



**TURUN
YLIOPISTO**

**Robottiikan oppimisessa käytettävät taidot
perusopetuksen tasolla: ohjelmoinnilliset ja
geneeriset taidot**

Käsityökasvatuksen
pro gradu -tutkielma

Laatijat:
Lauri Ilvesluoto
Juuso Matikainen

10.3.2025
Rauma

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu
Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Oppiaine: Käsityökasvatusta

Tekijät: Lauri Ilvesluoto, Juuso Matikainen

Otsikko: Robotiikan oppimisessa käytettävät taidot perusopetuksen tasolla: ohjelmoinnilliset ja geneeriset taidot

Ohjaaja: Professori Eila Lindfors

Sivumäärä: 67 + 8 liitesivua

Päivämäärä: 10.3.2025

Tiivistelmä

Tutkimme pro gradu -tutkielmassamme perusopetuksen 7–9 luokkalaisten oppilaiden käsityön oppiaineen robotiikan teknologian kontekstissa käyttämiä taitoja. Tutkielman tavoitteena on tuoda uutta tietoa käsityön kontekstissa robotiikan teknologiassa opituista ja käytetyistä geneerisistä taidoista, projektinhallinnan taidoista, sekä vielä lisäksi rajatumminkin selvittää, millaisia ohjelmoinnillisia taitoja ja käsityksiä robotiikka ohjaa oppilaita käyttämään vapaassa oppimistilanteessa. Tutkielman tarkoituksena on saada hyvä kuva robotiikan oppimisen tasosta näiden aihealueiden näkökulmasta. Tämän tutkielman avulla niitä on myös helppo lähteä tarvittaessa kehittämään ja tekemään jatkotutkimusta.

Geneeriset taidot, joihin kuuluvat projektinhallinnan taidot, sekä ohjelmoinnilliset taidot, lukeutuvat kaikki 2000-luvun taitoihin. Niiden merkitys on suuri nyky-yhteiskunnassa, ja kasvaa jatkuvasti entisestään. Tulevaisuudessa yhä useammalla alalla tarvitaan näitä taitoja ja näin ollen perustason osaaminen on monella alalla jo vaatimus. Tämän vuoksi koemme, että on tärkeää saada tästä tuoretta ja tutkittua tietoa mahdollisimman monesta eri näkökulmasta.

Tutkielmamme toteutettiin käyttäen laadullisen tutkimuksen menetelmän metodeja, pääasiallisesti etnografista suuntausta. Tutkimuksen aineisto kerättiin hyödyntämällä observointia seuraamalla läheltä tutkimuksen kohdejoukkoa, sekä toteuttamalla täydentäviä ja soveltuvia puolistrukturoituihin kysymyksiin pohjautuvia haastatteluita. Haastattelun kysymykset esitettiin kohdehenkilöille informaalisesti sosiaalisessa kontaktitilanteessa työskentelytilanteiden yhteydessä. Tutkimuksen kohdejoukkona toimi neljä perusopetuksen pakollisen käsityön käynnystä oppilasta, jotka työskentelivät vapaassa oppimistilanteessa. Tässä tutkimuksessa vapaana oppimistilanteena toimi perusopetuksen tiloissa ja perusopetuksen käsityönopettajan pitämä iltapäiväkerho, joka oli kaikille oppilaille avoin.

Tutkimuksen tulokset osoittivat, että robotiikka- ja elektroniikka-aiheisessa työskentelyssä oppilaat kohtaavat monipuolisia työvaiheita, joiden voidaan tulkita sisältävän erilaisia geneerisiä ja ohjelmoinnillisia taitoja. Erilaiset työskentelyssä hyödynnetyt taidot jakautuivat osittain epätasaisesti oppilaiden kesken sen mukaan, toteutuiko työskentely ryhmässä vai yksin, millaisia vahvuuksia oppilailla oli, sekä millaisia työnjakoa oppilaat keskenään tekivät. Tutkimuksen pohjalta voidaan todeta, että geneeristen taitojen puolella oppilaan omaan toimintaan liittyviä taitoja esiintyi enemmän kuin ryhmässä työskentelyyn liittyviä taitoja. Ohjelmoinnillisten taitojen puolella vaihtelua oli huomattavasti enemmän, eikä ohjelmoinnillisen ajattelun sekä ohjelmoinnillisten sisältöjen osa-alueiden välillä ollut kovin suuria eroja.

Avainsanat: käsityö, robotiikka, geneeriset taidot, projektinhallinta, ohjelmoinnilliset taidot

1	Johdanto	5
2	Tutkimuksen keskeiset osa-alueet	7
2.1	Tutkimuksen keskeiset käsitteet	7
2.1.1	Geneeriset taidot	7
2.1.2	Projektinhallinnan taidot	8
2.1.3	Geneeristen taitojen pääluokat perusopetuksen yläkoulun robotiikkakerhon projektissa	9
2.1.4	Robotiikka	10
2.1.5	Ohjelmoinnillinen ajattelu ja ohjelmointi	11
2.1.6	Ohjelmoinnillisten taitojen pääluokat perusopetuksen yläkoulun robotiikkakerhon projektissa	12
2.2	Robotiikka pedagogisessa kontekstissa	13
3	Aiempi tutkimus aiheesta	14
3.1	Robotiikan tuottama osaaminen perusopetuksen kontekstissa.....	15
3.2	Tutkimus geneerisistä ja projektinhallinnan taidoista.....	17
4	Tutkimuksen viitekehys – viitekehysmalli	21
4.1	Tutkimusongelmat/tehtävä	24
5	Tutkimuksen toteuttaminen	25
5.1	Tutkimusasetelma	25
5.2	Tutkimuksen kohdejoukko, konteksti ja tietosuoja	26
5.3	Tutkimuksen toteuttaminen.....	27
5.4	Tutkimuksen aineiston hankintamenetelmät ja aineistojen hallinta.....	32
5.5	Tutkimusaineiston analyysimenetelmät	32
5.6	Eettiset kysymykset	33
5.7	Tutkimuksen toteuttamiseen liittyviä haasteita	34
6	Tulokset	36
6.1	Tutkittavat perusopetuksen yläkoulun robotiikkakerhon projektit.....	36
6.2	Tutkimuksen toteutuksen ja tulosten taulukointi kokonaiskuvana	37
6.3	Oppilaiden robotiikkaprojektissa käyttämien geneeristen ja ohjelmoinnillisten taitojen erittely taitokohtaisesti	39
6.3.1	Geneeriset taidot	40

6.3.2	Ohjelmoinnilliset taidot	47
7	Johtopäätökset	51
8	Pohdintaa.....	56
9	Lähteet	62
	Liitteet.....	68

1 Johdanto

Koulukäsityöt ovat muuttuneet suuresti viime vuosikymmenten aikana. 2000-luvulla ja etenkin perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2014) muututtua koulukäsitöiden kenttä on laajentunut huomattavasti. Yhtenä isona osa-alueena käsitöihin on tullut robotiikka, joka on perusopetuksen käsityön opetussuunnitelman sisältönä uudehko lisäys. Oppiaineen tulevaisuus on tässä käsitöiden murrosvaiheessa opiskeleville ja työskenteleville opettajille kiinnostava aihe, ja halusimme sen vuoksi perehtyä aiheeseen tarkemmin.

Robotiikka on noussut kiinnostavaksi osaksi koulussa käsiteltäviä opetussisältöjä, ja uutuutensa takia sen aihepiiristä on paljon tutkimusmahdollisuuksia koulun ja oppilaiden kontekstissa. Teknologia luokkahuoneissa elää murroksen aikaa, ja robotiikka tuo keinoja teknologian integroimiseen opetusympäristössä, jolloin teknologian opetusta saadaan ohjattua uuteen ja mielekkääseen suuntaan (Connaughton & Modlin 2009). Robotiikasta onkin tullut merkittävä pedagoginen väline, jolla voidaan luoda erilaisia ja uniikkeja oppimisympäristöjä (Weinberg & Yu 2003). Robotiikan opettaminen nuorille lapsille on hyvä keino esitellä heidät tieteen ja teknologian maailmaan, mutta robotiikan opetus vaatii kehitystä (Van Lith 2007).

Robotiikka-aiheen kohdistamisen ja valitsemisen jälkeen alkoi pohdinta siitä, mitä ulottuvuuksia sen ympäriltä voisi tutkia. Jälleen kerran suunnattiin katse kentälle, jotta voitiin havaita ja tunnistaa ajallisesti relevantteja aiheita. Tässä vaiheessa pohdintaan tuli mukaan robotiikan kehittämät taidot. Ohjelmoinnillisen ymmärtämisen taidot olivat jo pitkälti osa robotiikkaa, mutta mukaan otettiin laajasti tutkimuksellista kiinnostusta herättäneet geneeriset ja niihin sisältyvät projektinhallinnan taidot. Geneeristen taitojen merkitys ja tarve työelämässä on kasvanut, kuten kuuluttavat esimerkiksi Pitan (2017) sekä Balderas, De-La-Fuente-Valentin, Ortega-Gomez, Dodero ja Burgos (2018) geneerisiä taitoja käsittelevissä tutkimuksissaan.

Yhdistämällä robotiikan opetussisällön ja taidollisen oppimisen ulottuvuuden saatiin tämän tutkimuksen ydin kiteytettyä. Tämän jälkeen olimme valmiit aloittamaan teoreettisen viitekehyksen luomisen ja aiempaan tutkimukseen tutustumisen.

Tutkimuksen alkuvaiheessa oli tehtävä koulullisen tason rajaaminen, eli haluttiinko tarkastella peruskoulutasoa, lukiotasoa vai tehdä jotain muuta rajausta. Lopulta päädyttiin sekä teoreettisten että käytännöllisten seikkojen takia myöhäiselle peruskoulutasolle, 7.–9.-

luokkalaisiin oppilaisiin. Alustava perustelu oli se, että halusimme tarkastella koko peruskoulun aikana tapahtuvaa robotiikan oppimista, ja yläkoulun luokka-asteet ovat mitä todennäköisemmin jo suorittaneet peruskoulun pakollisen käsityön opetuksen ja näin ollen opiskelleet peruskoulun opetussuunnitelman määräämät robotiikkaa käsittelevät käsityön osiot riippumatta siitä, mihin vaiheeseen peruskoulua koulukohtainen opetussuunnitelma ajoittaa robotiikan.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää niitä geneerisiä ja projektinhallinnan taitoja, sekä ohjelmoinnillisia taitoja ja käsityksiä, joita peruskoulutason robotiikka ohjaa 7–9 luokkalaisia käyttämään vapaassa oppimistilanteessa. Tarkoituksena on lisätä tietämystä peruskoulun käsityön pakollisen oppiaineen läpikäyneiden oppilaiden robotiikan osaamisesta, ja robotiikan kanssa työskentelyn vaikutuksista taitojen kehittymiseen. Aiheeseen liittyviä tuoreita tutkimuksia on tehty paljon, mutta koska robotiikka on viimeisimmän opetussuunnitelman (POPS 2014) myötä tullut mukaan uutena käsityön teknologiana, koemme, että sen lisätutkimus on tarpeellista. Tutkimuksessa tarkoituksena on selvittää niitä yhteyksiä, joita esiintyy oppilaiden käsityön oppimiseen sisältyvän robotiikan ja geneeristen taitojen välillä, sekä robotiikan ja ohjelmoinnillisten taitojen välillä. Tätä kautta pyrimme antamaan tutkittua ja analysoitua tietoa taidollisista vaikutuksista.

2 Tutkimuksen keskeiset osa-alueet

2.1 Tutkimuksen keskeiset käsitteet

2.1.1 Geneeriset taidot

Geneerisiä taitoja on eri tutkimuksissa ja yhteyksissä kuvailtu ja nimitetty monin eri tavoin. Niiden määritelmässä on vaihtelua eri kontekstien mukaan. Vaikka nämä taidot ovat yhteisiä monille aloille, niiltä puuttuu usein yhteinen määritelmä. (Matterson, Anderson & Boyden 2016). “Generic skills” nimityksen lisäksi useissa tutkimuksissa geneerisistä taidoista käytetään mm. nimitystä ”soft skills”. Sunarto (2015) jaottelee geneeriset taidot kahteen luokkaan: Sisäiset ja ulkoiset henkilökohtaiset taidot. Sisäisillä henkilökohtaisilla taidoilla viitataan yksilön itsensä hallitsemiseen, kuten esimerkiksi luovuuteen ja stressin hallintaan. Ulkoisten henkilökohtaisten taitojen määritelmään kuuluu kanssakäyminen muiden kanssa, kuten johtamis-, motivointi- ja neuvottelutaidot. (Sunarto 2015.) Devedzic, Tomic, Jovanovic, Kelly, Milikic, Dimitrijevic ja Sevarac (2018) taas kuvailevat geneeristen taitojen käsittävän persoonallisuuspiirteet, kielen, viestinnän, sosiaaliset ominaisuudet, ihmissuhdetaidot ja henkilökohtaiset tottumukset. Heidän mukaansa taitoja on kymmeniä. Tutkimuksessaan he tuovat esiin esimerkiksi ongelmanratkaisun, kriittisen ajattelun, ryhmätyötaidot ja yhteistyötaidot. (Devedzic ym. 2018.)

Työelämässä kaivataan joustavia ihmisiä, joilla on korkeat taidot moderneista vaatimuksista. Pätevyyksien vanhenemisajasta on tullut entistä lyhyempi. (Pitan 2017.) Aikojen saatossa työympäristön luonne ja työnantajien vaatimukset ovat muuttuneet huomattavasti. Työympäristö ja työnantaja edellyttävät joustavuutta, suorituskykyä, vastuun ottamista, ja yhä monipuolisempia taitoja. Niinpä on tärkeää, että geneeristen taitojen opetus ja oppiminen kestää muutokset ja edistää uuden tiedon luomista. (Snape 2017.) Etenkin silloin, kun koulutus- ja työympäristössä geneeristen taitojen merkitys kasvaa nopealla vauhdilla. (Devedzic ym. 2018.)

Geneeriset taidot ovat tärkeitä modernissa työelämässä, mutta opettajilla on vaikeuksia mitata geneeristen taitojen tasoa oppilaissa. Nämä mittaamisen vaikeudet ovat erityisen haasteellisia verkossa järjestettävissä opetusjärjestelmissä. (Balderas ym. 2018, 15958–15968.) Rubinacci, Ponticorvo, Passariello ja Miglino ovat sitä mieltä, että geneeristen taitojen koulutus ja

opettaminen voi alkaa jo nuorella iällä. Koulurobotiikka voi avata reitin geneeristen taitojen haastavalle kentälle. (Rubinacci ym. 2017, 20–25.) On erittäin huomattavaa ja korostettavaa, että ryhmätyöskentelynä koulurobotiikkaa voidaan hedelmällisesti soveltaa monien geneeristen taitojen opettamiseen, sillä se mahdollistaa työskentelyssä opiskelijoiden välisten sosiaalisten yhteyksien luomisen. (Ponticorvo, Rubinacci, Marocco, Truglio, & Miglino 2020.)

2.1.2 Projektinhallinnan taidot

Projektinhallinnan taitojen voidaan katsoa olevan sellaisia taitoja, jotka projektityöskentely vaatii fundamentaalisella tasolla tekijöiltään. Projektinhallinnan taidoilla on merkittävästi yhteistä geneeristen taitojen kanssa. Projektinhallinta voidaan pitkälti katsoa olevan osa tai ainakin lomittuvan pitkälti päällekkäin geneeristen taitojen kanssa, joten on tärkeää määritellä ne selkeästi erikseen ja näyttää mitä yhteistä ne jakavat osana yhteistä kokonaisuutta. Tämän tutkimuksen kontekstissa käytämme projektinhallinnan taitoja terminä ja merkityskokonaisuutena selkeästi geneeristen taitojen alalajina.

Collins tiivistää toimittamassaan teoksessa *Project Management* projektinhallinnan olevan harjoittamisen ala, jossa suunnittelun, organisoinnin, ja resurssinhallinnan avulla saavutetaan tietyn määritetyn projektin onnistunut loppuun vienti. Projektinhallintaan kuuluu olennaisesti projektin tekijän tekemä kestävän projektityön varmistamisen vuoksi tehtävä jatkuva arviointi, puuttuminen ja varmistaminen. (Collins 2011, VII.)

Wurdinger, Newell ja Kim (2020, 266) nostavat esille omassa projektipohjaisen koulun kontekstissa tehdyssä tutkimuksessaan sellaiset elämän taidot kuten itseohjaavuuden ja yhteistyön, minkä lisäksi he mainitsevat erityisesti ongelmanratkaisun, kriittisen ajattelun, ajanhallinnan, sekä vastuunkannon taidot. Krauss ja Boss (2013) nostavat vielä mainittujen projektipohjaisessa toiminnassa opittujen taitojen rinnalle joustavuuden, organisoinnin, itsekurin, tehtävän aloitteellisuuden, sekä metatason ajattelun. Bell (2010, 39) täydentää taitojen listaa mainitsemalla teknologiaosaamisen, kommunikaation taidot, minkä lisäksi hän painottaa näiden taitojen soveltavuutta oikeassa elämässä.

2.1.3 Geneeristen taitojen pääluokat perusopetuksen yläkoulun robotiikkakerhon projektissa

Taulukko 1. Geneeristen ja projektinhallinnan taitojen luokittelu

Geneeristen taitojen pääluokat	Yksilö ja ryhmätaidot	Geneeriset taidot
Sisäiset henkilökohtaiset taidot	Oma toiminta	Stressin hallinta
		Itsekuri
		Ongelmanratkaisu
		Luovuus
		Suunnittelu
		Itseohjautuvuus
		Kriittinen ajattelu
		Joustavuus
		Ajanhallinta
Ulkoiset henkilökohtaiset taidot	Kanssakäyminen muiden kanssa	Ryhmätyö- ja yhteistyötaidot
		Organisointi
		Vastuunkannon taidot

Tässä tutkimuksessa geneeriset taidot luokiteltiin analyysia varten kahteen pääryhmään: sisäisiin henkilökohtaisiin taitoihin ja ulkoisiin henkilökohtaisiin taitoihin (Taulukko 1). Sisäiset henkilökohtaiset taidot kuvaavat oppilaan omaa toimintaa ja siinä ilmeneviä geneerisiä- ja projektinhallinnan taitoja. Nämä taidot ovat: stressin hallinta, itsekuri, ongelmanratkaisu, luovuus, suunnittelu, itseohjautuvuus, kriittinen ajattelu, joustavuus ja ajanhallinta. Ulkoiset henkilökohtaiset taidot kuvaavat muiden kanssa kanssakäymisessä ilmeneviä geneerisiä- ja projektinhallinnan taitoja. Näitä taitoja ovat: ryhmätyö- ja yhteistyötaidot, organisointi ja vastuunkannon taidot. Tämän taulukon luokittelu on muodostettu 2.1.1 Geneeriset taidot ja 2.1.2 Projektinhallinnan taidot -alaluissa esiin nostettujen tutkimusten ja tutkijoiden tärkeinä pitämistä, sekä listaamista geneerisistä- ja projektinhallinnan taidoista ja jaotteluista.

2.1.4 Robotiikka

Yhdeltä määritteeltään robotiikkaan liittyvän teknologian voidaan määritellä olevan insinööritiede, joka käyttää hyväkseen ja soveltaa tekniikkaa. Robotiikka on hyvin moninainen alue, joten sen moniulotteisuus tieteen alojen parissa vaikeuttaa sen tarkkaa rajaamista. Tietotekniikka tarjoaa käytännössä kaiken robotiikan pohjan, sähkötekniikka on robotiikan toiminnan ytimessä, ja konetekniikka viimeistelee tämän kokonaisuuden. Roboteilta odotetaan perustoimintatasolla liikettä useaan suuntaan. Tietokoneohjelmat eivät kuulu osaksi robotiikkaa niiden läheisestä käytännön yhteydestä huolimatta. Ohjelmointi on se keino, jolla robotiikan rakennelmat saadaan toteuttamaan uusia toimintoja. (Lehtinen 2015, 42–44.)

Robotiikka on nykypäivänä ajankohtainen aihe, josta käydään paljon keskustelua ja josta on myös laajasti tutkimusta. Suomalainen tutkimus on vielä varsin rajoittunutta, mutta kansainvälisellä tasolla Etelä-Korea ja Japani ovat alan uranuurtajia (Liikenne – ja viestintäministeriö 5/2016, 16–30). Suomessa Riihimäen kaupunki on profiloitunut robotiikkakentän kehittäjäksi pedagogisessa kontekstissa, mikä näkyy heidän hyvin laaditussa opetussuunnitelmassaan aiheesta (2017) sekä heidän luomissaan Robo-hankkeissa. Rusi ja Mäkinen (2020) ovat tehneet arvioivaa ja käsitystä luovaa tutkimusta kyseisestä opetussuunnitelmasta, ja heidän aikaisempaa työtään on tarkasteltu myös tätä tutkimusta tehdessä.

Robotiikka on tulevaisuuden teknologia, jonka hyödyntäminen tulee vain yleistymään ajan kuluessa (Sisman, Gunay, & Kucuk 2018, 1). Riihimäen kaupunki on huomionnut tämän selvän tulevaisuuden suunnan, ja he uskovatkin robotiikkaan leviämiseen kattavasti ihmiselämän osa-alueille, mikä luo merkittävän tarpeen robotiikan osaamiselle (Riihimäen kaupunki, robo oppii -hanke).

Teknologian jatkuva kehitys on toimittanut ihmiselle tänä päivänä vallitsevan digimurroksen, joka muuttaa meidän elämäämme kaikilla sektoreilla (Neuvo 2017, 86–96). Maailmassa on havaittavissa automaation lisääntyminen ja merkittävä teollistumisen muutos, jossa yhä enemmän työnprosessista siirtyy ihmisten käsistä koneiden vastuulle. Tämä kehitys luo jatkuvasti uusia tehokkuuden ja tuotannon mahdollisuuksia ihmiskunnan käyttöön, mikä johtaa näiden teknologioiden arvostuksen kasvuun. Yhtiöt ja suuremmalla tasolla valtiot ymmärtävät hyvin, että robotiikalla ja automatisaatiolla on merkittävä yhteys kotimaiseen ja kansainväliseen kilpailukykyyn. (Liikenne – ja viestintäministeriö 2016, 2.)

2.1.5 Ohjelmoinnillinen ajattelu ja ohjelmointi

Ensimmäisenä idean ohjelmoinnillisesta ajattelusta (eng. computational thinking/CT) on esittänyt Seymour Papert vuonna 1980, jonka mukaan ohjelmoinnillista ajattelua voidaan opettaa koulussa ohjelmoinnin avulla (Chalmers 2018; Denning 2017). Ohjelmoinnillinen ajattelu ei ole pelkästään ohjelmointia ja tietotekniikkaa, vaan se on tapa ajatella ja auttaa oppimisessa. Ohjelmoinnillinen ajattelu mahdollistaa vaiheittaisesti etenevän ajattelun, joka on hyödyllinen esimerkiksi matematiikan tai kieliopin oppimisen tukena. Ohjelmointi mahdollistaa myös itsensä ilmaisemisen ja omien ideoiden esittämisen. (Papert 1980.)

Bocconin, Chiocciariellon, Dettorin, Ferrarin ja Engelhardtion (2016) raportin mukaan ohjelmoinnillinen ajattelu tarkoittaa ajattelun taitoja, jossa hyödynnetään analyttistä, abstraktia ja algoritmista ajattelua ongelmanratkaisun apuna. Tällaista ohjelmoinnillista ajattelua voidaan harjoittaa ohjelmoinnin ja koodaamisen avulla. Ohjelmoinnillisesta ajattelusta käytetään useita muitakin termejä, kuten mm. koodaaminen, algoritminen ajattelu ja ohjelmointi. Ohjelmoinnillisen ajattelun hyödyissä on kuitenkin kaiken kaikkiaan kaksi pääasiasia: Ensinnäkin ohjelmoinnillisen ajattelun kehittäminen antaa oppilaille mahdollisuuden ajatella eri tavoin. Lisäksi se auttaa ilmaisemaan itseään median avulla ja analysoimaan ja ratkomaan päivittäin kohdattuja ongelmia eri näkökulmista.

Ohjelmoinnillinen ajattelu myös valmistelee jo lapsia tulevaa työelämää varten: työllistymiseen, täyttämään ICT-alan avoimet työpaikat ja taloudellisen kasvun lisäämiseen. (Bocconi ym. 2016.) Ohjelmoinnillinen ajattelu on yleissivistävää, ja sitä tarvitaan enenevässä määrin nykyajan yhteiskunnassa.

Ohjelmointi tarkoittaa koodin kirjoittamista tietokonekielellä, jossa tietokoneelle tai tietokonetta vastaavalle laitteelle annetaan selkeät toimintaohjeet, eli algoritmit. Algoritmien avulla voimme hallita tietokonetta. (Bers, González-González, & Armas-Torres 2019; Denning 2017; Opetushallitus 2016.) Toimintaohjeiden, eli komentojen tulee olla yksinkertaisia ja selkeitä, ja ne etenevät vaiheittain. Tietokoneelle annettuja toimintaohjeita kutsutaan algoritmeiksi. Monta peräkkäistä komentoa muodostavat komentojonon, eli koodin. Ohjelmointia voidaan kutsua luovaksi ongelmanratkaisun muodoksi, missä koodin kirjoittaminen on vain yksi osa. (Wikijunior 2016.) Fessakis, Goulin & Mavroudin (2013) mukaan ohjelmointi vaatii korkealuokkaista ajattelua ja algoritmista ongelman ratkaisutaitoa. ”Ohjelmointi” ja ”koodaus” -sanoja käytetään usein synonyyminä. Koodausta käytetään usein silloin, kun tarvitaan taitoa kirjoittaa koodit. Koodausta voidaan pitää osana ohjelmointia ja

niin sanotusti ohjelmoinnin toteuttajana. (Duncan, Bell & Tanimoto 2014.) Ohjelmointi edistää oppilaiden kognitiivisia taitoja: tarkkaa työskentelyä, luovaa ja loogista ajattelua, erilaisten ongelmien hahmottamiskykyä ja niiden kautta ongelmanratkaisutaitoja ja vaihtoehtojen löytämistä. Ohjelmointi on tulevaisuudessa yhä suuremmissa roolissa yhteiskunnassamme, ja lähes kaikessa ympärillämme olevassa on taustalla ohjelmointia. Esimerkiksi puhelimet, modernit autot, kaupan kassat, sovellukset, pelit ja yritysten rekisterit sekä kulkuluvat ovat usein täysin ohjelmoinnin varassa. Tulevaisuuden ammateissa tarvitaan jatkuvasti enemmän tietotekniikan ja ohjelmoinnin osaajia. Oppilaille on siis tärkeää tarjota peruskoulussa ohjelmoinnin opetusta, ettei heistä tule tietoyhteiskunnan väliinputoajia. Kaikilla oppilaille on siis tärkeää saada perusymmärrys ohjelmoinnista, ja kiinnostuneimmilla tulee olla mahdollisuus kehittyä huipputaajiksi. (Mykkänen & Liukas 2016.)

