

OPETUSROBOTIIKAN HYÖDYNTÄMINEN ERITYISOPETUKSESSA

Mauri Heinonen, 157668

13.05.2007

Joensuun yliopisto
Tietojenkäsittelytiede
Pro gradu -tutkielma

Tiivistelmä

Tutkimuksen kohteena on opetusrobotiikka erityisopetuksessa, kuinka erityisopetuksessa voisi hyödyntää vai voiko siinä hyödyntää valmiita robotiikkasarjoja, kuten Lego MindStorm. Tutkimuksen kohteeksi on valittu kaksi markkinoilla olevaa robotiikkasarjaa, jotka ovat Lego MindStorm sekä EK Japan.

Robotiikkasarjoista tutkitaan sitä, kuinka robotiikkasarjoja tulisi kehittää, jotta ne palvelisivat paremmin myös erityisopetuksen ryhmiä. Samalla myös tutkitaan sitä, mitä kyseiset sarjat edellyttävät käyttäjiltään. Näiden tutkimusten pohjalta kerätyn aineiston avulla sekä opetussuunnitelman analyysin pohjalta luodaan arviointikriteeristö, jota opettajat voivat hyödyntää valitessaan sopivaa opetusrobotiikkasarjaa. Tavoitteena on ollut kehittää mahdollisimman monikäyttöinen arviointikriteeristö, jolla voitaisiin arvioida myös muiden valmistajien robotiikkasarjoja.

Olemassa olevat arviointikriteeristöt eivät ole kaikilta osiltaan kattavia. Olemassa olevat arviointikriteeristöt eivät palvele opettajien tarpeita kovinkaan hyvin, koska niissä on unohdettu didaktinen eli pedagoginen, lähestymistapa ongelmiin. Arviointikriteeristöissä ei oteta huomioon, kuinka robotiikkasarjat soveltuvat opetukseen, vaan ne ovat suunniteltu lähinnä kaupallisten näkökulmien pohjalta. Tästä syystä olemassa olevat arviointikriteeristöt ovat suunniteltu yleisesti robotiikan käyttötarpeisiin, eivätkä opettajille opetusrobotiikan arviointiin. Tässä tutkimuksessa on kehitetty opettajille toimiva arviointikriteeristö, jotta he voisivat paremmin arvioida, onko opetusrobotiikkasarjasta hyötyä heille opetuksessa. Tämän arviointikriteeristön lisäksi tutkimuksen aineiston pohjalta on laadittu myös taulukko, josta käy ilmi mihin oppiaineisiin tai ainekokonaisuuksiin opetusrobotiikkaa voisi hyödyntää.

Tutkimuksessa nousi esille, että opettajat eivät tiedä mitä opetusrobotiikka on tai kuinka sitä voisi käyttää opetuksessa hyväksi. Opettajat käyttäisivät opetusrobotiikkaa opetuksen tukena, jos heillä olisi enemmän tietoa robotiikan eduista. Ylipäänsä opettajat eivät tiedä kovinkaan hyvin kuinka he voisivat hyödyntää tieto- ja viestintäteknologiaa opetuksessaan. Tutkimuksesta ilmeni myös, että opettajat voisivat ottaa tieto- ja viestintäteknikan opetuksen tueksi helpommin, mikäli heillä olisi työkalu, jossa kerrottaisiin mihin aineisiin tieto- ja viestintäteknologiaa voisi hyödyntää ja kuinka sitä voisi hyödyntää.

Lisäksi tutkimuksessa nousi esille, että opetusrobotiikan avulla voidaan vahvistaa opiskelijan motorisia taitoja sekä keskittymiskykyä. Näiden seikkojen lisäksi opetusrobotiikan avulla voidaan vahvistaa ryhmätyö-, kielellisiä-, matemaattisia-, sosiaalisia- sekä ongelmanratkaisutaitoja.

ACM-luokat (ACM Computing Classification System, 1998 version): I.2.9, H.1

Avainsanat: opetusrobotiikka, erityisopetus, arviointikriteeristö, tieto- ja viestintätekniikka

Esipuhe

Tutkimuksen kohteena on opetusrobotiikka erityisopetuksessa, kuinka erityisopetuksessa voisi hyödyntää vai voiko siinä hyödyntää valmiita robotiikkasarjoja, kuten Lego MindStorm. Tutkimuksen kohteeksi on valittu kaksi markkinoilla olevaa robotiikkasarjaa, jotka ovat Lego MindStorm sekä EK Japan.

Useissa opetusalan lehdissä, kuten Opettaja -lehdessä, puhutaan erilaisista teknisistä apuvälineistä, kuten opetusrobotiikasta, joita voidaan käyttää hyväksi opetuksessa. Samoissa lehdissä puhutaan myös tieto- ja viestintätekniiikan hyödyllisyydestä sekä sen tarjoamista mahdollisuuksista opetuksen monipuolistajana.

Vaikka erilaisista teknisistä apuvälineistä sekä tieto- ja viestintätekniiikasta puhutaan opetuksen monipuolistajana, siitä huolimatta näistä aiheista löytyy melko vähän julkaistuja tutkimuksia tai hyödyntämismalleja. Tästä syystä opettajan onkin hankala päätellä, mikä näistä monista mahdollisista teknisistä apuvälineistä soveltuisi parhaiten opetuksen tuoksi. Olisikin hyvä, jos olisi olemassa käyttökelpoinen arviointikriteeristö, jota opettajat voisivat hyödyntää valitessaan opetuksensa tueksi esimerkiksi opetusrobotiikkaa.

Arviointikriteeristön lisäksi olisi hyvä olla taulukko tai muu vastaava, jossa olisi lueteltu oppiaineita sekä ainekokonaisuuksia, joiden opettamisessa voitaisiin hyödyntää tieto- ja viestintätekniiikka. Tällöin opettajat voisivat helpommin arvioida, missä ainekokonaisuuksissa tieto- ja viestintätekniiikkaa voisi käyttää hyödyksi. Arviointikriteeristön avustuksella he myös löytäisivät opetusrobotiikkasarjan, joka palvelisi juuri heidän tarpeitaan. Tässä tutkimuksessa on keskitytty tieto- ja viestintätekniiikan laajasta kirjosta juuri opetusrobotiikkaan sekä arviointikriteeristön luomiseen opettajien käytettäväksi.

Tutkittavan aiheen valintaan vaikutti oma mielenkiintoni opetusrobotiikkaa sekä erityisopetusta kohtaan sekä se, ettei kyseistä aihetta ole juurikaan aiemmin tutkittu. Yleisellä tasolla on kuitenkin tutkittu robotiikan käyttöä opetuksessa, mutta kuitenkin vähäisesti erityisopetuksen piirissä. Aiemmat tutkimukset erityisopetuksen sekä robotiikan piiriin liittyen on tehty autististen lasten kanssa (Aurora-projekti, <http://www.aurora-project.com/>).

Tutkittua aihetta pyysi tutkittavaksi Joensuun yliopiston tietojenkäsittelytieteen lai-

toksen professori Erkki Sutinen. Tutkimus liittyy Joensuun yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksen opetusteknologian tutkimusryhmän projektiin, erityisopetuksen teknologiat.

Sisältö

Tiivistelmä	i
Esipuhe	iii
1 Johdanto	1
2 Tutkimuksen viitekehys ja keskeiset käsitteet	3
2.1 Robotiikka	3
2.2 Erityisopetus	8
2.3 Arviointi	11
2.4 Ongelmalähtöinen oppiminen	15
2.5 Opetussuunnitelma	15
3 Tutkimuksen metodi	16
3.1 Aineisto ja sen rajaukset	16
3.2 Tutkimusperinne	20
4 Opetusrobotiikan hyödyntäminen erityisopetuksessa	21
4.1 Kyselylomakkeen analyysi	21
4.2 Joensuun Pihlajapihan ryhmän teknologiatuntien analyysi	26
4.3 Tulokset	30
5 Arviointikriteeristön luominen	33
5.1 Arviointikriteeristöt opetusrobotiikan käytön tukena	33
5.2 Arviointikriteeristöjen analysointi koulujen opetussuunnitelman ta- voitteiden näkökulmasta	37
5.3 Tutkimuksessa kehitetty arviointikriteeristö	38
6 Arviointikriteeristön soveltaminen	43
6.1 Kohdeyleisö	43
6.2 Sarjan kokoaminen ja ohjelmointiympäristö	45
6.3 Opettaako sarja oppilaille...	49
6.4 yleisesti	50
7 Opetusrobotiikan käytön kohteita opetuksessa	53
8 Yhteenveto	57

Liite 1: Kyselylomake opettajille	1
Liite 2: Opetussuunnitelman yhteenveto	1
Liite 3: Arviointikriteeristö	1

1 Johdanto

Tutkimuksen kohteena on robotiikka erityisopetuksessa, kuinka erityisopetuksessa voisi hyödyntää valmiita robotiikkasarjoja, kuten Lego MindStorm. Tutkimuksen kohteeksi on valittu muutama markkinoilla oleva robotiikkasarja, jotka ovat Lego MindStorm sekä EK Japan.

Robotiikkasarjoista on tutkittu, kuinka robotiikkasarjoja tulisi kehittää, jotta ne palvelisivat paremmin myös erityisopetuksen ryhmiä. Samalla on myös analysoitu, mitä tutkitut robotiikkasarjat vaativat käyttäjiltään. Näiden tutkimusten, opettajille esitettyjen haastattelujen sekä opetussuunnitelman analyysin pohjalta kerätyn aineiston avulla on luotu arviointikriteeristö, jota opettajat voivat käyttää hyväkseen valitessaan opetusrobotiikkasarjaa opetuksensa tueksi. (Opettajille lähetetty kyselylomake löytyy liitteestä 1.) Tarkoituksena on ollut luoda mahdollisimman monikäyttöinen arviointikriteeristö, jolla voitaisiin arvioida myös muiden valmistajien robotiikkasarjoja, eikä vain Legon tai EK Japanin robotiikkasarjoja.

Tässä tutkimuksessa on kartoitettu niitä seikkoja, jotka määrittävät perusopetuksen opinto-oppaassa opetuksen tavoitteiksi sekä vaatimuksiksi sekä niitä asioita, joita jo olemassa olevissa arviointikriteeristöissä on käytetty. Tutkimuksen aineiston pohjalta on luotu uusi arviointikriteeristö, joka on suunniteltu nimenomaan opetusrobotiikan arviointiin. Arviointikriteeristö on rakennettu erityisopettajan tarpeisiin, mutta myös muut voivat käyttää sitä oman työnsä tueksi. Tästä asiasta on kirjoitettu luvussa 5.

Arviointikriteeristön valmistamisen lisäksi tutkimuksessa on kartoitettu niitä aineita ja ainekokonaisuuksia, joiden opiskelussa voidaan hyödyntää opetusrobotiikkaa sekä tieto- ja viestintäteknikkaa. Lähinnä opettajilta kerätyn kyselyn, vastanneiden opettajien puhelinhaastattelun sekä tuntien seuraamisen pohjalta nousseiden havaintojen pohjalta on rakennettu yhteenveto, josta nähdään millaisiin kokonaisuuksiin opetusrobotiikkaa voidaan hyödyntää. Tästä asiasta on kirjoitettu luvussa 7.

Aineistosta nousi esiin epäkohtia opetusrobotiikkasarjojen rakenteessa, ohjeistuksessa, ohjelmointiympäristössä sekä käyttötavoissa. Näiden epäkohtien pohjalta voidaan kehittää opetusrobotiikkasarjoja, jotta ne palvelisivat paremmin myös erityisryhmiä. Vaikka kyseessä onkin marginaaliryhmä, niin siitä huolimatta myös heidän tarpeensa tulisi ottaa huomioon, jotta robotiikkasarjojen avulla pystyttäisiin pa-

remmin vahvistamaan sekä tukemaan heidän oppimistaan. Tätä käsitellään luvussa 4.

Tutkittavan aiheen valintaan vaikutti oma mielenkiintoni opetusrobotiikkaa sekä erityisopetusta kohtaan sekä se, ettei kyseistä aihetta ole juurikaan aiemmin tutkittu. Yleisellä tasolla on kuitenkin tutkittu robotiikan käyttöä opetuksessa, mutta ei juurikaan erityisopetuksen piirissä. Aiemmat tutkimukset erityisopetuksen sekä robotiikan piiriin liittyen on tehty autististen lasten kanssa (Aurora-projekti, <http://www.aurora-project.com/>).

Tutkimus on toteutettu aineistoanalyysinä, jossa on analysoitu perusopetuksen opetussuunnitelman perusteita 2004 (Opetushallitus, 2004b) sekä aikaisempia tutkimuksia, jotka käsittelevät opetusrobotiikkaa ja niiden arviointia (Caci, Cardaci, and Lund, 2003; Church, Miller, and Trexler, 2000; Lund and Nielsen, 2002; Martin, Mikhak, Resnick, Silverman, and Berg, 2000; Opetushallitus, 2004b; Resnick, Berg, and Eisenberg, 2000). Näiden aineistojen lisäksi tutkimukseen on kerätty aineistoa seuraamalla erityisryhmien oppitunteja, joissa hyödynnetään opetusrobotiikkaa sekä haastattelemalla opettajia.

2 Tutkimuksen viitekehys ja keskeiset käsitteet

Tässä luvussa kuvataan tutkimuksen kannalta keskeisimmät käsitteet, joita ovat ongelmalähtöinen oppiminen, opetusrobotiikka, robotiikka, arviointi, erityisopetus, erityisoppilas sekä opetussuunnitelma. Nämä pääkäsitteet määrittelevät tutkimuksen keskeisen sanaston sekä muut tarvittavat käsitteet. Lisäksi luvussa on käyty lävitse tutkimuksen viitekehys.

2.1 Robotiikka

Tässä luvussa käsitellään robotiikkaa ja kerrotaan kuinka perinteinen robotiikka eroaa niin kutsutusta opetusrobotiikasta.

Suomen kielen perussanakirjan mukaan robotiikka tarkoittaa robottien teoriaa, muotoilua sekä muuta hyödyntämistä tutkivaa tieteenalaa. Samoin robotiikka on määritelty myös (Wikipedia, 2007a,b; www.webopedia.com, 2000). Nykysuomen tietosanakirja taas määrittelee robotiikan tarkoittavan (teollisuus)robottien eli annetun ohjelman mukaisia mekaanisia liikkeitä toistuvasti suorittavien koneiden suunnittelua ja hyväksikäyttöä. Samaisessa teoksessa myös mainitaan, että nykyisin robotit ovat tietokoneohjattavia ja niillä voi olla videokuvien käsittelyyn perustuva ”näkökyky”.

Ensimmäisenä maailmassa sanaa robotiikka käytti tieteiskirjailija Isaac Asimov kirjoittamassa tieteiskirjassa Runaround (1941). Kuitenkin sanaa robotti käytettiin jo vuonna 1920 Karel Capekin näytelmässä R.U.R (Rosumovi Umeli Robotti), jossa robotit olivat keinotekoisia ihmisiä. Kuitenkin robotti sanana on vakiintunut merkitsemään mekaanista laitetta. Asimov kirjoitti paljon robotiikasta sekä roboteista ja määritteli kirjoissaan yleisesti tunnetut niin sanotut robotiikan lait:

1. Robotti ei saa vahingoittaa ihmistä eikä laiminlyönnin johdosta saattaa tätä vahingoittumaan.
2. Robotin on toteltava ihmisen sille antamia määräyksiä paitsi milloin ne ovat ristiriidassa ensimmäisen pääsäännön kanssa.
3. Robotin on varjeltava omaa olemassaoloaan niin kauan kuin tällainen varjeleminen ei ole ristiriidassa ensimmäisen eikä toisen pääsäännön kanssa.

Näiden "lakien" lisäksi on lisätty niin kutsuttu nolla laki "Robotti ei voi vahingoittaa ihmiskuntaa, eikä antaa ihmiskunnan vahingoittua." (Wikipedia, 2007a,b)

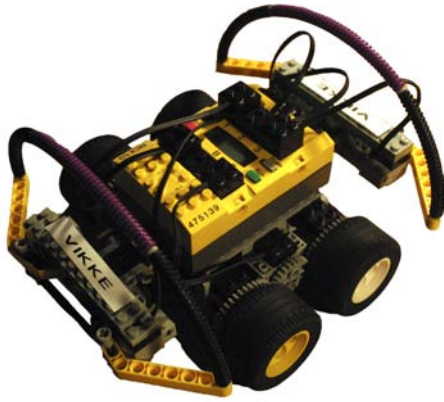
Mikä on robotti? Robotti on nyky-suomen tietosanakirjan sekä (Wikipedia, 2007a,b) mukaan uudelleen ohjelmoitavissa oleva monipuolinen mekaaninen laite, joka on suunniteltu liikuttamaan kappaleita, osia, työkaluja tai erikoislaitteita ohjelmoitavin liikkein monenlaisten tehtävien suorittamiseksi. Robottien ominaisuuksista keskeisimpiä ovat liikeratojen vapausasteiden määrä, suoritusarvo liikuteltavan massan tai työkalun suhteen, nopeus, tarkkuus ja käyttövoima, joka voi olla pneumaattinen, hydraulinen tai sähkö. Raskaimmille kappaleille tehdyt robotit toimivat hydraulisesti, pienemmät yl. sähköisesti. Robotteja voidaan ohjata opettamalla tai ohjelmoimalla. Tällaisia toimintoja tekeviä robotteja ovat muun muassa erilaiset teollisuus- tai pelastusrobotit. Nykyaikaisessa teollisuudessa hyödynnetään robotiikkaa huomattavasti tuotantolinjoilla. Nykyisin muun muassa autot valmistetaan robottien avustuksella. Taulukossa 1 on kuvia erilaisista roboteista sekä erilaisista käyttökohteista.

Kuten opettajille tekemä kysely osoitti (kyselystä tarkimmin luvussa 4.1) niin opetusrobotiikka on melko käsittämätön termi. On huolestuttavaa, että henkilöt, jotka voisivat käyttää työssään hyödyksi opetusrobotiikan tarjoamia mahdollisuuksia, ei tiedä mitä opetusrobotiikka on tai mitä sillä tarkoitetaan. Toisaalta tämä on ymmärrettävää, koska opetusrobotiikka on melko tuore aluevaltaus opetusteknologian parissa sekä maamme opettajakunta on jo melko iäkäs. Toinen seikka joka puhuu opetusrobotiikan tietämättömyyden puolesta on se, että itsessään opetusrobotiikalle ei löydy kunnollista määritelmää. Englanninkieliselle termille *educational robotics* puolestaan löytyy määritelmiä. Eräässä julkaisemattomassa englanninkielisessä artikkelissa *educational robotics* (opetusrobotiikka) on määritelty seuraavasti "We use the term educational robotics to refer to the use of robots as a vehicle for teaching subjects other than specifically robotics, for enhancing STEM skills by enabling a constructionist experience. (Sklar and Salvit)". Olen käyttänyt tässä tutkimuksessa opetusrobotiikasta seuraavaa määritelmää:

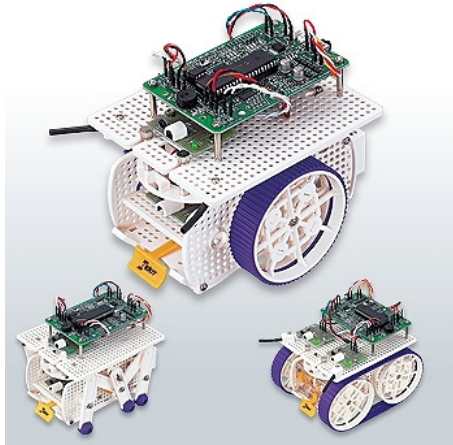
Opetusrobotiikka viittaa roboteihin, jotka toimivat opetuksen apuna jonkin tietyn aineen opettamisessa eikä niinkään robotiikan opettamisessa.

