämän taidon opettajat hallitsevat. Ongelmalliseksi tilanne muuttuu, kun opetetaan taitoja, joita opettajat eivät itsekään koe hallitsevansa tai joiden opettamisesta heillä ei ole kokemusta (Tanhua-Piironen ym., 2019). Tarvitaan siis keinoja ja apuvälineitä, joiden avulla näiden taitojen opettaminen onnistuu opettajan näkökulmasta helposti ja lähes itseohjautuvasti. Apuvälineiden tulee olla siis niin loistavia, että ne kehittävät oppilaan minäpystyvyyttä ja käyttöön liittyviä taitoja.

Vuoden 2016 perusopetuksen opetussuunnitelmauudistuksen myötä julkiseen keskusteluun on jatkuvasti noussut ohjelmoinnin opettaminen ja siihen liittyvät erilaiset näkökulmat. Mo-

net opettajat kokevat, ettei heillä ole riittäviä valmiuksia opettaa ohjelmointia. Ohjelmointiosaaminen on sekä opettajilla ja oppilailla varsin heikkoa. (Tanhua-Piironen ym., 2019) Muuttuvassa maailmassa uusien taitojen nopea haltuunotto on lähes välttämätöntä, ohjelmointi on julkisessa keskustelussa nähty yhtenä näistä taidoista, jonka haltuun ottaminen on tärkeää. Pohjoismaissa ohjelmoinnin ja ohjelmoinnillisen ajattelun opettaminen kouluissa ei ole tutkimusten mukaan vielä sillä tasolla, jota nykyajan taitojen saavuttaminen vaatisi. Ohjelmoinnillinen ajattelu nähdään pohjoismaissa laajempaan kuin pelkkään ohjelmointiin johtavana, se nähdään osana 2000-luvun taitoja (21st century skills) kuten ongelmanratkaisua, loogista ajattelua ja luovuutta (Bocconi ym. 2018). Samaa diskurssia ohjelmoinnin opetuksen vähydestä käydään myös yleiseurooppalaisella tasolla, kun tarkastellaan opetussuunnitelmien adaptoitumista Euroopan tason digitaalisten kompetenssien opettamiseen (Euroopan komissio, 2019).

Yleisradioyhtiö BBC:n kehittämän Micro:bit-mikrokontrollerin avulla ohjelmoinnin aloituskynnys on saatu pieneksi, mutta laitteella on siitä huolimatta korkea potentiaali erilaisten keksintöjen apuvälineeksi. Tämän laitteen on todettu opettavan lapsille, että kuka tahansa oppii koodaamaan ja vielä hausalla tavalla, etenkin tyttöjen mielenkiinto tietotekniikkaa kohtaan on kasvanut (Sentance ym. 2017). Micro:bit on myös hankintahinnaltaan varsin edullinen ja näin yhä useamman koulun saavutettavissa.

Maker-tekeminen on yläkäsite Micro:bitin käytölle, keksintöjen tekeminen kuuluu olennaisena osana tähän tutkimukseen. Maker-tekemisessä keksintöjen ei tarvitse liittyä Micro:bitiin, eikä välttämättä edes tietotekniikkaan tai ohjelmointiin, vaan keksintöjä voidaan tehdä mistä tahansa materiaalista. Tällaisessa lähestymistavassa pienet yksityiskohdat saavat suuren painoarvon, pienet päätökset ja pienet ympäristön yksityiskohdat ratkaisevat oppimista-pahtuman arvon (Blikstein, 2008, 205-244). Opetushallituksen selvityksessä sanotaan, että opetuksessa tulee edistää oppilaiden aktiivista roolia digiresurssien hyödyntäjinä (Tanhua-Piironen ym., 2019). Digitaalisten kompetenssien opetus suomalaisessa kontekstissa pohjautuu DigComp-taustakehykseen, jossa ohjelmointi kuuluu digitaalisen sisällön luominen -otsikon alle (engl. digital content creation), ohjelmoinnin opetukseen on siis lähtökohtaisesti sisäänrakennettu uutta luova näkökulma vanhan mallintamisen sijaan (Euroopan komissio,

2019). Ilman maker-tekemisen ja siihen liittyvän teorian ymmärtämistä eivät Micro:bitin käytön kaikki piirteet ja kontekstit avaudu kunnolla.

Tulevaisuuden näkymiä Pohjoismaissa luotaava tutkimus (Adams Becker ym., 2017) luokittelee maker-tilat lähitulevaisuuden asioiksi, mutta todellisuuden ja teknologian yhdistäminen tasapainoiseksi kokonaisuudeksi luokitellaan asiaksi, johon ratkaisu on vasta hämärästi näkyvissä. Innovaatiokasvatuksen kehittäminen ja ohjelmointi lukutaitona luokitellaan keskipitkän ja pitkän aikavälin tavoitteiksi (emt.). Oppilaiden roolin muuntuminen sisällön kuluttajasta uuden luojaksi luokitellaan heidän tutkimuksessansa yhden tai kahden vuoden päästä toteutuvaksi asiaksi. Uutta luova konteksti, maker-tekeminen ja ohjelmointi lukutaitona ovat siis koko ajan yhä relevantimpia aiheita tutkimukselle.

Tietokoneiden käyttöön liittyvä minäpystyvyys on osoittautunut tärkeäksi oppimistulosten ennustajaksi digitaalisissa oppimisympäristöissä ja lisäksi se ennustaa halukkuutta hyödyntää teknologiaa oppimisessa (Azevedo & Moos, 2009, 576-600). Tämä tietokoneminäpystyvyys on muodostunut tärkeäksi minäpystyvyyden osa-alueeksi, tietokoneiden käyttö määrää ja käyttöä ylipäättään määrittelee paljon tietokoneminäpystyvyys (Hargittai ja Shafer, 2006, 432-448). Digitalisoituneessa yhteiskunnassa tietokoneminäpystyvyys määrittelee hyvin laajaa kirjjoa asioita, opintomenestyksestä arjen sujuvuuteen.

Oppimisessa on ennen kaikkea kyse oppijan omasta itseluottamuksesta ja omasta minäpystyvyyden käsityksestä. Maker-tekeminen ja Micro:bit ovat oman työurani aikana osoittautuneet eniten oppilaita tietotekniikkaan innostaviksi asioiksi. Näiden havaintojen pohjalta heräsi kiinnostus tutkia aihetta lisää.

Minäpystyvyyttä on tutkittu hyvin vähän fyysisen ohjelmoinnin näkökulmasta, samoin Micro:bittiin liittyvät tutkimukset ovat vähäisempiä, pääpaino on ollut vaikuttavuuden tutkimuksissa (esim. Sentance ym., 2017). Tietokoneminäpystyvyyteen on tehty paljon tutkimuksia, monet näistä ovat keskittyneet etsimään syitä tietokoneminäpystyvyyden määrälle (esim. Krumsvik, 2011, 39-51 ja Tomte, 2011, 309-325) sekä yhteyksiä esim. digitaaliseen lukutaitoon (Hatlevik, 2018, 107-119).

Miten minäpystyvyys kehittyy harjoittelun ja tiettyjen toimenpiteiden seurauksena on asia, jota on tutkittu vähän. Downeyn ja Kherrin (2015, 91-111) mukaan tietokoneminäpystyvyyttä on mahdollista kehittää harjoituksen myötä, tämä kehitys ei suoraan vaikuta suoriutumiseen, mutta vaikuttaa aihepesifien tietokoneminäpystyvyyden tehtävien suorittamiseen, tämä vaikuttaa ajan myötä myös kokonaissuoriutumiseen. Heidän mukaansa naisten tietokoneminäpystyvyys kehittyi harjoituksen avulla miehiä nopeammin. Tutkimuksessa (emt.) koulutuksen tärkeimpinä vaikuttimina nähtiin tietokoneisiin liittyvän ahdistuneisuuden vähentäminen ja minäpystyvyyden tukeminen, jolloin yhteisvaikutuksena on suoriutumisen parantaminen. Tämä tutkimus jatkaa tästä viitekehyksestä ja pyrkii kehittämään keinoja, miten kurssin avulla voidaan vaikuttaa minäpystyvyyteen sekä toissijaisesti kehittää keksintökurssin rakennetta itsessään.

Tutkimuksen teoriaosuudet käsittelevät Micro:bittiä (luku 4.3), maker-tekemistä (luku 4.2), minäpystyvyyttä (luku 3) ja ohjelmoinnin opetusta peruskouluissa (luku 4.1). Tutkimusmenetelmäksi valitun kehittämistutkimuksen teoriataustaa käsitellään luvussa 2. Minäpystyvyys ja Micro:bit ovat tutkimuksen kannalta keskeisimpiä ja niitä käsitellään laajasti. Micro:bitistä on tehty hyvin vähän tutkimusta, mutta määrä lisääntyy jatkuvasti. Minäpystyvyydestä on saatavilla laajasti teorian tietoa. Maker-tekemisen ja ohjelmoinnin teoriaosuudet toimivat tutkimuksen aihepiirien yläkäsitteinä ja niiden ymmärtäminen on välttämätöntä tutkimuksen sisältöjen hahmottamisen kannalta.

Kehittämistutkimus on valikoitunut tutkimusmenetelmäksi, koska siinä kiteytyy Plompin (2009, 9-35) mukaan parhaiten uutta luova näkökulma. Hänen mukaansa siinä pyritään tuomaan uusia näkökulmia tutkittavaan aiheeseen ja sitomaan uudet näkökulmat käytäntöön. Kaikessa koulutuksessa ja niihin liittyvissä oheistuotteissa (kirjoitelmat, minitutkielmat yms.) on mielekästä pyrkiä luomaan käytännön työkaluja. Hyvillä opettajilla on selkeä visio oman opetuksen päämääristä ja työkaluista näiden päämäärien saavuttamiseen.

1.2 Tutkimuksen rakenne ja toteutus

Tutkimus on toteutettu kahdessa peruskoulussa, tutkimukseen vapaaehtoisiksi ilmoittautui kolme viidettä luokkaa, jotka toteuttivat oppimiskokonaisuuden Micro:bittien avulla. Kokonaisuuden päämääränä oli rakentaa luokkaan arkea helpottava keksintö, joka tekee luokasta älyluokan. Oppimisjaksojen pituudet määräytyivät prosessin etenemisen mukaan, pituudet asettuivat 6-10 tunnin välille. Oppimisjaksojen alussa kaikille oppilaille tehtiin lyhyt haastattelututkimus, johon sisältyi myös lomakkeen täyttäminen ja sama tutkimus toistettiin jakson lopussa. Jakson aikana oppilaiden työskentelyä havainnointiin ja oppilaita haastateltiin vapaamuotoisesti. Lisäksi opettajia haastateltiin jakson aikana.

2 Kehittämistutkimus

Tässä luvussa taustoitetaan tutkielman tutkimusmenetelmäksi valittua kehittämistutkimusta. Luvussa käsitellään kehittämistutkimuksen teoriaa, menetelmän mahdollisuuksia ja esitellään luotettavuuden arviointikriteerit. Lisäksi käydään läpi menetelmän toteutusta tässä tutkimuksessa.

Kehittämistutkimus on Brownin (1992, 141-178) määritelmän mukaan nuori tutkimusmenetelmä, joka on yleistynyt vasta 1990-luvulla osana opetuksen tutkimusta. Hänen mukaansa kehittämistutkimuksen syntymiseen on vaikuttanut tieto- ja viestintäteknikan tuleminen osaksi koulujen opetusta ja mielekkään integroinnin tarve osaksi opetusta. Kuitenkin vasta 2000-luvulla kehittämistutkimuksesta julkaistujen artikkelien määrä lähti reippaaseen kasvuun: vasta tänä aikana kehittämistutkimuksen asema opetuksen tutkimuksessa vakiintui ja käyttö lähti leviämään laajasti (Anderson & Shattuck, 2012, 16-25). Opetushallituksen (Tanhua-Piironen ym., 2019) tutkimuksen tulosten pohjalta voi päätellä, että kehittämistutkimuksen kaltaisten tutkimusten tarve Suomessa opetuslallalla kasvaa entisestään.

Kehittämistutkimuksessa käytäntö ja teoria yhdistyvät tutkimuksen eri vaiheissa (Edelson, 2002, 105-121) Wang (2004) määrittelee kehittämistutkimuksen metodologiaksi, jonka avulla kehitetään koulutuskäytäntöjä systemaattisten, joustavien ja toistuvien arviointien, analyysien, suunnittelun, kehityksen ja toimeenpanojen kautta. Nämä pohjautuvat yhteistyöhön tutkijoiden ja kentällä toimijoiden kanssa, päämääränä on kehittää toiminnan periaatteita tai teorioita. Lisäksi Wang (2004) määrittelee kehittämistutkimuksen viisi tärkeintä kohtaa seuraavasti:

1. *Pragmaattinen tutkimustavoite*, joka tarkoittaa, että menetelmällä tehty tutkimus perustuu tutkimuksen ja käytännön yhteisvaikutukseen niin paljon kuin mahdollista ja tavoitteena on vaikuttaa käytännön toimintatapoihin. Kehittämistutkimuksen tulee määrittää uudelleen sekä tutkimusta että käytäntöä.
2. *Teoreettinen käytännöllinen tutkimustausta eli* taustalla vaikuttavan tutkimuksen tulee pohjautua enemmän käytännön ilmiöiden tutkimukseen kuin teorialtutkimukseen tai laboratorioissa tehtyyn tutkimukseen. Tutkimustaustan avulla saadaan myös vahvistus uuden tutkimuksen tarpeellisuudesta.

3. *Joustava tutkimusprosessi eli* teoriatausta ja käytännön toteutus muuttuvat tarvittaessa tutkimuksen aikana. Tutkija joutuu tasapainoilemaan kahden roolin välissä, tutkijan ja kehittäjän.
4. *Integroidut tutkimusmenetelmät eli* menetelmät ovat sekoitus useita eri menetelmätyyppejä, jotta saadaan mahdollisimman paljon luotettavuutta ja sopivuutta tutkimukselle.
5. *kontekstuaaliset tutkimusmenetelmät eli* käytännön tulosten taustalla olevat johtopäätökset ja menetelmät löytyvät tutkimuksesta, jotta muut tutkijat pystyvät näkemään johtopäätösten taustalla olevat tiedot.

Collins ym. (2004, 15-42) korostavat omassa kehittämistutkimuksen määritelmässä soveltuvaa etnografista teoreettista perustaa ja monimenetelmällistä toteutusta, joka yhdistää määrällisen ja laadullisen tutkimuksen piirteitä. Näin ollen kehittämistutkimuksen voidaan myös ajatella koostuvan erilaisista lähestymistavoista. Barabin ja Squiren (2004, 1-14) mukaan kehittämisen pohjalla on aina teoriaa ja kehittäminen myös tuottaa uutta teoriaa. Heidän mukaansa tämä erottaa sen tunteisiin ja kokemuksiin pohjautuvasta kehittämisestä ja formatiivisesta arvioinnista. Laatua ylläpitäviä seikkoja ovat pragmaattisten ratkaisujen käyttö, nämä ratkaisut toteutetaan käytännönläheisissä tutkimustilanteissa (Barabi ja Squire 2004, 1-14).

Toiminnan ja teorian yhdistävä pragmaattinen lähestymistapa on Juutin ja Lavosen (2006, 54-68) mukaan myös osa kehittämistutkimusta. Heidän määrittelemän lähestymistavan mukaan kehittämistutkimuksella on kolme ominaispiirrettä: iteratiivinen kehittäminen syntyy muutoksen tarpeesta, kehittämisestä syntyy käytettävä tuotos ja kehittäminen tuottavat opetusta edistävää tietoa.

Teoriapohja tai kehittämistavoitteet voivat diSessan ja Cobbin (2004, 77-103) mukaan muodostua useista erilaisista teorioista, jokainen näistä muodostaa oma mahdollisuutensa ja haasteensa. He määrittelevät neljä erilaista teoriakategoriaa seuraavasti:

1. Pääteoriat käsittelevät asioita yleisellä tasolla. Näihin teorioihin pohjautuvan kehittämisen on vaikea vastata kehittämistarpeisiin, jotka ovat kovin yksityiskohtaisia. Mahdollisuutena ovat pitkäikäisyys ja ajankohtaisena pitkään pysyminen.

2. Ajattelua ohjaavien teorioiden avulla pystytään käsitteellistämään opetukseen ja oppimiseen liittyvä kehittäminen. Haasteena on laajojen yleistysten tekeminen, tietoa saadaan vain tietynlaisen ryhmän käsityksistä ja toiminnasta.
3. Toimintaa ohjaavat teoriat tuottavat käytännön ratkaisuja, joten ne sopivat hyvin kehittämistutkimuksen teoriapohjaksi. Teoriat ovat usein hyvin monitahoisia ja se on haasteena kehittämistutkimuksen kannalta. Nämä teoriat pitävät sisällään paljon erilaisia osatekijöitä, joten niiden kaikkien huomioiminen kokonaisvaltaisesti kehittämistutkimuksessa on haastavaa.
4. Oppiainekohtaiset teoriat mahdollistavat toimintamallien luomisen ja testaamisen. Näitä toimintamalleja sovelletaan esimerkiksi tietyn käsitteen opettamiseen.

Kokonaisvaltaisen kehittämistutkimuksen tavoitteeksi nämä neljä teoriakategoriaa eivät kuitenkaan riitä, vaan tavoitteeksi ehdotetaan Disessan ja Cobbin (2004, 77-103) mukaan niin sanottua ontologista innovaatiota, jolla tarkoitetaan uutta ymmärtämisen kategoriaa. Tämä innovointi mahdollistaa teoreettisen aineiston kytkemisen empiiriseen dataan sekä toimivien ajattelumallien kehittäminen, testaaminen ja yleistäminen. Todellisia uusia innovaatioita on kuitenkin vaikea löytää, usein ne ovat jo jossain muodossa keksittyjä. Tällaisen innovaation luonnetta ja vaikeutta kuvaa sen yksi määritelmä: pyrkimys luoda uusia innovaatioita maailmaan (emt.).

Kehittämistutkimuksen tarkka ja yksityiskohtainen kuvaileminen on vaikeaa, toteuttamiseen ei ole olemassa yksityiskohtaisia malleja, mutta yleisiä esityksiä toteuttamisesta voidaan esittää. Edelsonin (2002, 105-121) mukaan kehittämistutkimus voi parhaimmillaan vastata kolmeen eri kysymykseen: miten kehittämisessä edetään, millaisia tarpeita ja mahdollisuuksia kehittämisellä on sekä millaiseen tuotokseen kehittäminen johtaa. Näiden kolmen kysymyksen vastaukset määrittelevät kehittämistutkimuksen kehittämispäätökset kolmeen ryhmään: kehittämisprosessi, ongelma-analyysi ja kehittämistuotos (emt). Jokainen näistä ryhmistä tuottaa erityyppistä tietoa.

Kehittämisprosessiryhmässä päätetään henkilöt ja prosessit, joiden avulla tehdään tutkimuksen suunnittelu, valmistelu, toteuttaminen, kehittäminen, testaaminen, arviointi ja jalostaminen (Pernaa, 2013). Tuotettuna tietona ovat tutkimuksen vaiheet, yksilöiden toiminta

osana kokonaisuutta tai asiantuntemuksen lajien selvittäminen tietyssä kehittämiskontekstissa, tietona tuotetaan siis ohjaavia teorioita (emt.).

Ongelma-analyysiryhmässä saadaan selville kehittämistutkimuksen tavoitteet, haasteet ja tarpeet sekä tuotetaan kuvailevia kontekstisidonnaisia ja tavoitteen saavuttamista kuvailevia teorioita (Pernaa, 2013). Muodoltaan se voi olla teoreettinen tai empiirinen ja se voi koostua esimerkiksi tarveanalyysistä, testaamisesta tai arvioinnista (emt.)

Kehittämistuotosryhmässä esitetään kehittäjien ratkaisu ongelma-analyysissä esiin nousseisiin haasteisiin ja kehittämisprosessin mahdollisuuksiin sekä tuotetaan ohjaava malli (Edelson, 2002, 105-121). Kehittämistuotos kehittyy jatkuvasti prosessin edetessä ja kehittäjien taitojen kehittyessä (Pernaa, 2013).

Kehittämistutkimuksessa on monia samanlaisia piirteitä esimerkiksi toimintatutkimuksen sekä opetuksen suunnittelua tutkivan tutkimuksen kanssa (Anderson & Shattuck, 2012, 16-25).

2.1 Kehittämistutkimuksen toteuttaminen

Perinteiset tutkimusmenetelmät pyrkivät Collinsin (1999, 289-298) mukaan mittaamaan tiettyjä muuttujia, ihmiset nähdään vain koehenkilöinä, mutta kehittämistutkimus pyrkii tarkastelemaan tutkittavaa ilmiötä sen todellisessa kontekstissa. Tutkimukseen osallistujia mahdollisesti hyödynnetään kehittämisprosessissa. Perinteinen tutkimustilanne on suljettu, mutta kehittämistutkimustilanne on avoin, jolloin mitattaviakin muuttujia muodostuu enemmän (Collins, 1999, 289-298). Tarkastelu voi sisältää esimerkiksi opiskelupaikan, oppijoiden luonteet, etenemistavan, ammatillisen kasvun sekä oppimis- tai opetuskontekstin (Collins ym. 2004, 15-42).

Kehittämistutkimuksen ideana on Edelsonin (2002, 105-121; 2006, 156-165) mukaan kehittää tutkittavaa asiaa, joten tutkimuksen vaiheet ovat seuraavat:

- Alussa tehdään **ongelma-analyysi**, jonka avulla selvitetään tutkittava ongelma. Sen avulla selvitetään tarpeet, mahdollisuudet ja haasteet. Kehittämistutkimuksen kontekstin tulee olla aito, joten ongelmankin tulee nousta aidosta tilanteesta. Vaihe on

pakollinen. Käytettävä analyysimuoto voi olla empiirinen, teoreettinen tai molempien yhdistelmä. Empiirinen muoto voi sisältää esimerkiksi havainnointia tai kyselyä käyttäjien tarpeista. Teoreettisessa muodossa ongelma haetaan tutkimustietoa analysoimalla. Pelkkään empiiriseen aineistoon pohjautuminen ei kuitenkaan ole mahdollista, sillä kehittämisen taustalla on tieteellisessä tutkimuksessa aina aikaisempaa tutkimustietoa, johon kehittämispäätökset ja tutkimustulokset peilautuvat. (Edelson, 2002, 105-121; 2006, 156-165).

- Ongelman selvittyä ja analyysin valmistuttua tutkimuksen rakenne selkiytyy ja saadaan selville kehittämistavoitteet, joiden avulla voidaan luoda **kehittämissuunnitelma**. Tutkimusmenetelmän ominaisuutena on joustavuus ja muunneltavuus, joten alussa laadittu suunnitelma voi muuttua tutkimuksen edetessä. Ominaisuutena on myös syklisyys, kehittäminen tapahtuu sykleissä, joiden koko voi vaihdella pienestä suureen tilanteen ja projektin luonteen mukaisesti. Yhden syklin rakenteena on **kehittämisen-, arviointi- ja raportointivaihe**. Näiden vaiheiden avulla tuotoksia muokataan ja arvioidaan uudelleen.
- Koko tutkimuksen rakenteeseen on siis sisäänrakennettu **formatiivinen arviointi**. Alkuvaiheen ongelma-analyysi muuttuu syvemmäksi, haasteista muodostuu uusia tavoitteita ja testivaihe toistuu jatkuvasti. Koko prosessi tavoittelee jatkuvasti alun tavoitteiden parempaa saavuttamista.

Kehittämistutkimuksen syklisen ja iteratiivisen luonteen takia kaikki kehittämispäätöskategoriat (ks. luku 2.0) ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa toisiinsa (Edelson, 2002, 105-121; 2006, 156-165). Kehittämistutkimuksen toteutus muistuttaa tuotekehitystä. Ensimmäinen prototyyppi pyritään valmistamaan nopeasti ja kustannustehokkaasti, jotta se saadaan todelliseen käyttöön, löydetään ongelmia ja kehitetään niiden pohjalta tuotetta. Tämän jälkeen valmistetaan uusi prototyyppi, jota testikäytön pohjalta arvioidaan ja kehitetään jatkuvasti.

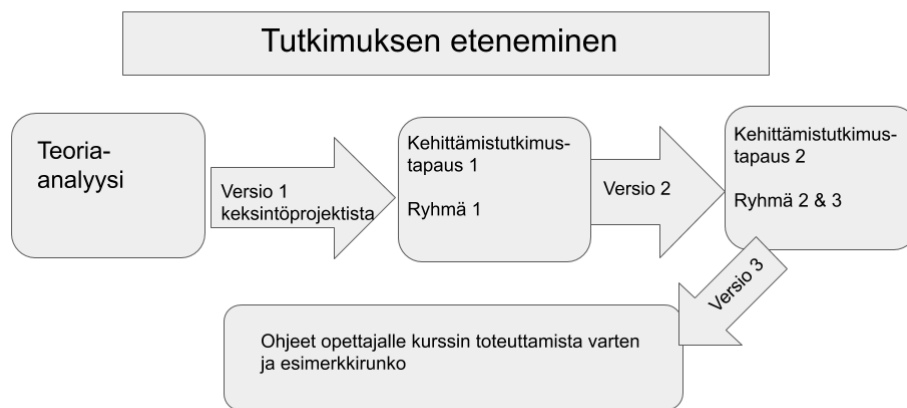
2.2 Kehittämistutkimus tässä tutkimuksessa

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen eteneminen ja käsitellään tutkijan roolia tutkimuksen aikana. Lisäksi esitellään tutkimuskysymykset.

2.2.1 Tutkimuksen eteneminen

Tutkimus koostuu kahdesta kehittämistutkimustapauksesta, jotka on kuvattu tarkemmin luvuissa 5.1 ja 5.2. Teoreettinen viitekehys muodostuu osittain kehittämistutkimuksesta, mutta se on samalla myös tässä tutkimuksessa käytetty tutkimusmenetelmä, joka ohjaa tutkimusprosessin etenemistä. Kehittämistutkimusta pyritään käsittelemään kokonaisvaltaisesti.

Tapauksen ensimmäisen vaiheen jälkeen suoritetaan arviointi ja kehittäminen. Ensimmäinen vaihe on kirjallisuuskatsaus aiheeseen. Toisessa vaiheessa tehdään ensimmäisen versio kurssista (ryhmän 1 kanssa) ja arvioidaan kurssin onnistumista. Kolmannessa vaiheessa suoritetaan parannettu versio kurssista (ryhmät 2 ja 3). Tutkimuksen eteneminen on kuvattu kuviossa 1.



Kuvio 1. Tutkimusprosessin eteneminen

Luvussa 5.1 suoritetaan teoreettinen ongelma-analyysi, joka pohjautuu minäpystyvyydestä, keksintöprojekteista ja ohjelmoinnin opettamisesta tehtyihin tutkimukseen, sekä tutkimukseen oppilaista ja heidän minäpystyvyyssuskomuksistaan.

2.2.2 Tutkijan rooli

Tutkijan rooli kehittämistutkimuksessa on opettajan ja puolueettoman tarkkailijan puolivälissä. Luokan varsinainen opettaja johtaa projektia ja tekee oppilaisiin liittyvät päätökset projektin aikana. Tutkija havainnoi projektia, mutta toimii myös jatkuvassa reflektoinnissa opettajan kanssa projektin läpikäymiseksi.

Tämän tutkimuksen tekemisen aikana tutkijan työnkuva oli yhden kunnan koulujen opettajien kouluttajana toimiminen, eikä siitä roolista poistumista nähty tarpeelliseksi tutkimusta tehdessä. Käytännössä tämä tarkoittaa tutkimuksen kannalta, että tutkija toimii sekä opettajien että oppilaiden teknisenä apuna. Hän ei aktiivisesti tarjoa apuaan, mutta kysyttäessä auttaa teknisten ongelmien ratkaisussa. Tutkimuksen aikana annettu tuki on siis täsmälleen samanlaista kuin mitä kaikkien kunnan opettajien on halutessaan mahdollista saada omiakin projektejaan varten.

Ennen varsinaisen tutkimuksen alkua tutkija on kertonut opettajille käytettävistä laitteista ja antanut niihin tarvittaessa lyhyen yhden oppitunnin mittaisen käyttökoulutuksen. Kaikista tutkijan valmistelutoimenpiteistä on kattava kuvaus luvussa 5. Lisäksi opettaja toteuttaa projektin tutkijan antamien suuntaviivojen sisällä, nämä opettajalle annetut suuntaviivat löytyvät luvusta 5. Erityisen suurta huomiota kiinnitetään projektin esittelyyn oppilaille, esittely pyritään muotoilemaan niin, että se ei ohjaa oppilaiden työskentelyä mihinkään tiettyyn suuntaan. Näissä projekteissa oppiminen on nonformaalia, projektille ei anneta tiukkoja raameja, vaan oppilaat lähtevät omalla tavallaan etsimään annettuun ongelmaan ratkaisuja ilman opetustuokioita tai ulkoa päin tullutta projektin aikatauluttamista.

2.2.3 Tutkimuskysymykset

Tutkielman tutkimuskysymykset muotoituivat kehittämistutkimuksen kolmen osa-alueen ympärille (Edelson, 2002, 105-121) seuraavasti:

1. Kehittämistuotos:

Miten Micro:bit -alustan käyttö vaikuttaa oppilaan teknologiaminäpystyvyyteen ohjelmoinnin ja tietotekniikan käytön suhteen?

2. Ongelma-analyysi:

Miten minäpystyvyyttä voidaan kehittää enemmän keksintöprojektin ja Micro:bittien ohjelmoinnin kautta?

3. Kehittämisprosessi:

Millaisia mahdollisuuksia sekä haasteita Micro:bit ja maker-tekeminen tuovat oppilaan minäpystyvyyssuskemuksille?