2.1.6 Ohjelmoinnillisten taitojen pääluokat perusopetuksen yläkoulun robotiikkakerhon projektissa

Taulukko 2. Ohjelmoinnillisten taitojen luokittelu

Ohjelmoinnilliset taidot	
Ohjelmoinnillisten sisältöjen hallinta	Algoritmin eli komennon luominen
	Koodaamisen vaiheittain eteneminen
	Luova ja looginen ajattelu
Ohjelmoinnillinen ajattelu	Ongelmien hahmottamiskyky
	Ongelmanratkaisu
	Vaihtoehtojen löytäminen

Tässä tutkimuksessa olemme jakaneet ohjelmoinnilliset taidot kahteen alaluokkaan (Taulukko 2). Ensimmäinen alaluokka on ohjelmointi. Ohjelmoinnin sisältöalueisiin tässä tutkimuksessa kuuluu algoritmin eli komennon luominen, vaiheittain eteneminen, sekä luova ja looginen ajattelu. Toinen alaluokka on ohjelmoinnillinen ajattelu. Tähän alaluokkaan kuuluvat taidot ovat ongelmien hahmottamiskyky, ongelmanratkaisu ja vaihtoehtojen löytäminen. Tämän

taulukon luokittelu on muodostettu 2.1.5 Ohjelmoinnillinen ajattelu ja ohjelmointi -alaluvussa esiin nostettujen tutkimusten ja tutkijoiden tärkeinä pitämistä, sekä listaamista ohjelmoinnillisista taidoista.

2.2 Robotiikka pedagogisessa kontekstissa

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (POPS 2014) käsittelee robotiikkaa käsityön sisältöalueissa ja sisällyttää robotiikan oppisisällöt osaksi perusopetuksen luokkien opetusta. Teknologian kehitys on jatkuvaa, joten niin täytyy olla myös sen opetuksen kehitys. Opettajat tarvitsevat merkittäviä opetusmenetelmällisiä työkaluja käyttöönsä, sekä mahdollisuuksia integroida opetusta opetusympäristöön ja luokkahuoneeseen. Robotiikka tarjoaa positiivisen miellyttäviä mahdollisuuksia. (Connaughton & Modlin 2009.)

Robotiikan äärellä oppilaat oppivat paitsi suunnittelun ja rakentamisen taitoja, myös muodostamaan kokonaisvaltaisen ymmärryksen niistä vaatimuksista, jotka robotti tarvitsee toiminnallisuuden saavuttamiseen käytännön maailmassa (Nikkanen & Virkalahti 2018). Robotiikan avulla voidaan opetella suunnittelua, hyödyntämään mekaniikkaa, elektroniikkaa sekä matemaattisia taitoja (Weinberg & Yun 2003), ja toisaalta ongelmanratkaisua, syy ja seuraus suhteita, sekä kriittistä ajatustyötä (Alimisis, Moro & Menegatti 2016, 88). Suunnittelun taidot ovat vahvasti kytköksissä geneerisiin ja projektinhallinnan taitoihin, mikä luo ydin pohjaa tälle tutkimukselle. Kun lapsille tarjotaan mahdollisuus laatia suunnitelma robotille, jonka he rakentavat ja ohjelmoivat, heillä on mahdollisuus oppia ja kehittää teknologiaosaamista ja sen moninaisia taitoja. Näihin taitoihin lukeutuvat matemaattiset, biologian, fysiikan ja informaatioteknologian alueet. (Van Lith 2007, 1–4.)

3 Aiempi tutkimus aiheesta

Sekä robotiikan opettamisesta että projektinhallinnan ja geneeristen taitojen aiheista on paljon sekä suomalaista että kansainvälistä tutkimusta. Aiheet ovat nousseet merkittäviksi kiinnostuksen kohteiksi erityisesti viime vuosikymmenen aikana. Useasti tutkimuksissa näitä aiheita on tutkittu erikseen, eikä yhden tutkimuksen alla. Kaikessa akateemisessa tutkimuksessa täytyy aina ottaa erityiseen huomioon ja osaksi käsillä olevaa tutkimusta se, mitä tutkittavasta aiheesta tiedetään aiemman tutkimuksen perusteella. Oma tutkimuksemme robotiikasta, geneerisistä taidoista ja ohjelmoinnillisesta ajattelusta rakentuu merkittävästi niiden kanssa aikaisemmin työskennelleiden tutkijoiden varaan, jotka ovat tehneet omista aiheistaan arvokasta tutkimusta. Tässä kappaleessa käymme läpi keskeisimmät aiheellemme tärkeät tutkimukset. Nostamme esiin ja korostamme merkittäviä ajatuksia, havaintoja ja tuloksia, sekä luomme yhteyksiä omaan tutkimukseemme siellä, missä se on hyödyllistä aiheiden, tutkimuksellisen ajattelun ja pohdinnan kannalta. Hyödyntämiemme aiempien tutkimusten joukossa on siis valikoima robotiikkaan, geneerisiin taitoihin ja projektinhallinnan taitoihin paneutuvia tutkimuksia, joista saamme kattavasti yhdistettyä asiaa ja materiaalia oman tutkimuksemme näkökulman ja rajauksen mukaisesti.

Arvokasta ja huomattavaa tutkimusta robotiikasta perusopetuksessa ovat tehneet Porras ja Könönen (2015), jotka käsittelevät robotiikan opettamisen haasteita ja jatkosuunnitelmia valitussa kotimaisessa tapauksessa. He nostavat esille tutkimuksen ajankohtaan nähden tuoreen perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2014) kontekstin mukaiseen tarkasteluun opettajien näkökulmasta. Kyza, Georgiou, Agesilaou & Souropetsis (2021) puolestaan tarkastelevat tuoreessa poikkileikkaustutkimuksessaan perusopetustason lasten ohjelmoinnin, koodaamisen ja laskennallisen ajattelun maailmaa hyödyntäen ScratchJr-ohjelmistoa. Petre ja Price (2004) osaltaan tutkivat robotiikkaa ja motivaatiota, sekä miten niiden avulla on mahdollista tehokkaasti opettaa ala- ja yläkouluikäisiä lapsia ymmärtämään ohjelmoinnin ja suunnittelun periaatteita.

Projektinhallinnan saralla tutkimusta ovat tehneet Wurdinger, Newell ja Kim (2020), joiden huomio on projektipohjaisten oppilaitosten elämäntaitojen, toivon ja akateemisen kasvun tarkastelussa. Samanlaisen projektipohjaisen oppimisen linjoilla on myös Bell (2010), jonka tutkimuksen kiinnostuksen kohteena on 2000-luvun taidot tulevaisuutta ajatellen. Tämän vuosisadan merkittävien taitojen äärellä on vielä Saavedra ja Opfer (2012), joiden mukaan nämä taidot vaativat 2000-luvun opetusta.

Geneeristen taitojen aihealueesta on sanottavaa Nurelhudalla ja Yousifilla (2017), joiden tutkimuksen rajaus kohdistuu ongelmien aiheuttamien haasteiden lievittämiseen vertaisoppimisen ja opettamisen avulla. Pitan (2017) ottaa omassa tutkimuksessaan tarkasteluun koulutuksestaan valmistuneiden työntekijöiden geneeriset taidot ja koulutustarpeet. Balderas ym. (2018) pohtivat tutkimuksensa pääkysymysten osalta geneeristen taitojen mittaamista hyödyntämällä heidän tapauksessaan sähköisten opetusjärjestelmien aktiivisuus tallenteita. Tutkimuksia geneerisistä taidoista vaikuttaa olevan paljon korkeakoulutasolla ja työelämään viittaavassa kontekstissa (Balderas ym. 2018 15958–15968; Nurelhuda & Yousif 2017) (Pitan 2017), mutta perusopetuksen tasolla ja koulurobotiikan kontekstissa tutkimuksia on tehty vastaavasti yllättävän vähän.

3.1 Robotiikan tuottama osaaminen perusopetuksen kontekstissa

Kaikkein ensimmäiseksi esille on nostettava Porraksen ja Könösen (2015) tekemä ja vankkaa tutkimuspohjaa luova tutkimus robotiikan opetuksesta perusopetuksessa. Tutkimuksen keskiössä ovat kaikki ne moninaiset haasteet, jotka ilmenevät robotiikan opettamisen pedagogisessa prosessissa. Lisäksi he tarkastelevat niitä jatkosuunnitelmia, jotka ovat merkittäviä valituissa kotimaisissa tapauksissa. Tutkimus on tehty suhteessa kaikkein tuoreimpaan perusopetuksen opetussuunnitelman perusteisiin (2014), joten tutkimus kategorisesti pohjautuu tuoreimpaan laajaan perusopetuksen robotiikkapedagogiaan.

Porraksen ja Könösen (2015) tutkimuksen keskiössä on pitkälti opettajien näkökulman ja arvion tarkastelua tämän opetussuunnitelman kontekstissa. Tutkimuksen asetelma oli workshop-hankeen tarkastelu, johon opettajat saapuivat harjaannuttamaan omaa robotiikkaosaamistaan uusimman opetussuunnitelman vaatimusten mukaan. Tutkimuksessa saavutettiin tietoa siitä, mitä huomioitavia asioita robotiikan opetukseen kouluttamisesta ja opetuksen jatkosaattamisesta oppilaille nousi esiin. Tulosten mukaan opettajat kokivat robotiikan aiheen lähestymisen erittäin positiivisesti ja voimaannuttavana, kun aihetta lähestyttiin yhteistyön kautta. Yhden opettajaryhmän keskuudessa vallitsi yksimielisyys siitä, että koulutus hyötyy ja vaatii perehdytystä riittävän pienissä ja tutuissa ryhmäkokonaisuuksissa, jolloin jokaisen oma tekeminen korostuu ja kynnyksensä pysyy sopivalla korkeudella. Toiveita esitettiin myös sille, että robotiikan opetuksessa pitkälle edenneet koulut

tarjoaisivat sijaa seurata aiheen opetusta ja mahdollisuuksien hyödyntämistä. (Porras ja Könönen 2015, 3.)

Kyza ym. (2021) ovat vastanneet koulutuksen alalla yleistyneeseen kutsuun sisällyttää enemmän ohjelmoinnillista ajattelua kouluissa. He tarkastelevat robotiikan pedagogian alueella perusopetuksen oppilaiden ohjelmoinnin, koodaamisen ja yleisemmän laskennallisen ajattelun ulottuvuuksia. Heidän tutkimuksensa on poikkileikkaustutkimus, jossa he käyttivät hyväkseen ScratchJr-ohjelmistoa. ScratchJr on tietokoneohjelma, jonka avulla lapset voivat luovasti rakentaa interaktiivisia tarinoita ja pelejä hyödyntäen ohjelman omaa yksinkertaista noin 5–7-vuotiaille lapsille suunnattua ohjelmointikieltä (scratchjr.org, 2022). Kyzan ym. mukaan tähänastinen tutkimus on osoittanut empiiristen tulosten kautta, että tämä ohjelma mahdollistaa ohjelmoinnin oppimisen jopa 4 vuoden ikäisten lasten keskuudessa, minkä lisäksi se kannustaa lasten yleisten ja korkeamman tason ajattelun taitojen kehittymistä (Kyza ym. 2021, 221).

Tutkimus, jonka Kyza. ym. (2021) toteuttivat, käytti kohderyhmänään 51 perusopetusikäistä lasta, joille esiteltiin ScratchJr ohjelman toiminta ja mahdollisuudet. Osallistuvat oppilaat jaettiin tarkasti kahteen ryhmään ikänsä perusteella, joissa ensimmäiseen ryhmään kuuluivat kaikki ikähaarukaltaan 6–9-vuotiaat ja toiseen ryhmään puolestaan 10–12-vuotiaat lapset. Kumpikin ryhmä osallistui 6 tuntia kestävään tilaisuuteen 4-päiväisen kesäleirin ohessa. Näiden 6 tunnin aikana lapset tutustutettiin ScratchJr-ohjelman käyttöön ja heitä pyydettiin suunnittelemaan yhteistyöllä digitaalisen muodon ottava tarina. Tarinan aiheeksi määritettiin ympäristönsuojelu ja jätteidenkäsittely. Lasten tuottamat lopputulokset otettiin tarkasteluun ja niistä kerättiin tarkoituksenmukaista dataa. Kummankin oppilasryhmän digitaalisia tarinoita arvioitiin käytettyjen ohjelmoinnillisten keinojen sekä osoitetun ohjelmoinnillisen ajattelun kannalta. Kahta ryhmää myös vertaisarvioitiin eroavaisuuksien havainnoimiseksi. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että lapset kykenevät oppimaan ohjelmointia ja siihen käytettyä ajattelua tutkimuksen luomassa opetusympäristössä, ja että lasten ikä on merkittävästi kytköksissä siihen, miten monimutkaisia tuotoksia he kykenevät luomaan yhteistyöllä. Tuloksista nousee esiin vahva oppimisen kehittymisen ulottuvuus ja Vygotskyn lähikehityksen vyöhykkeen mukainen oppiminen. (Kyza ym. 2021, 221–250.)

Vuosituhanen alkupuolella Petre ja Price (2004) ottivat huomion kohteeksi robotiikan ja motivaation tutkimisen. Heidän kiinnostuksensa aihetta kohtaan keskittyi siihen, miten robotiikan avulla olisi tehokasta opettaa ohjelmointia, insinöörillisiä taitoja ja suunnittelun

periaatteita ala- ja yläkouluikäisille oppilaille. Tutkimuksen havaintojen mukaan lapset kokevat robotiikan stimuloivaksi kokemukseksi, joka tarjoaa runsaasti motivaatiota. Robotiikan ulottuvuuksien ja ajatusmaailman kautta he oppivat samalla ohjelmointia ja insinöörillisiä taitoja, ja nämä taidot opitaan hyvin perustellulla ja geneerisesti yleistettävällä tasolla. Nämä tulokset pohjautuvat empiirisiin havaintoihin lasten robotiikkakilpailuista. Kohderyhmästä kerättiin dataa observoimalla ja haastatteleamalla kaikkia kilpailuun osallistuvia joukkueita kahdessa eri robotiikka-aiheisessa tapahtumassa. Tämän lisäksi yhtä joukkuetta seurattiin tapaustutkimuksessa. Kilpailuissa hyödynnettiin LEGO MindStorm sarjoja ja järjestelmiä robotien rakentamiseen. (Petre & Price 2004, 147–158.)

Yhteenvedon voidaan siis todeta, että robotiikka perusopetuksen kontekstissa on saanut osakseen merkittävää, joskaan ei uutuuden takia määrällisesti valtavia toteutettuja tutkimuksia. Tutkimusta on pääosin kansainvälisellä tasolla, mutta suomalaisiakin tutkimuksia aihetta kohtaan on esiintynyt. Tutkimusten kiinnostuksen kohteet ovat sijoittuneet aihealueiltaan robotiikan opetuksen haasteisiin perusopetuksessa robotiikan avulla ohjelmoinnin, koodaamisen, sekä yleisemmän laskennallisen ajattelun oppimiseen, ja miten robotiikan avulla olisi tehokasta opettaa ohjelmointia, insinöörillisiä taitoja ja suunnittelun periaatteita. Tutkimukset ovat jakautuneet tarkastelemaan asiaa sekä oppilaiden että opettajien näkökulmista. Yleisesti ottaen tutkimukset ovat tuloksissaan todenneet robotiikan tarjoavan positiivisia pedagogisia mahdollisuuksia.

3.2 Tutkimus geneerisistä ja projektinhallinnan taidoista

Wurdinger ym. (2020) ovat tehneet omaa tutkimustaan projektinhallinnan käsitteen alla koskematta sanaan geneeriset taidot. Kyseinen tutkimus on rajannut itsensä havaintoihin projektipohjaiseen oppimiseen perustuvissa oppilaitoksissa. Korrelaatiotutkimuksessa huomion piiriin kuuluvat keskitetysti viisi määritettyä muuttujaa, joista oppilaitoksen opiskelijakunnilta kerättiin dataa: toivoaiheinen kysely, itseohjautuvuuden rubriikki, yhteistyön rubriikki, matematiikan RIT pisteet ja lukemisen Rasch UnIT (RIT) pisteet. Kohderyhmän muodostivat opiskelijat 11 eri peruskirjakoulusta, joista 8 osallistui tutkimukseen kahden ja 3 yhden vuoden ajan. (Wurdinger ym. 2020.)

Korrelaatiotutkimuksessaan Wurdinger ym. (2020) vertailivat eri muuttujia pareittain

määrittääkseen niiden välisten vuorovaikutussuhteiden vahvuudet. Tulosten mukaan kaikissa opiskelijoiden muuttaja-alueissa tapahtui kasvua ja kehitystä kahden vuoden ajan kahdeksassa koulussa sekä yhden vuoden aikana kolmessa koulussa. Lukuun ottamatta toivon ja lukemisen muuttajien korrelaatiotasoa kaikki muut tutkimuksen muuttujayhdistelmät osoittivat vahvoja korrelaation arvoja. Tulosten perusteella on siis vahvaa näyttöä, että toivolliset ja elämäntaitojensa taidot kuten itseohjautuvuus ja yhteistyökyky vaikuttavat positiivisesti matemaattisiin taitoihin ja lukutaidollisiin kykyihin. (Wurdinger ym. 2020)

Bell (2010) lähestyy projektinhallinnan aihepiiriin taitoja keskittämällä artikkelinsa projektipohjaiseen oppimiseen 2000-luvulla. Artikkelin aiheeseen kuuluu siis tulevaisuuden taitojen määrittely, pohdinta ja käsittely, missä projektipohjainen oppiminen esitetään lukijalle käsitteenä ja pedagogisena käytännön sovelluksena. Bellin mukaan projektipohjainen oppiminen tarjoaa opetettaville innovatiivisen lähestymistavan, jonka opetussisältöön kuuluu monenlaista strategista ajattelua, mikä on kriittistä menestyksen saavuttamiseksi tämän vuosisadan yhteiskunnassa. Projektipohjaiseen oppimiseen kuuluu opiskelijoiden omavetoinen oppiminen uteliaisuuden kautta, sekä merkittävästi yhteistyö yhteisten projektien luomiseksi, jotka heijastavat opiskelijoiden tietoja. Bell nostaa esille uusien käytännöllisten teknologiataitojen, kommunikaatiotaitojen ja ongelmaratkaisutaitojen hyödyllisyyttä ja arvoa opiskelijoiden ohjeistuksessa. (Bell 2010, 39–43.)

Tämän vuosisadan taitovaatimuksista kirjoittavat myös Saavedra ja Opfer (2012). Heidän tutkimusartikkelissaan todetaan, että 2000-luvulla taitojen kehittäminen opetuksessa vaatii modernia 2000-luvun mukaista opetusta. Vahvasti kytkeytynyt globaali maailma asettaa työelämälle haasteita, joihin opetuksen pitää pystyä vastaamaan. Työnantajat vaativat yhä enemmän työntekijöiltään moninaista ajattelukykyä sekä kommunikaatiotaitoja.

Markkinallisten, voittoa tavoittelemattomien ja pedagogisten johtajien satoihin haastatteluihin perustuen on voitu rajata niitä modernin työelämän ”selviytymistaitoja”, joita nykymaailman opiskelijat tarvitsevat. Näitä taitoja luetellaan 7 tutkimusartikkelissa ja ne pohjautuvat Wagnerin (2008) ehdotukseen: 1: Kriittinen ajattelu ja ongelmanratkaisu, 2: Yhteistyö ja johtajuus, 3: Ketteruus ja sopeutumiskyky, 4: Aloitekyky ja yritteliäisyys, 5: Tehokas suullinen ja kirjallinen viestintä, 6: Tiedonsaavutus ja analysointi, 7: Uteliaisuus ja mielikuvitus. (Saavedra & Opfer 2012)

Nurelhuda ja Yousif (2017) ovat käsitelleet nimenomaan ja nimetysti generisiä taitoja, eli heidän tutkimuksensa keskittyy generisten taitojen määrittelyyn ja niiden vaikutukseen sen

sijaan, että monia samoja taitoja tai päällekkäisiä merkityksiä tutkittaisiin projektinhallinnan tai uuden vuosisadan taitojen nimen alla. Heidän tutkimuksensa kohteena ovat ne haasteet ja niihin vastaaminen, jotka ilmenevät geneeristen taitojen opettamisessa kohteena olevassa opetusympäristössä, ja mitä mahdollisuuksia vertaisoppimisella ja opettamisella on tilanteen auttamiseen (eng. PAL, peer-assisted learning). Nurelhudan ja Yousifin tutkimuksessa seurattiin sudanilaisia yliopisto-opiskelijoita sekä monipuolista opiskelijaryhmää. Merkittäväksi haasteeksi näiden opiskelijoiden ja yliopiston opetuksen kannalta oli tunnistettu pedagogisten käyttökohteiden resurssipula. Tutkimus lähti tutkimusongelmanaan etsimään helpotusta tähän resurssipulaan hyödyntämällä ja kokeilemalla vertaisoppimisessa ja opettamisessa. (Nurelhuda & Yousif 2017, 1185–1186.)

Vertaisoppimisen ja opettamisen tutkimus otti kahden kuukauden ja kolmen viikon mittaisen kaksiosaisen työpajan muodon. Työpajassa hyödynnettiin merkittävästi vertaisoppimisen ja opettamisen mukaisia opetusmenetelmiä. Ensimmäinen työpajan osio keskittyi intensiivisten persoonallisten ja interpersoonallisten taitojen opetukseen. Heille esiteltiin yhteisön terveyttä koskevia aiheita ja parlamentaarisia prosesseja. Työpajan toisen vaiheen aikana osallistujat järjestivät simulaatioita, joissa järjestettiin vaalit sekä väiteltiin kahdesta terveyskriisistä Välimeren itäisillä alueilla. Osallistujien tulokset arvioivat kokeneet yliopiston työyhteisön jäsenet sekä WHO:n tekniset virkailijat. Tulokset osoittivat, että 65 % ensimmäisen vaiheen osallistujista näyttivät sosiaalisten taitojen kehittymistä ja 70 % nautti informaalista ja interaktiivisesta opetusprosessista. 75 % toisen vaiheen osallistujista osoitti arvioinnissa parempia esittämis-, kommunikaatio-, parlamentaaristen-, tiimirakennus-, johtamis-, väittely- ja neuvottelutaitoja. Projekti demonstroi selkeää PAL:n hyödyllisyyttä geneeristen taitojen opettamisessa rajoitettujen resurssitilanteiden vallitessa. (Nurelhuda & Yousif 2017, 1185–1186.)

Pitan (2017) on tutkinut omassa tutkimuksessaan koulutuksesta valmistuneiden tuoreiden työntekijöiden geneerisiä taitoja ja suhdetta koulutustarpeisiin. Pitän huomioi, että kehittyvän ja globalisoituvan yhteiskunnan työsektorin muutosten takia työpaikoilla on yhä enemmän tarvetta geneerisille taidoille. Työelämässä kaivataan joustavia ihmisiä, joilla on korkeat taidot moderneista vaatimuksista. Pätevyyksien vanhenemisajasta on tullut entistä lyhyempi nopean kehityksen ja muutoksen maailmassa. Pitänin tutkimus toteutettiin kahdella kyselyllä, joissa kerättiin aineisto 11 valitusta geneerisestä taidosta. Aineisto koostui nigerialaisista valmistuneista työntekijöistä ja työnantajista kuudesta eri ekonomisten kriteerien pohjalta valitusta kosmopoliittisista kaupungista ympäri maata. Tutkimus perustuu input-output

malliin, joka selittää koulutuksen ja työmarkkinoiden suhdetta. Tulosten perusteella kaikki valitut geneeriset taidot olivat tärkeitä työnantajien mielestä. Työnantajat uskoivat työntekijöiden tarvitsevan lisäkoulutusta suuressa määrässä vastatakseen työn vaatimuksia. Kyselyihin vastanneiden opiskelijoiden mukaan heillä ei ollut tarpeeksi hyviä geneerisiä taitoja työvaatimukseen verrattuna. (Pitan 2017, 290–303.)

Balderas ym. (2018) keskittyvät tutkimuksessaan ihmisten geneeristen taitojen mittaamiseen. Heidän tutkimuksensa pyrkii selvittämään, onko sähköisten opetusjärjestelmien aktiivisuustallenteiden data hyödyllinen indikaattori näiden taitojen tasosta. Tutkimuksen tekijät nostavat esille tutkimuksensa perusteiksi, että geneeriset taidot ovat tärkeitä modernissa työelämässä, mutta opettajilla on vaikeuksia mitata geneeristen taitojen tasoa oppilaissa. Nämä mittaamisen vaikeudet ovat erityisen haastavia verkossa järjestettävässä opetusjärjestelmissä. (Balderas ym. 2018, 15958–15968.)