Tämä määritelmä tarkalleen ottaen tarkoittaa sitä, että opetusrobotiikaksi luetaan

Taulukko 1: Erilaisia robotteja



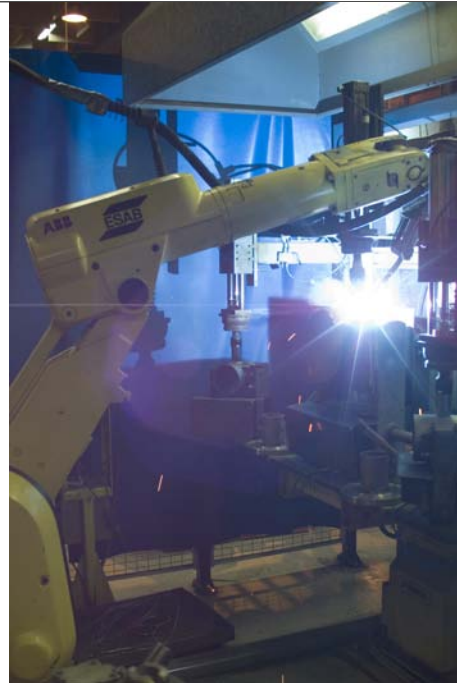
Opetusrobotiksi luettava Lego MindS-
torms



Opetusrobotiksi luettava EK Japan
Soccer Robo 915



Teollisuusrobotti



Toisenlainen teollisuusrobotti

sellaiset robotiikkasarjat tai robotit, jotka edesauttavat opiskeltavan asian oppimista, eivätkä ole sellaisia, joiden päätarkoituksena on oppia tai opettaa robotiikkaa. Robotiikkasarjoja ovat esimerkiksi Lego MindStorms ja EK Japan. Robotiikkasarja on kokonaisuus, jossa toimitetaan samassa paketissa tarvittavat komponentit robotin rakentamiseen, ohjelmoimiseen sekä ohjeet näiden toimintojen suorittamiseen. Opetusrobotiikan tarkoituksena on siis motivoida oppilasta opiskeltavaan aiheeseen tai havainnollistaa konkreettisesti vaikeasti selitettävää kokonaisuutta. Opetusrobotiikan on näin ollen määrä olla vain opetuksen apuväline, ei itse opetuksen tarkoitus. Määritelmän taustalla on määritelmät opetuksesta, opetusteknologiasta sekä robotiikasta. Näiden määritelmien lisäksi tekemääni määritelmään on vaikuttanut termin englanninkieliselle vastineelle tehdyt määritelmät. Robotiikan määritelmä Suomen kielen perussanakirjan sekä (Wikipedia, 2007a,b) mukaan on seuraava: robottien teoriaa ja hyödyntämistä tutkiva tieteenala. Kun taas opetusteknologia on itsenäinen tutkimusala, joka yhdistää kasvatustieteen sekä tietojenkäsittelytieteen eri osa-alueet (Meisalo, Sutinen, and Tarhio, 2003). Tarkalleen ottaen opetusteknologialla tarkoitetaan "*opetuksen sekä opiskelun tarpeisiin suunniteltu tieto- ja viestintäteknikka*" (Meisalo, Sutinen, and Tarhio, 2003). Opetusteknologia käsittelee opetuksen suunnittelun ja toteuttamisen ongelmia järjestelmällisesti ja usein niin sanottua systeemianalyyttistä lähestymistapaa sekä teknisiä apuvälineitä hyväksi käyttäen, jolloin joudutaan työskentelemään niin kasvatustieteen kuin tietotekniikan parissa niin myös kyseessä olevan opetettavan aineen parissa (Meisalo, Sutinen, and Tarhio, 2003). Näin ollen opetusrobotiikka kuuluu osaksi robotiikan sekä opetusteknologian piiriin, ja tästä syystä opetusrobotiikan määrittelee hyvin tutkimuksessa käytetty määritelmä.

Periaatteessa opetusrobotiikasta voidaan puhua myös robotiikkana, mutta tällöin on vaarana sekoittaa asioita. Tämä johtuu siitä, että robotiikka on huomattavasti laajempi käsite kuin mitä opetusrobotiikka. Opetusrobotiikka rajaa robotiikan sellaiseksi, jota on tarkoitus käyttää opetuksen apuna, eli työkaluna, jolla voidaan auttaa oppilaita oppimaan jokin tietty asia. Kun puhutaan yleisesti robotiikasta, silloin tähän kategoriaan kuuluvat niin tehdasrobotit, hakurobotit kuin myös opetusrobotit. Robotiikka terminä onkin yläkategoria, jonka alle kuuluu monia eri alakategorioita, joista yhtenä on tutkimuksessa käsitelty opetusrobotiikka.

Sinällään opetusrobotiikka ei eroa robotiikasta. Opetusrobotiikka on robotiikkaa, mutta sillä on vaan tietty käyttötarkoitus, eli toimia opetuksen apuna, auttaa opetta-

jaa motivoimaan opiskelijat opiskeltavaan aiheeseen tai havainnollistaa opiskeltavaa asiaa. Taulukossa 1 on kuvattu erilaisia robotteja, joista nähdään, kuinka laaja ala robotiikka on.

2.2 Erityisopetus

Erityisopetus on laaja käsite, tämän vuoksi sitä tulee hieman tarkentaa. Lähinnä siten, mitä tällä käsitteellä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa. Erityisopetusta voidaan pitää maallisempänä terminä erityispedagogiikalle.

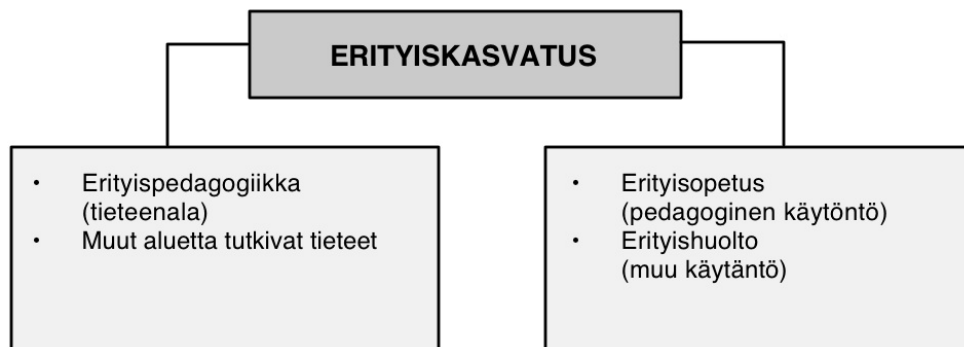
Tieteenalana erityispedagogiikka on melko nuori eikä sitä voida määritellä tieteenä yksiselitteisesti. Tämä johtuu pitkälle siitä, että tällä määritelmällä on kansainvälisiä painotuseroja. Suomalaisten erityispedagogiikan professorien mukaan näiden määritelmien yhdistävänä tekijänä on pyrkimys tukea lähinnä pedagogisin keinoin erityistä tukea tarvitsevia henkilöitä. Tästä syystä valittu kohderyhmä näyttölee suurta osaa erityispedagogiikan aluetta määriteltäessä. Tieteenalan tavoitteeksi, erityispedagogiikan professorit ovat nimenneet, pyrkimyksen löytää vammaisten ja erityistä tukea tarvitsevien ihmisten auttamiseen soveltuvia teoreettisia lähestymistapoja, toimintamalleja sekä käytänteitä. (Hautamäki, Lahtinen, Moberg, and Tuunanen, 2003; Ladonlahti, Naukrinen, and Vehmas, 1998).

Vaikka erityispedagogiikan historia tieteenalana onkin melko nuori, siitä huolimatta erityisopetusta on sovellettu tietoisesti Euroopassa jo 1700-luvulla (Hautamäki, Lahtinen, Moberg, and Tuunanen, 2003). Tällöin erityisopetusta sovellettiin aistivammaisten parissa, jolla tarkoitetaan niin kuuroja kuin sokeita (Hautamäki, Lahtinen, Moberg, and Tuunanen, 2003). Se miten määritellään oppilaat, jotka kuuluvat erityisintuen tarpeen piiriin määritellään myöhemmin tässä luvussa.

Erityispedagogiikka pohjautuu seuraaviin tieteenaloihin, joita voidaankin pitää erityispedagogiikan perustieteenaloina, kasvatustiede, psykologia ja lääketieteen jotkut osa-alueet sekä yhä enemmän myös yhteiskuntatieteet. Toisaalta näitä tieteenaloja ei voi yksiselitteisesti pitää ainoina tieteenaloina, joihin erityispedagogia pohjautuu, sillä nämä perustieteenalat saattavat vaihdella maittain. Näitä edellä mainittuja tieteenaloja käytetään siis perustieteenaloina, joista haetaan sovellusten teoreettinen perusta sekä ollaan tiiviisti yhteistyössä. On kuitenkin hyvä muistaa, että pedagogiikka merkitsee huomattavasti laajempaa käsitettä kuin didaktiikka. Erityispedagogiikassa ja erityiskasvatuksessa on siis mukana opetusta tai opetustilannetta laajempi näkökulma. (Hautamäki, Lahtinen, Moberg, and Tuunanen, 2003). Opetuksella sekä opetustilanteella tarkoitetaan tässä niin luokkahuonetta kuin erilaisia opetusmalleja, joita opettaja noudattaa opetustilanteessa.

Tällä hetkellä erityispedagogiikka määrittyy kaikkein selvimmin kasvavia yksilöitä sekä kasvatusta- ja koulutusjärjestelmää tutkivien tieteidensä kautta; tällöin luontevin ja historiallisestikin tutuin lähitiede on kasvatustiede, jonka osana kasvatustieteilijät mielellään erityispedagogiikan näkevät. Lääketieteen, psykologian ja sosiaalitieteiden suuntiin on kuitenkin huomattavasti sellaisia välttämättömiä tutkimusyhteyksiä, jotka eivät kasvatustiedettä tai kasvatustieteilijöitä kiinnosta. (Hautamäki, Lahtinen, Moberg, and Tuunanen, 2003).

Erityiskasvatus-termi näyttelee tällä hetkellä yhdistävää yläkäsitettä, joka yhdistää erityispedagogiikan tieteenalan ja erityisopetuksen. Erityisopetus on koulusidonnaista käytäntöä kuvaava termi. Näiden alojen lisäksi erityiskasvatus liittyy tähän mukaan myös erityishuollon, josta voitaisiin myös luopua. (Hautamäki, Lahtinen, Moberg, and Tuunanen, 2003). Tätä yhdistettä on kuvattu kuvassa 1.



Kuva 1: Erityispedagogiikan, erityisopetuksen ja erityiskasvatuksen suhde (Hautamäki, Lahtinen, Moberg, and Tuunanen, 2003)

Tutkimuksessa ei olla käsitellyt erityispedagogiikkaa vaan nimen omaan erityisopetusta. Mitä tämä erityisopetus sitten oikeastaan tarkoittaa? Kuten kuvasta 2 sekä kuvasta 1 näkee, niin yläkäsitteenä sekä yhdistävänä terminä toimii erityiskasvatus, jonka alle kuuluvat niin erityisopetus kuin erityispedagogiikka. Näistä erityispedagogiikalla yleisesti tarkoitetaan yliopistossa opiskeltavaa erityispedagogiikan tieteenalaa, kun taas erityisopetus tarkoittaa opetusta, jota annetaan erityiskouluisissa. Kuten kuvassa 2 näkee, niin erityispedagogiikka on taasen erityisopetuksen yläkäsite. Erityispedagogiikassa kehitetään ja määritellään erilaisia teorioita asioiden opettamiseen, joita sitten erityisopetuksessa noudatetaan.

Näin ollen erityisopetus onkin omalla tavallaan koulusidonnaista, johtuen siitä, että



Kuva 2: Yksinkertaistettu kaavio erityiskasvatuksen sisällöstä.

opetusta useimmiten suoritetaan juuri kouluissa. Mikäli haluaisimme määritellä erityispedagogiikan tieteenä tarkasti, niin se olisi mahdotonta, koska sille ei voida antaa mitään yksiselitteistä määritelmää. Erityispedagogiikan määritelmänä kuitenkin voidaan pitää sitä, että

sen keskeinen tavoite on pyrkiä löytämään vammaisten ja erityistukea tarvitsevien ihmisten auttamiseen soveltuvia teoreettisia lähestymistapoja, toimintamalleja ja käytänteitä. (Hautamäki, Lahtinen, Moberg, and Tuunanen, 2003).

Tutkimuksessa on myös noudatettu kyseistä määritelmää erityispedagogiikan suhteen.

Erityisopetus on koulusidonnaista, mutta voiko se olla jotain muuta? Nykyisin suositaan paljon erityisopetuksen ja yleisopetuksen integraatiota. Integraatio tarkoittaa tässä yhteydessä sitä, että pyritään toteuttamaan erityiskasvatus mahdollisimman

pitkälle niin, että oppilas voi suorittaa oppivelvollisuutensa niin sanotussa normaalissa koulussa siten, että koko ikäluokka käy oppivelvollisuuskoulua (Ladonlahti, Naukkriinen, and Vehmas, 1998). Tällöin siis oppilasta, jonka todetaan tarvitsevan erityistä tukea opiskelussaan ei tarvitsisi siirtää tutusta luokastaan mihinkään erityiskouluun tai muuhun vastaavaan, vaan hän voisi käydä oppivelvollisuutensa normaalisti läpi oman luokkansa kanssa. Tämän ajattelun perimmäisenä tavoitteena on ollut luoda yksi yhteinen koulujärjestelmä, jonka avulla voidaan luoda laajempaa pohjaa tasa-arvon sekä oikeudenmukaisuuden kehittymisen suhteen (Ladonlahti, Naukkriinen, and Vehmas, 1998).

Tutkimuksessa on keskitytty vain perusasteen erityisopetukseen, jolla tässä yhteydessä tarkoitetaan sellaista opetusta, jota annetaan erityisluokalla tai -koulussa. Tarkemmin sanottuna tällä tarkoitetaan opetusta, jossa "*oppilasta autetaan oppimisvaikeuksissa eri tukimuodoin, jotka määräytyvät vaikeuksien laadun ja laajuuden mukaan (Opetushallitus, 2004a)*". Tämä edellyttää, että oppilaalla diagnosoidaan jokin oppimisvaikeus, joka vaatii tukimuodon, jotta oppilas pääsisi tämän vaikeuden ylitse.

Kaikki oppilaat eivät kuulu erityisopetuksen piiriin. Tällä hetkellä perusasteen oppilaista erityisoppilaisiin kuuluu noin 10 - 20 %. Ainoastaan sellaiset oppilaat, joilla on diagnosoitu jokin oppimisvaikeus ja jotka ovat siirretty erityisopetukseen alaisuuteen kuuluvat siihen. Jostain syystä monet pitävät termejä erityisoppilas sekä vammainen oppilas toistensa synonyymeina vielä tänä päivänä, vaikka näin ei olekaan. Tästä syystä erityisoppilasta nykyisin kutsutaankin "*oppilaaksi, jolla on erityisiä kasvatuksellisia tarpeita (Hautamäki, Lahtinen, Moberg, and Tuunanen, 2003)*". Toisaalta voidaan pitää vain hienosteluna tätä uutta nimitystä erityisoppilaasta, sillä kaikesta huolimatta erityisopetus sekä erityispedagoginen tutkimus rakentuvat vielä tänä päivänäkin vammaisuuteen ja vammaiseen henkilöön. (Hautamäki, Lahtinen, Moberg, and Tuunanen, 2003).

2.3 Arviointi

Nykyisessä yhteiskunnassa meitä arvioidaan ja mitataan käytännössä koko ajan, tavalla tai toisella. Tunnetuinta arviointi on koulumaailmassa, jossa arviointi kiteytyy arvosanoihin ja numeroihin. Arvioinnista muun muassa riippuu se, että pääsemme-

kö siihen oppilaitokseen johon haluaisimme. Arviointi onkin aina läsnä niin opettamisessa, oppimisessa kuin joka päiväisessä elämässämme, joko itsetietoisesti tai tiedostamatta (Tenhula, 2001). Tässä valossa on helppo nähdä arvioinnin suuri merkitys ihmiskunnalle sekä sen rooli jokapäiväisessä elämässämme; arviointi vaikuttaa huomattavasti itsetuntoomme sekä menestymiseen elämässä.

Mitä arviointi sitten oikeastaan on? Yleisesti arviointi käsitetään mittaamisena. Sellaisenaan me olemme sen oppineet ymmärtämään jo koulussa, jossa mitattiin osaamistamme erilaisin kokein. Toisaalta arviointia pidetään mittaamisen vastakohtana, eli sellaiset asiat joita ei ole mahdollista mitata, niin silloin ne ovat arvionvaraisia. Termin arviointi pohjalta kuitenkin löytyvät termit "arvaaminen" sekä "arvelminen". Kun ihminen sanoo, että jokin asia on arvioin mukainen, niin silloin se tarkoittaa kärjistettynä, että jokin asia on luulon, otaksuman tai käsityksen mukainen. Näin ollen mittaaminen, kuten myös arvioiminen, ovat pitkälti summittaisia, eli suuntaa-antavia. Tämän näkökohdan pohjalta esimerkiksi tenttien arvostelu sekä arvosanan antaminen eivät olekaan mittaamista, tieteellisen kielenkäytön mielestä, vaan kriteerinvaraista luokittelua. Tästä seuraakin kysymys, että voiko arvioinnilla ollakaan mitään objektiivisia kriteereitä tai onko sillä olemassa joitain yhteisiä kriteereitä, joita jokainen meistä voisi noudattaa sekä allekirjoittaa. (Karjalainen).

Kokonaisuudessaan arviointi on hyvin arvo- ja näkökulmasidonnaista - ajan paikan ja tilanteen mukaan vaihtelevaa - kontekstuaalista toimintaa. (Karjalainen).

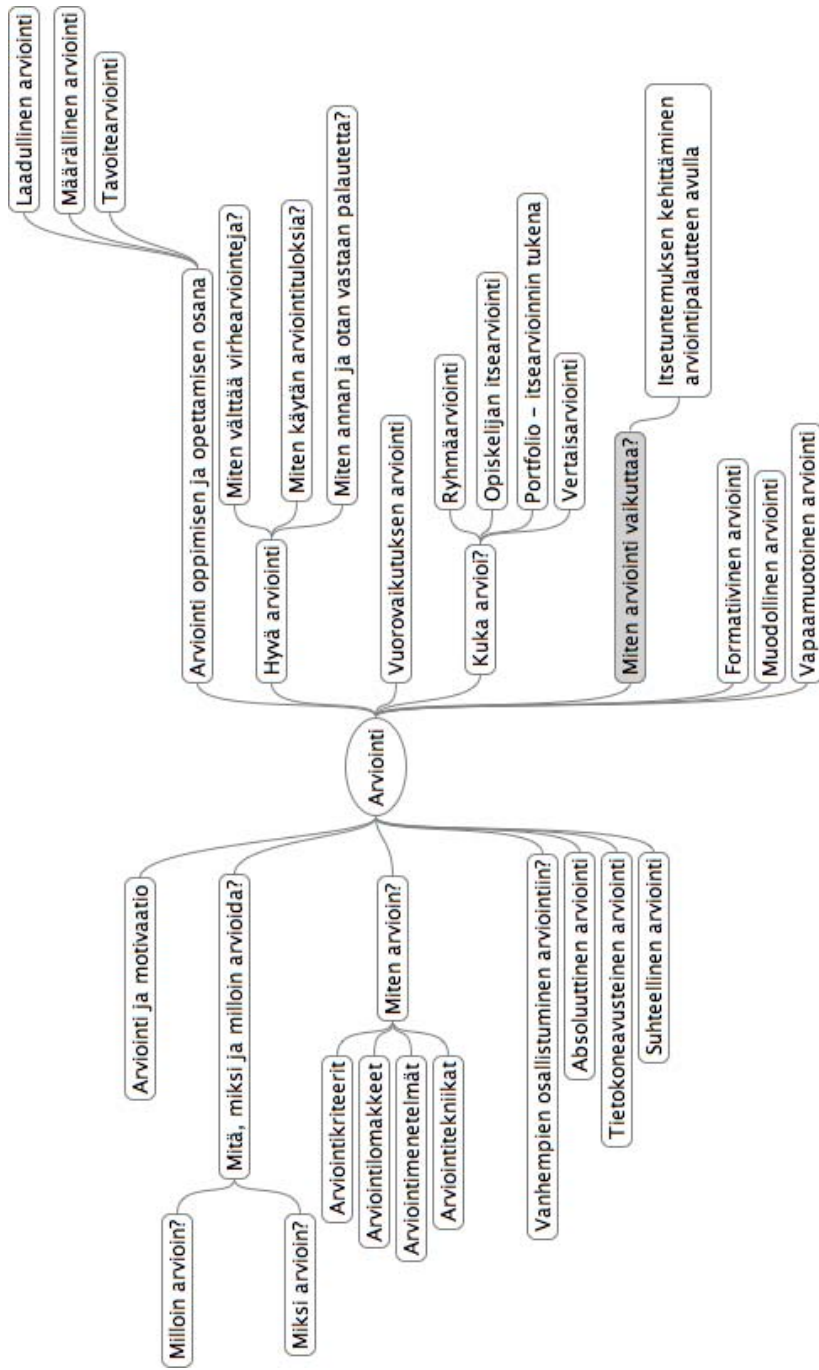
Edellä mainitun perusteella arviointi onkin, niin sanana kuin käsitteenä monimerkityksellinen. Tässä tutkimuksessa on noudatettu arvioinnista seuraavaa määritelmää; arviointi on asian, ilmiön tai toimenpiteen arvon määrittämistä. Arviointi on prosessi tai sellaisen prosessin tulos, jossa jollekin annetaan arvo. Arviointi voidaan myös ymmärtää seuraavasti; arviointi on jonkin asteikon tai kriteeristön avulla pääteltävää laadun tai määrän erittelyä, arviointi voi olla systemaattista tai epäsystemaattista tietyn kohteen havainnointia tai sitten arviointi voi olla arvioinnin luotettavuuden ja pystyvyyden arviointia, joka tarkoittaa meta-arviointia (Koppinen, Korpinen, and Pollari, 2000).