2.3 Kyselylomakkeen ja haastattelukysymysten muodostuminen

Tietokoneminäpystyvyyden mittaamiseen käytetään Compeaun ja Higginsin (1995, 189-211) sekä Venkateshin (2000, 343-365) kehittämiä 10 -kohtaisia asteikoita. Näissä tutkimuksissa on käytetty muiden minäpystyvyyttutkimusmittausten kanssa samanlaista Guttman asteikkoa (1 = ei yhtään varma – 10 täysin varma). Laverin ym. (2012, 220-227) 30 kohdan minäpystyvyysskysely on muunnettu kymmenen kohdan kyselyksi vastaajien nuorena takia. Kuitenkin Schweinlen & Mimsin (2009, 501-514) havaitsivat tutkimuksessaan, että viidesluokkalaiset ovat tarpeeksi kypsiä vastaamaan minäpystyvyyttä koskeviin tutkimuksiin.

Banduran (1997) mukaan yleinen varmuus ei ole sama kuin minäpystyvyys ja sen takia minäpystyvyyttä mittaavan kyselyn pitää mitata minäpystyvyyttä jotain tiettyä tehtävää kohtaan. Tutkimuksen kehittämistehtävän haasteet huomioiden tehtävässä päätettiin mitata monipuolisesti minäpystyvyyden sisäisiä, ulkoisia ja muita (esim. resurssien saatavuus ja kokemus) ulottuvuuksia (Thatcher ym., 2008, 628-644).

Tässä tutkimuksessa tietokoneminäpystyvyyttä mittaava mittaustapa on muunnettu teknologiaminäpystyvyyttä mittaavaksi tavaksi muuntamalla tutkimusväite muotoon ”Voin suorittaa määrätyn tehtävän käyttämällä teknologiaa, jos...”, tätä tapaa on käytetty mm. Holdenin (2011, 343-367) tutkimuksessa.

Käytetyt kysymykset (liite A) pohjautuvat Venkateshin (2000, 343-365) muunneltuun minäpystyvyysskyselyyn, joka pohjautuu saman tekijän vanhempaan tutkimukseen (1996, 451-

481). Minäpystyvyyden sisäisiä ulottuvuuksia mittasivat väittämät 1-3, ulkoisia ulottuvuuksia väittämät 4-6 ja 9 sekä muita ulottuvuuksia kohdat 4, 7-8 ja 10 (Thatcher ym., 2008, 628-644).

Alla olevat väitteet muodostivat tutkimuksen alku- ja loppukyselyn. Koko kyselylomake on esitelty liitteessä A.

Voin suorittaa määrätyn tehtävän käyttämällä kyseistä teknologiaa,

1. vaikka lähetyksilläni ei olisi ketään, joka voisi auttaa minua.
2. vaikka en olisi ikinä käyttänyt mitään vastaavaa
3. vaikka minulla olisi vain ohjeet apuna.
4. jos olen nähnyt jonkun muun käyttävän sitä aiemmin.
5. jos voin kysyä joltain muulta henkilöltä apua ongelmatilanteissa.
6. jos minut autetaan alkuun.
7. jos minulla on reilusti aikaa käytettävissä
8. jos saatavilla on vain ohjelman tarjoamaa apua.
9. jos minulle näytetään kaikki vaiheet alussa.
10. jos olen käyttänyt erilaisia teknologioita aiemmin samankaltaiseen tarkoitukseen.

Varsinaisen teknologiaminäpystyvyydosion lisäksi tutkimuksessa käytiin läpi yleistä minäpystyvyyttä sivuavia kysymyksiä, kuten ”Kuinka hyvin pystyt ratkomaan eteesi tulevia ongelmia?” ja ”Kuinka varma olet, että pystyt oppimaan uusia asioita”? Yleistä minäpystyvyyttä sivuavat kysymykset on muunneltu Pintrichin ja De Grootin (1990, 33-40) tutkimuksen MLSQ-mittarin minäpystyvyydosiosta, jossa olivat seuraavat kohdat:

- Uskon, että saan erinomaisen arvosanan tältä kurssilta.
- Olen varma, että pystyn ymmärtämään kurssimateriaalin vaikeimmat asiat.
- Olen varma, että pystyn ymmärtämään tällä kurssilla opetetut peruskonseptit.
- Olen varma, että pystyn ymmärtämään monimutkaisimman materiaalin, jota kurssin vetäjä esittelee.
- Olen varma, että pystyn suoriutumaan erinomaisesti tämän kurssin testeistä.
- Odotan suoriutuvani hyvin tällä kurssilla.

- Olen varma, että pystyn omaksumaan erinomaisesti taidot, jotka opetetaan tällä kursilla.
- Ottaen huomioon kurssin vaikeusasteen, opettajan ja minun taitoni, luulen pärjääväni hyvin tällä kurssilla.

Alku- ja loppuhaastatteluisissa osallistujilla annettiin mahdollisuus kertoa vapaasti keksintöprojektista. Alkuhaastattelun apuna käytettiin seuraavia kysymyksiä, joilla pyrittiin selvittämään osallistujien lähtötaso (kysymys 1), käsityksiä omasta minäpystyvyydestä (kysymykset 2 ja 3) sekä omasta luovuudesta (kysymys 4). Kysymykset on esitelty liitteessä B. Keksintöprojekti vaatii osallistujaltaan melko paljon luovuutta, tämän takia käsitys omasta luovuudesta haluttiin selvittää.

1. Millaisia kokemuksia sinulla on tietotekniikan käyttämisestä, entä ohjelmoinnista?
2. Kuinka hyvin pystyt ratkomaan eteesi tulevia ongelmia mistä tahansa aiheesta?
3. Jos seuraavan oppitunnin aiheena on jokin ei-tietotekniikkaan liittyvä, sinulle täysin uusi asia, joka on kuitenkin mielestäsi kiinnostava. Miten luulet selviytyväsi asian opettelusta, jos sinulla on reilusti aikaa käytettävissä?
4. Kuinka hyvä olet keksimään uusia asioita?

Loppuhaastattelussa kysyttiin seuraavia asioita, joilla pyrittiin selvittämään osallistujan kokemuksia keksintöprojektista (kysymys 1 ja 7), kuvaus omasta keksinnöstä (kysymys 2), kokemuksia Micro:bitistä (kysymys 3 ja 6), vaikutuksia omaan käsitykseen uuden oppimiseen ja ohjelmoinnista (kysymykset 4 ja 5).

1. Millainen kokemus keksintöprojekti oli?
2. Minkä keksinnön teit?
3. Millainen kokemus Micro:bit -laitteen käyttö oli?
4. Vaikuttiko laitteen käyttö käsitykseesi omasta kyvystäsi oppia uuden teknologian käyttöä?
5. Vaikuttiko laitteen ohjelmointi käsitykseesi ohjelmoinnista?
6. Mitkä asiat olivat hyviä ja mitkä huonoja Micro:bitissä?
7. Mitkä asiat olivat hyviä ja mitkä huonoja tässä keksintöprojektissa?

2.4 Aineiston keruu ja tutkimuksen kohderyhmä

Tutkimusryhmien valinta aloitettiin kysymällä tutkimuslupa kaupungin perusopetusjohtajalta. Luvan saamisen jälkeen kysyin mahdollisuutta suorittaa tutkimusta ison alakoulun rehtorilta, joka kysyi asiaa omilta opettajiltaan. Tässä vaiheessa en ollut rajannut ikäluokkaa, toiveena olivat 4. – 6.-luokkalaiset. Vapaaehtoiseksi ilmoittautui 5. luokan opettaja, jonka kanssa sovimme tekevämme tutkimuksen kevään 2018 aikana. Tämän jälkeen lähetimme huoltajille tiedotteen tutkimuksesta (liite C).

Ensimmäisen projektin toteuttamisen jälkeen lähdin aktiivisesti kyselemään muilta alueen 5. luokan opettajilta halukkuutta osallistua projektiin. Halukkuutensa ilmoitti kaksi saman koulun 5. luokkaa ilman tietoa toisen luokan osallistumisesta. Toinen näistä luokista oli painotusluokka. Tämän jälkeen kysyin tutkimusluvan koulun rehtorilta, sovin opettajien kanssa aikataulusta ja lähetin vanhemmille tiedotteen tutkimuksesta (liite C). Heidän kanssaan sovimme toteuttavamme tutkimuksen syksyn 2018 aikana.

Tutkimuksen alussa osallistujat vastasivat alkukyselyyn ja osallistuivat alkuhaastatteluun. Kysymysten haastavuuden takia alkukyselyyn vastattiin pienryhmissä (3-4 osallistujaa kerralla), jotta tutkijalla oli tarvittaessa mahdollisuus selittää väittämiä enemmän. Tämän jälkeen suoritettiin alkuhaastattelut, haastateltavat saivat valita, ovatko muut pienryhmästä kuulo- ja näköetäisyydellä haastattelun aikana. Haastattelut videoitiin, videon alussa kuvattiin pieni hetki haastateltavaa ja tämän jälkeen kuvattiin pöytää. Tämä käytäntö johtui haastattelupaikasta, suurin osa haastatteluista jouduttiin tekemään paikassa, jossa ohi kulki muita oppilaita, jotka eivät olleet tietoisia kuvauksen syystä.

Tutkimukseen osallistui yhteensä kolme 5. luokkaa ja 64 oppilasta, joista poikia oli 33 kappaletta ja tyttöjä 31 kappaletta. Yhden oppilaan huoltajat ilmoittivat, että heidän huollettavansa ei saa osallistua tutkimukseen. Hän osallistui keksinnön tekemiseen ryhmän mukana, mutta hänen osallistumistaan ei ole huomioitu tutkimuksessa millään tavalla. Opettajista vastauksia saatiin vain kahdelta opettajalta, kolmas opettaja jäi pois töistä heti projektin aloittamisen jälkeen. Taulukossa 1 on esitelty oppilaiden lukumäärät ja sukupuolet ryhmitäin, sukupuolet perustuvat haastateltavien omiin vastauksiin kyselylomakkeessa.

Ryhmän nimi	Oppilaita	Poikia	Tyttöjä
Ryhmä 1	19	13	6
Ryhmä 2	28	11	17
Ryhmä 3	17	9	8

Taulukko 1. Tutkittavien sukupuolen mukaiset lukumäärät

2.5 Tutkimusaineiston analyysisuunnitelma

Tutkimuksen aineisto koostuu määrällisestä ja laadullisesta aineistosta. Analyysissa hyödynnetään aineistolähtöistä analyysia, teorialähtöistä analyysia ja määrällistä sisällönanalyysia.

Aineistolähtöinen analyysi tehdään kolmessa vaiheessa: redusointi, klusterointi ja abstrahointi (Tuomi & Sarajärvi, 2009, 136-139). Redusointi eli pelkistäminen tarkoittaa epäoleellisen aineiston karsimista ja muun aineiston esittämistä tiiviimmässä muodossa (Tuomi & Sarajärvi, 2009, 136-139). Tämän tutkimuksen haastatteluaineiston redusoinnissa muutettiin osa sanallisista vastauksista määrälliseksi aineistoksi, koska näihin kysymyksiin vastaukset olivat pääsääntöisesti kyllä/ei -vastauksia. Klusteroinnissa pelkistetty aineisto ryhmitellään uudestaan alaryhmiin (Tuomi & Sarajärvi, 2009, 136-139). Tämän tutkimuksen aineisto ryhmiteltiin alaryhmiin luokkaryhmittäin ja keksintöryhmittäin. Abstrahoinnissa yhdistetään klusteroinnin tuottamia ryhmiä sekä tuotetaan uusia teoreettisia käsitteitä ja malleja (Tuomi & Sarajärvi, 2009, 136-139). Abstrahoinnin avulla tässä kehittämistutkimuksessa muodostettiin ohjeita uusien keksintöprojektien tueksi.

Teorialähtöinen sisällönanalyysi tarkoittaa aineiston analyysin perustamista aikaisempaan käsitejärjestelmään, esim. teoriaan (Tuomi & Sarajärvi, 2009, 136-139). Ensimmäisessä vaiheessa teorialähtöistä sisällönanalyysia muodostetaan analyysirunko, jonka sisälle muodostetaan aineistosta erilaisia luokituksia tai kategorioita (Patton, 2015). Toisessa vaiheessa sisältö pelkistetään ja siitä muodostetaan erilaisia ylä- ja alaluokkia (Tuomi & Sarajärvi, 2009, 136-139). Tässä tutkimuksessa teorialähtöisen sisällönanalyysin avulla toteutettiin kehittämistutkimuksen ensimmäinen vaihe eli teoria-analyysi.

Määrällisen sisällönanalyysin avulla tässä tutkimuksessa käydään läpi kyselylomakkeiden tulokset. Määrällinen sisällönanalyysi tarkoittaa asetettuihin tutkimusongelmiin vastaamista kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien avulla (Eskola & Suoranta, 1998, 186-189). Taulukossa 2 käydään läpi suunnitelma aineiston analyysimenetelmistä ja esitellään millä tavalla tutkimusongelmiin haetaan ratkaisua.

Tutkimusongelma	Väitteet ja kysymykset	Analyysimenetelmät
Miten Micro:bit -alustan käyttö vaikuttaa oppilaan minäpystyvyyteen ohjelmoinnin ja tietotekniikan käytön suhteen?	alku- ja loppukyselyt	tilastolliset tunnusluvut
Miten minäpystyvyyttä voidaan kehittää enemmän maker-tekemisen avulla ja Micro:bittien ohjelmoinnin kautta?	kehittämistutkimus	kehittämistutkimuksen menetelmät
Millaisia mahdollisuuksia sekä haasteita Micro:bit ja maker-tekeminen tuovat oppilaan minäpystyvyyssuskemuksille?	loppuhaastattelu: kysymykset	sisällönanalyysi

Taulukko 2. Aineiston analyysisuunnitelma

2.6 Kehittämistutkimuksen luotettavuus

Kehittämistutkimuksen tutkimusmateriaaleista nousee usein esille kritiikki luotettavuutta kohtaan, etenkin yhtenäisten tutkimuskäytäntöjen puutetta kritisoidaan (esimerkiksi Dede, 2004, 105-114). Myös käytännön ja teorian välisen tasapainon löytämisen vaikeudesta on

esitetty huomioita (Wang & Hananfin, 2005). Yhteisymmärryksen tason löytäminen ei ole myöskään yksinkertaista (Dede, 2004, 105-114).

Tutkimuksen kohdentuminen tutkittavaan aiheeseen ja tulosten toistettavuus ovat Tuomen ja Sarajärven (2009, 136-139) mukaan perinteisiä tieteellisen tutkimuksen luotettavuuden arvioinnin kriteereitä. Heidän mukaansa oikeaan aiheeseen kohdentumista kutsutaan validiteetiksi ja tulosten toistettavuutta sekä luotettavuutta kuvataan käsitteellä reliabiliteetti. Käsitteiden tausta juontaa juurensa määrällisen tutkimuksen kenttään, joten niiden yhteensopi- vuus laadulliseen tutkimuksen kenttään ei ole kaikissa tapauksissa kovin korkea (Tuomi & Sarajärvi, 2009, 136-139).

Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta tarkastellaan neljän luokan avulla (Lincoln & Guba, 1985). Nämä luokat ovat uskottavuus, siirrettävyys, luotettavuus ja varmuus sekä vahvistet- tavuus (Tuomi & Sarajärvi, 2009, 136-139). Yleiset kehittämistutkimuksen laadukkuuden kriteerit on luokiteltu Design-Based Research Collectiven (2003, 5-8) määritelmässä. Lin- colnin ja Guban (1985) mukaan neljä luokkaa voidaan yhdistää tuohon määritelmään seu- raavasti:

- *Uskottavuus ja siirrettävyys*: Kokonaisvaltaisen kehittämisen avulla tuloksina saa- daan sekä ohjaavia malleja että teorioita, joista osa on kuvailevia. Teorioiden tulee olla siirrettävissä opetuskentän käyttöön.
- *Luotettavuus ja vahvistettavuus*: Syklisen luonteen tulee näkyä kehittämisessä, jonka pitää sisältää jatkuvaa arviointia. Testaamisen pitää tapahtua aidoissa olosuhteissa. Sykliä dokumentoinnissa on oltava huolellinen.

Aineiston analyysissä käytettiin summamuuttujia, jotka on esitelty taulukossa 3. Summa- muuttujat muodostetaan useasta samaa asiaa mittaavasta osiomuuttujasta, tässä tutkimuk- sessa alku- ja loppuhaastattelun väittämistä. Summamuuttujien luotettavuutta mitataan kor- relaatiokertoimen avulla, tässä tutkimuksessa Cronbachin Alfan avulla, jolla mitataan sum- mamuuttujan yhteneväisyyttä, tavoitteena on, että alfa-kerroin on vaihteluvälin 0-1 ylä- päässä, mieluiten yli 0,7 (Heikkilä, 2008, 186-187). Pääsääntöisesti tähän tutkimukseen

muodostetut summamuuttujat ovat yhteneväisiä, eniten epäyhtenäisyyttä esiintyy summamuuttujassa muut tekijät. Tämä selittyy sillä, että ryhmän väittämät ovat hajanaisempia kuin muissa ryhmissä.

(ryhmä1/ ryhmä2/ ryhmä3)

summamuuttuja	sisäiset tekijät A	ulkoiset tekijät A	muut tekijät A
väittämät	1, 2, 3	4, 5, 6, 9	7, 8, 10
cronbachin alfa	0,887/0,765/0,814	0,815/0,796/0,854	0,656/0,575/0,28
keskiarvo	7,822/7,603/6,938	8,433/8,476/8,469	8,356/8,286/8
mediaani	7,667/7,667/7,167	8,75/9/8,5	8,667/8,333/8
keskihajonta	1,010/1,462/3,1	1,45/0,749/1,441	0,924/0,681/1,111

Taulukko 3. Tutkimuksen summamuuttujat alkukyselyssä

(ryhmä 1/ ryhmä 2/ ryhmä3)

summamuuttuja	sisäiset tekijät L	ulkoiset tekijät L	muut tekijät L
väittämät	1, 2, 3	4, 5, 6, 9	7, 8, 10
cronbachin alfa	0,653/0,651/0,82	0,701/0,730/0,864	0,677/0,653/0,783
keskiarvo	7,867/8,349/8,167	8,2/8,738/8,625	8,2/8,46/8,667
mediaani	7,6667/8,333/8,333	8/8,75/8,75	8/8,667/8,667
keskihajonta	1,016/0,45/1,215	1,24/0,378/0,992	0,879/0,416/0,711

Taulukko 4. Tutkimuksen summamuuttujat loppukyselyssä

3 Minäpystyvyys

Tässä luvussa esitellään minäpystyvyyden käsitettä ja sen eri ilmenemismuotoja. Luvussa 3.1 käydään läpi yleistä minäpystyvyyttä, luvussa 3.2 käsitellään aihepesifiä minäpystyvyyttä keskittyen erityisesti tietokoneisiin liittyvään minäpystyvyyteen ja sen johdannaiseen teknologiaan liittyvään minäpystyvyyteen. Luvuissa myös esitellään aikaisempia tutkimustuloksia. Minäpystyvyys muodostaa yleisen teoriataustan tälle tutkimukselle.

3.1 Yleinen minäpystyvyys

Minäpystyvyys on yksi motivaation määritteistä, sillä tarkoitetaan ihmisen käsityksiä suoriutua tietyistä tilanteista tai tehtävistä oman toimintansa avulla (Banduras, 1997). Minäpystyvyyden avulla vastataan siis kysymykseen ”Selviätkö tästä tehtävästä tällä toiminnalla?” Minäpystyvyyden käsite pohjautuu Bandurasin (1986) teoriaan yksilön motivaatiosta, ajattelusta ja toiminnasta. Taustateoriana on ajatus ihmisen toiminnasta vuorovaikutuksessa yksilön käyttäytymisen, kognitiivisten ja muiden persoonallisten tekijöiden sekä ympäristön keskinäisen vuorovaikutuksen kanssa (Bandura, 1997). Minäpystyvyys ja minäkäsitys ovat käsitteinä hyvin lähellä toisiaan. Minäkäsitys voi olla esimerkiksi, minä olen hyvä tietotekniikassa, kun taas minäpystyvyys voi tarkoittaa esimerkiksi, minä pystyn kyllä oppimaan tämän uuden laitteen käytön (Linnenbrink & Pintrich, 2003, 119-137). Minäpystyvyys vaikuttaa yhdessä muiden sosiokognitiivisten tekijöiden kanssa ihmisen hyvinvointiin ja menestykseen (Pajares, 1997, 1-49). Minäpystyvyysuskomukset voivat olla voimakkaampia kuin yksilön todelliset kyvyt, koska uskomukset vaikuttavat motivaatiotasoon, tunnetiloihin ja käyttäytymiseen, näistä uskomuksista voi tulla itseään toteuttavia (Bandura, 1997).

Kognitiivisten prosessien (mm. muisti, tarkkaavaisuus ja oppiminen) on todettu Lehtisen ym. (2007) mukaan olevan yhteydessä yksilön minäpystyvyysuskomuksiin. Heidän mukaansa usko omasta minäpystyvyydestä voi vaikuttaa myönteisesti tai kielteisesti yksilön toimintaan. Teorian mukaan yksilö, joka luottaa omiin kykyihinsä, uskaltaa haastaa itseään enemmän ongelmanratkaisutilanteissa ja käyttää esimerkiksi monimutkaisempia ajatusprosesseja (emt.). Jos yksilön odotukset tehtävän onnistumisesta ovat korkealla, jaksaa hän pannaostaa ajallisesti enemmän vaativan tehtävän suorittamiseen kuin yksilö, joka ei usko yhtä

paljon tehtävän onnistumiseen (emt.). Pelkkä luottamus omiin kykyihin ei riitä, myös tietojen ja taitojen on oltava riittävässä tasapainossa kykyuskomusten kanssa (Bandura, 1997).

Tulosodotukset liittyvät oleellisesti kognitiivisiin prosesseihin, uskomus tehtävän suorittamisen tuottamaan todennäköiseen tulokseen on tulosodotus (Bandura, 2006). Yksilön toimintaan vaikuttamisen yhtenä osa-alueena on Banduran (1989) mukaan tunteiden taso, nämä affektiiviset prosessit heijastuvat suorituksen aiheuttamaan stressin määrään sekä vastoin käymisten sietokykyyn. Hänen mukaansa motivaationaaliset prosessit taas ohjaavat yksilön tekemiä valintoja sekä yhden tehtävän yrittämiseen kohdistuvaa sinnikkyyden määrää, kun omiin kykyihin tietyssä asiassa luottaa, myös motivaatio tuota aihetta kohtaan kasvaa. Minäpystyvyyssuskomukset vaikuttavat Banduran (1994) mukaan ihmisen toimintaan kognitiivisten, affektiivisten ja motivationaalisten prosessien sekä valintaprosessien kautta, vaikutus voi olla edistävää tai ehkäisevää.

Minäpystyvyys kehittyy Banduran (1994) mukaan vaiheittain läpi koko elämän, kehittymistä ei ole sidottu lapsuuden ja nuoruuden kehittämissivaiheisiin. Hänen mukaansa kognitiivisen kyvykkyyden tärkeä lähde löytyy koulusta. Sosiaalisen ympäristön suorittama vertailu, testaus ja arviointi vaikuttavat kyvykkyyteen, jonka hallitsemisen jälkeen lapset alkavat kehittää älyllistä kyvykkyyttään (emt.). Kyky selviytyä koulun vaatimuksista syntyy uskomuksista, jotka vaikuttavat hänen tavoitteisiinsa, saavutuksiin sekä kiinnostuneisuuteen koulua kohtaan (emt.).

Minäpystyvyyden muodostuminen ja kehittyminen tapahtuu Banduran (1986, 1997) mukaan yhden tai useamman informaatiolähteen vaikutuksesta: yksilön aiemmat onnistumis- ja epäonnistumiskokemukset, sijaiskokemukset, sosiaalinen verbaalinen vakuuttaminen sekä fyysiset ja affektiiviset tilat. Hän tarkentaa käsitteitä seuraavalla tavalla:

- **Onnistumis- ja epäonnistumiskokemukset** muodostavat merkittävimmän informaation lähteen, näiden kokemusten avulla yksilö saa prosessoitavaksi tietoa omasta kyvykkyydestään. Muista informaatiolähteistä tullut tieto sivuutetaan, jos se on ristiriidassa omien kokemusten kanssa. Onnistumisten merkitys on suuri, niiden avulla yksilö luo vahvan uskon omiin kykyihin. Epäonnistumiset vähentävät tätä uskoa,

varsinkin jos ne ajallisesti tapahtuvat ennen onnistumisten luomaa uskoa. Onnistumisten laatu on myös merkittävä, helpoissa tehtävissä onnistuminen ei luo uskoa vaikeissa tehtävissä onnistumiseen, sillä helppoja tehtäviä suorittaneet ihmiset odottavat nopeita ratkaisuja eivätkä kestä epäonnistumisia. Helpoilla tehtävillä luodaan kevyttä uskomusta omasta pystyvyydestä, vahva uskomus vaatii, että onnistumisten eteen tehdään töitä. Ilman haastavia tehtäviä ja niissä aiheutuneita epäonnistumisia ei ole mahdollista oppia oman toiminnan parantamista ja epäonnistumisten muuttamista onnistumisiksi.

- **Sijaiskokemuksilla** tarkoitetaan kokemuksia, jotka muodostuvat oman toiminnan vertailusta muiden toimintaan sekä muiden tarkkailusta. Muiden selviytyminen tai epäonnistuminen vaikuttaa yksilön uskomuksiin omista kyvyistä. Kun muut onnistuvat, nousee yksilön uskomukset omaan onnistumiseen, muiden epäonnistuessa päinvastoin. Sijaiskokemukset ovat kaikkein vahvimpia, kun tarkkailun kohteet kuuluvat samaan vertaisryhmään tarkkailijan kanssa. Jos tarkkailtava on riittävän erilainen, ei hänen onnistumisensa tai epäonnistumisensa vaikuta suuresti yksilön minäpystyvyyssuskomuksiin.
- **Verbaalinen vaikuttaminen** on vaikuttavuudeltaan edellisiä informaatiolähteitä heikompi. Kyseessä on sosiaalisten viestien aiheuttamat pystyvyyssuskomuksia vahvistavat tai heikentävät vaikutukset. Kannustus tai suostuttelu voi vaikuttaa uskomuksiin, jos näiden viestien lähteenä on yksilön kannalta merkityksellinen henkilö. Nämä viestit voivat rohkaista suoritukseen tai kannustaa, ne voivat myös voimistaa suorituksen vaatimia ponnisteluja. Viestit voivat myös aiheuttaa negatiivisia vaikutuksia. Verbaalisen vaikuttamisen kielteiset vaikutukset ovat helpommin saavutettavissa kuin myönteiset.
- **Fyysisillä ja affektiivisilla tiloilla** tarkoitetaan tuntemuksia tai tunnereaktioita, jotka informoivat yksilöä somaattisesti hänen kyvyistään. Yksilön kokema tunnetila antaa yksilölle viitteitä hänen kyvyistään selviytyä sen hetkisestä tehtävästä. Esimerkiksi stressi voi vaikuttaa negatiivisesti suoritukseen ja antaa yksilölle jo etukäteen vihjeitä tulevasta suoriutumuksesta. Affektiivinen tila, kuten pelko oman suorituskyvyn puut-

teesta voi lisätä yksilön stressiä suorituksen aikana. Fysiologinen aktivoituminen tulkitaan usein virheherkkyydeksi, hermostuneisuuden puute lisää onnistumisten määrää.

Minäpystyvyyksikäsitteiden muodostumiseen ei riitä Banduran (1997) mukaan pelkkä ulkoinen informaatio, vaan merkityksellisyys muodostuu kognitiivisen prosessoinnin ja reflektiivisen ajattelun kautta. Hänen mukaansa yksilö prosessoi informaation ja muodostaa siitä persoonallisten, sosiaalisten ja tilannetekijöiden kautta oman tulkintansa. Näitä tekijöitä ovat yksilön käsitys oppimiskyvystä sekä itsestä oppijana, tehtävän vaikeuden tulkinta ja sen vaatima työmäärä, ulkoisen avun määrä sekä aiempien epäonnistumisten ja onnistumisten syiden tulkitseminen.

Minäpystyvyyden teoria korostaa yksilön omien kykyjen käyttöä, niiden pelkän hallitsemisen sijaan (Broos & Roe, 2006, 306-317). Kun yksilö uskoo, että hän voi saavuttaa jotakin (korkea minäpystyvyys), on mahdollista, että hän saavuttaa motivaation, jonka avulla hän pystyy tekemään kaiken tarpeellisen tavoitteen saavuttaakseen (Pintrich & Schunk, 2002). Vastakohtana on, että yksilö ei usko mahdollisuuksiinsa suorittaa tehtävää onnistuneesti (matala minäpystyvyys), jolloin hän kärsii motivaation puutteesta tehdä tarpeeksi työtä tavoitteen eteen (emt.).

3.2 Tietotekniikkaan liittyvä minäpystyvyys

Minäpystyvyyden tutkimuksessa erotetaan edellä kuvatun yleisen minäpystyvyyden lisäksi aihespesifejä minäpystyvyyden lajeja. Yksi aihealue sisältää useita minäpystyvyyden lajeja, esimerkiksi matematiikassa oppilaan minäpystyvyys voi olla korkeampi kertolaskuja kohtaan kuin yleisesti matematiikkaa kohtaan (Hatlevik, 2018, 107-119). Tämän eron voi huomata myös yksilön minäpystyvyyksikäsitteissä: yleisiä tietotekniikan minäpystyvyyksikäsitteitä verratessa tietyn tietotekniikan osa-alueen vastaaviin, niistä löytyy usein eroavaisuuksia (Marakas, Yi & Johnson, 1998, 126-163).