Balderaksen ym. (2018) tutkimus siis tarkastelee mahdollista ratkaisua mittauksen ongelmaan. Tutkimus toteutettiin kansainvälisessä verkkoyliopistossa, Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). Opintotarjonta järjestetään tässä koulutuslaitoksessa kokonaan etänä. Kyselyt lähetettiin 413:lle yliopiston opettajalle, joista 144 vastasi (20 % opettajakunnasta). Verkkokurssien opettajille järjestettiin kysely opintohallinto järjestelmien (LMS, learning management systems) sovellettavuudesta ongelmaan, jonka avulla arvioitiin tämän ratkaisun käytettävyyttä. Kyselyn pohjalta laadittiin systeemi, jota sovellettiin neljään eri verkkokurssiin. Opettajien keskuudessa järjestettyjen haastatteluiden sekä taitoja ja aktiviteettejä kartoittavan kyselytulosten mukaan tutkimuksessa nousi esiin positiivisia todisteita tämän ratkaisun toimivuudesta ja potentiaalista geneeristen taitojen mittaamisesta. (Balderas ym. 2018, 15958–15968.)

Tutkimuksia, joissa tutkitaan geneeristen, projektinhallinnan tai 2000-luvun taitojen nimien alle sijoittuvaa osaamista on varsin laajasti kansainvälisellä tasolla. Kentällä vallitsee laaja konsensus siitä, että näillä nimillä kulkevat taidot ovat tärkeitä modernissa yhteiskunnassa, ja siksi niiden tutkimiseen kannattaa panostaa pedagogisessa mielessä. Tutkimusten yleisiä tavoitteita on näiden taitojen tunnistaminen, luokittelu, opettamisen haasteet, koulutusten riittävyys, työympäristölliset vaatimukset, ja erilaisten opetusmetodien hyödyllisyys taitojen oppimiselle. Tutkimusten tuloksissa on pitkälti onnistuttu parantamaan tieteellistä ymmärrystä näistä taidoista sekä tunnistettu käytännöllisiä ehdotuksia niiden opettamiselle tulevaisuudessa.

4 Tutkimuksen viitekehys – viitekehysmalli

Tutkimuksemme fokus on oppilaan toiminnassa ja robotiikan, ohjelmoinnin, geneeristen taitojen, sekä projektinhallinnan taitojen käyttämisessä työskentelyn aikana. Taitojen oppiminen ja taitojen käyttäminen ovat kaksi eri asiaa, mutta yleisesti toisiinsa vankasti liittyviä asioita. Vaikka emme tässä tutkimuksessa lähteneet käsittelemään, miten paljon oppilaat oppivat kyseisiä taitoja, oppiminen on silti vankka osa tutkimuksemme kontekstia. Oletuksena on, että taitojen käyttäminen palvelee taitojen oppimista. Koska opetus on olennainen osa oppimista ja sen laatua, tutkimuksessa käsitellään myös opettamista ja siihen liittyvää sisältöaluetta.

Suomessa suurin osa opettajista arvioi, että he pystyvät opetuksessaan vaikuttamaan paljon oppimista edistäviin asioihin (Taajamo, Puhakka & Välijärvi 2014). Opetussuunnitelmat on tulkittava ja muunnettava opetuksen sisällöiksi opetustapahtumassa. Opetustapahtuman aikana ja sen jälkeen oppilas vastaanottaa ja käsittelee informaatiota yksin ja yhdessä toisten kanssa. Tämän opiskelu- ja oppimisprosessin tuloksena syntyy eritasoisia ja -tyyppisiä oppimistuloksia. (Yrjänäinen & Ropo 2013.)

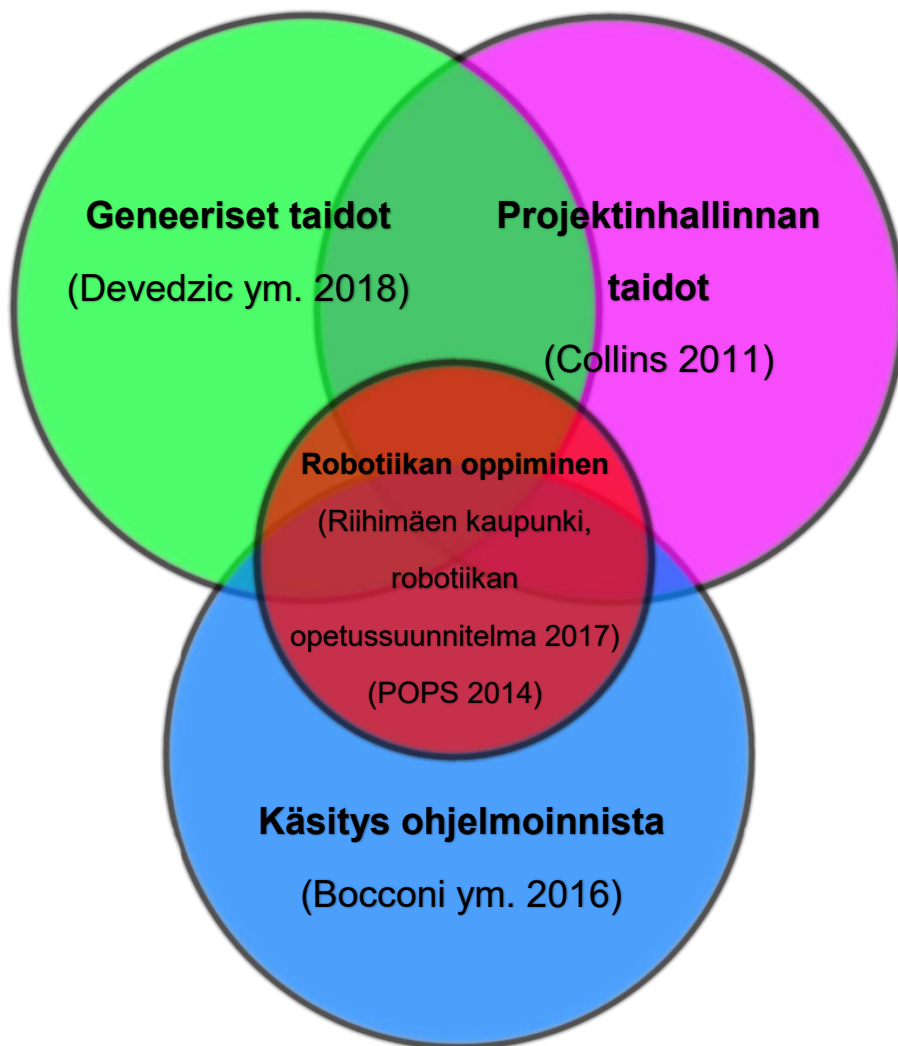
Viitekehysmallin kuvaus avaa tutkimuksen osa-alueiden muodostaman kokonaisuuden. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan peruskoulun robotiikan käsityön suhdetta ohjelmoinnilliseen ajatteluun sekä geneerisiin taitoihin ja sen sisältämään projektinhallinnan taitoihin (Nikkanen & Virkalahti 2018; Riihimäen kaupunki 2017; Van Lith 2007). Tutkimuksemme keskiöön nostettiin nämä taidot, ja niiden oppimisen konteksti on peruskoulu, mitä koulussa oppivat opiskelijat edustavat. Robotiikan oppiminen on siis viitekehysmallin ydin. Sen ympärille asettuvat kolme robotiikan oppimiseen peruskoulussa keskeisesti liittyvää tekijää, muodostaen yhteisen yhteyden robotiikkaan (Nurelhuda & Yousif 2017; Fessakis ym. 2013; Chalmers 2018; Denning 2017; Kyza ym. 2021).

Koska tämän tutkimuksen viitekehysmallin kokonaisuuden osat robotiikka, geneeriset taidot ja ohjelmoinnillinen ajattelu ovat yksittäin nousseet laajan kiinnostuksen ja pohdinnan kohteeksi (Alimis ym. 2016; Balderas ym. 2018, Bell 2010; Devedzic ym. 2018; Liikenne- ja Viestintäministeriö 2016; Matteson, Anderson & Boyden 2016; Petre 2017; Seevedra & Opfer 2012; Snape 2015; Sunarto 2015; Wurdinger ym. 2020), tämä tutkimus yrittää hahmottaa niiden suhteita taitojen esiintymisen ja välillisesti oppimisen kannalta. Käytännölliseltä kannalta meitä siis kiinnostaa, onko robotiikan opetuksen ja sen kanssa

työskentelyn sisällöillä merkittäviä yhteyksiä geneeristen ja ohjelmoinnillisten taitojen kohtaamiseen, käyttämiseen, omaksumiseen ja hyödyntämiseen.

Robottiikan oppimisella tarkoitetaan tässä tutkimuksessa peruskoulun käsityön oppiaineen sisällöissä läpikäytävää ja opittavaa asiasisältöä, jossa käsitellään fyysisten komponenttien toteuttamaa toimintaa elektronisesti laadittujen komentojen mukaan. Käsityön robotiikan voidaan olettaa yhdistävän oppiaineen sateenvarjon alla näiden käytännöllisten komponenttien tuottamisen ohjelmoinnillisen laadinnan kanssa.

Robottiikka on monipuolinen sisältöalue, jossa yhdistyvät monenlaiset taidot. Käsityössä yleisesti esiintyy monimuotoisia taitoja, kuten suunnittelua, tekniikoiden yhteistyötä sekä dokumentointia ja raportointia, joihin robotiikka tuo tämän tutkimuksen kannalta olennaisesti ohjelmoinnillisen ajattelun. Tällaisessa tuotteen suunnittelu- ja valmistusprosessissa mukaan tulevat sekä geneeriset taidot että läheisesti liittyvät projektinhallinnan taidot. Käsityössä painotetaan perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden mukaan (POPS 2014) kokonaista käsityöprosessia (Nikkanen & Virkalahti 2018). Tuotteen valmistus on monivaiheinen ja edellyttää useiden sisältöalueiden hallintaa. Projektin sujuva toteuttaminen vaatii vahvasti geneeristen taitojen sisältöalueeseen kuuluvia projektinhallinnan taitoja, joita käsityössä pyritään opettamaan. Geneeriset taidot ovat yleisiä tietotaidollisia toimintoja, joita hyödynnetään laajasti kaikessa ihmisen toiminnassa, kuten kokonaisessa käsityöprosessissa, ja joita tarvitaan yleisen työskentelyn sujumiseen.



Kuvio 1. Tutkielman viitekehysmalli robotiikan oppimisen, geneeristen taitojen, projektinhallinnan taitojen ja ohjelmoinnillisten taitojen linkittymisestä tässä tutkimuksessa.

Aikaisemmat tutkimukset ovat siis yrittäneet hahmottaa geneeristen taitojen, projektinhallinnan taitojen tai ohjelmoinnillisen ajattelun epäkohtia (Nurelhuda & Yousif 2017; Balderas ym. 2018; Devedzic ym. 2018; Porras & Könönen 2015; Saavedra & Opfer 2012.), tehokkaita opetuskäytäntöjä (Rubinacci ym. 2017; Ponticorvo ym. 2020) tai mahdollisuuksia (Snape 2017; Bocconi ym. 2016; Mykkänen & Liukas 2016). Tämä tutkimus jatkaa tutkimuksen laajentamista ja syventämistä aikaisemman tutkimuksen suunnassa, eli mielenkiintomme kohdistuu taitojen esiintymiseen ja mahdollisuuksien tarkasteluun robotiikan perusopetuksen alueella. Lähestyimme oppilaiden toimintaa ja käsityksiä ohjelmoinnista ja geneerisistä taidoista koulussa järjestettävän teknologia-aiheisen käsityökerhon kontekstissa. Tutkimus toteutettiin toiminnallisessa robotiikan ja elektroniikan

oppimisen kontekstissa, jotta oppilaat voivat tunnistaa omaa oppimistaan ja kehitystään, sekä löytävät esimerkkejä kuvaamaan omaa ajatteluaan. Keskeistä oli saada selville, tai lisätä, ymmärrystä oppilaiden kohtaamista geneerisistä taidoista sekä ohjelmointiin liittyvistä taidoista ja käsityksistä.

4.1 Tutkimusongelmat/tehtävä

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, mitä geneerisiä taitoja robotiikka käsityön teknologiana ohjaa oppilaita käyttämään vapaassa oppimistilanteessa, ja kuinka nämä taidot ilmenevät. Tutkimuksen geneeristen taitojen jaottelu ja listaus (Taulukko 1; Liite 4) on muodostettu 2.1.1 Geneeriset taidot ja 2.1.2 Projektinhallinnan taidot –alaluvuissa esiin nostettujen tutkimusten ja tutkijoiden tärkeinä pitämistä, sekä listaamista geneerisistä- ja projektinhallinnan taidoista ja jaotteluista (Sunarto 2015; Devedzic ym. 2018; Snape 2017; Collins 2011; Wurdinger ym. 2020; Krauss, Boss 2013; Bell 2010). Tavoitteena on myös selvittää, millaisia ohjelmoinnillisia käsityksiä ja taitoja robotiikka käsityön teknologiana ohjaa oppilaita käyttämään vapaassa oppimistilanteessa. Tutkimuksen ohjelmoinnillisten taitojen jaottelu ja listaus (Taulukko 2; Liite 5) on muodostettu 2.1.5 Ohjelmoinnillinen ajattelu ja ohjelmointi – alaluvussa esiin nostettujen tutkimusten ja tutkijoiden tärkeinä pitämistä, sekä listaamista ohjelmoinnillisista taidoista (Papert 1980; Bocconi ym. 2016; Wikijunior 2016; Mykkänen & Liukas 2016). Mahdollistaako peruskouluopetuksen pohjalta toteutuva vapaa oppimistilanne geneeristen ja ohjelmoinnillisten taitojen oppilaslähtöisen käytön? Kuinka paljon taitoja esiintyy, ja kuinka usein niitä käytetään? Millaisten taitojen käyttöä esiintyy vähän ja millaisten taitojen käyttöä paljon? Vaikka kyseisiä aiheita onkin tutkittu laajalti aikaisemminkin, on hyvä saada sitä lisää myös käsityön kontekstissa ja tuoda muiden tutkimusten rinnalle laajentamaan otantaa. Tulosten pohjalta on tarkoitus saada hyvä kuva robotiikan kanssa työskennellessä kohdatuista ja käytetyistä taidoista näiden aihealueiden näkökulmasta. Tämä tutkimuksen avulla niitä on myös helppo lähteä tarvittaessa kehittämään ja tekemään jatkotutkimusta. Olemme päätyneet rajamaan tutkimuskysymykset kahteen pääkysymykseen:

- 1. ”Mitä geneerisiä taitoja peruskoulun oppilaat käyttävät vapaassa robotiikan oppimistilanteessa?”**
- 2. ”Mitä ohjelmoinnillisia taitoja peruskoulun oppilaat käyttävät vapaassa robotiikan oppimistilanteessa?”**

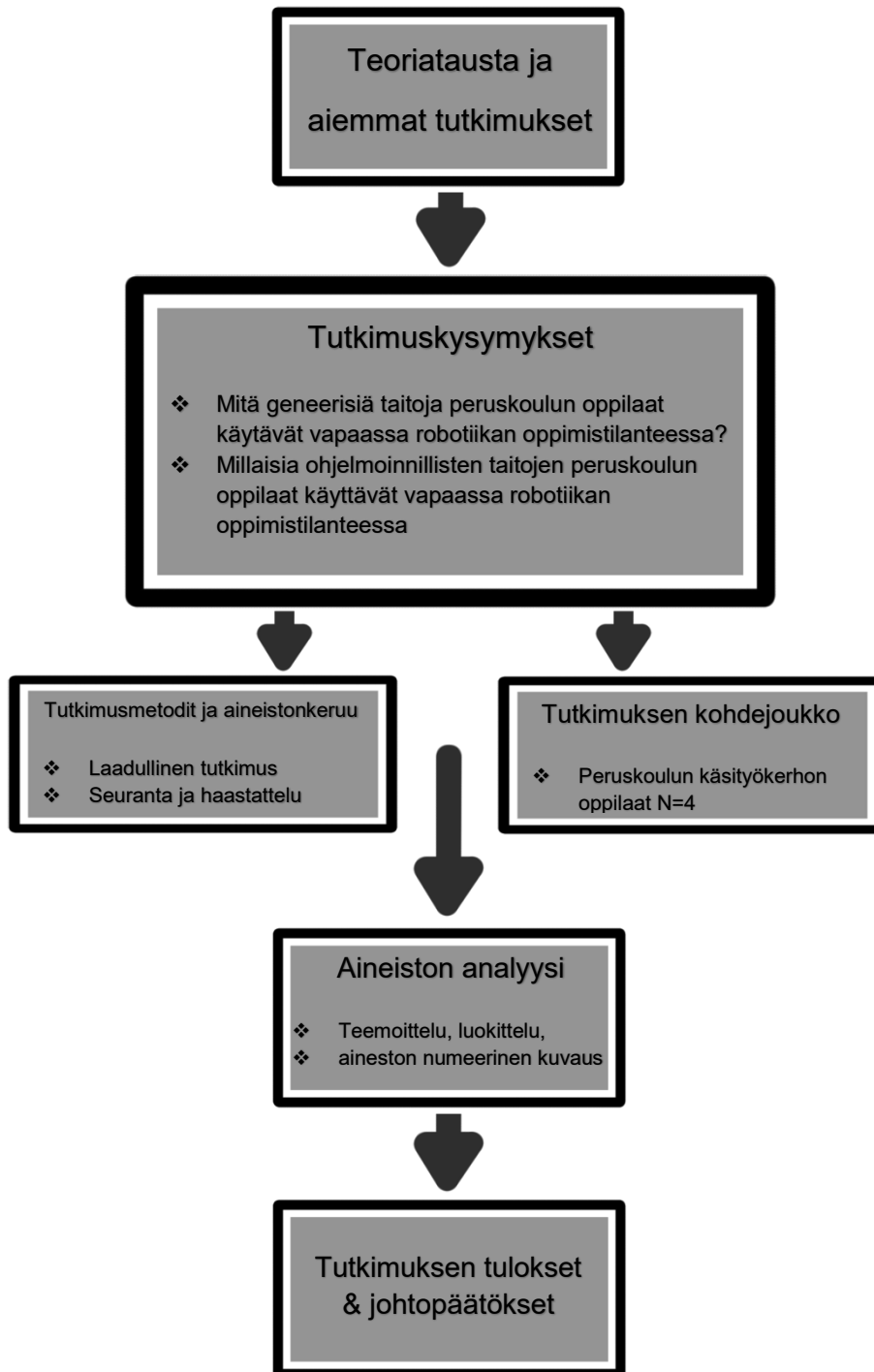
5 Tutkimuksen toteuttaminen

5.1 Tutkimusasetelma

Tutkimuksen viitekehys muodostettiin perehtymällä riittävässä määrin aiheen relevanttiin kirjallisuuteen ja aikaisempiin tutkimuksiin. Tutkimus yhdistää ja tarkastelee aikaisempia tutkimuksia ja aikaisempien tutkimusten aihealueita. Tutkimus hyödyntää aineistonkeruun ja aineiston analyysin metodeja.

Tutkimukselle koottiin aineisto keskittymällä yhteen ja samaan kohderyhmään käsityöjakson ajan. Kohderyhmänä toimi peruskoulun pakollisen käsityön oppiaineen läpikäyneet oppilaat, jotka työskentelivät vapaassa oppimistilanteessa. Tässä tutkimuksessa vapaana oppimistilanteena toimi peruskoulun tiloissa ja peruskoulun käsityöopettajan pitämä iltapäiväkerho, joka oli kaikille oppilaille avoin. Tutkimus suoritettiin käyttäen laadullista tutkimusotetta, jossa työskentelimme pääosin käyttäen laadullisia observointi- ja puolistrukturoituja haastattelumetodeja tulosten saamiseksi. Laadullisen tutkimuksen periaatteiden mukaan tutkimus pyrkii ymmärtämään tutkittavaa asiaa kattavasti paneutumalla siihen syvällisesti. Tilastollisen yleistettävyyden sijasta haimme tutkivan kohteen selventävää analysointia aineiston pohjalta.

Tutkimuksen aineisto kerättiin hyödyntämällä observointia, sekä täydentävää strukturoimatonta haastattelua, joka sisältää avoimia ennalta määrittämättömiä kysymyksiä. Haastattelut järjestettiin sosiaalisessa kontaktitilanteessa, eli haastattelun vastaajat vastasivat kysymyksiin työskentelyn ohessa käsityöluokan toiminnallisessa tilassa ja tutkijoiden ja muiden kyselyyn osallistujien läsnäollessa. Haastattelun vastaajilla oli siis mahdollisuus kysyä tarkennusta tutkimuskysymyksien teemoihin nojaavista haastattelukysymyksistä, ja haastatteliijoilla oli mahdollisuus tarjota jatkokysymyksiä ja kysymysten uudelleen muotoilua. On huomioitava, että haastatteluun vastaajilla oli kommunikointiyhteys toisiinsa tilanteen aikana, ja he pystyivät välillisesti vaikuttamaan toisiinsa kanssakäymisen kautta.



Kuvio 2. Tutkielman tutkimusasetelma. Tutkielman rakenne ja vaiheet luokiteltuna.

5.2 Tutkimuksen kohdejoukko, konteksti ja tietosuoja

Yleinen tutkimuksen toteuttamiseen liittyvä kysymys on, kuinka suuren aineiston tutkimus tarvitsee. Pyrkimyksenämme oli saada suppea ja tarkasti observeitava kohdejoukko, jotta säilytämme laadullisen tutkimuksen asetelman. Aineiston täytyi myös täyttää

syventyvyytensä puolesta laadullisen tutkimuksen kriteerit. Laadullisessa tutkimuksessa myös aineiston keruun ja analyysin suhde on merkittävä, ja on järkevää miettiä analysointitapaa hyvissä ajoin ennen aineiston keräämisen aloittamista. Käytännön tasolla kohdejoukon osallistujien määrään vaikuttavat usein tutkimusresurssit ja tutkimuksen taso, eli onko tutkimus esimerkiksi oppinäytetyö. (Tuomi & Sarajärvi 2018.)

Tutkimuksen kohderyhmä oli peruskoulun käsityökerhon oppilaat, jotka ikänsä puolesta sijoittuivat luokille 7–9. Tämän tason oppilaat ovat käyneet suurelta osin peruskoulun tarjoaman pakollisen käsityösisällön sekä olennaisesti robotiikkasisällön. Vanhemmilla oppilailta on myös paremmat valmiudet kuin nuoremmilla oppilailta ymmärtää kysymyksiä ja vastata kysymyksiin kattavasti, joskin alaikäisten oppilaiden henkisen kehityksen vaihe on yhä otettava huomioon. Kohderyhmä oppilaat valikoituivat tutkimuksen ajankohdalle soveltuvan kerhotoiminnan mukaan.

Laadullisessa tutkimuksessa tavoite ei ole tilastollinen yleistettävyys, vaan ilmiön, toiminnan tai tapahtuman kuvaaminen, ymmärtäminen tai teoreettinen tulkinta (Tuomi & Sarajärvi 2018). Laadullisen tutkimuksen standardien mukaan tutkimuksemme ei siis vaatinut suurta ryhmäkokoja tavoitteiden saavuttamiseksi, vaan panostimme pieneen määrään tarkasti tutkittavia kohdejoukon jäseniä. Pyrkimys oli saada tutkimuksella yhden kerhoryhmän kokoinen otanta yläkoulun oppilaita. Ryhmän koko oli pitkälti koulun määrittelemä sen mukaan, mikä on pedagogisesti sopiva ja mahdollinen käsityökerhon ryhmäkoko. Oppilaiden osallistumishalukkuus ja aikataulut määrittivät lopullisen ryhmän koostumuksen.

5.3 Tutkimuksen toteuttaminen

Toteutimme tutkielmamme laadullisena etnografisen tutkimusstrategian tutkimuksena, jossa hyödynsimme observoinnin ja kerhotoiminnan eri vaiheisiin jakautuneiden haastatteluiden keinoja aineiston keräämiseksi tutkimuksen kohteena olevilta oppilailta. Aineiston analysoinnissa käytimme pääosin kvalitatiivisia (laadullisia) metodeja, joiden toivomme tarjoavan selkeän kuvan aiheesta ja tutkimuskysymysten kannalta relevanttia dataa. Kvalitatiiviset metodit näkyivät eniten aineiston keruussa, missä hyödynnettävät täydentävät haastattelun kysymysmuodot soveltuivat tiedon keruuseen kohdejoukolta. Laadullisen luonteensa takia tutkimuksen yleistettävyys taso ei ole korkea, ja haammekin korkean tason

yleistettävyyden sijaan kvalitatiivisen tutkimuksen menetelmien avulla syvää ymmärrystä aiheesta.

Laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus on tieteellisen tutkimuksen menetelmäsuuntaus, jossa pyritään ymmärtämään kohteen laatua, ominaisuuksia ja merkityksiä kokonaisvaltaisesti. Laadullinen tutkimus on monin erilaisin menetelmin mahdollinen tieteellisen tutkimuksen menetelmäsuuntaus. Monien menetelmiensä yhteisenä pääpiirteenä laadullinen tutkimus perustuu tutkimuksen kohteen esiintymisympäristön, taustan, tarkoituksen sekä merkityksen, ilmaisun ja kieleen näkökulmien huomioimiseen. (Jyväskylän yliopisto Koppa.) Laadullisessa tutkimuksessa tavoite on tilastollisen yleistettävyyden sijasta ilmiön, toiminnan tai tapahtuman kuvaaminen, ymmärtäminen tai teoreettinen tulkinta (Tuomi & Sarajärvi 2018). Laadullisessa tutkimusmenetelmässä ei väitetä, etteikö tilastollisia riippuvuuksia voida löytää. Laadullisessa tutkimusmenetelmässä lähdetään kuitenkin ajatuksesta, että ne eivät selitä kaikkien yksilöiden toimintaa. Samankaltaisuuksien ohella myös poikkeavuudet ovat tutkimusaineistossa kiinnostavia. (Vilka 2005, 42.) Laadullisella tutkimusmenetelmällä toteutettavassa tutkimuksessa lähtökohtana on ajatus, että tutkimus on subjektiivista. Tämä tarkoittaa, että tutkimuksessa tehtyihin valintoihin, tulkintaan ja johtopäätöksiin vaikuttavat tutkijan oma ymmärryshorisontti eli hänen halunsa, ihanteensa, uskomuksena, arvonsa ja käsityksensä. (Sajama 1993, 63–64; Laine 2001; 28; Varto 1992, 56–57.)

