



Teknologiakasvatuksen haasteet ja mahdollisuudet automaatioteknologian oppimisympäristössä

Eila Lindfors & Matti Pirrtimaa

Opettajankoulutuslaitos, Turun yliopisto



Tutkimuksessa analysoidaan opettajaopiskelijoiden (N=30) portfolioita (N=11) koskien 5.-6-luokan oppilaille toteutettuja teknologiakasvatuksen työpajoja. Tutkimuskysymys on: Mitä mahdollisuuksia ja haasteita käsityön aineenopettajaopiskelijat näkevät teknologiakasvatuksen toteuttamisessa perusopetuksessa. Aineistolähtöisen sisällönanalyysin keinoin saadut tulokset painottavat opettajan oman teknologian osaamisen tärkeyttä opettajan järjestäessä oppilaille mielekkäitä teknologian oppimisen mahdollisuuksia. Toiminnallinen ja ilmiölähtöinen oppiminen konkreetissa oppimisympäristössä innostaa oppilaita sukupuolesta riippumatta teknologisten ratkaisujen toteuttamisessa. Tuloksia voidaan hyödyntää perusopetuksen opetussuunnitelman, oppilaille tasa-arvoisesti teknologiaa esille tuovien oppimistilanteiden kehittämisen pohjana sekä opettajien perus- ja täydennyskoulutuksessa..

Teknologiakasvatus, ilmiölähtöisyys, opettajankoulutus

Lähetetty: 16.2.2017

Hyväksytty 16.8.2017

Vastuukirjoittaja: eila.lindfors@utu.fi

DOI: 10.23988/ad.60823

Johdanto

Teknologia konkretisoituu jokapäiväisen elämän rakennettuna ympäristönä: esineet, laitteet, vaatteet, työvälineet, koneet, järjestelmät, rakennukset, kulkuvälineet, sillat ja muu ihmisen valmistama esineistö tai infrastruktuuri. Teknologia myös muuttaa kulttuuria monilla elämän alueilla. Automaatio lisääntyy kotona ja työpaikoilla. Teknologiat muokkaavat ihmistä, aivan kuten ihminen muokkaa teknologiaa. Teknologia toisaalta helpottaa ja toisaalta haastaa elämää monin tavoin. Teknologiaa ei tulisi pitää itsestään selvyytenä, vaan sitä tulisi lähestyä konstruktivistisena teknologian ajatteluna. (Luomalahti, 2004; Talsi, 2014.)

Ohjelmointi, robotiikka ja automaatio nähdään tulevaisuuden yhteiskunnan teknologisina peruspilareina. Teknologista lukutaitoa pidetään teknologiakasvatuksen tärkeimpänä tavoitteena (mm. Ritz, 2009; ITEA, 2007). Ohjelmointiin, robotiikkaan ja automaatioon liittyvä ymmärrys onkin jatkossa entistä tärkeämpi osa teknologista lukutaitoa arkielämässä ja työpaikoilla. Henkilö on teknologisesti lukutaitoinen ymmärtäessään mitä teknologia on, miten sitä luodaan, kuinka se muovaa yhteiskuntaa ja kuinka yhteiskunta muovaa teknologiaa. Teknologisesti lukutaitoinen (ITEA, 2007) henkilö kykenee käsittelemään teknologiaan liittyvää tietoa realistisesti, muodostamaan siitä mielipiteitä sekä olemaan sen käyttämisen suhteen objektiivinen.

Teknologiseen lukutaitoon kuuluu kyky tunnistaa teknologisia ongelmia, kyky etsiä relevanttia ja tarkoituksenmukaista tietoa mahdollisten ratkaisujen löytämiseksi, ja kyky hyödyntää hankittu tieto ongelmanratkaisussa ja sen tulosten arvioinnissa (Ward, 2015). Teknologisen lukutaidon yhteiskunnallinen merkitys on lisääntynyt, joten sen kehittymisen edellytyksiä tulisi parantaa (Jones, 2009; Ward, 2015). Teknologiasta saatavien kokemusten tulisi tukea oppilaan osaamisen kehittymistä samalla, kun oppilaiden pitäisi tutustua yhteiskunnan kannalta keskeisiin teknologisiin järjestelmiin (Luomalahti, 2004).

Teknologiakasvatuksen tulisi olla yleissivistävän opetuksen kontekstissa innovatiivista tiedon käyttöä ja soveltamista, jossa inhimillisiä tarpeita ja ongelmia ratkaistaan konkreetin toiminnan avulla materiaalisen maailman kontekstissa (Lindfors, 2007). Perusopetusta on kritisoitu siitä, että se ei edistä riittävästi luovuuden, innovaation ja teknologian oppimista, vaikka näiden osaamisen merkitys on yhteiskunnassa kasvanut (Bencze, 2010; Copley & Copley, 2010; Lindfors & Hilmola, 2015; McLellan & Nicholl, 2011). Oppilailla on vaikeuksia ymmärtää ja arvioida teknisiä ratkaisuja (Björkholm, 2014). Suomessa teknologian opetusta on ajateltu annettavan enemmän käsityön teknisessä työssä (Lindfors, 2007) ja oppiaineen sukupuolittuneisuuden myötä (Lindfors, Marjanen & Jaatinen, 2016) opetusta on siten kohdennettu enemmän pojille.

Uusin perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (POPS, 2014) linjaa ilmiöpohjaisuuden oppimisen keskeiseksi periaatteeksi. Ohjelmointi ja automaatioteknologia ovat mm. käsityön oppimisen sisältöjä. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2014, 146, 270, 430) mukaan käsityössä opetellaan ymmärtämään, arvioimaan ja kehittämään erilaisia teknologisia sovelluksia sekä käyttämään opittuja tietoja ja taitoja arjessa.

Ohjelmointi- ja robotiikka mainitaan yhtenä käsityön tavoitteisiin liittyvänä keskeisenä sisältöalueena (S3, kokeilu) vuosiluokilla 3–6: Harjoitellaan ohjelmoimalla aikaan saatuja toimintoja, joista esimerkkinä robotiikka ja automaatio (POPS 2014, 271) ja vuosiluokkien 7 – 9 sisältöalueissa (S3 kokeilu): Käytetään sulautettuja järjestelmiä käsityöhön eli sovelletaan ohjelmointia suunnitelmiin ja valmistettaviin tuotteisiin (POPS, 431). Käsityön lisäksi ohjelmointi mainitaan matematiikan oppimistavoitteissa ja sisällöissä (POPS 2014, 235).

Tämä tutkimus tarkastelee teknologiakasvatusta opettajaopiskelijoiden näkökulmasta ja vastaa kysymykseen, mitä haasteita ja mahdollisuuksia opettajaksi opiskelevat näkevät teknologiakasvatuksen toteuttamisessa. Tutkimus on toteutettu käsityöoppiaineessa automaatiota ja ohjelmointia opettavassa teknologiakasvatuksen oppimisympäristössä. Perusopetuksen kouluissa meneillään olevan uuden opetussuunnitelman käyttöönottoon liittyen tutkimus on erittäin ajankohtainen. Tulevat opettajat ovat avainasemassa teknologiakasvatuksen kehittämisessä. Heillä on valmistuessaan opettajankoulutuksessa saavutettu tutkimukseen perustuva osaaminen, jonka turvin he lähtevät kehittämään teknologiakasvatusta tulevassa työssään. Heidän käsityksensä teknologiakasvatuksen haasteista ja mahdollisuuksista auttaa visioimaan sekä teknologiakasvatuksen tulevaisuutta että opettajankoulutuksen ja täydennyskoulutuksen kehittämistä.

