

”KUULARATA – HAUSKEMPI KUIN LÖYLYKAUHA”
ONGELMANRATKAISUPROJEKTIN SOVELTUVUUS
TEKNOLOGIAKASVATUKSEEN PERUSOPETUKSESSA

Rosemari Marttinen
Jussi Paukkunen

Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma
Kevät 2013
Opettajankoulutuslaitos
Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Marttinen, R. & Paukkunen, J. 2013. "Kuularata - Hauskempi kuin löylykauha" Ongelmanratkaisuprojektin soveltuvuus teknologiakasvatukseen perusopetuksessa. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma, 65 sivua.

Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää luokanopettaja- ja erityisopettajaopiskelijoiden käsityksiä kuularataprojektin soveltuvuudesta teknologiakasvatukseen perusopetuksessa. Tarkoitus oli myös tarkastella kuularataprojektia tutkimustiedon valossa siihen keskeisesti liittyvien käsitteiden, ongelmanratkaisun ja yhteistoiminnallisen oppimisen osalta, jotka nousevat esille Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden 2004 (POPS 2004) opetuksen toteuttamista ohjaavissa suuntaviivoissa ja tavoitteissa. Tutkimuksessa pyrittiin arvioimaan soveltuuko kuularataprojekti teknologiakasvatukseen kehittämällä juuri niitä ominaisuuksia, joita ihmiseltä vaaditaan tulevaisuudessa teknologisessa ympäristössä, ja joihin teknologiakasvatus tähtää. Aineisto kerättiin lomakekyselyllä luokan- ja erityisopettajaksi opiskelevilta opiskelijoilta, jotka kävivät opintoihinsa pakollisena kuuluvan teknologiakasvatuksen ja teknisen työn -kurssin vuosina 2009-2011. Kurssiin liittyvänä projektina opiskelijat toteuttivat kuularataprojektin, jonka päätteeksi he täyttivät kyselylomakkeet. Kyselyyn vastasi yhteensä 207 opiskelijaa. Tutkimuksen mukaan suurin osa opiskelijoista pitää kuularataprojektia alakouluun soveltuvana oppimisprojektina. Opiskelijoiden mielipiteiden perusteella kuularataprojekti on monipuolinen ja sovellettavissa eritasoisille oppilaille. Tutkimustiedon pohjalta kuularataprojekti tuo teknologian eri ulottuvuuksia esiin, mikä tapahtuu opetussuunnitelman oppimisympäristölle ja työtavoille asettamien tavoitteiden mukaisesti (POPS 2004). Kuularataprojektin voi nähdä oppilaiden tietoja ja taitoja kokoavana ja soveltavana projektina, jossa oppilaat ovat aktiivisia toimijoita teknologisessa prosessissa. Projekti motivoi oppilaita leikkimielisyydellään kehittämään samalla heidän ongelmanratkaisutaitojaan, mikä tapahtuu vuorovaikutuksessa muiden ryhmäläisten kanssa. Kuularataprojektin toteutus on linjassa myös teknologikasvatuksen parantamiseksi ehdotettujen pedagogisten lähestymistapojen kanssa (UPDATE 2010).

AVAINSANAT: Ongelmanratkaisu, teknologiakasvatus, perusopetus, yhteistoiminnallinen oppiminen

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	ONGELMANRATKAISU	6
2.1	Ongelman määrittelyä.....	7
2.2	Ongelmanratkaisuprosessi	8
2.3	Teknologinen ongelmanratkaisuprosessi.....	9
2.4	Ongelmanratkaisutaitojen kehittymistä tukeva oppimisympäristö	11
3	YHTEISTOIMINNALLINEN OPPIMINEN	12
3.1	Yhteistoiminnallisen oppimisen tunnuspiirteitä.....	13
3.1.1	Positiivinen keskinäisriippuvuus.....	14
3.1.2	Suora vuorovaikutus	15
3.1.3	Yhtäläinen osallistuminen	15
3.1.4	Yksilöllinen vastuu	16
3.1.5	Sosiaaliset taidot ja ryhmäprosessien seuraaminen	16
3.1.6	Älylliset ristiriidat.....	17
3.2	Yhteistoiminnallisen oppimisen hyödyt ja haasteet	18
4	ONGELMANRATKAISU, YHTEISTOIMINNALLINEN OPPIMINEN JA TEKNOLOGIA OPETUSSUUNNITELMASSA	19
4.1	Ongelmanratkaisu opetussuunnitelmassa.....	20
4.2	Yhteistoiminnallinen oppiminen opetussuunnitelmassa	20
4.3	Teknologia opetussuunnitelmassa	21
5	TEKNOLOGIAN KÄSITE	22
5.1	Teknologia objekteina	24
5.2	Teknologia tietona	24
5.3	Teknologia toimintana	26
5.4	Teknologia tahtona	26
5.5	Teknologian käsitteen määrittelyä	27
6	MITÄ ON TEKNOLOGIAKASVATUS?	29
6.1	Kuinka nuoret ymmärtävät teknologian?	29
6.2	Teknologiseen maailmaan kasvattaminen.....	30
6.3	Tietojen ja taitojen yhdistäminen ongelmanratkaisuun.....	31
6.4	Oppilaslähtöinen opetus.....	32
7	OPETUSSUUNNITELMA TEKNOLOGIAKASVATUSTA OHJAAMASSA	33
7.1	Suomessa teknologiaskasvatus painottuu teknisiin töihin	34
7.2	Haasteet opetussuunnitelmatasolla	35
7.3	Näkökulmia opetussuunnitelman kehittämiseksi	36
7.4	Teknologiaskasvatus tutkimuksessamme	38

8	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	38
8.1	Kuularataprojektin kuvaus	38
8.2	Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset	40
8.3	Aineiston keräys, tutkimusmenetelmä ja tutkimuksen kulku	41
8.4	Aineiston analyysi	42
9	TULOKSET	45
9.1	Kuularata projektin soveltuvuus perusopetukseen teorian valossa	45
9.1.1	Kuularataprojektin tavoitteet suhteessa opetussuunnitelmaan	45
9.1.2	Ongelmanratkaisu kuularataprojektissa	46
9.1.3	Yhteistoiminnallinen oppiminen kuularataprojektissa	47
9.1.4	Teknologian ulottuvuudet kuularataprojektissa	48
9.2	Opiskelijoiden mielipiteet kuularataprojektin soveltuvuudesta alakouluun	50
9.2.1	Kuularataprojektin tarjoamat eriyttämismahdollisuudet	50
9.2.2	Kuularataprojekti eriyttämiskeinona	51
9.3	Kuinka kuularata opiskelijoiden mielestä vastaa teknologiakasvatuksen haasteisiin?	52
10	POHDINTA	53
10.1	Tulosten tarkastelua	53
10.2	Tutkimuksen luotettavuus ja jatkotutkimushaasteet	56
	LÄHTEET	58
	LIITE 1	65

1 JOHDANTO

Teknologiasta riippuvaisen elinympäristömme vuoksi teknologian opiskelu on aiheellista peruskoulussa (Rasinen & Parikka 2012, 207–208). Myös Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteista 2004 syntyy velvoite teknologian opetukseen eri oppiaineissa (Järvinen ja Rasinen 2012, 207). Opetussuunnitelmasta ei kuitenkaan löydy teknologiakasvatuksen määritelmää, mistä johtuen toteutus on kiinni opettajien omista tulkinnoista. Tällöin vaarana on, että tavoitteellinen teknologiakasvatus ei toteudu. (Parikka 2005, 239, 247.) De Vries (2005, 105–108), Dugger (2011, 36) ja Järvinen ja Rasinen (2012, 212) ovatkin nostaneet esille nuorten kapean näkemyksen teknologiasta.