Termi ”laadullinen” viittaa ja ilmaisee keskittymistä entiteettien ominaisuuksiin ja niihin prosesseihin sekä merkityksiin, joita ei kokeellisesti tutkita tai mitata (siltoin kun mitataan ylipäänsä ollenkaan) käyttäen määrää, lukumäärää, voimakkuutta, yleisyyttä tai frekvenssiä. Laadullinen tutkimus ja sen tutkijat etsivät vastauksia siihen kysymykseen, *miten* sosiaalinen kokeilu on luotu ja saavuttaa merkityksellisyyttä, kun taas vastaavasti määrällinen tutkimus painottaa muuttujien, ei prosessien, kausaalisten suhteiden mittausta ja analyysiä. Laadullisen tutkimuksen tekijät painottavat todellisen maailman luonnetta merkittävästi ihmisen sosiaalisesti rakentamana, tutkijan ja tutkittavan välistä intiimiä suhdetta, sekä tapauksellisia rajoitteita, jotka vaikuttavat prosessiin. (Lincoln & Denzin 2011.) Kriittisyyden ja oman harkintakyvyn nimissä on mainittava, että omassa kapasiteetissamme tutkijoina ymmärrämme kyllä tämän asian osalta myös objektiivisten faktojen olemassaolon ja sen tosiasian, että ihmisen sosiaaliset rakennelmat pohjautuvat usein objektiivisen maailman toimintoihin.

Etnografinen–tutkimus on tutkimusstrategia, jonka tavoitteena on tutkimuksen kohteena olevan ihmisten ja heidän toimintansa kokonaisvaltainen ymmärtäminen ja kuvaaminen.

Strategian lähtökohdat perustuvat ytimessään ihmisen ja hänen ympäristönsä laajaan ja monipuoliseen havainnoimiseen. Tämä havainnointi tapahtuu useimmiten käytännönläheisenä fyysisenä läsnäolona osana sitä määritettyä ympäristöä, jossa ihminen toimii, ja tähän sisältyy merkittävästi myös vuorovaikutuksellinen toiminta tutkittavana olevan ihmisen kanssa. (Jyväskylän yliopisto Koppa.)

Etnografia on sosiaalisten vaikutussuhteiden tutkimista, joka keskittyy käyttäytymiseen ja käsityksiin ryhmissä, tiimeissä, organisaatioissa ja yhteisöissä. Sen juuret löytyvät antropologiasta pienten ja syrjäisten yhteisöjen tutkimuksesta, jota harjoitettiin 1900-luvun alkupuolella. Tutkijat seurasivat näiden ihmisten toimintaa pitkällä aikavälillä ja dokumentoivat havaintonsa sosiaalisista ja uskomusjärjestelmistä. Myöhemmin tutkimusinstituutiot ottivat etnografisen otteen käyttöön myös moderneissa sosiaalisen elämän ympäristöissä. Etnografian keskeisenä tavoitteena on tarjota rikas, holistinen näkymä ihmisiin ja heidän toimintaansa, sekä myös sen ympäristön ominaisuuksiin, jossa ihmiset ovat. Aineiston keruu tapahtuu usein yksityiskohtaisten havaintojen ja haastattelujen kautta. Tavoitteena on ikään kuin ”päästä sisään” ihmisryhmän näkemyksiin maailmasta. (Reeves, Kuper & Hodges 2008.)

Etnografia metodina perustuu kanssakäymiseen ja vuorovaikutukseen ihmisten kanssa tietyissä ympäristöissä, minkä vuoksi muutokset sosiaalisissa, kulttuurisissa ja yhteiskunnallisissa suhteissa ja olosuhteissa vaikuttavat merkittävästi itse metodiin. Tutkittaessa etnografian haasteita menetelmänä esille on nousut seuraavia asioita. Ensinnäkin miten hyvin etnografia pystyy luomaan substantiivista tietoa nykyhetkellä käsillä olevasta aiheesta, kun teknologiset, luonnolliset ja jokapäiväiset asetelmauottuvuudet kokevat jatkuvaa monimuotoista ja nopeaa muutosta? Toiseksi: miten tutkijoiden uudet roolit ja vuorovaikutussuhteet sekä heidän alansa etnografisen tutkimuksen kanssa voidaan havaita ja käsittää? Kolmanneksi: millaisia uusia käännteitä nousee esiin etnografisessa tutkimuksessa, joita voitaisiin avata ja tutkia tarkemmin? (Lähdesmäki, Koskinen-Koivisto, Čeginskas & Koistinen 2020.)

Etnografisen tutkimuksen ominaisuuksia ovat: sosiaalisten ilmiöiden luonteen tutkiminen sen sijaan, että pyrittäisiin luomaan hypoteesien testaamista; usein työ ”strukturoidun datan” kanssa, eli aineistoa ei ole tarkasti luokiteltu keräysvaiheessa analyttisiin kategorioihin; tutkittavien tapausten pieni numeerinen määrä, mahdollisesti vain yhteen tapaukseen keskittyminen; aineiston analysointi sisältää merkittävästi ihmisten toiminnan tarkoitusten ja

tavoitteiden tulkitsemista, mikä tapahtuu usein hyödyntäen suullista vuorovaikutusta. (Reeves, Kuper & Hodges 2008.)

Päädyimme käyttämään omassa tutkielmassamme etnografista tutkimusstrategiaa pääasiassa siksi, että teoreettisen ulottuvuuden osalta se vastasi hyvin tutkimuksemme kohteen tarpeita, mutta myös käytännölliset syyt olivat ratkaisevia. Tutkimuksemme suunta oli vahvasti laadullinen, joten tutkimuksen toteuttamisen suunnitteluvaiheessa päätimme siirtyä pois päin survey-tutkimuksesta sekä monimenetelmäisestä otteesta (mixed method), jossa tutkimuksessa olisi yhdistetty laadullisia ja määrällisiä menetelmiä (Kananen 2015, 324). Näin ollen lähdemme panostamaan täysin niihin strategioihin ja metodeihin, jotka hyödynsivät parhaiten fyysisesti kerhotoiminnan työskentely-, opetus- ja oppimistilanteisiin liittymistä. Tulimme myös siihen johtopäätökseen, että haastattelut toimivat paremmin strukturoimattomalla observointia täydentävällä tavalla kuin vahvasti omana kokonaisuutenaan. Oppilaiden oli helpompaa vastata kysymyksiin matalalla kynnyksellä, kun kysymykset esitettiin ilman seremoniaa osana työskentelyprosessia.

Haastattelu on sosiaalitieteellisen tutkimuskentän vakiometodi, ja haastattelulla on paljon monimutkaisia ja moninaisia ominaisuuksia, jotka ovat nousseet esille, kun tutkijat kasvavassa määrin näkevät haastattelun yhtä paljon kommunikointitilaisuutena kuin datan keruu muotona (Gubrium, Holstein, Marvasti & McKinney 2012). Haastattelu ovat aineistonhankintamenetelmä, joka soveltuu tutkimuksen tarpeisiin silloin ja niissä tapauksissa, kun tarkoitus on tuottaa sellaista tieteellistä tietoa, joka käsittelee muun muassa, mutta ei välttämättä eksklusiivisesti, mielipiteitä, käsityksiä, havaintoja, asenteita, arvoja tai kokemuksia. Haastattelussa aineistoa keräävä tutkija osallistuu vuorovaikutteisesti omalta osaltaan aineiston tuottamiseen, ja haastattelutapojen tyypittely on riippuvainen siitä, millainen tutkijan vuorovaikutuksellinen rooli on asetelmassa. Haastatteluilla on erilaisia rakenteita ja käytäntöjä erityyppisille haastatteluille, jotka ovat muodostuneet ajan myötä. (Jyväskylän yliopisto Koppa.)

Haastattelu sijoittuu muodoltaan välille strukturoitu ja strukturoimaton. Strukturoimaton eli avoin haastattelu tarjoaa ennalta määrittämättömän ja spontaanin asetelman, kun taas strukturoitu ja puolistrukturoitu haastattelu tarjoavat ennalta määritettyä ja lomakemaisempaa rakennetta. Haastattelu voidaan järjestää kohdistuen siten, että sen muoto on teemahaastattelu, ryhmähaastattelu tai asiantuntijahaastattelu. Haastattelun vastauksen voidaan kerätä ja

tallentaa käyttäen erilaisia metodeja, kuten kirjoittamalla muistiinpanoja, äänittämällä tai videoimalla. (Jyväskylän yliopisto Koppa.)

Haastattelupohjainen tutkimus yleistyy ja monet tutkijat ovat kohdanneet haasteita sen osalta. Näitä haasteita on tutkittu ja tunnistettu, jotta niihin voitaisiin vastata tehokkaammin tieteellistä tutkimusta tehdessä. Dogsonin ja Trotmanin työ aiheesta on nostanut esille seuraavat haasteet. Haastattelukysymysten laatiminen on aina keskeinen tehtävä, jota vaikeuttaa se, että tutkija ei tiedä, mitä hän ei tiedä. Haastattelujen onnistuminen pitää taata, johon kuuluu oivaltamisen ja haastateltavien jaettujen kokemusten maksimointi.

Haastattelutilanteessa haasteeksi nousee luonnollisesti haastattelun toimiva toteuttaminen suunnitelman mukaan ja tuotetun tiedon läpikäyminen, johon kuuluu organisointi, analyysi, sekä suuren datamäärän käsittely. Vastaavasti tulosten esittäminen johdonmukaisena kokonaisuutena ja tehokkaasti on haaste itse haastattelujen jälkeen. Merkittävä ja vaikea vaihe voi myös olla tutkimukseen liittyvien arvioinnin ja vertaisarvioiden navigointi. (Dodgson & Trotman 2022.)

Seuranta on tieteellisen tutkimuksen aineistonhankintamenetelmä, jossa tiedonkeruu tutkittavasta kohteesta on säännöllisin ajoin tapahtuvaa ja toistuvaa. Seuranta voi ottaa erilaisia muotoja, kuten havainnoinnin tai haastattelun. Seuranta voi hyödyntää apunaan monia mahdollisuuksia tarjoavia digitaalisia keinoja, esimerkiksi tiedon hankintaa internetin välityksellä. (Jyväskylän yliopisto Koppa.)

Seurannassa voidaan käyttää tutkimuskysymysten mukaan kahta toteutustapaa, jotka ovat strukturoitu ja strukturoimaton. Strukturoitua seuranta on vaivihkaista toimintaa, jonka tarkoituksena on dokumentoida fyysistä ja suullista käytöstä, ja seuranta suoritetaan ennalta määrättyjen teoriasta junatavien aikataulujen mukaan. Strukturoimatonta seurantaa hyödynnetään, kun halutaan ymmärtää ja tulkita kulttuurista käytöstä, sekä huomioida konteksti ja tutkijan/tutkittavan välinen suhde. (Mulhall 2003.) Omassa tutkimuksessamme käytämme pääosin strukturoimatonta seurantaa. Tutkimuksessamme voi esiintyä seurannan synonyyminä myös termit havainnointi ja observointi, mutta tästä eteenpäin käytämme tutkimuksessamme seuranta- ja havainnointikertojen kontekstissa pääasiassa termiä observointi tekstin selkeyden ylläpitämiseksi.

5.4 Tutkimuksen aineiston hankintamenetelmät ja aineistojen hallinta

Tutkimuksen aineisto kerättiin kohderyhmältä hyödyntäen rajatun sosiaalisissa tilanteissa järjestettäviä kerhotoiminnan observointikertoja sekä strukturoimattomia haastatteluja. Aineistossa säilytettiin nimettömyydellä oppilaiden anonymiteetti, eli oppilaiden henkilötietoja ei kerätty sukupuolta lukuun ottamatta. Oppilaille jaettiin tutkimusmateriaalissa numerotunnus, joiden avulla heidän toimintaansa tallennettiin kirjaamalla, ja tutkimuksen tulokset esitettiin myös puhumalla yksilöistä ainoastaan numerotunnuksen mukaan. Vain tutkimuksen tekijöillä oli tilapäinen tieto siitä, mikä numerotunnus edusti kutakin yksittäistä oppilasta. Kaikki kerhoryhmän jäsenet antoivat vastauksensa ja heistä kerätyn datan yhteiseen aineisto pankkiin, josta ei ollut mahdollista tunnistaa tai etsiä yksittäisiä tiettyjä vastaajia.

Aineiston keräys ja käsittelymenetelmät ilmoitettiin selkeästi vastaajille ja heiltä vaaditaan suostumus tutkimukseen osallistumisesta, jotta heidän dataansa voidaan hyödyntää osana aineistoa. Tutkimuksen irrallinen aineistomateriaali hävitetään vastaajille ilmoitettuun aikaan mennessä tutkimuksen valmistumisen yhteydessä.

5.5 Tutkimusaineiston analyysimenetelmät

Tutkimusaineiston analysoinnissa hyödynnettiin teemoittelua ja luokittelua. Teemoittelussa aineistoa tarkastellaan näkökulmasta, jossa huomioidaan aineiston jossain muodossa toistuvia aiheita. Analyysimenetelmässä edetään käsitykseen käsillä olevista teemoista, josta siirrytään teemojen ryhmittelyyn sekä yksityiskohtaisempaan tarkasteluun. (Jyväskylän yliopisto Koppa.) Tavoittemme teemoittelun osalta oli havainnollistaa toistuvia ilmiöitä oppilaiden osalta robotiikka ja ohjelmointi työskentelyn osalta.

Luokittelussa aineiston muodostavaa joukosta jäsennetään erilaisiin jäsennyksiä tai ryhmittelyjä, minkä avulla voidaan havainnoida tai havainnollistaa joukon koostumuksellisia tai olemuksellisia ulottuvuuksia. Aineiston kohdejoukon luokkia yhdistävät jotkut jaetut ominaisuudet tai toisiaan muistuttavat ominaisuudet. (Jyväskylän yliopisto Koppa.) Pää tavoittemme oli hyödyntää luokittelua hahmottamaan erilaisten työskentelijöiden eroja, ja sitä kautta mitä erilaisia suhde-eroja oppilaalla on mahdollista osoittaa robotiikka- ja ohjelmointityöskentelyä kohtaan.

Tulosten analyysissä ja esittelyssä keskeiset tulokset on jaoteltu kahteen tärkeään luokkaan, jotka havainnollistavat saavutettua tietoa. Ensimmäinen luokka on taidon saavuttama **havainto/oppilas/kerta**, eli **havaintojen esiintymisen, kunkin oppilaan toiminnan ja kertojen määrän** yhdessä luoma pistemäärä. Kutsumme näitä pisteitä lyhenteellä **H/O/K-pisteet**. Yksi H/O/K piste on merkitty kunkin taidon yhteyteen, kun yksi oppilas on yhdellä kertaa käyttänyt kyseistä taitoa. Mitä korkeammat pisteet taito on saavuttanut tutkimuksen observointijakson aikana, sitä enemmän oppilaat ovat käyttäneet kyseistä taitoa.

Toinen kategoria on taidon **ylipäättään havainto** observointijakson aikana, eli **onko kukin oppilas osoittanut taitoa vähintään kerran vai ei ollenkaan**. Tätä kategoriaa kutsumme nimellä **jaksohavainto**, ja sitä havainnollistetaan murtoluvuilla 1/4, 2/4, 3/4 tai 4/4 sen perusteella, kuinka moni neljästä oppilaasta käytti taitoa vähintään kerran koko jakson aikana.

5.6 Eettiset kysymykset

Tutkimuksessa täytyy ottaa huomioon yleiset aineiston keruun kohderyhmän oikeuksien suojaamiset, ja miten hyvin tutkittavien suojaamisessa kanssa on onnistuttu (Tuomi & Sarajärvi 2018). Aineistomme tahaton ja tahallinen väärinkäyttö oli suljettava pois asiallisen ja ammattimaisen akateemisen standardin mukaisesti. Kohderyhmälle ei saanut aiheutua merkittävää haittaa observoinnin eikä haastattelun seurauksena. On tärkeää, että kohderyhmälle selostetaan ennen aineistonkeruun aloittamista tutkimuksen tarkoitus, millaisia metodeja ja menetelmiä tutkijat käyttävät, ja mitkä ovat mahdolliset epäkohdat ja riskit tutkittaville (Tuomi & Sarajärvi 2018). Omassa tutkimuksessamme hyödynsimme opettajan välittämää saatekirjettä ja tietosuojalomaketta, jotka huomioivat nämä osa-alueet (Liite 2; Liite 3).

Tutkimus pyrkii saavuttamaan ymmärrystä tärkeiksi ja arvokkaiksi koettujen taitojen kehittymisestä robotiikan kontekstissa. Tutkimuksemme palvelee siis makrotasolla opetuksen kehittämisen arvoja. Näiden arvojen mukaisen toiminnan ylläpitäminen on tärkeää. Tutkimuksessa tuli välttää tutkimuksen tekijöiden omien dataan pohjautumattomien mielipiteiden merkittävä vaikuttaminen tuloksissa. Emme voineet esittää virheellisiä väitteitä, jotka saattaisivat taitojen opettamisen kehityksessä työntää opetusta robotiikan kasvavan arvostuksen suuntaan tai päinvastoin.

Aineiston keruun ja kohderyhmän valitsemisen suhteen oli noudatettava ennakkoluulotonta ja henkilökohtaisia suhteita välttävää otantaa. Oli varmistettava, ettei kyselyyn osallistuneilla oppilailta ollut merkittävää yhteyttä tutkimuksen toteuttajiin, jolloin meillä olisi ollut mahdollisuus ennalta vaikuttaa tai asettaa odotuksia tutkimusaineiston vastauksille.

Tutkimuksen anonymiteetin tarkastelu on myös tärkeä osa-alue (Tuomi & Sarajärvi 2018). Yksittäisiä oppilaita ei nimetty tai muuten käsitelty tunnistettavilla tiedoilla tutkimusmateriaalissa, ja heidän toimintansa tallennettiin käyttäen anonymiteetin säilyttäviä numerotunnisteita.

5.7 Tutkimuksen toteuttamiseen liittyviä haasteita

Tässä tutkimuksessa haasteena oli se, että strukturoimattomat haastattelukysymykset saatiin muotoiltua oikeaan muotoon ja esitettyä siten, että ne kunnolla palvelivat observoinnista saatuja havaintoja. Kysymyksien pohjalta oli tarkoitus saavuttaa parempaa ymmärrystä kerholaisten toiminnasta, joten kysymykset olivat olennainen osa tutkimuksen onnistumista. Aiheemme oli myös monessa suhteessa haastava. Kuten Balderas ym. (2018) kumppaneineen on tuonut esille, geneeristen taitojen tason mittaaminen on todettu haastavaksi. Näin ollen jouduimme miettimään tarkkaan, mitä observointimme kertoi seurattavien toiminnasta, ja miten haastattelu palveli tätä observointia.

Lähtökohtaisena haasteena oli löytää koulu, joka täytti robotiikkaa ja ohjelmointia sisältävän toiminnan kriteerit ja suhtautui tutkimukseemme tarpeeksi positiivisesti osallistuakseen. Sopivaa koulua ei löytynyt Rauman välittömästä läheisyydestä lukuisista tiedusteluistamme huolimatta, joten sopivan kohdejoukon saavuttaminen oli suuri haaste. Sopiva koulu lopulta löytyi huomattavasti kauempaa opiskelutoverin yhteyksien kautta. Aikataulullisesti tutkimuksen toteuttajien logistisettilanteet hankaloittivat huomattavasti sitä, milloin aineiston keruu onnistuttiin järjestämään, mikä käytännön tasolla johti pienempään kuin toivottuun otantaan, sillä kerhoon osallistujien määrä vaihteli ajankohtien mukaan.

Robotiikan kontekstissa tutkittuna tämän tutkimuksen aihe saattoi olla monelle koululle liian tuore, mikä osoittautui suurena hankaluutena löytää kriteerit täyttävä koulu. Useat koulut ilmoittivat, ettei heillä ollut sopivaa robotiikka-aiheista toimintaa tarjolla. Robotiikka käsityön teknologiana on ollut opetussuunnitelmassa jo monen vuoden ajan (POPS 2014), mutta useissa kouluissa se on silti vielä murrosvaiheessa, ja kokemustemme perusteella todella

eritasoista paikkakunnasta ja koulusta riippuen. Kaikilla näillä haasteilla oli yhteys tutkimuksen uskottavuudelle. Lisäksi laadullisesti painottuneen tutkimuksen puitteissa yleistettävyys on monesti vaikeaa tai jopa mahdotonta. Laaja yleistettävyys ei kuitenkaan ollut tutkimuksemme tavoitteellinen prioriteetti.

6 Tulokset

Neljän yläkoulun oppilaan robotiikan projektin observointi- ja haastatteluaineistosta tunnistettiin ohjelmoinnilliseen ajatteluun ja generisiin taitoihin liittyen alaluokkia ja yläluokkia. Seuraavassa luvussa tulokset esitellään teorialähtöisen sisällön analysoinnin pohjalta. Tuloksia esitellään sekä aineistosta nousseiden ohjelmoinnillisen ajattelun ja generisten taitojen osa-alueiden avulla (alaluokat ja yläluokat), että tarkastellen myös analyysiyksiköiden jakaantumista määrällisesti ala- ja yläluokkiin.

6.1 Tutkittavat perusopetuksen yläkoulun robotiikkakerhon projektit

Tutkimuksen observointi toteutettiin yläkoulun robotiikkakerhon yhteydessä, jossa seurasimme yhtä itsenäisesti omaa projektia työstävää oppilasta sekä kolmen hengen joukkuetta, joka työskenteli robotiikkaprojektin parissa. Yksittäinen oppilas rakensi itse suunnittelemaansa peliä. Robotiikkajoukkue oli osana koulujen välisiä robotiikkakilpailuja, joita varten robottia luotiin. Kilpailussa määriteltiin robotille tehtäviä, joita suorittamaan robotti rakennettiin ja ohjelmoitiin.

Oppilas A työskenteli kaikilla observointikerroilla yksin. Hän teki Arduinolla ohjelmoitua, puhelimella ohjattavaa pallopelejä. Arduino on mikrokontrollijärjestelmä, jonka avulla voi itse rakentaa ohjelmoitavia laitteita. Ohjelmoitava laite voi olla esimerkiksi robotti tai peli. Oppilaan A pallopelissä oli fyysinen, mekaaninen pelipöytä, jonka liikkuvia osia ohjasi erilaisten moottorien avulla Arduino. Arduinon kautta pallopelejä oli bluetoothin välityksellä yhteydessä puhelimeen, joka toimi peliohjaimena.

Oppilaat B, D ja E tekivät kaikilla observointikerroilla VEX-robottia ryhmätyönä. VEX-robotti on robotiikan oppimisympäristö, eräänlainen opetuskäyttöön suunnattu robotin rakennussarja, joka perehdyttää ohjelmoinnin, robotiikan ja automaation maailmaan. Oppilaat B, D ja E rakensivat ja ohjelmoivat robottia VEX-kilpailua varten. Kilpailun tehtävänannossa oli määrätty rata/pelikenttä, joka VEX-robotin on määrä suorittaa, sekä mittasuhteet, joiden sisällä robotin mittojen on pysyttävä. Tehtävänannon mukaan robotin on suoritettava rata alusta loppuun asti etukäteen luodulla (koodatulla) komennoilla. Muuten robotin tyyli ja toiminta oli vapaa ja oppilaiden itsensä suunniteltavissa. Tehtävässä oli muun muassa mutkitteleva reitti, jonka jälkeen robotin piti suorittaa erinäisiä tehtäviä.

6.2 Tutkimuksen toteutuksen ja tulosten taulukointi kokonaiskuvana

Tässä osiossa tutkimuksessamme saavutetut tulokset on esitelty taulukoituna. Taulukosta näkee oppilaiden observointijakson aikana käyttämien taitojen määrän taitokohtaisesti. Tulosten tarkempi ja kohdistetumpi läpikäyminen seuraavassa alaluvussa 6.3. Tulosten yksityiskohtaisempi taulukointi löytyy tutkimuksen liitteistä (Liite 6; Liite 7). Liitetaulukoista näkee tietoa tutkimuksen kohteena olevista kerhokerroista, joihin tutkimuksen tekijät ovat osallistuneet, sekä millaisia tuloksia tämän tiedon pohjalta on voitu saada. Ohjeet alla esitettyjen taulukkojen tulkitsemiseen sijaitsevat taulukoiden jälkeen. Tutkimuksessa taitojen käyttö on ilmaistu H/O/K –pisteillä (havainto/oppilas/kerta). H/O/K –pisteet siis kertovat sen, kuinka monta kertaa taitoa on käytetty koko observointijakson aikana. Tutkimuksessa yhden taidon maksimaalinen H/O/K –pistemäärä oli 17. Maksimaalinen pistemäärä 17 perustuu observointikertojen ja paikalla olleiden oppilaiden yhteismäärään. Lopullisissa H/O/K-pisteissä on huomioitu ja poistettu observoijien päällekkäiset merkinnät.

Taulukko 3. Geneeristen taitojen tulokset H/O/K –pisteinä.

GENEERISTEN TAITOJEN H/O/K – PISTEET	
Luovuus 7	Ongelmanratkaisu 10
Stressin hallinta 10	Kriittinen ajattelu 7
Ryhmätyötaidot 11	Ajanhallinta 8
Suunnittelu 10	Vastuunkannon taidot 5
Organisointi 4	Joustavuus 4
Itseohjaavuus/oma- aloitteisuus 16	Itsekuri 5

Geneeristen taitojen listaus ja taitokohtainen (H/O/K) pistemäärä. Alleviivattu pistemäärä kertoo observointijaksolla useimmin esiintyneen taidon ja kursivoidut pistemäärät kertovat observointijaksolla vähiten käytetyt taidot.