Teknologian oppiminen toiminnallisesti

Aiemman kansainvälisen tutkimuksen mukaan (mm. Jones, 2009; Lindfors 2007; Ward, 2015) teknologian opetuksessa pidetään tärkeänä, että oppilaille annetaan valmiuksia ymmärtää ihmisen rakentamaa ympäristöä ja siihen keskeisesti liittyviä toiminnan periaatteita. Suomessa oppilaiden tietoa, asenteita ja osaamista teknologiasta arviointiin vuonna 2010 perusopetuksen yhdeksännen luokan päätteeksi. Oppilaista 62 % piti liikennevaloja, kännykkää, internetiä ja lentokonetta teknologiana, ei kuitenkaan kumisaappaita, tuolia, telttaa tai ulkoiluvaatteita. Oppilaista 21 % ilmoitti kehittäneensä teknologisia ideoita, mutta ainoastaan 11 % tehneensä sovelluksia itse kehittämistään teknologista ideoista. Oppilaista 11 % ilmoittikin pitävänsä itseään hyvänä teknologian kehittäjänä. Oppimistulosten arviointitutkimuksessa pojat selviytyivät tietokysymyksissä tilastollisesti erittäin merkittävästi tyttöjä paremmin. Edelleen tytöt myös suhtautuivat teknologiaan varauksellisemmin kuin pojat. (Järvinen & Rasinen, 2012.)

Tyttöjen varovaiset ja negatiiviset asenteet teknologiaa ja teknologian oppimista kohtaan ovat sekä kansainvälisessä että kotimaisessa tutkimuksessa jatkuva huolenaihe (Lindfors, 2007; Niiranen, 2016; Shapiro & Williams, 2012). Esimerkiksi arkipäivän teknologian kotouttamisesta perheisiin vastaavat yhä edelleen miehet (Talsi, 2014). Toisaalta esimerkiksi virolaisilla (Autio & Soobik, 2013) ja islantilaisilla (Autio, Thorsteinsson & Olafsson 2012) oppilailla on teknologiaa kohtaan kokonaisuutena, myös tytöillä, positiivisempi suhtautuminen kuin suomalaisilla oppilailla.

Oppimisen kannalta on haaste, että teknologiset käsitteet ovat oppilaista usein abstrakteja ja vaikeita ymmärtää (Mulhall, McKittrick & Gunstone, 2001). Oppilailla on myös vaikeuksia arvioida teknisiä ratkai-

suja (Björkholm, 2014). Oppilaille tulisi siten antaa mahdollisuuksia suunnitella, kehittää ja soveltaa teknologiaa luovasti ja innovatiivisesti. Tämä olisi keino tarjota heille mielekkäitä oppimiskokemuksia ja opettaa teknologista lukutaitoa. Autenttinen, reaali maailmaan sitoutuva oppimisympäristö näyttää auttavan teknologisten ilmiöiden kokonaisvaltaisessa ymmärtämisessä ja edistävän hyvien oppimistulosten syntyä (Hill, 1998; Hill & Smith, 1998; Kolb, 2015) sekä positiivisten asenteiden kehittymistä teknologia-aloihin (Kucuk & Sisman, 2017).

Kokemuksellisessa oppimisessä autenttinen kokemus nähdään oppimisen ja kehittymisen mahdollistajana ja edistäjänä (Kolb, 2015). Pirtti-maa, Husu ja Metsärinne (2015) tutkivat oppilaan proseduraalisen tiedon kehittymistä elektroniikkaprojektissa. He havaitsivat, että oppilas oppii työskentelemään toiminnallisesti itselleen ennestään vieraan teknologiasäällön parissa suhteellisen lyhyen oppimisjakson aikana ja kykenee nauttimaan työskentelystään, vaikka opittavat asiat olisivat haasteellisia. Faktoiden ja erillisten taitojen opiskelun sijaan teknologiaa tuleekin opiskella ongelmanratkaisuna, joka liittyy oppilaiden arkielämään (Lin & Williams, 2015; Twyford & Järvinen, 2000).

Kucuk ja Sisman (2017) havaitsivat omassa tutkimuksessaan (N=18, 8-11-vuotiasta alakoulun oppilasta, joista 12 poikaa, 6 tyttöä ja N=18 opettajaksi opiskelevaa: 2 miestä, 16 naista), että reaali maailmaan liittyvä oppimisympäristö tukee oppilaan luovan ongelmanratkaisukyvyyn kehittymistä edellyttäen, että oppilailla on aktiivinen rooli robotiikan suunnittelijoina ja rakentajina. Tutkimuksessa todettiin, että kun oppilaat esittävät ideoita, ongelmia ja ratkaisuja, he saavat opettajan ohjausta ja pääsevät näin robotiikkaprojektissaan pidemmälle. Kun pojat kysyivät opettajilta ja kokeilivat enemmän kuin tytöt, he saivat sen vuoksi enemmän opettajan ohjausta, mikä johti erilaisten ideoiden ja kokemusten reflektointiin ja parempiin oppimistuloksiin. (Kucuk & Sisman, 2017.) Opettajan kysymykset auttavat oppilaita ilmaisemaan tunteitaan ja ideoitaan. Opettajan ohjaus ja palaute kannustaa sitoutumaan projektiin ja pääsemään parempiin oppimistuloksiin. Autio (2011) toteaa, että opettajan tuki ja kannustus on oppilaan teknologian oppimisessa ja teknologiaan suuntautumisessa tärkeää myös myöhemmän ammatinvalinnan kannalta.

Daganin (2015) ja Kim, Kim, Yuan, Hill, Doshi & Thain (2015) tutkimusten mukaan opettajan tai opettajaopiskelijan oma teknologian osaaminen on sidoksissa siihen, miten hän pitää teknologiaa esillä opetuksessaan. Kim ym. (2015) selvittivät tutkimuksessaan alakoulun opettajaksi opiskelevien (N = 16, joista 15 naisopiskelijoit) toiminnallista, emotionaalista ja kognitiivista sitoutumista robotiikkasisältöjen opiskeluun toiminnallisissa oppimisympäristöissä. He havaitsivat tutkimuksessaan, että opiskelijoiden aiemmat negatiiviset kokemukset ja asenteet muuttuivat positiivisiksi omien onnistumisen kokemusten myötä. Muutos näkyi myös oppituntien suunnitelmissa, joita opiskelijat laativat.

Monissa teknologian opetukseen kohdentuvissa tutkimuksissa raportoidaan sekä mahdollisuuksista että erilaisista haasteista. Gumaeliuksen ja Skoghin (2015) tutkimuksessa todetaan, että teknologian opetuksen kehittämishankkeessa mukana olleiden opettajien oli vaikea toteuttaa systemaattisesti etenevää teknologian opetusta ja määrittellä oppilaille asetettavia oppimistavoitteita ja tuloksia. Schoonerin, Klasanderin ja Hallströmin

mukaan (2015) opettajat osaavat arvioida ja tunnistaa eri osa-alueita oppilaan teknologisia systeemejä koskevassa osaamisessa, mutta heidän on vaikea erottaa keskimääräistä ja edistynyttä osaamista toisistaan. Lin ja Williams (2015) puolestaan raportoivat, että opettajaopiskelijat, että opettajaopiskelijat tunnistavat ja ymmärtävät teknologisia käsitteitä (science and mathematics) suhteessa käytännön oppimistehtäviin, mutta heidän on vaikea käyttää käsitteitä käytännön työskentelyssä. Opiskelijoiden omat kokemukset vaikuttavat vahvasti siihen, miten he tulevat omassa työssään toimimaan (Kagan, 1992; Kim ym., 2015).