Mitcham (1994, 161–266) on käsitteellistänyt teknologian olemusta määriteltessään teknologian eri ulottuvuuksia. Näiden ulottuvuuksien hahmottaminen tukee monipuolista näkemystä teknologiasta. Lindh (2006, 65) esittää, että yleissivistyksen näkökulmasta ihmisen olemukseen kuuluu tietoisuus ympäristöstään. Tämä voidaan ajatella teknologisessa maailmassa saavutettavan juuri monipuolisen näkemyksen avulla teknologiasta. Koulussa oppilas pitää siis saada rakentamaan ajatteluaan suhteessa teknologiseen ympäristöön (Alamäki 1999, 141).

Teknologian olemusta ei avaa perinteinen opettajajohtoinen ja yksilökeskeinen teknisen työn opetus, jossa keskitytään tuotteiden kopiointiin. Tällöin korostuvat lähinnä työvälaineiden ja tekniikoiden hallinta tavalla, jossa oppilaan luova ongelmanratkaisu ja innovatiivisuus eivät saa jalansijaa. Näin ollen oppilaiden motivaatiokaan ei ole usein kohdallaan. Teknisessä työssä valmistettuja lölykauhoja löytyy kodista perheen lapsimäärästä riippuen kenties useitakin. Uusille punaisille, sinisille tai edes keltaisille pannunalusillekaan ei ole oppilaiden arkielämässä yksinkertaisesti tarvetta. Teknologiakasvatuksen tehokkuuden kannalta oppilaiden motivoituminen on kuitenkin tärkeää (Autio 2011, 86–87), mikä puhuu osaltaan sen puolesta, että lähestymistapoja opetuksen järjestämiseksi tulee muuttaa.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2004) opetukselle asetetuissa tavoitteissa nousevat esiin ongelmanratkaisutaitojen kehittäminen ja yhteistoiminnallinen oppinen (POPS 2004, 14–19), jotka luovat pohjan tutkimuksemme kohteena olevalle kuularataprojektille. Kuularataprojekti, jonka toteutus eroaa huomattavasti perinteisestä teknisen työn opetuksesta, on Jyväskylän yliopiston opettajankoulutuslaitoksen teknologiakasvatus ja tekninen työ -kurssilla toteutettava oppimisprojekti. Projektin oppimistavoitteet liittyvät teknologisten ongelmanratkaisutaitojen kehittämiseen, missä olennaista on tietojen ja taitojen luova ja kekseliäs käyttö. Pienryhmissä toteutettavassa kuularataprojektissa rakennetaan puukehikon varaan eri materiaaleja käyttäen rata metallikuulalle. Tavoitteena on, että kuula viipyy radalla mahdollisimman pitkään. (Virtanen & Ikonen 2009.)

Tutkimuksessa selvitimme onko kuularataprojekti esimerkki teknologiakasvatusta toteuttavasta opetuksesta, jossa kehitetään arkielämässä vaadittavia suunnitelmallisen työnteon taitoja sekä ongelmanratkaisukykyä ja luovuutta (Parikka 2005, 244–246). Halusimme tutkia, mikä on teknologiakasvatuksen ydintä, ja kuinka siitä nousevia tavoitteita on mahdollista lähestyä perusopetuksessa. Haimme vastausta tutkimalla opiskelijoiden mielipiteitä kuularataprojektin soveltuvuudesta alakouluun. Pidämme opiskelijoiden mielipiteitä tärkeinä, koska ne kuvaavat omalta osaltaan teknologiakasvatuksen tulevaisuutta, jossa opiskelijat toimivat teknologiakasvattajina. Tarkastelimme kuularataprojektia myös tutkimustiedon valossa, jotta meidän oli mahdollista arvioida näiden mielipiteiden realistisuutta kuularadan soveltuvuudesta perusopetukseen.

Ensimmäisenä tutkimuksessa käsittelemme ongelmanratkaisun ja yhteistoiminnallisen oppimisen käsitteitä, minkä jälkeen luomme katsauksen opetussuunnitelmaan niin edellä mainittujen käsitteiden kuin teknologian osalta. Opetussuunnitelmakatsausta seuraa teknologian ja teknologiakasvatuksen käsitteiden määrittely. Teoriapohjan jälkeen kerromme tutkimuksen toteutuksesta ja kuvailemme tarkemmin kuularataprojektia. Tulososiossa esittelemme kuularadan soveltuvuuden perusopetukseen tutkimustiedon ja opiskelijoiden mielipiteiden perusteella, ja lopuksi pohdimme vielä edellä mainittujen yhdenmukaisuutta.

2 ONGELMANRATKAISU

Watts (1991) korostaa ongelmanratkaisun merkitystä tavoiteltaessa tehokasta ja aktiivista oppimista, jossa oppija konstruoi ympäristöönsä ja ottaa vastuuta omasta oppimisestaan. Ongelmanratkaisu on prosessi, johon sitoutuminen mahdollistaa käytettävissä olevien taitojen ja ymmärryksen hyödyntämisen ongelman ratkaisemiseksi, jolloin opitaan myös uusia taitoja. Ongelmanratkaisun kautta koulussa opitut tiedot ovat herkempiä siirtymään myös muuhun elämään, koska oppilaat saavuttavat aktiivisen oppimisen kautta paremman ymmärryksen käsiteltyihin aiheisiin. (Watts 1991, 4–7.) Haapasalon (1997) mukaan ongelmakeskeisen opetuksen perusta muodostuu loogis-kognitiivisesta ristiriidasta, jonka oppilas kohtaa pyrkiessään tiedostamaan käsillä olevaa tilannetta. Ennen ajatteluprosessin käynnistymistä oppilaan on tiedostettava kyseinen ristiriita tutkimusta edellyttävänä ongelmana. Ongelmakeskeisyys voidaan katsoa didaktiseksi periaatteeksi, joka määrittää opetuksen sisällön, metodin ja työtavat. (Haapasalo 1997, 123.)

Suomala (1999, 26) on sitä mieltä, että realistisen käsityksen saaminen ongelmanratkaisutaitojen oppimisesta vaatii sekä yksilön aikaisempien kokemusten että ihmisen luonnollisen sosiaalisuuden huomioimista. Edwards-Leisin (2012, 159) mukaan yksilön kognitiivisten ajattelurakenteiden, joita ohjaavat

pitkältä sosiaaliset ja kulttuuriset suhteet, ymmärtäminen voi tehostaa rakentavan ja luovan ilmapiirin muodostumista luokkaan.

2.1 Ongelman määrittelyä

Ongelma on suhteellinen käsite, joka on usein voimakkaasti sidottu moniin osatekijöihin kuten esimerkiksi henkilöön, aikaan, paikkaan ja olosuhteisiin (Haapasalo 1997, 17; Vaulamo & Pehkonen 1999, 13). Haapasalo (1997) esittää, että lukuisista kirjallisuudesta löytyvistä ongelmatilanteen määritelmistä puuttuu vastaus siihen, miten ongelmanratkaisuprosesseissa on mahdollista rakentaa uutta tietämystä. Hänen mukaansa tulkinnat, joissa ongelmatilanne määritellään ainoastaan opittujen sääntöjen yhdistelyksi uudella tavalla, herättävät kysymyksen, mistä motivaatio ratkaisuun pyrkimiseksi syntyy. Haapasalo katsoo, että nämä puutteelliset määritelmät sopivat lähinnä ongelmiin, joiden sekä lähtö- että lopputilanne ovat tunnetut, ja vain niiden välinen polku on etsittävä. (Haapasalo 1997, 16–17, 38.) Haapasalo (1997) tähdentääkin omassa ongelman määritelmässään pedagogista näkökulmaa. Määritelmä kuuluu seuraavasti:

Jotta tietty tilanne olisi määrättyllä hetkellä, tietylle henkilölle ongelma, sen on aiheuttava tässä yksilössä, juuri sillä hetkellä, tietoista, päämäärähakuista (ajattelu)toimintaa, joka tähtää tavoiteltavaan tulokseen ilman välittömästi havaittavia keinoja. (Haapasalo 1997, 17.)