Taulukko 4. Ohjelmoinnillisten taitojen tulokset H/O/K –pisteinä.

OHJELMOINNILLISTEN TAITOJEN H/O/K – PISTEET	
Luova ja looginen ajattelu	3
Ongelmien hahmottamiskyky	<u>6</u>
Ongelmien ratkaisutaito	3
Vaihtoehtojen löytäminen	3
Algoritmin eli komennon luominen	5
Vaiheittain eteneminen	2

Ohjelmoinnillisten taitojen listaus ja taitokohtainen (H/O/K) pistemäärä Taulukossa alleviivattu pistemäärä kertoo observointijaksolla useimmin esiintyneen taidon ja kursivoitu pistemäärä kertoo observointijaksolla vähiten käytetyn taidon.

Yllä esitetyt taulukot 3 ja 4 esittävät yksinkertaistetut tulokset liitteistä löytyvistä tulostaulukoista (Liite 6; Liite 7). Liitteistä löytyvistä taulukoista (Liite 6; Liite 7) tulokset-kohdan ensimmäisessä sarakkeessa kuvataan geneeristen ja ohjelmoinnillisten taitojen esiintymistä oppilaan työskentelyssä observointikertojen aikana. Esimerkiksi kohdassa

vaihtoehtojen löytäminen (Liite 7) molemmat observoijat havaitsivat observointikerralla (#2) oppilaan D tarkastelevan useita vaihtoehtoja ennen ratkaisun tekemistä. Havaintojen määrään on laskettu molempien observoijien havainnot. Jokaiselta observointikerralta kirjattiin, tunnistettiinko oppilaan käyttävän kyseistä taitoa vai ei. Tietyn taidon käyttö kirjattiin kunkin observointikerran osalta vain kertaalleen siten, kuin observoijat sen havaitsivat. Samalla observointikerralla observoija 2 huomasi myös oppilaan B täyttävän kohdan *vaihtoehtojen löytäminen* kriteerit. Observointikerralla (#3) vain observoija 2 huomasi vaihtoehtojen löytämistä esiintyvän oppilaan E toimesta. Kohtaa *4. vaihtoehtojen löytäminen* esiintyi observointikerroilla siis yhteensä neljä kertaa, mutta koska molemmat observoijat ovat merkinneen oppilaan D käyttävän taitoa samalla kerralla (#2) otetaan tämä huomioon H/O/K- pisteitä laskiessa. Observoijien yhtenäiset merkinnät ilmoitetaan taulukoissa (Liite 6; Liite 7) H/O/K- sarakkeessa havaintojen yhteenlasketun määrän perässä sulkujen sisällä. Vaihtoehtojen löytäminen kohdan H/O/K- pisteet ovat siis 3 ja sitä esiintyi kaiken kaikkiaan 3/4 oppilaan toimesta observointijakson aikana. Tämä löytyy taulukosta (Liite 7) tuloksetkohdan toisesta sarakkeesta *Toiminnan havaitseminen Ylipäätään koko jaksolta/ oppilas*.

6.3 Oppilaiden robotiikkaprojektissa käyttämien generisten ja ohjelmoinnillisten taitojen erittely taitokohtaisesti

Tässä kohdassa käymme taulukoissa 3 ja 4 sekä liitteissä 6 ja 7 esitetyt tulokset läpi siten, että tarkastelemme jokaista generisten ja ohjelmoinnillisten taitojen osa-alueita yksittäin vuorollaan. Keskeiset tulokset on jaoteltu kahteen kategoriaan. Ensimmäinen kategoria on taidon saavuttama **havainto/oppilas/kerta**, eli **H/O/K –pisteet**.

Toinen kategoria on taidon havainnointi ylipäätään observointijakson aikana, eli onko kukin oppilas osoittanut taitoa vähintään kerran vai ei ollenkaan. Tätä kategoriaa kutsumme nimellä **jaksohavainto**, ja sitä havainnollistetaan murtoluvuilla **1/4, 2/4, 3/4 tai 4/4**. Jaksohavainnon ensimmäinen luku kertoo oppilaiden lukumäärän, joilla taitoa on havaittu. Jaksohavainnon jälkimmäinen luku kertoo oppilaiden yhteismäärän, eli mikä on taidon havaintojen maksimimäärä.

Opetuskerroilla 1–5 paikalla olleet oppilaat

kerta 1# paikalla oli oppilaat A ja B

Kerta 2# paikalla oli oppilaat A, B, D, E

Kerta 3# paikalla oli oppilaat A, B, E

Kerta 4# paikalla oli oppilaat A, B, D, E

Kerta 5# paikalla oli oppilaat A, B, D, E

6.3.1 Geneeriset taidot

1 Luovuus

Luovuudeksi olemme tulkinneet, kun oppilas on työssään käyttänyt kekseliästä ja mielikuvituksellista tyyliä joko työstötapojen/-menetelmien, toteutustapojen tai kokonaisuuden luomisessa. Luovuutta tarkkailtiin myös osana suunnittelua, mutta tiedostettiin raja suunnittelun ja luovuuden välillä.

Luovuus esiintyi merkittävästi vain tietynä kertana observointijakson aikana. Kerta #1 (A ja B) kumpikaan eivät osoittaneet luovuutta. Kerta #2 kaikki oppilaat (A, B, D ja E) osoittivat työskentelyssään luovuutta. Kerta #3 (A, B ja E) oppilaat A, B ja E osoittivat luovuutta. Kerta #4 (A, B, D ja E) kukaan ei osoittanut luovuutta. Kerta #5 (A, B, D ja E) kukaan ei osoittanut luovuutta.

Luovuus painottui vahvasti toiselle (#2) ja kolmannelle (#3) kerralle. Observoijien havaintojen välillä oli pieniä eroja kolmannelle (#3) kerralla, mutta muilla kerroilla ei eroja ollut. Luovuuden H/O/K-pisteet olivat 7. Jaksolla havaittiin luovuutta kaikilla oppilaita, eli 4/4.

Kerralla #2 oppilaat B, D ja E **käyttivät luovuutta robotin rakentamisen yhteydessä**, kun vuorossa oli anturien ym. Asentaminen kekseliällä tavalla. Kerralla #3 Oppilaat A ja B **suunnittelivat robotin kokoonpanossa** erilaisten osien toimivuutta ja miettivät vaihtoehtoja kokoonpano ratkaisuille.

2 Stressin hallinta

Stressinhallintaa tulkitsimme osana työskentelyä. Kuinka esimerkiksi aikapaine, työskentelytarkkuus, vaativan osuuden tekeminen ja virheen tekeminen/havaitseminen näyttäytyi. Yleisesti seurasimme oppilaiden hermoja ja käyttäytymistä työskentelyn aikana ja stressiä altistavissa tilanteissa. Mikäli oppilas osasi tällaisissa tilanteissa hallita stressin ja

hermostuneisuuden, esimerkiksi osasivat pitää tunteenpurkauksensa kurissa tiukasta tilanteesta huolimatta, laskimme sen stressin hallinnaksi. Mikäli tunteenpurkauksia tapahtui, seurassimme myös niiden yhteyttä stressin lievittämiseen.

Stressin hallinta painottui selvästi tietyille oppilaille observointijakson aikana. Kerta #1 (A ja B) A osoitti stressin hallintaa. Kerta #2 (A, B, D ja E) oppilaat A ja B osoittivat työskentelyssään stressin hallintaa. Kerta #3 (A, B ja E) oppilaat A ja B osoittivat stressin hallintaa. Kerta #4 (A, B, D ja E) vain oppilas B osoitti stressin hallintaa. Kerta #5 (A, B, D ja E) kaikki oppilaat osoittivat stressin hallintaa.

Stressinhallintaa esiintyi enemmän töiden edetessä ja se painottui eniten observointikertojen loppupuolelle (Kerrat #3 ja #5). Observoijien havaintojen välillä oli pieniä eroja yhteisillä kerroilla, joten näyttää siltä, että stressin hallinnan tulkinta on ollut haastavaa. H/O/K-pisteet olivat 10. Jaksolla havaittiin stressinhallintaa kaikilta oppilailta, 4/4.

Kerralla 1# havaittiin oppilaan A tekevän todella pikkutarkkaa työtä Arduinon liitäntäpinnien juotinkytköksiä kanssa, minkä **tulkittiin vaativan stressin hallintaa**. Oppilas toimi todella **rauhallisesti ja tarkasti**, vaikka toiminta oli riskialtista valmistettavan työn kannalta. Oppilaan olemuksesta oli selvää, että työskentely oli haastavaa, minkä huomasi huokailemisesta, mutta muuten **turhautuminen pysyi hyvin kurissa**. Kerralla #3 oppilas D oli poissa, ja tämä **stressin lähde** aiheutti robottiryhmän jäsenille B ja E selkeästi hankaluuksia työn jatkamisen. Kerralla #5 oli havaittavissa, että oppilaiden B, D ja E työnteko oli hieman veltoa, mikä viittasi **stressinhallinnan ja itsekurin puutteen aiheuttamaan** työskentelyn heikkenemiseen.

3 Ryhmätyötaidot

Ryhmätyötaitoiksi olemme tulkinneet työskentelyä yhteisessä projektissa ja projektin etenemistä yhteisen tavoitteen mukaan. Siinä ilmeneviä erilaisia yhdessä työskentelyn muotoja ovat mm. suunnittelu ryhmässä, kommunikointi toisten kanssa, muiden ideoiden ja ehdotuksien huomioonottamista ja yleinen yhteistyö muiden kanssa.

Ryhmätyötaitojen kanssa seurattiin vain VEX-robottijoukkuetta, ja ryhmätyö oli muutamaa kertaa lukuun ottamatta kattavasti läsnä koko observointijakson ajan. Kerta #1 (A ja B) kumpikaan ei osoittanut ryhmätyötaitoja. Kerta #2 (A, B, D ja E) oppilaat B, D ja E osoittivat työskentelyssään ryhmätyötaitoja. Kerta #3 (A, B ja E) oppilaat B ja E osoittivat ryhmätyötaitoja. Kerta #4 (A, B, D ja E) oppilaat B, D ja E osoittivat työskentelyssään ryhmätyötaitoja. Kerta #5 (A, B, D ja E) oppilaat B, D ja E osoittivat työskentelyssään ryhmätyötaitoja.

Ryhmätyötaitoja esiintyi joka kerta lähes kaikilla ryhmätyötä tekevillä oppilailta. Taidot jakautuivat tasaisesti joka kerralle, jolloin oppilaita oli enemmän paikalla (Kerrat #2, #3, #4 ja #5). H/O/K-pisteet olivat 11. Jaksolla havaittiin ryhmätyötaitoja kaikilta paitsi yhdeltä oppilaalta (oppilas A), mikä antoi jaksohavainnoksi 3/4 oppilasta. Täytyy ottaa huomioon, että 3/4 on tämän taidon kohdalla vajaa vain koska oppilas A ei työskennellyt ryhmässä.

Kerralla #2 oppilaat B, D ja E tekivät robottiprojektiaan **tiivisti ryhmässä**. Kerralla ilmeni, että oppilaiden B, D ja E robottijoukkue oli tehnyt **työnjakoa**, jossa roolit ovat jakautuneet kapteeniin ja varikkoon. Ryhmä oli **jakanut roolit** siten, että B ja E olivat vastuussa robotin rakenteellisesta toiminnasta, ja D huolehti koodaamisesta. Kerralla #4 **ryhmätyöskentely** oppilaiden B, D ja E välillä oli aluksi hidasta, mutta tunnin aikana he saivat valmistettua testirataa robottia varten. Varsinaisen robotin rakennusta oli varsin vähän. Robotti painotettiin siten, että se pystyi puskemaan hyvin. Testikenttä oli suuri ympyrä, joka maalattiin siten, että robotti osaisi lukea kentän tason väriä antureidensa avulla, ja siten tunnistaa kentän rajat.

4 Suunnittelu

Suunnitteluksi tulkitsimme työn kokonaisuuden suunnittelemista, vaihe- ja tuotekohtaista suunnittelua sekä vapaamuotoisen oppimiskerran etenemisen suunnittelua. Vapaamuotoiseen oppimistilanteeseen liittyen suunnitteluun liittyi esimerkiksi työvaiheiden järjestyksen suunnittelu ja itse työvaiheiden toteuttamisen suunnittelu.

Suunnittelun kohdalla observointi oli yhtenäinen. Kerta #1 (A ja B) kumpikaan ei tuonut ilmi suunnittelua. Kerta #2 (A, B, D ja E) oppilaat A, B, D ja E osoittivat työskentelyssään suunnittelua. Kerta #3 (A, B ja E) oppilaat B ja E osoittivat suunnittelua. Kerralla #3 suunnittelu esiintyi robotin eri osien toimivuuden ja eri vaihtoehtojen miettimisenä. Kerta #4 (A, B, D ja E) oppilaat B, D ja E osoittivat työskentelyssään suunnittelua. Kerta #5 (A, B, D ja E) oppilas A osoitti työskentelyssään suunnittelua.

Suunnittelu oli kertakohtaisesti painottunutta, eli joillakin kerroilla suunnittelu oli selkeästi pääosassa, kun taas muilla kerroilla panostettiin toteutukseen. Esimerkiksi kerta #2 oli ainoa kerta, jolloin kaikki oppilaat havaittiin harjoittavan suunnittelua. Suunnittelun H/O/K-pisteet olivat 10, eikä observoijien välillä ollut lainkaan eroja, mikä johti täysin yhdenmukaisiin havaintoihin. Jaksolla havaittiin suunnittelua kaikilta oppilailta, eli suunnittelu saavutti täydet 4/4.

Kuten mainittu ryhmätyötaitojen kohdassa, kerralla #2 ilmeni oppilaiden B, D ja E **robottijoukkueen työnjako** kapteeniin ja varikkoon, mikä tulkittiin suunnitelmallisuudeksi. Kerralla #3 robottioppilaiden B, D ja E **joukkue suunnitteli** eri osien toimivuutta robotissa ja **pohtivat vaihtoehtoja**. Kerralla #4 **robottijoukkue suunnitteli** suurehkoa kärryä, jossa robottia ja sen osia säilytetään ja kuljetetaan. Kerralla #5 robotti **joukkue suunnitteli** huomattavan paljon opettajan avustuksella tulevaa työvaihetta.

5 Organisointi

Työnteon ym. organisointi, ryhmän organisointi ovat osa ryhmätyötaitoja. Esimerkiksi kuinka roolit ryhmässä jaetaan ja niiden mukaan toimitaan? Sulava yhdessä työskentely roolituksista huolimatta. Oman työskentelyn organisoinniksi laskimme jouhevaa ja sulavaa työskentelyä, jolloin turhaa edestakaisin liikkumista ja eri vaiheiden välillä siirtymistä ei synny.

Organisointi oli ajoittaista observointijakson aikana. Kerta #1 (A ja B) kumpikaan oppilasta ei osoittanut organisointia. Kerta #2 (A, B, D ja E) ainoastaan oppilas D osoitti organisoinnillista toimintaa työskentelyssään. Kerta #3 (A, B ja E) oppilaat A, B ja E osoittivat organisointia. Kerta #4 (A, B, D ja E) kukaan oppilas ei osoittanut organisointia. Kerta #5 (A, B, D ja E) myöskään kukaan oppilas ei osoittanut organisointia.

Organisointi oli huomattavan painottunutta sekä harvinaista. Erot observoijien välillä olivat suuret, mutta erot havaintojen absoluuttisessa määrässä olivat vain kaksi pistettä. H/O/K-pisteiltään organisointi saavutti 4, ja jaksohavaintona se saavutti 4/4.

Kerralla #3 robotti joukkueen jäsen D oli poissa, joten oppilaiden B ja E työskentely oli hajanaisempaa ennen kuin he **saivat organisoitua työprosessin** ottamaan huomioon poissaolon.

6 Itseohjaavuus/oma-aloitteisuus

Nimensä mukaisesti itseohjaavuudeksi ja oma-aloitteisuudeksi olemme tulkinneet oppilaan käyttäytymistä työskentelyssä. Osaako oma-aloitteisesti työskennellä ja tehdä vaiheita eteenpäin edeten työskentelyssä, ja osaako omin avuin oikeiden asioiden pariin?

Itseohjaavuutta esiintyi observoinnin aikana paljon ja säännöllisesti. Kerta #1 (A ja B) A osoitti itseohjaavuutta/oma-aloitteisuutta edetessään oman projektinsa parissa. Kerta #2 (A, B, D ja E) kaikilla oppilailla esiintyi oma-aloitteisuuden/itseohjautuvuuden merkkejä työskentelyssä. Kerta #3 (A, B ja E) oppilaat A, B ja E osoittivat itseohjautuvuutta työskentelyn edetessä. Kerta #4 (A, B ja E) kaikki oppilaat olivat itseohjautuvia ja oma-aloitteisia. Myös kerralla #5 (A, B, D ja E) kaikki oppilaat toivat esiin itseohjautuvuuden ja oma-aloitteisuuden, vaikka B, D ja E työskentelivätkin ryhmässä.

Itseohjautuvuutta/oma-aloitteisuutta esiintyi poikkeuksetta joka kerralla ja runsaasti. Oppilaalla A sitä tuli lähes välttämättä yksikseen työskentelyn vuoksi. Oppilailla B, D ja E työskentelivät ryhmässä, mutta vaikuttivat kuitenkin ryhmätyöskentelyn lisäksi olevan tietoisia omasta työskentelystään. H/O/K-pisteet itseohjaavuudelle olivat 16, ja havaintoero observoijien välillä oli yksi oppilas. Jaksohavaintona itseohjaavuus saavutti täydet 4/4.

Kerralla #1 oppilas A **työskenteli erittäin itseohjautuvasti** Arduinon pinnien juottamisen kanssa, eikä tarvinnut apua tai ohjausta opettajalta. Kerralla #2 oppilaiden B, D ja E robotti joukkue **osoitti itseohjautuvuutta** robotin kanssa työskennellessään. Kerralla #3 havaittiin, kuinka robotti joukkueen paikalla olevat oppilaat B ja E **noutivat itsenäisesti** robottityöskentelyn välineet ja materiaalit toisesta luokasta lainaamalla opettajan avaimia. Tämä **toiminta toistui** myös myöhemmillä kerroilla. Työskentelyssä tarvittiin opettajan apua, kun vastaan tuli isompi ongelma. Koska oppilas D ei ollut paikalla kerralla #3, oppilas E **otti hänen sijastaan** robotin koodin työn alle, vaikka oppilas D on joukkueen pääasiallinen koodin laatija. Kerralla #4 oppilaat työskentelivät paljon opettajan tuen kanssa, kun työvaiheena oli robotin testiareenan rakentaminen, jolloin varsinaisen robotin itsenäinen

rakentaminen jäi vähäiseksi. Oppilas A jatkoi omaa **projektiaan pitkäjänteisesti ja itsenäisesti**. Kerralla #5 on huomautettu, että oppilaiden itsenäinen kauppareissu naposteltavia varten ennen tuntia venyi pahasti, mikä johti työn aloituksen viivästymiseen.

7 Ongelmanratkaisu

Ongelmanratkaisuksi tulkitsimme ongelmien havainnointia ja niiden käsittelyä tavalla, joka johti niiden korjaamiseen. Esimerkiksi suunnittelussa ja tekovaiheessa esiin tulleiden pulmien löytämistä, niiden ratkaisua, ja mahdollisten erilaisten toteutusvaihtoehtojen keksimistä.

Ongelmanratkaisua esiintyi usein työskentelyjakson aikana. Neljällä observointikerralla viidestä observoijat havaitsivat oppilaiden käyttävän ongelmanratkaisua työskentelyssä erilaisissa työskentelyn vaiheissa. Kerta #1 (A ja B) kumpikaan oppilaista ei ollut tilanteessa, jossa olisi esiintynyt ongelmanratkaisua. Kerta #2 (A, B, D ja E) kaikki oppilaat toivat esiin työskentelyssään ongelmanratkaisutaitoja. Kerta #3 (A, B ja E) vain oppilaalla B oli vaihe työskentelyssä, jossa ilmeni ongelmanratkaisua. Kerta #4 (A, B, D ja E) oppilaat B ja E näyttivät ongelmanratkaisua työskentelyssä. Kerta #5 (A, B, D ja E) kaikki oppilaat toivat työskentelyssään esiin ongelmanratkaisua.

Ongelmanratkaisua esiintyi ajoittain kaikkien työskentelyssä ja se ilmenee myös observoijien havainnoista. Oppilaalla B sitä havaittiin enemmän kuin muilla. Sitä tapahtui 4/5 kerroista, joilla hän oli paikalla. H/O/K-pisteet ongelmanratkaisussa olivat 10, ja havaintoerot observoijien välillä oli kaksi oppilasta. Jaksohavainto ongelmanratkaisussa oli 4/4 oppilaista.

Kerralla #2 oppilaat B ja E pohtivat robotin rakentamista ja siihen liittyvien **ongelmien ratkaisuja**. Koska kerralla #3 oppilas D oli poissa, oppilaat B ja E joutuivat toimimaan ilman ryhmän kapteenia, jolloin toiminta oli hajanaisempaa ja oppilaat **joutuivat ratkaisemaan** miten päästä työntekoon kiinni. Lopulta työnteko lähti kuitenkin etenemään reippaalla tahdilla.

8 Kriittinen ajattelu

Kriittiseksi ajatteluksi tulkitsimme oman suunnitelman ja työvaiheiden kyseenalaistamista. Esimerkiksi omiin suunnitelmiin ja työvaiheisiin liittyvää pohdintaa ennen toteutusvaihetta. Toimiiko jokin asia nykymuodossa, vai voisiko sen toteuttaa eri tavalla järkevämmiin?

Kriittistä ajattelua havaittiin myös useita kertoja observointijakson aikana. Oppilaiden ns. Ongelma-/tehtävälähtöiset työt ajoivat oppilaat kriittiseen ajatteluun ongelmanratkaisua miettiessä. Tämä taitoa esiintyi kuitenkin vain kahdella kerralla (2# ja 3#), jolloin itse ideoinnin ja toteutusten yhteen liittäminen oli keskeisessä roolissa. Kerta #1 (A ja B) kumpikaan oppilaista ei ilmaissut kriittistä ajattelua. Kerta #2 (A, B, D ja E) kaikki oppilaat näyttivät työskentelyssään kriittistä ajattelua. Kerta #3 (A, B ja E) oppilaat A, B ja E olivat tilanteessa, jossa ilmeni kriittistä ajattelua. Kerta #4 (A, B, D ja E) kukaan oppilas ei esittänyt

kriittisen ajattelun taitoja. Kerta #5 (A, B, D ja E) ei myöskään ilmennyt oppilailta kriittistä ajattelua.

Kriittinen ajattelu painottui vahvasti niille kerroille, kun oppilaat lähtivät toteuttamaan suunnitelmiaan konkreettisesti. Oppilaiden suunnitelmat joutuivat näillä kerroilla testiin, jolloin oppilaat joutuivat tarkastelemaan suunnitelmiaan, sekä miettimään/kyseenalaistamaan suunnitelmansa toimivuutta. H/O/K-pisteet kriittiselle ajattelulle ovat 7. Vaikka havainnot painottuivatkin kahdelle kerralle, eikä kriittistä ajattelua esiintynyt niin runsaasti, saatiin jaksohavainnoksi kuitenkin 4/4. Kriittisestä ajattelusta ei havaittu observoiden osalta kirjaamisen arvoisia huomioita vapaille lisämuistiinpanoille.

9 Ajanhallinta

Ajanhallinnaksi tulkittiin oppilaan oman toiminnan tarkkailua ja tehostamista, oikeiden työvaiheiden valitsemista sujuvan työskentelyn takaamiseksi ja ennakoitua tulevaa varten. Esimerkiksi vapaan oppimistilanteen aikarajan puitteissa mahdollisimman paljon työskentelyä ja mahdollisimman vähän keskustelua kavereiden kanssa muista kuin työskentelyyn liittyvistä asioista. Lisäksi mm. pintakäsittelyssä huomioidaan kuivumisajat, jonka vuoksi se sijoitetaan työskentelykerran loppuun tehokkuuden nimissä.

Ajanhallintaan liittyviä havaintoja teimme vähän. 3/5 kerrasta oppilaat näyttivät ajanhallintaan liittyviä ominaisuuksia. Kerta #1 (A ja B) kumpikaan oppilaista ei keskittynyt ajanhallintaan. Kerta #2 (A, B, D ja E) kaikki oppilaat toivat esiin työskentelyssään ajanhallinnallisia toimintoja. Kerta #3 (A, B ja E) oppilaat A, B ja E osoittivat ajanhallinnallisia toimia työskentelyssään. Kerta #4 (A, B, D ja E) vain oppilas A keskittyi työskentelyssään myös ajanhallintaan. Kerta #5 (A, B, D ja E) kukaan oppilaista ei osoittanut ajanhallinnallisia taitoja.

Ajanhallintaa havaittiin työskentelyssä paikoitellen. Työn/projektin alkuvaiheessa havaittiin ajanhallintaan liittyvää käyttäytymistä enemmän kuin työskentelyn edetessä/loppuvaiheessa. H/O/K-pisteitä kertyi 8. 4/4 oppilaista käytti taitoa observointikerroilla.

Kerralla #3 ilmeni, että oppilaiden B, D ja E robotti joukkue oli ottamassa osaa Innokas-järjestön robottitapahtumaan. Tapahtuman osalta joukkueen oli tärkeää **pitää mielessä aikataululliset asiat**. Joukkueella oli tietty päivämäärä, jolloin kisoihin osallistutaan, ja tietty määrä tunteja aikaa robotin valmisteluun. Kerralla #5 robottijoukkueen matka kauppaan ennen tuntia venyi pahasti ja viivästytti työnteon aloitusta, minkä voi tulkita ajanhallinnan puutteeksi.