Oppilaiden positiivista suhtautumista teknologiaan ja suuntautumista teknologia-aloille on pyritty kehittämään ja tutkittu useissa projekteissa. Kun oppilaat (luokat 6-12, N=1418) ovat osallistuneet matemaattisluonnontieteellistä osaamista aktivoiviin ja näille aloille suuntautumista tukeviin ohjelmiin ja hankkeisiin Yhdysvalloissa perusopetus- ja lukioikäisten oppilaiden välillä on selviä eroja poikien hyväksi erityisesti alemmilla luokka-asteilla. Ylemmillä luokka-asteilla erot pienenevät ja ne voitiin tulkita ensisijassa erilaisiksi kiinnostuksen kohteiksi teknologian suhteen. Osaamisen kehittyminen ja teknologiasta kiinnostumisen tulkittiin olevan yhteydessä aktiiviseen hands-on -tyyppiseen oppimiseen, joka on yhteydessä ja koskee ympäröivää reaali maailmaa. (Christensen, Knezek & Tyler-Wood, 2015.) Kansainvälisessä robotiikkakilpailussa toteutetun tutkimuksen mukaan (N=796, 26 maata, 80 % osallistujista poikia) osallistuminen kilpailuun robotteja rakentamalla ja ohjelmoimalla lisäsi oppilaiden mukaan ohjelmointi-, ryhmätyö- ja kommunikointitaitoja sekä kiinnostusta matemaattis-luonnontieteellisiin aloihin ja teknologiaan (Eguchi, 2016). Naizer, Hawthorne ja Henley (2014) raportoivat tiede- ja teknologiaoppimiseen liittyvässä tutkimuksessaan erityisesti alisuoriutuvien ja tavallisten oppilaiden teknologia-asenteissa tapahtuvaa myönteistä muutosta. Tutkimus kohdentui kahtena erillisenä lukuvuonna kahteen eri oppilasryhmään, jotka koostuivat kuudennen – kahdeksannen luokan oppilaista (N=66). Kesäloman aikana pidetty päiväleirikoulujakso jatkui seuraavana lukuvuonna koulussa järjestettynä teknologia-aiheisina hands-on tapauksina. Tutkimuksen aikana erot tyttöjen ja poikien oppimistuloksissa pienenevät huomattavasti.

Teknologian oppimisessa ja opettamisessa erityisesti robotiikan, ohjelmoinnin ja automaatioteknologian kontekstissa näyttää aiemman tutkimuksen perusteella olevan kolme ratkaisevan keskeistä osa-aluetta: 1) oppimisympäristöjen ja -tehtävien sitoutuminen oppilaiden arkielämään ja reaali maailmaan, 2) opettajien että oppilaiden teknologian parissa työskentelystä saadut toiminnalliset oppimiskokemukset ja 3) tyttöjen sekä poikien erilaisuus oppijoina teknologian parissa.

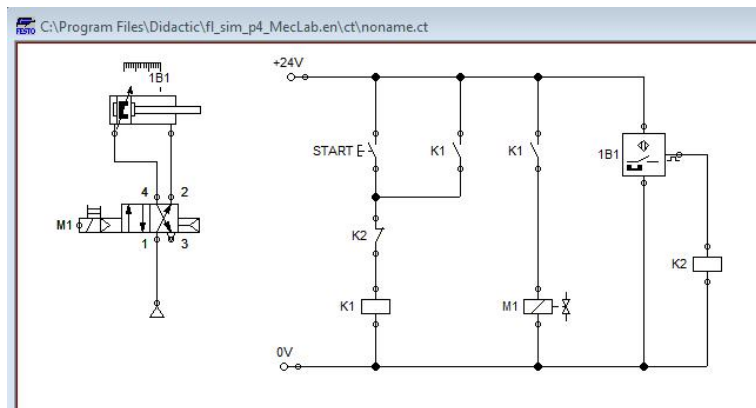
Tutkimuksen toteuttaminen

Tutkimuskonteksti

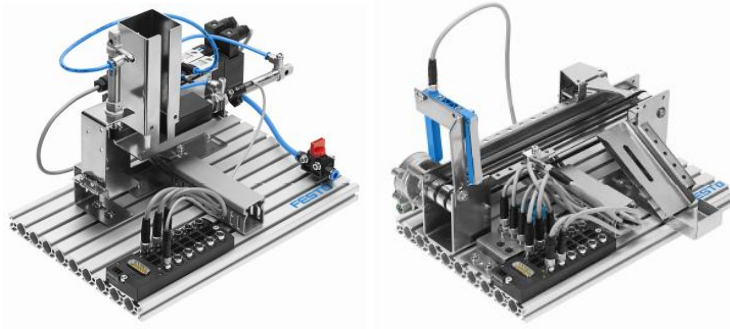
Turun yliopiston INNOTEK-hankkeessa 2015-2017 - Innovaatioita automaatioteknologiasta – ennakoitiin syksystä 2016 portaittain voimaan tulleen perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (POPS, 2014) sekä teknologiakasvatukselle että opettajien osaamiselle asettamia haasteita. Ohjelmointi liittyy kiinteästi automaatioon ja robotiikkaan, jotka ovat

yleistyneet tuotantoelämässä laajasti ja yleistyvät myös arkielämässä kiihtyvällä vauhdilla. Ohjelmointi on tullut perusopetuksen koulu- ja kunta-kohtaisiin opetussuunnitelmiin syksyllä 2016. Ohjelmointia voidaan ajatella luovana ongelmanratkaisuna (ks. esim. Mykkänen & Liukas 2014), jossa ohjelmoijan tehtävä on kertoa tietokoneelle ohjelmointikielen avulla, miten tapahtuu esimerkiksi erilaisten pullojen tunnistaminen pullonpalautusautomaatissa ja niiden ohjaaminen linjastolla eri kierrätyslaatikoihin. Pullonpalautuslinjasto erottaa erilaiset tölkit ja pullot toisistaan, ja sensorit sulkevat ja avaavat linjaston ohjaimia sen mukaan, mihin kierrätyslaatikoon linjastolla kulkeva pullo tai tölkki on menossa. Ohjelmoijan tulee ymmärtää, mitä tietokoneelle annetut käskyt tarkoittavat käytännössä.

Käsityön aineenopettajaopiskelijat (N=30) toteuttivat alakoulussa 5.- ja 6. luokan oppilaille (oppilaat 2-4 oppilaan ryhmissä) keväällä 2016 työpajapäivän, jossa oppilaat tutkivat sähkön hyödyntämistä ja ohjelmointia OPT10 ja MecLab-ympäristöissä toteuttamalla arkielämäänsä liittyvän automaatioteknologian sovelluksen. Työpajapäivä sisälsi 3 tehtävää: erilaiset virtapiirikytkennot ja sähkön kulku suljetussa virtapiirissä (OPT10 oppimisympäristö), pinomakasiinin ja kuljetinaseman toiminnot sekä näiden toimintojen yhdistäminen, hyödyntäminen ja soveltaminen. Opiskelijoiden toteuttamien oppimistehtävien avulla oppilaat pääsivät tutustumaan toiminnallisesti ja käytännöllisesti esimerkiksi pullonpalautusautomaatin ja karkkitehtaantoimintaan, sekä ohjelmoimaan ja pelaamaan paineilmalla toimivaa fortunaa ja pienoisgolfia. Ohjelmointi on keskeinen osa INNO-TEK-hankkeen MecLab automaatioteknologian oppimisympäristöissä toimimista, joissa automaatiojärjestelmien ohjelmointi toteutetaan FluidSim-ohjelman avulla piirtämällä sähkö- ja pneumatiikkakaaviot ja kytkemällä ne fyysiseen laitteistoon MecLab –pinomakasiiniin ja kuljettimeen (Kuvio 1 ja 2).



Kuvio 1. FluidSIM & MecLAB Pinomakasiiniharjoitus (FESTOn MecLab-koulutusmateriaali).



Kuvio 2. MecLab-pinomakasiini ja –kuljetinasema.