Ratkaistavana oleva ongelma voi olla joko avoin tai suljettu (kuvio 1) (Haapasalo, 1997, 44; Heikkilä 1981, 20–21; Vaulamo & Pehkonen 1999, 14). Jako perustuu siihen, kuinka tehtävän lähtötilanne tai lopputilanne annetaan. Suljetussa ongelmassa sekä lähtö- että lopputilanne ovat tarkkaan määritellyjä. Avoimelta ongelmalta sen sijaan puuttuu sekä alku- että lopputilanne tai ainakin toinen näistä. (Haapasalo 1997, 44; Vaulamo & Pehkonen 1999, 14.)

ONGELMA		Lopputilanne	
		SULJETTU	AVOIN
Alkutilanne	SULJETTU	alku- ja lopputilanne tarkasti selitetty	lopputilanne avoin
	AVOIN	alkutilanne avoin	alku- ja lopputilanne avoimia

KUVIO 1 Ongelmien luokittelu niiden lähtö- ja lopputilanteen mukaan (Vaulamo & Pehkonen 1999, Leppäahon 2007, 39 mukaan)

Sahlbergin, Meisalon, Lavosen ja Kolarin (1994, 26–27) mukaan avoimen ongelmanratkaisuprosessin ratkaisumenetelmien yksityiskohdat ja lopputulos ovat tekijälle entuudestaan tuntemattomia. Heikkilä (1981) kirjoittaa, että uusien käsittelytapojen lisäksi avoin ongelmanratkaisutilanne saattaa vaatia loogis-

ten rajojen ylittämistä ja joskus olemassa olevien teorioiden uhmaamista. Lisäksi ratkaisuprosessissa esiintyy usein uusia ja odottamattomia ideoita. (Heikkilä 1981, 20–21.) Sahlbergin ym. (1994) mukaan avoimessa ongelmanratkaisutilanteessa rajoja voidaan muuttaa ongelmanratkaisun aikana, eli ongelmaan sisältyviä tekijöitä voi olla rajaton määrä. Suljetussa tilanteessa rajat ovat vakioita ja ongelmaan liittyvät tekijät eivät muutu ongelmanratkaisun aikana. (Sahlberg ym. 1994, 17; ks. myös Heikkilä 1981, 21.)

Leppäaho (2007) on määritellyt edellä esitetyn kuvion pohjalta kolmenlaisia avoimia ongelmia, täysin suljetun ongelman lisäksi. Ratkaisun lopputilanteen ollessa avoin, ongelmaan ei ole olemassa yhtä oikeaa vastausta, vaan ratkaisijan luoma vastaus on oikein, kunhan sen lähtökohtana ovat tehtävässä annetut alkuehdot. Toisaalta tehtävän alkutilanne voi olla avoin, jolloin ratkaisija voi itse päättää, miten ja mistä lähtökohdista käsin hän pääsee vaadittuun lopputulokseen. Kaikkein avoimimmillaan tehtävä on silloin, kun alku- ja lopputilanne ovat avoimia. Tällöin ratkaisijan saa luoda oman tehtävän ja ratkaista sen haluamallaan tavalla. (Leppäaho 2007, 39.)

2.2 Ongelmanratkaisuprosessi

Ongelmanratkaisua voidaan pitää tutkimusprosessina alkutilasta tavoitetilaan, joka ei ole välittömästi saavutettavissa. Ongelmanratkaisuprosessin aikana ratkaisija valikoi sisäistä ja ulkoista tietoa muodostaen sisäisen henkisen tilan, joka ohjaa prosessia. Ongelman ratkaisu on siis tyypillisesti erittäin valikoiva prosessi. Oppilaan varhaisemmalla tiedolla ja aikaisemmilla kokemuksilla on tärkeä rooli oppimisprosessissa ongelmanratkaisutilanteissa. (Suomala 1999, 25–26, 51.) Järvisen (2001, 46) mukaan oppilaat tuovat ongelmanratkaisutilanteeseen hallussaan olevat tiedot ja strategiat, mikä voidaan katsoa edellytykseksi ongelmanratkaisulle, jossa näitä tietoja valitaan, yhdistellään ja muunnetaan ongelman ratkaisemiseksi. Ongelmanratkaisutaidot eroavat toisista kognitiivisista taidoista siinä, että niiden kanssa on mahdollista kohdata uusia tilanteita (Lesgold 1991, Suomala 1999, 26 mukaan). Suomala (1999, 26) kirjoittaa, että ongelmanratkaisutilanteissa pitää myös käyttää kaikkia tiedon tasoja. Haapasalon (1997, 17) mukaan ongelmanratkaisu on prosessi, joka sisältää ongelmaan orientoitumisen, ongelman työstämisen, ratkaisemisen ja ratkaisun tulkinna.

Leppäaho (2007, 42) huomauttaa, että ongelmanratkaisussa korostuu luovuus, koska kohdatessaan itselleen aidon ongelman, ratkaisija ei tiedä etukäteen, kuinka ratkaisuun pääsee. Heikkilä (1981, 20) ja Järvinen (2001, 45) esittävät, että luovaa ongelmanratkaisutaitoa tarvitaan erityisesti avoimessa ongelmanratkaisussa. Luovassa ongelmanratkaisussa ongelmia käsitellään ja ratkaistaan erilaisten luovuuteen perustuvien avointen ja joustavien menetelmien avulla (Sahlberg ym. 1994, 26). Luovuus liitetään usein vaativissa tilanteissa tarvittavaksi ominaisuudeksi, mutta Virkkala (1994) korostaa, että luovaa ongelmanratkaisua tarvitaan myös tavallisessa arkielämässä. Kun tarkastellaan

tiedonkäsittelyprosesseja luovuuden taustalla, arkiluovuuden ja vaativamman luovuuden väliltä ei löydy selkeää rajaa. (Virkkala 1994, 21–23.)

Virkkala (1994) erittelee luovan ongelmanratkaisuprosessin koostuvan vaiheista, joiden kautta edetään ratkaisun viimeistelyyn ja toteutukseen. Ensimmäisessä vaiheessa löydetään jokin ongelma tai parannusmahdollisuus, minkä jälkeen hankitaan tietoa koskien ongelmatilannetta ja ratkaisumahdollisuuksia. Seuraavaksi prosessissa etsitään ideoita ja toimintavaihtoehtoja. Ratkaisuun päädytään valitsemalla toteutettava idea ja kehittämällä se käyttökelpoiseen muotoon. Lopulta hankitaan toteutuslupa tai myötävaikutus niiltä, joita asia koskee, tai joiden apua tarvitaan idean toteuttamiseen. Todellista ongelmaa ratkaistaessa ei kuitenkaan edetä suoraviivaisesti vaiheesta toiseen, vaan toteutusvaiheessa tulee usein vastaan joukko osaongelmia, joiden kohdalla käydään sama prosessi uudelleen läpi. (Virkkala 1994, 18.)