Aihespesifi tietotekniikkaan liittyvä minäpystyvyys määrittellään havaituiksi yksilön kyvyksi suorittaa tiettyjä tietotekniikkaan liittyviä tehtäviä, yleinen tietotekniikan minäpysty-

vyys määritellään kyvyksi suorittaa useita erilaisia tietotekniikkaan liittyviä tehtäviä (Hatlevik, 2018). Hieman laajemmin tietokoneminäpystyvyys määritellään yksilön uskomuksiksi käyttää tietokonetta menestyksekkäästi tehtävien ratkaisemiseen ja tilanteiden hallitsemiseen (Compeau & Higgins, 1995, 189-211; Marakas, Yi & Johnson, 1998, 126-163).

Tietotekniikkaminäpystyvyyttä pidetään Hargittain ja Shaferin (2006, 432-448) mukaan yleisen minäpystyvyyden tärkeänä laajenuksena, sillä minäpystyvyydellä on tärkeä rooli tietotekniikan käyttämisessä. Tutkimusten mukaan minäpystyvyys on hyvin merkittävässä roolissa, kun tarkastellaan yksilön oppimista sähköisissä oppimisympäristöissä (Azevedo & Moos, 2009, 576-600). Tietotekniikkaminäpystyvyys on siis yhteydessä sekä oppimisprosesseihin ja oppimisen tuloksiin (emt.).

Tietokoneminäpystyvyyttä on Azevedon ja Moosin (2009, 576-600) mukaan tutkittu paljon perinteisen luokkahuoneen kontekstissa, jossa on erottunut kolme pääteemaa:

- **yksilön ja kontekstin ominaisuudet**, jotka liittyvät minäpystyvyyteen (esim. Bandura, 1994)
- yhteys minäpystyvyyden ja **oppimisen tulosten** välillä (esim. Bouffard-Bouchard, 1990, 353-360)
- yhteys minäpystyvyyden ja **oppimisprosessien** välillä (esim. Pintrich & De Groot, 1990, 33-40)

Hatlevik (2018, 107-119) on tutkinut tietokoneminäpystyvyyden ja digitaalisten oppimisympäristöjen käytön yhteyttä. Hän on havainnut, että positiiviset asenteet digitaalisia oppimisympäristöjä kohtaan korreloivat positiivisesti tietokoneminäpystyvyyteen. Torkzadehin & Van Dyken (2002, 479-494) tutkimuksessa on myös löydetty samankaltaisia tuloksia. Asenteet digitaalisia oppimisympäristöjä kohtaan muodostuvat hyvin varhaisessa iässä (Wilder, Mackie, & Cooper, 1985, 215-228) ja pysyvät pitkään hyvin muuttumattomina (Torkzadeh & Van Dyke, 2002, 479-494), tosin oikeanlaiset koulutusohjelmat voivat vaikuttaa positiivisesti näihin asenteisiin (Torkzadeh & Koufteros, 1993, 284-292). Gallinin ja Zhangin (1997, 321-339) mukaan oppilaan taipumukset yksilöoppimiseen korreloivat positiivisesti minäpystyvyyden kanssa. Meyerin ym. (2002, 486-519) mukaan minäpystyvyyden kehittymiseen havaittiin vaikuttavan myönteisesti oppimisstrategioiden esittely ennen työskentelyä,

esiteltäviä oppimisstrategioita olivat ydinkohdan esittely, tärkeimpien yhtymäkohtien hahmottaminen, ratkaisukeskeisyys, asioiden vertaileminen pohjautuen eroihin ja yhtäläisyyksiin sekä asioiden ryhmittely.

On tehty tutkimuksia siitä, että millaiset vapaa-ajan tietokoneen käyttötottumukset korreloivat positiivisesti korkeaan tietokoneminäpystyvyyteen (esim. Houle, 1996, 25-48; Hasan, 2003, 443-450), mutta tulokset ovat olleet keskenään ristiriitaisia. On myös relevanttia kysyä, kuinka paljon teknologioiden voimakas kehittyminen vaikuttaa näihin tutkimustuloksiin. Kuitenkin on löydetty viitteitä siitä, että teknologian edistyneempi käyttö vapaa-ajalla esim. grafiikan tekeminen tai ohjelmointi korreloi positiivisesti tietokoneminäpystyvyyden kanssa (esim. Hasan, 2003, 443-450).

Ertmerin (1994, 45-62) mukaan tietokoneminäpystyvyyden kehittymiselle on tärkeää tietokoneen käyttämisen laatu, pelkällä määrällä ei havaittu olevan yhteyttä tietokoneminäpystyvyyden kehittymiseen. Määrällä tarkoitetaan tietokoneen käytön tiheyttä, laadulla tietokoneen käyttötarkoitusta. Whippin ja Chiarellin (2004, 5-22) mukaan tietokoneiden käyttämisen laatu liittyy tekniseen tukeen ja teknisten vaatimusten aikaiseen saavuttamiseen; näiden vaatimusten saavuttaminen parantaa minäpystyvyyttä. Choun (2001, 51-69) mukaan tietokoneminäpystyvyyden kehittymisellä on yhteys käytettyyn opetusmenetelmään: perinteinen opettajajohtoinen menetelmä tukee vähiten sen kehittymistä.

Monet tutkimukset ovat käsitelleet yleisen minäpystyvyyden ja aihespesifin minäpystyvyyden yhteyttä (esim. Abele & Spurr, 2009, 53-62 ja Yang & Cheng, 2009, 429-438). Kun käsitellään yleistä minäpystyvyyttä, ei löydetä yhteyttä minäpystyvyyden ja suoritusten välille (Paraskeva, Bouta & Papagianni, 2008, 1084-1091). Broosin ja Roen (2006) mukaan tietotekniikkaan liittyvä minäpystyvyys selittää tietotekniikan käyttöä, kun taas yleinen minäpystyvyys ei selitä millään tasolla vaihtelua tietotekniikan käytössä. Useat tutkimukset tukevat näkemystä, että tietokoneisiin liittyvä minäpystyvyys on yhteydessä myönteisesti tietotekniikan käyttöön ja suoriutumiseen (esim. Barbeite & Weiss, 2004, 1-15; Wan, Wang & Haggerty, 2008, 513-521; Yang & Cheng, 2009, 429-438). Liiallinen varmuus omista kyvyistä voi johtaa liialliseen itsevarmuuteen, jolloin minäpystyvyys ja suoriutumisen taso korreloivatkin kielteisesti keskenään (Moores & Chang, 2009).

Erilaiset minäpystyvyyden tasot (esim. yleinen minäpystyvyys, tietokoneminäpystyvyys ja aihepesifi tietokoneminäpystyvyys) vaikuttavat toisiinsa. Tietokoneminäpystyvyyden ja aihepesifin tietokoneminäpystyvyyden välistä suhdetta on Downey ym. (2008, 22-40) kuvaillut prosessiksi, jossa yleinen tietokoneminäpystyvyys vaikuttaa minäpystyvyyden arviointiin osa-alueiden alakäsitteistä. Käsitteellisesti tietokoneminäpystyvyys vaikuttaa tai muodostaa aihepesifejä tietokoneminäpystyvyyden osa-alueita ajan kanssa. Downeyn ja Kherin (2015, 91-111) mukaan yleinen tietokoneminäpystyvyys ja sen muutokset eivät vaikuttaneet suorasti tehtävistä suoriutumiseen, mutta muutokset vaikuttivat ajan kanssa aihepesifiin tietokoneminäpystyvyyteen, joka vuorostaan vaikutti tehtävistä suoriutumiseen. Heidän mukaansa ahdistuneisuus tietokoneita kohtaan väheni koulutuksen myötä. Koulutuksen tärkeimmiksi tavoitteiksi he nostivatkin ahdistuneisuuden vähentämisen sekä minäpystyvyyden kehittymisen tukemisen (emt.). Nämä yhdessä vaikuttavat tehtävistä suoriutumiseen.

Uusien teknologioiden oppimisen yhteydestä tietokone- ja teknologiaminäpystyvyyteen on havaittu Wardleyn ja Mangin (2015, 1715-1732) tutkimuksissa, että yksilön korkea tietokone- ja teknologiaminäpystyvyys korreloi myönteisesti heidän käsityksiinsä oppia uusia teknologioita. Tämä on samankaltainen tulos kuin Downeyn (2008, 22-40) tutkimuksissa, jossa tietokoneminäpystyvyyden kehittyminen toimii porttina aihepesifeihin osa-alueisiin (kuten uusien teknologioiden oppiminen).

4 Micro:bit, ohjelmointi ja maker-tekeminen minäpystyvyyden kehittäjänä

Tässä luvussa esitellään minäpystyvyyden kehittämiseen tässä tutkimuksessa liittyvät asiat: Micro:bit, maker-tekeminen ja ohjelmointi perusopetuksessa.

4.1 Ohjelmointi peruskouluissa

Tässä luvussa esitellään ohjelmoinnin opetusta peruskouluissa sekä sen opettamisen laajuutta ja opetustapoja.

4.1.1 Ohjelmoinnin määritelmä

Koodi on Petzoldin (1999) määritelmän mukaan keino, jota käytetään ohjelmien luomiseen, joilla kontrolloidaan laajaa kirjoa digitaalisia laitteita automatisoiduista tehtaista älypuheliiniin, koodi edustaa siis ohjeiden kokoelmaa, joilla tietokoneet voivat operoida. Määritelmä luokittelee ohjelmointikielien matalan tason ja korkean tason kieliin, matalatasoiset kielet ovat lähellä tietokoneiden käyttämää binaarikoodia, kun taas korkeatasoiset kielet ovat monimutkaisempia ja helpompia ihmisten luoda sekä ymmärtää. Käytetyn kielen valinta ei vaikuta siihen, että lopulta kaikki kielet käännetään binaarikoodiksi. Koodi on osa kaikkea digitaalista teknologiaa ja määrittelee sen käytöstä.

Koodin avulla on mahdollista ohjelmoida, uudelleen ohjelmoida, päivittää ja hakkeroida ilman fyysistä kosketusta. Ohjelmoiminen on koodin kirjoittamista ja ohjelmien kirjoittamista, johon sisältyy valintojen tekemistä koodin sisältöön liittyen (Berry, 2016; Ceruzzi, 2012).

4.1.2 Ohjelmointi perusopetuksen opetussuunnitelmissa

Kehittyvässä, monimutkaistuvassa ja enemmän digitalisoituvassa maailmassa on entistä tärkeämpää, että koulunsa päättävät nuoret saavuttavat vaadittavan tietämyksen, taidot ja asenteet sopeutuakseen uusiin tilanteisiin ja vaadittaviin taitoihin (Williamson, 2016). Yksi

näistä uusista taidoista on ohjelmointi, joka on Englannin johdolla levinnyt myös muihin maihin (emt.). Tällä hetkellä yli 20 Euroopan maata on integroinut ohjelmoinnin tai ohjelmoinnillisen ajattelun jollain tasolla omiin perusopetuksen opetussuunnitelmiinsa (Balanskat ym. 2017).

Suomessa on otettu uudet perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteet käyttöön 2016 (OPS, 2016). Näissä perusteissa on seitsemän laaja-alaista taitoa, jotka ulottuvat kaikkiin oppiaineisiin. Yksi näistä on tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen, jonka sisään ohjelmointi sijoittuu. Opetussuunnitelmassa puhutaan algoritmisesta ajattelusta ja ohjelmoinnista (eng. programming) matematiikka –oppiaineen sisällöissä. Ohjelmointi ei siis ole erillinen oppiaine eikä erillinen kurssi, mutta se on pakollista ala- ja yläkouluissa. Käytännössä ohjelmoinnin taidot on sisällytetty matematiikan oppiaineeseen. Toikkasen (2015) mukaan ohjelmointi nähdään opetussuunnitelmassa tapana saavuttaa algoritmista ajattelua, mutta myös edistää luovaa ilmaisua, lisätä motivaatiota yleisesti, lisätä kiinnostusta STEM-aineita kohtaan sekä kehittää ongelmanratkaisukykyä ja loogisen ajattelun taitoja. Digitaalisten kompetenssien opetus suomalaisessa kontekstissa pohjautuu DigComp-taustakehykseen (Euroopan komissio, 2019).

Alle on poimittu muutamia esimerkkikohtia, joita OPS (2016) sisältää ohjelmoinnista.

- Oppilaat saavat ja jakavat keskenään kokemuksia digitaalisen median parissa työkentelystä sekä ikäkaudelle sopivasta ohjelmoinnista. (tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen, 1-2 -luokat, OPS 2016, 101)
- Ohjelmointia kokeillessaan oppilaat saavat kokemuksia siitä, miten teknologian toiminta riippuu ihmisen tekemistä ratkaisuista. (tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen, 3-6 -luokat, OPS 2016, 157)
- Ohjelmointia harjoitellaan osana eri oppiaineiden opintoja. (tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen, 7-9 -luokat, OPS 2016, 284)
- Tutustuminen ohjelmoinnin alkeisiin alkaa laatimalla vaiheittaisia toimintaohjeita, joita myös testataan. (matematiikka, 2. -luokka, OPS 2016, 129)
- Oppilas osaa ohjelmoida toimivan ohjelman graafisessa ohjelmointiympäristössä. (matematiikka, 6. -luokka, OPS 2016, 239)

- Oppilas osaa soveltaa algoritmisen ajattelun periaatteita ja osaa ohjelmoida yksinkertaisia ohjelmia. (matematiikka, 9. -luokka, OPS 2016, 379)

Dufvan (2018) mukaan eri valtioiden opetussuunnitelmauudistuksen tavoitteena on tarjota oppilaille olennainen ymmärtämys koodista sen sijaan, että heistä kehittyisi ohjelmoinnin ammattilaisia. Näin oppilaat pärjäävät digitaalisessa yhteiskunnassa ja ymmärtävät sen käsitteitä.

Mertalan ym. (2020) mukaan ohjelmoinnin opettamista tulisi tulkita enemmän monilukutaidon kontekstin kautta, näin oppilaita ohjattaisiin ymmärtämään koodin taustalla olevan tekijänsä tarkoitusperät ja tavoitteet. He pitävät ongelmallisena ohjelmoinnin tuomista opetukseen pelkästään kaupallisista tarkoitusperistä.

4.1.3 Ohjelmoinnillinen ajattelu

Viime vuosien opetussuunnitelmauudistukset eri maissa ovat tuoneet ohjelmoinnillisen ajattelun ja siihen liittyvät konseptit kuten algoritmisen ajattelun ja ohjelmoinnin koulutuksessa perustaitojen kuten numeroiden ymmärtämisen ja lukutaidon rinnalle (Bocconi ym. 2018).

Ohjelmoinnillisen ajattelun määrittely ei ole selkeä. Se voidaan määritellä ajatusprosessiksi, joka sisältää suunnitteluratkaisuja, jotka voidaan suorittaa tietokoneen, ihmisen tai yhtäaikaan molempien toimesta (Wing, 2011). Ohjelmoinnillisen ajattelun käsitteen alle kuuluu useita muita käsitteitä, esim. algoritmisen ajattelu, abstrahointi, automatisointi, hajottaminen ja yleistys (Tedre & Denning, 2016, 120-129). Nämä kaikki vuorostaan liittyvät tiettyihin taitoihin ja asenteisiin, joita ovat mm. ohjelmallisten tuotteiden luominen, testaaminen ja virheiden etsiminen, yhteistyökyvyt, luovuus sekä kyky käsitellä avoimia ongelmia (Bocconi ym. 2016).

Ohjelmoinnillisen ajattelu sisältää myös potentiaalia luovaan ongelmanratkaisuun ja innovointiin eri aihealueissa, tämän takia ohjelmoinnillinen ajattelu on tärkeässä roolissa peruskouluissa. Tosin opetussuunnitelmissa Suomessa ja muissa Pohjoismaissa ei löydy sanaa ohjelmoinnillinen ajattelu, vaan niissä dokumenteissa mainitaan siihen liittyviä tärkeimpiä

konsepteja ja taitoja, kuten ongelmanratkaisu ja digitaalinen kompetenssi (digitaalisten ratkaisujen luominen ja kriittiset käyttötaidot) (Bocconi ym. 2018).

Ohjelmoinnillinen ajattelu perustuu tutkimusten pohjalta useaan eri peruseriaatteeseen.

Periaatteita ovat:

- Abstrahointi = ohjelmointikielet, ohjelmat ja data ovat todellisen maailman ilmiön abstraktioita (Czismadia, 2015)
- Algoritmit = joukko järjestelmällisesti suoritettavia ohjeita tai käskyjä jonkin tehtävän suorittamiseksi (Grover & Pea, 2018, 19-37)
- Automatisointi = tehtävien suorittamista automaattisiksi ohjelmoitujen komentojen avulla (Settle & Perkovic, 2010)
- Data = useista eri lähteistä koostuvan datan jäsentäminen ja käyttäminen (Czismadia, 2015)
- Iterointi = alkuperäistä ideaa parannellaan suunnittelun, testauksen ja virheiden korjaamisen avulla, kunnes ideaalitilanne saavutetaan. (Grover & Pea, 2013, 19-37)
- Kuviot ja yleistäminen = kuvioiden toistaminen yleisellä tasolla muodostaa ratkaisuja, jotka ratkaisevat samanlaisia ongelmia (Grover & Pea, 2013, 19-37)
- Logiikka = ohjelmat sisältävät erilaisia loogisia elementtejä kuten ehtolauseita, Boolean logiikkaa ja aritmeettisiä operaatioita. (Grover & Pea, 2013, 19-37)
- Luovuus = Projektin luominen on aina luovan ilmaisun muoto, ohjelmointi vaatii eri vaihtoehtojen löytämistä ja käyttämistä. (Grover & Pea, 2013, 19-37)
- Mallintaminen ja suunnittelu = ohjelmointiin kuuluu suunnittelu ja algoritmisen suunnittelun mallit, jotka pystytään myöhemmin ohjelmoimaan. Ohjelmointiin kuuluu rakenteista, ulkoasusta ja systeemin toimivuudesta huolehtiminen. (Shute ym., 2017, 142-158)
- Ongelmien jakaminen osiin = ongelmat voidaan jakaa pienempiin ja yksinkertaisempiin osiin, jotka voidaan ratkaista erikseen. (Grover & Pea, 2013, 19-37)
- Tehokkuus = algoritmit eivät sisällä tarpeettomia tai ylimääräisiä vaiheita. (Shute ym., 2017, 142-158)

- Testaaminen ja debuggaus = ohjelmoijat seuraavat koodia, suunnittelevat ja toteuttavat testaus suunnitelmia ja -tapauksia sekä eristävät ja korjaavat ongelmia. (Czismadia, 2015)
- Yhteensovittaminen ja samankaltaisuus = ohjelmat voivat suorittaa useita toimintoja samanaikaisesti, ajoituksen toimiminen vaatii kontrollointia. (Shute ym., 2017, 142-158)
- Yhteistyö = yhdessä työskenteleminen ja vastuun jakaminen (Grover & Pea, 2013, 19-37)

4.1.4 **Fyysinen tietojenkäsittely**

Fyysinen tietojenkäsittely opetuksessa on O’Sullivanin ja Igoen (2004) käyttämä termi, joka tarkoittaa tärkeää elementtiä systeemeissä, jotka yhdistävät virtuaalisen ja fyysisen maailman. Tämä elementti keskittyy ideoihin teknisten rajoitteiden sijaan, näin edistetään luovuuden ja mielikuvituksen kehittymistä. Näiden maailmojen yhdistimiä ovat erilaiset muuntajat (sensorit ja käyttölaitteet). Yhteistä kaikille fyysisen tietojenkäsittelyn laitteille on Przybyllan ja Romeiken (2015, 351) mukaan se, että ne eivät ole uudistavia (ts. eivät prosessoi saatua tietoa uudelleen), ne toimivat jatkuvasti ja ovat vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa.

O’Sullivan ja Igoe (2004) korostavat fyysisyyden merkitystä tietojenkäsittelyssä, he pitävät hyvänä projektien lähtökohtana tietokoneisiin liittyvän tiedon unohtamista ja sen sijaan keskittymistä ihmisten tarpeisiin sekä ympäristöön, jota tuetaan tietokoneiden avulla. Libow Martinez ja Stager (2013) näkevät fyysisen tietojenkäsittelyn kaikkena tietokoneiden yhdistämisenä fyysiseen maailmaan. Tämä määritelmä laajentaa käsitettä ihmisen ja koneiden vuorovaikutuksesta koneiden sekä koko maailman väliseen vuorovaikutukseen.

Fyysinen tietojenkäsittely voidaan jakaa O’Sullivanin ja Igoen (2004) mukaan kahteen osaan:

- Kuvaus siitä mitä tapahtuu käyttäjän näkökulmasta. (Esim. kun varas tulee huoneeseen, Micro:bitistä tehty varashälytys häätää hänet tiehensä.)

- Kuvaus siitä, kuinka tämä toimii. (Esim. kun Micro:bittiin kytketty liikesensori tunnistaa liikettä huoneessa, kytkee laite kovaäänisen päälle).

Suomen perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteissa ei mainita fyysistä ohjelmointia millään tasolla, mutta Euroopan laajuudessa tarkastelussa mainintoja löytyy. Esimerkkinä mainittakoon Kroatia, jonka uudistetussa opetussuunnitelmassa mainitaan liikkuvien objektien (eng. tangible objects) ohjelmointi (Euroopan komissio, 2019).

4.2 Maker-kulttuuri ja tekeminen

Tässä luvussa esitellään maker-kulttuurin ja tekemisen yleispiirteitä ja sen roolia keksintöprojektien yläkäsitteenä. Lisäksi esitellään yleisimpiä käytössä olevia maker-tiloja. Tässä tutkimuksessa projektin tekemisen ajaksi luodaan tilapäinen makerspace-tila, jonka välineistöä oppilaat voivat vapaasti hyödyntää.

Maker-liike tai maker-kulttuuri (engl. maker movement) on laajasti vaikuttava kulttuurinen liike, joka keskittyy elvyttämään käsillä tekemisen kulttuuria yhdistettynä kiinnostukseen uusia digitaalisia tekniikoita (erityisesti tuottamiseen ja jakamiseen) kohtaan (Blikstein & Krannich, 2013, 613-616). Suomessa käytetään maker-liikkeestä myös nimitystä värkkäily ja tekemisestä termiä maker-tekeminen (esim. Innokas-verkoston materiaalit). Maker-liikkeen konseptia voidaan tarkastella monesta eri suunnasta: se voidaan nähdä taloudellisena parannuskeinona (Anderson, 2012), kulttuurisena liikkeenä (Breeding, 2012) ja uutena pedagogisena metodina (Halverson & Sheridan, 2014, 492-494). Maker-liikkeestä on tullut internetin ansiosta globaali liike, jonka Anderson (2012) määrittelee uudeksi teollistumisen vallankumoukseksi, joka tapahtuu, kun internet-sukupolvi rupeaa keskittymään oikeaan maailmaan ja luomaan tuotteita sekä ideoita, jotka muulla tavoin eivät olisi olleet mahdollisia.

Makerspace on Petersonin ja Scharberin mukaan (2018, 43-52) mukaan yksi viimeisimmistä koulutuksellisista suuntauksista, joka poikkeaa perinteisistä koulun stereotyypeistä. Hänen mukaansa makerspace saattaa muuttaa koulun teknologian käyttötapoja, muuttaa tapoja,

joilla koulut rohkaisevat oppimaan ja opettamaan sekä muuttaa koulun kannalta merkityksellisiä oppimistapoja. Hän kuitenkin huomauttaa, että ilman huolellista suunnittelua ja keskittynyttä osaamista uuden tekniikan lumo voittaa pedagogiikan merkityksen.

Makerspace määritellään Caitlinin & Loerstchenin (2014, 42) mukaan tilaksi, joka on suunniteltu mahdollistamaan luominen, tekeminen, opettaminen ja oppiminen. Näissä tiloissa sovelletaan uusia tekniikoita ja teknologioita. Laittevalikoimaan kuuluu esimerkiksi 3d-tulostimia, laserleikkureita, 3d-suunnitteluohjelmia ja erilaisia rakennussarjoja kuten Arduino. Makerspace luo yhteisön yhteisesti käytetyn tilan ja välineistön ympärille. Makerspace-tilat ovat usein kiinteitä, mutta ne voivat olla myös mobiileja.

Makerspacen parhaimmaksi keksinnöksi Gershenfield (2012, 43-57) mainitsee uudenlaisen koulutuksen. Hänen mukaansa oppituntikeskeiset koulut väistyvät yhä useammin makerspace-keskeisten koulujen tieltä, joissa oppimista kuvastaakin usein oppimisen tarve, ei niinkään oppimisen tarjonta. Suurin haaste näissä tiloissa toimimiselle ei ole tekninen eikä koulutuksellinen. Kustannustehokkaita laitteita on saatavilla ja henkilökohtaisen ohjauksen malli toimii hyvin kaikille ikäluokille, suurin haaste on ihmisten tietämysten puute makerspace-tilojen tuomista mahdollisuuksista. Gershenfieldin (2012, 43-57) mukaan vastausten tietämisen sijaan näissä tiloissa painotetaan taitoa kysyä kysymyksiä ja löytää vastauksia.

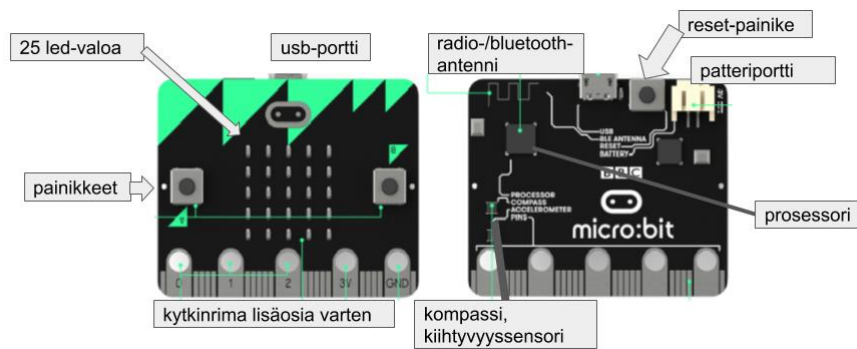
Tilojen käyttöä kutsutaan myös digitaaliseksi teollistumiseksi: data pystytään muuttamaan esineiksi ja esineitä dataksi. Tässä on paljon yhtenäisiä piirteitä aiemman tietokoneiden kehityksen kanssa, voidaan siis puhua jopa digitalisaation vallankumouksesta (Gershenfield, 2012, 43-57).

4.3 Micro:bit

Tässä luvussa esitellään Micro:bit-laite, siihen liitettävät lisäosat, levinneisyys, käytettävät ohjelmointikielet ja toteutuneita projekteja. Lisäksi luodaan yleiskatsaus aihepiiriä koskeviin tutkimuksiin.

4.3.1 Micro:bitin yleisesittely

Micro:bit (kuvio 2) on Iso-Britannian yleisradioyhtiö BBC:n kehittämä edullinen minitietokone, jonka kehittämisen tarkoituksena oli luoda laajalle kohderyhmälle laite, joka yhdistää sujuvasti virtuaalimaailman ja reaaliaikaisen maailman (Halfacree, 2018). Micro:bit on virallisesti mikrokontrollerikehitysalusta, laite on kooltaan noin luottokortin kokoinen ja siihen on sisäänrakennettuna radioantenni, kiihtyvyyssensori, lämpötilasensori, kompassisensori sekä 5x5 pikselin kokoinen led-näyttö (Halfacree, 2018). Laitetta voidaan Halfacreen (2018) mukaan käyttää ohjelmoinnin opettelemiseen, mutta pääasiallisena tarkoituksena on opetella käyttäjälle merkityksellisten teknologioiden rakentamista ja ohjelmoinnin opettelu tulee tässä sivutuotteena.



Kuvio 2. Micro:bittiä havainnollistava kuva

Micro:bitin kehittämisen aloite sai lisämotivaatiota Iso-Britannian tietotekniikan opetus suunnitelman korvaamisella tietojenkäsittelyn opetus suunnitelmalla vuonna 2014, uusi opetus suunnitelma korostaa ohjelmoinnillisen ajattelun (engl. computational thinking) ja ohjelmoinnin merkitystä. Lisäksi tietojenkäsittelyn pakollisuutta käsittelevä raportti (Royal Society, 2015) nosti esille Micro:bitin kaltaisen laitteen tarpeellisuuden.

Micro:bitin lisäosat toimivat laitteen pinnien kautta. Laitteeseen voi liittää kaapeleiden avulla esimerkiksi ledejä, moottoreita, painikkeita, servomoottoreita, erilaisia sensoreita (esim. ultraäänisensori), leditauluja ja kosketuspaneeleita (Halfacree, 2018).

Micro:bit tukee graafista pxt-, javascript- ja python -ohjelmointikieliä, mutta yleisemmin käytetty on javascript -pohjainen graafinen ohjelmointikieli (engl. javascript blocks editor),

jota käytetään web-pohjaisella ide-alustalla (kuvio 3, engl. integrated development environment) (Halfacree, 2018). Taulukossa 4 on eri ohjelmointikielten lyhyt vertailu (Halfacree, 2018), joka esittää ohjelmointikielten oleelliset erot, joita on melko vähän.