Arviointi itsessään jakautuu moneen eri alakäsitteeseen, joita muun muassa ovat absoluuttinen arviointi, formatiivinen arviointi, itsearviointi, muodollinen arviointi

sekä vertaisarviointi (Meisalo, Sutinen, and Tarhio, 2003). Nämä käsitteet kuuluvat olennaisesti opetusrobotiikan kanssa työskentelyyn. Sillä työskennellessään opetusrobotiikan parissa opiskelija joutuu suorittamaan itsearviointia koko ajan, miettiesään omia ratkaisujaan annetun ongelman ratkaisussa. Myös vertaisarviointia opiskelija suorittaa, arvioiden omia ratkaisujaan muiden ratkaisuihin.

Tutkimuksen pohjalta on luotu arviointikriteeristö opetusrobotiikkasarjoille, jotta niin erityisopettajat kuin aineenopettajatkin voisivat helpommin valita sopivan opetusrobotiikkasarjan heidän tarpeisiinsa. Tässä yhteydessä siis arviointi tarkoittaa nimenomaan sitä, että tuon kriteeristön avulla opettajan on mahdollista arvioida opetusrobotiikkasarjoja. Vastaavaa arvion suorittamista opettajat tekevät joka päivä työssään, kun he määrittelevät arvosanoja oppilailleen.

Kuvassa 3 on kuvattu sitä, kuinka laajakäsite arviointi on. Tässä miellekartassa kuvataan pääpiirteittäin se, mitä arvioinnilla voidaan käsittää.



Kuva 3: Ajatuksia arvioinnista. (Tenhula, 2001; Mäkinen, 2002; Koppinen, Korpinen, and Pollari, 2000; Eräsaari, Lindqvist, Mäntysaari, and Rajavaara, 1999; Meisalo, Sutinen, and Tarhio, 2003)

2.4 Ongelmalähtöinen oppiminen

Ongelmalähtöinen oppiminen (OLO eli PBL, Problem-Based Learning) perustuu ajatukseen, että oppiminen on tehokkaimmillaan, kun opiskelijat osallistuvat siihen aktiivisesti ja oppivat siinä asiayhteydessä, jossa tietoa on tarkoitus käyttää. Ongelmat ovat virikkeitä ja keskittävät opiskelijoiden työskentelyn. Ongelmalähtöinen oppiminen ei perustu vain siihen, että ongelmia liitetään muuten oppiaine-keskeiseen opetusohjelmaan, vaan OLO on tapa muotoilla ammatillisen käytännön oppimishjelma. (Boud and Feletti, 1999).

Ongelmalähtöinen oppiminen liittyy tähän tutkimukseen, koska opetusrobotiikan avulla suoritettava oppiminen on ongelmalähtöistä oppimista. Vaikka siihen liittyykin myös kokeilemalla oppiminen sekä ohjaajan (opettajan) merkitys, niin siitä huolimatta oppilas tai opiskelija saa melko vapaasti itse ahertaa selvittävän ongelman parissa. Tämän lisäksi ongelmalähtöinen oppiminen antaa hyvän kivijalan tuleville opinnoille sekä työelämälle, koska näissä kummassakin yleensä joudutaan turvautumaan ongelmalähtöiseen lähestymistapaan (Boud and Feletti, 1999).

2.5 Opetussuunnitelma

Opetussuunnitelma on tässä tutkimuksessa keskeinen käsite siitä syystä, että se on yhtenä lähteenä analysoitavien lähteiden joukossa.

Opetussuunnitelmassa määritellään perusasteen jokaisen aineen vaatimukset sekä tavoitteet, jotka oppilaiden tulisi saavuttaa läpäistäkseen kyseisen aineen. Opetussuunnitelma on opetushallituksen laatima asiakirja, jota koulujen on noudatettava opetuksessaan. Koulut voivat kyllä muokata opetushallituksen laatimasta opetussuunnitelmasta heille sopivan version, mutta kuitenkin opetushallituksen laatiman opetussuunnitelman sisältämät tavoitteet sekä keskeiset käsitteet tulee löytyä myös koulujen omista opetussuunnitelmista.

Opetussuunnitelman ansiosta voidaan sanoa, että opiskelijat ovat tasa-arvoisessa asemassa koko Suomessa, koska samat asiat tulisi opettaa jokaisessa suomalaisessa koulussa.

3 Tutkimuksen metodi

Seuraavassa luvussa on esitelty tutkimuksen eteneminen ja aineistot, joita tutkimuksessa käytettiin hyväksi. Tässä luvussa on myös perusteltu, miksi juuri nämä aineistot on valittu tutkimuksen aineistoiksi.

3.1 Aineisto ja sen rajaukset

Aineistoksi on valittu perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004 sekä opettajille esitetyt haastattelut, joiden haastattelu lomake löytyy liitteestä 1. Opetussuunnitelman lisäksi arviointikriteeristön pohjana käytettiin aikaisempien tutkimusten arviointikriteeristöjen yhteenvetoa. Aikaisemmissa tutkimuksissa on käsitelty robotiikan tai opetusrobotiikan arviointia. Jotta saatiin käytännön näkökulma tutkimukseen mukaan, ja jotta voitiin tutkia millaisiin tietotaitoihin opetusrobotiikalla on mahdollista vaikuttaa, analysoitiin Joensuun Pihlajapihan oppilaiden teknologiatunteja, joissa käytettiin opetuksen tukena opetusrobotiikkaa.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004 valittiin tutkimukseen mukaan, jotta tutkimukseen saataisiin opetushallituksen määräämät tavoitteet aineille sekä ainekokonaisuuksille. Tämän aineiston avulla on kartoitettu tavoitteet sekä keskeiset käsitteet, jotka nuoren tulisi saavuttaa oppivelvollisuuden päätyttyä. Tämän aineiston avulla pystytään myös vastaamaan tutkimuskysymyksiin, jotka koskevat aineryhmien vaatimuksia sekä tavoitteita. Aineryhmien vaatimusten sekä tavoitteiden kartoittamisen jälkeen, pystytään vastaamaan siihen, mitä vaatimuksia opetusrobotiikkasarjoja kohtaan esitetään, jotta ne toimisivat opetuksen apuvälineinä.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden lisäksi aineistona on käytetty julkaistuja tutkimuksia, jotka ovat käsitelleet joko opetusrobotiikkaa tai yleisesti robotiikkaa. Aineistona on käytetty ennen kaikkea sellaisia tutkimuksia, joissa on arvioitu robotiikkaa. Näissä tutkimuksissa ei ole käytetty tiedossa olevia arviointikriteeristöjä, vaan jokaiseen tutkimukseen oli luotu käyttötärpeeseen sopiva arviointikriteeristö. Joka tapauksessa analysoiduissa tutkimuksissa on arvioitu sellaisia robotiikkasarjoja, joita käytetään tunnetusti opetuksen apukeinoina. Voidaan sanoa, että tutkimuksissa on analysoitu opetusrobotiikkaa. Kuitenkin analysoiduissa tutkimuksissa ei ole arvioitu sitä, kuinka robotiikkasarja soveltuu opetukseen vaan ne ovat

enemmänkin robotiikkasarjojen ominaisuuksiin sekä rakenteisiin suuntautuvia. Aineistot kerättiin julkaistuista artikkeleista sekä kirjoista, jotka käsittelevät robotiikkaa. Kerätyt aineistot käsittelevät robotiikan hyödyntämistä opetuksessa sekä yleisellä tasolla.

Aineistoa haettiin niin kirjastosta kuin internetistä Googlen avustuksella. Suomenkielisinä hakusanoina on käytetty Googleen sekä kirjaston tietokantaan esitetyissä hauissa seuraavia hakusanoja

- opetusrobotiikka,
- opetusrobotiikan arvioiminen,
- opetusrobotiikan käyttö,
- robotiikka,
- robotiikan arvioiminen,
- robotiikan käyttö,
- opetusrobotiikka arvioiminen,
- robotiikka arvioiminen,
- opetusrobotiikka käyttö sekä
- robotiikka käyttö.

Näiden hakusanojen avulla aineistoa löytyi melko suppeasti. Joitakin kirjoja yleisesti robotiikasta löytyi kirjaston tietokannasta, mutta opetusrobotiikkaan liittyviä teoksia ei juurikaan. Opetusrobotiikkaan viittaavilla hakusanoilla Google antoi hakutuloksi Joensuun yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksen oppimisympäristöjen toteutusteknologiat -kurssin oppilastöitä. Oppilastöiden viitteet kuitenkin tarjosivat hyviä lähteitä, joita saattoi käyttää hyväksi tutkimuksessa.

Pelkästään robotiikkaa käsittelevien hakusanojen avulla löytyi runsaasti tietoa siitä mitä robotiikka on ja mihin sitä voidaan käyttää. Näiden materiaalien avulla sai kokonaiskuvaa siitä, mitä kaikkea robotiikka mahdollistaa. Googella löytynyt materiaali ei kuitenkaan ollut kovinkaan luotettavaa, jotta sitä olisi voitu käyttää tutkimuksen lähdeaineistona.

Koska näillä hakusanoilla ei löytynyt riittävästi aineistoa tutkimuksen lähdeaineistoksi, niin hakusanoina käytettiin myös

- educational robotics,

- educational robotics evaluation,
- use educational robotics,
- robotics evaluation,
- use robotics,
- robotics,
- What is robotics,
- What is educational robotics,
- How you can use robotics,
- What means robotics,
- How you can use educational robotics sekä
- What means educational robotics.

Nämä hakusanat esitettiin myös niin Googleen kuin Joensuun yliopiston, Tampereen yliopiston sekä Vammalan kaupungin kirjastojen tietokantoihin.

Sinällään aineistoa ei ole rajattu, sillä tutkimukseen on otettu mukaan kaikki sellainen materiaali, joka käsitteli robotiikan arvioimiseen tai yleisesti arviointia. Kuitenkin sellaiset lähteet, joiden asiasisällön luotettavuudesta ei voitu olla varmoja, on jätetty tutkimuksen ulkopuolelle.

Näillä hakutavoilla ja hakusanoilla ei juurikaan löytynyt robotiikkaa koskevaa arviointimateriaalia. Robotiikkaa koskevaa arviointimateriaalia kartoitettiin niin kirjallisuuksista sekä käytettyjen lähteiden lähdeluetteloista kuin myös internetistä. Ne arviointimateriaalit, joita robotiikasta löytyi, koskivat lähinnä teollisuusrobotteja. Näin ollen niiden käyttäminen opetusrobotiikan arvioinnissa ei ollut järkevää, koska käyttökohteet eroavat niin paljon toisistaan.

Opetusrobotiikan arviointia käsittelevien tutkimuksien löytämiseksi sain apua Joensuun yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksen jatko-opiskelijalta Marjo Virneksestä sekä Joensuun yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksen tutkijalta Pasi Eroselta. He opastivat erityisopetuksen piiriin kuuluvien ulkomaisten tutkijoiden tutkimusten pariin. Nämä tutkimukset ovatkin luodun arviointikriteeristön pohjalla.

Kirjallisuudesta sekä internetistä löytyvän aineiston lisäksi aineistoa kerättiin opettajilta kyselylomakkeen avulla. Kyselylomake toimitettiin opettajille sähköpostitse. Osa opettajista, joille kyselylomake toimitettiin, valittiin kyselyyn arvalla osataasen oli sellaisia, joiden tiedettiin entuudestaan käyttävän opetuksessa hyväkseen

opetusrobotiikkaa. Arvalla valitut opettajat/koulut kyselyyn sijaitsivat Joensuussa, Huittisissa, Vammalassa sekä Tampereella. Opettajat, jotka kyselyyn valittiin olivat niin luokan-, aineen-, tunti- kuin erityisopettajia. Kyselyyn valittiin mukaan opettajakunnan eri osajia sen vuoksi, että saataisiin mahdollisimman laaja kuva opetusrobotiikan sekä tieto- ja viestintätekniiikan tuntemuksesta.

Opettajat vastasivat kyselyyn joko sähköpostitse tai täyttämällä www-sivulla olevan kyselylomake, joka oli identtinen sähköpostissa toimitetun kyselylomakkeen kanssa. Lomakekyselyyn vastanneista opettajista valittiin muutama opettaja teema-haastatteluun, jossa paneuduttiin tarkemmin opetusrobotiikan käyttökohteisiin sekä sen erilaisiin sovelluksiin, joilla voitaisiin motivoida oppilaiden työskentelyä. Opettajat, jotka valittiin lomakehaastattelusta teema-haastatteluun olivat sellaisia, joilla kyselylomakkeen mukaan oli kokemuksia opetusrobotiikan käytöstä omassa opetustyössään.

Aineistona on käytetty myös havaintoja, jotka nousivat esiin Joensuun Pihlajapihan koulun oppilaiden teknologia tuntien tarkkailusta noin kahden vuoden ajalta.

Tutkimuksen tutkimuskysymyksinä oli seuraavat kohdat:

- Robotiikkasarjojen arviointikriteeristön luominen?
- Miten robotiikkasarjoja voisi kehittää, jotta ne palvelisivat paremmin myös erityisopetusta?
- Mitä robotiikkasarjat edellyttävät käyttäjiltään?
- Soveltuvatko erilaiset robotiikkasarjat ylipäätään erityisopetukseen ja parantavatko/helpottavatko ne oppimista?

Nämä kysymykset ovat myös tutkimuksen tutkimuskysymykset. Tarkemmat tutkimuskysymykset liittyen arviointikriteeristöön ovat seuraavat:

- Mitä taitoja/tietoja robotiikkasarjojen tulisi kattaa?
- Millaisia taitoja/tietoja robotiikkasarjojen tulisi vahvistaa?
- Millaisia taitoja/tietoja robotiikkasarjojen tulisi tukea?
- Mihin aineisiin/aiheisiin robotiikkasarjat soveltuvat?

Näistä kysymyksistä tärkeimpiä kysymyksiä ovat mitä taitoja/tietoja robotiikkasarjojen tulisi kattaa/vahvistaa, mihin työtapoihin robotiikkasarjat soveltuvat sekä

soveltuvatko erilaiset robotiikkasarjat ylipäättään erityisopetukseen ja parantavatko/helpottavatko/auttavatko ne oppimista. Näihin kysymyksiin on etsitty vastauksia oppitunteja seuraamalla, opetussuunnitelmaa analysoiden, haastatteluiden sekä olemassa olevien arviointikriteeristöjä analysoiden.

3.2 Tutkimusperinne

Tutkimuksessa käytin hyväkseni syvälukua sekä aineistoanalyysia (Hirsjärvi, Remes, and Sajavaara, 2004). Tutkimukset, joissa on arvioitu tai analysoitu olemassa olevaa robottisarjaa tai robotiikkaa olen ottanut tutkimukseen mukaan. Nämä tutkimukset on löydetty luvussa 3.1 kuvattuja toimia käyttäen.

Näiden lisäksi tutkimuksessa on käytetty hyväksi haastatteluja, jotka ovat olleet muodoltaan strukturoituja sekä teemahaastatteluja.

4 Opetusrobotiikan hyödyntäminen erityisopetuksessa

Tässä luvussa on käsitelty opettajille osoitetun kyselylomakkeen tulokset sekä Joensuun Pihlajapihan koulun teknologia tuntien analyysi. Lisäksi luvussa on kuvattu opetussuunnitelmasta esiinnousseita tavoitteita ja kuinka opetusrobotiikkaa tai yleisesti tieto- ja viestintäteknikkaa voisi hyödyntää opetuksessa.

4.1 Kyselylomakkeen analyysi

Opettajille suunnattuja kyselylomakkeita lähetettiin kaikkiaan 30 sähköpostin välityksellä niin erityisopettajille, luokanopettajille kuin aineenopettajillekin. Näihin kyselyihin saatiin yhteensä 13 vastausta, joista 12 vastauksessa vastauslomake oli käytännössä tyhjä. Näin ollen saatiin vain yksi vastaus, jonka pohjalta voitiin tehdä olettamuksia. Kyselylomake, joka lähetettiin opettajille löytyy liitteestä 1: Kyselylomake opettajille. Koska ensimmäisellä kierroksella kyselylomakkeeseen ei saatu riittävää otantaa suoritettiin toinen kierros. Toinen kierros toteutettiin vastaavalla tavalla kuin ensimmäinen. Ensimmäiseen kysely kierrokseen erona toisessa kierroksessa oli saatteessa kerrottu mitä opetusrobotiikka tarkoittaa ja annettuna esimerkkinä opetusrobotiikasta Lego MindStorms. Toinen kysely kierros ei sujunut yhtään ensimmäistä paremmin, päin vastoin. Toiseen kyselyyn tuli vastauksia ensimmäistä vähemmän. Toisaalta toiseen kierrokseen vastanneet opettajat olivat samoja, jotka olivat vastanneet jo ensimmäiseen, mutta toisella kysely kierroksella he olivat täydentäneet vastauksiaan.

Koska toisellakaan kierroksella ei saatu riittävää otantaa, jotta pystyttäisiin tekemään johtopäätöksiä, suoritettiin puhelinhaastattelu, joka osoitettiin niille, jotka vastasivat kyselyyn. Valitettavasti kyselyyn ei vastannut yksikään erityisopettaja. Kuitenkin kyselyyn vastanneista löytyy aineenopettajia, jotka opettavat myös erityisoppilaita. Tämä kävi ilmi puhelinhaastatteluissa. Puhelinhaastattelun pohjana oli sähköpostitse lähetetty kyselylomake, johon esitettiin täydentäviä kysymyksiä. Puhelinhaastattelussa ei ollut mitään ennalta suunniteltua kyselylomaketta, jota olisi tullut noudattaa. Haastattelussa käytiin samat asiat lävitse, kuin mitä sähköpostitse lähetetyssä kyselylomakkeessa, mutta kuitenkin keskityttiin enemmän juuri opetus-

robotiikan hyödyntämiseen opetuksessa.