2.3 Teknologinen ongelmanratkaisuprosessi

Järvinen (2001, 45) toteaa, että ongelmatilanteen ratkaisemiseksi tarvitaan motivaatiota, halua ratkaista ongelma, mikä voidaan tulkita teknologisen ongelmanratkaisuprosessin lähtökohdaksi. Järvinen (2006) katsoo teknologisen ongelmanratkaisuprosessin vaativan käynnistyäkseen herkkyyttä havaita ongelmia, epäkohtia ja tarpeita. Prosessissa keskeisiä piirteitä ovat luovuus ja innovatiivisuus. (Järvinen 2006, 32–33.) Virkkala (1994, 23–24) peräänkuuluttaa ongelmanratkaisua ohjaavalta ymmärrystä tästä prosessista, mikä auttaa järjestämään olosuhteet motivoiviksi työskennellä. Tutkimuksemme kannalta olennaista on tutustua teknologiseen ongelmanratkaisuprosessiin, josta esimerkkinä on Laytonin (1993, 46) ongelmanratkaisumalli (taulukko 1), johon kuularataprojekti pohjautuu.

TAULUKKO 1 Ongelmanratkaisuprosessit Laytonia (1993, 46) mukaillen

Yleinen ongelmanratkaisumalli	Luonnontieteellinen prosessi	Teknologia
Prosessin ymmärtäminen	Luonnonilmiön tarkastelu	Tarpeen määrittäminen
Ongelman kuvailu	Ongelman kuvailu	Tarpeen kuvailu
Ratkaisuvaihtoehtojen tarkastelu	Hypoteesien esittäminen	Ideoiden muodostaminen
Ratkaisun valitseminen	Hypoteesin valinta	Idean valitseminen
Toiminta	Koe	Tuotteen valmistus
Tuotteen arvioiminen	Tuloksen sopivuus hypoteesiin	Tuotteen testaus

Järvinen (2001, 45) ja Layton (1993, 43) tuovat esiin ajatuksen, jonka mukaan luonnontieteellisten ja teknologisten toimintojen taustalla vaikuttaisi yleinen ongelmanratkaisuprosessi. Toisin sanoen luonnontieteellinen tutkimus ja teknologinen tutkimus tukisivat toisiaan suoraan, koska prosessit ovat niin yhdenmukaiset (Layton, 1993, 43). Laytonin (1993) mukaan luonnontieteellinen ja teknologinen ongelmanratkaisu jakavat ensisilmäyksellä useita samoja piirteitä,

joissa korostuu muun muassa toiminnan määrätietoisuus, ideoiden mallintaminen sekä yhteiset termit, joita käytetään kuvailtaessa toimintoja. Mallien lähempi tarkastelu paljastaa kuitenkin selkeitä eroja, joista hän nostaa esiin arviointia koskevat kriteerit. (Layton 1993, 44.)

Luonnontieteille on tyypillistä pilkkoa ongelma osiin ja keskittyä sen analysoimiseen tutkimalla objektiivisesti luonnonlakia selitettävän ilmiön taustalla (Driver, Leach, Millar & Scott 1995, Järvisen 2001, 45 mukaan). Tällöin kehittyvät ajattelutaidot, jotka tähtäävät tavanomaisiin ratkaisuihin (Järvinen 2001, 45; Uusikylä & Piirto 2006, 23). Olennaista on, että teoria tai hypoteesi sopii tosiasioihin eikä riko hyvien tieteellisten käytäntöjen mukaisia sääntöjä (Layton 1993, 44). Teknologisen prosessin olemukseen kuuluu puolestaan pyrkimys liittää erilliset elementit yhteen kokonaisuudeksi, mikä auttaa kehittämään luovaa ja omaperäistä ajattelua (Dugger & Yung 1995, Harrison 1994, Sparkes 1993, Feldman 1993, Järvisen 2001, 45 mukaan; Uusikylä & Piirto 2006, 23). Teknologisessa prosessissa syntyvien tuotteiden on tyydytettävä erilaisia ulkoisia kriteereitä, jolloin ei riitä, että tuote toimii, vaan olosuhteissa saattaa korostua esimerkiksi vaatimus ympäristöystävällisyydestä, kustannuksista tai esteettisyydestä (Layton 1993, 44). Teknologisessa ongelmanratkaisuprosessissa lukuisten mahdollisten ratkaisujen joukosta valitaan se, joka kaikkein hyödyllisin vallitsevissa olosuhteissa (Järvinen 2001, 47).

Järvinen (2001) pitää edellä esiteltyä Laytonin (1993) teknologian ongelmanratkaisumallia (taulukko 1) soveltuvana teknologiakasvatukseen, koska se antaa teknologiseen työskentelyyn hyvin määritellyn rakenteen. Hän kuitenkin huomauttaa, että mallin noudattaminen vaatii kokemusta ongelmanratkaisuprosessista. Muussa tapauksessa puutteelliset ongelmanratkaisutaidot aiheuttavat negatiivisia tunteita ja johtavat jopa tilanteeseen, jossa oppimisprosessi estyy. (Järvinen 2001, 46.)

Suomala (1999) puolestaan toteaa, että ongelmanratkaisutaitojen omaksuminen voi hidastua, jos oppilaille opetetaan liian valmiita ongelmanratkaisumalleja. Hän katsoo, että on tärkeä kehittää oppimisympäristö, joka mahdollistaa oppilaiden omien ideoiden tuottamisen, jolloin opettajan tehtävänä on tukea oppilaita vastaan tulevilla ongelmilla. (Suomala 1999, 120.) Haapasalo (1997, 223) on sitä mieltä, että ongelmanratkaisu on liian monimutkainen taito opetettavaksi, ja sitä ei voida pitää asiantietona, minkä takia pitää puhua ennemminkin ongelmanratkaisutaidon kehittämisestä. Seuraavaksi tarkastellaan niitä olosuhteita, joiden puitteissa teknologisten ongelmanratkaisutaitojen kehittäminen tulee parhaiten kyseeseen, mikä asettaa selkeitä vaatimuksia opettajan ohjaukselle ja opetuksen järjestämiselle.

2.4 Ongelmanratkaisutaitojen kehittymistä tukeva oppimisympäristö

Edwards-Leisin (2012) mukaan kykyä toimia ongelmatilanteissa tuetaan tehokkaimmin, kun oppilaille järjestetään mahdollisuudet joustavaan ongelmanratkaisustrategioiden käyttöön. Myös Suomala (1999) esittää, että oppimisympäristölle suotuisia piirteitä ovat monipuolisuus ja joustavuus, mutta kouluopetus on vain harvoin oppimiselle optimaalista, koska se ei tarjoa tarpeeksi mahdollisuuksia vapaalle tutkimiselle. Hän näkee opettajan haasteena tasapainon löytämisen suoran ohjauksen ja oppilaiden vapaan tutkimuksen välille. (Suomala 1999, 51.) Järvinen (2001, 46) kuitenkin huomauttaa, että ongelmanratkaisuprosessissa tutkiva lähestymistapa oppimiseen tulee mukaan luonnollisena osana toimintaa. Olennaista on, ettei opettaja anna ongelmia tai valmiita vastauksia, jolloin luovuudelle jää aidosti tilaa (Järvinen 2001, 46; Suomala 1999, 51). Silloin teknologiakasvatus on Järvisen (2001, 46) mielestä lähempänä teknologian luonnetta kuin perinteinen täysin opettajajohtoinen opetus.