10 Vastuunkannon taidot

Vastuunkannon taidoiksi laskimme sekä yksin, että ryhmässä omasta työskentelystä vastuun ottamisen, siihen liittyvistä mahdollisista ongelmatilanteista ja virheistä vastuun ottamisen, sekä oman ja muiden turvallisen ja vastuullisen toiminnan takaamisen työskentelyssä.

Vastuunkannon taitojen esiintyminen painottui loppupuolelle observointia. Silloinkin taitoa esiintyi vain viisi kertaa koko jakson aikana. Kerta #1 (A ja B) kumpikaan oppilaista ei osoittanut vastuunkannon taitoja. Kerta #2 (A, B, D ja E) myöskään ei ilmennyt vastuunkannon taitoja. Kerta #3 (A, B ja E) oppilaat B ja E toivat esiin työskentelyssään vastuunkannon taitoja. Kerta #4 (A, B, D ja E) oppilaat B, D ja E ilmaisivat vastuunkannon taitoja. Kerta #5 (A, B, D ja E) kukaan oppilaista ei tuonut esiin vastuunkannon taitoja.

B, D ja E työskentelivät ryhmässä, jolloin vastuunkannon taitojen olettaisi olevan isossa roolissa ja esillä joka kerta työskentelyssä. Siitä huolimatta taito nousi esille heidän työskentelyssään vain 2/5 kerroista. H/O/K-pisteiksi vastuunkannon taidolle kertyi 5. Jaksohavainnoksi tämä taito sai 3/4.

Kerralla #3 havainnoitiin, että oppilaiden B, D ja E robotti **joukkue nouti** tunnin alussa robottivälineitä sisältävän kärryn toisesta luokasta opettajan avaimen avulla, **joka oli uskottu heidän käyttöönsä**. Tämä avaimen lainaus ja välineiden itsenäinen hakeminen tulkittiin vastuunkannon taidoiksi. Tämä toiminta toistui myös myöhemmillä kerroilla.

11 Joustavuus

Joustavuudeksi tulkittiin sekä yksin, että ryhmässä työskentelyssä joustavuus suunnitelmien ja työskentelyssä esiin tulleiden muutosten ja tilanteiden mukaan, sekä muiden ideoiden huomioonottamista ja eriävissä näkemyksissä yhteisen lopputuloksen löytämistä. Esimerkiksi suunnitelman noudattaminen ei ole ehdotonta alkuperäisen järjestyksen ja suunnitelman mukaan, jos toimivampia ideoita löytyy työskentelyn aikana. Lisäksi sitä, että työskentelyssä esiin tulleiden yllättävien tilanteiden kanssa osataan pelata ja toimia.

Oppilaiden joustavuus levittäytyi harvasti observointikerroille. Vain yhdellä kerralla (#2) sitä havaittiin useammalla kuin yhdellä oppilaalla. Kerta #1 (A ja B) työskentelyssä ei esiintynyt joustavuutta. Kerta #2 (A, B, D ja E) oppilaat B, D ja E työskentelivät ryhmässä ja toivat esiin joustavuutta. Kerta #3 (A, B ja E) vain oppilas E näytti joustavuutta työskentelyssä. Kerta #4 (A, B, D ja E) kukaan oppilaista ei tuonut joustavuutta esiin työskentelyssä. Kerta #5 (A, B, D ja E) vain oppilas A osoitti joustavuutta työskentelyssä.

Joustavuus on tärkeä taito työskentelyssä ylipäätään, mutta korostuu entisestään ryhmänä työskennellessä ja ryhmätyöskentelyn onnistumisen edellytyksenä. Siitä huolimatta kyseistä taitoa ei esiintynyt kovin useasti observointijakson aikana. H/O/K-pisteet tälle taidolle on 5. Havaintoja jaksolla joustavuus keräsi 4/4 oppilaista.

Kerralla #3 oppilas D oli poissa joukkueesta, joten oppilaat B ja E joutuivat **tulemaan toimeen** ilman joukkueen kapteenia ja päätoimista ohjelmoijaa. Oppilas E **otti vastuulleen** koodin ohjelmoinnin omien taitojensa puitteissa, mikä tulkittiin joustavuudeksi. Kerralla #5 oppilas A suunnitteli tulevaa työvaihetta opettajan avustuksella. Opettajan ehdotusten mukaan **suunnitelmia muutettiin merkittävästi** tuotteen toimivuuden nimissä, ja oppilaan A toiminta tämän prosessin kanssa tulkittiin joustavuudeksi.

12 Itsekuri

Itsekuriksi tulkitsimme oppilaan työskentelyssä haastavien ja virhetilanteiden eteen tullessa hermojen ja tunnepurkauksien hallitsemista, turhautumisen välttämistä sekä järjestelmällistä etenemistä vaikeasta tilanteesta huolimatta. Myös työhön keskittyminen huomiota varastavista ärsykkeistä huolimatta.

Itsekuri ei ole edellytys työskentelyn onnistumiselle, mutta se voi olla kuitenkin isossa roolissa työskentelyssä ja työn valmiiksi saattamisessa. Tätä taitoa havaittiin observointijaksolla kuitenkin vain yhdellä oppilaalla. Kerta #1 (A ja B) vain oppilas A osoitti itsekuria. Kerta #2 (A, B, D ja E) vain oppilas A osoitti itsekuria. Kerta #3 (A, B ja E) vain oppilas A osoitti itsekuria. Kerta #4 (A, B, D ja E) vain oppilas A osoitti itsekuria. Kerta #5 (A, B, D ja E) vain oppilas A osoitti itsekuria.

observointikerroilla vain oppilaan A havaittiin käyttävän itsekuria. Oppilas A oli myös ainoa, joka työskenteli yksin. A toi itsekuria esiin esimerkiksi pikkutarkassa työskentelyssä johtojen yhteen kolvaamisen ja kokonaisuuden toimivuuden varmistamisen kanssa. Vaikka ongelmia tuli useaan otteeseen, reaktio oli usein pitkä puhallus ja A alkoi ratkaisemaan ongelmaa ja korjaamaan työtään. H/O/K-pisteitä itsekuri sai 5 ja sitä havaittiin observointijaksolla vain 1/4 oppilaista.

Kerralla #1 oppilas A teki huomattavan pikkutarkkaa työtä Arduinon piirien juottamisen kanssa. Toiminta oli **tarkkuutta vaativaa**, mutta rauhallista, ja oppilaan työskentelyn tulkittiin osoittavan itsekuria. Kerralla 5# oppilaiden B, D ja E robottijoukkue aloitti työskentelyn myöhässä kauppareissun takia, ja muutenkin työskentely oli varsin veltoa tällä keralla, minkä katsottiin osoittavan itsekurin puutetta.

6.3.2 Ohjelmoinnilliset taidot

1 Luova ja looginen ajattelu

Luovaksi ja loogiseksi ajatteluksi tulkitsimme oppilaan kykyä mielikuvitukselliseen, mutta järjestelmälliseen etenemiseen algoritmien luomisessa. Esimerkiksi vex-robotin voi laittaa tekemään minimaalisesti vain sille tarkoitettua tehtävää ja liike loppuu siihen, tai robotin voi ohjelmoida tekemään järjestelmällisesti ja vaiheittain työnsä, jonka jälkeen se esimerkiksi

palaa lähtöpisteeseen ja tekee voitontanssin. Kuitenkin niin, ettei luova esiin tuominen ohjelmoinnissa haittaa lähtökohtaisen tehtävän toteuttamista.

Ohjelmoinnillisessa ajattelussa luova ja looginen ajattelu tuli esiin komentosarjojen luomisessa. Komentosarjoja ja ohjelmointia voi toteuttaa monella eri tavalla ja montaa eri reittiä pitkin. Myös komentojen sulava yhteen punominen on osa luovaa ja loogista ajattelua. Tätä taitoa ilmeni harvoin huolimatta siitä, että jokaisen oppilaan työskentelyyn liittyi jollain tavalla myös ohjelmointi ja ohjelmoinnillinen ajattelu. Kerta #1 (A ja B) ei esiintynyt luovaa ja loogista ajattelua. Kerta #2 (A, B, D ja E) oppilaat B ja D toivat esiin luovaa ja loogista ajattelua ohjelmoinnissa. Kerta #3 (A, B ja E) ei esiintynyt luovaa ja loogista ajattelua. Kerta #4 (A, B, D ja E) ei myöskään esiintynyt luovaa ja loogista ajattelua oppilailla. Kerta #5 (A, B, D ja E) vain oppilas D toi ohjelmoinnissaan esiin luovan ja loogisen ajattelun.

Oppilaista kaikki eivät työskennelleet yhtä paljon ohjelmoinnin osa-alueella. Esimerkiksi ryhmätyössä roolit olivat jakautuneet selvästi “rakentajan” ja “koodarin” rooleihin. Tästä syystä havaintoja esiintyi vain harvan kohdalla. H/O/K-pisteiksi tämä taito sai 3. Jaksohavainto luovalle ja loogiselle ajattelulle oli 2/4.

Kerralla #2 oppilaat B, D ja E käyttivät tietokonetta apunaan ja katsoivat robottiaiheeseen sopivaa videomateriaalia, josta he **etsivät ideoita omaan työskentelyynsä sovellettavaksi**. Tämän katsottiin muiden taitojen osalta soveltavan luovaa ja loogista ajattelua.

2 Ongelmien hahmottamiskyky

Ongelmien hahmottamiskyvyksi tulkitsimme tilanteet, joissa algoritmia luodessa havaittiin ongelmia esimerkiksi komentojonojen yhteen liittämässä ja eri komentojen huonossa yhteensopivuudessa, tai laitetta kokeillessa puutteellisena toimintana ja sitä kautta ongelman havaitsemisena ja ongelman syyn selvittämisenä.

Ongelmien hahmottamiskykyä ohjelmoinnissa voidaan tarkastella sekä algoritmia luodessa, että tuotetta kokeillessa. Ongelma voi esiintyä jo algoritmijonossa havaittuna puutteena tai koodien vaikeana yhteensovittamisena. Ongelma voi myös esiintyä robotin kokeiluvaiheessa ilmenevänä puutteena toimivuudessa. Kerta #1 (A ja B) ei esiintynyt ongelmien hahmottamiskykyä ohjelmoinnissa. Kerta #2 (A, B, D ja E) oppilaat B, D ja E havaittiin tuovan esiin ongelmien hahmottamiskykyä ohjelmoinnissa. Kerta #3 (A, B ja E) vain oppilaat B ja E havaitsivat ongelmia ohjelmoinnissa. Kerta #4 (A, B, D ja E) ei esiintynyt ongelmien hahmottamiskykyä. Kerta #5 (A, B, D ja E) vain oppilas D toi ohjelmoinnissaan esiin ongelmien hahmottamista.

Ongelmien hahmottamiskyky sai H/O/K-pisteiksi 6. Jaksohavaintoja oli 3/4 oppilaista.

Kerralla #2 oppilaat B, D ja E käyttivät tietokonetta apunaan ja katsoivat robotti aiheeseen sopivaa videomateriaalia, **josta he etsivät ideoita omaan työskentelyynsä sovellettavaksi**. Tämän katsottiin muiden taitojen osalta soveltavan ongelmien hahmottelukykä. Kerralla #5 oppilaiden B, D ja E robotti joukkue kohtasi ongelman robotin sensorien maalin tunnistuksen

kanssa. Robottiin liitetty sensorilaite ei kyennyt tunnistamaan liikkumapintansa väritystä halutulla tarkkuudella, ja **oppilaat sekä opettaja pohtivat ratkaisua tähän ongelmaan.**

3 Ongelmien ratkaisutaito

Ongelmien ratkaisutaidoksi tulkitsimme tilanteet, joissa ohjelmoinnillinen/algorithmien ongelma oli havaittu ja siihen pyrittiin löytämään ratkaisu laitteen toiminnan takaamiseksi

Ongelmien ratkaisutaitoa esiintyi observointikerroilla vähän. Kerta #1 (A ja B) ei esiintynyt ongelmien ratkaisutaitoa ohjelmoinnissa. Kerta #2 (A, B, D ja E) oppilaat B ja D havaittiin tuovan esiin ongelmien ratkaisutaitoa ohjelmoinnissa. Kerta #3 (A, B ja E) ei kukaan oppilaista osoittanut ongelmien ratkaisutaitoja. Kerta #4 (A, B, D ja E) ei myöskään esiintynyt ongelmien ratkaisutaitoja. Kerta #5 (A, B, D ja E) vain oppilas D toi ohjelmoinnissaan esiin ongelmien ratkaisutaitoja.

Ongelmien ratkaisutaito sai H/O/K-pisteiksi 3. Jaksolla taitoa havaittiin käyttävän 2/4 oppilaista.

Kerralla #2 oppilaat B, D ja E käyttivät tietokonetta apunaan ja katsoivat robottiaiheeseen sopivaa videomateriaalia, **josta he etsivät ideoita omaan työskentelyynsä sovellettavaksi.** Tämän katsottiin muiden taitojen osalta soveltavan ongelmien ratkaisutaitoa. Kerralla #5 oppilaiden B, D ja E robotti joukkue kohtasi ongelman robotin sensorien maalin tunnistuksen kanssa. Robottiin liitetty sensori laite ei kyennyt tunnistamaan liikkumapintansa väritystä halutulla tarkkuudella, ja **oppilaat sekä opettaja pohtivat ratkaisua tähän ongelmaan.**

4 Vaihtoehtojen löytäminen

Vaihtoehtojen löytämiseksi tulkitsimme tilanteet, joissa oppilas mietti erilaisia vaihtoehtoja algoritmien eli komentojen luomisessa. Ohjelmoinnissa samaan lopputulokseen voi päästä monen erilaisen komentosarjan kautta. Lisäksi voi olla tilanne, jossa esimerkiksi kahdenkymmenen rivin ja viiden rivin komentosarjalla robotti tekee samat toiminnot.

Vaihtoehtojen löytämistä ohjelmoinnissa esiintyi myös harvoin. Kerta #1 (A ja B) ei esiintynyt vaihtoehtojen löytämistä ohjelmoinnissa. Kerta #2 (A, B, D ja E) oppilaat B ja D havaittiin löytävän vaihtoehtoisia suoritustapoja ohjelmoinnissa. Kerta #3 (A, B ja E) vain oppilas E osoitti löytävänsä vaihtoehtoja ohjelmoinnissa. Kerta #4 (A, B, D ja E) ei esiintynyt vaihtoehtojen löytämistä. Kerta #5 (A, B, D ja E) ei myöskään esiintynyt vaihtoehtojen löytämistä.

Vaihtoehtojen löytäminen sai H/O/K-pisteiksi 3. Jaksolla taitoa havaittiin käyttävän 3/4 oppilaista.

Kerralla #2 oppilaat B, D ja E käyttivät tietokonetta apunaan ja katsoivat robotti aiheeseen sopivaa videomateriaalia, **josta he etsivät ideoita omaan työskentelyynsä sovellettavaksi**. Tämän katsottiin muiden taitojen osalta soveltavan vaihtoehtojen löytämistä.

5 Algoritmin eli komennon luominen

Algoritmin eli komennon luomiseksi laskimme tilanteet, joissa oppilas näytti kykyä ohjelmoinnilliseen ajatteluun ja osasi luoda koodeja ja komentoja laitteelleen.

Algoritmin eli komennon luominen liittyi kurssilla sekä yhden oppilaan työhön, että ryhmän projektiin. Sitä esiintyi ensimmäistä kertaa lukuun ottamatta tasaisesti koko observointijakson aikana. Kerta #1 (A ja B) ei esiintynyt algoritmin eli komennon luomista kummankaan oppilaan toimesta. Kerta #2 (A, B, D ja E) oppilas D käytti työskentelyssään algoritmin eli komennon luomista. Kerta #3 (A, B ja E) oppilas E käytti taitoa algoritmin eli komennon luominen. Kerta #4 (A, B, D ja E) oppilas A käytti algoritmeja työskentelyssään. Kerta #5 (A, B, D ja E) oppilaat A ja D käyttivät algoritmeja työskentelyssään.

Algoritmin eli komennon luominen sai H/O/K-pisteiksi 5. Jaksolla taitoa havaittiin käyttävän 3/4 oppilaista.

Kerralla #2 tuli ilmi, että oppilaiden B, D ja E joukkueessa oppilas D on pääasiallinen ohjelmoinnista vastaava henkilö. **Koodin laadinta** oli pääosin hänen vastuullaan lähes kaikilla kerroilla, joilla koodia käsiteltiin. Kerralla #3 kuitenkin robotti joukkueen oppilas D oli poissa, joten oppilas E otti tällä kerralla robotin **algoritmien kirjoittamisen** vastuulleen taitojensa rajoissa.

6 Vaiheittain eteneminen

Vaiheittain etenemiseksi tulkitsimme tilanteet, joissa oppilas osasi algoritmeja luodessa edetä järjestelmällisesti yksi aihealue/toiminto kerrallaan ja lopulta muodostaa niistä kokonaisuuden.

Ohjelmoinnissa vaiheittain etenemistä esiintyi observointikerroilla vähän. Kerta #1 (A ja B) ei esiintynyt vaiheittain etenemistä ohjelmoinnissa kummankaan oppilaan toimesta. Kerta #2 (A, B, D ja E) vain oppilas D käytti ohjelmoinnissa vaiheittain etenemistä. Kerta #3 (A, B ja E) oppilas E käytti ohjelmoinnissa vaiheittain etenemistä. Kerta #4 (A, B, D ja E) ei esiintynyt ohjelmointiin liittyvää vaiheittain etenemistä. Kerta #5 (A, B, D ja E) ei myöskään esiintynyt vaiheittain etenemistä ohjelmoinnissa.

Vaiheittain eteneminen ohjelmoinnissa sai H/O/K-pisteiksi 2. Jaksolla taitoa havaittiin käyttävän 2/4 oppilaista.

Vaiheittain etenemisestä ei ilmennyt tapauksia, joista olisi tehty observoijien toimesta vapaita muistiinpano merkintöjä.

7 Johtopäätökset

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, mitä geneerisiä taitoja robotiikka käsityön teknologiana ohjaa oppilaita käyttämään vapaassa oppimistilanteessa. Tavoitteena oli myös selvittää, minkälaisia ohjelmoinnillisia taitoja robotiikan konteksti ohjaa oppilaita käyttämään. Lisäksi selvitimme, kuinka paljon vapaamuotoinen oppimistilanne ohjaa oppilaita käyttämään kyseisiä taitoja, eli kuinka moni oppilaista käyttää taitoja, ja kuinka usein näitä taitoja käytetään. Tässä tutkimuksessa vapaana oppimistilanteena toimi peruskoulun tiloissa ja peruskoulun käsityönopettajan pitämä iltapäiväkerho, joka oli kaikille oppilaille avoin. Observoijat seurasivat oppilaiden työskentelyä siihen puuttumatta. Molemmilla observoijilla oli lomake sekä geneerisistä taidoista, että ohjelmoinnillisista taidoista (Liite 4; Liite 5). Lomakkeisiin oli listattu keskeisimmät geneeriset- ja ohjelmoinnilliset taidot. Oppilaat olivat numeroituja, ja taidon ilmetessä oppilaan numero merkittiin kyseisen taidon kohtaan. Tulokset olemme ilmoittaneet H/O/K (havainto/oppilas/kerta) -pistemäärällä. Tässä tutkimuksessa maksimaalinen H/O/K pistemäärä oli 17. Maksimaalinen pistemäärä 17 perustuu observointikertojen ja paikalla olleiden oppilaiden yhteismäärään. H/O/K-pisteissä on huomioitu ja poistettu observoijien päällekkäiset merkinnät.

Tutkimuksemme ensimmäisellä tutkimuskysymyksellä pyrimme selvittämään, mitä geneerisiä taitoja peruskoulun oppilaat käyttävät robotiikan kontekstissa tapahtuvassa vapaassa oppimistilanteessa. Tutkimuksessa tarkasteltaviksi geneerisiksi taidoiksi listattiin luovuus, stressin hallinta, ryhmätyötaidot, suunnittelu, organisointi, itseohjaavuus/oma-aloitteisuus, ongelmanratkaisu, kriittinen ajattelu, ajanhallinta, vastuunkannon taidot, joustavuus ja itsekuri. Geneeristen taitojen jaottelu ja listaus (Taulukko 1; Liite 4) on muodostettu 2.1.1 Geneeriset taidot ja 2.1.2 Projektinhallinnan taidot –alaluvuissa esiin nostettujen tutkimusten ja tutkijoiden tärkeinä pitämistä, sekä listaamista geneerisistä- ja projektinhallinnan taidoista ja jaotteluista (Sunarto 2015; Devedzic ym. 2018; Snape 2017; Collins 2011; Wurdinger ym. 2020; Krauss, Boss 2013; Bell 2010). Tutkimuksen tuloksista ilmeni, että työn vaihe vaikutti paljon siihen, mitkä taidot nousivat esiin työskentelyssä. Suunnittelua ja siihen vahvasti liittyviä taitoja kuten luovuutta, kriittistä ajattelua ja ajan hallintaa esiintyi eniten observointijakson alkupuolella, kun taas fyysisen työn tekemiseen liittyviä taitoja kuten stressin hallintaa, ryhmätyötaitoja, itseohjautuvuutta ja ongelmanratkaisua esiintyi eniten observointijakson loppupuolella.

Tutkimuksessa ilmeni, että oppilaan omaan toimintaan liittyviä ja vaikuttavia geneerisiä taitoja kuten stressin hallintaa, suunnittelua, itseohjautuvuutta ja ongelmanratkaisua esiintyi eniten ja useimmilla oppilailla. Ainoana poikkeuksena paljon käytetyissä taidoissa oli ryhmätyö- ja yhteistyötaidot. Vastaavasti kanssakäymiseen muiden kanssa liittyviä taitoja kuten organisointia ja vastuunkannon taitoa esiintyi vähän. Lisäksi omaan toimintaan liittyvistä taidoista joustavuutta ja itsekuria esiintyi vähän ja vain osalla oppilaista. Selvästi käytetyimmäksi geneeriseksi taidoksi havaittiin itseohjaavuus/oma-aloitteisuus. Sitä havaittiin yhteensä 16 kertaa oppilailla observointijakson aikana. Vastaavasti vähiten havaittiin organisoinnin taitoa. Organisointia havaittiin vain 4 kertaa observointijakson aikana. Observointijakson aikana yksi oppilaista työskenteli oman projektin parissa ja loput oppilaista työskentelivät ryhmätyön parissa. Tämän huomasimme vaikuttavan jossain määrin tuloksiin. Esimerkiksi ryhmätyötaitoja ei luonnollisesti esiintynyt yksin työskentelevän oppilaan kohdalla ja vastaavasti taas taitoja, jotka jakautuivat ryhmässä oppilaiden välille, esiintyi yksin työskentelevän kohdalla tasaisesti. Taitoja, jotka korostuivat vahvasti yksin työskentelevän oppilaan työskentelyssä, olivat stressin hallinta, itseohjautuvuus ja itsekuri.

Tutkimuksemme toisella tutkimuskysymyksellä pyrimme selvittämään, mitä ohjelmoinnillisia taitoja peruskoulun oppilaat käyttävät robotiikan kontekstissa tapahtuvassa vapaassa oppimistilanteessa. Tutkimuksessa tarkasteltaviksi ohjelmoinnilliseksi taidoiksi listasimme taidot: luova ja looginen ajattelu, ongelmien hahmottamiskyky, ongelmien ratkaisutaito, vaihtoehtojen löytäminen, algoritmin eli komennon luominen ja vaiheittain eteneminen. Ohjelmoinnillisten taitojen jaottelu ja listaus (Taulukko 2; Liite 5) on muodostettu 2.1.5 Ohjelmoinnillinen ajattelu ja ohjelmointi – alaluvussa esiin nostettujen tutkimusten ja tutkijoiden tärkeinä pitämistä, sekä listaamista ohjelmoinnillisista taidoista (Papert 1980; Bocconi ym. 2016; Wikijunior 2016; Mykkänen & Liukas 2016). Myös ohjelmoinnillisissa taidoissa tutkimuksen tuloksista ilmeni, että työn vaihe vaikutti paljon siihen, mitkä taidot nousivat esiin työskentelyssä ja kuinka paljon niitä käytettiin. Ohjelmoinnillisia taitoja esiintyi huomattavasti eniten toisella observointikerralla. Ohjelmoinnillisia taitoja havaittiin käytettävän tällä kertaa yhteensä 10 kertaa. Vastaavasti vähiten taitoja havaittiin käytettävän ensimmäisellä observointikerralla, jolloin ohjelmoinnillisia taitoja ei havaittu yhdelläkään oppilaista. Lisäksi observoinnissa havaittiin, että ryhmätyöskentelyssä päävastuu ohjelmoinnillisesta puolesta jäi vahvasti yhden oppilaan harteille. Ohjelmoinnillisia taitoja havaittiin käytettävän observointijaksolla huomattavasti vähemmän kuin geneerisiä taitoja. Vaikka työmäärä jakautui epätasaisesti ryhmätyötä tekevien oppilaiden keskuudessa

ohjelmoinnillisissa taidoissa, huomattavasti käytetyimpiä taitoja olivat kuitenkin ohjelmoinnillisen ajattelun luokkaan kuuluva ongelmien hahmottamiskyky (H/O/K-pisteet 6) ja ohjelmoinnillisten sisältöjen hallinnan luokkaan kuuluva algoritmin luominen (H/O/K-pisteet 5). Ryhmätyöskentelyssä ohjelmoinnillisista taidoista päävastuussa olevan oppilaan poissaolo kolmannella kerralla havaittiin vaikuttavan myös muiden oppilaiden ohjelmoinnillisten taitojen käyttöön. Vastaavasti vähiten ohjelmoinnillisista taidoista käytettiin ohjelmoinnillisten sisältöjen hallintaan kuuluvaa vaiheittain etenemistä. Observointijakson aikana tätä taitoa havaittiin käytettävän vain kaksi (H/O/K-pisteet 2) kertaa.