Kuvio 3. Ohjelmointiympäristöjä havainnollistava kuva

Ominaisuus	PXT	Javascript	Python
Selainpohjainen editori	kyllä	kyllä	kyllä
Monialustaisuus	kyllä	kyllä	kyllä
Ilmainen	kyllä	kyllä	kyllä
Opetusmateriaaleja saatavilla	kyllä	kyllä	kyllä
Visuaalinen ympäristö	kyllä	kyllä	kyllä
Integroidut ohjeet	kyllä	kyllä	osittain
Micro:bitin ylläpitämä simulaattori	kyllä	kyllä	kyllä
Funktiot ja aliohjelmat	osittain	kyllä	kyllä
Sisäänrakennettu tapahtumien hallinta	kyllä	kyllä	kyllä

Integroitu kääntäjä	kyllä	kyllä	kyllä
Interaktiivinen komentokuori	ei	ei	kyllä

Taulukko 4. Ohjelmointikielten vertailua

4.3.2 Tutkimustuloksia

Iso-Britanniassa tehdyssä vaikuttavuustutkimuksessa (Sentance ym. 2017) Micro:bitin käyttökokemukset voidaan tiivistää neljään kohtaan:

1. laitteen helppokäyttöisyys: laite sopii oppilaille, joilla ei ole vahvaa osaamista teknologioiden käytöstä
2. kokemuksellisuus ja todellisuuden käsite: fyysistä tekemistä korostavat sanat (esim. tehdä, nähdä, ravistaa) ja laitteen fyysisiä ulottuvuuksia (esim. näppäimet, sensorit) esille tuovat sanat toistuivat oppilaiden vastauksissa.
3. rajattomuus ja luovuus: oppilaat kokivat pystyvänsä luomaan laitteen avulla ihan mitä tahansa he tahtovat.
4. Ohjelmointikyky: monissa vastauksissa korostui ohjelmien ymmärtäminen kopioimisen sijaan sekä ohjelmoinnin alkeiden oppiminen.

Monipuolinen ohjelmointi, jota Micro:bitin käyttö parhaimmillaan edustaa, rohkaisee luovuuteen ja oppilaille merkityksellisten kokemusten luomiseen, laite mahdollistaa luomisen ja antaa käyttäjälle tärkeän kokemuksen itselle merkityksellisten asioiden luomisesta sekä tasoittaa taitoerojen syntymistä (Schmidt, 2016, 5-7). Schmidin (2016, 5-7) hypoteesin mukaan Micro:bitin laajalla käytöllä ennustetaan olevan laajoja vaikutuksia oppilaiden digitaalisen lukutaidon kehittäjänä.

Iso-Britanniassa tehdyssä vaikuttavuustutkimuksessa todettiin, että 93 prosenttia opettajista pitää Micro:bitiä motivoivana laitteena ja 90 prosenttia opettajista pitää Micro:bitiä ohjelmointiin inspiroivana myös kouluympäristön ulkopuolella (British council, 2018). Tanskassa Micro:bit on jaettu lähes 65000 oppilaalle ja vaikuttavuutta tutkittaessa on huomattu,

että 90 prosenttia opettajista piti koodaamista helpompana Micro:biteillä työskentelyn jälkeen ja oppilailla vastaava luku oli 95 prosenttia (The Center for evaluation and development of Science education, 2019).

5 Kehittämistutkimustapaukset

Tässä luvussa esitellään tämän tutkimuksen kehittämistutkimustapaukset. Lisäksi käydään läpi tapausten tuloksia ja esitetään keksintöprojektin kehittyminen vaihe vaiheelta.

5.1 Teoria-analyysi

Teoria-analyysin avulla kartoitetaan kehittämisen tarpeita ja mahdollisuuksia, joiden pohjalta lähdetään ratkaisemaan tutkimuksen tutkimusongelmaa ja toteuttamaan tutkimusprojektia tutkittavien kanssa.

Teoria-analyysin avulla etsitään ratkaisua siihen, miten keksintöprojekti kannattaa käytännössä toteuttaa oppilaiden kanssa ja voiko keksintöprojekti vaikuttaa myönteisesti teknologiaminäpystyvyyteen. Choun (2001, 51-69) mukaan tietokoneminäpystyvyyden kehittämisellä on yhteys käytettyyn opetusmenetelmään: perinteinen opettajajohtoinen menetelmä tukee vähiten sen kehittymistä. Uusien teknologioiden oppimisen yhteydestä tietokone- ja teknologiaminäpystyvyyteen on havaittu Wardleyn ja Mangin (2015, 1715-1732) tutkimuksissa, että yksilön korkea tietokone- ja teknologiaminäpystyvyys korreloi myönteisesti heidän käsityksiinsä oppia uusia teknologioita. Tämä on samankaltainen tulos kuin Downeyn (2008, 22-40) tutkimuksissa, jossa tietokoneminäpystyvyyden kehittyminen toimii porttina aihepesifeihin osa-alueisiin (kuten uusien teknologioiden oppiminen).

Myös yleisen minäpystyvyyden kehittymisen näkökulman huomioiminen projektissa on tärkeää, samoilla periaatteilla pystyy kehittämään yleisen minäpystyvyyden lisäksi myös aihepesifiä minäpystyvyyttä ja minäpystyvyyden merkitys korostuu etenkin tietotekniikan käyttämisessä (Hargitta ja Shafer, 2006, 432-448). Keksintöprojekti tietotekniikkaan liittyvän aiheisältönsä takia korostaa projektin toteuttajille minäpystyvyyden merkitystä.

Digitalisoituneessa maailmassa teknologiaan liittyvien tehtävien tekeminen on erittäin tärkeää, mutta useat tutkimukset ovat osoittaneet, että helppojenkin tehtävien suorittaminen ei ole itsestään selvää kaikille ja uusien teknologioiden opetteleminen voi aiheuttaa pelkoa ja epävarmuutta (Powell, 2013, 2337-2381). Tämän takia psykologisten asioiden ymmärtäminen on tärkeää, kun teknologiaa hyödynnetään opetuksessa (Downey & Kher, 2015, 91-111).

2000-luvun taitojen käsite kuvaa niitä taitoja, joita nykyiset peruskoulun oppilaat tulevat tarvitsemaan kasvaessaan tulevaisuuden kansalaisiksi (Kuuskorpi, 2012). Näitä taitoja ovat muun muassa yhteistoiminta, tiedonrakentelu, ongelmanratkaisu ja tietotekniikan hyödyntäminen oppimisessa ja kouluympäristöissä (emt.). 2000-luvun taitojen oppimisen edistäjänä opettaja on tärkein toimija (Kankaanranta & Norrena, 2010), jonka keskeisenä tehtävänä on luoda oppimisympäristö, joka luo oppilaille mahdollisuuksia toteuttaa uteliaisuuttaan ja siirtää oman ammattitaitonsa enemmän ohjaajan rooliin, sillä opettajajohtoinen tiedon jakaminen ei riitä näiden taitojen opettamiseksi (Norrena, 2013, 55-56). Teknologian hyödyntäminen opetuksessa on usein melko yksipuolista, opettajajohtoista, eikä tuo lisäarvoa opetukselle esimerkiksi oppimistehtävien tuottamisen avulla, varsinkin ohjelmoinnilla on paljon potentiaalia saada oppilaat käyttämään teknologiaa uudella, osallistavalla tavalla, jolloin perustaitoja kehittävästä teknologian hyödyntämisestä on siirrytty tiedon rakentamista tukevaan hyödyntämiseen (Norrena, 2015, 234-235). Opettajien asenne ja mielenkiinto ratkaisevat tieto- ja viestintäteknologian sekä ohjelmoinnin vakiintumisen osaksi opetusta (Norrena, 2013, 55-56).

Suomalaisessa perusopetuksessa 2000-luvun taitojen opettaminen on tuotu osaksi Perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteita, nämä taidot on nimetty laaja-alaisiksi taidoiksi (Opetushallitus, 2014). Keksintöprojekti yhdistää monia näistä laaja-alaisista taidoista ja projekti sopii toteutettavaksi osana monialaisia oppimiskokonaisuuksia, joissa yhdistetään eri oppiaineita oppimiskokonaisuuden aikana, näiden oppimiskokonaisuuksien järjestämiseen on velvoittavaa Perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteisiin tehtyjen kirjauksien perusteella (Opetushallitus, 2014).

Keksintöprojektin voi joko toteuttaa fyysisten tai ei-fyysisten välineiden avulla. Fyysistä ohjelmointia on tutkittu Micro:bittejä hyödyntäen (Sentance ym. 2017). Tutkimuksissa on havaittu motivaation kasvua, kokeilunhalun lisääntymistä sekä yhteistoiminnan ja luovuuden korostumista.

- **Motivaation kasvu** näkyy tutkimuksessa oppilaiden kiinnostuksen lisäksi oppilaiden tekeminä parannusehdotuksina ja kokeilunhaluna uusia kokeiluja kohtaan (Hodges ym., 2013, 391-396).

- **Kokemuksellisuus** näkyy laitteen olemuksen lisäksi laitteen mahdollistamien koskettamisen, tuntemisen ja laitteen manipuloinnin vaikutuksena oppimiseen. Oppilaat korostivat ohjelman ymmärtämisen helppoutta suorittamisen näkemisen takia (Clements, 2000, 45-60)
- Tutkimuksessa ei erikseen korostettu **yhteistoimintaa**, mutta monissa toimintataivoissa korostui projektioppiminen ja ryhmätyö, tosin laitteiden antaminen oppilaille 1:1 suhteella (jokaiselle oppilaalle oma laite) ei rohkaissut oppilaita yhteistoimintaan (Marshall, 2007, 163; Horn ym. 2012, 379-389).
- **Luovuus** korostui varsinkin laitteen tarjoamista mahdollisuuksista luoda itselleen jotakin tarpeellista, tämä teki myös oppimiskokemuksista merkityksellisempiä (Hodges ym., 2013, 391-396).

Fyysisen ohjelmoinnin tutkimuksissa (esim. Clements, 2000; Hodges ym. 2013; Horn ym. 2012; Marshall, 2007, 163) oppilaat ymmärsivät yhteyden ohjelmoinnin ja digitaalisten laitteiden luomisen ympärille, mikä rohkaisee heitä ymmärtämään ohjelmoinnin, tietojenkäsittelyn ja todellisen maailman välisiä yhteyksiä (Sentance ym. 2017).

Digiajan peruskoulu -hankkeessa selvitettiin vuosina 2017-2019 perusopetuksen digitalisaation keskeistä tilaa strategian, toimintaympäristön, opettajien ja oppilaiden digitaalisen osaamisen, digiresurssien hyödyntämisen sekä kehittymisen ja tuen näkökulmista (Tanhua-Piironen ym., 2019). Lisäksi hankkeessa tutkittiin näiden asioiden kehittymistä Suomessa hankkeen keston aikana. Ohjelmoinnin näkökulmasta selvityksessä (emt.) mitattiin graafisen ohjelmointiympäristön käyttötaitoa, sanallisen ohjelmoinnin käyttötaitoja sekä todellisia ohjelmointitaitoja taitotestin avulla. Alle on listattu selvityksen tärkeimmät tulokset ohjelmoinnin osa-alueelta, suluissa on vuoden 2017 aineiston tulos.

- Opettajista 41,5 prosenttia osaa käyttää graafisia ohjelmointiympäristöjä (2017: 32,5 %)
- Opettajista 22 prosenttia on kokeillut ohjelmointia oppilaiden kanssa (2017: 19%).

- Viidennen luokan oppilaista 47 prosenttia on käyttänyt oppitunneilla jotakin graafista ohjelmointiympäristöä (2017: 40 prosenttia), toisen luokan oppilaista 77 prosenttia on kokeillut koodaamista tai robottien ohjaamista kotona ja/tai koulussa (2017: sama tulos).
- Oppilaista 89 prosenttia jäi kokonaan ilman pisteitä ohjelmointitehtävistä (ei muutosta vuodesta 2017), opettajista ilman pisteitä jäi vajaa 50 prosenttia (2017: 66 prosenttia)
- Opettajat menestyivät taitotestissä kaikilla (myös ohjelmoinnin ulkopuolisilla) osaluilla oppilaita paremmin. (2017: sama tulos)

Selvityksen perusteella opettajien ja oppilaiden ohjelmointiosaaminen on heikkoa ja noin 22 prosenttia opettajista on vasta kokeillut ohjelmointia oppilaidensa kanssa, muutosta on kuitenkin tapahtunut positiiviseen suuntaan. Selvityksessä todettiin, että taitoerot löytyvät yksilöiden väliltä, ei niinkään asuinpaikkojen tai eri kokoisten kuntien väliltä.

Oppilaan ohjelmoinnin autonomian tukemiseen on kehitetty erilaisia malleja, joiden avulla ohjelmoinnin opetusta voidaan suunnitella paremmin. Carlborgin ym. (2019, 130-139) tutkimuksessa ohjelmoinnin opettamisen vaiheet autonomiaa tukevalla tavalla on luokiteltu seuraavasti:

1. **Kustomointi:** oppilaat muokkaavat pieniä osia valmiista ohjelmasta.
2. **Toistaminen:** oppilaat tekevät valmiin mallin mukaisen ohjelman.
3. **Suunnittelu:** oppilaat tekevät mallilohkoilla oman ohjelman.
4. **Vapaa tehtävä:** oppilaat toteuttavat vapaavalintaisen ohjelman omien ideoiden pohjalta.

Tietotekniikan integroimisessa koulujen käyttöön (Balanskat ym. 2017) on havaittu tärkeiksi seuraavat kolme seikkaa:

- kouluilla on positiivinen innovoinnin, reflektoinnin ja kehittämisen kulttuuri,
- käytetyn teknologian tulee olla tarkoituksenmukaista, saavutettavaa ja toimia luotettavasti
- opettajat tarvitsevat sopivia kompetensseja ja tukea.

Innovoinnin merkityksen korostamiseksi ja sen opettamisen tueksi on kehitetty 8-portainen innovointimalli (Denning, 2012, 40), joka koostuu innovoinnin kannalta tärkeistä osa-alueista. Nämä osa-alueet on jaoteltu kolmeen ryhmään: innovoinnin päätyö, adoption päätyö ja ympäristö muille käytänteille. Malli on esitelty taulukossa 5.

Innovoinnin päätyö	tunnustelu	uuden mahdollisuuden paikallistaminen
	kuvittelu	houkutteleva tarina maailmasta, jossa keksintö on jo toteutettu
Adoption päätyö	tarjoaminen	tarjoudu tekemään tuotos
	omaksuminen	kerää varmuutta yrittää ensimmäistä kertaa
	ylläpitäminen	pidä keksintöä yllä ja integroi sitä ympäristöön
Ympäristö muille käytänteille.	suorittaminen	luo ympäristö, jossa voi tehokkaasti kontrolloida sitoutumista valmistamiseen
	johtaminen	proaktiivisesti aktivoi ihmisiä omaksumaan käytänteen osaksi omaa työskentelyä
	sisällyttäminen	juurruta uusi käytäntö yhteisön käytänteiksi.

Taulukko 5. 8-portainen innovointimalli

Keksintöprojektiin osallistumisen ja yhteiskeksimisen kautta osaamisen luominen vaatii oppilasryhmältä ongelmanratkaisutaitoja, ratkaisun rajaamista ja aktiivista osallistumista keksimisprosessiin (Paavola & Hakkarainen, 2014, 53-73). Yhteiskeksiminen haastaa myös opettajaa, joka koordinoi prosessia, tarjoaa työskentelyolosuhteet, neuvoa sekä tarjoaa tarvittaessa tukea (Linn, 2006, 243-264). Keksintöprojekti on tehokas tapa rohkaista oppilaita

ajattelutapaan, jossa hyödyllisyys ja ideoiden soveltuvuus sekä keksinnön jatkuva parantelu korostuvat (Bereiter & Scardamalia, 2003, 55-68). Prosessi on kokonaisuudessaan nonlineaarinen; tavoitteita, vaiheita, välineitä ja lopputuloksia ei voi ennalta määrittellä, eikä luovan prosessin flow-tilaa voi ennalta käsikirjoittaa (Bereiter & Scardamalia, 2014, 1-13). Keksintöjä voi tehdä vain toistuvien iteratiivisten monimutkaisten ongelmien ratkaisuyritysten kautta, haasteiden voittamisen ja toistuvien vaikeuksien kohtaamisen, palautteen antamisen ja saamisen, uudelleen yrittämisen sekä ennakoimattomiin lopputuloksiin päätyminen kautta (Riikonen ym., 2018, 65-73).

Taulukossa 6 on esitetty yhteenveto niistä tarpeista, joita keksintöprojektille on eri tahoilta esitetty. Lisäksi on listattu erilaisia vastauksia näihin tarpeisiin ja kerrottu, miten keksintöprojektissa toteutetaan nämä vastaukset.

Tarpeet	<ul style="list-style-type: none"> • 2000-luvun taitojen opettaminen • motivaation kasvattaminen ohjelmointia kohtaan • ohjelmoinnin opetus vähäistä → tarve uusille tavoille • uudenlaisen ajattelutavan tuominen • luovan prosessin flow-tilan aiheuttaminen
Vastaukset ja niiden rooli keksintöprojektissa	<ul style="list-style-type: none"> • ongelmalähtöinen opetustapa → projekti rakennetaan luokasta löytyvien ongelmien ympärille • psykologisten tekijöiden huomioiminen projektissa → työskentelyilmapiirin luomisen huomioiminen projektin alussa • tiedon rakentamista tukeva oppilaslähtöinen projekti → oppilaat työskentelevät projektin aikana nonlineaarisesti omaa ratkaisua tavoitellen • motivaation kasvua, kokeilunhalun lisääntymistä sekä yhteistoiminnan ja luovuuden korostamista → projektin rakenne kokonaisuudessaan ja tavoitetason asettaminen hieman oppilaiden tason yläpuolelle • autonomiaa tukeva rakenne: kustomointi, toistaminen, suunnittelu ja vapaa tehtävä → laitteen esittelyn rakenne, vapaana tehtävänä keksintöprojekti • hyödyllisyyden, ideoiden soveltuvuuden ja uudelleen yrittämisen korostaminen → pikakeksintöjen tekeminen, työskentelyilmapiiri

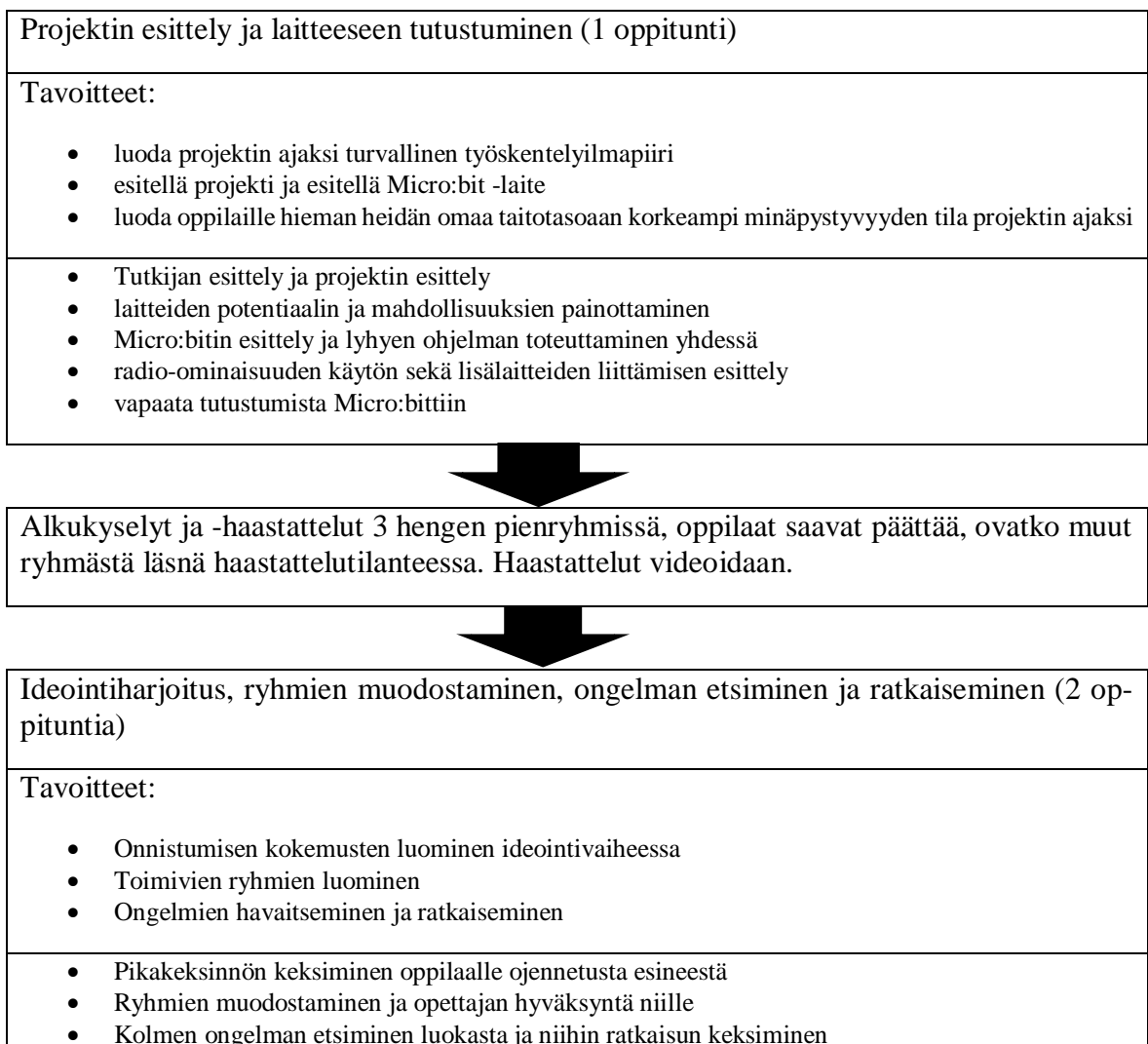
Taulukko 6. Keksintöprojektin tarpeet, vastaukset ja keksintöprojektin osa-alueet

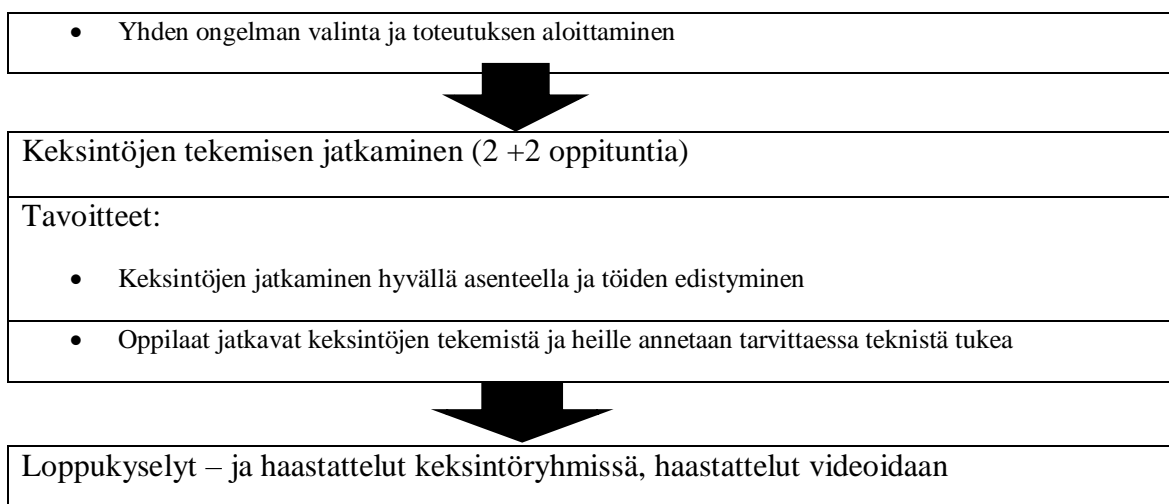
5.2 Kehittämistutkimustapaus 1: keksintöprojekti

Luvussa käsitellään ensimmäisen keksintöprojektin toteutusta ja sen tuloksia. Lisäksi esitellään keksintöprojektin ensimmäinen kehitetty versio.

5.2.1 Yleiskuvaus

Ensimmäinen keksintöprojekti toteutettiin alakoulun viidennen luokan kanssa kevätlukukaudella 2018. Keksintöprojektin rakenne on kuvailtu kuviossa 4. Luokka valikoitui rehtorin toimesta opettajan vapaaehtoisuuden perusteella. Tutkija toimi projektin aikana teknisenä asiantuntijana sekä esitteli Micro:bitin ja projektin oppilaille.





Kuvio 4. Ryhmän 1 keksintöprojektin rakenne

Projekti alkoi perehdytystunnilla, jonka aikana tutkija esitteli projektia ja Micro:bit-alustaa. Tutkija ei näyttänyt valmiita tuotoksia eikä maininnut niistä mitään esittelyn aikana. Käytettävissä olevat lisälaitteet esiteltiin lyhyesti. Tutkija mainitsi paikat, josta laitteen käyttöön voi etsiä lisätietoja. Oppilaat pääsivät kokeilemaan Micro:bittiä ja he tekivät yhdessä pienen ohjelman laitteella ja tämän jälkeen oppilaat tekivät lyhyen ohjelman laitteelle. Perehdytyksen jälkeen tutkija teki alkuhaastattelut ja -kyselyt ryhmälle ja opettajalle. Alkuhaastattelut ja -kyselyt tehtiin neljän hengen ryhmissä, jotta oli tarvittaessa mahdollista tukea oppilaita kyselyyn vastaamisessa. Oppilaat saivat päättää, näkevätkö muut ryhmästä heidän haastattelunsa, he saivat myös päättää, kuvataanko heitä vai nauhoitetaanko vain äänet. Haastattelut videoitiin. Luokan perustiedot alkukyselyn ja -haastattelun perusteella näkyvät taulukosta 7.

	Tyttö	Poika	
Oppilaiden lukumäärä	6 (32 %)	13 (68 %)	
	Vahva	Kohtalainen	Heikko
Millaisia kokemuksia sinulla on ohjelmoinnista?	5 (26%)	7 (37%)	7 (37%)
Millaisia kokemuksia sinulla on tietotekniikasta?	9 (47%)	10 (53%)	0
Kuinka hyvä olet ratkomaan ongelmia?	13 (68%)	4 (21%)	2 (11%)

Kuinka hyvä olet opettelemaan uusia asioita?	16 (84%)	3 (16%)	0
Kuinka hyvä olet keksimään uusia asioita?	7 (37%)	2 (11%)	10 (54%)

Taulukko 7. Ryhmä 1 osallistujat

Toisella kolmen oppitunnin mittaisella kerralla tunnit aloitettiin aiheeseen virittäytymällä: keksimällä pikakeksintöjä annetusta esineestä (kuvio 4). Tämän jälkeen opettaja jakoi oppilaat ryhmiin. Näissä ryhmissä oppilaat lähtivät etsimään koulusta ongelmia, joita he voisivat ratkoa omilla keksinnöillään. Oppilaille annettiin tehtäväksi etsiä kolme ongelmaa, heidän keksimiään ongelmia ei rajoitettu millään tavalla, ainoastaan vahvistettiin kehumalla. Ainoastaan ne ongelmat, jotka liittyivät koulukontekstin ulkopuolisiin aiheisiin, rajattiin pois. Kun oppilasryhmillä oli useampi ongelma, he valitsivat niistä yhden ja lähtivät miettimään siihen ratkaisua. Tässä vaiheessa oppilaille korostettiin, että heidän ei tarvitse saada tehtyä valmiita laitteita, vaan prototyyppi riittää, josta ymmärtää keksinnön idean.

Yksikään oppilaista ei etsinyt ideoita tai apua internetistä, vaikka heille ensimmäisellä kerralla esiteltiin sanallisesti sivustoja, joilta ratkaisuja löytyy. Tutkija koettiin aiheen asiantuntijana, häneltä kysyttiin teknisiä kysymyksiä, omalta opettajalta kysyttiin esimerkiksi materiaalien saatavuuteen liittyviä juttuja sekä kysymyksiä työskentelyolosuhteisiin liittyen. Projektia ei ohjattu opettajan tai tutkijan toimesta, vaan ryhmät työskentelivät itsenäisesti.

Useat haastateltavat sanoivat toisen kerran aikana, että heillä on vahva luottamus omien töiden onnistumiseen. Työskentely oli hyvin päämäärätietoista ja työn onnistumiseen luotettiin vahvasti. Oppilaat olivat selkeästi tottuneet ryhmätyöskentelyyn, luokanopettaja oli keksintöprojektin aikana hyvin paljon poissa luokasta eikä tämä häirinnyt oppilaita millään tavalla.

Ongelmat ja ratkaisut niihin löytyvät taulukosta 8. Keksintöprojektien aiheista oli havaittavissa, että osa ryhmistä oli jo etukäteen päättänyt asian (robotin), jonka he halusivat rakentaa ja he keksivät tähän lopputulokseen sopivan ongelman. Osa tutkittavista puhui jo ennen projektin aloitusta omasta kiinnostuksestaan robotteja kohtaan ja tämä ohjasi selvästi heidän aiheen valintaa.

Ongelma	Ratkaisu	Toteutus onnistui
Miten vähentää luokan meluisuutta?	Meluliikennevalot, joiden väriä vaihdetaan kauko-ohjaimella.	kyllä
Miten pitää luokka siistinä?	Robotti, joka kerää pudonneita tavaroita	ei
Miten motivoida luokan oppilaita erilaisiin asioihin?	Polettikone, joka luovuttaa polettia vastaan palkinnon	ei
Miten lisätä luokan hiljaisuutta?	Lediauto	kyllä
Miten tehdä luokkaan robotti?	Liikkuva robotti	osittain
Miten lisätä kohteliaita tapoja luokassa?	vilkkutaja	kyllä

Taulukko 8. Ryhmän 1 keksintöjen ongelmat ja ratkaisut

Kolmannella kerralla osalla ryhmistä työ oli jo viimeistelyvaiheessa. Peräti kolme ryhmää pyrki rakentamaan liikkuvaa robottia, liikkuminen oli keksinnön tärkein osa-alue. Yksi ryhmä omasta aloitteesta hylkäsi liikkumisen ja muutti suunnitelmaa. Kaksi muuta ryhmää piti suunnitelmasta kiinni ja heidän kanssaan päädyttiin käyttämään valmista ohjelmaa. Nämä ryhmät eivät saaneet keksintöä liikkuvaan, liian suuresta koosta ja teknisistä seikoista johtuen (vääränlaiset servomootorit, oikeitakin oli saatavilla, mutta eri vaihtoehtoja ei kehitetty kehotuksista huolimatta).