Edwards-Leis (2012, 159) viittaa Johnson-Lairdiin (2006), joka pitää ongelmanratkaisussa toistuviin virheellisiin ratkaisuihin päätyminen todennäköisimpänä syynä kyvyttömyyttä harkita muita mahdollisia ratkaisuja, mikä kierre pitää katkaista. Esjeholmin (2012, 177) mukaan oppilaiden mahdollisuus leikkiä ideoillaan, riippumatta valmistuvien tuotteiden käyttökelpoisuudesta, kehittää keksimisen taitoja. Virkkalan (1994) kuvailemassa luovassa ongelmanratkaisussa korostuu ideoiden myönteinen käsittely, mikä tuottaa paljon vaihtoehtoja, joista valita, kun tulee kriittisen päätöksenteon aika. Lennokkuuden ja käytännöllisyyden vuorottelulla haetaan työskentelyyn uusia värikkäitä näkökulmia, jotka johtavat usein hyviin käytännön ratkaisuihin. Kun luovassa toiminnassa mukana olevat jäsenet kokevat, että heillä on mahdollisuus vaikuttaa asioihin, mahdollinen tyytymättömyys esitettyjä ratkaisuja kohtaan kehittyy rakentavaksi, jolloin omaa luovuutta käytetään aktiivisesti yhteiseksi hyödyksi. (Virkkala 1994, 23–24.) Haapasalon (1997, 223) mukaan avoimia ongelmia on mahdollista tarkastella eri vaikeustasolla omien edellytysten mukaan, mikä tekee ongelmanratkaisutilanteesta miellyttävän ja tarjoaa myös onnistumisen elämyksiä.

Edwards-Leisin (2012, 159) mukaan oppimisympäristö pitää järjestää sellaiseksi, että oppilaat joutuvat monipuolisten ongelmien pariin, jolloin he joutuvat kehittämään ja käyttämään ajattelutoimintoja, joita tarvitaan uusia ongelmia kohdattaessa, missä myös mielikuvituksella on tärkeä rooli. Haapasalo (1997, 223) kuvaa, kuinka opettaja kohtaa ongelmanratkaisuvalmiuksiltaan hyvin eritasoisia oppilaita, jotka osaavat käyttäytyä vaihtelevasti ongelmanratkaisutilanteessa, mikä viittaa muun muassa oppilaan kykyyn tunnistaa ongelma ja tarttua siihen, ideoida ryhmässä sekä käyttää strategioita vaihtelevasti tilanteen mukaan. Järvinen (2001, 46) pitää opettajan tehtävänä ohjata ongelmanratkaisuprosessia oikeaan suuntaan oppilaiden taitotason mukaisesti.

Haapasalo (1997) katsoo ongelmanratkaisuprosessien luonteen ymmärtämisen olevan edellytys ongelmanratkaisutilanteiden ohjaamiselle. Hän pitää

oppilaan strategioihin ja metakognitioihin vaikuttamista haastavana, mutta yhtenä opetuksen tärkeimmistä tavoitteista. (Haapasalo 1997, 124–127, 223–226.) Myös Edwards-Leis (2012, 159) korostaa opettajan ymmärrystä siitä, mitä yksilön ajattelussa tapahtuu ongelmatilanteita kohdattaessa. Newell ja Simon (1972, 59–86) viittaavat ongelma-avaruuden käsitteellä yksilön ajattelutoimintoihin, joita ongelmanratkaisu voi vaatia. Edwards-Leis (2012, 159) esittää, että opettajan pitää tarkastella ongelmaa oman ajattelunsa avulla ja varmistaa, että kaikki tarvittava tieto ongelman ratkaisemiseksi on oppilaiden saatavilla. Haapasalon (1997, 223–226) mukaan opettaja toimii myös mallina oppilaille, jotka pitää totuttaa erilaisia työtapoja käyttäen toimimaan huolellisesti suunnitelluissa ongelmanratkaisutilanteissa.

3 YHTEISTOIMINNALLINEN OPPIMINEN

Sahlberg & Sharan (2002) esittävät, että yhteistoiminnallisen oppimisen juuret ulottuvat luotettavasti 1800-luvun lopulle John Deweyn esittämiin ideoihin ja keinoihin, joilla oppilaiden keskinäistä vuorovaikutusta vahvistetaan opetus- ja oppimistilanteissa. Kuitenkin vasta 1970-luvun lopulla yhteistoiminnallinen oppiminen on vakiintunut kokoavana käsitteenä opetusalan sanavarastoon, mitä on edeltänyt yksityiskohtaisempien ryhmädynamiikkaan perustuvien opetusjärjestelyiden etsintä. Suomeen yhteistoiminnallinen oppiminen on levinnyt varsinaisesti vasta 1990-luvun alussa. Se ymmärretään usein kapea-alaisesti menetelmänä, jota kutsutaan palapelitekniikaksi (ks. 3.1.1), mikä on selitettävissä suomenkielisen kirjallisuuden ja tutkimuksen vähäisyydellä. (Sahlberg & Sharan 2002, 10–11.) Heinosen (2002) mukaan yhteistoiminnallisen oppimisen tutkimuksen taustalla vaikuttaa vahvasti Vygotskyn (1896-1934) sosiokognitiivista kehitystä koskeva sosiokulttuurinen teoria, jossa korostetaan sosiaalisen vuorovaikutuksen merkitystä uusien asioiden oppimisessa. Sosiaaliseen vuorovaikutukseen pohjautuvien opetusmenetelmien päämääränä on vähentää opettajajohtoisuutta ja edistää vuorovaikutukseen perustuvia oppimistapoja. Kun oppimisen odotetaan tapahtuvan ryhmässä, oppimiskäsitys perustuu sosiaaliseen konstruktivismiin. Tällöin korostuu oppilaan aktiivinen ja persoonallinen toiminta sosiaalisessa vuorovaikutuksessa ryhmän muiden jäsenten kanssa. (Heinonen 2002, 26–27.)

Sahlberg ja Sharan (2002, 11) ilmaisevat, että yhteistoiminnallinen oppiminen on yhteinen nimitys pedagogisille toimintatavoille, joiden lähtökohtana on tieteellisin perustein tehtävä suuren opetusryhmän organisoiminen pienemmiksi yksiköiksi. Sahlberg ja Leppilampi (1997) toteavat, että yhteistoiminnalliseen oppimiseen kuuluu paljon erilaisia strategioita ja menetelmiä, joiden avulla pyritään vahvistamaan oppimisen kognitiivisia, affektiivisia, taidollisia ja metakognitiivisia ulottuvuuksia. Heidän mukaansa yhteistoiminnallisella oppimisella on eri suuntauksia. Oppimisen prosessiluonteen perusteella voidaan erottaa psykologisesti suuntautunut didaktinen yhteistoiminnallisen oppimisen

koulukunta, jota edustavat muun muassa Kagan ja Kagan, Johnson ja Johnson sekä Slavin. Sosiologisesti suuntautunutta yhteistoiminnallisen oppimisen koulukuntaan voidaan laskea kuuluvaksi esimerkiksi Cohen. Näiden kahden eri koulukunnan peruspäämäärät ovat samat, mutta psykologisen koulukunnan edustajat painottavat yksilön kehittymistä ja kasvua sosiaalisessa ympäristössä, jolloin toiminta ryhmässä nähdään myös yksilön kognitiivisena ja metakognitiivisena oppimisena. Sosiologisessa näkökulmassa oppilaiden kognitiiviset ja metakognitiiviset prosessit kietoutuvat sosiaalisen oppivan yhteisön toimintoiksi, joissa sosiaaliset ilmiöt ja ominaisuudet ohjaavat oppimista ja yhteisön kehitystä. (Sahlberg & Leppilampi 1997, 162.)