Tutkimuksen tuloksien pohjalta voidaan todeta, että käsitöiden robotiikan kontekstissa tapahtuva vapaa oppimistilanne ohjasi peruskoulun oppilaita käyttämään kaikkia tämän tutkimuksen tarkkailun kohteena olleita generisiä- ja ohjelmoinnillisia taitoja, mutta niiden käyttö on usein oppilas- ja työvaihesidonnaista. Se, työskenteleekö oppilas yksin vai ryhmässä, havaittiin vaikuttavan siihen, kuka taitoja käyttää. Yksin työskennellessä moni taito korostui ja ilmeni tilanteita, jolloin taidon käyttö oli välttämätöntä. Ryhmässä työskennellessä taitojen käyttö jakautui enemmän ryhmäläisten kesken ja havaittiin tilanteita, jolloin oppilaan ei tarvinnut käyttää tiettyä taitoa, koska toinen oppilas teki vaiheen ja taidon käytön muiden puolesta. Tulosten perusteella voidaan todeta myös, että etenkin generisten taitojen osalta ilmeni jako käytettyjen taitojen välillä. Huomattavasti käytetyimmiksi taidoiksi nousi sisäiset henkilökohtaiset taidot, eli oppilaan omaan toimintaan liittyvät taidot. Ulkoisia henkilökohtaisia taitoja, eli kanssakäymistä muiden kanssa ilmeni myös, mutta huomattavasti vähemmän kuin omaan toimintaan liittyviä taitoja.

Aikaisempia tutkimuksia –luku, johon pohjaamme tutkimustamme, oli selkeästi jakautunut sen suhteen, miten verrattavia ja rinnastettavia ne olivat meidän tutkimuksemme tyyliin. Ne tutkimukset, joissa käsiteltiin juuri robotiikkaa, olivat huomattavasti enemmän verrattavissa omiin tuloksiimme, joten niitä on nostettu esiin johtopäätöksissä. Geneerisiä tai vastaavia taitoja käsittelevät tutkimukset olivat puolestaan hyödyllisiä lähinnä teoriapuolella sekä varsinkin yksittäisten tutkittavien taitojen valikoinnissa ja määrittelyssä ennen aineiston keruuta. Seuraavaksi käymme läpi kaikki käsittelemämme robotiikka-aiheiset tutkimukset, sekä niiden tulosten verrattavuutta omiin tuloksiimme.

Porraksen ja Könösen (2015) Tutkimuksessa tutkittiin hanketta, joka harjaannutti opettajien robotiikan osaamista uuden opetussuunnitelman valossa. Tulosten perusteella opettajat

kokivat positiivisesti ja voimaannuttavasti robotiikan opettamisen yhteistyöllisessä opetustoiminnassa. Riittävän pienet ryhmäkokonaisuudet koettiin hyödyllisinä ja koulutus hyötyi perehdytyksestä. Tämän tutkimuksen tulokset eivät suoraan ole vertailtavissa omiin tuloksiimme, sillä keskityimme oppilaisiin kohderyhmänämme. Nostamme sen kuitenkin esille huomiodaksemme sen, että opettajiin kohdistuva tutkimus oman aiheemme osalta olisi hyödyllinen lisäys paremman ymmärryksen ja robotiikan opettamisen kehittämiseksi. Lisäksi koemme tärkeäksi sen havainnon, että opettajat selkeästi kokevat robotiikan perehdytyksen tarpeelliseksi, ja tämän tutkimuksen aikana saamamme kokemuksen perusteella robotiikan opettaminen ei ole kovin yleistä peruskouluissa. Nämä seikat osittain viittaavat siihen suuntaan, että robotiikan opetus on Suomessa varsin epätasaista ja kehityksen tarpeessa. Vaikka emme lähteneet tätä alun perin tutkimaan, on se kuitenkin merkittävä huomio tutkimuksemme kokonaisuutta tarkastellessa.

Kyza ym. (2021) tarkastelivat tutkimuksessaan robotiikan lapsille opettamisen kontekstissa ohjelmoinnin, koodaamisen ja laskennan taitoja ja ajattelua. Tutkimusten tulosten mukaan heidän käyttämänsä ScratchJr-ohjelma mahdollistaa ohjelmoinnin oppimisen jo 4-vuotiaiden lasten kanssa ja kannustaa yleisten ja korkeamman tason ajattelun kehittymistä. Kyza ym. tutkimuksen lasten ikäryhmä (6–12-vuotiaat) ja tutkimuksen kohde ovat hieman erilaisia oman tutkimuksemme kanssa, mutta joitakin rinnastettavia havaintoja on, jotka voidaan nostaa esille verratessamme omaa tutkimustamme aikaisempaan. Olemme tulostemme perusteella yhtä mieltä siitä, että robotiikan oppimisessa lapset saavat hyvää harjoitusta geneerisissä taidoissa, sekä että ohjelmoinnillisia kykyjä voidaan hyvin kehittää, kunhan lapsi käyttää niitä tarpeeksi henkilökohtaisesti. Kyza ym. huomauttavat, että lasten ikä on merkittävästi kytköksissä siihen, minkä tasoihin ohjelmoinnillisiin saavutuksiin he kykenevät. Tämä on yhtenevä oman havaintomme kanssa siltä osin, että observoinnissa huomasimme vanhemman oppilaan ottavan enemmän vastuuta ohjelmoinnista ryhmätyössä.

Petre ja Price (2004) keskittyivät tutkimuksessaan robotiikkaan ja motivaatioon. He tutkivat, miten robotiikan avulla voisi tehokkaasti opettaa ohjelmointia, insinöörittäviä taitoja ja suunnittelun periaatteita ala- ja yläkouluikäisille oppilaille. Heidän tuloksensa osoittavat, että robotiikka on lapsille stimuloiva kokemus, jolla on hyvät puitteet motivoinnille. Robotiikan kanssa he oppivat ohjelmoinnillisia ja insinöörittäviä taitoja geneerisesti yleistettävällä tasolla. Petre ja Price ovat tehneet tutkimuksen, joka on kaikista mainitsemistamme tutkimuksista ehkä suoraan verrannollisin omaan tutkimuksemme kohteeltaan, kohderyhmältään ja tuloksiltaan. Omien tulostemme pohjalta olemme yhteneväisiä sen osalta, että robotiikassa

käytettävät ja mahdollisesti opittavat taidot ovat hyvin geneerisesti yleistettäviä, ja että näitä taitoja kohdataan paljon tämän tyyppisessä opetuksessa. Oma tutkimuksemme ei lähtökohtaisesti koskettanut oppilaiden motivaatiota, ja kohderyhmämme koostuikin juuri sellaisista oppilaista, joilla oli motivaatiota osallistua elektroniikka- ja robotiikka-aiheiseen kerhotoimintaan vapaa-ajallaan.

Wurdinger ym. (2020) tutkivat projektinhallinnan taitoja, jotka katsomme osaksi geneerisiä taitoja. Korrelaatio tutkimuksessaan eri muuttujia verrattiin pareittain niiden välisten vuorovaikutussuhteiden määrittämiseksi. Tulosten perusteella oli näyttöä siitä, että taidot, kuten itseohjaavuus ja yhteistyökyky vaikuttivat myönteisesti matemaattisiin ja lukutaidollisiin kykyihin. Tutkimus ei ole aiheiden yhteneväisyyksiä lukuun ottamatta juurikaan verrannollinen omaan tutkimukseemme. On merkittävää kuitenkin huomata, että Wurdinger ym. havainnot tukevat sitä, että tutkimillamme geneerisillä taidoilla on positiivinen vaikutus myös muiden kouluaineiden oppimiselle.

8 Pohdintaa

Tieteelliseen tutkimukseen kuuluu tehdyn prosessin omalähtöinen kriittinen arviointi. Tätä tutkielmaa tehdessä olemme selvittäneet monia epäkohtia ja hankalia vaihteita, jotta tutkimuksemme vastaisi laadultaan sille asetettuja akateemisia standardeja. Tutkimuksen aihetta, teoriaa, metodeja ja tuloksia on arvioitu, niistä on keskusteltu ja sen kautta paranneltu sekä tämän opinnäytetyön ohjaajan kanssa, että hyödyntäen vertaispalautetta kanssaopiskelijoilta.

Tutkimuksemme oli laadullinen tutkimus, joka toteutettiin käyttäen etnografista otetta. Tutkimuksen otteen valinta syntyi tutkimuksen luonteen ja tarpeiden kautta, sekä konsultoimalla graduohjaajaamme. Metodeiksi valikoitui lopulta observointi ja haastattelu. Metodien valintaa helpotti se, että molemmilla tutkimuksen tekijöillä oli valmiiksi jo kokemusta sekä observoinnista, että haastattelusta. Tästä johtuen tunsimme hyvin näiden metodien heikkoudet ja vahvuudet. Aivan ensimmäiseksi kriittisen tarkastelun kohteeksi voisi nostaa etnografisen otteen, jossa on osana vahva tulkinnallinen ulottuvuus. Tutkimuksen työvaiheessa on pohdittu sitä, että vaikka etnografinen ote oli soveltuva aiheeseemme, tutkimusta olisi voinut harkita toteutettavan myös hyödyntäen tapaustutkimuksellista otetta, jossa tapauksina olisivat olleet oppilaat. Rajatun kokemuksemme varjossa emme osaa sanoa, olisiko tapaustutkimus tarjonnut merkittävästi etuja, sillä etnografinen otteemme toimi hyvin ilman suurempia ongelmia.

Olemme sitä mieltä, että observoinnin ja avoimen haastattelun yhdistäminen oli tämän tutkimuksen osalta hyvin toimiva kokonaisuus. Metodeja miettiessämme pohdimme hyötyjä ja haittoja siitä, mitä näiden yhdistäminen voisi antaa. Totesimme sekä observoinnin että haastattelun olevan hyvä kokonaisuus, sillä ne täydentävät hyvin toisen metodin jättämiä aukkoja. Ainoastaan observoimalla moni asia olisi voinut jäädä observoijan tulkittavaksi, ja näin ollen virhetulkintojen mahdollisuus olisi kasvanut. Avointen haastattelukysymysten myötä oppilaat pystyivät tarkentamaan tekojensa ja toimintojensa syitä ja tarkoitusta. Pelkän haastattelun toteuttaminen olisi myös ollut vajavaista, koska oppilaille voi olla vaikeuksia kuvailla kokonaista prosessia ja sen työvaihteita yhdessä haastattelussa. Lisäksi olisi vaikea sanoa, kuinka todenmukaisia oppilaiden vastaukset olisivat tositalanteeseen verrattuna. Usein oppilaiden ja aikuisten tulkinnat tilanteista ja toiminnoista voi olla hyvinkin erilaisia.

Eskolan ja Suorannan (1998) sanoin laadullinen tutkimus ymmärretään korkeimmalla tasolla yksinkertaisesti aineiston muodon kuvauksena, joskaan asiat eivät aina ole selkeitä, ja laadullinen tutkimus määrittyy merkittävästi suhteessa määrälliseen tutkimukseen.

Laadullisen tutkimuksen tunnusmerkkejä ovat aineistonkeruumenetelmä, tutkittavien näkökulma, teoria pohjainen tai harkintaan perustuva otanta, aineiston laadullis-induktiivinen analyysi, hypoteesittomuus, tutkimustyyli ja tulosten esittelytapa, tutkijan asema sekä narratiivisuus (Eskola & Suoranta 1998). Tutkimusta arvioitaessa on otettava huomioon, kuinka paljon tekijöiden omat ajatukset ovat vaikuttaneet tutkimukseen ja tuloksiin. Kuten monet ovat huomauttaneet, laadullinen tutkimus on lähtökohdiltaan subjektiivista (Sajama 1993, 63–64; Laine 2001; 28; Varto 1992, 56–57). Nousee siis kysymys, että koska tutkimuksen tekijät ovat valinneet aiheen, josta he ovat ilmeisen kiinnostuneita, mitä vaikutuksia tällä kiinnostuksella on prosessia kohtaan. Yleisesti ottaen lähdimme eteenpäin sillä ajatuksella, että emme aseta paljon painoa omille odotuksillemme tai ennakkoluuloillemme, vaan annamme tutkimuksen tulosten datan puhua itsensä puolesta. Näin ollen voimme sanoa, että vaikka on epätodennäköistä, että tutkimus ei olisi ottanut minkään tasoisia vaikutteita tekijöistään, olemme kuitenkin tiedostaneet tämän asian ja pyrkineet säilyttämään aktiivisesti oman neutraaliutemme ja objektiivisuutemme.

Tutkimuksemme otanta jäi valitettavan pieneksi, eli neljän oppilaan kokoiseksi. Kuten Tuomi ja Sarajärvi (2018) ovat huomauttaneet, tutkimusresurssilla on vaikutusta tutkimuksen otantaan, ja tämä näkyi omassa tutkimuksessamme. Kun tutkimuksen aineiston keruuta suunniteltiin ja sovittiin kohteena olevan koulun kanssa, ymmärrys oli, että robotiikka/elektroniikka-aiheisessa kerhossa oli tuolloin enemmän oppilaita, kuin mitä niitä oli observointikertojen käynnistyessä. Jos kerhotunneille osallistuminen olisi onnistuttu sijoittamaan aikaisemmalle ajanjaksolle, aineiston koko olisi ollut todennäköisesti suurempi. Tämä oli valitettavaa, mutta laajalti käytännön tasolla olosuhteiden sanelemaa, sillä tutkimuksen toteuttamisen ajankohta oli haastava etenkin kouluille ja sen myötä myös tutkimuksen toteuttajille. Tällaisen tutkimuksen aikatauluttaminen on aina haaste, ja valitettavasti kompromisseja tulee tehdä olosuhteiden mukaan.

Aikataulujen haasteellisuuden takia myös tutkijoiden kerhoon osallistuminen observointikerroille oli haasteellista. Kolmella kerralla viidestä vain toinen observoijista osallistui viikoittaisille kerroille. Uskomme tällä olevan pieni vaikutus, sillä merkityistä havainnoista huomaa, että observoijien merkinnät eivät aina olleet yhdenmukaisia. Voidaan huomata, että niillä kerroilla, joilla molempien observoijat olivat paikalla samaan aikaan,

havainnoissaan oli paikoitellen eroavaisuuksia. Näitä eroavaisuuksia voidaan kuitenkin myös selittää observoijien jakautuneella huomiolla, eli kerhotilanteessa yksi observoija havainnoi eri tilannetta/ryhmää kuin toinen. Näitä eroja voidaan myös selittää observoijien mahdollisiin pieniin eroihin havaintokriteerien tulkinnassa käytännössä. Huomasimme kuitenkin, että yksin observointia tehdessä huomio kiinnittyi koko porukkaan ja yhdessä observoidessa observoijien huomiot keskittyivät pienempiin, eri ryhmiin. Uskomme, että kaiken kaikkiaan suuria vaikutuksia näistä eroista ei seurannut, eivätkä ne vaikuttaneet lopputulokseen.

On otettava huomioon, että observoiduista kerhotunneista ei ole jäljellä muuta materiaalia kuin observoijien muistiinpanot. Kerhokertoja ei taltioitu videomateriaalina, joten niitä ei ole mahdollista uudelleen tarkastella tai jakaa uusille tahoille tulkittavaksi. Tällä oli vaikutusta ensinnäkin siihen, miten tässä tutkimuksessa observoijien rooli ja tarkkaavaisuus korostui. Sen vuoksi havainnot pyrittiin kirjaamaan ylös välittömästi observoinnin ja havainnon teon yhteydessä. Toiseksi observoijilla ei ollut mahdollisuutta palata yhdessä keskustelemaan jostakin kohteena olevasta asiasta muutoin kuin muistin ja muistiinpanojen kautta.

Kerhotoiminta oli sen verran epätasaista, että videomateriaalina tallentaminen olisi ollut erittäin hankalaa, ja olisi ollut haasteellista taltioida useita havaintoja, joita vapaasti liikkuva observoija pystyi tekemään dynaamisessa ympäristössä. Aineiston videotaltiointi olisi tuonut suuria haasteita, mutta myös etuja, joita voisi pohtia sovellettavaksi jatkotutkimuksessa.

Tutkimuksen yleistettävyydestä voi sanoa varmuudella muutaman asian. Ensinnäkin laadullinen tutkimus ei välttämättä pyri vahvasti tilastollisesti yleistettävään tuloksiin (Tuomi & Sarajärvi 2018), ja emme olekaan lähtökohtaisesti pyrkineet yleistettävyyteen sen jälkeen, kun saimme rajattua tutkimuksemme tarkasti laadulliseen toteutukseen. Näin ollen tämän tutkimuksen tuloksia ei suositella yleistettäväksi, vaan osaksi aiheen ymmärtämistä ja kartoittamista. Paremman yleistettävyyden kannalta suosittelisimme jatkotutkimusta, jossa nimenomaan yleistettävyys on tarkoituksena.

Tutkimuksen luotettavuuden arviointia varten on määritetty useampi eri osa-alue, joiden kautta luotettavuuden määrittelyä on tehokasta hahmottaa. Laadullisen tutkimuksen osalta näihin osa-alueisiin kuuluu merkittävästi tutkimuksen siirrettävyys, vahvistuvuus ja vahvistettavuus. Siirrettävyys käsittelee tutkimuksen mahdollista toteuttamista erilaisessa kontaktitilanteessa niin, että tulokset ovat samansuuntaisia kaikkien tutkimusten välillä. (Tuomi & Sarajärvi 2018.) Tutkimuksemme toteutus on selostettu tässä dokumentissa tavalla, jonka pohjalta vastaava tutkimus olisi mahdollista toteuttaa toisessa ympäristössä. Vaikka

tutkimuksen toteuttaminen eri kouluissa, eri kerhoissa ja eri osallisten kanssa vaikuttaa varmasti tuloksiin, emme näe merkittäviä syitä olettaa, että tutkimuksemme toistaminen tuottaisi tuloksia, jotka eivät ole samansuuntaisia omiemme kanssa.

Luotettavuuden vahvistamisen osalta kohteena on tutkimuksen tulosten samankaltaisuus verrattaessa muihin tutkimuksiin ja niiden tuloksiin (Tuomi & Sarajärvi 2018). Koska tutkimuksemme näkökulma on varsin uusi, aiheestamme ei ole kunnolla rinnastettavaa aikaisempaa tutkimusta. Tutkimuksemme kokoamia aiheita on tutkittu yksittäisesti monen eri tutkijan osalta (Nurelhuda & Yousif 2017; Balderas ym. 2018; Devedzic ym. 2018; Porras & Könönen 2015; Saavedra & Opfer 2012.; Rubinacci ym. 2017; Ponticorvo ym. 2020; Snape 2017; Bocconi ym. 2016; Mykkänen & Liukas 2016), mutta tutkimuksemme soveltaa näitä tutkimuksia teorian tasolla käytännön metodien sijaan.

Tulosten vahvistettavuus puolestaan keskittyy siihen, ovatko tutkimuksessa esitetyt johtopäätökset ja ratkaisut perustellun oikeutettuja. Esittääkö tutkimus tulokset ja muut olennaiset tiedot niin selkeästi, että tutkimukseen perehtyvällä henkilöllä on riittävät mahdollisuudet itsenäisesti pohtia toteutuksen luotettavuutta? (Tuomi & Sarajärvi 2018.) Olemme esittäneet oman tutkimuksemme toteutuksen avoimesti, minkä lisäksi olemme vielä itsenäisesti nostaneet itsekritiikillisesti esille epäkohtia, joihin tätä tutkimusta arvioiva taho saattaisi haluta kiinnittää huomiota. Tämän dokumentin tarjoaman katsauksen perusteella lukijalla pitäisi olla hyvät mahdollisuudet oman mielipiteensä muodostamiseen.

Tämän tutkimuksen luotettavuutta arvioitaessa on tietysti hyvä huomioida se seikka, että olemme hyödyntäneet lähteinämme myös kahta pro gradu- tutkielmaa, jotka ovat akateemisesti tekstejä ilman vertaisarviointia. Tutkielmia on huomioitu tämän tutkimuksen teoriaa luodessa, koska niiden huomioiminen auttoi aiempien tutkimuksien kartoittamisessa aiheestamme. Meidän tutkimuksemme ei kuitenkaan rakenna teoriaansa näiden pro gradu - tutkielmien varaan. Lähteinämme käyttämät pro gradu -tutkimukset ovat Nikkasen ja Virkalahden (2018), sekä Rusin ja Mäkisen (2020) opinnäytetyöt. Molemmat tutkimukset on toteutettu Turun yliopiston Rauman opettajankoulutuslaitoksella.

Tutkimuksemme aineistonkeruussa hyödynsimme haastattelua, johon liittyy omat luotettavuuskysymyksensä. Haastattelukysymyksemme olivat strukturoimattomia, ja niiden pääasiallinen tarkoitus oli täydentää observoinnista saatavia tietoja sekä tarjota oheis- ja taustatietoa oppilaiden toiminnasta. Strukturoimaton haastattelu, joka on usein toteutettu spontaanisti tutkijoiden toimiessa etnografisesti tutkittavan ryhmän osana, voisi ajatella

sisältävän tiettyjä heikkouksia, kuten epätasaisuus tai tilanteiden vaikuttavuus vastaajiin. Oppilaiden antamat vastaukset olivat kuitenkin laajalti yhteensopivia observoijien havaintojen kanssa.

Keskeinen osa kaikkea tieteellistä tutkimusta on tutkimuksen eettisyyden arvioiminen. Tiedostimme eettisten standardien noudattamisen kauan ennen aineiston keräämistä, ja otimme huomioon sekä oman eettisen toimintamme tutkijoina, että vaikutuksen kohdejoukkoon, josta keräsimme aineistoa. Tutkittavien ihmisten oikeuksien ja etujen suojeleminen on tärkeimpiä eettisiä kysymyksiä, jotka tutkijoiden on otettava huomioon (Tuomi & Sarajärvi 2018). Tutkimuksen kohteena olevalle koululle sekä käsityökerhon oppilaille informoitiin hyvissä ajoin tutkimuksesta saatekirjeiden (Liite 2) avulla, ja heidän informoitu suostumuksensa varmennettiin heidän allekirjoittamallaan tutkimuslupalomakkeella (Liite 1). Aineiston hallinta selostettiin Tietosuojalomakkeessa (Liite 3). Tutkimuksen kohteena oleville oppilaille kerrottiin ennen tutkimusta, että niin observoinnilla kuin haastattelullakaan ei ollut vaikutusta heidän koulunkäyntinsä arviointiin, ja että tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista. Tutkimuksen anonymiteetin tarkastelu on myös tärkeä osa-alue (Tuomi & Sarajärvi 2018). Yksittäisiä oppilaita ei nimetty tai muuten käsitelty tunnistettavilla tiedoilla tutkimusmateriaalissa, ja heidän toimintaansa tallennettiin käyttäen anonymiteetin säilyttäviä numerotunnisteita. Tutkimukseen osallistuvien anonymiteetin vuoksi kohdejoukko ei ole millään tavalla tunnistettavissa, eikä heitä voida yhdistää tutkimukseen. Näin ollen heille ei voi aiheutua osallistumisesta minkäänlaisia seuraamuksia.

Tutkimuksemme aiheena oli robotiikan oppimisessa käytettävät generiset ja ohjelmoinnilliset taidot. Vastaavan suuntaisesta aiheesta voisi lähteä pohtimaan jatkotutkimusmahdollisuuksia seuraavien asioiden pohjalta. Ensinnäkin tutkimuksemme oli selkeästi laadullinen tutkimus, jonka tarkoitus oli ymmärtää tutkittavia kysymyksiä varsin pienellä otannalla, joka jäi olosuhteiden takia vielä pienemmäksi kuin toivottua. Tästä syystä esitämme, että jatkotutkimus lähtisi määrällisistä lähtökohdista tutkimaan aihetta suurella kohdejoukon otannalla, jolla saavutettaisiin paljon laajempaa, kattavampaa ja yleistettävämpää dataa aiheista. Toinen ehdotuksemme jatkotutkimukselle on kohdejoukon etsimisessä kiinnittää huomio siihen, että esimerkiksi tämän tutkimuksen kohdejoukoksi valikoituivat sattuman kautta sellaiset peruskoulun oppilaat, joilla oli jo valmiiksi tavallista enemmän kiinnostusta robotiikkaa ja elektroniikkaa kohtaa, koska he olivat hakeutuneet kyseisen aihealueen sisältävään kerhotoimintaan ja robotiikkakilpailuun. Näin ollen

jatkotutkimus voisi ottaa asiakseen tutkia laajalti myös niiden oppilaiden työskentelyä, jotka eivät osoita erityistä kiinnostusta robotiikan aihealueisiin.

Tutkimuksen tulokset antavat hyvin viitteitä siitä, millaisia geneerisiä- ja projektinhallinnan taitoja oppilaat käyttävät vapaassa oppimistilanteessa. Tuloksista voi myös tulkita sitä, kuinka oppilaan yksinäinen työskentely ja ryhmässä työskentely vaikuttaa oppilaan käyttämiin taitoihin. Huomion arvoinen havainto tuloksista oli myös se, kuinka ryhmädynamiikka vaikuttaa ryhmän sisällä käytettyjen taitojen jakautumiseen ja siihen ylipäättään, että käytetäänkö taitoja. Tulokset eivät ole pienestä otannasta johtuen merkittäviä, mutta antavat pohjaa ja tietoa aiheeseen perehtyvälle ja tuovat ymmärrystä aiheesta.