Erityisopettajat kyselyyn valittiin sen mukaan, jotka tiedettiin käyttävän opetusrobotiikkaa opetuksessaan. Erityisopettajat olivat Joensuun Pihlajapihan opettajia. Luokanopettajat valittiin sattumanvaraisesti niin Joensuusta, Tampereelta, Huittisista kuin Vammalastakin. Koulut, joissa luokanopettajat työskentelevät valittiin satunnaisesti sekä koulujen kotisivujen perusteella. Kyselyyn valittiin sellaiset koulut, jotka kertoivat sivuillaan käyttävänsä tieto- ja viestintäteknikkaa tai joiden sivuilla kerrottiin, että heillä on koulussa käytössä tietokoneita sekä luokista löytyy videotykki tai muita vastaavia teknisiä apuvälineitä opetuksen tueksi. Aineenopettajat valittiin ammatillisesta oppilaitoksesta, jossa on erityisoppilaita. Kyselyyn valituista aineenopettajista osa käytti tiettävästi opetusrobotiikkaa opetuksessaan ja osa ei. Kouluja joihin kysely lähetettiin oli kaikkiaan kuusi. Näistä kouluista kaksi oli lukiota, yksi ammatillinen oppilaitos, yksi erityiskoulu, yksi perusasteen alakoulu sekä yksi perusasteen yläkoulu. Erityiskoulu oli Joensuusta, ammatillinen oppilaitos Huittisista, toinen lukioista oli Huittisista ja toinen Vammalasta, alakoulu oli Vammalasta ja yläkoulu Tampereelta.

Niiden lomakkeiden, jotka olivat käytännössä tyhjiä, mukaan opettajat eivät tieneet mitä opetusrobotiikka on tai mitä se tarkoittaa. Edes sen jälkeen, kun lähetin heille uudet kyselylomakkeet, joissa kerroin opetusrobotiikan määritelmän ja, että esimerkiksi Lego Mindstorms on opetusrobotiikkasarja sekä mihin opetusrobotiikkaa voisi käyttää, heidän vastauksensa olivat saman suuntaiset. Uudella kyselylomakkeella, jossa opettajille oli avattu mitä opetusrobotiikka tarkoittaa, vastaukset olivat sellaisia, että opetusrobotiikkaa ei voisi hyödyntää järkevästi opetukseen. Eräs aineenopettaja vastasi kysymykseen, että mitä opetusrobotiikka tarkoittaa seuraavasti

Ei aavistustakaan. Mielelläni käytän opetuksessani uusia juttuja, joten ehkä opetusrobotiikan markkinointi olisi poikaa niin, että pääsisi vähän jyvälle.

Eräessä vastauksessa opettaja oli määritellyt opetusrobotiikan laitteeksi, jota voidaan ohjelmoida tai että robotille on jo esiohjelmoitu joitakin toimia. Hän mainitsee esimerkiksi opetusrobotiikasta Lego Mindstormsin sekä Tamagotchin. Vaikka hän tunnistikin opetusrobotiikkasarjoja ja tiesi niitä olevan olemassa, siitä huolimatta

hän ei ollut itse käyttänyt opetusrobotiikkaa hyödyksi opetustyössään. Hän näki-kin opetusrobotiikan olevan hyödyksi lähinnä vain ohjelmoinnin opiskelussa, joka onkin selkein ja yleisin ajatusmalli opettajien keskuudessa, siitä mihin opetusrobotiikkaa voisi hyödyntää. Tämä kävi ilmi täydentävässä puhelinhaastattelussa, jossa käytiin ensin lävitse mitä opetusrobotiikka on. Erään opettajan mukaan opetusrobotiikan käyttö auttaisi oppilaita havaitsemaan konkreettisesti miten jokin ohjelma toimisi tai mitä käytännössä toisto- tai ehtorakenne tarkoittaa.

Ongelmana onkin, etteivät opettajat näe opetusrobotiikan käyttökohteina kuin matemaattiset aineet. He eivät usko, että siitä olisi hyötyä muissa opetusaineissa tai että sen avulla saavutettaisiin muunlaisia tuloksia kuin vain havainnollistamista.

Vastauksien perusteella käy ilmi, että opetusrobotiikka on melko outo asia opettajille. Eräs opettaja vastasi kysymykseen mitä asioita haluaisit saada selville, ennen kuin ottaisit opetusrobotiikan käyttöön opetuksessasi

Mitä laitteet maksavat, onko niiden käyttöönotto helppoa, entä ovatko opiskelijat todella kiinnostuneita / halukkaita käyttämään niitä. Entä huolto, mitä se maksaa?

Puhelinhaastattelussa nousi esille, että opetusrobotiikasta, kuten myös tieto- ja viestintäteknikasta, puhutaan opettajille liian vähän. Opettajien mukaan he eivät saa riittävästi näistä asioista ajankohtaista koulutusta, he kaipaisivatkin lisää koulutusta kyseisistä aiheista. Eritoten he kaipaavat keinoja, tapoja sekä vinkkejä siitä, kuinka tieto- ja viestintäteknikkaa sekä opetusrobotiikkaa voidaan hyödyntää opetuksessa sekä oppimisessa. Eräs opettaja, joka käytti opetuksessaan opetusrobotiikkaa, vastasi haastattelussa seuraavasti

Opetusrobotiikka on niin laaja-alainen käsite, se pitäisi pystyä pilkkomaan pienempiin osatekijöihin, jotta olisi helpompi käsittää mihin kaikkien sitä voisi opetuksessa käyttää.

Opettajat, jotka olivat käyttäneet opetuksessa hyväkseen opetusrobotiikkaa kokivat, että opetusrobotiikka soveltuu tällä hetkellä vain tiettyihin kokonaisuuksiin. Tämä johtui heidän mukaansa siitä, että opetusrobotiikkasarjat ovat toistaiseksi vielä niin

alkeellisia. Toiseksi syyksi he mainitsivat sen, että he eivät tiedä kaikkia niitä mahdollisuuksia, joita opetusrobotiikka mahdollistaa. Eräs haastateltavista oli sitä mieltä, että opetusrobotiikan tulisi olla laaja-alaisempi, sillä pitäisi pystyä opettamaan isompia asiakokonaisuuksia. Toisin sanoen opetusrobotiikan pitäisi olla monikäyttöisempi, eikä vain soveltua kunnolla ohjelmoinnin opetukseen, kuten hän sanoi.

Lisäksi eräs opettaja mainitsi, että hänen mukaansa opetusrobotiikkaa voisi käyttää jokaisessa aineessa, jotta opetusrobotiikan hyödyntäminen tulisi oppilaille tutuksi. Kun opetusrobotiikkaa käytettäisiin useammassa aineissa, se ei enää näytelisi niin suurta osaa opiskelijalle, jolloin opetusrobotiikasta tulisi osa opetusta. Haastateltavan mukaan silloin opetusrobotiikasta tulisi oikeasti opetuksen väline, eikä sen keskipiste.

Kun haastateltavilta kysyttiin, mihin opetusrobotiikkaa voitaisiin käyttää opetuksessa niin heidän mielestään opetusrobotiikkaa tulisi käyttää hyväkseen ongelmalähtöisessä oppimisessa, innostamaan oppilaita erilaisiin innovatiivisiin keksintöihin sekä havainnollistamaan opiskeltavan asian ongelmia. Haastateltujen opettajien mielestä opetusrobotiikka soveltuu kuitenkin parhaiten nimenomaan ongelmalähtöiseen oppimiseen sekä opetettavan aiheen havainnollistamiseen. Kun opetusrobotiikkaa käytetään hyväksi ongelmalähtöisessä oppimisessa, niin erään opettajan mukaan silloin tulisi keskittyä myös oppilaan tekemään ratkaisuun. Hän oli opetusrobotiikan käytöstä ongelmalähtöisessä opetuksessa seuraavaa mieltä

Robotiikkaa tulisi käyttää hyväkseen ongelmalähtöisessä oppimisessa, innovatiivisiin keksintöihin ja havainnollistamiseen. Mutta kuitenkin päälähtöisesti ongelmalähtöiseen oppimiseen ja havainnollistamiseen. Lisäksi vielä ongelmalähtöisessä oppimisessa pitäisi myös keskittyä siihen ratkaisuun, oliko se paras mahdollinen ja tarkastella sitä monelta eri kantilta.

Hänen mukaansa oppilaan luomasta ratkaisusta pitäisi keskustella ja arvioida, että onko kyseinen ratkaisu paras mahdollinen, kyseisen ongelman ratkaisemiseksi tai onko ongelman ratkaisemiseksi myös muita vaihtoehtoja. Tällöin oppilas saavuttaisi hänen mukaansa enemmän hyötyä, koska tällöin oppilas myös huomaisi, että ongelmiin ei ole välttämättä yhtä ainoaa oikeaa ratkaisua, vaan niihin löytyy useita eri ratkaisuja, joista toiset ovat tehokkaampia kuin toiset.

Puhelinhaastattelun lopuksi keskusteltiin vielä siitä, kuinka opetusrobotiikan sekä tieto- ja viestintätekniiikan tietoisuutta voitaisiin parantaa koulumaailmassa. Tästä aiheesta keskusteltiin sen vuoksi, että aiempien kyselyjen pohjalta opettajat kokivat, että heillä ei ole riittävästi tietotaitoa ottaakseen opetuksensa käyttöön opetusrobotiikan tai tieto- ja viestintätekniiikan laajemmalla määrällä kuin vain Power Point -esitysten muodossa. Eräs haastateltava vastasi kysymykseen, mitä sinun mielestäsi tieto- ja viestintätekniiikka on ja miten sitä voisi hyödyntää opetuksessa, seuraavasti:

Mikä ihmeen tieto- ja viestintätekniiikka. Eikös sitä viestintätekniiikkaa ole ihan riittävästi kalvoissa ja piirtoheittimessä sekä suullisessa viestinnässä. Tietotekniikka tarkoittaa mielestäni tietokoneita, ATK:ta, esimerkiksi PowerPoint -esityksiä. Opetuksessa sitä voisi hyödyntää siten, että kalvot korvattaisiin PowerPoint -esityksillä, jolloin säästyttäisiin kalvojen kirjoittamiselta sekä kalvojen uudistaminen olisi hieman helpompaa.

Kyseinen vastaus kuvaa hyvin kaikkien haastateltavien vastauksia tähän samaiseen kysymykseen, sillä haastateltavat olivat samoilla linjoilla vastaustensa suhteen. He puhuivat koulutuksen puolesta. Heidän mukaansa opettajille tulisi järjestää koulutuksia opetusrobotiikasta sekä tieto- ja viestintätekniiikasta. Koulutuksen aiheina voisi olla seuraavia kokonaisuuksia:

- Mitä opetusrobotiikka tarjoaa?
- Mitä opetusrobotiikka mahdollistaa?
- Mihin eri kokonaisuuksiin opetusrobotiikkaa voisi hyödyntää?
- Mitä on TVT?
- Miten tieto- ja viestintätekniiikkaa voi hyödyntää opetuksessa?
- Mitä opiskelijat saavuttavat jos käytetään opetusrobotiikkaa avuksi opetuksessa?
- Mitä opiskelijat saavuttavat jos käytetään tieto- ja viestintätekniiikkaa avuksi opetuksessa?

Haastatellut opettajat olivat sitä mieltä, että koulutuksen sekä opetusrobotiikan hyödyntämisen jälkeen opettajat voisi laittaa kehittämään opetusrobotiikkaa ja miettimään käyttökohteita, joihin opetusrobotiikka soveltuu.

Pelkästään opettajille lähetettyjen kyselylomakkeiden pohjalta ei voitu laatia mitään päätelmiä opetusrobotiikan käyttämisen puolesta, koska opettajilla ei tällä hetkellä ole riittävästi tietoa opetusrobotiikasta. Lisäksi tähän vaikuttaa myös se, että kyselylomakkeiden avulla ei saatu riittävästi otantaa, jotta voitaisiin tehdä yleistyksiä. Vasta täsmentävän puhelinhaastattelun sekä kyselylomakkeiden vastausten pohjalta voidaan todeta, että opetusrobotiikasta sekä sen mahdollisuuksista eivät opettajat tiedä oikeastaan mitään. Yllättävää on se, että myös tieto- ja viestintäteknikka on opettajien keskuudessa melko tuntematon käsite. Opettajat kyllä tiesivät mitä tieto- ja viestintäteknikka on ja mitä se tarkoittaa, mutta heidän näkemyksensä sen hyödyntämisestä opetuksessa keskittyi lähinnä piirtoheittimen korvaajaksi, eli PowerPoint esitysten näyttämiseksi dataprojektorilla. Tästä herääkin kysymys, että onko vika opettajakoulutuksessa vai tutkijoissa? Eräs haastateltavista vastasi tähän kysymykseen

Tutkijoiden sekä kouluttajien tulisi nyt miettiä miten opetusrobotiikan sekä tieto- ja viestintäteknikan tietoisuutta kouluissa ja opettajien kesken voisi parantaa, eikä niinkään keskittyä ainoastaan tekniikan kehittämiseen. Tosin tuleehan tekniikkaakin kehittää, jotta se vastaisi paremmin tämän päivän haasteisiin. Mutta onko hyötyä kehittää tekniikkaa, jollei kukaan käytä kyseistä tekniikkaa?

Kyselyn pohjalta en voi ottaa kantaa siihen, että oliko kyseisen vastauksen antanut opettaja nuori vai jo useamman vuoden opetustyötä tehnyt henkilö, mutta tästä vastauksesta huomaa, että opetusrobotiikka on uusi asia jo opetustoimia hoitaville opettajille. Tästä voidaankin päätellä, että opetusrobotiikkaan liittyvistä tutkimuksista tulisi kirjoittaa enemmän alan lehdissä, esimerkiksi Opettajassa, jotta opettajat tietäisivät mikä se on ja miten sitä voisi hyödyntää opetuksessa.

4.2 Joensuun Pihlajapihan ryhmän teknologiatuntien analyysi

Opetusrobotiikkasarjat, joita Joensuun Pihlajapihan teknologiatunneilla käytettiin olivat Lego MindStorms sekä EK Japan. Koulun oppilailla ovat dysfaattisia, kuu-
lovammaisia sekä monivammaisia. Seurattujen ryhmien oppilaat olivat pääasiallisesti juuri dysfaattisia. Analyysin aineisto pohjautuu pääasiallisesti oppitunteja seurattaessa tehtyihin muistiinpanoihin sekä tuntien jälkeiseen ohjaajien keskustelusta

tehtyihin muistiinpanoihin. Teknologiatunnit, joita seurattiin sijoittuivat kevätlukukaudelle 2005 sekä lukuvuodelle 2005 - 2006. Teknologiatunnit pidettiin Joensuun yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksen tiloissa Joensuun tiedepuistolla opetus-tekniikan laboratoriossa.

Erityisesti tunneissa kiinnitin huomiota oppilaiden itsenäisyyteen, ryhmätyöskentelyyn sekä ongelmien hahmottamiseen sekä ratkaisuun. Oppilaiden itsenäisyydessä tarkkailtiin paljonko he työskentelivät yksin, kuinka paljon pyysivät neuvoja opiskelijatovereiltaan ja kuinka paljon he turvautuivat opettajien sekä ohjaajien apuun. Itsenäiseen työskentelyyn vaikutti myös se, kuinka helposti he antoivat ongelman sattuessa opettajan tai ohjaajan ratkaista kyseisen ongelman, vai yrittivätkö he itse ratkaista kyseistä ongelmaa.

Ryhmätyöskentelyssä tarkkailtiin sitä, kuinka paljon ja millä tavoin he toimivat ryhmässä. Oliko ryhmätyöskentelyssä selvät roolit eri oppilailla, oliko joku oppilaista selvästi johtaja ja muut alaisia, jotka tottelivat johtajaa, oliko joku oppilaista villitsijä, joka sai muut unohtamaan oman ongelmansa ratkaisun ja lähtemään mukaan hänen valitsemaansa leikkiin tai peliin ja niin edelleen. Ongelman hahmottamista ja ratkaisua tarkkailtiin työskentelyn intensiivisyyden sekä sen perusteella, kuinka monta kertaa oppilas muutti suunnitelmaansa ennen kuin hän pääsi lopulliseen versioon vai pääsiko hän ollenkaan lopulliseen versioon. Silloin kun oppilas koki ongelman liian suureksi ja ylitsepääsemättömäksi hän monesti lopetti työskentelyn ja siirtyi tekemään jotain itselleen mielekkäämpää esimerkiksi pelaamaan tai leikkimään leigoilla jonkun luokkatoverinsa kanssa, jonka sai villityksi mukaansa.

Ongelman hahmottamisessa ja ratkaisussa tarkkailtiin, että käyttävätkö oppilaat avukseen ennalta suunnittelua kuten piirrosten tekemistä tai kirjallista suunnitelmaa vai käyvätkö he heti työhön. Mikäli oppilaat lähtivät suoraan työstämään ongelmaa he ratkaisevat ongelmia sitä mukaa kuin niitä projektin edetessä ilmenee.

Tunteja tarkkailtaessa tunti jaettiin ajallisesti kolmeen osaan; tunnin alkuun, tunnin keskiosaan sekä tunnin loppuun. Tunnin alku oli ajallisesti 15 minuuttia, kuten myös tunnin loppuosa oli ajallisesti 15 minuuttia. Loppu tunti kuului tuohon tunnin keskiosaan. Tunnilla seurattiin aina kerralla yhtä opiskelijaa paria ja heidän toimiaan, eli tunneilla ei seurattu kokonaisuutena koko luokkaa vaan ainoastaan tiettyjä opiskelijoita. Kaiken kaikkiaan oppitunneilla seurattiin tarkemmin viittä (5) opiskelijaa, joiden työskentelyn pohjalta aineisto on koottu edellä kuvatulla tavalla.

Tunneilla seurattiin aina kokonaisuutena edellä kuvattuja kohteita, eli ryhmätyöskentelyä, ongelman hahmottamista sekä itsenäistä työskentelyä kyseisen tunnin kohde opiskelijoiden osalta. Havainnot kirjattiin tunnin jälkeen. Kirjauksiin merkittiin kuinka paljon tunnista oppilaat käyttivät missäkin vaiheessa tuntia itsenäiseen työskentelyyn, kauanko he käyttivät aikaa ongelmien havainnointiin tai ryhmätyöskentelyyn. Lisäksi kirjattiin kohdistuiko ryhmätyöskentely toisiin opiskelijoihin vai opettajaan tai ohjaajaan. Oppilaan työskentelyä seuratessa kiinnitettiin myös huomiota siihen, että kuinka paljon he pyysivät apua työskentelyynsä ohjaajilta tai opettajilta.

Näiden havaintojen pohjalta katsottiin millaista kehitystä tarkasteluajanjaksolla on oppilaiden kohdalla tapahtunut. Havainnoissa otettiin huomioon aiemmin kuvatus tunnin rakenteen mukaan pääasiallinen työskentely kyseisenä tunnin ajankohtana. Jokaista yksintyöskentelysessiota tai ryhmätyösessiota ei kirjattu ylös, vaan ne työskentelytavat kirjattiin, jotka olivat kyseisen tunnin vaiheen keskeiset työskentelytavat. Eli jos tunnin alkuvaiheessa oppilas työskenteli pääasiallisesti itsenäisesti, mutta kysyi esimerkiksi kerran ohjaajalta apua työhönsä, tämä kirjattiin itsenäisenä työskentelynä. Samoin meneteltiin, jos tunnin keskiosassa opiskelija työskenteli pääasiallisesti ryhmässä ja osittain myös itsenäisesti, mutta kysyi vain muutaman kerran ohjaajalta neuvoja, niin silloin tämä kirjattiin ryhmätyöskentelynä sekä itsenäisenä työskentelynä.

Aineistosta nousi esiin muun muassa sellainen seikka, että oppilaat kehittyivät tuntien aikana sosiaalisilta taidoiltaan. Tämä näkyi selvästi heidän välisensä ryhmätyönä sekä siinä, että he kyselivät toinen toisiltaan tietoja ja ohjeita siitä, kuinka he voisivat rakentaa jonkin kokonaisuuden robottiin tai kuinka ohjelmoida jokin toiminto robottiin. Aluksi oppilaat kyselivät lähinnä neuvoja ohjaajilta sekä opettajilta, mutta tuntien kuluessa he alkoivat tehdä yhä enenevässä määrin ryhmätöitä keskenään. Tämä kehitys on havaittavissa myös videomateriaalista, jota kuvattiin oppitunneista.