Sahlberg ja Sharan (2002) tähdentävät, että kaikki yhteistoiminnallisen oppimisen opetusmenetelmät korostavat oppimistavoitteiden saavuttamisessa pienryhmän kaikkien jäsenten keskinäistä vuorovaikutusta ja positiivista keskinäistä riippuvuutta toisistaan. Toiset menetelmät, lähestymistavat yhteistoiminnalliseen oppimiseen, edellyttävät kuitenkin opettajalta ja hänen oppilailtaan enemmän kokemuksia ja tietoa yhdessä oppimisesta kuin toiset. Menetelmien tavoitteet ja odotetut oppimistulokset eroavat myös toisistaan. (Sahlberg & Sharan 2002, 11, 369–371.) Kohonen (2002) korostaa, kuinka yhteistoiminnallinen oppiminen on paljon enemmän kuin tiettyjen menetelmien tai tekniikoiden osaaminen. Hänen mukaansa yhteistoiminnallisuus on tapa rakentaa oppimisympäristöä ja opiskelukulttuuria siten, että niissä painottuu yhteisöllinen opiskeluun asennoituminen, joka tukee ryhmässä turvallisen työilmapiirin kehittymistä. (Kohonen 2002, 351.)

Seuraavaksi tutustutaan tarkemmin yhteistoiminnallisen oppimisen keskeisiin tunnuspiirteisiin ja esitellään niiden yhteydessä lyhyesti joitain yhteistoiminnallisen oppimisen menetelmiä. Näin ollen sivutaan aikaisemmin mainittuja yhteistoiminnallisen oppimisen suuntauksia edustajineen. Tutkimuksessa päähuomio on kuitenkin yhteistoiminnallisen oppimisen yleisissä tunnuspiirteissä eikä yksittäisissä menetelmissä tai niihin perustuvissa sovelluksissa. Tutustumalla yhteistoiminnallisen oppimisen tunnuspiirteisiin pyritään arvioimaan, missä määrin kuularataprojekti täyttää yhteistoiminnallisen oppimisen kriteerit.

3.1 Yhteistoiminnallisen oppimisen tunnuspiirteitä

Lasten yhteistoimintaan vaikuttaa voimakkaimmin tapa, jolla vuorovaikutus järjestetään. Oppilaat voivat olla luokassa joko yhteistoiminnallisia tai kilpailevia riippuen siitä, minkälaisiin tilanteisiin he luokassa joutuvat. (Kagan & Madson 1971; Kagan 2003, Saloviidan 2006, 73 mukaan). Kagan ja Kagan (2002) korostavat yhteistoiminnallisen oppimisen rakenteellisessa lähestymistavassa, että vuorovaikutustilanteet vaikuttavat vahvasti myös oppilaiden kehityksen suuntaan. Luokan vuorovaikutusta analysoimalla ja lisäämällä saadaan käyttöön keinoja, joilla oppilaita voidaan ohjata erilaisiin oppimistuloksiin. Rakenteet ovat sosiaalisen vuorovaikutuksen ketjuja, jotka johtavat erilaisiin oppimistu-

loksiin. Rakenne valitaan aina oppimistavoitteen mukaisesti, koska sen saavuttamisessa toinen rakenne voi olla huomattavasti tehokkaampi kuin toinen. Useita rakenteita tunteva opettaja voi niiden avulla vaikuttaa tiettyihin akateemisiin, kognitiivisiin ja sosiaalisiin oppimistuloksiin. Rakenteellisessa lähestymistavassa rakenteet jaetaan käyttökohteensa perusteella eri luokkiin, jotka ovat luokkahengen luominen, ryhmähengen luominen, kommunikaation kehittäminen, tiedon jakaminen, opitun hallinta ja korkeamman tason ajattelu. (Kagan & Kagan 2002, 24–29.)

Kagan & Kagan (2002, 39) erottavat rakenteellisessa lähestymistavassa yhteistoiminnalliseen oppimiseen neljä peruseriaa, jotka toteutuessaan tekevät oppimisesta tehokkaampaa. Saloviita (2006, 45–50) viittaa näihin periaatteisiin yhteistoiminnallisen oppimisen keskeisinä tuntomerkkeinä, jotka ovat positiivinen keskinäisriippuvuus, suora vuorovaikutus, yhtäläinen osallistuminen ja yksilöllinen vastuu.

3.1.1 Positiivinen keskinäisriippuvuus

Positiivinen keskinäisriippuvuus on yhteistoiminnallisen oppimisen keskeisin tuntomerkki, jonka syntymiseksi tehtävän rakenteen pitää olla sellainen, että ryhmän jäsenten on tehtävä yhteistyötä. Positiivinen keskinäisriippuvuus syntyy, kun ryhmän jäsenet tarvitsevat toisiaan päästäkseen omiin päämääriinsä. Tällöin osallistujien ei tarvitse voittaa toisiaan päästäkseen tavoitteisiinsa, mikä tarkoittaa negatiivista keskinäisriippuvuutta. Kun yhden menestys tarkoittaa myös toisen menestystä, ryhmän jäsenet ovat motivoituneita tukemaan aktiivisesti toisiaan. Oppilaat auttavat toinen toisiaan oppimisessa antamalla omat kykynsä toisten käyttöön. (Kagan & Kagan 2002, 41–42; Saloviita 2006, 46–47.)

Johnson ja Johnson (1994) erottelevat neljä tapaa luoda positiivinen keskinäisriippuvuus. Positiivinen tavoiteriippuvuus syntyy oppilaiden tiedostaessa, että oppimistavoite on mahdollista saavuttaa vain yhdessä, jolloin ryhmällä on yhteinen tavoite. Positiivinen palkkiorippuvuus merkitsee sitä, että ryhmän jäsenet saavat saman palkkion, jos ryhmä saavuttaa tavoitteensa. Positiivisen rooliriippuvuus puolestaan järjestetään siten, että ryhmän jäsenille määrätään toisiaan täydentävät roolit, joita kaikkia tarvitaan yhteisen tehtävän suorittamiseksi. Positiivinen resurssiriippuvuus sen sijaan tarkoittaa tilannetta, jossa jokaisella ryhmän jäsenellä on käytettävissään vain osa ryhmän tarvitsemasta tiedosta, kuten oppimateriaalista, mikä on tyypillistä palapelirakenteelle. (Johnson & Johnson 1994, 2-3.) Saloviidan (2006, 109) mukaan Aronson kehitti palapelimallin alun perin luomaan yhteistyötä ja keskinäistä hyväksyntää luokkiin järjestyshäiriöiden kitkemiseksi. Clarke (2002) kuvaa, että menetelmässä oppilaat työskentelevät yhdessä pienissä ryhmissä, ja ryhmän jokainen jäsen erikoistuu tiettyyn aiheeseen. Tällä tavoin ryhmän jokaisella jäsenellä on hallussaan olennaista tietoa jaettavaksi ryhmän muille jäsenille. Palapelimenetelmässä oppimistulosten saavuttamisessa korostuu yhteistyö ja keskinäinen luottamus. (Clarke 2002, 84.)

Johnson ja Johnson (1994) korostavat positiivisen keskinäisriippuvuuden lisäävän vuorovaikutusta ryhmän jäsenten välillä. Riippuvuus on aina määritel-

tävä selvästi, jotta sillä olisi todellisuudessa vaikutusta oppimistuloksiin. Pelkästään ryhmän jäsenyys ja ryhmän jäsenten keskinäinen vuorovaikutus eivät takaa hyviä oppimistuloksia. He tuovat esille, että ryhmän tulokset paranevat, kun tavoite- ja palkkioriippuvuus yhdistyvät. Resurssiriippuvuus ei puolestaan yksinään paranna tuloksia, ellei siihen yhdisty tavoiteriippuvuus. (Johnson ja Johnson 1994, 2-3.) Saloviita (2006, 47) huomauttaa, että tavoiteriippuvuus kuuluu lähes kaikkiin yhteistoiminnallisen oppimisen malleihin.