Opiskelijat valmistivat oppilaille oppimisympäristöön tutustuttavan materiaalin, jonka avulla oppilasryhmät oppivat ohjelmoinnin perustoinnot ja testasivat osaamistaan simulaation avulla tietokoneen ruudulla. Kun simulointi oli saatu toimimaan, tietokoneohjaus liitettiin fyysiseen laitteistoon. Kun simulaatio oli saatu toimimaan fyysisellä laitteistolla, oppilasryhmät ryhtyivät tekemään omia sovelluksiaan. Oppilaat saattoivat esim. ohjata pinomakasiinista kuljettimelle erilaisia karkkipurkkeja, jotka kuljetin tunnistaa ja jakoi pakattavaksi ohjelmoitujen käskyjen mukaan. Oppilaat siis suunnittelivat ja kokosivat osista teknologisia systeemejä, jotka he ohjelmoivat toimintaan.

Aineiston hankinta ja analysointi

Opiskelijat suunnittelivat ja järjestivät neljä kuuden tunnin työpajapäivää, joihin osallistui kaksi viidettä ja kuudetta luokkaa. Työpajapäivä kuului käsityökasvatuksen pääaineen syventävään opintojaksoon KSS6.8 Arkipäivän teknologiaa ilmiölähtöisesti oppien. Opintojakson aikana opiskelijat perehtyivät teknologiakasvatuksen teoriaan ja teknologisen lukutaidon opettamiseen, tutustuivat MecLab- ja OPT10 – oppimisympäristöjen toimintaan ja ohjelmointiin sekä laativat oppilaille arkielämään liittyvät työpajatehtävät. Opintojakson päätteeksi opiskelijat laativat 2-3 hengen ryhmässä portfolion, jossa tarkastelivat teknologiakasvatuksen toteuttamisen haasteita ja mahdollisuuksia. Tutkimusaineisto käsittää 11 reflektiivistä portfolioa (P1-11). Opintojakso arvioitiin arvolauseella hyväksytty/täydennettävä. Portfoliot hyväksyttiin ilman täydennyspyyntöä. Yksikään ryhmä ei kieltänyt portfolion käyttämistä tutkimusaineistona.

Analyysi toteutettiin aineistolähtöisen sisällönanalyysin keinoin (Krippendorff, 2004). Molemmat tutkijat lukivat 4 samaa portfolioa erikseen ja poimivat niistä haasteita ja mahdollisuuksia. Portfolioissa oli selkeästi haasteiksi ja mahdollisuuksiksi mainittuja asioita. Haasteeksi tulkittiin myös ilmaukset, jotka opiskelijat esittivät vaikeina teknologiakasvatuksen toteuttamisen näkökulmasta (Taulukko 1). Mahdollisuuksiksi tulkittiin vastaavasti sellaiset alkuperäisilmaukset, joissa nähtiin potentiaalia teknologiakasvatuksen toteuttamisen näkökulmasta. (Taulukko 2.)

Taulukko 1. Esimerkki alkuperäisilmauksen luokittelusta ala-, ylä- ja haaste-pääluokkaan, ks. myös kuvio 3.

Alkuperäisilmaus	Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka
Oppilailla ei aiempaa tietoa virtapiiristä/elektroniikasta Fyysisen ja teoreettisen maailman yhteyden ymmärtäminen saattaa olla haasteellista oppilaalle	Oppilaan ymmärrys teknologian ilmiöistä	Oppilaiden asenne ja aiempi osaaminen teknologiaa kohtaan	HAASTE
Ohjelmointia kohtaan oppilailla saattaa olla negatiivisia ennakkoluuloja Oppilaiden yksilölliset ennako-odotukset ja käsitykset siitä mitä teknologia on	Oppilaan asenne teknologiaa kohtaan		

Taulukko 2. Esimerkki alkuperäisilmauksen luokittelusta ala-, ylä- ja mahdollisuus-pääluokkaan, ks. myös kuvio 3.

Alkuperäisilmaus	Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka
Innostuminen, leikkiminen oppiminen Oppilaiden innostus, osaamisen kehittyminen yllätti. Oppilaiden innostus, omien kaavioiden rakentelu, annettujen tehtävien ratkaiseminen (kaikki ryhmät).	Oppilaan innostuminen toiminnallisessa teknologian oppimisessa	Oppimisympäristö motivoi ja aktivoi oppilasta oma-aloitteiseen ja kekseliäiseen toimintaan	MAHDOLLISUUS
Oppilaat kokeilivat rohkeasti erilaisia vaihtoehtoja... oppiminen kokemuksen kautta. Oppilaat kykenivät soveltamaan ja tekemään omia kyt-kentöjä	Oppilaiden ymmärrys ja kekseliäisyys kehittyi toiminnallisessa oppimisessa		
Hyvät ja laadukkaat oppimisympäristöt/materiaalit innostavat oppilaita Oma aktiivisuus auttaa omaksumaan myös itselle vieraita teknologisia oppimisympäristöjä Laitteiston säätäminen motivoi myös tyttöoppilasta Oppilaiden itseohjautuvuus	Oppimisympäristö aktivoi oppilasta oma-aloitteiseen toimintaan		

Tutkijat teemoittivat aineiston erikseen alustavasti, jonka jälkeen keskusteltiin ja kehiteltiin teemoitusta siten, että molemmat saattoivat sen hyväksyä. Loput portfoliot tarkasteltiin yksittäin. Lopuksi kaikki poiminnat teemoitettiin ja teemoja vielä täsmennettiin. Teemoista muodostettiin alaluokkia ja yläluokkia. Pääluokkana käytettiin tutkimuskysymyksen jalkoa teknologiakasvatuksen haasteita ja mahdollisuuksia. Tutkimuksen tulos esitetään alaluokkien ja niistä muodostettujen yläluokkien avulla. Analyysia dokumentoidaan portfoliotekstien autenttisten lainausten avulla.

Tulokset

Aineistosta jäsenyi sekä teknologiakasvatuksen haasteita että mahdollisuuksia. Toisaalta sekä haasteet että mahdollisuudet sivusivat toisiaan, vaikka alaluokat jäsenyivätkin selvästi eri tavalla. Haasteet jakautuivat

useampiin alaluokkiin ja yläluokkiin kuin mahdollisuudet. Analyysin tulos on kokonaisuutena nähtävissä taulukossa 1.

Ilmiölähtöisyys ja oppimisympäristöt

Opiskelijat näkivät opetuksen haasteena oppimisympäristöt: *teknologiaa tulisi opettaa ja oppia kriittisesti ja ilmiölähtöisesti ajanmukaisissa oppimisympäristöissä.* Tämä pääluokka muodostui neljästä alaluokasta. Oppimisympäristöjen ja oppimateriaalien on oltava tarkoituksenmukaisia suhteessa oppimistehtävään. Opiskelijat kiinnittivät huomionsa siihen, että erilaiset oppilaat saavat osaamiseensa ja kiinnostukseensa nähden mielekkäitä oppimiskokemuksia: miten vastata tyttöjen ja poikien erilaisiin kiinnostuksen kohteisiin ja toisaalta, miten tarjota riittävän haasteellisia oppimiskokemuksia taitaville ja nopeille oppilaille.

”Poikien mielenkiinnon suuntaaminen suorittamisesta sisältöihin ja oppimiseen.” (P1)

”Tärkeää, että opiskelu toteutetaan siten, että kaikki oppilaat, myös tytöt, kokevat teknologian opiskelun mielekkääksi ja omaan elämänsä liittyväksi asiaksi.” (P6)

Ilmiölähtöisyys on haaste teknologian opettamisessa ja oppimisessa. Opetuksen on vastattava yhteiskunnan tarpeeseen ja oppilaalle tulisi opettaa kriittinen ja utelias asenne teknologiaa kohtaan.