Myös oppilaiden kärsivällisyyden suhteen näkyi kehittymistä ensimmäisiin tunteihin verrattuna. Tämä seikka näkyi muun muassa siinä, että he malttoivat lukea ohjeita, tutkia asioita, että kuinka he saisivat jonkin toiminnon toimimaan robotissa oikein sekä siinä, että he ymmärsivät sen, että jos opettaja tai ohjaaja oli varattuna, niin he malttoivat odottaa omaa vuoroaan. Erityisesti EK Japan robotisarjan myötä huomasi, että oppilaan kärsivällisyys, motoriikka sekä tarkkaavaisuus kehittyivät.

Tämä saattoi johtua siitä, että EK Japan robottisarja koostuu muovilevyistä, ruuveista, muttereista, piirilevyistä sekä johdoista, jotka tulee koota toimivaksi robotiksi ohjeiden mukaisesti, ennen kuin sitä voidaan ohjelmoida tai saati testata sen toimivuutta. Koska robottisarja koostui useasta eri kokonaisuudesta ja osasta se vaatii tekijältään paljon kärsivällisyyttä sekä tarkkaavaisuutta. Pelkästään siihen vaiheeseen, jotta robottia pääsisi kokeilemaan, tekijä joutuu olemaan kärsivällinen sekä tarkkaavainen, ettei kytke piirilevyille vääriä komponentteja. Motoriikan kehittymistä edesauttaa myös Lego MindStorms -sarja, koska siinä tekijät joutuvat rakentamaan haluamansa robotin Lego-palikoista, jolloin he joutuvat keskittymään siihen, kuinka he pystyvät liittämään palat toisiinsa, siten että robotista tulee kestävä. Selvää edistymistä tässä seikassa oli tuntien välillä havaittavissa. Ensimmäisillä tunneilla osat kyllä löysivät omat paikkansa, mutta kiinnitys ei välttämättä ollut kunnollinen, jotta robotti olisi kestänyt käyttöä. Lisäksi ensimmäisillä tunneilla huomasit, etteivät oppilaat hahmottaneet kunnolla erilaisten palojen kokoeroja, mutta myös tämä kehittyi tuntien myötä. Viimeisillä tunneilla huomasit, että oppilaat pystyivät hahmottamaan paremmin kappaleiden eroja niin fyysisiltä mitoiltaan kuin muodoiltaan kuin mitään ensimmäisillä tunneilla. Tähän saattoi vaikuttaa myös se, että rakennuselementit tulivat tutuiksi, jolloin kyseessä olisi ollut enemmän muistiviittaukset kuin se, että oppilaat olisivat kehittyneet fyysisten seikkojen hahmottamisessa.

Myös oppilaiden kirjallinen sekä kuvallinen ymmärtäminen kehittyi seuranta-aikana. Tämä ilmeni muun muassa ohjeiden tulkinnassa. Seuranta-ajan alussa oppilailla oli hankaluuksia tulkita ohjekirjojen ohjeita varsinkin ohjelmointiin liittyviä, mutta tuntien edetessä myös ohjeiden havainnointi kehittyi. Oman lisänsä ohjeiden tulkittamiseen toi ohjeiden kieli, joka oli englanti. Ohjeet olivat painettuja vihkosia, joissa tekstit olivat englanniksi, mutta kuvitusta oli runsaasti tekstin tukena. Ohjeiden lisäksi käytetyt ohjelmointiympäristöt olivat englanninkielisiä sekä visuaalisia. Toisaalta robotin visuaalinen ohjelmointiympäristö aiheutti ongelmia osalle oppilaista samoin kuin Lego MindStormsin keskusyksikön hallintalaitteet. Vastaavia tuloksia on havaittu myös aiemmissa tutkimuksissa (Harris and Reddy, 2005).

Tietokoneen käytön yhteydessä, ohjelmointivaiheessa, huomasit kehittymistä koordinaatiossa tai oikeastaan käden ja silmän välisessä yhteistyössä. Tämä näkyi hiiressä työskentelyssä. Aluksi muutamilla oppilailla oli ongelmia saada liikutettua hiiressä osoitinta haluamaansa kohtaan, mutta käyttökertojen lisääntyessä myös tämä asia kehittyi, ja oppilaat saivat kokea onnistumisen riemua. Samanlaista onnistumi-

sen riemua huomasi oppilaissa, kun he saivat rauhassa ajatella ja miettiä ratkaisua johonkin ongelmaan, kun he keksivät siihen toimivan ratkaisun ja saivat robotin toimimaan haluamallaan tavalla. Toisaalta tässä ohjelmointivaiheessa huomasi, että osalla oppilaista loppui kiinnostus täysin projektiin. Heitä kiinnosti vain se vaihe työtä, jossa robotti rakennettiin sellaiseksi kuin se suunniteltiin. He eivät kokeneet tietokoneella työskentelyä mieleiseksi.

Tästä jo nähdään, että opetusrobotiikan avulla voidaan kehittää monia eri osa-alueita. Sosiaalisten taitojen sekä motoriikan kehittyminen nousivat aineistosta esiin yllätyksinä. Tämän pohjalta voidaan todeta, että opetusrobotiikka soveltuu muuhunkin kuin vain ohjelmoinnin opettamiseen. Vaikka suoranaisesti näillä teknologiatunneilla ei ollut mitään tiettyä aihetta tai ainetta, jota olisi tullut käsitellä niin nämä muut seikat, kuten motoriikan kehittyminen sekä muut sellaiset ovat muutoin luokkaympäristössä melko hankalasti kehitettäviä taitoja.

Jotta nykyiset opetusrobotiikkasarjat, kuten Lego MindStorms soveltuisivat vielä paremmin erityisoppilaille, niissä tulisi kehittää erityisesti ohjekirjoja sekä ohjelmointiympäristöä. Oppilaiden mukaan ohjelmointiympäristö oli sekava ja vaikeasti hallittava. Vaikka ohjelmointiympäristön kehityksessä oltiin jo menty oikeaan suuntaan, lähdeittäessä kehittämään visuaalista ohjelmointiympäristöä. Tämän lisäksi voisi olla hyvä, että niin ohjeet kuin ohjelmointiympäristö löytyisivät myös suomeksi, jolloin myös niillä oppilailla, joilla on kielellisiä vaikeuksia olisi helpompi päästä käyttämään opetusrobotiikkaa. Tämän lisäksi robotiikkasarjojen valmistajien tulisi pyrkiä kehittämään myös taloudellisempia versioita sarjoista, jolloin oppilaitoksilla olisi paremmin mahdollisuuksia hankkia niitä.

4.3 Tulokset

Kyselylomakkeiden sekä teemahaastatteluiden analyysistä nousi seuraavia tuloksia. Kyselylomakkeiden sekä teemahaastatteluiden vastauksista nousi esille, että opetusrobotiikka sekä tieto- ja viestintäteknikka on opettajille melko outo asia. Tästä johtuen he eivät oikein tiedä kuinka opetusrobotiikkaa tai tieto- ja viestintäteknikkaa voisi hyödyntää opetuksessa.

Tietämättömyyden syyksi he nostivat sen, että kyseisistä asioista ei ole puhuttu saati koulutettu heitä riittävästi. Heidän mukaansa opettajille tulisi järjestää seminaareja

sekä koulutuksia, joissa heille kerrottaisiin tieto- ja viestintätekniiikan sekä opetusrobotiikan tarjoamista mahdollisuuksista. Vastanneet kokivat myös tärkeäksi sen, että heille ei ainoastaan järjestettäisi koulutuksia siitä millaisia mahdollisuuksia tieto- ja viestintätekniiikkaa tai opetusrobotiikkaa tarjoavat vaan miten niitä voisi konkreettisesti käyttää opetuksessa hyväksi.

Kyselyjen sekä haastattelujen pohjalta ei voi tehdä mitään päätelmiä tai sääntöjä siitä miten opetusrobotiikkaa voisi käyttää hyväksi opetuksessa. Tähän on syynä se, että opettajat eivät käytä, eivätkä tiedä kuinka he voisivat nykyisin käyttää opetusrobotiikkaa tai tieto- ja viestintätekniiikkaa opetuksessaan.

Joensuun Pihlajapihan ryhmän teknologiatuntien aineistosta nousi esiin seuraavia asioita. Oppilaat kehittivät tuntien aikana sosiaalisten taitojensa osalta, koska he joutuivat työskentelemään toisten oppilaiden kanssa ja joutuivat hakemaan apua myös kanssaoppilailtaan. Tämä kehitys näkyi selvästi oppilaiden välisessä ryhmätyöskentelyssä, joka tuntien alkuvaiheessa oli todella hankalaa ja lähes olematonta. Lopputunneista ryhmätyöskentely oli oppilaille itsestänselvyys ja se näytti käyvän heiltä helposti.

Sosiaalisten taitojen lisäksi oppilaiden kärsivällisyys kehittyi tuntien kuluessa. Tämä seikka näkyi muun muassa siinä, että oppilaat malttoivat lukea ohjeita, tutkia erilaisia vaihtoehtoja ongelman ratkaisemiseksi sekä he malttoivat myös odottaa, jos opettaja tai ohjaaja oli varattuna eikä ehtinyt juuri sillä hetkellä auttamaan/neuvomaan heitä. Kärsivällisyyden kehittyminen näkyi myös oppilaiden työskentelyssä. He jaksoivat keskittyä samaan ongelmaan aikaisempaa pidempi kestoisesti.

Aineistosta nousi myös esiin se, että oppilaiden kirjallinen sekä kuvallinen ymmärtäminen kehittyi seuranta-aikana. Oppilaat pystyivät paremmin tulkitsemaan olemassa olevia ohjeita sekä luomaan omia suunnitelmia projektin läpiviemiseksi sekä dokumentoimaan suunnitelmansa joko kirjallisesti tai kuvallisesti.

Motorisettaidot kehittyivät seuranta-aikana oppilailla. Tähän kehitykseen vaikuttivat niin hiirenkäyttö tietokoneella ohjelmoitaessa kuin myös robottien rakentaminen, jossa vaaditaan tarkkuutta. Koska projektien läpiviemiseksi tarvitaan tietotekniikkaa niin myös tietokoneen käyttötaidot paranivat tuntien myötä. Suurinta kehitystä tässä seikassa tapahtui hiiren käytössä, hiiren käytön tarkkuudessa.

Tutkimuksen tuloksien mukaan opetusrobotiikka tukee erityisoppilaiden oppimista. Vastaavia tuloksia on saanut myös Don Knezek CEO:sta, josta Jennifer LeClaire kirjoittaa artikkelissaan Robotics in the Special Needs Classroom. Artikkelissaan hän siteraa Don Knezekia seuraavasti:

Assistive technologies help students with special needs, but may also be able to help students who are poor performers or have some special learning style. (LeClaire, 2006)

Koska opetusrobotiikka kehittää opiskelijoiden taitoja, sitä varten on myös kehitetty RoboCupJunior, jossa nuoret ottavat toisistaan mittaa robottien avustuksella erilaisissa lajeissa. RoboCupJunioriin osallistuneiden ohjaajien mukaan opetusrobottien avustuksella oppilaat kehittyvät monissa taidoissa ja tulevaisuudessa heiltä vaaditaan entistä enemmän. (Sklar, Eguchi, and Johnson, 2003)

5 Arviointikriteeristön luominen

Arviointikriteeristön luomisessa lähdettiin liikkeelle keräämällä jo luotuja arviointikriteeristöjä, joita on käytetty joko opetusrobotiikan tai yleisesti robotiikan arviointiin. Arviointikriteeristön luomisen pohjana käytettyjä tutkimuksia ovat (Caci, Cardaci, and Lund, 2003; Lund and Nielsen, 2002; Martin, Mikhak, Resnick, Silverman, and Berg, 2000; Resnick, Berg, and Eisenberg, 2000). Näiden tutkimusten pohjalta luotiin taulukkomuotoinen yhteenveto tutkimuksissa arvioiduista robotiikkasarjan ominaisuuksista. Tutkimusten pohjalta luotu yhteenveto robotiikkasarjojen arviointikriteereistä on kerätty taulukkoon 2. Tätä taulukkoa on käytetty pohjana uuden arviointikriteeristön luomisessa. Yhteenvetotaulukosta on otettu uuteen arviointikriteeristöön ne tutkimuksissa arvioidut ominaisuudet ja kokonaisuudet, jotka esiintyivät suurimmassa osassa aikaisempien tutkimusten arviointikriteereissä. Tutkimuksista luodun yhteenvedon pääkategoriointia on noudatettu myös uudessa arviointikriteeristössä, sillä kyseinen jaottelu luo selkeän rungon ja helpottaa arviointikriteeristön hahmottamista.

5.1 Arviointikriteeristöt opetusrobotiikan käytön tukena

Arviointikriteeristön pohjana käytetyissä tutkimuksissa on arvioitu robotiikkaa melko pienen osa-alueen pohjalta. Pääsääntöisesti tutkimuksissa on analysoitu ainoastaan robotiikkasarjojen ominaisuuksia, eikä niinkään mitä robotiikkasarja mahdollistaa opetuksessa vai voiko sitä ylipäätään käyttää hyväksi opetuksessa. Tutkimuksissa ei ole otettu huomioon, mahdollistaako kyseinen sarja yksilön vuorovaikutuksen vahvistumista tai vahvistaako sarja yksilön viestintää. Nämä käyvät selvästi esiin tutkimuksissa käytettyjen arviointikriteeristöjen yhteenvedosta, joka on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2: Robotiikan arviointitutkimusten yhteenveto

1	2	3	4	5
KOHDEYLEISÖ	x	x	x	x
Mikä on sarjan käyttötarkoitus?		*		
Mikä on kohdeikäryhmä?		*	*	*

Sarjan sisältö?		*		
Mitä kootaan?		*	*	*
Millainen käyttöliittymä ohjelmointiympäristön ja robotin välillä on?		*		
SARJAN KOKOAMINEN			X	X
Kuinka helppoa sarjan kokoaminen on?			*	*
Kuinka kauan sarjan kokoaminen kestää?				*
Saadaanko kokoamisen aikana minkäänlaista palautetta?				*
Mahdollistaako sarja rakentajan vaikuttamisen robotin malliin ja ulkoasuun?			*	*
Onko mahdollista keskeyttää rakentaminen ja jatkaa toisella kerralla ilman vaikeuksia/haittavaikutuksia?				*
OHJELMOINTIYMPÄRISTÖ	X	X		X
Tekeekö robotti mitään ennen kuin se on ohjelmoitu?		*		
OPETTAAKO SARJA OPPILAILLE...	X	X		X
Kuinka robotteja tehdään?				*
Kuinka robotit toimivat?				*
Ajattelemaan sarjan ulkopuolelle, aiheuttaen lisämielenkiintoa robotiikkaa, fysiikkaa, matematiikkaa tai muuta ainetta kohti?		*		*
YLEISESTI		X	X	X
Millainen kokemus oli yleiseltä tasoltaan?			*	*
Miten sitä voitaisiin parantaa?		*	*	

					(Resnick, Berg, and Eisenberg, 2000)
					(Martin, Mikhak, Resnick, Silverman, and Berg, 2000)
					(Lund and Nielsen, 2002)
					(Caci, Cardaci, and Lund, 2003)

Taulukko 2 on jaettu viiteen (5) sarakkeeseen, joista sarakkeessa 1 on kuvattu lihavoiduin tekstein tutkimuksissa käytettyjen arviointikriteereiden pohjalta muodostetut pääkategoriat ja niiden alla alakategoriat. Sarakkeet kaksi (2) - viisi (5) kuvaavat tutkimuksia, joiden pohjalta yhteenveto on suoritettu. Näihin sarakkeisiin on laitettu * -merkki, mikäli kyseistä ominaisuutta on tarkasteltu sarakkeen tutkimuksessa. Tutkimuksissa käytettyjen arviointikriteerien pohjalta pääkategorioiksi muodostuivat *kohdeyleisö, sarjan kokoaminen, ohjelmointiympäristö, mitä sarja opettaa oppilaille* sekä *yleisesti*. Näitä pääkategorioita on täsmennetty tutkimuksista löytyneillä kohdilla, jotka liittyivät pääkategorioihin. Nämä tarkentavat kohdat, alakategoriat, olivat tarkastelluissa tutkimuksissa niitä seikkoja, joiden pohjalta tutkimuksissa oltiin arvioitu robotiikkasarjoja. Näin ollen esimerkiksi kohdeyleisön alta löytyy kohta *Mikä on kohdeikäryhmä?*, ja sen perässä löytyvät tähdet sarakkeista kolme (3) (Lund and Nielsen, 2002), neljä (4) (Martin, Mikhak, Resnick, Silverman, and Berg, 2000) sekä viisi (5) (Resnick, Berg, and Eisenberg, 2000). Tämä tarkoittaa sitä, että tarkastelluista tutkimuksista näissä kolmessa tutkimuksessa on otettu huomioon mikä on robotiikkasarjaa käyttävien henkilöiden ikäryhmä. Näissä tutkimuksissa oli otettu huomioon, että robotiikkasarja ei sovellu välttämättä kaiken ikäisille käyttäjille.

Lähdemateriaalina olleissa tutkimuksissa on kiinnitetty huomiota melko paljon sarjan fyysisiin ominaisuuksiin, kuinka robotiikkasarjat voidaan koota sekä jonkun verran kohdeyleisöön. Kuitenkin melko tärkeään seikkaan, ohjelmointiympäristöön, on otettu kantaa vain yhdessä tutkimuksessa (Lund and Nielsen, 2002). Ohjelmointiympäristö arvioinnissa huomioidussa tutkimuksessa oli vain kiinnitetty huomiota siihen, tekeekö robotti jotain ennen ohjelmointia. Kahdessa muussa tutkimuksessa mainittiin ohjelmointiympäristö (taulukon 2 sarakkeet kaksi (2) ja viisi (5)), vaikei itse tutkimuksissa oltu otettu kantaa, millainen ohjelmointiympäristö robotiikkasarjassa on. Yhdessäkään lähdemateriaalina olleessa tutkimuksessa ei olla otettu kantaa siihen, kuinka robotiikkasarjojen ohjelmointiympäristö vaikuttaa robotiikkasarjan käyttöön tai oppilaan oppimisprosessiin. Varsinkin erityisoppilaiden parissa työskenneltäessä olisi hyvä huomioida arviointikriteeristöissä ohjelmointiympäristö, sillä erityisoppilaille saattaa olla kielellisiä vaikeuksia. Kielellisten vaikeuksien takia ohjelmointiympäristön toteutustapa näyttölee isoa roolia oppimisprosessissa sekä työnkulkuun opetusrobotiikan kanssa työskenneltäessä. Sillä ilman kunnollista sekä riittävän selkeää ohjelmointiympäristöä oppilas ei voi ohjelmoida robottia toimimaan ongelman ratkaisun vaatimalla tavalla.

Toisaalta näistä tutkimuksista käy melko hyvin selville, että analyysin pyytänyt taho on jossain suhteessa robotiikkasarjan valmistajaan, koska tutkimustulokset olivat osittain melko positiivisia juuri robotiikkasarjan monipuolisuuden suhteen. Taulukossa 2 esitetystä yhteenvedosta huomataan, että vain yhdessä tutkimuksessa oli otettu kantaa siihen, mikä on robotiikkasarjan käyttötarkoitus. Samoin vain yhdessä tutkimuksessa oli huomioitu *Kohdeyleisö* -pääkategorian alla, millainen on sarjan sisältö sekä millainen käyttöliittymä ohjelmointiympäristön ja robotin välillä on. Vastaavasti pääkategorian *Opettaako sarja oppilaille*, alta löytyy kohdat kuinka robotteja tehdään sekä kuinka robotit toimivat. Vain yhdessä tutkimuksessa oli otettu kantaa näihin kysymyksiin. Varsinkin opetusrobotiikkaa arvioitaessa, nämä kysymykset ovat tärkeitä, jo pelkästään opetusrobotiikan määritelmän vuoksi. Opetusrobotiikan tarkoituksenahan on edesauttaa opiskeltavan aiheen/aineen oppimista eikä niinkään robotiikan opiskelu.