3.1.2 Suora vuorovaikutus

Perinteinen vuorovaikutus kouluopetuksessa on peräkkäistä vuorovaikutusta, jossa oppilaat työskentelevät itsenäisesti, ja korkeintaan yksi oppilas pääsee kerrallaan ääneen luokassa. Koska oppilaat saavat vain vähän aktiivisia osallistumismahdollisuuksia luokan tapahtumiin, vuorovaikutus on rajoittavaa ja tehotonta. Suora vuorovaikutus on sen sijaan samanaikaista ja kasvotusten tapahtuvaa. Se lisää ryhmätyöskentelyn avulla oppilasta kohden laskettua aktiivisen osallistumisen aikaa, jolloin sekä oppilaiden puheaika että kuuntelu-aika lisääntyvät moninkertaisesti verrattuna perinteiseen malliin. (Kagan & Kagan 2002, 39–40; Saloviita 2006, 45–46.)

Johnsonin ja Johnsonin (1994) mukaan juuri suora vuorovaikutus on oppimistuloksien syntymisessä olennaista. He katsovat, että suora vuorovaikutus on tulosta positiivisesta keskinäisriippuvuudesta, ja se näkyy oppilaiden kannustaessa toisiaan menestymään yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi. Toisille puhuminen ja tietojen jakaminen edistävät vaativien ajattelutaitojen kehittymistä, mitä tarvitaan laadukkaampien päätösten tekemiseksi ja parempien ratkaisujen oivaltamiseksi käsiteltäviin ongelmiin. (Johnson & Johnson 1994, 3.) Saloviita (2006, 46) esittää tämän tarkoittavan, että suora vuorovaikutus vaikuttaa myönteisesti oppilaiden luovuuteen.

3.1.3 Yhtäläinen osallistuminen

Kagan ja Kagan (2002) toteavat yhtäläisen osallistumisen merkitsevän, että ryhmän sisällä kaikilla on yhtäläinen mahdollisuus puhua. Ryhmätyö ei takaa, että oppilaiden aktiivisuus ryhmässä jakautuisi tasaisesti, vaan osallistujille pitää järjestää yhtäläinen mahdollisuus puhujan rooliin. (Kagan & Kagan 2002, 40–41.) Saloviidan (2006) mukaan yhteistoiminnallisen oppimisen luonteeseen kuuluu, että yhtäläinen osallisuus varmistetaan, mikä voidaan yksinkertaisissa tehtävissä turvata etukäteen suunnitellun työnjaon avulla. Sen sijaan tutkivassa ryhmätyössä, kuten Cohenin kompleksiopetuksessa, jossa on erityisen tärkeää puhua ja vaihtaa ajatuksia, tarkkaa työnjakoa ei voi noudattaa. Ratkaistaessa ongelmaa, johon ei ole selkeästi oikeita tai vääriä vaihtoehtoja ryhmän sisäiset statusongelmat nousevat selkeästi esille. Tällöin opettajalle jää suuri rooli yhtäläisen osallistumisen varmistamisessa. (Saloviita 2006, 50.)

Cohen ym. (2002) painottavat, että ryhmätyössä tehtävän suhteen ilmenevien epätasaisen vaikutusmahdollisuuksien ja osallistumismahdollisuuksien taustalla ovat oppilaiden käsitykset itsestään ja toisistaan. Kompleksiopeutus on

suunniteltu kehittämään ajattelukykyä heterogeenisissä luokissa, jossa statusrakenne johtaa epätasaiseen osallistumiseen ryhmätyöhön, mikä puolestaan johtaa epätasaiseen oppimiseen. Menetelmä perustuu kolmeen tekijään, joilla statusongelmiin päästään käsiksi. Ensimmäinen on vastuunjakojärjestelmä, jonka ansiosta opettajan ei tarvitse suoraan valvoa oppilaita. Tämä toteutetaan luomalla luokkaan yhteistoiminnalliset säännöt ja roolit, jotka auttavat suoriutumaan tehtävästä, joka vaatii erilaista osaamista ja korostaa kehittyneitä ajattelua. Ohjeet tehtävään annetaan kirjallisesti tehtäväkorteissa. Toinen tekijä on erilaista osaamista painottava opetussuunnitelma, joka kannustaa kehittyneempiin ajattelutaitoihin. Jokaisen yksilön ajatellaan tuovan arvokasta ja erilaista osaamista tehtävään. Kolmas tekijä on opettajan selkeät pyrkimykset statusongelmien hoitamiseksi. Antamalla tunnustusta erilaisille oppilaille opettaja vahvistaa erilaista osaamista painottavan suuntauksen sanomaa. Matalan statuksen oppilaiden päästessä mukaan vuorovaikutukseen myös oppiminen mahdollistuu. Avoimet tehtävät lisäävät vuorovaikutuksen tarvetta, koska oppilaat käyttävät hyväkseen toistensa asiantuntemusta ja ongelmanratkaisutaitoja. Kompleksiopetuksen laadukas toteuttaminen edellyttää, että opettaja kehittää käsitteellistä ymmärrystä ja soveltaa uutta tietoa käytäntöön, mutta toisaalta myös koulun tuki ja jatkuva palaute ovat tärkeässä asemassa. (Cohen ym. 2002, 137–144.)

3.1.4 Yksilöllinen vastuu

Yksilöllinen vastuu merkitsee, että opettaja arvioi erikseen jokaisen oppilaan suorituksen, jolloin jokainen ryhmän jäsen on vastuussa omasta oppimisestaan. Tällöin ei ole mahdollista jättää omaa panosta pois työstä ja jättää kaikkea muiden tehtäväksi, minkä tiedostaminen lisää todennäköisyyttä, että oppilaat osallistuvat ja kuuntelevat toisiaan. Yksilöllisen vastuun yhdistyessä positiiviseen tavoiteriippuvuuteen oppilaat tukevat ja kannustavat toisiaan, koska yksilölliset suoritukset vaikuttavat koko ryhmän suoriutumiseen. (Kagan & Kagan 2002, 42; Saloviita 2006, 48–49.)

Slavin (1995) toteaa, että kaikissa yhteistoiminnallisissa oppimismenetelmissä yhteistä on oppilaiden työskentely yhdessä oppiakseen sekä vastuu omasta ja toisten oppimisesta. Tiimioppimismenetelmissä korostuvat lisäksi ryhmän tavoitteet ja menestys, jotka edellyttävät, että ryhmän kaikki jäsenet saavuttavat asetetut oppimistavoitteet. Tiimioppimisessä oppilaiden tavoite on toisin sanoen oppia yhdessä, jolloin pelkkä yhdessä toimiminen ei riitä. Slavinin (1995) mukaan yhteistoiminnallisen oppimisen tehokkuus perustuu yhteiseen tavoitteeseen ja yksilölliseen vastuuseen. (Slavin 1995, 139, 141.)

3.1.5 Sosiaaliset taidot ja ryhmäprosessien seuraaminen

Myös Johnson ja Johnson (2002) ovat sitä mieltä, että tehokkaan yhteistoiminnallisuuden taustalta löytyy keskeisiä elementtejä, jotka opettajan on sisällytettävä opetustoimintaansa. Saloviita (2006, 125) huomauttaa, että heidän lähestymistavassaan yhteistoiminnalliseen oppimiseen, käsitteellisessä mallissa,

kiinnitetään erityisen paljon huomiota sosiaalisten taitojen oppimiseen ja ryhmän toiminnan tarkkailuun. Kun elementtejä verrataan Kagan ja Kagan (2002) esittämiin peruseriaatteisiin, joukosta puuttuu yhtäläisen osallistumisen periaate. Sen sijaan joukossa on kaksi uutta elementtiä, jotka ovat sosiaaliset taidot ja ryhmän suorittama prosessointi. (Johnson & Johnson 2002, 108–110.)