Ryhmien työskentelyssä kiinnitti huomiota sinnikkyuden puute, ryhmät työskentelivät itsenäisesti, mutta ongelmia kohdatessaan he kysyivät hyvin matalalla kynnyksellä apua. Yhtäkään ryhmää ei myöskään johdettu, vaan ryhmän jäsenet olivat tasa-arvoisia, jolloin työn eri vaiheita ei tehty yhtä aikaa ja toisten ryhmäläisten tekemättömyyteen ei puututtu. Yksikään ryhmä ei hyödyntänyt internetin hakua ongelmien ratkaisemiseen.

5.2.2 Kurssin toteutuksen yhteenveto ja arviointi

Loppuhaastattelu tehtiin keksintöprojektiryhmissä, mutta loppukyselyyn vastattiin henkilökohtaisesti pienryhmissä. Loppuhaastattelussa pyydettiin selvittämään oppilaiden kokemuksia keksintöprojektista, omasta keksinnöstä, Micro:bitistä sekä vaikutuksista käsitykseen uuden oppimisesta ja ohjelmoinnista. Loppuhaastatteluun osallistui 15 oppilasta. Oppilaiden kokemukset keksintöprojektista olivat pääosin positiivisia: 93 prosenttia vastaajista mainitsi kokemusten olleen positiivisia. Erityisen positiivisena pidettiin uuteen laitteeseen tutustumista; haastattelun perusteella uusiin teknologioihin tutustuminen oli ollut hyvin vähäistä vastaajien aikaisemman kouluhistorian aikana.

”siisti ja jännittävä projekti, pääsi uusien teknologialaitteiden sisälle”

Kehittämiskohteista varsinkin tytöt pitivät laitteen teknisiä epätarkkuuksia häiritsevinä. Pojilla yhtenä kehittämiskohteena nousi suunnitelman adaptoimisen vaikeus: he eivät halunneet muuttaa suunnitelmaa kesken projektin, vaikka he totesivat sen itsekkin epärealistiseksi. Muita kehittämiskohteita olivat patterien loppuminen (1 kpl), ohjelmoinnin ajoittaiset vaikeudet (4 kpl), liikkuvan laitteen tekemisen vaikeus (2 kpl), osien löytämisen vaikeus (1 kpl), laitteen pieni koko (1 kpl), bluetoothin heikko toimivuus (1 kpl), keksinnön aiheen valitsemisen vaikeus (1 kpl) ja yhteistyön toimimattomuus (1 kpl).

”se kun me tehtiin se lämpöjuttu niin näytti väärää lämpöä, hidas vaihtamaan väriä”

”rakennelman liikkuminen ei onnistunut, kevyempi olisi liikkunut tai olisi pitänyt lisätä enemmän renkaita, toisella kerralla tekisin keksinnön ilman renkaita”

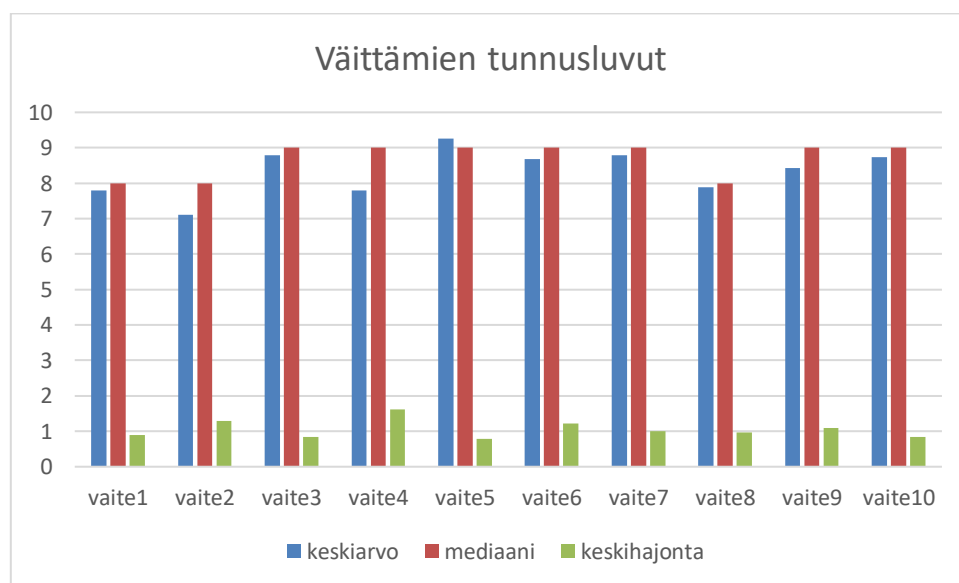
Projektin hyödyistä korostui eniten ohjelmointi ja saaduista kokemuksista sekä toisena rakentelu, jolla tarkoitettiin esim. laitteiden runkojen valmistusta, lisäosien ja moottorien liittämistä runkoihin jne. Lähes puolet vastaajista mainitsi, että heidän käsityksensä omasta kyvystä oppia ohjelmointia muuttui reilusti parempaan suuntaan (47 % vastaajista) ja vähän parempaan suuntaan (33 % vastaajista).

”nyt ymmärrän sen paljon helpompana”

Hyödyistä ykköseksi nousi, laitteen helppo käyttöönotto, mikä pienentää seuraavan laitteen käyttöönottokynnystä (93 % vastaajista). Monet haastateltavista totesivat olleensa yllättyneitä siitä, kuinka he helposti he oppivat laitteen käytön ja totesivat sen laskeneen kynnystä kokeilla uutta laitetta itsenäisesti.

”joo jonkin verran, et en tiennyt että pystyn niin hyvin tietämään siitä”

Alku- ja loppukyselyjen vastausten tunnusluvut (keskiarvo, mediaani ja keskihajonta) on esitetty kuviossa 5. Väite 5 (Kuinka hyvin arvioit selviäväsi uuden teknologian käyttöönotosta, jos voit kysyä apua toiselta henkilöltä ongelmatilanteissa?) sai korkeimman keskiarvon (9.3) ja väite 2 (vaikka en olisi ikinä käyttänyt mitään vastaavaa) matalimman keskiarvon (7.3). Eniten hajontaa (1.6) oli väittämässä 4 (jos olen nähnyt jonkun muun käyttävän sitä aiemmin). Kaikki väitteet löytyvät liitteestä A. Viimeisen kysymyksen (Kuinka kiinnostunut olet uusien teknologioiden opettelusta?) keskiarvo oli 9.1, mediaani 9 ja hajonta 1.



Kuvio 5. Ryhmän 1 alku- ja loppukyselyjen tunnusluvut

Alku- ja loppukyselyn tilastollisesti merkittäviä eroja on käyty läpi vertaamalla alku- ja loppukyselyjen kysymysten sekä summamuuttujien keskiarvojen muutosta. Muutokset ja prosenttiosuudet näkyvät taulukossa 9.

Muuttuja	Keskiarvon muutos	Prosentuaalinen muutos
Sisäiset tekijät	7,82→7,87 = 0,045	0,5%
Ulkoiset tekijät	8,43 →8,2 = -0,233	-2,7%
Muut tekijät	8,36 → 8,22 = -0,156	-1,9
1 Vaikka lähettyvilläni ei olisi ketään, joka voisi auttaa minua.	7,67→7,67 = 0	0%
2 Vaikka en ikinä olisi käyttänyt mitään vastaavaa	7,13→7,4 = 0,27	3,4%
3 Vaikka minulla olisi vain ohjeet apuna	8,67→8,53 = -0,14	-1,6%
4 Jos olen nähnyt jonkun muun käyttävän sitä aiemmin	7,8→7,87 = 0,07	0,8%
5 Jos voin kysyä joltain muulta henkilöltä apua ongelmatilanteissa	9,13→8,6 = -0,53	-5,8%
6 Jos minut autetaan alkuun	8,47→8,13 = -0,34	-4%
7 Jos minulla on reilusti aikaa käytettävissä	8,67→8,4 = -0,27	-3,1%
8 Jos saatavilla on vain ohjelman tarjoamaa apua	7,87→7,87 = 0	0%
9 Jos minulle näytetään kaikki vaiheet alussa	8,33→8,2 = -0,13	-1,6%
10 Jos olen käyttänyt erilaisia teknologioita aiemmin samankaltaiseen tarkoitukseen	8,53→8,4 = -0,13	-1,5%

Taulukko 9. Ryhmän 1 alku- ja loppukyselyjen erot

Johtopäätöksenä kyselyistä on, että alku- ja loppukyselyjen välillä ei havaittu merkittävää eroa. Kaikkien kysymysten keskiarvot olivat hyvin lähellä toisiaan alku- ja loppukyselyissä.

Projektin aikana ei saatu aikaan kehitystä oppilaiden minäpystyvyydessä tämän mittarin perusteella. Summamuuttujien saamien arvojen perusteella sisäiset tekijät koettiin kaikkein rajoittavimmaksi tekijäksi minäpystyvyyden suhteen.

Alku- ja loppuhaastattelujen lisäksi oppilaita haastateltiin vapaamuotoisesti kesken keksintöprojektin. Monet oppilaat mainitsivat keksintöprojektin jatkamisen olevan asia, jota he odottivat eniten kouluviikosta.

”Ohjelmointi on hyvä syy tulla kouluun.”

Kokonaisuutena keksintöprojekti oli onnistunut. Projektin alustus onnistui hyvin: oppilaat lähtivät yrittämään keksintöjä, jotka olivat hieman yli oman taitotason, jolloin projekti tuki mahdollisimman paljon minäpystyvyyden kehittymistä (Pintrich & Schunk, 2002). Minäpystyvyyden kehittymistä projektissa tuki myös projektin laatu, jolla on havaittu olevan määrää suurempi vaikutus minäpystyvyyden kehittymiselle (Ertmer 1994, 45-62; Whipp & Chiarell, 2004, 5-22). Laatu toteutui tässä projektissa saatavilla olevan teknisen tuen avulla sekä laitteen käytön minimivaatimusten aikaisella saavuttamisella perehdytystunnin aikana. Myös käytetty ongelmalähtöinen opetusmenetelmä tukee minäpystyvyyden kehittymistä opettajajohtoista frontaaliopetusta enemmän (Chou, 2001, 51-69).

Keksintöprojektin esittelyssä ja myöhemmissä vaiheissa tutkija ei käyttänyt tarpeeksi johdonmukaista sanastoa ja tämä mahdollisesti vaikutti osittain toteutettuihin projekteihin. Tutkija käytti sanoja laite, robotti ja keksintö osittain rinnakkaisina luoden näin vääriä mielikuvia keksintöprojektin mahdollisuuksista. Laite-sanan käyttö osoittautui selkeästi parhaimmaksi vaihtoehdoksi ja myös oppilaat käyttivät tätä sanaa myöhemmissä vaiheissa.

Projektin alussa ei näytetty oppilaille kuvia valmiista keksinnöistä, tämä oli tietoinen ratkaisu, projekteille ei haluttu antaa selkeää esimerkkiä. Tämä osoittautui osittain huonoksi ratkaisuksi: sanallinen esittely vertaisten suorituksista olisi ohjannut sopivalla tavalla projekteja pois päin niistä aiheista, joiden toteuttaminen on käytettävillä laitteilla haastavaa, kuten liikkuvat laitteet.

Projektin rakenne osoittautui toimivaksi. Yhden tunnin alustuksella laite tuli riittävän tutuksi ja luokkaan liittyvän ongelman ratkaiseminen koettiin mielekkääksi. Käytettävät välineet myös mahdollistivat erilaisten projektien onnistumisen. Rakenne mukaili osittain Carlborgin ym. (2019, 130-139) ohjelmoinnin opettamisen mallia, jonka neljästä vaiheesta (kustomointi, toistaminen, suunnittelu ja vapaa tehtävä) kaksi ensimmäistä toteutettiin yhdistettynä aikarajoitteen takia. Alkuesittelyn jälkeen siirryttiin käyttämään nonlinearista oppimista, jossa oppilaiden projektin tulevia vaiheita, välineitä ja lopputuloksia ei enää määritelty eikä ohjattu, vaan heidän annettiin siirtyä kohti luovan prosessin flow-tilaa (Bereiter & Scardamalia, 2014, 1-13). Teoria-analyysissä tehtyä havaintoa teknologiaminäpystyvyyden kehittämisessä parhaiten ei-opettajajohtoisen oppimistilanteen aikana hyödynnettiin tässä vaiheessa. Tällä tavalla pyrittiin tukemaan oppilaiden flow-tilan syntymistä ja luomaan oppimisympäristö, joka mahdollistaa oppilaiden luontaisen uteliaisuuden toteuttamisen. Teknologiaa saatiin hyödynnettyä tiedon rakentamisen tukemisessa näillä järjestelyillä.

Oppilaat ymmärsivät nopeasti Micro:bit-laitteen käytön peruseriaatteet ja sen roolin merkityksellisten teknologioiden rakentamisen apuvälineenä (Halfacree, 2018). Micro:bitin kokemuksellisuus korostuu ja potentiaali tulee voimakkaasti esille siihen liitettävien lisälaitteiden avulla (Sentance ym., 2017). Näitä laitteita ei kuitenkaan aloituksessa esitelty kuin yhdessä sivulauseessa. Tämä ratkaisu kavensi oppilaiden keksintöjen skaalaa. Lisälaitteiden esittely muutaman esimerkin avulla laajentaisi oppilaiden käsityksiä laitteen potentiaalista. Ryhmän 1 oppilaista yksikään ei käynyt läpi luokkaan tuotuja lisälaitteita tutkivalla asenteella, ainoastaan etsiäkseen tiettyä lisälaitetta.

Projektin aikana yksikään ryhmä ei etsinyt vastausta ongelmiin internetistä, he kyllä käyttivät muita ongelmanratkaisustrategioita: suunnitelman muutosta, kokeilemista, muilta ryhmiltä neuvojen kysymistä ja tutkijalta kysymistä. Tämä asia selittyy osittain luokan opetus käytännöillä, mutta osittain puutteellisena ohjeistuksena projektin alussa. Tiedonhankintaan tulee selkeämmin ohjata projektin alussa ja myös vertaistuen mahdollisuutta on hyvä korostaa. Erilaisten oppimisstrategioiden käyttö keksintöä tehdessä olisi tukenut minäpystyvyyden kehittymistä projektin aikana. Näitä strategioita ovat esim. ydintaitojen, tiedonhankinnan ja ratkaisukeskeisyyden esittely (Meyer ym. 2002, 486-519). Teoria-analyysissä esiin

nousseet 2000-luvun taitojen esille nostaminen ja laaja-alaisten taitojen korostaminen projektin kaikissa vaiheissa sitoisi keksintöprojektia voimakkaammin osaksi koulujen opetuksen tavoitteita ja tätä kautta näyttäytyisi myös opettajalle motivoivampana opetuksen aiheena.

Projekti ei tukenut selkeästi oppilaiden teknologiaminäpystyvyyden kehittymistä, alkukyselyn tulokset eivät parantuneet loppukyselyn aikana. Selkeitä kehittämiskohteita minäpystyvyyden kehittämisen tukemiseksi ei kuitenkaan projektin toteutustavasta löytynyt. Projektien onnistumisten korostaminen ja valmiiden projektien esittely jäivät hyvin vähälle aikarajoitteen takia.

Opettaja kommentoi projektin aikana vaikeimman osuuden olevan oppijoiden ideoinnin seuraamisen. Hän kertoi halustaan rajata oppilaiden ideointia ja todeta osa ideoista epäsoviviksi tai -realistisiksi. Tämä kertoo luokan työtavoista sen, että tilanteita, joissa oppilaat saavat vapaasti ideoida toteutettavia töitä, on luokassa vähän. Opettajan oma tapa toimia oli haastattelun perusteella myös erilainen ja hän selkeästi ei halunnut tältä osin poistua omalta mukavuusalueeltaan.

Projektin jälkeen opettaja kommentoi prototyypin valmistamisen olevan työtapaa, jota voisi soveltaa muussakin koulunkäynnissä. Hän korosti tämän työtavan vaikuttavan laajemminkin uuteen koulunkäyntiin ja toiminnan olevan uuden opetussuunnitelman hengen mukaista.

5.2.3 Kehittämiskohteet ja pohdinta

Yleisimmät haastattelussa esiin nousseet asiat minäpystyvyyteen liittyen olivat motivaatio ja aika.

”Jos minulla on motivaatiota ja aikaa, pystyn oppimaan ihan mitä tahansa.”

Nämä vastaukset liittyvät selkeästi minäpystyvyyden tutkimuksiin, joissa korostettiin fyysisten (esim. stressi) sekä affektiivisten tilojen (esim. pelko epäonnistumisesta) merkitystä minäpystyvyyden muodostumiselle ja kehittymiselle (Banduras, 1986, 1997). Projektissa

korostettiin kiireetöntä ilmapiiriä ylimääräisen stressin ja ahdistuksen välttämiseksi, aika-taulu oli alun perinkin suunniteltu hyvin joustavaksi. Nopeimmat ryhmät tutustuivat viiden oppitunnin aikana Micro:bittiin, opettelivat käyttämään sitä, havaitsivat ongelman ja rakensivat ratkaisun. Näin pyrittiin luomaan 21-luvun taitojen oppimiselle sopiva ilmapiiri ja rakentamaan keksintöprojekti mahdollisimman vahvasti teknologiaminäpystyvyyttä tukeväksi ja psykologiset seikat huomioivaksi.

Opettajalla oli selkeästi projektin aikana kaksi roolia, työskentelyn aikana hän antoi paljon tilaa oppilaille eikä pyrkinyt neuvomaan heitä keksinnön tekemisessä. Tsemppaamista ja työskentelyn ohjaamista hän teki reilusti esim. siirtymä-, aloitus- ja lopetustilanteissa, jolloin hän tunsi olevansa enemmän omalla maaperällä. Näitä samoja taitoja olisi voinut hyödyntää myös projektin aikana. Tätä olisi voinut korostaa opettajalle prosessin alussa. Opettajalle olisi voinut myös selkeästi kuvata niitä osa-alueita, joissa hänen osaamistaan vaaditaan sekä myös kuvata minimiosaamisvaatimuksia projektin läpiviennin kannalta. Opettajalla on paljon substanssiosaamista, jota voi hyödyntää myös teknologiaminäpystyvyyden kehittämisessä, uusia asioita sidotaan aiemmin opittuun ja välillä annetaan oppilaille helpompia tehtäviä itseluottamuksen parantamiseksi.

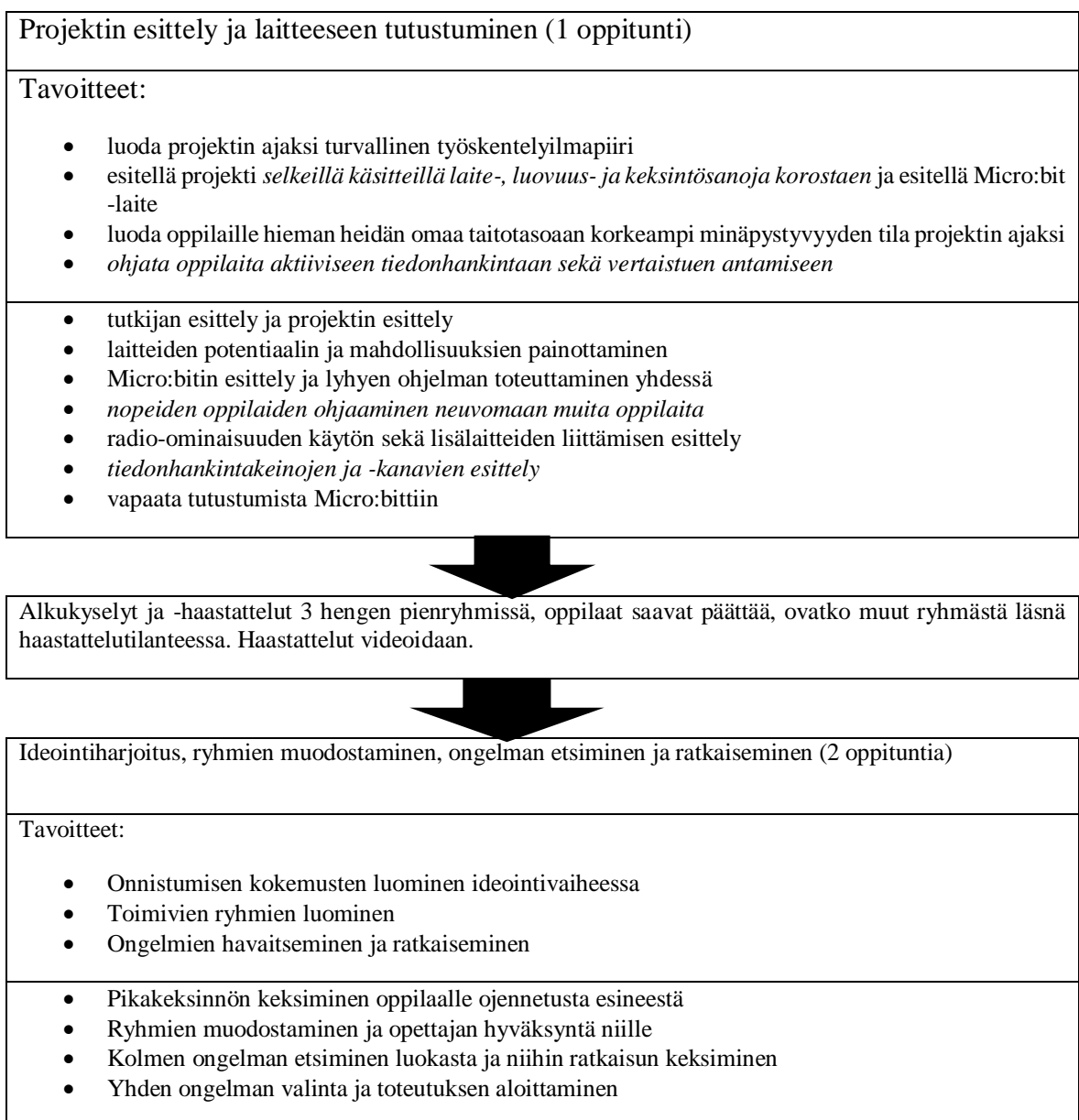
Pohdittavaksi jää myös käytettävien käsitteiden valinta: ohjelmointi korostui projektin aloituksessa paljon ja tämä näkyi myös oppilaiden kielenkäytössä. Muita sanoja, joita ei korostettu tarpeeksi olivat luovuus, keksiminen ja ajattelun taidot.

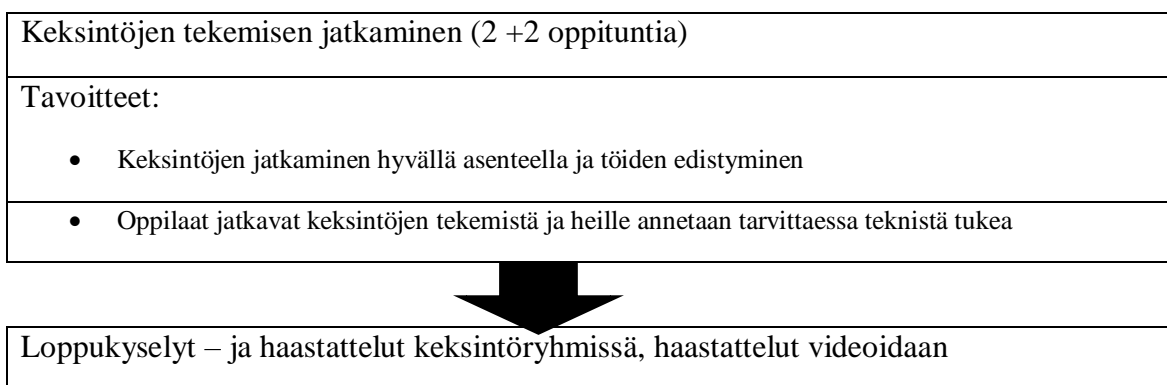
Ongelmanratkaisu- ja tiedonhankintataidot korostuivat projektissa paljon. Näiden laaja-alaisen taitojen vaikutus minäpystyvyyteen ja minäpystyvyyden kehittymiselle, on asia, josta on tehty melko vähän tutkimusta. Meyerin ym. (2012, 486-519) mukaan oppimisstrategioiden hallitsemisella on kuitenkin yhteys minäpystyvyyden kehittymiselle. Teoria-analyysissä havaittu 21-luvun taitojen merkitys keksintöprojektin onnistumiselle osoittautui todeksi ryhmän 1 projektin perusteella. Näiden taitojen voimakkaampi sisäänrakentaminen projektiin ja niiden systemaattinen korostaminen ja niiden oppimistapojen esille tuominen loisi paremman kokonaisuuden minäpystyvyyden kehittymisen kannalta.

Keksintöprojektin kehittämistavoitteiksi muodostui neljä ydinasiaa:

- oppilaiden teknologiaminäpystyvyyden kehittäminen
- käsitteiden käytön selkiyttäminen
- oppilaiden ohjaaminen tukemaan toisiaan ja etsimään tietoa eri lähteistä
- keksintöjen onnistumisprosentin kasvattaminen

Keksintöprojekti onnistui tulosten ja havaintojen perusteella hyvin. Moneen asiaan on mahdollista kuitenkin tehdä pieniä parannuksia. Kuviossa 6 on parannettu versio keksintöprojektista; muutetut tai lisätyt osiot on kuviossa kursivoitu.





Kuvio 6. Parannettu versio keksintöprojektista

5.3 Kehittämistutkimustapaus 2: keksintöprojekti kahdelle ryhmälle

Toisessa kehittämistutkimustapauksessa parannettu versio keksintöprojektista toteutetaan kahdelle ryhmälle. Tässä luvussa kuvataan tämä toteutus ja sen tulokset.

5.3.1 Yleiskuvaus

Parannettu keksintöprojekti toteutettiin syyslukukaudella 2018 kahdelle 5. luokalle, joiden opettajat ilmoittautuivat vapaaehtoisiksi tutkimuksiin. Luokkien projektit toteutettiin osittain ajallisesti limittäin. Ryhmä 2 oli painotusluokka ja koostui 28 oppilaasta ja ryhmässä 3 oli 17 oppilasta. Ryhmän 2 opettaja jäi pois töistä projektin aloittamisen jälkeen, mutta projekti päätettiin toteuttaa loppuun sijaisten läsnä ollessa, mutta opettajan kyselyjä ja haastatteluja ei toteutettu. Ryhmien perustiedot alkuhaastattelujen perusteella näkyvät taulukossa 10.

	Tyttö		Poika			
Oppilaiden lukumäärä	17 (61 %)	8 (47 %)	11 (39 %)	9 (53 %)		
	Vahva		Kohtalainen		Heikko	
	ryhmä 2	ryhmä 3	ryhmä 2	ryhmä 3	ryhmä2	ryhmä3
Millaisia kokemuksia sinulla on ohjelmoinnista?	2 (9%)	4 (25%)	9 (41%)	8 (50%)	11 (50%)	4 (25%)

Millaisia kokemuksia sinulla on tietotekniikasta?	12 (55%)	9 (56%)	10 (45%)	7 (44%)	0	0
Kuinka hyvä olet ratkomaan ongelmia?	8 (36 %)	5 (31%)	14 (64 %)	11 (69%)	0	0
Kuinka hyvä olet opettelemaan uusia asioita?	10 (45 %)	10 (63%)	12 (55%)	6 (37%)	0	0
Kuinka hyvä olet keksimään uusia asioita?	6 (27%)	3 (19%)	16 (73%)	8 (50%)	0	5 (31%)

Taulukko 10. Ryhmän 2 osallistujat

5.3.2 Ryhmän 2 projektin kuvaus

Ryhmän 2 ensivaikutelma oli, että oppilaat ovat hyvin sosiaalisia ja tottuneet työskentelemään projekteissa. Oppilaat olivat hyvin käytännönläheisiä ja päämäärätietoisia.

Ryhmän 2 kanssa työskentely aloitettiin esittelytunnilla, jonka jälkeen tehtiin alkuhaastattelut ja -kyselyt. Esittelytunnin alussa tehtiin lämmittelyharjoituksena pikakeksinnön keksiminen, jonka aikana oppilaat keksivät todella hyvin keksintöjä. Tämän jälkeen esiteltiin laite ja esiteltiin sen ominaisuudet lyhyesti. Esittelyn aikana painotettiin radiota ja lisälaitteita. Oppilaat tekivät lyhyen ohjelman ja siirsivät sen Micro:bitille. Oppilaita ohjeistettiin palauttamaan laite yhden kokeilun jälkeen ja siirtymään muiden auttamiseen. Tämä toimi hyvin.

Seuraavalla kerralla ryhmä 2:lle alustettiin älyluokkaprojekti, kerrottiin, että pitää etsiä ongelma luokasta ja etsiä siihen ratkaisu. Ohjeistuksessa korostettiin ideaa ja muotoilua sekä laitteen hyviä ja huonoja puolia. Hyviksi puoliksi sanottiin, että laite toimii hyvin sensorien, moottorien ja lisäosien kanssa. Huonoiksi puoliksi kerrottiin, että esim. liikkuvan robotin tekeminen on työlästä laitteella. Oppilaat muodostivat ryhmän ja opettaja varmisti ryhmien toimivuuden. Ryhmät ryhtyivät keksimään ongelmia ja niihin ratkaisuja. Monet ryhmät keksivät heti ongelman ja lähtivät etsimään ratkaisua. Löydetty ongelmat painoutuivat äänitason ympärille ja välituntikellon puuttumisen ympärille. Useat ryhmät etsivät melko helpon ratkaisun ongelmaan ja heitä ohjattiin jatkokehittämään työtä. Monet keksinnöt painoutuivat pelkän Micro:bitin ympärille ja eteni idea edellä, käytännöllisyyttä ja visuaalisuutta ei niin

paljoa painotettu. Apuvälineitä tiedonhankintaan käytettiin erittäin vähän: vain yksi ryhmä haki netistä ohjeita/ideoita. Yleisilme oli innostunut ja päämääräsuuntautunut, hieman rohkeutta yrittää itse puuttui. Taulukossa 11 on esitetty ryhmän ongelmat ja ratkaisut.