Kahdessa analysoiduista tutkimuksista ei oltu otettu minkäänlaista kantaa sarjan kokoamiseen, jota voidaan pitää melkoisena heikkoutena. Tämä heikkous johtuu siitä, että tällaisten tutkimusten avulla eivät erityisopettajat pysty tekemään valintoja siitä, että mitkä sarjat soveltuisivat juuri heidän tarpeisiinsa.

5.2 Arviointikriteeristöjen analysointi koulujen opetussuunnitelman tavoitteiden näkökulmasta

Tehdyissä tutkimuksissa ei ole otettu huomioon pedagogisia seikkoja, joka on melko huomattava laiminlyönti, kun kuitenkin kyseessä on opetusrobotiikka. Niissä ei ole huomioitu vaatimuksia joita opetushallitus on määritellyt ainekokonaisuuksien tavoitteiksi sekä keskeisiksi käsitteiksi/asiakokonaisuuksiksi, tämä selviää hyvin vertaamalla aikaisempien tutkimuksien yhteenvetoa taulukosta 2 opetussuunnitelman yhteenvetotaulukkoon 13. Osaltaan tähän saattaa vaikuttaa myös se, että nämä tutkimukset on toteutettu muualla kuin Suomessa, jolloin samat määräykset ja asetukset perusopetuksen suhteen eivät ole voimassa. Yhdessä tarkastelluista tutkimuksissa oltiin kuitenkin otettu huomioon mitä robotiikkasarja opettaa oppilaille. Tarkemmin sanottuna siinä oli tarkasteltu opettaako sarja oppilaille kuinka robotteja tehdään, kuinka robotit toimivat sekä opettaako sarja oppilaita ajattelemaan sarjan ulkopuolelle, aiheuttaen lisämielenkiintoa robotiikkaa, fysiikkaa, matematiikka tai muuta ainetta kohti. Viimeiseen alakategoriaan oli otettu kantaa kahdessa tarkastelluista tutkimuksista.

Opetussuunnitelmaa analysoitaessa kirjattiin taulukkomuotoon siinä määritellyt keskeiset asiat sekä tavoitteet, joita perusopetuksen aikana tulisi pystyä opiskelijalla vahvistamaan. Keskeiset asiat sekä tavoitteet kirjattiin kertaalleen, jonka jälkeen kirjattiin oppiaineet, joissa kyseistä asiaa sekä tavoitetta pyritään kehittämään/vahvistamaan. Tämä taulukko löytyy liitteessä 2 esitetyssä taulukossa 13.

Taulukossa 13 on lueteltu ne keskeiset asiat, joita ainekokonaisuuksissa tulisi vahvistaa tai tukea. Taulukossa on yhdistetty ensimmäiseen sarakkeeseen sellaiset tavoiteltavat taidot, joita tulisi seuraavien sarakkeiden aineissa saavuttaa perusopetuksen vuosiluokkien yksi (1) - kuusi (6) aikana. Opetussuunnitelman yhteenveto taulukon ensimmäisen sarakkeen jälkeen on lueteltu sarakkein ne oppiaineet/ainekokonaisuudet, jotka nousivat esille opetussuunnitelmasta. Mikäli sarakkeessa yksi (1) mainittu keskeinen asia oli mainittu jonkin aineen tavoitteiksi, silloin kyseisen aineen sarakkeeseen merkattiin X -merkki. Kuten taulukosta nähdään, samoja taitoja/tietoja pyritään oppimaan/opettamaan monissa eri aineissa. Nämä samaiset tavoitteet ovat myös niitä, joita robotiikkasarjojen tulisi vahvistaa. Esimerkiksi, jos opettaja ajattelee käyttävänsä opetusrobotiikkaa hyväkseen matematiikan tunnilla, mutta opetusrobotiikkasarja ei kehitä esimerkiksi geometriaa ja tunnin ai-

heena on geometria, niin kannattaako silloin kyseistä opetusrobotiikkasarjaa valita. Mikäli robotiikkasarja ei täytä opiskeltavan aineen keskeisistä tavoitteista edes muutamia, niin kannattaako silloin kyseisen robotiikkasarjan käyttö opetuksen apuna? Eikö se silloin ole vain hieno lelu opetuksen lomassa, joka pahimmassa tapauksessa vie oppilaiden huomion opiskeltavasta asiasta tähän robotiikkasarjaan, joka ei ole opetusrobotiikan tarkoitus.

Varmastikaan yhdestäkään tällä hetkellä markkinoilla olevasta robotiikkasarjasta, ei löydy ominaisuuksia, jotka vahvistaisivat kaikkia näitä seikkoja, joita opetussuunnitelmassa halutaan opettaa. Kuitenkin markkinoilla olevista robotiikkasarjoista löytyy sellaisia, jotka vahvistavat osaa näistä vaatimuksista. Tämä nousi esille Pihlajapihan koulun teknologiatuntien aineistosta, jota käsiteltiin luvussa 4.2.

5.3 Tutkimuksessa kehitetty arviointikriteeristö

Arviointikriteeristön luomisessa on otettu huomioon niin opettajien haastatteluisissa esiin tulleet seikat kuin myös aiemmista tutkimuksista esiintulleet asiat. Näiden seikkojen lisäksi arviointikriteeristössä on otettu huomioon luvun 4.3 seikat. Arviointikriteeristön lähtökohtana on käytetty taulukkoa 2. Tästä taulukosta on otettu mukaan uuteen arviointikriteeristöön ne seikat, jotka olivat yleisimpiä arviointikriteereitä tutkimuksissa. Näihin keskeisiin seikkoihin on lisätty sellaisia kokonaisuuksia, joita opetussuunnitelman analyysi nosti esille (liite 2 taulukko 13) sekä opettajien haastattelujen esiintuomat asiat. Näiden analyysien pohjalta nousseet keskeiset kokonaisuudet on kursivoitu yhteenvetotaulukossa. Näiden yhteenvetojen pohjalta uusi arviointikriteeristö muodostui seuraavaksi.

Taulukko 3: Arviointikriteeristö: Kohdeyleisö

KOHDEYLEISÖ
Mikä on sarjan käyttötarkoitus?
Mikä on kohdeikäryhmä?
Mikä on sarjan kohderyhmä?
Mitä taitoja ja taustatietoutta tarvitaan?
Sarjan sisältö?
Millaisia sarjan komponentit ovat (isoja/pieniä)?
Millainen käyttöliittymä ohjelmointiympäristön ja robotin välillä on?

Sarjan hinta?

Taulukossa 3 on esitetty kohdeyleisö -osio. Kohdeyleisö kokonaisuus otettiin sellaisenaan valmiiksi kehitetyistä arviointikriteeristöistä. Tähän kategoriaan ei tarvinnut lisätä mitään uusia kohtia, koska sellaisia ei noussut esiin haastatteluista tai tuntien seuraamisesta.

Sarjan kokoaminen sekä ohjelmointiympäristö -osioon tuli aikaisempien arviointikriteeristöjen yhteenvetoon nähden paljon muutoksia. Nämä osiot on kuvattu taulukossa 4. Nämä lisäykset johtuvat pitkälti siitä, että lisätyt kohdat ovat keskeisiä seikkoja, jotka ratkaisevat opettajien valinnan käyttäen kyseistä robotiikkasarjaa. Nämä kohdat nousivat esille Joensuun Pihlajapihan teknologia tuntien seuraamisen myötä sekä keskusteluista, joita käytiin kyseisten tuntien jälkeen ohjaajien sekä Joensuun Pihlajapihan opettajien kanssa.

Taulukko 4: Arviointikriteeristö: Sarjan kokoaminen ja ohjelmointiympäristö

SARJAN KOKOAMINEN

Tuleeko sarjan mukana ohjeet yhden tai useamman robotin kokoamiseksi?

Mitä kootaan?

Mikä on sarjan materiaali? Muovia, metallia jne.

Kuuluuko sarjaan erilaisia sensoreita ja kommunikaatiovälineitä kuten lämpötilasensori, rotaatiosensori, mikrofoni tai kamera?

Ovatko ohjeet selkeitä ja suoraviivaisia?

Ovatko ohjeet kuvalliset?

Ovatko ohjeet suomeksi vai englanniksi?

Kuinka helppoa sarjan kokoaminen on?

Kuinka kauan sarjan kokoaminen kestää?

Tarvitsevatko nuoret oppilaat jatkuvaa valvontaa ja apua sarjan kokoamisessa?

Tarvitaanko sarjan kokoamisessa työkaluja? Jos, niin millaisia?

Saadaanko kokoamisen aikana minkäänlaista palautetta?

Kuinka helppoa robotin mallia ja ulkoasua on muuttaa?

Mahdollistaako sarja rakentajan vaikuttamisen robotin malliin ja ulkoasuun?

Onko mahdollista keskeyttää rakentaminen ja jatkaa toisella kerralla ilman vaikeuksia/haittavaikutuksia?

Voidaanko robotti purkaa uudelleenkäyttöä varten?

Onko sarjan tarkoituksena rakentaminen?

Voiko sarjan rakentaa täysin vapaasti?

OHJELMOINTIYMPÄRISTÖ

Tekeekö robotti mitään ennen kuin se on ohjelmoitu?

Onko ohjelmointiympäristö visuaalinen vai tekstipohjainen?

Tuleeko käyttäjällä olla aikaisempaa tietämystä ohjelmoinnista ennen ohjelmointiympäristön käyttöä?

Sisältyykö ympäristöön ohjelmointiohjeita?

Ovatko ohjelmointiohjeet selkeitä ja suoraviivaisia?

Kauanko yksinkertaisen ohjelman luonti kestää?

Onko robotin ohjelmointiympäristö suljettu vai avoin?

Onko sarjassa valmiita ohjelmia, jotka tekevät yleisimmät toiminnot?

Opettaako sarja oppilaille -osio (taulukko 5) on koottu kokonaan uusiksi, jos sitä verrataan aikaisemmin käytettyjen arviointikriteeristöjen yhteenvetoon. Nämä kohdat, jotka tähän arviointikriteeristöön on lisätty opettaako sarja oppilaille -osioon nousivat suoraan opetussuunnitelman yhteenvedosta. Opetussuunnitelman yhteenvedosta arviointikriteeristöön nostettiin sellaiset tavoitteet, joita tuli kehittää useammassa aineissa. Arviointikriteeristöä voidaan kuitenkin tämän osion osalta muokata, jos siitä puuttuu sellaisia kohtia, joita opetettavassa aineessa tulisi kehittää. Näitä ominaisuuksia/aiheita löytyy liitteen 2 taulukosta 13.

Taulukko 5: Arviointikriteeristö: Opettaako sarja oppilaille

OPETTAAKO SARJA OPPILAILLE...

Vahvistaako sarja ongelmanratkaisutaitoja?

Vaatiiko sarjan rakentaminen/ohjelmointi motorisia taitoja?

Kehittääkö sarja matemaattisia taitoja?

Opettaako sarja moraalisia ja eettisiä arvoja?

Voiko sarjan avulla mallintaa esim. fysikaalisia ilmiöitä?

Kuinka robotteja tehdään?

Kuinka robotit toimivat?

Ajattelemaan sarjan ulkopuolelle, aiheuttaen lisämielenkiintoa robotiikkaa, fysiikkaa, matematiikkaa tai muuta ainetta kohti?

Motivoiko sarja opiskelua?

Mahdollistaako sarja ryhmätyöskentelyn ja vuorovaikutustaitojen kehittymisen?

Vahvistaako sarja tiedonhallintataitoja?

Vahvistaako sarja vieraita kieliä?

Viimeiseen osioon arviointikriteeristössä lisättiin opettajien haastattelujen pohjalta kaksi uutta kohtaa. Nämä kohdat olivat opettajien mielestä keskeisiä seikkoja, joiden pohjalta he itse valitsivat opetusrobotiikkaa. Viimeinen, yleisesti -osio, on kuvattu taulukossa 6.

Taulukko 6: Arviointikriteeristö: Yleisesti

YLEISESTI

Millainen kokemus oli yleiseltä tasoltaan?

Miten sarjaa voitaisiin parantaa sekä kehittää?

Viekö sarja oppilaan huomion pois opiskeltavasta aiheesta?

Onko sarja monikäyttöinen?

Kuitenkaan arviointikriteeristöön ei ole otettu mukaan kaikkia sellaisia seikkoja, joita opetussuunnitelman analyysissa nousi esille. Tarkoituksena on, että opettaja voi lisätä tarvittaessa haluamiaan taitoja tai kehitettäviä kokonaisuuksia arviointikriteeristöön, joita hän toivoo robotiikkasarjan kehittävän. Näin opettaja pystyy paremmin valitsemaan sopivan robotiikkasarjan hänen tarpeisiinsa. Näitä pedagogisia seikkoja sekä opetettavan aiheen keskeisiä käsitteitä voidaan lisätä arviointikriteeristön *opettaako sarja oppilaille* -osioon. Arviointikriteeristöön on lisätty valmiiksi sellaiset keskeiset käsitteet ja kehitystä vaativat seikat, jotka esiintyvät monissa aiheissa sekä aihekokonaisuuksissa.

Aikaisemmista tutkimuksista tehdystä yhteenvedosta on otettu lopulliseen arviointikriteeristöön pääkategoriat, jotka on esitetty taulukon 2 ensimmäisessä sarakkeessa lihavoituina. Samoin myös taulukossa 2 esitetyt alakategoriat on otettu mukaan lopulliseen arviointikriteeristöön. Tämän jälkeen arviointikriteeristöä kehitettiin *Opettaako sarja oppilaille...* -pääkategorian osalta lisäämällä sen alle sellaisia tavoitteita/asia kokonaisuuksia, joita opetussuunnitelman yhteenvedosta nousi esille. Arviointikriteeristöön ei kuitenkaan lisätty kaikkia ominaisuuksia/aiheita, joita opetussuunnitelmassa esiintyi vaan ainoastaan sellaiset, joita pyrittiin kehittämään

useammassa aineessa tai jotka mainittiin useamman aineen yhteydessä. Tämän jälkeen loppuja pääkategorioita kehitettiin opettajien haastattelujen, Joensuun Pihlajapihan tuntien sekä arviointikriteeristön koekäytön pohjalta. Arviointikriteeristön käytöstä on kerrottu tarkemmin luvussa 6.

6 Arviointikriteeristön soveltaminen

Joensuun Pihlajapihan teknologiatunneilla käytettiin kahta eri robotiikkasarjaa, jotka olivat Lego MindStorms ja EK Japan. Kun arviointikriteeristön ensimmäinen versio oli saatu valmiiksi, sen toimivuutta ja puutteita kartoitettiin arvioimalla sen avulla nämä kaksi robotiikkasarjaa. Tämän kartoituksen pohjalta arviointikriteeristö muodostui lopulliseen asuunsa. Seuraavassa taulukossa on esitetty näiden kahden robotiikkasarjan arviointi.

Kyseisten robotiikkasarjojen arviointi suoritettiin robotiikkasarjoja kokeilemalla sekä kyselemällä Joensuun Pihlajapihan teknologia tunneilla robotiikkasarjoja käyttäneiden oppilaiden mielipiteitä käyttämistään robotiikkasarjoista. Lisäksi tietoa arvioiduista robotiikkasarjoista etsittiin valmistajien www-sivuilta (Lego MindStorms robotiikkasarjasta osoitteista <http://mindstorms.lego.com/> sekä http://en.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms/ ja EK Japan robotiikkasarjasta osoitteesta <http://www.elekit.co.jp/english/index.php/>) ja sarjojen pakkauksista. Arviointisabluunan käytössä on tärkeää, että arvioitavaa sarjaa käyttää samalla, kun tekee kyseisestä sarjasta arviointia.

Ennen kuin arviointikriteeristöä lähtee käyttämään, kannattaa tarkistaa kohdan *Opettaako sarja oppilaille* -pääkategorian alakategoriat. Nämä alakategoriat ovat tärkeitä, sillä niiden avulla voidaan arvioida soveltuuko robotiikkasarja juuri niihin tarpeisiin, joihin haluaisit sitä käyttää. Muut pääkategoriat lähinnä kartoittavat robotiikkasarjan fyysisiä ominaisuuksia sekä sen kohderyhmää. Robotiikkasarjan pedagogista vaikutusta pystytään arvioimaan *Opettaako sarja oppilaille* -pääkategorian alle valittujen alakategorioiden avulla. Näitä alakategorioita voi poimia opetussuunnitelman yhteenvedosta liitteen 2 taulukosta 13. Arviointikriteeristöä käytettäessä on koko ajan muistettava arviointikriteeristön käyttökohde ja se mihin käyttötarkoitukseen haluaa arvioidavia robotiikkasarjoja viime kädessä käyttää.

6.1 Kohdeyleisö

Suurin osa kohdeyleisö -osion tiedoista löytyi robotiikkasarjojen valmistajien www-sivuilta sekä sarjojen pakkauksista. Esimerkiksi sarjan sisältö tarkastettiin pakkaukset avaamalla ja tutkimalla mitä ne pitivät sisällään sekä tarkastamalla valmistajien

www-sivuilta mitä pakkauksissa tulisi olla. Kohdeyleisö -osiosta näkee, että molemmat arvioidut sarjat ovat lähestulkoon samanlaisia. Sarjoissa komponentit olivat erilaisia sekä ohjelmointiympäristö robotin sekä tietokoneen välillä. Myös hinta oli hieman eri, mutta suuri eroja sarjojen väliltä ei kohdeyleisö -osiossa syntynyt (taulukko 7).

Taulukko 7: Kohdeyleisö

	Lego MindStorm	EK Japan, Soccer Robo 915
KOHDEYLEISÖ		
Mikä on sarjan käyttö-tarkoitus?	Rakentelu ja yksinkertainen ohjelmoiminen.	Jalkapallorobotti, eli sarja on tarkoitettu jalkapallo-robotin valmistamiseen ja ohjelmoimiseen.
Mikä on kohdeikäryhmä?	Yli 9 -vuotiaille	Sarjassa ei kerrota ikäryhmää.
Mikä on sarjan kohde-ryhmä?	Yli 9 -vuotiaat lapset ja nuoret. Sarja on myös suunniteltu nimenomaan opetukseen ja siitä löytyy Legon ylläpitämä sivusto, josta löytyy vinkkejä opetukseen.	Nuoret, joita kiinnostaa elektroniikka sekä jalkapallorobotit.
Mitä taitoja ja taustatietoutta tarvitaan?	Taustatietous ei ole tarpeen, mutta on hyötyä, jos on rakennellut legoilla sekä käyttänyt tietokonetta.	Taustatietous ei ole tarpeen, mutta olisi hyvä jos käyttäjällä olisi perustietämystä elektroniikasta sekä tietokoneista.

Sarjan sisältö?	RCX -yksikkö (robotin "aivot"), ohjelmointiohjelma, tarvittavat sensorit sekä moottorit perusröbottien rakentamiseen. Paketissa tulee mukana myös hieman Legoja. Sarjaa voidaan laajentaa ostamalla erilaisia sensoreita sekä liittämällä sarjaan normaaleja Lego-palikoita.	Ohjelmointiohjelma (Tile Designer), sarja kokonaisuudessaan, jotta siitä voidaan rakentaa kaksipyöräinen, kuusijalkainen tai nelipyöräinen jalkapallobottili. Sarjan mukana tulee myös ohjekirja sekä kaikki tarvittavat komponentit/sensorit, joiden avulla voidaan rakentaa perusröbotti. Sarjaan on mahdollista hankkia sensoreita lisää.
Millaisia sarjan komponentit ovat (isoja/pieniä)?	Isoja sekä pieniä.	Melko pieniä.
Millainen käyttöliittymä ohjelmointiympäristön ja robotin välillä on?	Infrapuna.	Sarjakaapeli.
Sarjan hinta?	Amazonissa hinnaksi on määritelty 160,00 USD eli noin 121,90 EUR.	Valmistajan kotisivuilla hinnaksi on sanottu 12 800 JPY eli noin 80,60 EUR.