9 Lähteet

- Alimisis, D., Moro, M. & Menegatti, E. (2016). Educational Robotics in Makers Era. Springer Publishing Company.
- Balderas, A.; De-La-Fuente-Valentin, L.; Ortega-Gomez, M.; Dodero, J, M. & Burgos, D. (2018). Learning Management Systems Activity Records for Students' Assessment of Generic Skills. IEEE access, 6, 15958–15968.
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8319405> (Luettu 30.1.2022.)
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. The Clearing house: a journal of education strategies, issues and ideas, 83 (2), 39–43.
<https://www-tandfonline-com.ezproxy.utu.fi/doi/full/10.1080/00098650903505415>
- Bers, M., González-González, C. & Armas–Torres, B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood. Computers & Education, Vol. 138, 130–145
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A. & Engelhardt, K. (2016). Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice. JRC Science for Policy Report, edited by Kampylis, P. & Punie, Y. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/093eadcc-c820-11e6-a6db-01aa75ed71a1/language-en> (Luettu 12.2.2022)
- Chalmers, C. (2018). Robotics and computational thinking in primary school. International Journal of Child-Computer Interaction, 17, 93–100.
- Collins, R. (2011) Project Management. New York: Nova Science Publishers, Inc.
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/kutu/detail.action?pq-origsite=primo&docID=3017821#> (Luettu 12.2.2022)
- Connaughton, R & Modlin, M. (2009). A Modular and Extendable Robotics Platform for Education. ResearchGate: Session T2G.
- Denning, P. J. (2017). Remaining trouble spots with computational thinking. Communications of the ACM, Vol. 60(6), 33–39.
- Devedzic, V., Tomic, B., Jovanovic, J., Kelly, M., Milikic, N., Dimitrijevic, S. & Sevarac, Z. (2018). Metrics for Students' Soft Skills. Applied Measurement in Education. 31(4). 283–296. <https://doi.org/10.1080/08957347.2018.1495212> (Luettu 27.1.2022.)
- Dodgson, M. & Trotman, A. (2022). Lessons Learned: Challenges When Conducting Interview-Based Research in Auditing and Methods of Coping. Auditing: a journal of

- practice and theory 41 (1), 101–113. <https://web-s-ebshost-com.ezproxy.utu.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=94e9751d-53f5-4fb6-8c8f-7dd726d12753%40redis>
- Duncan, C., Bell, T., & Tanimoto, S. (2014). Should your 8-year-old learn coding?. In Proceedings of the 9th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (pp. 60–69). ACM.
- Eskola, J & Suoranta, J. (1998). Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Vastapaino <https://www.ellibrary.com/book/9789517685047> (Luettu 4.4.2024.)
- Fessakis, G., Gouli, E., & Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. Computers & Education, 63, 87–97.
- Gubrium, J. Holstein, J. Marvasti, A. McKinney, K. (2012). The SAGE Handbook of Interview Research: The Complexity of the Craft (2). Thousand Oaks, California: SAGE Publications, ix–1. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kutu/detail.action?docID=1995627&pq-origsite=primo>
- Kananen, J. (2015). Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisusarja. Tampere: Juvenes Print.
- Koppa, Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. Viimeksi päivitetty 28.10.2021 <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineiston-analyysimenetelmat/laadullinen-analyysi> (Luettu 11.2.2022)
- Krauss J., Boss S. (2013). Thinking through project-based learning: Guiding deeper inquiry. Corwin Press Inc
- Kyza, E, A.; Georgiou, Y.; Agesilaou, A. & Souropetsis, M. (2021). A Cross-Sectional Study Investigating Primary School Children’s Coding Practices and Computational Thinking Using ScratchJr. Journal of educational computing research 0(0) 1–38. <https://journals-sagepub-com.ezproxy.utu.fi/doi/full/10.1177/07356331211027387>
- Laine, T. (2001). "Miten kokemusta voi tutkia? Fenomenologinen näkökulma". Teoksessa Ikkunoita tutkimusmetodeihin II. Näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin. Toimittaneet Juhani Aaltola ja Raine Valli. Jyväskylä: PS-kustannus, 26–43
- Lehtinen, J. (2015). Tutkimusta Suomessa- Robotiikka vaatii monitieteellisyyttä. Tieteessä tapahtuu. 5/2015.

- Liikenne- ja Viestintäministeriö. (2016). Kansainvälinen robotiikka selvitys verokkimaina Ruotsi, Alankomaat, Japani, Etelä-Korea, Yhdysvallat, Iso-Britannia, Suomi. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/64953/Julkaisu%205-2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Luettu 11.2.2022)
- Lincoln, Yvonna S., & Denzin, Norman K. (2011) The SAGE Handbook of Qualitative Research. 4th edition. Los Angeles, California: SAGE.
- Lähdesmäki, T. Koskinen-Koivisto, E. L.A. Čeginskas, V. Koistinen, A. (2020). Challenges and Solutions in Ethnographic Research: Ethnography with a Twist (1). Milton: Routledge. <https://directory.doabooks.org/handle/20.500.12854/35301>
- Matteson, M., Anderson, L. & Boyden, C. (2016). “Soft Skills”: A Phrase in Search of Meaning. Portal: Libraries and the Academy. 16(1). 71–88. <https://search.proquest.com/docview/1776311569?OpenUrlRefId=info:xri/sid:primo&accountid=14774> (Luettu 27.1.2022.)
- Mulhall, A. (2003). In the Field: Notes on Observation in Qualitative Research. Journal of advanced nursing 41 (3), 306–313. <https://onlinelibrary-wiley-com.ezproxy.utu.fi/doi/full/10.1046/j.1365-2648.2003.02514.x>
- Mykkänen, J. & Liukas, L. (2016). Koodi 2016 – Ensiapua ohjelmoinnin opettamiseen peruskoulussa.
- Neuvo, Y. 2017. Maailmankartalle osaamisella, tekemisellä ja innostuksella. Digitaalinen Suomi 2017. Vantaa: Suomidigi.fi
- Nikkanen, H. & Virkalahti, P. (2018). Kahdeksaluokkalaisten kokemuksia kokonaisen käsityöprosessin toteutumisesta. -VEX Robotics IQ –oppiympäristö yläkoulun teknologiakurssilla. Rauma: Turun yliopisto, Rauman opettajankoulutuslaitos.
- Nurelhuda, N. & Yousif, A. (2017). Generic skills training through interprofessional peer-assisted learning. Eva, K. (toim.) Medical education, 51 (11), 1185–1186 <https://onlinelibrary-wiley-com.ezproxy.utu.fi/doi/full/10.1111/medu.13425>
- Opetushallitus. 2016. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014 Helsinki: Opetushallitus. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf
- Petre, M. & Price, B. (2004). Using Robotics to Motivate ‘Back Door’ Learning. The Official Journal of the IFIP Technical Committee on Education. Education and Information Technologies, 9, 147–158. <https://link.springer.com/article/10.1023/B:EAIT.0000027927.78380.60>

- Pitan, O S. (2017) Graduate employees' generic skills and training needs. Higher education, skills and work-based learning, 7(3), 290–303. <https://www-emerald-com.ezproxy.utu.fi/insight/content/doi/10.1108/HESWBL-04-2017-0026/full/html> (Luettu 30.1.2022.)
- Ponticorvo, M.; Rubinacci, F.; Marocco, D.; Truglio, F. & Miglino, O. (2020). Educational Robotics to Foster and Assess Social Relations in Students' Groups. Front. Robot. AI 7:78. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2020.00078/full> (Luettu 31.1.2022)
- Porras, P. & Könönen, J. (2015). Robotiikka peruskouluissa. LUMAT: International Journal of Math, Science and Technology Education, 3 (7), 1012–1015. <https://journals.helsinki.fi/lumat/article/view/985>
- Reeves, S. Kuper, A. & Hodges, B D. (2008). Qualitative Research Methodologies: Ethnography. BMJ: British Medical Journal (Online); London Vol. 337 (7668), 512–514. <https://www.proquest.com/docview/1778005196?parentSessionId=2GrLXJ4%2FR%2B1pUwGNoCZQ%2FMFmBXzui2R7Ja7SiVqUyqQ%3D&pq-origsite=primo&accountid=14774>
- Riihimäen kaupunki:
 Robotiikan opetussuunnitelma (2017) <https://www.riihimaki.fi/uploads/2021/10/b2bd81c7-robotiikan-opetussuunnitelma-luokat-3-9-1.8.2020.pdf> (Luettu 11.2.2022)
 Robo oppii -hanke: <https://www.riihimaki.fi/robotiikka-riihimaki/robo-oppii-hanke/> (Luettu 11.2.2022)
- Rubinacci, F.; Ponticorvo, M.; Passariello, R. & Miglino, O. (2017). Robotics for soft skills training. Research on Education and Media. 10(2), 20–25. <https://www.sciendo.com/article/10.1515/rem-2017-0010> (Luettu 30.1.2022)
- Rusi, E. & Mäkinen, S. (2020) Käsityksiä Riihimäen kaupungin robotiikan opetussuunnitelmasta. Rauma: Turun yliopisto, Rauman opettajankoulutuslaitos. <https://www.utupub.fi/handle/10024/149887> (Luettu 11.2.2022)
- Saavedra, A, & Opfer, V. (2012) Learning 21st-Century Skills Requires 21st-Century Teaching. New styles of instruction. Phi Delta Kappan, 94 (2), 8–13. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/003172171209400203?journalCode=pdka>

- Sajama, S. (1993). Arkipäivän filosofiaa. Kertomus ihmisestä tiedon hankkijana ja arvoratkaisujen tekijänä. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Scratchjr.org. <https://www.scratchjr.org/> (Luettu 22.4.2022)
- Sisman, B., Gunay, D. & Kucuk, S. (2018). Development and validation of an educational robot attitude scale (ERAS) for secondary school students. Routledge Taylor and Francis group. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1474234> (Luettu 11.2.2022)
- Snape, P. (2017). Enduring Learning: Integrating C21st Soft Skills through Technology Education. Design and Technology Education. 22(3). 13.
<https://eric.ed.gov/?id=EJ1164214> (Luettu 28.1.2022.)
- Sunarto, M. (2015). Improving Students Soft Skills Using Thinking Process Profile Based on Personality Types. International Journal of Evaluation and Research in Education. 4(3). 118–129. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1091710> (Luettu 27.1.2022.)
- Taajamo, M., Puhakka, E. & Välijärvi, J. (2014). Opetuksen ja oppimisen kansainvälinen tutkimus TALIS 2013: Yläkoulun ensituloksia. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2014:15
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2018). Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi (Uudistettu laitos). Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Van Lith, P. (2007) Teaching Robotics in Primary and Secondary schools. University of Amsterdam, AMSTEL Institute. Amsterdam, the Netherlands
http://metodika.phy.hr/infiro/Conference-CD/papers_pdf/peter.pdf (Luettu 4.4.2024)
- Varto, J. (1992). Laadullisen tutkimuksen metodologia. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Vilka, H. (2005). Tutkimusmetodeja ammatilliselle kentälle. Lahti
- Wagner, T. (2008). The Global Achievement Gap: Why Even Our Best Schools Don't Teach the New Survival Skills Our Children Need-And What We Can Do About It. Basic Books, A Member of the Perseus Books Group.
- Weinberg, J & Yu, X. (2003). Robotics in Education: Low-Cost Platforms for Teaching Integrated Systems. IEEE Robotics & Automation Magazine. 6/2003.
- Wikijunior: Programming for Kids/What is Programming? (n.d.). Retrieved May 03, 2016, from
https://en.wikibooks.org/wiki/Wikijunior:Programming_for_Kids/What_is_Programming?
- Wurdinger, S.; Newell, R. & Kim, E, S. (2020). Measuring life skills, hope, and academic growth at project-based learning schools. Wringley, T. (toim.) Improving schools 23

(3), 264–276. <https://journals-sagepub-com.ezproxy.utu.fi/doi/full/10.1177/1365480220901968>

Yrjänäinen, S. & Ropo, E. (2013). Narratiivisesta opetuksesta narratiiviseen oppimiseen. Tampere University Press, 17–46

Liitteet

Liite 1. Tutkimuslupalomake

Tutkimuslupalomake

Tutkimuksen nimi: *Robottiikan oppimisessa kehittyvät taidot peruskoulutasolla: käsitys ohjelmoinnista ja geneeriset taidot.*

Tutkimuksen tekijät: kasvatustieteen kandidaatit Juuso Matikainen ja Lauri Ilveluoto

Tutustu ennen tutkimusluvan antamista tutkimusta koskevaan oheiseen saatteeseen.

Tutkimus ei vaikuta tai häiritse oppilaan koulunkäyntiä. Tutkimuksella ei myöskään ole vaikutusta oppilaan arviointiin tai muuhun toimintaan.

Huoltaja 1

Annan suostumuksen lapseni/huollettavani osallistumisesta pro gradu –tutkimukseen: *Robottiikan oppimisessa kehittyvät taidot peruskoulutasolla: käsitys ohjelmoinnista ja geneeriset taidot.*

KYLLÄ____ EN____

Allekirjoitus ja nimen
selvennys_____

Aika ja paikka_____

(Huoltaja 2)*

Annan suostumuksen lapseni/huollettavani osallistumisesta pro gradu –tutkimukseen: *Robottiikan oppimisessa kehittyvät taidot peruskoulutasolla: käsitys ohjelmoinnista ja geneeriset taidot.*

KYLLÄ____ EN____

Allekirjoitus ja nimen
selvennys_____

Aika ja paikka_____

**Huoltajan 2 mahdollinen suostumus tarvittaessa harkinnan mukaan, ei välttämätön*

Oppilas

Suostun osallistumaan pro gradu –tutkimukseen: *Robottiikan oppimisessa kehittyvät taidot peruskoulutasolla: käsitys ohjelmoinnista ja geneeriset taidot.*

KYLLÄ____ EN____

Allekirjoitus ja nimen
selvennys_____

Aika ja paikka_____

Liite 2. Saatekirje tutkimuksen kohteena oleville oppilaille

Saatekirje oppilaille ja heidän vanhemmilleen

Hei peruskoulun oppilaat ja vanhemmat!

Olemme kaksi käsityön aineenopettajaksi opiskelevaa opiskelijaa Turun yliopistosta Rauman kampukselta. Teemme pro gradu –tutkielman aiheesta: *Robottiikan oppimisessa kehittyvät taidot peruskoulutasolla: käsitys ohjelmoinnista ja geneeriset taidot*. Tutkimme peruskoulun robotiikan teknologian kontekstissa tapahtuvaa oppimista yhden ryhmän otannalla 5 kerhokerran eli yhteensä 10 tunnin ajan, joten jokaisen oppilaan mukana oleminen tutkimuksessa on tutkimustulosten kannalta toivottavaa ja merkityksellistä.

Geneeriset taidot ja ohjelmointi lukeutuvat molemmat 2000-luvun taitoihin. Niiden merkitys on suuri nyky-yhteiskunnassa, ja kasvaa jatkuvasti entisestään. Tulevaisuudessa yhä useammalla alalla tarvitaan näitä taitoja ja näin ollen perustason osaaminen on monella alalla jo vaatimus. Tämän vuoksi koemme, että on tärkeää saada tästä tuoretta ja tutkittua tietoa mahdollisimman monesta eri näkökulmasta. Tutkimuksessa mukana oleminen auttaa antamaan laajempaa tietoa opetettavien sisältöjen vaikutuksista näihin taitoihin ja sen myötä mahdollistaa muiden tutkimusten ohella kehittämään opetusta tämän aihealueen tiimoilta.

Tutkimus toteutetaan Luvian Yhtenäiskoulun kerhoympäristössä kevätlukukaudella 2023 kerhotuntien aikana. Tutkijoina seuraamme ja havainnoimme kerhon toimintaa 5 viikon ajan, kaksi tuntia viikossa. Tutkimukseen osallistuminen ei vaadi oppilailta mitään toimenpiteitä. Tulemme siis seuraamaan kerhotunteja ja esittämään lyhyitä kysymyksiä oppilaille seurannan ohessa. Tutkimukseen osallistutaan täysin anonyyminä, ja tutkimukseen osallistuvien nimet esiintyvät ainoastaan tutkimuslupalomakkeessa, eikä niitä voi yhdistää tutkimusaineistoon. Yksittäisiä oppilaita käsitellään numerotunnistein. Näin ollen oppilaiden henkilöllisyyttä ei voida liittää tutkimukseen. Tutkimuksessa seurataan Suomen tutkimuseettisen neuvottelukunnan hyvän tieteellisen käytännön ohjeita.

Tutkimusta ohjaa professori Eila Lindfors.

Kiitoksia kaikille osallistujille jo etukäteen! Vastaamme mielellämme tutkimusta koskeviin kysymyksiin.

Ystävällisin terveisin,

Lauri Ilvesluoto

Lsilve@utu.fi

Juuso Matikainen

Jimati@utu.fi

Liite 3. Tietosuojalomake



Tietosuojailmoitus

1 (3)

EU:n yleinen tietosuoja-asetus,
artikkelit 13 ja 14

8.11.2022

1. Rekisterin nimi	Robotiikan oppimisessa kehittyvät taidot
2. Rekisterinpitäjä	Lauri Ilvesluoto Lsilve@utu.fi Juuso Matikainen Jimati@utu.fi Turun yliopisto Opettajankoulutuslaitos, Rauman kampus Seminaarinkatu 1 26100 Rauma
3. Tietosuojavastaavan yhteystiedot	DPO@utu.fi +358 29 450 4361 Lisätietoja yliopiston tietosuojavastaavasta: www.utu.fi/dpo
4. Yhteystiedot rekisterin käyttötarkoitusta koskevissa kysymyksissä	Juuso Matikainen Jimati@utu.fi
5. Käsittelyn tarkoitus ja oikeusperuste	<p>Tutkimukseen osallistujilta ei kerätä henkilötietoja. Heitä käsitellään tutkimusaineistossa numerotunnusten avulla. Osallistujien etu- ja sukunimet esiintyvät ainoastaan allekirjoituksena tutkimuslupalomakkeessa. Paperisen tutkimuslupalomakkeen henkilötietoja ei yhdistetä tutkimuksen digitaaliseen aineistoon missään vaiheessa. Tutkimuslomakkeet säilytetään paperisina yhtä kauan kuin tutkimusaineisto.</p> <p>Henkilötietojen käsittelyn peruste on EU:n yleisen tietosuoja-asetuksen artikla 6 tai artikla 9. EU:n yleinen tietosuoja-asetus, artikla 6, kohta 1 (valitse yksi peruste kuhunkin käyttötarkoitukseen):</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> rekisteröidyn suostumus</p> <p><input type="checkbox"/> rekisterinpitäjän lakisääteisen veloitteen noudattaminen</p> <p>säädökset:</p> <p><input type="checkbox"/> yleistä etua koskeva tehtävä/rekisterinpitäjälle kuuluvan julkisen vallan käyttö</p>

8.11.2022

6. Rekisterinpitäjän tai kolmannen osapuolen oikeutetut edut	Tietoja ei luovuteta eteenpäin kolmansille osapuolille.
7. Käsiteltävät henkilötietoryhmät	Rekisteriin talletetaan rekisteröidystä seuraavia tietoja: <ul style="list-style-type: none"> • Sukupuoli • Ikä
8. Henkilötietojen vastaanottajat ja vastaanottajaryhmät	Tutkimuksen henkilötietoja ei luovuteta eteenpäin.
9. Tiedot tietojen siirrosta kolmansiin maihin	Henkilötietoja ei siirretä tai luovuteta EU:n eikä Euroopan talousalueen ulkopuolelle.
10. Henkilötietojen säilyttämisaika	Oppilailta ja huoltajilta edellytettävät tutkimuslupalomakkeet säilytetään printtimuodossa yhtä kauan kuin tutkimusaineistoa, kuitenkin enintään viisi vuotta, mutta kuitenkin siihen saakka, että opinnäytetyö on hyväksytty. Arvioitu opinnäytteen valmistumisaika on vuoden 2023 aikana. Henkilötietoja ei käsitellä digitaalisessa muodossa.
11. Rekisteröidyn oikeudet	Rekisteröidyllä on oikeus pyytää pääsy häntä itseään koskeviin henkilötietoihin sekä oikeus pyytää tietojensa oikaisemista tai poistamista taikka käsittelyn rajoittamista tai vastustaa niiden käsittelyä. Rekisteröidyllä on oikeus tehdä valitus valvontaviranomaiselle. Yhteyshenkilö rekisteröidyn oikeuksiin ja velvollisuuksiin liittyvissä asioissa on Turun yliopiston tietosuojavastaava, yhteystiedot ilmoituksen alussa.
12. Tiedot siitä, mistä henkilötiedot on saatu	Tiedot on saatu rekisteröidyltä itseltään tutkimuslupalomakkeen yhteydessä.

Liite 4. Geneeristen taitojen observointilomake

Geneeriset ja projektinhallinnan taidot

Seurantakerta:

Päivämäärä:

Havainnoija:

Merkitse oppilaiden numerot kohtaan, jotka täyttyvät heidän kohdallansa

1. Luovuus:
2. Stressin hallinta:
3. Ryhmäyötaidot ja yhteistyötaidot:
4. Suunnittelu:
5. Organisointi:
6. Itseohjaavuus/oma-alotteisuus:
7. Ongelmanratkaisu:
8. Kriittinen ajattelu:
9. Ajanhallinta:
10. Vastuunkannon taidot:
11. Joustavuus:
12. Itsekuri:

Liite 5. Ohjelmoinnillisten taitojen observointilomake

Ohjelmoinnilliset taidot (tietokoneella tapahtuva)

Seurantakerta:

Päivämäärä:

Havainnoija:

Merkitse oppilaiden numerot kohtaan, jotka täyttyvät heidän kohdallansa

1. Luova ja looginen ajattelu:

2. Ongelmien hahmottamiskykyä:

3. Ongelmanratkaisutaito:

4. vaihtoehtojen löytäminen:

5. Algoritmin eli komennon luominen:

6. Vaiheittainen eteneminen:

Liite 6. Generisten taitojen tulosten yksityiskohtainen taulukointi kerhokerroittain

Oppilaiden toiminta	Observointi merkinnän tekijät. Observoija 1: kerrat #1 #2 #3 Observoija 2: kerrat #2 #3 #4 #5	Observointi kerrat #1-5 Oppilaat (A, B, C*, D, E)					Tulokset	
		Kerta #1	Kerta #2	Kerta #3	Kerta #4	Kerta #5	Havainto/ Oppilas/ Kerta (Observoijien yhtenäiset havainnot suluissa)	Toiminnan havaitseminen Ylipäätään koko jaksolta/ oppilas (4 oppilasta)
Geneeriset taidot								
1 Luovuus	Obs. 1		A B D E	A			5 (4)	4(4)
	Obs. 2		A B D E	B E			6 (4)	
2 Stressin Hallinta	Obs. 1	A	A	A			3 (1)	4(4)
	Obs. 2		B	A B	B	A B D E	8 (1)	
3 Ryhmätyötaidot	Obs. 1		B D E	B E			5 (5)	3(4)
	Obs. 2		B D E	B E	B D E	B D E	11 (5)	
4 Suunnittelu	Obs. 1		A B D E	B E			6 (6)	4(4)
	Obs. 2		A B D E	B E	B D E	A	10 (6)	
5 Organisointi	Obs. 1		D	A			2 (1)	4(4)
	Obs. 2			A B E			3 (1)	
6 Itseohjaavuus/ oma-aloitteisuus	Obs. 1	A	A B D	A B E			7 (7)	4(4)
	Obs. 2		A B D E	A B E	A B D E	A B D E	16 (7)	
7 Ongelmanratkaisu	Obs. 1		A B D E				4 (3)	4(4)
	Obs. 2		B D E	B	B E	A B D E	10 (3)	
8 Kriittinen ajattelu	Obs. 1		A B D	A B E			6 (0)	4(4)
	Obs. 2		E				1 (0)	
9 Ajanhallinta	Obs. 1		A B D E	A E			6 (3)	4(4)
	Obs. 2		A E	B E	A		5 (3)	
10 Vastuunkannon taidot	Obs. 1						0 (0)	3(4)
	Obs. 2			B E	B D E		5 (0)	
11 Joustavuus	Obs. 1		B D E				3 (1)	4(4)
	Obs. 2		D	E		A	3 (1)	
12 Itsekuri	Obs. 1	A	A	A			3 (2)	1(4)
	Obs. 2		A	A	A	A	4 (2)	

*Oppilas C oli paikalla vain kerran, ja hänen työskentelynsä meni osittain ohi tutkimusaiheen. Tämän vuoksi olemme sulkeneet hänet tulosten ulkopuolelle.

Liite 7. Ohjelmoinnillisten taitojen tulosten yksityiskohtainen taulukointi kerhokerroittain

Oppilaiden toiminta	Observointi merkinnän tekijät. Observoija 1: kerrat #1 #2 #3 Observoija 2: kerrat #2 #3 #4 #5	Observointi kerrat #1-5 Oppilaat (A, B, C*, D, E)					Tulokset	
		Kerta #1	Kerta #2	Kerta #3	Kerta #4	Kerta #5	Havainto/ Oppilas/ Kerta (Observoijien yhtenäiset havainnot sulussa)	Toiminnan havaitseminen Ylipäätään koko jaksolta/ oppilas (4 oppilasta)
Ohjelmoinnilliset taidot								
1 Luova ja looginen ajattelu	Obs. 1			D			1 (1)	2(4)
	Obs. 2		B D			D	3 (1)	
2 Ongelmien hahmottamiskyky	Obs. 1			D			1 (1)	3(4)
	Obs. 2		B D E	B E		D	6 (1)	
3 Ongelmien ratkaisutaito	Obs. 1			D			1 (1)	2(4)
	Obs. 2		B D			D	3 (1)	
4 Vaihtoehtojen löytäminen	Obs. 1			D			1 (1)	3(4)
	Obs. 2		B D	E			3 (1)	
5 Algoritmin eli komennon luominen	Obs. 1			D	E		2 (2)	3(4)
	Obs. 2		D	E	A	A D	5 (2)	
6 Vaiheittain eteneminen	Obs. 1			D	E		2 (1)	2(4)
	Obs. 2		D				1 (1)	

*Oppilas C oli paikalla vain kerran, ja hänen työskentelynsä meni osittain ohi tutkimusaiheen. Tämän vuoksi olemme sulkeneet hänet tulosten ulkopuolelle.