Ongelma	Ratkaisu (haastateltavien omin sanoin)	Toteutus onnistui
Miten luokkaan saa paremman työrauhan?	liikennevalo, joka on hiljaisuusmittari kauko-ohjauksella	kyllä
Miten luokkaan saa parempaa mieltä	laite, joka antaa hyvää mieltä	kyllä
Miten luokan lämpötilan saa optimaaliseksi?	rupeaa hälyttämään, jos on liian kuuma, toisesta napista lämpötila	osittain
Miten luokan saa hiljaiseksi, ennen kuin ope tulee luokkaan?	sellaisen mistä painetaan nappia, kun ope on tulossa niin tietää hiljentyä, toimii myös välkkäkellona	kyllä
Miten laulut saa lähtemään oikeasta sävelestä?	sellaisen mistä saa lauluista alkusävelen	kyllä
Miten pysyä oikeassa ajassa?	kello	kyllä
Miten oppia paremmin matematiikkaa?	matikkapeli	kyllä

Taulukko 11. Ryhmän 2 ongelmat ja ratkaisut

Ennen seuraavia tunteja luokan oikea opettaja jäi pois töistä, tämä näkyi oppilaiden suorittaessa projektia; luokan dynamiikka muuttui reilusti. Oppilaiden iteluottamus väheni selvästi ja omiin ideoihin ei enää luotettu. Pieninkään ongelmanratkaisu ei sujunut yhtä hyvin kuin ennen. Sijaisen mahdollisuudet tukea oppilaiden työskentelyä ovat varsinaista opettajaa vähäisemmät. Tutun opettajan vaikutus oppimiseen ja luokan ilmapiiriin on näiden havain-

tojen perusteella merkittävä. Osa ryhmistä tekee ohjeiden avulla ja monet korostivat visuaalista puolta. Ohjelmoinnit saatiin suhteellisen hyvin tehtyä, mutta monissa projekteissa tarvittavan muuttujan ohjelmointi osoittautui hankalaksi. Yhdelläkään ryhmällä ei ole keksinnössä mekaanisia ratkaisuja (esim. liikkuvia osia) ja monet projektit hyödynsivät radio-ominaisuutta. Myös ääni toimi monen projektin teemana. Ryhmät kuitenkin saivat keksintönsä hyvin aikataulussa valmiiksi.

5.3.3 Ryhmän 3 projektin kuvaus

Ensivaikutelma ryhmästä 3 oli seuraava: päämäärätietoisia ja hyvin selkeästi omat kyvyt hahmottavia. Muutamalla oppilaalla oli poikkeuksellisen hyvät tiedonhankintataidot. Ryhmä oli myös poikkeuksellisen tiivis ja tuli hyvin toimeen keskenään. Muutama oppilas oli käyttänyt Micro:bit-laitetta valinnaisainetunneilla.

Ensimmäisellä tunnilla tutkija esitteli laitteen ja kertoi sen ominaisuuksista. Tutkija painotti sensorien toimintaa ja radio-ominaisuutta. Tutkijan johdolla käytiin läpi tiedonhankintaa ja esiteltiin muutamat projektisivut. Oppilaat tekivät lyhyet ohjelmat ja siirsivät ne laitteeseen. Älyluokkaprojektin esittelyssä painotettiin laite-sanaa sekä oppilaiden olemassa olevia valmiuksia tehdä käyttökelpoisia laitteita. Ryhmät valittiin oppilaiden omien ehdotuksien pohjalta ja opettaja muokkasi niitä hieman. Ryhmän koko oli 2-3 oppilasta. Muutamat ryhmistä tiesivät heti, mitä ongelmaa he lähtevät ratkomaan. Muutamat joutuivat miettimään ongelmaa ja sen ratkaisua pidempään. Ryhmät ratkoivat itsenäisesti ongelman, vain 2 ryhmää seitsemästä keksi liian haastavan ongelman ja ratkaisun, jonka kohdalla heitä kehoitettiin keksimään uusi ratkaisu. Yksi ryhmä käytti tässä vaiheessa internetiä apuna työn suunnittelussa ja ratkaisun etsimisessä. He päätyivätkin löydetyn idean perusteella laajentamaan omaa alkuperäistä työtänsä. Ryhmän ongelmat ja ratkaisut on esitetty taulukossa 12. Muutamat ryhmät pääsivät jo aloittamaan oman työnsä ohjelmointia. Luokka selkeästi näkee työn enemmän ohjelmoinnin kautta kuin rakentelun kautta. Esittelyn aikana ei tarkoituksellisesti mainittu mahdollisuudesta valmistaa pelkkä prototyyppi.

Ongelma	Ratkaisu	Toteutus onnistui
Miten vähentää välituntipeliä maalitulokintojen epäselvyyksiä?	jalkapallomittari, joka mittaa meneeko pallo maaliin	ei
Miten vähentää häiriökäyttäytymistä luokassa?	painike, jonka avulla opettaja voi lähettää oppilaalle viestin ”hienoa” tai ”rauhoitu”	kyllä
Miten parantaa luokan hygieniaa?	Käsidesimuistutin	kyllä
Miten saada rehtori ostamaan luokkaan uusi videotykki?	Etäohjattava muistutuslaite rehtorille laitehankintoja varten	kyllä
Miten vähentää luokan meluisuutta?	telkkari ja laitetaan microbit siihen ja siinä lukee hiljaa	kyllä
Miten muodostaa parit nopeasti?	paripurkki, joka ravistamalla arpoo tietyn nimen	kyllä
Miten pallovuoroja noudatettaisiin paremmin?	sellainen että kaikki muistais pallovuoron ja microbitillä lähetetään muistutusviesti	kyllä

Taulukko 12. Ryhmän 3 ongelmat ja ratkaisut

Projektin viimeisillä tunneilla ryhmät pysyivät aiheissa hyvin. Ryhmät olivat selkeästi käyttäneet projektin tuntien välistä aikaa keksintöjen tekemisen pohdintaan. Osa ryhmistä katsoi netistä ohjeita. Ensimmäisen tunnin onnistumiset kantoivat eteenpäin ja vastoinkäymisiä voitettiin yrittämällä. Opettaja on toimintatavaltaan poikkeuksellisen kannustava ja rohkaiseva. Muita oppiaineita on hyödynnetty suunnittelussa ja oppilaille on annettu tilaisuuksia projektin työstämiseksi. Tässä vaiheessa oppilaille korostettiin, että päämääränä on oikeasti hyödynnettävä laite. Kaikkien ryhmien toiminnasta näkyi, että heillä oli hyvin realistiset odotukset omien keksintöjen suhteen. Työskentely oli pääosin hyvin itsenäistä, eniten apua vaadittiin muuttujien käytössä, muuttujaa ei käyty läpi projektin alustuksessa. Työt valmistuivat hyvin aikataulussa.

5.3.4 Kurssin toteutuksen yhteenveto ja arviointi

Loppuhaastattelu tehtiin keksintöprojektiryhmissä, mutta loppukyselyyn vastattiin henkilökohtaisesti pienryhmissä. Loppuhaastattelussa pyydettiin selvittämään oppilaiden kokemuksia keksintöprojektista, omasta keksinnöstä, Micro:bitistä ja toiminnan vaikutuksista käsitukseen uuden oppimisesta ja ohjelmoinnista. Oppilaiden kokemukset keksintöprojektista olivat pääosin positiivisia, 95 % /100 % (ryhmä 2/ryhmä3) vastaajista mainitsi kokemusten olleen positiivisia.

”oikein mukava, oppi uusia asioita, opin esimerkiksi ohjelmoimaan tietokoneella”

”siis aluksi epäilin mutta oli tää yllättävän kiva alkutunnelmaan verrattuna, ajattelin ennen, että en tykkää ohjelmoinnista, mutta löysin uuden kivan jutun”

Kurssin huonoiksi puoliksi nousivat esiin seuraavat seikat ryhmä 2 haastattelussa: ohjelmoinnin haasteet (3 kpl), ideoinnin vaikeus (3 kpl), patterien loppuminen (2 kpl), laitteen kotelon rakentamisen haastavuus (2 kpl), keksinnön jääminen keskeneräiseksi (2 kpl), avun saamisen hitaus (1 kpl) ja laitteiden käytön lyhytikäisyys (1 kpl). Vastaajista seitsemän ei maininnut yhtään huonoa puolta. Ryhmän 3 haastattelussa esiin nousseita huonoja puolia ovat seuraavat: patterien loppuminen (2 kpl), ohjelmoinnin haastavuus (2 kpl), keksinnön jääminen keskeneräiseksi (2 kpl) ja äänen toistamisen haasteet (2 kpl). Vastaajista viisi ilmoitti, että projektissa ei ollut huonoja puolia.

”välillä meni hermo, kun laite ei totellut, mutta sitten kun saatiin tehtyä se, niin sitten se oli aika helppoa”

”projektissa oli se huono puoli, että laitteet puretaan jossain vaiheessa”

Projektin vaikutuksia omaan kykyyn oppia uusien laitteiden käyttöä arvioitiin hyvin positiivisessa sävyssä. Ryhmä 2:n osalta 91 prosenttia vastaajista arvioi uuden teknologian käyttöönoton olevan ainakin vähän helpompaa seuraavalla kerralla, ryhmä 3:n osalta vastaava luku oli 88 prosenttia.

”jonkin verran joo, öö semmoin miusta tuntuu niinkun että voisin ehkä paremmin ite hahmottaa miten mun pitää tehdä jokin asia”

Oppilaiden käsitykset ohjelmoinnista myös muuttuivat. Ryhmä 2:n osalta 73 prosenttia vastaajista arvioi projektin vaikuttaneen käsitykseen ohjelmoinnista helpompaan ja positiivisempaan suuntaan. Ryhmä 3:n osalta vastaava luku on 75 prosenttia.

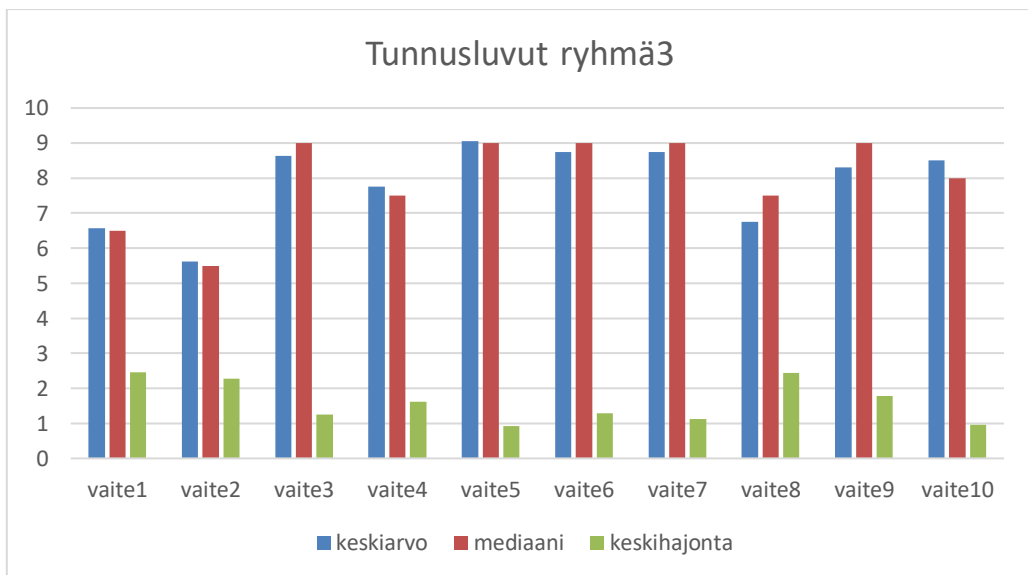
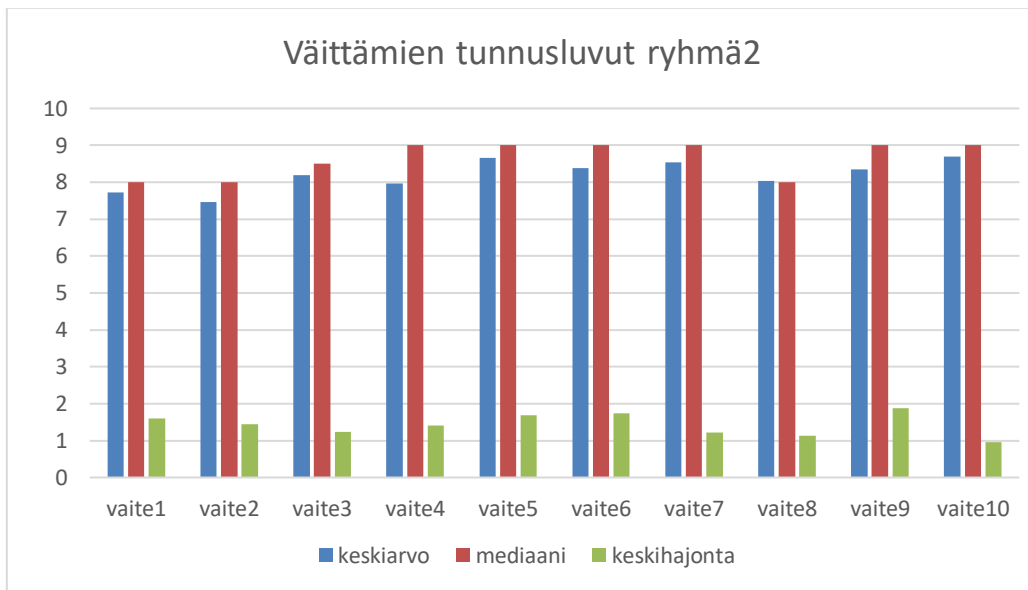
”joo, no tiesin, aluksi en tiennyt ja sitten kun me tehtiin tätä, aloin ymmärtämään mitä ohjelmointi on, uuden asian ohjelmointi nyt helpompaa.”

”sovelluksilla hankalampi ohjelmoida, koska ei ole mitään aineellista. nyt oli helpompi ohjelmoida”

Osa vastaajista tiesi jo entuudestaan tarkasti, mitä ohjelmointi pitää sisällään, joten projekti ei muuttanut heidän käsityksiään ohjelmoinnista.

”ei oikeastaan, tiesin etukäteen tarkasti, millaista se on”

Alkukyselyjen vastausten tunnusluvut (keskiarvo, mediaani ja keskihajonta) on esitetty kuviossa 7. Ryhmän 2 osalta matalin keskiarvo (7,2) oli väitteellä 2 (vaikka en olisi ikinä käyttänyt mitään vastaavaa) ja korkein (9) väitteellä 5 (Kuinka hyvin arvioit selviäväsi uuden teknologian käyttöönotosta, jos voit kysyä apua toiselta henkilöltä ongelmatilanteissa?). Eniten hajontaa (1.9) oli väitteellä 9 (jos minulle näytetään kaikki vaiheet alussa). Viimeisen kysymyksen (Kuinka kiinnostunut olet uusien teknologioiden opettelusta?) keskiarvo oli 9.1, mediaani 9 ja hajonta 1.1. Ryhmän 3 osalta matalin keskiarvo (5,6) oli väitteellä 2 (vaikka en olisi ikinä käyttänyt mitään vastaavaa) ja korkein (9.1) väitteellä 5 (Kuinka hyvin arvioit selviäväsi uuden teknologian käyttöönotosta, jos voit kysyä apua toiselta henkilöltä ongelmatilanteissa?). Eniten hajontaa (2.4) oli väitteellä 1 (Vaikka lähettyvilläni ei olisi ketään, joka voisi auttaa minua.). Viimeisen kysymyksen (Kuinka kiinnostunut olet uusien teknologioiden opettelusta?) keskiarvo oli 8,9, mediaani 9 ja hajonta 0,9. Väitteet on esitelty liitteessä A.



Kuvio 7. Ryhmän 2 ja 3 alkukyselyjen tunnusluvut

Alku- ja loppukyselyn eroja on käyty läpi laskemalla keskiarvon muutokset sekä muutoksen prosentuaalinen osuus. Erot näkyvät taulukossa 13.

Summamuuttujat ryhmä 2/ryhmä 3	Keskiarvon muutos	Prosentuaalinen muutos
Sisäiset tekijät	0,746/ 1,229	9,8%/17,7%
Ulkoiset tekijät	0,262/ 0,156	3,1%/1,8%
Muut tekijät	0,174/ 0,667	2,1%/8,3%
1 Vaikka lähettyilläni ei olisi ketään, joka voisi auttaa minua.	0,62/1,36	8,2%/21%
2 Vaikka en ikinä olisi käyttänyt mitään vastaavaa	0,62/2,12	8,6%/37,7%
3 Vaikka minulla olisi vain ohjeet apuna	1/0,18	12,5%/2,1%
4 Jos olen nähnyt jonkun muun käyttävän sitä aiemmin	0,67/0,56	8,7%/41,1%
5 Jos voin kysyä joltain muulta henkilöltä apua ongelmatilanteissa	0,47/0	5,3% /0%
6 Jos minut autetaan alkuun	0,09/-0,31	2,7%/-3,5%
7 Jos minulla on reilusti aikaa käytettävissä	0,23/0,31	2,7%/3,5%
8 Jos saatavilla on vain ohjelman tarjoamaa apua	0,31/1,19	4%/17,6%
9 Jos minulle näytetään kaikki vaiheet alussa	0,19/0,39	2,2%/4,7%
10 Jos olen käyttänyt erilaisia teknologioita aiemmin samankaltaiseen tarkoitukseen	0/0,5	0%/5,9%

Taulukko 13. Ryhmien 2 ja 3 kyselyjen keskiarvojen muutokset

Johtopäätöksenä kyselystä on, että oppilaiden teknologiaminäpystyvyys parani selvästi projektin aikana. Vain yksi arvo tippui alku- ja loppukyselyjen välillä. Molempien ryhmien osalta erityisen paljon paransivat sisäisiä tekijöitä mittaavat arvot (kohdat 1-3). Erityisen paljon projekti tuki oppilaita ottamaan käyttöön uusia teknologioita ilman aikaisempaa kokemusta ja ilman jatkuvaa neuvontaa. Myös muita tekijöitä mittaavien kohtien (7,8 ja 10) arvot paranivat huomattavasti erityisesti ryhmän 3 kohdalla.

Kokonaisuutena keksintöprojekti oli onnistunut. Projektin alustus onnistui hyvin, oppilaat lähtivät yrittämään keksintöjä, jotka olivat hieman yli oman taitotason, mutta silti realistisia

toteuttaa. Alustuksen avulla myös oppilaiden tiedonhankinta oli aktiivisempaa projektin aikana ja vertaisten tuki toimi hyvin.

Projektille oli hyvät lähtökohdat, koska ryhmän oppilaiden teknologiaminäpystyvyys oli jo alussa melko korkealla tasolla, tämä tukee uusien teknologioiden oppimista (Wardley & Mang, 2015, 1715-1732) ja toimii samalla porttina uusiin aihepesifeihin osa-alueisiin (Downey, 2015, 91-111). Teoria-analyysissa todettu yhteys yleisen minäpystyvyyden ja aihepesifin minäpystyvyyden välillä näkyi tämän ryhmän kohdalla selkeästi. Luokan oppilaat kokivat suurta minäpystyvyyttä työskentelymenetelmää (projekti- ja ryhmätyötyöskentely) ja tämä heijastui heidän teknologiaminäpystyvyyteen, vaikka aihepiiri ei sinällään ollut heille entuudestaan tuttu.

Projekti tuki selkeästi oppilaiden teknologiaminäpystyvyyden kehittymistä: ryhmän 2 osalta kaikkien kyselyn kohtien arvot paranivat keskimäärin 5,5 prosenttia ja ryhmän 3 osalta 13 prosenttia. Nämä luvut osoittavat, että keksintöprojektin kehitetty versio lyhyen aikavälin tarkastelussa pystyy vaikuttamaan oppilaiden teknologiaminäpystyvyyteen.

Selkeitä kehittämiskohteita minäpystyvyyden kehittymisen tukemiseksi ei projektin toteutustavasta löytynyt. Projektien onnistumisten korostaminen ja valmiiden projektien esittely jäivät hyvin vähälle aikarajoitteen takia.

Ensimmäisen idean vaikutus korostui luokassa, muut ryhmät seurasivat selkeästi ryhmää, joka ensimmäisenä keksivät idean keksinnölleen. Tämä voi henkilöityä ryhmässä olleisiin henkilöihin, he vaikuttivat selkeästi luokan vaikutusvaltaisimmilta oppilailta, joiden esimerkkiä muut helposti seuraavat. Osin tämä on myös inhimillistä, on helpompi keksiä oma idea muiden ideoiden pohjalta.

Ryhmän 3 opettaja kuvaili projektia seuraavalla tavalla:

”apua ää aluksi aika pelottava, laitoin viestin että pitääkö mun osata jotain ja pitääkö mun neuvoa ja kannustaa, mutta sitten sä tulit kaikkine tavaroinesi ja osaaminesi ja tää oli oikeasti tosi hyvä niin sain käydä kannustamassa ja pitämässä työrauhaa yllä. Oppilaat ovat myös tykänneet tosi kovasti, uuden

opsin mukaan meidän pitää kumminkin opettaa tätä ja sit tavallaan tää oli hyvä sen kannalta.”

Opettajan mielestä oppilaat oppivat taitoja monipuolisesti projektin aikana ja hänen mielestään projekti myös tuki oppilaiden minäpystyvyyden kehittymistä.

”ainakin itseohjautuvuutta ja sitten oli kiva, kun kukaan ei valittanut sitä, että en halua tehdä tai en osaa tai on liian vaikeaa, ryhmätyötaitoja, suunnitelmallisuutta ja sellaisia oman työn suunnittelua”

”ihan varmasti, jos kaikki arimmat tytötkin saivat jotain tehtyä, vaikka eivät meinanneet keksiä mitä tehdä ja silti saivat kuitenkin hienon työn tehtyä ja ihan itse.”

Projektin jälkeen opettaja kommentoi kehittämiskohteiden liittyvän eniten koontituntiin ja aikataulutukseen.

”ehkä silleen se vois olla vähän tiiviimpi, jos tekeminen olisi ollut parin päivän aikana, se olisi ideaalitilanne, koontitunti puuttui, kokonaisuutena tosi hyvä ja onnistunut”

5.3.5 Kehittämiskohteet ja pohdinta

Projektin kehittäminen onnistui hyvin ja asetetuissa tavoitteissa pysyttiin hyvin. Selkeitä kehittämiskohteita löytyi pari kappaletta. Suureen rooliin ryhmissä nousi oppilaiden itseluottamus ja siihen vaikuttavat tekijät. Itseluottamuksen yhteys minäpystyvyyteen tulee esille sijaiskokemusten sekä onnistumisten ja epäonnistumisten kautta: ne luovat perustan yksilön uskolle omia kykyjään kohtaan ja sijaiskokemukset muodostavat samanlaisen vertaisryhmän suoritusten kautta uskomuksia omista onnistumismahdollisuuksista (Bandura, 1994, 1997). Projektin esittelyssä hyödynnettiin tietoisesti vaikutelmaa muiden tekemien projektien onnistumisesta ja luokan opettajat nostivat esille onnistumisia projektien aikana luoden näin

uskoa oppilaisiin projektin aikana. Näiden sijaiskokemusten korostaminen ja esille nostaminen olisi toki voinut tapahtua projektissa vielä voimakkaammin, jolloin muiden ryhmien usko omaa onnistumista kohtaan olisi noussut.

Luokan ilmapiiri vaikuttaa itseluottamuksen määrään, ryhmälle 3 oli selkeästi opetettu erilaisia työtapoja, joissa tiedonhankinnan ja ryhmätyön taidot olivat korostuneet, tämä näkyi selkeästi keksintöä tehdessä, vaikka substanssiosaaminen oli lähtökohtaisesti samaa tasoa muiden ryhmien kanssa.

Tutkijalle on syntynyt oman työkokemuksen kautta suhteellisen realistinen käsitys oppilaiden kyvyistä keksintöjen tekemisen ja ohjelmoinnin suhteen, keksintöprojekti on siis mahdollista kohdentaa hieman oppilaiden taitotason yläpuolelle. Jos opettajalla ei ole tätä näkemystä, auttaa tässä tiedonhankintataitojen korostaminen sekä vaiheittainen lähestyminen tekemistä kohtaan.

Molemmat ryhmät kohtasivat eniten vaikeuksia muuttuja-käsitteen kanssa. Tämän käsitteen läpikäyntiä ei katsottu tarpeelliseksi alustuksessa, mutta sen vaikean käsitettävyyden takia syvempi läpikäynti olisi ollut tarpeellista. Ohjelmoinnin opetus pohjautuu koulussa ennen kaikkea ohjelmoinnillisen ajattelun hyötyjen tärkeyteen. Ohjelmoinnillinen ajattelu pohjautuu suomalaisen opetussuunnitelman kontekstissa sen osakäsitteisiin, kuten ongelmanratkaisuun ja digitaaliseen kompetenssiin (digitaalisten ratkaisujen luominen ja kriittiset käyttötaidot) (Bocconi ym. 2018). Muuttuja-käsitteen haltuun ottaminen olisi vaatinut käsitteen voimakkaampaa purkamista ohjelmoinnillisen ajattelun keinoin. Tästä käsitteestä muodostui tutkimuksen aikana ainoa kynnyksysymys, joka heikensi oppilaiden minäpystyvyyden kehittymistä. Sen takia käsitteen esittelyyn ja sen opettamiseen opettajille tulee kiinnittää jatkossa huomiota.

Keksintöprojektiä ei arvioitu mitenkään ja tämän takia taitotasojen muodostamiselle ei nähty tarvetta, niiden tekeminen olisi helposti ohjannut oppilaiden keksintöjä tiettyyn suuntaan ja nonlineaarinen oppimisprosessi olisi muuttunut lineaariseen suuntaan. Keksintöprojekti vaatii lähtökohtaisesti useita yrityksiä, epäonnistumisia, uudelleen yrittämisä ja ennakoimattomiin lopputuloksiin päätymistä (Riikonen ym., 2018, 65-73). Nonlineaarinen oppiminen on

teorian perusteella lähes välttämätön tapa projektin läpivientiin, vain se mahdollistaa luovuudelle ja ryhmätyöskentelyyn sopivan ilmapiirin luomisen. Näin luodaan myös minäpystyvyyden kehittymiselle mahdollisimman paljon mahdollisuuksia.

Summamuuttujista keksintöprojektin aikana eniten positiivista muutosta tapahtui sisäisiä tekijöitä mittaavaan muuttujaan. Ulkoisia tekijöitä mittaavaan muuttujaan ei tapahtunut merkittäviä muutoksia. Nämä asiat ovat luonteeltaan sellaisia, että niihin ei lyhyellä interventiolla pystynyt vaikuttamaan. Keksintöprojektia kehittäessä ulkoisien tekijöiden vaikutuksiin tulee kiinnittää enemmän huomiota, jotta projektin vaikutuksista saadaan mahdollisimman monipuolisia. Tämän tutkimuksen yhteydessä pitkäaikaisempaan tutkimukseen ei ollut mahdollisuuksia, mutta mittarin toistaminen esimerkiksi puolen vuoden kuluttua näyttäisi intervention vaikutukset pidemmällä aikavälillä.

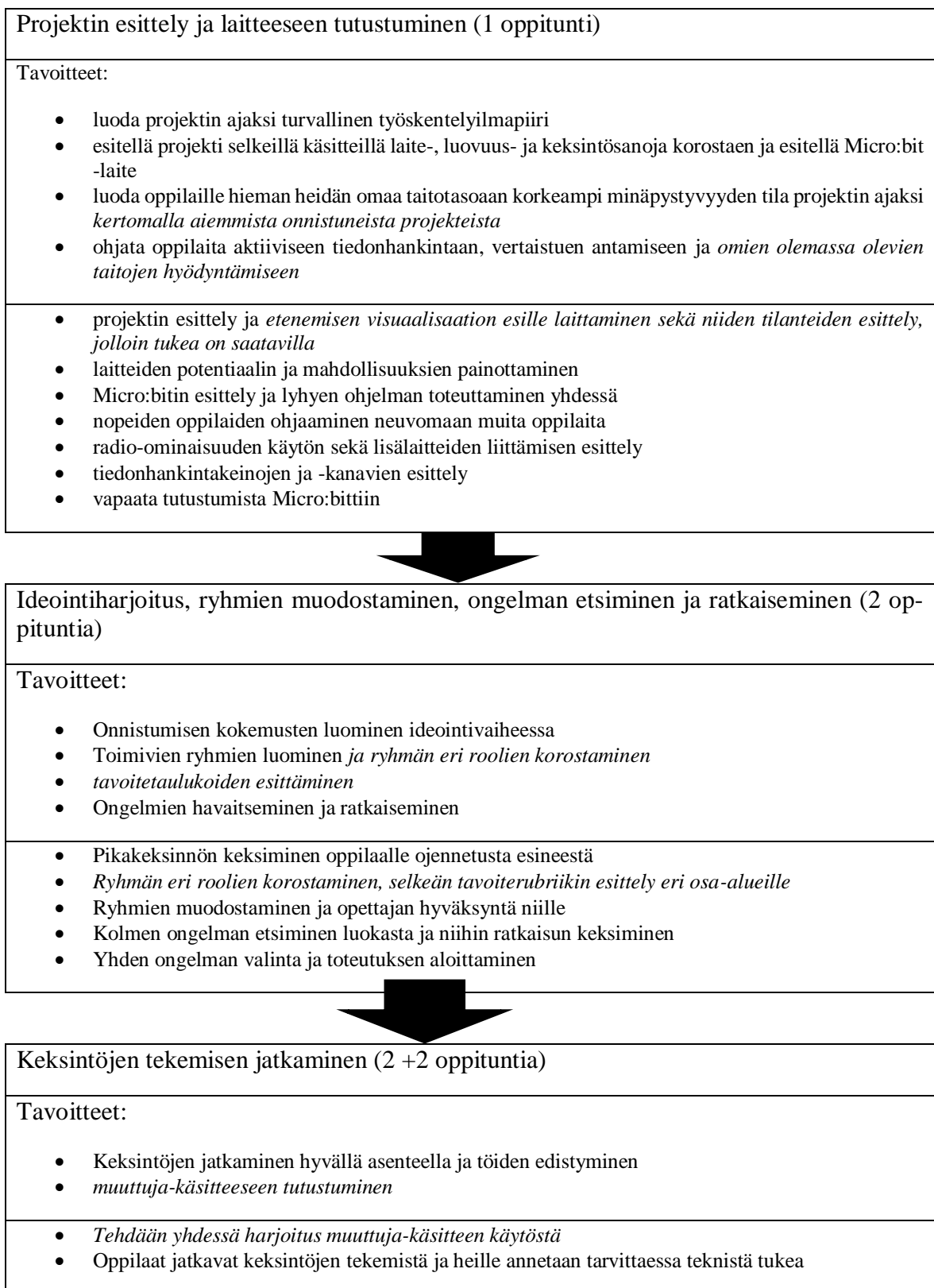
6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä luvussa esitellään keksintöprojektin lopullinen versio, vertaillaan tehtyjä toteutuksia toisiinsa sekä arvioidaan Micro:bit-laitteen vaikutusta oppilaiden minäpystyvyyden kehittämiseen. Lisäksi tarkastellaan tutkimuksen luotettavuutta ja sijoittumista aikaisemmin tehtyjen tutkimusten jatkumolla ja peilataan tuloksia mahdollisiin jatkotutkimuskohteisiin.