6.2 Sarjan kokoaminen ja ohjelmointiympäristö

Sarjan kokoaminen -osion osa tiedoista kerättiin myös valmistajan www-sivuilta, sarjan pakkauksesta sekä pakkauksessa mukana tulleesta ohjekirjasta. Näiden lähteiden lisäksi osa kohdista todettiin Joensuun Pihlajapihan teknologia tunneilla. Tällaisia kohtia olivat muun muassa kohdat "Tarvitsevatko nuoret oppilaat jatkuvaa valvontaa ja apua sarjan kokoamisessa" sekä "Onko mahdollista keskeyttää rakentami-

nen ja jatkaa toisella kerralla ilman vaikeuksia/haittavaikutuksia".

Ohjelmointiympäristö -osion kohdat katsottiin valmistajan ilmoituksen mukaan sekä kokeilemalla miten ohjelmointiympäristö toimii. Samoin myös kokeiltiin, että tekeekö robotit mitään, ennen kuin niihin syöttää jonkin ohjelman.

Sarjan kokoaminen -osiossa muodostui arvioinnissa eroja. Tämän mukaan Lego MindStorms olisi hieman monipuolisempi sekä helpommin koottava sarja. Samoin myös Lego MindStorms soveltuu paremmin nuorien oppilaiden kanssa työskenteleville opettajille, sillä sen kanssa työskenneltäessä opettajan ei tarvitse koko ajan ohjata tai vahtia oppilaiden työskentelyä. Myös ohjelmointiympäristö -osiossa Lego MindStorms oli arvioinnin mukaan monipuolisempi sekä vakaampi sarja. EK Japan robottisarjan yhdyskäytävä robotin sekä tietokoneen välillä ei ollut kovin vakaa, sillä vaikka ohjelmointiympäristö näytti ohjelman siirtyneen onnistuneesti robotille, niin se ei välttämättä tarkoittanut sitä. Tämän lisäksi EK Japan sarjan ohjelmointiympäristö saattoi lakata toimimasta yllättäen. Lego MindStorms sarjaa on myös mahdollista ohjelmoida muillakin kielillä ja ohjelmointiympäristöillä, kuin mitä robotiikkasarjan mukana toimitetaan, näin kyseinen sarja soveltuu paremmin esimerkiksi ohjelmoinnin opettamiseen kuin EK Japan. Näiden kahden osion arviointi arvioitujen robotiikkasarjojen osalta on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8: Sarjan kokoaminen ja ohjelmointiympäristö

	Lego MindStorm	EK Japan, Soccer Robo 915
SARJAN KOKOAMINEN		
Tuleeko sarjan mukana ohjeet yhden tai useamman robotin kokoamiseksi?	Kyllä	Kyllä
Mitä kootaan?	Lego-palikoita	Muovilevyjä, piirilevyjä, johtoja, elektroniikkaa.
Mikä on sarjan materiaali? Muovia, metallia jne.	Muovi	Muovi

Kuuluuko sarjaan erilaisia sensoreita ja kommunikaatiovälineitä kuten lämpötilasensori, rotaatiosensori, mikrofoni tai kamera?	Perussarjaan kuuluu valosensä painosensorit. Mutta mahdollista hankkia lämpötila-, rotaatiosensori, yms. sensoreita. Sarjaan on myös mahdollista liittää mikrofoni sekä kamera.	Perussarjaan kuulu valosensä painosensorit. Mahdollista hankkia myös muita sensoreita.
Ovatko ohjeet selkeitä ja suoraviivaisia?	Ohjeet ovat englanniksi, mutta muuten selkeät.	Ohjeet ovat englanniksi, mutta niissä on selviä virheitä.
Ovatko ohjeet kuvalliset?	Kyllä	Kyllä
Ovatko ohjeet suomeksi vai englanniksi?	Englanniksi	Englanniksi.
Kuinka helppoa sarjan kokoaminen on?	Yhtä helppoa kuin minkä tahansa Legorakennussarjan.	Melko hankalaa, vaatii paljon tarkkuutta ja aikaa.
Kuinka kauan sarjan kokoaminen kestää?	Riippuu robotista, jonka haluaa rakentaa. Muutamassa tunnissa saa jo valmiiksi toimivan robotin.	Kokoamiseen voi mennä hyvinkin muutama päivä aikuiselta, joten lapsilta voi viedä viikkoja.
Tarvitsevatko nuoret oppilaat jatkuvaa valvontaa ja apua sarjan kokoamisessa?	Eivät	Kyllä
Tarvitaanko sarjan kokoamisessa työkaluja? Jos, niin millaisia?	Ei	Kyllä, ruuvimeisseleitä sekä pihtejä.
Saadaanko kokoamisen aikana minkäänlaista palautetta?	Ei itse sarjalta.	Ei itse sarjalta.

Kuinka helppoa robotin mallia ja ulkoasua on muuttaa?	Vain robotin rakentajan mielikuvitus on rajana. Tämän mahdollistaa Legopalikat.	Sarja on melko rajoittunut tämän osalta. Robotin mallia tai ulkoasua on melko hankala muunnella.
Mahdollistaako sarja rakentajan vaikuttamisen robotin malliin ja ulkoasuun?	Kyllä	Melko vähän.
Onko mahdollista keskeyttää rakentaminen ja jatkaa toisella kerralla ilman vaikeuksia/haittavaikutuksia?	Kyllä	Kyllä.
Voidaanko robotti purkaa uudelleenkäyttöä varten?	Kyllä	Kyllä
Onko sarjan tarkoituksena rakentaminen?	Ei varsinaisesti, mutta näyttelee kuitenkin merkittävää osaa.	Sarjan tarkoituksena on valmistaa voitokas jalkapallorobotti.
Voiko sarjan rakentaa täysin vapaasti?	Kyllä	Ei

OHJELMOINTIYMPÄRISTÖ

Tekeekö robotti mitään ennen kuin se on ohjelmoitu?	Ei	Ei
Onko ohjelmointiympäristö visuaalinen vai tekstipohjainen?	Visuaalinen	Visuaalinen
Tuleeko käyttäjällä olla aikaisempaa tietämystä ohjelmoinnista ennen ohjelmointiympäristön käyttöä?	Ei	Ei

Sisältyykö ympäristöön ohjelmointiohjeita?	Ei	Kyllä
Ovatko ohjelmointiohjeet selkeitä ja suoraviivaisia?	Ei	Ei
Kauanko yksinkertaisen ohjelman luonti kestää?	Noin 15 minuuttia	Noin 15 minuuttia, jos ohjelman saa onnistuneesti siirrettyä robottiin.
Onko robotin ohjelmointiympäristö suljettu vai avoin?	Avoin. Robottia on mahdollista ohjelmoida myös Javan tai esimerkiksi C++:n avulla.	Suljettu
Onko sarjassa valmiita ohjelmia, jotka tekevät yleisimmät toiminnot?	Kyllä	Ei

6.3 Opettaako sarja oppilaille...

Opettaako sarja oppilaille -osion (taulukko 9) tiedot nousivat esille Joensuun Pihlajapihan teknologia tuntien muistiinpanoista. Tämän osion osalta arvioidut robotiikkasarjat ovat vastaavat.

Taulukko 9: Opettaako sarja oppilaille

OPETTAAKO SARJA OPPILAILLE...

Vahvistaako sarja ongelmanratkaisutaitoja?	Kyllä	Kyllä
Vaatiiko sarjan rakentaminen/ohjelmointi motorisia taitoja?	Kyllä	Kyllä
Kehittääkö sarja matemaattisia taitoja?	Kyllä	Kyllä

Opettaako sarja moraalisia ja eettisiä arvoja?	Hankala sanoa	Hankala sanoa
Voiko sarjan avulla mallintaa esim. fysikaalisia ilmiöitä?	Kyllä	Kyllä
Kuinka robotteja tehdään?	Kyllä	Kyllä
Kuinka robotit toimivat?	Kyllä	Kyllä
Ajattelemaan sarjan ulkopuolelle, aiheuttaen lisämielenkiintoa robotiikkaa, fysiikkaa, matematiikkaa tai muuta ainetta kohti?	Kyllä	Kyllä
Motivoiko sarja opiskelua?	Kyllä	Kyllä
Mahdollistaako sarja ryhmätyöskentelyn ja vuorovaikutustaitojen kehittymisen?	Kyllä	Kyllä
Vahvistaako sarja tiedonhallintataitoja?	Kyllä	Kyllä
Vahvistaako sarja vieraita kieliä?	Kyllä	Kyllä

6.4 yleisesti

Yleisesti -osion (taulukko 10) arviot nousivat esiin Joensuun Pihlajapihan oppilaita haastatteleamalla sekä havainnoista, jotka nousivat heidän teknologiatunneillaan.

Arvioiduissa sarjoissa on vielä paljon kehitettävää ohjelmointiympäristön suhteen,

jotta ne olisivat helppokäyttöisiä ja näin myös helpottaisivat oppilasta opiskeltavassa aiheessa. EK Japan vaatii ohjelmointiympäristön lisäksi paljon kehitystä itse robotiikan kokoamiseen, jotta se soveltuisi paremmin opetusrobotiikaksi.

Taulukko 10: Yleisesti

YLEISESTI

Millainen kokemus oli yleiseltä tasoltaan?	Yleisellä tasolla sarjan käyttäminen on virkistävä lisä opetukseen. Mielenkiintoinen. Sarjan muunneltavuus on plussaa.	Sarjaa oli virkistävä käyttää, mutta toisaalta sen käyttäminen oli melko turhauttavaa, koska ohjeet eivät aina pitäneet täysin paikkaansa. Lisäksi turhautumista lisäsi ohjelmointiympäristön epävakaus sekä se ettei robottia voi rakentaa juuri sellaiseksi kuin haluaisi.
Viekö sarja oppilaan huomion pois opiskeltavasta aiheesta?	Näin saattaa helposti käydä, jos annetaan liian isoja kokonaisuuksia, joita pitäisi sarjan avulla opiskella.	Kyllä, sarja keskittyy enemmän nimen omaan robotiikkaan, ei niinkään opetuksen tueksi.
Onko sarja monikäyttöinen?	Kyllä	Ei

<p>Miten sarjaa voitaisiin parantaa sekä kehittää?</p>	<p>Ohjelmointiympäristö sekä ohjeistus myös suomeksi. Lisäksi ohjelmointiympäristöä voisi kehittää vielä enemmän visuaaliseen suuntaan sekä selkeyttää ohjelmointiympäristön toimintaa. Tämän lisäksi ohjelmointiympäristöön voisi selvemmin kehittää kaikki ohjelmointiin kuuluvat peruskäsitteet, jolloin jo sinällään sarjan mukana tulevaa ohjelmointiympäristöä voisi käyttää paremmin myös ohjelmoinnin opetuksessa. Myös robotiikkasarjan ohjeistukseen voisi liittää lyhyen osion ohjelmoinnista ja joitakin esimerkkiohjelmiä. Myös tietyt yleiset kokonaisuudet voisi olla jo valmiiksi ohjelmoituja, jottei kaikkea tarvitse tehdä itse. Ohjelmointiympäristön vakautta voisi kehittää. Sarjaa olisi hyvä voida rakentaa myös suoremista Lego-palikoista.</p>	<p>Tekemällä siitä monikäyttöisemmän. Vaikka onkin ymmärrettävää, että sarja on suunniteltu juuri jalkapallorobottien tekemiseen. Kuitenkin ulkonäöllisesti sarja voisi olla sellainen, että rakentaja pystyisi paremmin vaikuttamaan valmiiseen lopputulokseen. Myös sarjan kokoamiseen voisi kiinnittää huomiota ja kehittää sitä helpompaan suuntaan. Ohjelmointiympäristö pitäisi olla selvästi vakaampi ja selkeämpi. Suurinta kehitystyötä tulisikin tehdä juuri ohjelmointiympäristön parissa. Sarjan ohjelmoinnista voisi myös kehittää avoimen version, jolloin ohjelmointia voisi suorittaa esimerkiksi Javalla. Ohjelmointiympäristö sekä ohjeistus tulisi myös saada suomeksi. Ohjeistuksessa olevat virheet tulee korjata.</p>
--------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

7 Opetusrobotiikan käytön kohteita opetuksessa

Opettajille esitetyssä haastattelussa nousi selvästi esille, että opettajat eivät tiedä miten he voisivat käyttää opetuksessa hyväkseen opetusrobotiikkaa tai tieto- ja viestintätekniiikkaa. Tämä seikka ilmentyi suoraan vastauksissa (tarkemmin opettajille esitetyn haastattelun tulokset on kerrottu luvussa 4.1). Myös muissa tutkimuksissa on huomattu samainen asia ja on alettu keräämään www-sivustoa, josta löytyy tietoa opetusrobotiikan käytöstä opetuksessa (Sklar, Parsons, and Stone, 2004). Joensuun Pihlajapihan teknologia tuntien aineistosta nousi esiin sellaisia opetusrobotiikan käyttö kohteita, joihin opetusrobotiikkaa voisi hyödyntää opetuksessa.

Tutkimuksen aineistojen pohjalta voidaan päätellä, että opetusrobotiikat soveltuisivat pääasiallisesti hyvin kieliin, matematiikkaan, tietotekniikkaan, fysiikkaan ja kemiaan, kuvataiteeseen sekä käsitöihin. Myös opettajille tekemät haastattelut vahvistavat tätä käsitystä, sillä nykyisin opetusrobotiikkaa käytetään ainakin muutamissa näistä ainekokonaisuuksista. Kuitenkin suosituin opetuskohde, johon opetusrobotiikkaa opettajien mukaan käytetään on ohjelmointi, joka onkin melko yleinen oletus opetusrobotiikan soveltuvuudesta.

Taulukossa esitetyt perustelut pohjautuvat Pihlajapihan ryhmän teknologiatuntien aineistoon sekä opetussuunnitelman analyysistä tehtyyn yhteenvetoon aineiden/aineryhmien keskeisistä sisällöistä/tavoitteista. Tämän taulukon luontiin on vaikuttanut myös tutkittujen robotiikkasarjojen ominaisuudet. Tutkittujen robotiikkasarjojen ominaisuuksien kartoittamiseksi on käytetty liitteessä 3 esitettyä arviointikriteeristöä. Tutkittujen robotiikkasarjojen ominaisuuksien yhteenveto löytyy luvusta 6, jossa on myös kerrottu mitä tulisi ottaa huomioon arviointikriteeristöä käytettäessä.

Näihin johtopäätöksiin päästään, kun tarkastellaan taulukoita 2 (löytyy luvusta 5) sekä taulukkoa 13, löytyy liitteestä 2. Taulukoiden 2 sekä 13 sisältöä on tarkasteltu lähemmin luvussa 5.

Tutkimuksen puitteissa voidaan sanoa varmaksi, että opetusrobotiikka soveltuu käsitöihin sekä kuvataiteisiin, sillä ohjeiden tulkinnassa sekä robottien valmistuksessa vaaditaan kuvallista ilmaisua sekä teknistä suunnittelua. Näiden seikkojen lisäksi opetusrobotiikka vahvistaa sosiaalista kanssakäymistä, motoriikkaa sekä loogista päättelykykyä.

Taulukossa 11 on esitetty ainekokonaisuuksia sekä perusteluja siitä, miksi kyseisessä ainekokonaisuudessa voidaan käyttää opetusrobotiikkaa ja mitä kokonaisuuksia opetusrobotiikan avulla voidaan kehittää.

Taulukko 11: Käyttökohteita sekä ainekokonaisuuksia, joissa voidaan hyödyntää opetusrobotiikkaa

Aine/ainekokonaisuus	Perustelu
Matemaattiset aineet	<p>Opetusrobotiikka kehittää loogista päättelykykyä. Oppilaat joutuvat itse selvittämään ratkaisuja ongelmiinsa ja voivat kokeilla erilaisia ratkaisuja, kunnes löytävät sen ratkaisun joka toimii ja jolla päästään haluttuun lopputulokseen.</p> <p>Opetusrobotiikan ansiosta oppilaat voivat käytännössä huomata sen, kuinka muutos vaikuttaa esimerkiksi juuri robotin toimintaan. Tällaisena hyvänä esimerkkinä voitaisiin pitää vaikkapa välityssuhteiden opiskelua. Opetusrobotiikkaa opetuksessa käytettäessä oppilaan on mahdollista nähdä konkreettisesti kuinka rattaan koon tai rattaiden määrän vaihtaminen vaikuttaa pyörän pyörimisnopeuteen.</p> <p>Opetusrobotiikkaa voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi ohjelmoinnin opettamisessa tai vaikka fysiikassa juuri erilaisten välityssuhteiden konkretisoimisessa.</p> <p>Robottisarjojen parissa työskenteleminen vaatii kärsivällisyyttä ja pitkää pinnaa, jotta saa rakennettua haluamansa robotin, joka toimii juuri siten kuin oppilas haluaa. Myös ohjeiden tulkitseminen vaatii kärsivällisyyttä.</p>
Liikunta sekä käsityöt	<p>Erialaisten osien liittäminen toisiinsa sekä hiiren käyttäminen ohjelmoinnissa kehittävät oppilaan motorisia taitoja.</p>

Kielet	<p>Kirjalliset taidot kehittyvät ohjeiden lukemisen sekä ohjelmointiympäristön avulla.</p> <p>Kielelliset taidot taasen kehittyvät kommunikation avulla, johon opetusrobotiikan käytössä oppilaat joutuvat, kun he joutuvat kysymään ohjeistusta toisiltaan sekä ohjaajilta. Käytännössä opetusrobotiikan avulla pystytään oppilaat "pakottaamaan"ryhmätyöskentelyyn heidän itsensä sitä huomaamatta.</p> <p>Oppilaat kehittyvät ilmaisemaan itseään ongelmatilanteissa, joissa he haluavat saada apua kanss oppilailtaan tai ohjaajilta.</p> <p>Tukee oppilaiden ryhmätyöskentelyä, kehittämällä oppilaan sosiaalisia taitoja.</p>
Kuvataiteet	<p>Robotin suunnitteleminen, piirtämällä valmiista robotista kuva.</p> <p>Lisäksi oppilaat voivat suunnitella tehtävän robotin vaikkapa muoviluvahasta tai paperimassasta, jolloin he jo siinä vaiheessa voivat huomata robotin heikkouksia.</p>
Käsityöt	<p>Oppilas joutuu käsin valmistamaan haluamansa robotin. Tähän liittyen hänen täytyy myös suunnitella se ja tehdä jonkinlaiset ohjeet siitä, kuinka hän pääsee haluamaansa lopputulokseen. Oppilas joutuu työskentelemään määrätietoisesti, jotta hän saavuttaisi haluamansa lopputuloksen.</p>

Ennen kaikkea tulee muistaa, että opetusrobotiikka soveltuu hyvin motivoimaan oppilaita opiskelemaan jotain tiettyä asiaa.

Täytyy muistaa, että opetusrobotiikka on vain eräs väline tieto- ja viestintäteknikan kentässä, ja sitä tulee käyttää opetuksessa nimen omaan oppilaiden motivointiin, kuten erilaisia opetusohjelmia tietokoneella tai opetusohjelmia televisiossa. Kun toi-

mitaan näin, päästään parempiin lopputuloksiin. Yleisesti ottaen opetusrobotiikkaa voidaan usein käyttää jonkin opetettavan asiakokonaisuuden konkretisoimiseen.

Opetusrobotiikan käyttäminen vaatii opettajalta paljon luovuutta ja tieto/taitoa, siitä miten opetusrobotiikkaa voidaan käyttää. Opettajan tulee tietää valitsemansa opetusrobotiikkasarjan tarjoamat mahdollisuudet sekä hyödyt. Juuri näiden mahdollisuuksien sekä hyötyjen arviointiin on kehitetty liitteen 3 arviointikriteeristö. Vaikka arviointikriteeristö on olemassa, niin siitä huolimatta opettajan tulee kokeilla robotiikkasarjaa ja näin kartoittaa arviointikriteeristön avulla, sen soveltuvuutta opetettavaan aineeseen. Tosin opetusrobotiikkaa käytettäessä luokassa olisi hyvä olla apulaisia, sillä ei yksin pysty välttämättä hallitsemaan koko luokkaa siinä tilanteessa (Goldman, Eguchi, and Sklar, 2004). Ideaali tilanne olisi, jos jokaista kolmen hengen ryhmää kohden olisi saatavissa oma ohjaaja, tällöin oppilaat saisivat tilanteesta parhaan mahdollisen hyödyn (Goldman, Eguchi, and Sklar, 2004).