”Jyrkkä oppiainejako voi jättää opittavat asiat oppilaan mielessä irrallisiksi.” (P3)

”Opetuksen ja sen aiheiden tulisi sitoutua oppilaiden omaan arkipäivään ja ajatusmaailmaan” (P4)

Vastinparin tälle haasteelle muodostaa mahdollisuus: Ilmiölähtöisyys ja kokemuksellisuus tekee teknologian oppimisesta oppilaille mielekäästä. Opettajaopiskelijat näkivät mahdollisuutena, että teknologia yhdistää oppiaineita ja tekee ne tarpeellisiksi toisilleen samalla, kun teknologialla on mahdollisuus nivoutua oppilaiden elämään.

”Kun opetettavat taidot tuodaan esille ilmiön kautta on oppilaiden helpompi ymmärtää siihen liittyvien tietojen ja taitojen merkityksellisyys..” (P10)

”Opintokäynnit antavat ideoita opetukseen... saadaan sidottua oppiminen ja työskentely arkipäivään ja työelämään.” (P2)

”Ilmiöpohjaisessa opetuksessa ja oppimisessa arjen konteksti ja koulussa opiskeltavat asiat kohtaavat.” (P1)

Ilmiöpohjaisessa opetuksessa lähestytään opittavia asioita oppiainerajoja ylittäen. Esimerkiksi sähkö liittyy ilmiönä fysiikkaan ja kemiaan. Sähköteknistä osaamista tarvitaan käsityössä, kun kehitellään arkipäivän elämässä toimivia laitteita tai älykkäitä tuotteita. Kokemuksellinen oppiminen autenttisissa teknologiaympäristöissä voi toteutua opiskelijoiden mukaan myös opintokäyntien ja yritysvierailujen kautta.

Ala-alue	Ylä-alue	Paikallisuus	Ylä-alue	Ala-alue
Oppimisympäristöjen ja materiaalien tarpeellisuus	Tehnologian opettajan ja oppilaan kriittisesti ja ihmislähtöisesti ajattelun ja oppimisympäristöissä	M A H D O L L I S T U S U D E T	Tehnologian opettajan ja oppilaan kriittisesti ja ihmislähtöisesti ajattelun ja oppimisympäristöissä	Teknologia yhdistää oppiaineita ja tekee ne tarpeelliseksi toisilleen
Ihmislähtöisyys on haaste teknologian opettamisessa ja oppimisessa				Kokemuksellinen oppiminen on merkittävää
Oppimisen on vastattava yhteiskunnan tarpeeseen				Teknologia sitoutuu oppilaiden elämään
Opetaan oppilaille kriittinen ja utelias asenne teknologian kohtaan				Oppilaat tunnistavat teknologian antamisissa ympäristöissä oppimiskäytännöt
Oppilaan ymmärrys teknologian ihmisistä				Oppilaan innoittaminen toiminnallisissa teknologian oppimisessa
Oppilaan asenne teknologiaa kohtaan				Oppilaiden ymmärrys ja kehittäminen kehittyi toiminnallisissa oppimisessa
Taitojen ja nopeiden oppilaiden huomioiminen				Oppimisympäristö motivoi ja aktivoi oppilasta oma-aloitteiseen ja kehittäiseen toimintaan
Teknologian oppimisen mielekkyys työlle				Oppimisympäristö aktivoi oppilasta oma-aloitteiseen toimintaan
Poikkeus maahanmuuttajien suuntaaminen kokeiluun ymmärtämiseen				
Tiedonkulttuuri eri tahojen kesken				
Järjestelyvarmuus jakaminen				
Työopetus oppimisen suunnittelu ja organisointi				
Opettajan omat käytännön kokemukset teknologiasta				
Opettajan oma käsitys ja ymmärrys teknologiasta				
				Rohkeus tarttua vaikeisiin uusiin sisäisiin polkuihin opettajia
				Oppilaiden innokkuus tarttua opettajiin

Kuvio 3. Teknologiakasvatuksen haasteet ja mahdollisuudet opiskelijoiden arvioimana.

Teknologian toiminnallinen oppiminen

Toisen haasteen muodostaa opettajaopiskelijoiden mukaan oppilaiden asenne ja aiempi osaaminen teknologiaa kohtaan sekä oppimiskokemusten mielekkyys. Ennen työpajoja opiskelijoiden näkemyksissä korostui erityisesti se, mikä on oppilaan ymmärryksen taso ja toisaalta asenne teknologiaa kohtaan.

”Fyysisen ja teoreettisen maailman yhteyden ymmärtäminen saattaa olla haasteellista oppilaalle.” (P1)

”Oppilailla ei aiempaa tietoa virtapiiristä tai elektroniikasta.” (P3)

”Oppilaiden kokemus kyvyttömyyden tai riittämättömyyden tunne uusien asioiden edessä.” (P2)

Oppilailla oli työpajan alkaessa hyvin vähän aiempaa osaamista sähkötekniikasta ja elektroniikasta. Opiskelijoilla puolestaan oli pelkoa siitä, että työskentely teknologian parissa ei kiinnostaisi oppilaita.

”Suurimpana haasteena teemapäivässä ja oman tehtävän pitämisessä on se, miten lapset saadaan motivoivasti johdateltua teknologian ja koodaamisen maailmaan.” (P7)

Toiseksi mahdollisuudeksi (Taulukko 3) muodostui opiskelijoiden mukaan se, että oppimisympäristö motivoi ja aktivoi oppilasta oma-aloitteiseen ja kekseliäiseen toimintaan. Oppilaiden innostuminen teknologiasta työpajapäivän aikana oli opiskelijoille suuri yllätys.

”Otimme päivän teemaksi Karkkitehdas-teeman, sillä kaikkia kiinnostaa karkit. Oppilaat olivat ennakkoluulottomia ja innokkaita. He tarttuivat tehtäviin ilman minkäänlaista protestointia.” (P7)

”Oppilaat olisivat halunneet jatkaa laitteiden kanssa työskentelyä pidempään, kuin heille oli annettu aikaa.” (P10)

Oppilaiden ymmärrys ja kekseliäisyys kehittyi työpajapäivän aikana toiminnallisessa oppimisessa. Vähäisistä lähtötiedoista huolimatta oppilaat pääsivät etenemään nopeammin soveltaviin tehtäviin, kuin mitä opettajaopiskelijat olivat etukäteen ajatelleet.

”Oppilaat toimivat tosi itsenäisesti ja näyttivät palautteen mukaan myös arvostavan sitä, että annoimme heidän itse ratkaista ongelmia.” (P9)

’Oppilaat oppivat ohjelmoinnin perusteita ja robotin kokoamista. Suuri osa keskittyi tarkkaavaisesti ja jotkut oppilaista pärjäsivät ilman meidän ohjaamistamme.’ (P6)

Tässä tutkimuksessa kuvattujen työpajapäivien aikana kävi selvästi ilmi, että toiminnallinen työskentely fyysisessä oppimisympäristössä, jonka toimintaan voitiin itse ohjelmoinnin avulla vaikuttaa, aktivoi oppilaita oma-aloitteiseen toimintaan.

”Soveltaminen ja kehittäminen rakentelussa: oppilaat huomaavat kuinka pienillä muutoksilla saa tehostettua linjaston toimintaa.” (P4)

”Oppilaat olivat innokkaasti ja aktiivisesti mukana rakentelussa kytkentöjä... oppivat hyvin.” (P6)

”Ongelmat ja tarpeet – vaihtoehtojen punnitseminen ja vertailu > ymmärtäminen ja soveltaminen.” (P2)

Opiskelijat eivät tunnista oppilaissa varauksellisuutta teknologian suhteen, vaan olivat yllättyneitä oppilaiden innosta ratkaista oppimistehtäviä.