6.1 Keksintöprojektin ominaisuuksia

Kehittämiskierrosten pohjalta kehitetty keksintöprojekti on esitelty kuviossa 8. Projektista on tässä vaiheessa poistettu kaikki tutkimuksen tekemiseen liittyvät kohdat. Ulkoisien tekijöiden vaikutuksiin on pyritty vaikuttamaan korostamalla aiempia tehtyjä projekteja sekä niitä oppilailla olevia taitoja, joita projektin tekemiseen tarvitaan. Lisäksi korostetaan projektissa niitä osia, joiden avulla oppilaille kerrotaan, millaisissa tilanteissa apua saa ja millä tavalla projektissa autetaan alkuun. Lisäksi projektissa pyritään prosessin esille tuomiseen ja esille pitämiseen projektin aikana esim. visuaalisessa muodossa. Ohjelmoinnillisen ajattelun peruseräiteistä projekti sisälsi etenkin luovuutta, iterointia, mallintamista ja suunnittelua sekä yhteistyötä. Projekti kehitti ohjelmoinnillisen ajattelun taitoja monella eri tavalla.

Lisäksi liitteessä D on koottu opettajille lyhyt opastus onnistuneen keksintöprojektin pitämiseen. Liitteessä E on keksintöprojektin runko laajennettuna versiona. Opettajan ohjeistuksessa on annettu vihjeitä niiden asioiden järjestelyihin, jotka tämän tutkimuksen kolmen keksintöprojektin aikana aiheuttivat eniten negatiivista palautetta (tavaroiden organisointi, laitteiden virransaanti ja projektin aikataulutus), mutta myös niihin asioihin, joiden huomioiminen on erityisen tärkeää projektin onnistumisen kannalta.



Kuvio 8. Lopullinen versio keksintöprojektista

6.2 Keksintöprojektin ryhmien vertailua

Kolme ryhmää olivat hyvin erilaisia, taulukkoon 14 on koottu yhteenveto kolmesta eri ryhmästä ja tuloksista. Vahvat ryhmätyö- ja ongelmanratkaisutaidot sekä opettajan aktiivisuus projektissa –kohdat pohjautuvat tutkijan havaintoihin projektin toteutuksen aikana. Keksintöjen onnistumisen mittarina käytetään tutkittavien omaa arviota keksinnön onnistumisesta. Muut kohdat perustuvat haastattelujen ja kyselyjen tuloksiin.

Ominaisuus	Ryhmä 1	Ryhmä 2	Ryhmä 3
<i>Vahvat ryhmätyö- ja ongelmanratkaisutaidot</i>	heikot	kohtalaiset	vahvat
<i>Vahva kyky ratkaista ongelmia</i>	68%	36%	33%
<i>Kiinnostus teknologiaa kohtaan (1-10)</i>	9,1	9,1	8,9
<i>Keksintöjen onnistumisprosentti</i>	50%	85%	85%
<i>Positiivinen palaute haastattelussa</i>	93%	95%	100%
<i>Kyselyn arvojen parantuminen (prosentteina)</i>	-1,75%	5,37%	13,01%
<i>Opettajan aktiivisuus projektissa</i>	heikko	-	vahva

Taulukko 14. Keksintöprojektien ryhmien tulosten vertailua

Ryhmän 1 projekti onnistui hyvin ja haastatteluissa kokeilu sai positiivista palautetta, mutta projekti ei muuttanut oppilaiden käsityksiä omasta teknologiaminäpystyvyydestä. Ryhmä 3

onnistui tulosten perusteella parhaiten. Kaikki ryhmät arvioivat kokemuksen hyvin positiiviseksi.

Opettajien roolin vaikutus projektin onnistumiseen ja oppilaiden minäpystyvyyden kehittämiseen on suuri. Ryhmän 1 opettajan rooli projektin aikana jäi vähäiseksi ja oppilaiden haastatteluvastauksista selvisi, että ryhmässä nonlineaarinen luovaan ongelmanratkaisuun tähtäävä ryhmätyöskentely oli työtapana hyvin vieras. Tämä ryhmä tosin arvioi omat ongelmanratkaisukykynsä huomattavasti vahvemmaksi kuin muut ryhmät. Ryhmälle 2 työtapa oli selkeästi tutumpi, mutta opettajan poisjäänti projektin alussa heijastui selkeästi ryhmän toimintaan. Ryhmän 3 opettaja oli aktiivisimmin mukana projektissa ja ryhmälle työtapa oli tutuin. Yhdellekään ryhmälle projektin aihe ei ollut tuttu, eivätkä he olleet tehneet vastaavia projekteja myöskään ilman teknologia-aspektia, joten tämä ei vääristänyt tutkimuksen tuloksia. Opettajan rooli ja käyttämät työtavat ovat selvästi merkityksellisiä ryhmän suoriutumisen kannalta, opettajan osallistuminen ja asenne näyttivät tämän tutkimuksen perusteella jopa merkittävämmältä kuin oppilaiden omat asenteet.

6.3 Keksintöprojektin vaikutus minäpystyvyyteen

Tässä luvussa käydään läpi keksintöprojektin vaikutusta tutkittavien minäpystyvyyteen. Aihetta käsitellään tutkimuskysymys kerrallaan.

6.3.1 Micro:bitin vaikutus teknologiaminäpystyvyyteen

Tutkimuksen ensimmäinen kehittämisprosessiin liittyvä tutkimuskysymys oli: ”Miten Micro:bit -alustan käyttö vaikuttaa oppilaan teknologiaminäpystyvyyteen ohjelmoinnin ja tietotekniikan käytön suhteen?” Kehittämisprosessiin liittyvän tutkimuskysymyksen avulla päätetään tutkimuksen toteuttamiseen liittyvät vaiheet, niiden testaaminen sekä kehittäminen, vastauksena löydetään tutkimuksen vaiheet sekä ohjaavia teorioita (Pernaa, 2013). Tähän kysymykseen etsittiin vastauksia teorian ja teoria-analyysin avulla sekä kehitettiin ensimmäinen malli keksintöprojektista.

Keksintöjen onnistumisprosentti kokonaisuudessa oli 73. Kokonaisuuden rakenne oli tällä mittarilla mitattuna toimiva ja tuntien aikana annettu vähäinen tuki sopiva. Kokonaisuudesta saatu palaute oli myös hyvää ja viimeisen ryhmän kanssa myös teknologiaminäpystyvyyden kehittäminen onnistui. Tutkijan omaan kokemukseen ja tutkimustietoon pohjautunut keksintökurssin kehittäminen onnistui hyvin. Tutkimuskysymykseen vastauksena syntyi tällaisen projektin toteuttamista ohjaava ja siihen opastava malli, jota on kuvailtu tarkemmin luvussa 6.1. Myös laitevalinnan onnistumista voidaan arvioida keksintöjen korkean onnistumisprosentin perusteella: Micro:bit on siis laitteena tällaiseen työskentelyyn sopiva laite. Markkinoilla ei tutkimuksen tekemisen aikaan myöskään ollut muita vastaavia laitteita, joiden käyttäminen ja ohjelmoiminen olisi yhtä sujuvaa. Ilman aiempaakin ohjelmointikokemusta laitteen käytön pystyi opettelemaan ja sen avulla valmistamaan keksinnöt.

Micro:bit osoittautui monipuoliseksi ja helposti opittavaksi laitteeksi havaintojen ja tutkittavien haastatteluvastausten perusteella. Laitteen käytön nopea oppiminen myös nosti monen tutkittavan teknologiaminäpystyvyyttä, he huomasivat pystyvänsä opettelemaan uuden laitteen käytön helposti. Tutkimuksen tuloksena kehitettyä keksintöprojektia voidaan pitää myös Micro:bitin pedagogisesti onnistuneen käytön käsikirjoituksena, toisin sanoen ohjaavana teoriana.

Työskentelytapana avoin nonlineaarinen ongelmanratkaisu osoittautui monelle tutkittavalle vieraaksi ja haasteelliseksi, samoin opettajien oli haastava löytää rooliaan keksintöprojektissa. Edellä mainituista tekijöistä muodostui minäpystyvyyden kehittymisen kannalta merkittävämpiä estäviä tekijöitä kuin laitevalinta itsessään.

Markkinoille on vuoden 2019 aikana tullut muitakin vastaavia helppokäyttöisiä keksintöpedagogiikkaan sopivia mikrokontrolleita, jotka sopivat vastaavan projektin välineiksi hyvin. Projektin onnistumisen kannalta laitteen pedagogisen soveltuvuuden arviointi ja tarjolla olevien tukimateriaalien lukumäärä ovat oleellisimpia.

6.3.2 Minäpystyvyyden kehittäminen keksintöprojektilla

Tutkimuksen toinen ongelma-analyysiin liittyvä tutkimuskysymys oli: ”Miten minäpystyvyyttä voidaan kehittää enemmän keksintöprojektin ja Micro:bittien ohjelmoinnin kautta?”

Ongelma-analyysiin liittyvän tutkimuskysymyksen avulla saadaan selville haasteet ja tarpeet sekä tuotetaan tavoitteen saavuttamista kuvailevia teorioita (Pernaa, 2013).

Vastauksena tähän kysymykseen tutkimuksen aikana toteutettiin kehittämistutkimuksen ensimmäinen osa teoria-analyysi ja kehitettiin sen pohjalta keksintökurssin mallia kehittämistutkimuksen periaatteiden mukaisesti. Mallin kehittämisen vaiheet ja näiden taustalla olevat keksintöprojektien käytännön toteutuksen tapahtumat ja havainnot on kuvattu osana tätä tutkimusta. Kurssi parantui tulosten perusteella loppua kohti, toki selkeitä kehittämiskohteita projektiin vielä jäi. Näitä kehittämiskohteita on käyty läpi luvussa 6.1.

Keksintöprojekti yhdistelee maker-tekemistä, ohjelmointia, keksintöjen tekemistä ja laaja-alaisia taitoja. Nämä tekevät projektista hyvin monipuolisen ja myös monipuolisesti taitoja kehittävän. Projektin kehittäminen kehitti myös samalla laaja-alaisen taitojen huomioimista projektissa. Teknologiaminäpystyvyyden kehittäminen keksintöprojektin avulla onnistui tulosten perusteella parhaiten, kun laaja-alaisen taitojen osaaminen (lukuunottamatta tieto- ja viestintätekniisiä taitoja) oli jo entuudestaan vahvalla tasolla. Tulosten perusteella onnistunut teknologiaminäpystyvyyden kehittäminen keksintökurssin avulla vaatii laaja-alaisen taitojen hyvää hallitsemista. Laaja-alaiset taidot ja niiden oppimisen kautta syntynyt minäpystyvyys vaikutti siis toimivan porttina myös aihepesifin minäpystyvyyden oppimiseen, samankaltaisia tuloksia on saanut Downey (2015, 91-111), joka havaitsi tietokoneminäpystyvyyden kehittymisen toimivan porttina aihepesifimpään minäpystyvyyteen.

Keksintöprojektin monet osa-alueet kehittivät tutkittavien ohjelmoinnillisen ajattelun osa-alueita ja näiden osa-alueiden tietoinen korostaminen keksintöprojektin kehittämisprosessissa paransi projektin onnistumista ja vaikutti positiivisesti tämän tutkimuksen tuloksiin. Osa osa-alueista jäi vielä pimentoon projektin aikana, mutta niitä on pyritty tuomaan lisää keksintöprojektin tuleviin versioihin luvun 6.1 mukaisesti.

Keksintöprojektin onnistumisen kannalta merkittävässä roolissa oli projektin haastetaso suhteessa oppilaiden taitotasoon. Minäpystyvyyden kehittymisen kannalta tämä on erittäin merkittävää. Haastetason optimointi projektin alustuksen avulla asettaa keksinnöille raja-arvot, jonka puitteissa minäpystyvyyden mahdollinen kehittyminen tapahtuu. Näiden annettujen arvojen avulla ohjaillaan myös osallistujan käsitystä siitä, onko onnistuminen mahdollista ja

saavuttaako hän vaaditun motivaation tavoitteeseen päästäkseen (Pintrich & Schunk, 2002). Keksintökurssin aiheeksi annettu luokassa olevan ongelman ratkaiseminen osoittautui toimivaksi ratkaisuksi haastetason kannalta ja keksinnöistä pääsääntöisesti tuli sopivan haastavia sekä aiheeltaan realistia käytössä olevilla materiaaleilla toteutettaviksi.

Minäpystyvyyden kehittymisen kannalta sijaiskokemuksilla on hyvin merkittävä rooli, ne voivat vahvistaa tai heikentää yksilön omaa uskomista omista kyvyistään tai projektissa onnistumisesta (Bandura, 1997). Tutkimukseen osallistuneilla ryhmillä oli vain vähän kokemuksia vastaavasta työskentelystä ja ei juurikaan kokemuksia ohjelmoinnista tai keksintöjen tekemisestä koulukontekstissa, joten minäpystyvyyden kehittymisen kannalta haitallisia sijaiskokemuksia ei ollut päässyt syntymään.

6.3.3 Projektin haasteet ja mahdollisuudet minäpystyvyyduskomuksille

Tutkimuksen kolmas kehittämistuotokseen liittyvä tutkimuskysymys oli: ”Millaisia mahdollisuuksia sekä haasteita Micro:bit ja maker-tekeminen tuovat oppilaan minäpystyvyyduskomuksille?” Kehittämistuotokseen liittyvän tutkimuskysymyksen avulla vastataan esille nousseisiin haasteisiin sekä tuotetaan ohjaavaa mallia (Edelson, 2002).

Vastauksena kysymykseen on tutkimuksessa kuvattu keksintöprojektin mahdollisuuksia ja haasteita tutkimuksen toteuttamisen aikana. Näihin haasteisiin on vastattu tuottamalla opettajille ohjemateriaalia, joka on esitetty liitteissä D ja E. Lisäksi taulukossa 15 on lueteltu keksintöprojektien aikana havaitut mahdollisuudet sekä haasteet vastauksineen. Haasteet on muodostettu havaintojen sekä haastattelumateriaalin pohjalta.

Mahdollisuudet	
Laaja-alaisten taitojen ja ohjelmoinnin opettaminen	
Teknologiaminäpystyvyyden kehittäminen	
Oman motivaation lisääminen	
Haasteet	Vastaukset ohjaavassa mallissa
Opettajan vähäinen osaaminen	Laaja-alaisten taitojen korostaminen, esim. oppimaan oppimisen ja tiedonhankinnan taidot
Oppilaiden ohjelmointiosaamisen puute	Laitevalinta, ohjemateriaalit, autonomiseen ohjelmoinnin oppimiseen tähtäävä malli
Ajan niukkuus	Työn rytmitys, selkeän tavoitteen asettaminen, ryhmän taitotason huomioiminen
Epärealististen keksintöjen tekeminen	Sanavalinnat esittelytilaisuudessa, laitteen hyvien ja huonojen ominaisuuksien avoin kertominen
Teknologiaminäpystyvyyttä mittaavan mittarin epätarkkuudet	Pääpaino mittaamisessa havainnoille ja haastattelulle

Taulukko 15. Keksintöprojektin mahdollisuudet, haasteet ja vastaukset

6.4 Tutkimuksen luotettavuus

Tässä luvussa käsitellään kehittämistutkimusta luotettavuutta kehittämistutkimuksen kriteerien (Design-Based research collective, 2003, 5-8) mukaisesti. Luotettavuutta arvioidaan myös sisällönanalyysin näkökulmasta (Tuomi & Sarajarvi, 2009, 136-139) ja määrällisen tutkimuksen kriteerein (Heikkilä, 2008, 186-187). Tutkimuksen vaiheet on esitelty taulukossa 16, tutkimus koostui 3 syklistä ja seitsemästä vaiheesta.

Tutkimuksen eteneminen ja menetelmät		Ajankohta
Vaihe 1	<i>Keksintöprojektin suunnittelu</i> <ul style="list-style-type: none"> • Teoria-analyysi →kehittämiskohteet →Keksintökurssin versio 1 	2018 kevät
Vaihe 2	<i>Keksintöprojekti ryhmän 1 kanssa</i>	2018 kevät
Vaihe 3	<i>Projektin vaikuttavuuden arviointi</i> käytetyt menetelmät: havainnointi, kyselylomake, tuotokset, haastattelut	2018 kesä
Vaihe 4	<i>Dokumentointi ja jatkokehittäminen</i> → Keksintökurssin versio 2	2018 kesä
Vaihe 5	<i>Keksintöprojekti ryhmien 2 ja 3 kanssa</i>	2018 syksy
Vaihe 6	<i>Projektin vaikuttavuuden arviointi</i> käytetyt menetelmät: havainnointi, kyselylomake, tuotokset, haastattelut	2019
Vaihe 7	<i>Tulosten dokumentointi ja lopullisen mallin kehittäminen</i>	2019 syksy – 2020 kevät

Taulukko 16. Kehittämistutkimuksen vaiheet 1-5

Kehittämistutkimusta voidaan pitää laadukkaana, jos kokonaisvaltaisen kehittämisen tuloksena on tullut ohjaava malli ja kuvaileva teoria (Lincoln ja Guva, 1985), kyse on siis tutkimuksen uskottavuudesta ja siirrettävyydestä. Luotettavuus ja vahvistettavuus syntyvät syklisen arviointia sisältävän kehittämisen kautta autenttisissa olosuhteissa tarkasti dokumentoiden (emt.). Tutkimuksessa kehittäminen on ollut asteittaista ja edennyt sykleissä, lisäksi sen avulla on luotu teoriaa, joka on mahdollista siirtää kentälle opettajien käyttöön (siirrettävyys). Tämä teoria on kehittämistutkimuksen aikana testattu kentällä autenttisissa olosuhteissa (siirrettävyys, luotettavuus, vahvistettavuus). Kaikki tämän tutkimuksen vaiheet on dokumentoitu mahdollisimman tarkasti (luotettavuus, vahvistettavuus). Teoreettinen viitekehys on pyritty rakentamaan mahdollisimman tarkaksi.

Aineistotriangulaation periaatteiden mukaisesti aineistoa kerättiin monella eri tavalla: opettajien haastattelulla, tutkittavien haastattelulla, havainnoinnilla sekä kyselytutkimuksella. Taulukosta 17 löytyy luotettavuustarkastelu tutkimuksen eri vaiheissa, vaiheiden selitykset löytyvät taulukosta 16.

Tutkimus	Luotettavuustarkastelu
Vaihe 1: teoria-analyysi (luku 5.1)	Analyyseissä käytiin läpi keksintöprojektiin liittyviä odotuksia, mahdollisuuksia ja haasteita tutkimuskirjallisuuden pohjalta.
Vaihe 3: ryhmän 1 projektin vaikuttavuuden arviointi (luku 5.2.2)	Tutkimuksessa sovellettiin aineistotriangulaatiota: 1) alkuhaastattelu- ja kysely, 2) havainnointi, 3) opettajien haastattelu, 4) oppilaiden tuotokset ja 5) loppuhaastattelu ja -kysely. Alku- ja loppukyselyjen vastausten keskiarvot on esitetty kokonaisuudessaan kuvioissa 5 ja 6 ja tuotokset taulukossa 8. Haastattelujen sisällönanalyysi on toteutettu luvuissa 5.2.1-5.2.3. sisällönpoimintojen ja erilaisten listausten avulla.
Vaihe 6: ryhmien 2 ja 3 projektien vaikuttavuuden arviointi (luku 5.3.2)	Aineistotriangulaatio on samanlainen kuin edellisessä kohdassa. Alku- ja loppukyselyn vastausten keskiarvot on esitetty kuvioissa 8 ja 9, tuotokset taulukoissa 10 ja 11 ja haastattelujen sisällönanalyysi luvuissa 5.3.1-5.3.3.

Taulukko 17. Luotettavuustarkastelu tutkimuksen eri vaiheissa

Tutkimuksen luotettavuus olisi parantunut entisestään, jos tutkimuksen eri vaiheissa olisi käytetty vertaisarviointia (McKenney, Nieveen & van den Akker, 2006, 3-7). Lisäksi erilaisten tutkija- ja menetelmätriangulaatioiden avulla luotettavuutta ja tutkimuksen yleistettävyyttä olisi ollut mahdollista kasvattaa.

Tutkijan rooli tutkimuksessa oli osittain aktiivinen, tutkija piti ensimmäisen oppitunnin ja tämän jälkeen toimi tarvittaessa teknisenä apuna laitteen kanssa. Tutkijan rooli pysyi samanaikaisena kaikkien kolmen ryhmän kanssa ja käytettävät laitteet olivat samat. Näin tutkimuksen luotettavuus ei vaarantunut tutkijan roolin takia. Tekninen tuki oli myös samanlaista kuin kunnan opettajille oli muutenkin saatavilla vastaavaan projektiin. Tutkijan läsnäolo ei siis vaikuttanut tältä osin tutkimuksen tuloksiin.

6.5 Tutkimuksen merkitys ja jatkotutkimuskohteet

Tutkimuksessa syntynyt keksintöprojektin malli sopii ohjelmoinnin opettamiseen, laaja-alaisten taitojen kehittämiseen sekä teknologiaminäpystyvyyden kehittämiseen. Mallin avulla voidaan myös tukea laajasti eri laaja-alaisten taitojen siirtämistä käytännön tasolle minäpystyvyyttä vahvistavalla tavalla.

Hyvän keksintöprojektin vetämisessä on syytä soveltaa tämän tutkimuksen malleja ja lopputuloksia, tutkimuksessa käytetyt mittarit vahvistavat teknologiaminäpystyvyyksinterven-tion onnistumisen projektin avulla. Mittari on validoitu jo muiden tutkijoiden toimesta (mm. Thatcher ym., 2008, 628-644), mutta niiden täydestä soveltuvuudesta nykyajan digitalisoi-tuneessa teknologiayhteiskunnassa ei ole tarpeeksi tietoa. Mittarin validointi tai jatkokehittäminen nyky-yhteiskunnan tai koulun asettamiin vaatimuksiin sovellettavaksi, on tämän tutkimuksen perusteella relevantti jatkotutkimuksen kohde. Tutkimuksen aikana mittariin kohdistunut kritiikki suuntautui ennen kaikkea tiedon helppoon saatavuuteen, osa tutkitta-vista tarkensi kysymysten aikana erilaisen tiedonhaun mahdollisuutta esim. puhelimen avulla. Tietotekniikan ja teknologian käsitteiden selkeys myös herätti kysymyksiä mittarin toimivuudelle, suurin osa tutkittavista piti esimerkiksi kodinkoneita tietotekniikkana, joka on nykyajan älykodinkoneiden aikakaudella hyvinkin perusteltua, mutta mittarin alkuperäi-sellä aikakaudella vuonna 2000 (Venkateshin tutkimus) sitä ei ole osattu huomioida. Mittarin toimivuutta pystyy paremmin arvioimaan myös pitkittäistutkimuksen avulla, jolloin esim. 6 kuukauden kuluttua interventiosta suoritetaan mittaus ja havainnoidaan, miten tulostaso on säilynyt. Mittaria on käytetty tieteellisesti validista viime vuosina esim. monilukutaidon ja minäpystyvyyden yhteyden tutkimiseen (Hatlevik, 2018, 107-119).

Toisena relevanttina jatkotutkimuskohteena tutkimuksessa nousi laaja-alaisten taitojen osaa-misen merkitys aihepesifin minäpystyvyyden kannalta. Tutkimuksessa nousi esiin tulos, jonka mukaan teknologiaminäpystyvyyys kehittyi eniten ryhmällä, jolla oli vahvimmat laaja-alaistaidot, vaikka heidän teknologiaosaaminen ei eronnut merkittävästi muista ryhmistä. Tutkimuskirjallisuus aiheesta ei ole pystynyt osoittamaan mitään porttia yleisen minäpystyvyyden ja aihepesifin minäpystyvyyden välillä (esim. Abele & Spurk, 2009, 53-62; Yang & Cheng, 2009, 429-438), laaja-alaisten taitojen opettamisen ja oppimisen merkitystä ei ole

tästä näkökulmasta tutkittu. Suomessa on kansainvälisellä mittapuullakin arvioituna hyvin vahvaa ja laajaa tulevaisuustaitojen eli laaja-alaisten taitojen opettamista sekä näiden taitojen hallitsemista (Economist Intelligence unit, 2019). On mahdollista, että vain Suomen kaltaisissa suunnannäyttäjämaissa voidaan havaita laaja-alaisten taitojen hallitsemisen yhteys aihepesifin minäpystyvyyden parempaan kehittymiseen. Tämän tutkimuksen relevanttius voidaan myös kyseenalaistaa, olisiko samaan lopputulokseen teknologiaminäpystyvyyden kehittymisen kannalta päästy myös laaja-alaisten taitojen opettamista vahvistamalla sekä opettamalla ohjelmointia ja teknologiaa ns. perinteisin keinoin.

Lähteet

- Abele, A. E., & Spurk, D. (2009). The longitudinal impact of self-efficacy and career goals on objective and subjective career success. *Journal of Vocational Behavior*, 74.
- Adams Becker, S., Cummins, M., Freeman, A., and Rose, K. (2017). *2017 NMC Technology Outlook for Nordic Schools: A Horizon Project Regional Report*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Anderson, C. (2012), *Makers: The New Industrial Revolution*, London: Random House
- Anderson, T. & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational researcher*, 41(1).
- Azevedo, R. & Moos, D. (2009). Learning with computer-based learning environments: A literature review of computer self-efficacy. *Review of Educational Research*, 79(2).
- Balanskat, A., Engelhardt, K., Ferrari, A. (2017), 'The integration of Computational Thinking (CT) across school curricula in Europe', *European Schoolnet Perspective*, issue no. 2, April 2017
- Bandura, A. 1986. *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Engelwood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Bandura, A. (1994). Self-Efficacy. Teoksessa V.S. Ramachaudran (toim.) *Encyclopedia of Human Behavior* vol. 4, 71–81. New York: Academic Press.
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. New York: Stanford University.
- Barab, S. & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The journal of the learning sciences*, 13(1).
- Barbeite, F., & Weiss, E. (2004). Computer self-efficacy and anxiety scales for a Internet sample: testing measurement equivalence of existing measures and development of new scales. *Computers in Human Behavior*, 20.
- Berry, D. (2016). *The Philosophy of Software*. London: Springer.

- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (2003). Learning to work creatively with knowledge. Teoksessa E. de Corte, L. Verschaffel, N. Entwistle, & J. Van Merriënboer (toim.), *Powerful learning environments: Unravelling basic components and dimensions* (s. 55–68). Oxford, England: Pergamon/Elsevier Science.
- Bereiter, C. & Scardamalia, M., (2014). Smart technology for self-organizing processes. *Smart Learning Environments*, 1(1).
- Blikstein, P. (2008). Travels in Troy with Freire: technology as an agent for emancipation. Teoksessa P. Noguera & C. A. Torres (toim.), *Social Justice Education for Teachers: Paulo Freire and the possible dream* (s. 205-244). Rotterdam, Netherlands: Sense.
- Blikstein, P. and Krannich, D. (2013), 'The makers' movement and FabLabs in education: experiences, technologies, and research' In *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children (IDC '13)*, New York: ACM, pp. 613–616.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K. (2016). Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A. and Earp, J. (2018). The Nordic approach to introducing Computational Thinking and programming in compulsory education. Report prepared for the Nordic@BETT2018 Steering Group. <https://doi.org/10.17471/54007>
- Bouffard-Bouchard, T. (1990). Influence of self -efficacy on performance in a cognitive task. *Journal of Social Psychology*, 130(3).
- British council (2018). BBC micro:bit shown to increase teacher confidence and student team work across the Western Balkans. <https://microbit.org/assets/documents/microbit-teacher-confidence-impact.pdf> (viitattu 27.7.2019)
- Breeding, E. H. (2012). *Crafting Resistance*. (T. Wallace, Ed.). Raleigh: North Carolina State University.
- Broos, A. R. (2005). Gender and information and communication Technologies (ICT) anxiety: male self-Assurance and female Hesitation. *CyberPsychology and Behavior*, 8, 21–32.