8 Yhteenveto

Nykyisin yhteiskunnan kehittämässä luotetaan aina enenevässä määrin arviointitietoon ja näin ollen arvioinnin tekemisestä on tullut suorastaan vaatimus Eräsaari et al. (1999). Tässä valossa onkin tärkeää, että opetusrobotiikan arviointiin on olemassa jokin työkalu, esimerkiksi tämän tutkimuksen avulla valmistettu arviointikriteeristö.

Mikäli opettajilla olisi käytössä työkalu, jolla he voisivat arvioida opetusrobotiikkaa helposti, niin tällöin he varmasti myös löytäisivät omaa opetustaan tukevan robotiikkasarjan. Toisaalta ainoastaan tekemällä tutkimustyötä opetusrobotiikan kehittämiseksi tai arviointikriteeristön luomiseksi ei sillä tulla takaamaan opetusrobotiikan yleistymistä kouluihin. Jotta opettajat omaksuisivat uusia tekniikoita ja niiden tarjoamia käyttömahdollisuuksia, vaatisi tämä opettajakoulutuksen uudelleen suunnittelua. Opettajille tulisi järjestää koulutuksia opetusrobotiikasta ja sen tarjoamista mahdollisuuksista, siinä missä kuinka Power Pointilla tehdään näyttävä dia-show opetuksen tueksi.

Tutkimuksen tutkimuskysymykset ovat:

- Robotiikkasarjojen arviointikriteeristön luominen?
- Miten robotiikkasarjoja voisi kehittää, jotta ne palvelisivat paremmin myös erityisopetusta?
- Mitä robotiikkasarjat edellyttävät käyttäjiltään?
- Mitä taitoja/tietoja robotiikkasarjojen tulisi kattaa?
- Millaisia taitoja/tietoja robotiikkasarjojen tulisi vahvistaa?
- Millaisia taitoja/tietoja robotiikkasarjojen tulisi tukea?
- Mihin aineisiin/aiheisiin robotiikkasarjat soveltuvat?

Tutkimuksen avulla saavutettiin suurimpaan osaan tutkimuskysymyksiä vastaukset. Tutkimuksen aineiston perusteella ei voida sanoa, millaisiin työtapoihin robotiikkasarjat soveltuvat tai mitkä ovat ne aineet tai aiheet joihin ne varmasti soveltuvat. Luovussa 7 on kuitenkin kerrottu mihin aineisiin tai aiheisiin robotiikkasarjoja voidaan soveltaa.

Tutkimuksen tulosten valossa ennestään olemassa olleet arviointikriteeristöt ovat muutoin käyttökelpoisia, mutta niissä on unohdettu täysin didaktinen eli pedago-

ginen, lähestymistapa ongelmiin. Tämän ongelman lisäksi arviointikriteeristöt on suunniteltu yleensä yleisesti robotiikan, eikä niinkään opetusrobotiikan käyttötarpeisiin. Vaikka näitä olemassa olevia arviointikriteeristöjä voidaan käyttää hyväksi myös opetusrobotiikan arvioinnissa, niin siitä huolimatta niistä löytyy omat puutteensa. Yksinkertaisesti ne eivät vastaa opettajien tarpeisiin. Toinen merkittävä seikka, joka paistaa näistä tutkimuksista lävitse on se, että tutkijoilla ja robotiikkasarjojen valmistajien välillä on ollut suhde. Tällä suhteella tarkoitetaan sitä, että tutkimukset on valmistettu puhtaasti kaupallisin tarkoituksin, jolloin niiden lopputuloksien oikeellisuudesta ei voida olla täysin varmoja. Lisäksi tämä tutkimus vahvisti sitä käsitystä, että tällä hetkellä opettajat eivät tiedä mitä opetusrobotiikka on tai mitä se tarkoittaa, saati sitä mihin opetusrobotiikkaa voidaan käyttää. Opettajien suurena kysymyksenä olikin, miten opetusrobotiikkaa voitaisiin hyödyntää opetuksessa?

Tästä syystä pelkästään tutkimusten tekemisellä emme pysty kehittämään opetusrobotiikkasarjoja. Tutkijoiksi tarvitaan puolueettomia tahoja, jotka tekevät tutkimukset. Lisäksi tarvitsemme ehdottomasti tutkimuksia, jotka on tehty yhteistyössä opetusrobotiikan käyttäjien kanssa, eli opettajien ja oppilaiden. Näin pääsemme siihen lopputulokseen johon varmasti kaikki opetusrobotiikkaa tutkivat pyrkivät, parempiin, toimivampiin ja opetukseen paremmin soveltuviin robotiikkasarjoihin. Näiden seikkojen lisäksi opettajille tulisi järjestää koulutusta, joissa kerrottaisiin mihin he voivat käyttää opetusrobotiikkaa. Lisäksi opettajia tulisi kuunnella enemmän opetusrobotiikan kehityksessä ja heille voisikin antaa näiden koulutusten puitteissa tehtäväksi miettiä, kuinka opetusrobotiikkaa voitaisiin kehittää, jotta se paremmin palvelisi opetusta.

Tämän tutkimuksen puitteissa nousi esiin seuraavia kysymyksiä, joita olisi syytä tutkia tulevaisuudessa jatkotutkimuksilla.

- Onko opetusrobotiikan käytöstä pitkäaikasta hyötyä? Tätä voisi hyvin tutkia siten, että vertaisi kahta eri ryhmää, joista toisessa käytettäisiin opetuksessa hyväksi opetusrobotiikkaa ja toisessa ei.
- Miten opetusrobotiikan "markkinoiminen" vaikuttaisi sen tunnettavuuteen?
- Käyttäisikö opettajat sitä enemmän opetuksen apuna, jos opetusrobotiikasta puhuttaisiin opettajankoulutuksessa?
- Vaikuttaako opetusrobotiikka oikeasti oppilaiden motivaatioon vai onko se vain teennäistä, jolloin motivaatio kohdistuu robotiikkaan eikä opiskeluväen aiheeseen?

- Kuinka arviointikriteeristöä voisi kehittää entisestään?
- Mihin kaikkeen opetusrobotiikkaa voitaisiin hyödyntää/käyttää?

Muun muassa nämä kysymykset nousivat esiin, joita olisi mielenkiintoista tutkia. Lisäksi tämän tutkimuksen jatkotyönä voisi olla arviointikriteeristön muuntaminen tietokoneohjelmaksi, jossa olisi tietokannassa useampien robotiikkasarjojen ominaisuudet, ja käyttäjän täyttäessä kyselylomakkeen, jossa pyydetäisiin häneltä ne ominaisuudet, joita hän toivoo opetusrobotiikkasarjalta, ohjelma kertoisi mitkä robotiikkasarjat soveltuvat hänen tarpeisiinsa. Lisäksi tätä sovellusta voisi kehittää edelleen sellaiseksi, että opettaja voisi itse syöttää vapaasti ne ominaisuudet, joita hän toivoo opetusrobotiikkasarjalta. Eli näiden ominaisuuksien syöttäminen ei tapahtuisi rajatusta lomakkeesta vaan se olisi vapaamuotoinen.

Viitteet

- D. Boud and G. Feletti. *Ongelmalähtöinen oppiminen: uusi tapa oppia*. Terra Cognita, 1999.
- B. Caci, M. Cardaci, and H. H. Lund. Assessing educational robotics by the "robot edutainment questionnaire". In *Technical Reports 2003*, volume September 2003. The Maersk Mc-Kinney Moller Institute for Production Technology University of Southern Denmark, 2003.
- R. Church, G. Miller, and M. Trexler. Teaching diverse learners using robotics. In A. Druin and J. Hendler, editors, *Robots for Kids: Exploring New Technologies for Learning*, pages 164–191, 2000.
- R. Eräsaari, T. Lindqvist, M. Mäntysaari, and M. Rajavaara. *Arviointi ja asiantuntijuus*. Gaudeamus Kirja, 1999.
- R. Goldman, A. Eguchi, and E. Sklar. Usign educational robotics to engage inner-city students with technology. *International Conference on Learning Sciences*, pages 214–221, 2004.
- S. R. Harris and M. Reddy. Evaluating the usability of visual programming environments for educational robotics: An activity walkthrough approach, 2005. URL http://case.glam.ac.uk/CASE/StaffPages/SteveHarris/SRHPubs/Harris&Reddy_Activity_Walkthrough.pdf (8.5.2007).
- J. Hautamäki, U. Lahtinen, S. Moberg, and K. Tuunanen. *Erytyispedagogiikan perusteet*. WSOY, Dark Oy, Vantaa, 2003.
- S. Hirsjärvi, P. Remes, and P. Sajavaara. *Tutki ja kirjoita*. Tammi, Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä, 2004.
- A. Karjalainen. Arvioinnin käsitteestä. URL http://tievie.oulu.fi/arvioinnin_abc/artikkelit/arvioinninkasite.htm (8.5.2007).
- M. Koppinen, E. Korpinen, and J. Pollari. *Arviointi oppimisen tukena*. WSOY, 2000.

- T. Ladonlahti, A. Naukkriinen, and S. Vehmas. *Poikkeava vai erityinen? Erityispedagogiikan monet ulottuvuudet*. Atena, WSOY - Kirjapainoyksikkö, Juva, 1998.
- J. LeClaire. E-commerce news: Robotics in the special needs classroom, 11 2006. URL <http://www.ecommercetimes.com/story/54323.html> (8.4.2007).
- H. H. Lund and J. Nielsen. An edutainment robotics survey. In *Proceedings of the Third International Symposium on Human and Artificial Intelligence Systems: The Dynamic Systems Approach for Embodiment and Sociality*, Dec 6-7, 2002.
- P. Mäkinen. Oppimisen arviointi, 12 2002. URL <http://www.uta.fi/tyt/verkkotutor/arviointi.htm> (8.5.2007).
- F. Martin, B. Mikhak, M. Resnick, B. Silverman, and R. Berg. To mindstorms and beyond: Evolution of a construction kit for magical machines, 2000.
- V. Meisalo, E. Sutinen, and J. Tarhio. *Modernit oppimisympäristöt, Tieto- ja viestintäteknikka opetuksen ja opiskelun tukena*, volume 2. uudistettu painos. Tietosanoma, 2003.
- Opetushallitus. Edu - 5.1 eri tukimuodot, 1 2004a. URL <http://www.edu.fi/pageLast.asp?path=498;527;6980;8822;26980;27465> (3.8.2006).
- Opetushallitus. *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004*. Opetushallitus, 2004b.
- M. Resnick, R. Berg, and M. Eisenberg. Beyond black boxes: Bringing transparency and aesthetics back to scientific investigation. *Learning Sciences*, 9(1), 2000.
- E. Sklar and J. Salvit. Evaluating educational robotics. Department of Computer Science Columbia University.
- E. Sklar, A. Eguchi, and J. Johnson. Robocupjunior: Learning with educational robotics. *Lecture Notes in Computer Science*, 2752/2003:238–253, 2003. URL <http://www.springerlink.com/content/dnwekplk0w7mnlan/>.
- E. Sklar, S. Parsons, and P. Stone. Robocup in higher education: A preliminary report. *Lecture Notes in Computer Science*, 3020/2004:296–307, 2004. URL <http://www.springerlink.com/content/669ylq73n2c4jg32/>.

T. Tenhula. Arviointitapa vaikuttaa opiskelutyyliin, 2001. URL http://tievie.oulu.fi/arvioinnin_abc/artikkelit/paakirjoitus.htm(24.9.2006).

Wikipedia. Robot - wikipedia, the free encyclopedia, 2007a. URL <http://en.wikipedia.org/wiki/Robot> (8.5.2007).

Wikipedia. Robotti - wikipedia, 2007b. URL <http://fi.wikipedia.org/wiki/Robotti> (8.5.2007).

www.webopedia.com. What is robotics? - a word definition from the webopedia computer dictionary, 2000. URL <http://www.webopedia.com/TERM/R/robotics.html> (20.1.2007).

Liite 1: Kyselylomake opettajille

Teen Joensuun yliopistoon Pro-Gradu -tutkielmaa aiheesta opetusrobotiikan hyödyntäminen erityisopetuksessa. Työn tuotteena olisi tarkoitus luoda opettajien käyttöön arviointikriteeristö, jolla he voisivat arvioida robotiikkasarjan käyttöä opetuksen apuvälineenä. Terveisin Mauri Heinonen

Oppilaitos, jossa toimit opettajana?

Mitä on opetusrobotiikka?

Mihin aineisiin opetusrobotiikkaa voisi hyödyntää ja oletko hyödyntänyt sitä johonkin?

Mitä hyötyjä opetusrobotiikalla voitaisiin saavuttaa?

Mitä asioita haluaisit saada selville, ennen kuin ottaisit opetusrobotiikan käyttöön opetuksessasi?

Kuinka robotiikkasarjoja tulisi kehittää, jotta niistä voisi olla hyötyä opetuksessa?

Kiitos vastauksestasi!

LIITE 2: OPETUSSUUNNITELMAN YHTEENVETO

Liite 2: Opetussuunnitelman yhteenveto

Taulukko 13: Opetussuunnitelman yhteenveto

	Kotitalous								
	Liikunta								
	Käsityö								
	Kuvataide								
	Musiikki								
	Yhteiskuntaoppi								
	Historia								
	Elämäntatmustieto								
	Uskonto								
	Terveystieto								
	Biologia ja maantieto								
	Ympäristö- ja luonnontieto								
	Fysiikka ja kemia								X
	Matematiikka			X			X	X	
	Vieraat kielet				X				
	Toinen kotimainen kieli	X	X		X	X			
	Saame äidinkielenä	X	X	X					
	Ruotsi äidinkielenä	X	X	X					
	Äidinkieli ja kirjallisuus	X	X	X					
	Vuorovaikutustaidet								
	Suullinen sekä kirjallinen taito								
	Tiedonhallintataidot								
	Vieraankielen laulut, lorut, leikit, kulttuuri, rakenteet, kelenntuntemus, viestintästrategiat								
	Aihepiirit, tilanteet ja tehtävät								
	Luvut- ja laskutoimitukset, algebra, geometria, mit-taaminen, tilastot, todennäköisyys, funktiot								
	Ajattelun taidot ja menetelmät								
	Energia ja sähkö, luonnon rakenteet, aineet ympäril-lämme, liike ja voima, värähdys- ja aaltoliike, lämpö								

LIITE 2: OPETUSSUUNNITELMAN YHTEENVETO

Suomi 1950-luvulta nykypäivään										X										
Idän ja lännen ristiriidoista etelän ja pohjoisen vastakkainasetteluun										X										
Elämää 1900-luvun lopulla ja 2000-luvun alussa										X										
Yksilö yhteisön jäsenenä											X									
Yksilön hyvinvointi											X									
Vaikuttaminen ja päätöksenteko											X									
Kansalaisen turvallisuus											X									
Taloudenpito											X									
Kansantalous											X									
Talouspolitiikka											X									
Äänenkäyttö												X								
Yhteisöön valmentava opiskelu												X								
Tutustuminen erilaisiin musiikkityyleihin												X								
Musiikillista kerrontaa												X								
Musiikin elementtien tutustuminen												X								
laulu-, soitto- ja kuunteluohjelmit												X								
Yhteislaulu												X								
Hallitsee jonkin soitimen soiton, siten että pystyy osallistumaan yhteisösoittoon												X								
Kuvailmaisu ja kuvallinen ajattelu																				X
Taiteen tuntemus ja kulttuurinen osaaminen																				X

LIITE 2: OPETUSSUUNNITELMAN YHTEENVETO

toimintakyvyn kehittämistä ja seurantaa sekä lihas- huoltoa	X																																				X	
	X																																			X		
																																				X		
																																				X		
																																				X		
																																					X	
																																					X	
																																					X	
																																					X	
																																						X
																																						X
																																					X	
																																					X	

Liite 3: Arviointikriteeristö

KOHDEYLEISÖ

Mikä on sarjan käyttötarkoitus?

Mikä on kohdeikäryhmä?

Mikä on sarjan kohderyhmä?

Mitä taitoja ja taustatietoutta tarvitaan?

Sarjan sisältö?

Millaisia sarjan komponentit ovat (isoja/pieniä)?

Millainen käyttöliittymä ohjelmointiympäristön ja robotin välillä on?

Sarjan hinta?

SARJAN KOKOAMINEN

Tuleeko sarjan mukana ohjeet yhden tai useamman robotin kokoamiseksi?

Mitä kootaan?

Mikä on sarjan materiaali? Muovia, metallia jne.

Kuuluuko sarjaan erilaisia sensoreita ja kommunikaatiovälineitä kuten lämpötilasensori, rotaatiosensori, mikrofoni tai kamera?

Ovatko ohjeet selkeitä ja suoraviivaisia?

Ovatko ohjeet kuvalliset?

Ovatko ohjeet suomeksi vai englanniksi?

Kuinka helppoa sarjan kokoaminen on?

Kuinka kauan sarjan kokoaminen kestää?

Tarvitsevatko nuoret oppilaat jatkuvaa valvontaa ja apua sarjan kokoamisessa?

Tarvitaanko sarjan kokoamisessa työkaluja? Jos, niin millaisia?

Saadaanko kokoamisen aikana minkäänlaista palautetta?

Kuinka helppoa robotin mallia ja ulkoasua on muuttaa?

Mahdollistaako sarja rakentajan vaikuttamisen robotin malliin ja ulkoasuun?

Onko mahdollista keskeyttää rakentaminen ja jatkaa toisella kerralla ilman vaikeuksia/haittavaikutuksia?

Voidaanko robotti purkaa uudelleenkäyttöä varten?

Onko sarjan tarkoituksena rakentaminen?

Voiko sarjan rakentaa täysin vapaasti?

OHJELMOINTIYMPÄRISTÖ

- Tekeekö robotti mitään ennen kuin se on ohjelmoitu?
- Onko ohjelmointiympäristö visuaalinen vai tekstipohjainen?
- Tuleeko käyttäjällä olla aikaisempaa tietämystä ohjelmoinnista ennen ohjelmointiympäristön käyttöä?
- Sisältyykö ympäristöön ohjelmointiohjeita?
- Ovatko ohjelmointiohjeet selkeitä ja suoraviivaisia?
- Kauanko yksinkertaisen ohjelman luonti kestää?
- Onko robotin ohjelmointiympäristö suljettu vai avoin?
- Onko sarjassa valmiita ohjelmia, jotka tekevät yleisimmät toiminnot?

OPETTAAKO SARJA OPPILAILLE...

- Vahvistaako sarja ongelmanratkaisutaitoja?
- Vaatiiko sarjan rakentaminen/ohjelmointi motorisia taitoja?
- Kehittääkö sarja matemaattisia taitoja?
- Opettaako sarja moraalisia ja eettisiä arvoja?
- Voiko sarjan avulla mallintaa esim. fysikaalisia ilmiöitä?
- Kuinka robotteja tehdään?
- Kuinka robotit toimivat?
- Ajattelemaan sarjan ulkopuolelle, aiheuttaen lisämielenkiintoa robotiikkaa, fysiikkaa, matematiikkaa tai muuta ainetta kohti?
- Motivoiko sarja opiskelua?
- Mahdollistaako sarja ryhmätyöskentelyn ja vuorovaikutustaitojen kehittymisen?
- Vahvistaako sarja tiedonhallintataitoja?
- Vahvistaako sarja vieraita kieliä?

YLEISESTI

- Millainen kokemus oli yleiseltä tasoltaan?
 - Viekö sarja oppilaan huomion pois opiskeltavasta aiheesta?
 - Miten sarjaa voitaisiin parantaa sekä kehittää?
 - Onko sarja monikäyttöinen?
-

Opettaako sarja oppilaille -osioon voidaan lisätä tarvittaessa sellaisia ominaisuuksia, joita halutaan kyseisellä tunnilla/kerralla kehittää.

Näitä ominaisuuksia/aiheita löytyy liitteen 2 taulukosta 13.