”... oppilaiden innokkuus oppia uusia asioita. (P2)

”Oppilaiden innostus, osaamisen kehittyminen yllätti.” (P4)

”Oppilaiden innostus ja innokkuus jo tehtävänannon aikana sekä rakentelussa ja tekemisessä.” (P1)

Teknologian opettaminen opettajan kannalta

Kolmas esiin noussut haaste ja mahdollisuus liittyi opettajaan (Taulukko 3). Tutkimuskontekstissa teknologian opetus keskitettiin teknologian teemapäivään, joka toteutettiin ns. sanotun työpajapäivän muodossa. Opiskelijat nostivat opettajaan liittyväksi kehittämishaasteeksi sen, miten työpajan/projektin hallinta, suunnittelu ja käytännön järjestelyt toteutetaan onnistuneen lopputuloksen aikaansaamiseksi.

”Tiedon kulku, yhteydenpito toimijoiden välillä.” (P1)

”Järjestely- ja suunnitteluvastuun jakaminen.” (P4)

”Laajoissa kokonaisuuksissa tarvitaan lisäksi usean opettajan yhteistyötä, jotta laaja-alaiset integroivat kokonaisuudet voidaan onnistuneesti toteuttaa.” (P5)

Opettajan kompetenssi, tiedot, taidot ja asenteet opettaa teknologiaa nousivat opettajaopiskelijoiden mukaan myös haasteeksi. Opettajan aiemmat käytännön kokemukset, tiedot ja ymmärrys sekä asenne teknologiaan voivat muodostaa ison haasteen teknologian opettamiselle.

”Puutteelliset kokemukset teknologiasta (opettaja).” (P1)

”Laitteisiin ja oppimisympäristöihin saattaa liittyä yksityiskohtia, joita on (opiskelijan/opettajan) vaikea ymmärtää itse, ja siten vaikea selittää oppilaille muuten kuin näin se vaan menee tyyliin.” (P2)

”Opettajan omat ennakkoluulot teknologiaa, laiteita tai oppimisympäristöä kohtaan.” (P7).

Tämän tutkimuksen mukaan opiskelijat näkivät teknologiakasvatuksen suurena mahdollisuutena sen, että onnistunut toiminnallinen työpajapäivä motivoi opettajan oman asiantuntemuksen kehittämistä ja kehittymistä.

”Mahdollisuus saada tietoa siitä, mitä oppilaat alakoulun puolella osaavat ja oppivat... tämä auttaa yläkoulun opetuksen suunnittelussa.” (P3)

”...avoimuus ottaa etukäteen haastavilta tuntuvia asioita esille opetuksessa saattaa tulla palkitukseksi: oppilaiden kanssa vietetty päivä auttoi ymmärtämään miten oppilaat oppivat ja millä tavoin oppilaat saa innostumaan.” (P8)

”Oppilaiden innostus rohkaisee opettajaopiskelijaa... varmasti samalla tavoin myös peruskoulun opettajaa.” (P2)

Opettajan rohkeus ottaa esille vaikeitakin asioita palkitaan oppilaiden innokkuuden ja onnistumisen kautta ja innokkuus tarttuu jopa opettajaan.

Johtopäätökset

Teknologiakasvatuksen tavoitteena on saada oppijat saavuttamaan sellaisia tietoja, taitoja ja ymmärrystä teknologiasta – teknologista lukutaitoa, että he pystyvät toimimaan ympäristössään, arvioimaan sitä kriittisesti ja ratkaisemaan syntyviä ja havaitsemiaan ongelmia ekologisesti kestäväällä tavalla (Lindfors 2007). Tämä asettaa haasteen teknologiakasvatukselle erityisesti robotiikan ja automaatioteknologian kontekstissa, sillä teknologian kehitys on eksponentiaalista.

Tulosten perusteella tulevat opettajat tunnistavat hyvin teknologiakasvatuksen toteuttamisen ja kehittämisen kannalta keskeisiä jo aiemmassa tutkimuksessa esille tulleita elementtejä: *opetuksen ja oppimisen ilmiölähtöisyys* (Hill, 1998; Hill & Smith, 1998; Parkinson & Hope, 2009; Twyford & Järvinen, 2000) ja *toiminnallisuus* (Christensen, 2015; Eguchi, 2016; Naizer ym., 2014). Nämä molemmat yhdessä toimivat elementteinä mielekkäille oppimiskokemuksille. Opettajaopiskelijoiden mukaan on teknologiakasvatuksen ehdoton haaste, että teknologiaa opetetaan ja opitaan kriittisesti ja ilmiölähtöisesti *ajanmukaisissa oppimisympäristöissä* samalla, kun ilmiölähtöisyys ja kokemuksellisuus mahdollistavat mielekkään oppimisen (Kuvio 3).

Aiemman tutkimuksen mukaan teknologian oppimisen toteuttaminen todellisissa teknologisissa ympäristöissä sidottuna oppilaiden arkeen ja reaali maailmaan tukee luovaa ongelmanratkaisua sen sijaan, että opeteltaisiin yksittäisiä teknologisia faktoja tai taitoja (Kucuk & Sisman, 2017; Parkinson & Hope 2009; Twyford & Järvinen 2000). Järvisen ja Rasisen (2012) mukaan teknologian opetuksen vieminen osaksi koulun arkea, toimintakulttuuria ja tapahtumia yksittäisten oppituntien sijaan on vaikeaa, sillä työpajan/projektin hallinta, suunnittelu ja käytännön järjestelyt vaativat perinteisestä oppiainejakoisesta rutiinista poikkeamista ja koulupäivän erilaista organisointia. Vaikka oppilaiden asenne ja aiempi teknologian osaaminen (vrt. Järvinen & Rasinen, 2012) sekä oppimiskokemusten yhteys oppilaiden arkeen ja elämään näyttäytyy tutkimuksen tulosten mukaan haasteena, *ajanmukaisessa oppimisympäristössä toimiminen motivoi ja aktivoi* opettajaopiskelijoiden mukaan *oppilasta oma-aloitteiseen ja kekseliääseen toimintaan*. Tutkimuksessa toteutettu työpajatyypinen teknologian opetus ja oppiminen oli opettajaopiskelijoille ja koululle sekä oppilaille uutta. Se ei sitonut opetusta yksittäisiin oppiaineisiin tai niiden valinnaisiin ja/tai sukupuolittuneisiin sisältöihin (vrt. Lindfors, 2007; Lindfors ym., 2016) vaan kaikki oppilaat osallistuivat. Opettajaopiskelijat yllättyivät oppilaiden innostuksesta, kiinnostuksesta ja nopeasta edistymisestä sovellusvaiheeseen, jolloin oppilaat pääsivät ohjelmoimaan laitteisiin omia sovelluksia.

Ilmiölähtöisen oppimisen tarkoituksena on luoda oppilaalle kokonaiskuva ilmiöstä, jolloin autenttinen 'oikean elämän' ympäristö ja tilanteeseen sitoutunut oppiminen edistää hyvien oppimistulosten saavutta-

mista (Hill 1998; Hill & Smith 1998). Toiminnallinen 'hands-on' teknologiaopetus - joka Suomessa toteutuu erityisesti käsityössä toteutettavana teknologian opetuksena - antaa oppilaille mahdollisuuksia käytännön työskentelyyn, mikä kehittää oppilaan teknologiaan liittyviä arjen ongelmanratkaisutaitoja (Christensen ym., 2015; Lin & Williams, 2015). Tämän tutkimuksen valossa näyttää vahvasti siltä, että oppiaineisiin sitoutumaton, työpajassa tapahtuva teknologian oppiminen ei nostanut esiin mahdollista varautuneisuutta, vaan uudet *oppimisympäristöt innostivat sekä oppilaat että opettajaopiskelijat oppimaan*. Työpajat opettajankoulutuksen yhtenä toteuttamisvaihtoehtona mahdollistivat opiskelijoille teoreettisen osaamisensa soveltamisen käytännön opetustilanteessa oppilaiden kanssa käynnissä olleen opintojakson aikana. Teknologian oppimisessa ratkaisu oli tässä tutkimuksessa esiteltyjen aiempien tutkimusten perusteella teoreettisesti perusteltu ja tämän tutkimuksen kontekstin ja tulosten valossa käytännössä toimiva sekä perusopetuksen oppilaiden että opettajaopiskelijoiden osalta.