- Broos, A., & Roe, K. (2006). The digital divide in the PlayStation generation: self-efficacy, locus of control and ICT adoption among adolescents. *POETICS*, 34.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2).
- Caitlin, B. & Loertscher, D. (2014). Makerspaces: Top Trailblazing Projects, A LITA Guide. *Teacher Librarian*, 42(2).
- Carlborg, N., Tyren, M., Heath, C., & Eriksson, E. (2019) The scope of autonomy when teaching CT in primary school. *International journal of child-computer interaction* 21, 130-139
- Ceruzzi, P. (2012). *Computing*. Cambridge: MIT Press.
- Czismadia A, Curzon P, Dorling M, Humphreys S, Ng T, Selby C, Woollard J. (2015) *Computational thinking. A guide for teachers*. <https://community.computingschool.org.uk/resources/2324/single> (haettu 11.3.2020).
- Chou, H. W. (2001). Effects of training method and computer anxiety on learning performance and self-efficacy. *Computers in Human Behavior*, 17(1).
- Clements, D. (2000) 'Concrete' manipulatives, concreteideas. *Contemporary Issues in Early Childhood*,1(1).
- Collins, A. (1999). The changing infrastructure of education research. Kirjassa E. C. Lagemann & L. S. Shulman (toim.), *Issues in education research: Problems and possibilities*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Collins,A, Joseph, D. & Bielaczyc, K. (2004). Design Research: theoretical and methodological issues. *The journal of the learning sciences*, 13(1).

Compeau, D., & Higgins, C. (1995). Computer Self-Efficacy: Development of a Measure and Initial Test. *MIS Quarterly*, 19(2).

Dede, C. (2004). If design-based research is the answer, what is the question. A commentary on Collins, Joseph and Soloway in the JLS special issue on design-based research. *The Journal of the learning sciences*, 13(1).

Denning, P. J. (2012). Innovating the future: From ideas to adoption: futurists and innovators can teach each other lessons to help their ideas succeed. *The Futurist*, 46(1), s. 40

Design-Based Research collective. (2003). Design-based research: An emerginc paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1).

diSessa, A. & Cobb, P. (2004). Ontological innovation and the role of theory in design experiments. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1).

Downey, J., Rainer, R., & Bartczak, S. (2008). Explicating computer self-efficacy relationships: Generality and the overstated case of specificity matching. *Journal of Organizational and End User Computing*, 20(3).

Downey, J. P., & Kher, H. V. (2015). A longitudinal examination of the effects of computer self-efficacy growth on performance during technology training. *Journal of Information Technology Education: Research*, 14.

Dufva, T. (2018). Art education in the post digital era – Experimental construction of knowledge through creative coding. Aalto university: doctoral dissertations.

Economist intelligence unit (2019) Worldwide educating for future index. Luettu 27.3.2020 <https://educatingforthefuture.economist.com/the-worldwide-educating-for-the-future-index-2019/>

Edelson, D. C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *Journal of the Learning Sciences*, 11.

Edelson, D. C. (2006). What we learn when we engage in design: Implications for assessing design research. Teoksessa J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen, Educational Design Research. Abingdon, Oxon: Routledge.

Ertmer, P. A., Evenbeck, E., Cerniamo, K. S., & Lehman, J. D. (1994). Enhancing self-efficacy for computer technologies through the use of positive classroom experiences. Educational Technology Research and Development, 42(3).

Eskola, J. & Suoranta, J. (1998). Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.

Euroopan komissio/EACEA/Eurudice, (2019). Digital Education at school in Europe. Eurudice report. Luxembourg: Publication office of the European union.

Gallini, J. K., & Zhang, Y. L. (1997). Socio-cognitive constructs and characteristics of classroom communities: An exploration of relationships. Journal of Educational Computing Research, 17(A).

Gershenfeld, N. (2012). How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution julkaisussa: Foreign Affairs 1 November 2012, Vol.91(6).

Grover S, Pea R. (2018) Computational thinking: A competency whose time has come. In: Sentance S, Barendsen E, Schulte C, ed. *Computer Science Education: Perspectives On Teaching And Learning In School*. London: Bloomsbury Academic; 2018.

Halfacree, Gareth. (2018). The official BBC micro:bit user guide. John Wiley & Sons, INC. Indiana.

Halverson, E. R. & Sheridan, K. (2014), 'The maker movement in education', Harvard Educational Review, 84:4.

Hargittai, E., & Shafer, S. (2006). Differences in actual and perceived online skills: The role of gender. Social Science Quarterly, 87(2).

Hasan, B. (2003). The influence of specific computer experiences on computer self-efficacy beliefs. Computers in Human Behavior, 19(A).

- Hatlevik, O. E. (2018). Students' ICT self-efficacy and computer and information literacy: Determinants and relationships. *Computers & Education, 118*.
- Heikkilä, T. (2008). Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Edita.
- Hodges, S., Scott, J., Sentence, C., Miller, C., Villar, N., Schwiderski-Grosche, S., Hammil, K., and Johnston, S. (2013) NET Gadgeteer: a new platform for K-12 computerscience education. In Proceedings of the 44th ACM technical symposium on Computer science education.
- Holden, H. (2011). Understanding the Influence of Perceived Usability and Technology Self-Efficacy on Teachers' Technology Acceptance. *Journal of Research on Technology in Education, 43*(4).
- Horn, M., Crouser, R., & Bers, M. (2012) Tangible interaction and learning: the case for a hybrid approach. *Personal and Ubiquitous Computing, 16*(4).
- Houle, P. A. (1996). Toward understanding student differences in a computer skills course. *Journal of Educational Computing Research, 14*(1).
- Juuti, K. & Lavonen, J. (2006). Design-based research in science education: One step towards methodology. *NorDiNa, 4*.
- Kankaanranta, M. & Norrena, J. (2010). Innovatiivinen opetus ja oppiminen. Kansainvälisen ITL-tutkimuksen pilottivuoden päätulokset ja ensituloksia Suomesta. Jyväskylän yliopisto: Agora Center.
- Krumsvik, R. J. (2011). Digital competence in Norwegian teacher education and schools. *Högre Utbildning, 1*(1).
- Kuuskorpi, M. (2012). Tulevaisuuden fyysinen oppimisympäristö. Käyttäjälähtöinen muunneltava ja joustava opetustila. Kasvatustieteen väitöskirja. Turun yliopiston Kasvatustieteiden tiedekunta. Opettajankoulutuslaitos, Rauman yksikkö.

- Laver, K., Stacey, G., Ratcliffe, J. & Crotty, M. (2012) "Measuring Technology Self Efficacy: Reliability and Construct Validity of a Modified Computer Self Efficacy Scale in a Clinical Rehabilitation Setting." *Disability and Rehabilitation* 34.3.
- Libow Martinez, S., Stager, G. (2013). *Invent to Learn – Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom*. Torrance, CA: Constructing Modern Knowledge Press.
- Lincoln, Y.S. & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly hills, CA: Sage.
- Linn, M. C. (2006). The knowledge integration perspective on learning and instruction. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences*. New York: Cambridge University Press.
- Linnenbrink, E. A. & Pintrich, P. R. (2003). The Role of Self-efficacy Beliefs in Student Engagement and Learning in the Classroom. *Reading & Writing Quarterly* 19 (2).
- Marakas, G., Yi, M., & Johnson, R. (1998). The multilevel and multifaceted character of computer self- efficacy: Toward clarification of the construct and an integrative framework for research. *Information Systems Research*, 9(2).
- Marshall, P. (2007) *Do tangible interfaces enhance learning?* ACM Press.
- McKenney, S., Nieveen, N., & van den Akker, J. (2006). Design research from a curriculum perspective. Teoksessa J.van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (toim.) *Educational design research*, London: Routledge.
- Mertala, Pekka, Lauri Palsa, ja Tomi Slotte Dufva. (2020). ”Monilukutaito Koodin Purkajana: Ehdotus Laaja-Alaiseksi Ohjelmoinnin Pedagogiikaksi”. *Media & Viestintä* 43 (1)
- Meyer, B., Middlemiss, W., &Theodorou, E. (2002). Effects of structure strategy instruction delivered to fifth-grade children using the Internet with and without the aid of older adult tutors. *Journal of Educational Psychology*, 94(3).
- Moore, T. T., & Chang, J. C-J. (2009). Self-efficacy, overconfidence, and the negative effect on subsequent performance: A field study. *Information and management*.

Norrena, J. (2013), Opettaja tulevaisuuden taitojen edistäjänä - "Jos haluat opettaa noita taitoja, sinun on ensin hallittava ne itse". Väitöskirja. Jyväskylän yliopisto. Informaatioteknologian tiedekunta.

Norrena, J. (2015). Innostava koulun muutos - Opas laaja-alaisen osaamisen opetukseen. Ps-kustannus. Jyväskylä.

Opetushallitus (2016). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2016*. Helsinki: Next Print

O'Sullivan, D. & Igoe, T. (2004). *Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World with Computers*. Boston: Thomson Course Technology PTR.

Paavola, S. & Hakkarainen, K. (2014). Trialogical Approach for Knowledge Creation. In S. Tan, H. So, & J. Yeo (Eds.), *Knowledge Creation in Education*. Singapore: Springer.

Pajares, F. (1997). Current Directions in Self-Efficacy Research. Teoksessa M. L. Maehr & P. R. Pintrich (toim.) *Advances in Motivation and Achievement*. Vol. 10, Greenwich, CT: JAI Press.

Pajares, F. (2002). Overview of Social Cognitive Theory and of Self-Efficacy. <https://www.uky.edu/~eushe2/Pajares/eff.html> (haettu 9.1.2018)

Paraskeva, F., Bouta, H., & Papagianni, A. (2008). Individual characteristics and computer self-efficacy in secondary education teachers to integrate technology in educational practice. *Computers & Education*, 50.

Patton, M. (2015). *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park: Sage.

Pernaa, J. (2013). Kehittämistutkimus opetuslalla. Teoksessa J. Pernaa (toim.) *Kehittämistutkimus opetuslalla*. Bookwell Oy. Juva.

Peterson, L. & Scharber, C. (2018). Learning about makerspaces: Professional Development with K-12 Inservice Educators. Julkaisussa: *Journal of Digital Learning in Teacher Education* 02 January 2018, Vol.34(1).

- Petzold, C. (1999). *Code: The Hidden Language of Computer Hardware and Software*. Redmond: Microsoft Press
- Pintrich, P. & de Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1).
- Pintrich, R. P., & Schunk, D. H. (2002). *Motivation in Education: Theory, research and applications*. London: Pearson Education Ltd.
- Plomp, T. (2009). Educational design research: An introduction. Teoksessa T. Plomp & N. Nieveen (toim.), *An introduction to educational design research*. Enschede: Netherlands Institute for curriculum development.
- Powell, A. (2013). Computer anxiety: Comparison of research from the 1990s and 2000s. *Computers in Human Behavior*, 29, 2337-2381.
- Przybylla, M. and Romeike, R. (2015) Key Competences with Physical Computing. *KEYCIT 2014: key competencies in informatics and ICT*, 7:351.
- Riikonen, S., Seitamaa-Hakkarainen, P., & Hakkarainen, K. (2018). Idea Generation and the Shared Epistemic Object of Knowledge in an Artifact-Mediated Co-Invention Project. In *22nd Annual Knowledge Building Summer Institute: Knowledge Building: A Place for Everyone in a Knowledge Society: KBSI 2018 Proceedings*. Toronto, Ontario, Canada: Knowledge Building International.
- Schmidt, A (2016) Increasing Computer Literacy with the BBC micro:bit. *Julkaisussa IEEE Pervasive Computing*, vol. 15, no. 2, Apr.-June 2016.
- Schunk, D., & Pajares, F. (2009). Self-efficacy theory. In K. R. Wentzel, & A. Wigfield (Eds.). *Handbook of motivation at school*. New York: Routledge.
- Sentance, S., Waite, J., Hodges, S., MacLeod, E., & Yeomans, L. (2017) "'Creating cool stuff' - Pupils' experience of the BBC micro:bit." *Esitelmä tapahtumasta 48th ACM technical symposium on computer science Education: SIGCSE 2017*.

Settle A. & Perkovic L. (2010) *Computational Thinking across the Curriculum: A Conceptual Framework*.; Technical Reports, Paper 13 https://www.researchgate.net/publication/254582838_Computational_Thinking_across_the_Curriculum_A_Conceptual_Framework (haettu 11.3.2020)

Schweinle, A. & Mims, G. (2009). Mathematics self-efficacy: Stereotype threat versus resilience. *Social Psychology of Education, 12*(4).

Shute VJ, Sun C, Asbell-Clarke J. (2017) Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*.; 22.

Tanhua-Piiroinen, E. & Kaarakainen, S. & Kaarakainen, M. & Viteli, J. & Syvanen, A. & Kivinen, A. (2019). Digiajan peruskoulu. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 6/2019

Thatcher, J., Zimmer, J., Gundlach, M. & Mcknight, D. (2008). Internal and External Dimensions of Computer Self-Efficacy: An Empirical Examination. *IEEE Transactions on Engineering Management, 55*(4).

Tedre, M., & Denning, P. J. (2016). *The long quest for computational thinking*. ACM Press.

The Center for evaluation and development of Science education (2019). Hovedbudskaber fra DR ultra:bit delrapport www.dr.dk/undervisning_flash/ultrabit/projektsite/NEUC_ultrabit_evaluering.pdf (viitattu 27.7.2019)

The Royal Society. (2012) Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. Technical report.

Toikkanen, T. (2015). *Coding in School: Finland Takes Lead in Europe - Learning Environments Research Group*. Retrieved December 3, 2015, <http://legroup.aalto.fi/2015/11/coding-in-school-finland-takes-lead-in-europe/> (haettu 30.3.2020)

- Tømte, C. (2011). Challenging our views on ICT, gender and education. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 6(special issue).
- Torkzadeh, G., & Koufteros, X. (1993). Computer user training and attitudes: A study of business undergraduates. *Behaviour and Information Technology*, 12(5).
- Torkzadeh, G., & Van Dyke, T. (2002). Effects of training on Internet self-efficacy and computer user attitudes. *Computers in Human Behavior*, 18(5).
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2009). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.
- Venkatesh, V. (2000). Determinants of perceived ease of use: Integrating control, and emotion into the Technology Acceptance Model. *Information Systems Research*, 11(4).
- Wan, Z., Wang, Y., & Haggerty, N. (2008). Why people benefit from e-learning differently: the effects of psychological processes on e-learning outcomes. *Information and Management*, 45.
- Wang, F. & Hannafin, M. J. (2004). Using design-based research in design and research of technology-enhanced learning environments. Artikkelit esitetty konferenssissa Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Diego, CA.
- Wardley, L., & Mang, C. (2015). Student observations: Introducing iPads into university classrooms. *Education and Information Technologies*, 21(6).
- Whipp, J. L., & Chiarelli, S. (2004). Self-regulation in a web-based course: A case study. *Educational Technology and Development*, 52(A).
- Wilder, G, Mackie, D., & Cooper, J. (1985). Gender and computers: Two surveys of computer-related attitudes. *Sex Roles*, 12(3-4).
- Williamson, B. (2016), Political computational thinking: policy networks, digital governance and 'learning to code', *Critical Policy Studies* Vol. 10, Iss. 1, 2016.
- Wing, J. (2011). *Research Notebook: Computational Thinking-What and Why? The Link*.

Yang, H.-L., & Cheng, H.-H. (2009). Creative self-efficacy and its factors: an empirical study of information system analysts and programmers. *Computers in Human Behavior*, 25.

Liitteet

A Tutkimuslomake

Numerosi on:

Ikä:

Sukupuoli:

Vastaa seuraaviin väittämiin asteikolla 1-10 (1 = ei yhtään varma – 10 täysin varma).

Voin suorittaa määrätyn tehtävän käyttämällä kyseistä teknologiaa,

1. ”Vaikka lähetyvilläni ei olisi ketään, joka voisi auttaa minua.”
2. ”Vaikka en olisi ikinä käyttänyt mitään vastaavaa.”
3. ”Vaikka minulla olisi vain ohjeet apuna.”
4. ”jos olen nähnyt jonkun muun käyttävän sitä aiemmin.”
5. ”jos voin kysyä joltain muulta henkilöltä apua ongelmatilanteissa.”
6. ”jos minut autetaan alkuun.”
7. ”jos minulla on reilusti aikaa käytettävissä.”
8. ”jos saatavilla on vain ohjelman tarjoamaa apua.”
9. jos minulle näytetään kaikki vaiheet alussa.”
10. ”jos olen käyttänyt erilaisia teknologioita aiemmin samankaltaiseen tarkoitukseen.”

Kuinka kiinnostunut olet uusien teknologioiden opettelusta asteikolla 1-10?

B Haastattelukysymykset

Haastattelu

Alkuhaastattelu

- Millaisia kokemuksia sinulla on tietotekniikan käyttämisestä?
- Kuinka hyvin pystyt ratkomaan eteesi tulevia ongelmia mistä tahansa aiheesta?
- Jos seuraavan oppitunnin aiheena on jokin ei-tietotekniikkaan liittyvä, sinulle täysin uusi asia, joka on kuitenkin mielestäsi kiinnostava. Miten luulet selviytyväsi asian opettelusta, jos sinulla on reilusti aikaa käytettävissä?
- Kuinka hyvä olet keksimään uusia asioita?

Loppuhaastattelu

- Millainen kokemus keksintöprojekti oli? Minkä keksinnön teit?
- Millainen kokemus Micro:bit -laitteen käyttö oli?
- Vaikuttiko laitteen käyttö käsitykseesi omasta kyvystäsi oppia uuden teknologian käyttöä?
- Vaikuttiko laitteen ohjelmointi käsitykseesi ohjelmoinnista?
- Mitkä asiat olivat hyviä ja mitkä huonoja Micro:bitissä?
- Mitkä asiat olivat hyviä ja mitkä huonoja tässä keksintöprojektissa?
- Mitä opit, mitä jäi käteen?

C Ilmoitus huoltajille tutkimuksesta

Malli tutkimushenkilöiltä ja huoltajilta pyydettävästä suostumuksesta

Opiskelen Jyväskylän yliopistossa ja pääaineeni on koulutusteknologia. Olen tekemässä pro gradu –tutkielmaani aiheesta ”Oppilaan minäpystyvyyden kehittäminen Micro:bit -alustan ja maker-kulttuurin avulla”. Työskentelen tällä hetkellä Lappeenrannassa Saimaan media-keskuksella ja olen toiminut aiemmin luokanopettajana Lappeenrannassa.

Tutkimusta varten seuran kevään 2018 aikana useita oppilasryhmiä Lappeenrannassa, jotka toteuttavat erilaisia teknologiaan liittyviä projekteja. Tutkimuksen on tarkoitus valmistua vuoden 2018 loppuun mennessä. Tutkin oppilaiden minäpystyvyyksensä ja Micro:bit -minitietokoneen sekä maker -tekemisen vaikutuksia siihen. Maker-tekeminen on esimerkiksi oppilaiden omien keksintöjen tekemistä.

Tutkijana sitoudun noudattamaan voimassaolevia tutkimusaineiston säilyttämiseen ja tietosuojalainsäädäntöön (mm. salassapitosäännökset) liittyviä ohjeita. Haastattelen oppilaita ja opettajia projektin aikana, nämä haastattelut videoidaan, mutta näitä videoita käytetään ainoastaan haastattelujen puhtaaksi kirjoittamiseen, eikä videoita käytetä muuhun tarkoitukseen. Lopullisessa tutkimuksessa mainitaan oppilaan ikä ja sukupuoli, muita tunnistetietoja ei julkaista.

Ohjaajani on FT Leena Hiltunen informaatioteknologian tiedekunnasta. Minuun voi ottaa yhteyttä, jos haluatte lisätietoja tutkimuksesta. Olen saanut kirjallisen tutkimusluvan tutkimukseen Lappeenrannan kaupungin perusopetusjohtajan sijaiselta Tomi Valkeapäältä. Mikäli ette halua, että lapsenne osallistuu tutkimukseen, pyydän ilmoittamaan asiasta minulle tai luokanopettajalle. Tässä tapauksessa lapsi osallistuu projektin tekemiseen, mutta häntä ei haastatella projektin aikana.

Lappeenrannassa 13.2.2018.

D Opastus opettajille keksintöprojektin pitämiseksi

Keksintöprojektin pitäminen on opettajan näkökulmasta ennen kaikkea pedagoginen suorite, ei tekninen eikä ohjelmoinnillinen. Keksintöprojekti voi johdattaa sinut opettajana monien uusien tilanteiden äärelle, jotka herättävät sinussa monenlaisia tunteita. Näitä tilanteita ei voi ennakoita, eihän se ole tyypillistä luokkahuoneen vuorovaikutuksien ja tapahtumien jatkuvalla ketjulle. Tilanteet herättävät kuitenkin tunteita, jotka ovat sinulle tuttuja ja joiden kohtaamisen voi käsikirjoittaa ja reagoinnin valmistella. Tärkeimpänä on kuitenkin ilo juuri asettamastasi tavoitteesta, olet astumassa oman mukavuusalueesi ulkopuolella ja aiot onnistua toteutuksessa. Tämä on se oppituntien sarja, jonka oppilaasi muistavat vuosien päästä. Se sarja, joka tuo esille uusia piirteitä oppilaistasi ja uusia asioita sinusta, olet pedagogi, jonka ydintaitoa on tästä lähin uusien taitojen opettaminen itsellesi.

Keksintöprojekti on sekoitus laaja-alaisten taitojen hyödyntämistä ja teknologian hyödyntämistä opetuksessa. Tavoitteena on opettaa niin ajattelun taitoja, ryhmätyötä kuin myös teknologian hyödyntämistä oppilaan luovuuden tukijana. Teknologiset valmiudet ovat pieni osa kokonaisuutta, ne eivät haittaa, mutta niistä oikeasti vaaditaan vain ongelmanratkaisukykyä ja tiedonhankkimistaitoja. Näiden korostaminen, niihin opastaminen ja niiden painottaminen oppilasryhmien itsenäisen suorituksen rinnalla auttaa ratkaisemaan lähes kaikki ongelmat. Micro:bitin tapauksessa useimpien ongelmien syynä ovat tyhjät paristot, joten jos ongelmaan ei muuten ratkaisua löydy, taikasanat: ”Vaihda paristot.” auttaa myös hämmentävän pitkälle, tulet huomaamaan tämän. Erilaisten ongelmatilanteiden kielentäminen etukäteen tukee keksintöjen tekemistä todella paljon. Miten toimit, jos laite ei toimi? Miten toimit, jos ette keksi ideaa? Miten toimit, jos haluamanne osa puuttuu tai hajoaa? Yhtenä esimerkkinä laitteen toiminnan takaamisesta toimii testaamisen tärkeys, jos muutat yhden asian laitteen koodissa, testaa laitteen toiminta. Jos ongelmia ilmenee, löytyy ongelmien syy helpommin kuin kymmenen testaamattoman muutoksen jälkeen.

Keksintöjä voi tehdä monilla eri tavoin, teknologian kohdalla pedagoginen soveltuvuus on kriittinen asia. Onko laite vaikeusasteeltaan sopiva ja ennen kaikkea, onko laitteelle löydettävissä ohjemateriaalia ja esimerkkiprojekteja. Tällä hetkellä Micro:bit on yksi kaikkein parhaimmin tämänkaltaiseen työskentelyyn sopiva laite edellä mainituilla kriteereillä.

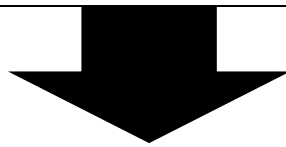
Seuraavaksi esittelen teille taikakeinon numero kaksi: oman esimerkin näyttämisen tärkeys. Tämän tekstin kirjoittajan saatesanoissa voisi olla maininta: hän ei aina tykännyt teknologiasta, mutta teknologia tykkäsi aina hänestä. Niillä sanoilla on vain yksi selitys: maagiset tiedonhankintataidot. Usein kirjoittajan suusta on kuulunutkin: ”En tiedä, mutta kohta tiedän, etsitäänpä vastausta yhdessä.” Jos opettaja tietää kaiken ja jos hän toimii vain omalla mukavuusalueellaan oppitunneilla, kuka toimii esimerkkinä tiedonhankinnasta ja ongelmanratkaisusta. Kuka näyttää heille, mitä lause: ”osaan opettaa uusia taitoja itselleni” todella tarkoittaa. Niinpä, nyt ollaan laaja-alaisten taitojen pedagogisessa ytimessä.

Keksintöprojekti onnistuu tai epäonnistuu haastetason myötä. Sen asettaminen on kriittisin elementti koko projektissa, opettajan teknisiä valmiuksia kriittisempi. Haastetaso asettuu monella tapaa: opettajan esitellessä projektia, oppilaiden etsiessä inspiraatiota ja ensimmäisen ryhmän valitessaan työnsä aiheen. Yksikin väärä sana, vaikkapa robotti laitteen sijaan, ajaa oppilaat mahdottoman haasteen eteen, jonka jälkeen projekti ei onnistu ja oppilaiden kehittymisen ja minäpystyvyyden kannalta optimaalisin taitotaso, hieman heidän nykyisen tason yläpuolella, ei löydy. Sen takia sanavalinnat ja esimerkkitoista kertominen ovat erittäin tärkeitä ohjaavia toimenpiteitä. Luokan vahvojen mielipidevaikuttajien ja nopeimman ryhmän valinta ovat tärkeitä haastetason asettajia, sen takia heidän ohjaamiseensa projektin alkumetreillä kannattaakin kiinnittää huomiota. Näin taataan onnistumisen kokemukset kaikille, keksinnöt onnistuvat ja opettaja onnistuu.

Projektissa on kyse myös luovuudesta ja ongelmanratkaisusta; luovasta nonformaalista prosessista oppilaita motivoivan ongelman parissa. Ongelmia voi löytyä kahdesta paikasta: kotiympäristöstä tai kouluympäristöstä. Ensimmäisen aihepiirin ongelmat sopivat yksilötyökentelyyn, kaverin kotiin sopivan keksinnön tekeminen on harvoin motivoivaa. Jälkimmäinen sopii kaikille, jokaisella oppilaalla on koulun epäkohta, jonka he haluavat ratkaista. Projektin aikana oppilaat etsivät ongelman ja ratkaisevat sen, kokonaisuus on hyvin luova. Opettajan rooli on siis melko paljon neuvova ja kannustava, ohjailemisen sijaan. Liiallinen aiheeseen puuttuminen saattaa vaarantaa luovuuden. Jos oppilaat löytävät heitä motivoivan aiheen, on sen vaaliminen tärkeämpää kuin aikuisen silmissä olevan epäsopivuuden osoittaminen. Valmiin keksinnön tuottaminen voi myös olla hyvin haastavaa, mutta prototyypin tekeminen voi silti opettaa samat taidot.

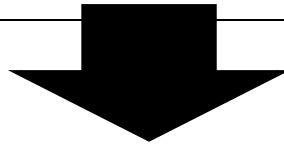
E Keksintöprojektin runko ja tavoitteet

Projektin esittely ja laitteeseen tutustuminen (1 oppitunti)	
Tavoitteet: <ul style="list-style-type: none">• luoda projektin ajaksi turvallinen työskentelyilmapiiri• esitellä projekti selkeillä käsitteillä laite-, luovuus- ja keksintösanoja korostaen ja esitellä Micro:bit -laite	<ul style="list-style-type: none">• luoda oppilaille hieman heidän omaa taitotasoaan korkeampi minäpystyvyyden tila projektin ajaksi kertomalla aiemmista onnistuneista projekteista• ohjata oppilaita aktiiviseen tiedonhankintaan, vertaistuen antamiseen ja omien olemassa olevien taitojen hyödyntämiseen
<ul style="list-style-type: none">• projektin esittely ja etenemisen visuaalisaation esille laittaminen sekä niiden tilanteiden esittely, jolloin tukea on saatavilla• laitteiden potentiaalin ja mahdollisuuksien painottaminen• Micro:bitin esittely ja lyhyen ohjelman toteuttaminen yhdessä• nopeiden oppilaiden ohjaaminen neuvomaan muita oppilaita• radio-ominaisuuden käytön sekä lisälaitteiden liittämisen esittely• tiedonhankintakeinojen ja -kanavien esittely• vapaata tutustumista Micro:bittiin	



Ideointiharjoitus, ryhmien muodostaminen, ongelman etsiminen ja ratkaiseminen (2 oppituntia)	
Tavoitteet: <ul style="list-style-type: none">• Onnistumisen kokemusten luominen ideointivaiheessa	<ul style="list-style-type: none">• tavoitetaulukoiden esittäminen• Ongelmien havaitseminen ja ratkaiseminen

<ul style="list-style-type: none"> • Toimivien ryhmien luominen ja ryhmän eri roolien korostaminen 	
<ul style="list-style-type: none"> • Pikakeksinnön keksiminen oppilaalle ojetetusta esineestä • Ryhmän eri roolien korostaminen, selkeän tavoiterubriikin esittely eri osa-alueille • Ryhmien muodostaminen ja opettajan hyväksyntä niille • Kolmen ongelman etsiminen luokasta ja niihin ratkaisun keksiminen • Yhden ongelman valinta ja toteutuksen aloittaminen 	



Keksintöjen tekemisen jatkaminen (2 +2 oppituntia)	
Tavoitteet:	
<ul style="list-style-type: none"> • Keksintöjen jatkaminen hyvällä asenteella ja töiden edistyminen • muuttuja-käsitteeseen tutustuminen 	
<ul style="list-style-type: none"> • Tehdään yhdessä harjoitus muuttuja-käsitteen käytöstä • Oppilaat jatkavat keksintöjen tekemistä ja heille annetaan tarvittaessa teknistä tukea 	