Opettajan asenne, tiedot, ymmärrys teknologiasta ja aiemmat kokemukset näyttäytyvät opettajaopiskelijoiden mukaan haasteena teknologiasvatuksen toteuttamiselle ja kehittämiselle. Tämä tulos vastaa uusimpienkin aiempien tutkimusten (Dagan, 2015; Gumaelius and Skogh, 2015; Lin & Williams, 2015; Schooner ym., 2015) tuloksia teknologiasvatuksen haasteista. Käsillä oleva tutkimus tuo selvästi esille, että *rohkeasti uusiin asioihin perehtyvä ja itsensä alttiiksi laittava opettaja voi saada palkitsevia kokemuksia omasta työstään oppilaiden innostuksen tarttuessa myös opettajaan*. Tämä puolestaan voi motivoida opettajan asiantuntemuksen kehittämistä ja kehittymistä. Tällainen toiminta voi edesauttaa oppilaan autonomian lisääntymistä oppimisessa ja opettajan roolin kehittymistä opettamisen sijaan enemmän oppilaan oppimisprosessin ohjaajaksi.

Teknologisen lukutaidon yhteiskunnallinen merkitys on lisääntynyt ja ohjelmointi on keskeinen osa teknologista lukutaitoa tulevaisuudessa, mikä edellyttää tutkimuksen kohdentamista ohjelmoinnin opettamiseen ja oppimiseen yhtenä teknologiasvatuksen osa-alueena (Jones, 2009; Ward, 2015). Jatkotutkimusta tulisi kohdentaa myös oppilaiden ja opettajaopiskelijoiden oppimisprosesseihin työpajatyypisessä teknologian oppimisessa, sillä tämä tutkimus nostaa vahvasti esiin teknologian opettamisen ja ohjaamisen haasteet, mutta myös mahdollisuudet juuri työpajoihin liittyen. Selkeä jatkotutkimusaihe olisi tutkia toisistaan poikkeavien teknologian oppimisympäristöjen ja niissä toteutettujen oppimistehtävien yhteyttä oppilaiden innostukseen ja teknologisen lukutaidon kehittymiseen sekä vertailla erilaisia oppimisympäristöjä opettamisen ja oppimisen näkökulmista. Tyttöjen innostumista teknologiasta tulisi tutkia lisää nyt saatujen tulosten pohjalta.

Aikaisempiin tutkimustuloksiin suhteutettuna voitaisiin ajatella, että automaatioteknologian oppimisympäristöt ja niissä toteutetut tehtävät vastasivat teknologiasvatuksen haasteeseen ilmiölähtöisestä ja toiminnallisesta oppimisesta ja antoivat oppilaille mahdollisuuden oppia heitä itseään kiinnostavaa sisältöä. Aihe ei todennäköisesti teemapäivän ja työpajatyöskentelyn vuoksi nostanut esiin ainakaan oppiaineisiin liittyviä aikaisempia negatiivisia tai muutoin haasteellisia oppimiskokemuksia, mikä olisi myös hyvä jatkotutkimuksen aihe.

Tulosten uskottavuus ja hyödyntäminen

Tutkimuksen toteuttaminen MecLab-automaatioteknologian ja OPT10-sähkötekniikan oppimisympäristössä asettaa rajoituksia tulosten yleistämiselle. Toisaalta se avaa myös mahdollisuuksia teknologiakasvatuksen kehittämisen tarkastelulle. Aiempi tutkimus on korostanut jo pitkään ilmiölähtöisyyden ja toiminnallisen oppimisen merkitystä (Hill, 1998; Hill & Smith, 1998; Parkinson & Hope, Twyford & Järvinen, 2000).

Tutkimuksen aineisto kerättiin opettajaopiskelijoiden portfolioista (N 11), joissa he pohtivat teknologiakasvatusta 5. ja 6. luokan oppilaille pitämänsä työpajapäivän pohjalta kahdesta kolmeen opiskelijan ryhmässä. Tämä ei anna kuvaa yksittäisen opiskelijan ajatuksista sellaisenaan vaan pätee tutkimuksen kohteena olevaan tapaukseen. Monimateriaalisen käsi-työnopetuksen yleistyessä opettajat hoitavat opetusta tulevaisuudessa entistä enemmän pareittain toteuttaen erilaisia yhteisopettajuuden muotoja (ks. Jaatinen & Lindfors 2016). Tämä teknologiakasvatuksen työpajapäivä antoi opiskelijoille mahdollisuuden ja edellytti opetuksen ja oppimistehtävien yhteissuunnittelua. Siten oli luontevaa, että opiskelijat myös reflektoivat portfolioon kokemuksia yhdessä.

Tutkimusta toteutti 2 tutkijaa, jotka kumpikin toteuttivat aineiston alustavan teemoituksen ja luokittelun itsenäisesti, jonka jälkeen luokittelua ja luokkien nimiä täsmennettiin. Tämä lisää tuloksen uskottavuutta. Tutkimuksen tuloksia on myös tarkasteltu ja suhteutettu laajaan kansainväliseen tutkimukseen. Tutkimuksen aineiston valossa on syytä olettaa, että MecLab- ja OPT10 -oppimisympäristöt ja opettajaopiskelijoiden oppilaille laatimat tehtävät edistivät oppilaiden innostuneisuutta ja nopeaa etenemistä. Oppimistulosten arvioinnin tuloksiin verrattuna (Järvinen & Rasinen, 2012) tämä tutkimus tuo esille erilaisten oppilaiden (sekä tyttöjen että poikien) innostuksen teknologian oppimiseen. Tässä tutkimuksessa on uutta aikaisempaan tutkimukseen verrattuna se, että tyttöjen varautunut tai negatiivinen asenne teknologian oppimista kohtaan ei noussut esille. Opettajaopiskelijat eivät nostaneet haasteeksi esimerkiksi tyttöjen kiinnostuksen lisäämistä teknologiaa kohtaan (vrt. Autio, 2011; Järvinen & Rasinen, 2012).

Tuloksia voidaan hyödyntää perusopetuksen uusien koulukohtaisten opetussuunnitelmien kehittämisessä (vrt. POPS 2014). Tutkimus antaa käytännön esimerkin, miten teknologiakasvatusta toteutetaan ilmiölähtöisesti oppimisympäristössä, joka haastaa opettajan teknologian osaamisen. Vaikka tutkimus on toteutettu alakoulun kontekstissa, se antaa ajatuksia myös yläkoulun 'teknologian projektioppimiseen' (ks. POPS 2014). Tuloksia voidaan hyödyntää myös opettajien perus- ja täydennyskoulutuksessa. Aiemmat tutkimukset (Dagan 2015; Gumaelius, 2015; Kim, 2015; Lin & Williams 2015; Schooner ym., 2015) painottavat opettajan peruskoulutuksen ja täydennyskoulutuksen mahdollisuuksia vaikuttaa opettajan teknologisen osaamisen kehittämiseen aineenhallin ja didaktiikan osalta.

Lähteet

- Autio, O. (2011). The Development of Technological Competence from Adolescence to Adulthood. *Journal of Technology Education* 22(2), 71–89.
<https://doi.org/10.21061/jte.v22i2.a.5>
- Autio, O., Thorsteinsson, G. & Olafsson, B. (2012). A comparative study of Finnish and Icelandic craft education curriculums and pupils' attitudes towards craft and technology in schools. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 45(1), 114–124.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.548>
- Autio, O., & Soobik, M. (2013). A Comparative Study of Craft and Technology Education Curriculums and Students' Attitudes towards Craft and Technology in Finnish and Estonian Schools. *Techne Series: Research in Sloyd Education and Craft Science A*, 20(2), 17–33.
- Bencze, J. (2010). Promoting student-led science and technology projects in elementary teacher education: entry into core pedagogical practices through technological design. *International Journal of Technology & Design Education*, 20(1), 43–62.
<https://doi.org/10.1007/s10798-008-9063-7>
- Björkholm, E. (2014). Exploring the capability of evaluating technical solutions: a collaborative study into the primary technology classroom. *International Journal of Technology & Design Education*, 24(1), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s10798-013-9240-1>
- Christensen, R., Knezek, G. & Tyler-Wood, T. (2015). Alignment of Hands-on STEM Engagement Activities with Positive STEM Dispositions in Secondary School Students. *Journal of Science Education and Technology*, 24, 898–909.
<https://doi.org/10.1007/s10956-015-9572-6>
- Cropley, D. & Cropley, A. (2010). Recognizing and fostering creativity in technological design education. *International Journal of Technology & Design Education*, 20(3), 345–358. <https://doi.org/10.1007/s10798-009-9089-5>
- Dagan, O. (2015). Kindergarten student teachers' attitudes towards technology: The impact of a one year pre-service course. Teoksessa M. Chatoney, (toim.) *Plurality and complementarity of approaches in design and technology education*. (s. 98–105). Marseille, France.
- Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 692–699. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.05.013>
- Gumaelius, L., & Skogh, I.-B. (2015). Work plans in technology: A study of technology education practice in Sweden. Teoksessa M. Chatoney (toim.) *Plurality and complementarity of approaches in design and technology education*. (s. 188–194). Marseille, France.
- Hill, A. M. (1998). Problem solving in real-life contexts: An alternative for design in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 8(3), 203–220. <https://doi.org/10.1023/A:1008854926028>
- Hill, A. M., & Smith, H. A. (1998). Practice meets theory in technological education: A case of authentic learning in the high school setting. *Journal of Technology Education*, 9(2), 29–41. <https://doi.org/10.21061/jte.v9i2.a.3>
- ITEA (2007). *Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology*. International Technology Education Association. <http://www.iteea.org/TAA/PDFs/xstnd.pdf>. [Luettu 15.4.2016].
- Jaatinen, J. & Lindfors, E. (2016). Yhteisopetus käsityössä. Teoksessa H.-M. Pakula, E. Kouki, H. Silfverberg & E. Yli-Panula (toim.) *Uudistuva ja uusiutuva ainedidaktiikka*. Suomen ainedidaktisen tutkimusseuran julkaisuja. Ainedidaktisia tutkimuksia 11, 13 – 27.
- Jones, A (2009). Looking back to look forward: The future of technology education. Teoksessa A. Jones & M. de Vries (toim.) *International handbook of research and development in technology education*. (s. 407–417). Rotterdam: Sense Publications.
- Järvinen, E.-M- & Rasinen, A. (2012). Ihminen ja teknologia. Teoksessa E. K. Niemi (toim.) *Aihekokonaisuuksien tavoitteiden toteutumisen seuranta-arviointi*. Opetushallitus. Koulutuksen seurantaraportit 2012:1.

- Kagan, D. (1992) Professional Growth Among Preservice and Beginning Teachers. *Review of Educational Research* 62(2), 129-169. <https://doi.org/10.3102/00346543062002129>
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R., Doshi, P. & Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education* 91, 14–31. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.005>
- Kolb, D. (2015). *Experiential learning. Experience as the Source of Learning and Development*. Second Edition. New Jersey: Pearson Education LTD.
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology*. 2. painos. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Kucuk, S. & Sisman, B. (2017). Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction. *Computers & Education* 111, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.002>
- Lin, K.-Y. & Williams, J. (2015) Two-stage hands-on technology activity to develop pre-service teachers' competency in applying science and mathematics concepts. *International Journal of Technology and Design Education*. DOI 10.1007/s10798-015-9340-1 <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9340-1>
- Lindfors, E. (2007). Technology Education: Will it be equally available to girls and boys in the future? Teoksessa S. Karkulehto & K. Laine (toim.) *Call for Creative Futures*. Publications of the Department of Arts Studies and Anthropology, A:15, 110–123.
- Lindfors, E. & Hilmola, A. (2016). Innovation learning in comprehensive education? *International Journal of Technology and Design Education*, 26(3), 373-389. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9311-6>
- Lindfors, E., Marjanen, P. & Jaatinen, J. (2016). Tyttöjen ja poikien käsityöstä monimateriaaliseksi käsityöksi. Käsityön opetusta 150 vuotta. Teoksessa M. Soininen & T. Merisuo-Storm (toim.) *Mikä mäki! Tiedäks snää? 120 vuotta opettajankoulutusta Rauman Myllymäellä*. Turun yliopiston opettajankoulutuslaitos, Rauman yksikkö, 81–97.
- Luomalahti, M. (2005). Naisopiskelijoiden teknologiasuuntautuminen luokanopettajankoulutuksessa. Tampereen yliopisto, *Acta Electronica Universitatis Tampereensis*, 41.
- McLellan, R. & Nicholl, B. (2011). 'If I was going to design a chair, the last thing I would look at is a chair'. Product analysis and the causes of fixation in students' design work 11-16 years. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(1), 71–92. <https://doi.org/10.1007/s10798-009-9107-7>
- Mulhall, P., McKittrick, B. & Gunstone, R. (2001). A Perspective on the Resolution of Confusions in the Teaching of Electricity. *Research in Science Education*, 31, 575–587. <https://doi.org/10.1023/A:1013154125379>
- Mykkänen, J. & Liukas, L. (2014). *Koodi. Ensiapua koodauksen opettamiseen peruskoulussa*. Helsinki: Lönnbergprint.
- Naizer, G., Hawthorne, M. & Henley, T. (2014). Narrowing the Gender Gap: Enduring Changes in Middle School Students' Attitude Toward Math, Science and Technology. *Journal of STEM Education*, 15(3), 29–34.
- Niiranen, S. (2016). Increasing Girls' Interest in Technology Education as a Way to Advance Women in Technology. *Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research* 558.
- Parkinson, E., & Hope, G. (2009). Conceptual learning in and through technology. In A. Jones & M. de Vries (toim.) *International handbook of research and development in technology education*. (s. 255–264). Rotterdam: Sense Publishers
- Pirttimaa, M., Husu, J. & Metsärinne, M. (2015). Uncovering procedural knowledge in craft, design, and technology education: a case of hands-on activities in electronics. *International Journal of Technology and Design Education*. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9345-9>
- POPS (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Opetushallitus. Määräykset ja ohjeet 2014:96.
- Ritz, J. M. (2011). A focus on technological literacy in higher education. *Journal of Technology Studies*, 37(1), 31–44. <https://doi.org/10.21061/jots.v37i1.a.4>
- Shapiro, J. R. & Williams, A. M. (2012). The role of stereotype threats in undermining girls' and women's performance and interest in stem fields. *Sex Roles*, 66(3), 175–183. <https://doi.org/10.1007/s11199-011-0051-0>

- Schooner, P., Klasander, C. & Hallström, J. (2015). Swedish teachers' views of assessing technological systems in compulsory school. Teoksessa Chatoney, M. (toim.) Plurality and complementarity of approaches in design and technology education. (s. 357–363). Marseille, France.
- Talsi, N. 2014. Kodin koneet. Teknologioiden kotouttaminen, käyttö ja vastustus. Publications of the University of Eastern Finland. Dissertations in Social Sciences and Business Studies. No 75.
- Twyford, J. & Järvinen, E.-M. (2000). The Formation of Children's Technological Concepts: A Study of What it Means To Do Technology from a Child's Perspective. *Journal of Technology Education*, 12(1), 32-48.
- Ward, B. (2015) Deconstructing technological literacy: opening a Window to problem solving. *Technology and engineering teacher*, 74(5), 18–22.