Sosiaalisilla taidoilla Johnson ja Johnson (1999) viittaavat vuorovaikutustaitoihin, joita ryhmässä työskentely edellyttää. Ryhmän suorittamalla prosessoinnilla he puolestaan tarkoittavat keskustelua, jota ryhmän jäsenet käyvät työskentelyn tehokkuudesta ja tavoitteiden saavuttamisesta. (Johnson & Johnson 1999, 82–85.) Johnson ja Johnson (2002, 111) korostavat, että yhteistoiminnallisen oppimisen elementtien ymmärtäminen ja hallitseminen on tärkeää, jotta opettaja pystyy sovittamaan ne omien olosuhteidensa, tarpeidensa ja oppilaidensa mukaan. Saloviita (2006) esittää, että tällöin opettajan asiantuntemus perustuu yhteistoiminnallisen oppimisen käsitteelliseen ja metakognitiiviseen ymmärtämiseen, mikä eroaa yksinkertaisten rakennemallien soveltamisesta. Käsitteellisessä mallissa yhteistoiminnallisuus täyttää koko oppitunnin ja pitää sisällään sosiaalisten ryhmätaitojen opiskelua. Parhaiden tulosten katsotaan syntyvän kognitiivisesti haastavissa, ongelmanratkaisua vaativissa ja käsitteellisissä tehtävissä. (Saloviita 2006, 127.)

3.1.6 Älylliset ristiriidat

Johnsonin ja Johnsonin (2002) yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun mallissa ominaispiirteinä ovat tavoitteita ja resursseja koskeva positiivinen keskinäinen riippuvuus sekä älylliset ristiriidat. He kuvailevat yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun tilanteeksi, jossa yhden oppilaan ajatukset, tiedot, päätelmät, teorit ja mielipiteet eivät sovi yhteen toisen oppilaan vastaavien kanssa ja molemmat yrittävät päästä sovintoon. Tällöin ongelma selvitetään määrätietoisella keskustelulla, joka tähtää näkökantojen yhdistämiseen uudenaikaisiksi ratkaisuisiksi. Nämä yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun synnyttämät älylliset ristiriidat ovat oppimisen kannalta keskeisiä. Johnson ja Johnson (2002) korostavat, kuinka yhteistoiminnallisessa ilmapiiirissä syntyvät ristiriidat ovat hedelmällisiä ja ruokkivat korkeamman tason päättelyä, asioiden muistamista ja luovuutta. (Johnson & Johnson 2002, 119–121.)

Johnson ja Johnson (2002) nostavat esiin yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun erityisenä hyötynä sen synnyttämän luovuuden. Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu lisää ideoiden määrää ja laatua, omintakeisten ideoiden kehittelyä, laajemman ideavalikoiman hyödyntämistä, omaperäisyyttä, vaihtelevien strategioiden käyttöä sekä luovien, mielikuvituksellisten ja uudenlaisten ratkaisujen määrää. Lisäksi he kuvaavat sen lisäävän ryhmän tunneperäistä sitoutumista ongelmanratkaisuun. (Johnson & Johnson 2002, 125–127.)

3.2 Yhteistoiminnallisen oppimisen hyödyt ja haasteet

Slavin (1995, 142) katsoo, että positiivisiin suhteisiin ryhmän sisällä päästään vain yhteistoiminnallisten oppimismetodien kautta. Johnson ja Johnson (1994) pitävät yhteistoiminnallisen oppimisen suurena hyötynä, että oppilaat joutuvat keskinäisriippuvuussuhteisiin, joissa opitaan ymmärtämään yhteistyön luonnetta erilaisten ihmisten kanssa, mikä on elämässä välttämätön taito. Kun oppilaat välittävät toisistaan, motivaatio työskentelyyn yhdessä haastavienkin oppimistavoitteiden saavuttamiseksi kasvaa. Menestyksen kokemukset, joita yhdessä työskennellessä syntyy, parantavat sosiaalisia taitoja, itsetuntoa ja psyykkistä terveyttä, mikä vaikuttaa edelleen kykyyn työskennellä yhteisten tavoitteiden eteen. (Johnson & Johnson 1994, 8–9.)

Sharan & Sahlberg (2002) huomauttavat, että yhteistoiminnallisesti opiskelevat oppilaat oppivat vähintään sen, minkä he oppisivat tavanomaisessakin opetuksessa. Heidän esittelemänsä katsaus tutkimuksista, jotka koskevat yhteistoiminnallista kouluopetusta, osoittaa, kuinka yhteistoiminnallinen oppiminen vaikuttaa myönteisesti opiskelumotivaatioon, terveen itsetunnon rakentumiseen, sosiaalisten taitojen kehittymiseen ja luokan henkisen ilmapiirin muodostumiseen. (Sharan & Sahlberg 2002, 386–402.) Myös Slavin (1995, 142) korostaa tutkimuksien osoittavan selkeästi yhteistoiminnallisen oppimisen positiivisen vaikutuksen oppilaiden itsetuntoon.

Johnson ja Johnson (1994) mukaan yhteistoiminnallinen oppiminen synnyttää enemmän korkean tason päättelytaitoa sekä uusia ideoita ja ratkaisuja kuin yksilökeskeinen tai kilpailuhenkinen oppiminen. Myös siirtovaikutus, jolla tarkoitetaan kykyä soveltaa yhdessä tilanteessa opittuja taitoja jossain toisessa tilanteessa, on yhteistoiminnallisen oppimisen yhteydessä suurempaa. Yhdessä työskentely yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi tuottaa yksin työskentelyyn verrattuna korkeampaa suoriutumista ja tuotteliaisuutta. (Johnson & Johnson 1994, 6.) Myös Slavin (1995, 141–142) toteaa yhteistoiminnallisen oppimisen vaikuttavan positiivisesti oppilaiden suoriutumiseen ja toimivan yhtä hyvin kaikkien oppilaiden kohdalla, mikä tarkoittaa, että oppilaan sukupuolella tai aikaisemmalla suoritusasolla ei ole merkitystä. Johnson ja Johnson (1994) katsovat, että yhteistoiminnallinen oppiminen tulee kyseeseen aina, kun oppimistavoitteet ja niiden hallinta on tärkeää. Se korostuu, kun suoritukselta odotetaan laatua ja tehtävä on monimutkainen tai käsitteellinen. Yhteistoiminnallinen oppiminen nousee esiin myös silloin, kun tarvitaan ongelmanratkaisua sekä luovaa ja kriittistä ajattelua. (Johnson & Johnson 1994, 6.)

Johnson ja Johnson (1994) tuovat esille, kuinka yhteistoiminnallinen oppiminen edistää luovaa ajattelua lisäämällä ideoiden määrää ja laatua, sekä luovassa ongelmanratkaisussa ilmaisujen omaperäisyyttä. Lisäksi työskentely synnyttää innostuneisuuden ja nautinnon tunteita. Yhteistoiminnallisuus luo tilanteita, joissa ryhmässä esiin nousevat erilaiset näkökulmat johtavat vaihtoehtojen monipuolisempaan tarkasteluun. Yksilökeskeisessä ja kilpailuhenkisessä oppimisessa toisten näkökulmat hylätään tai kilpaillaan niitä vastaan. Yhteisöllises-

sä oppimisessa on sen sijaan mahdollisuus harkita ja arvostaa ryhmän muiden jäsenten ajatuksia. (Johnson & Johnson 1994, 7.)

Slavin (1985, 6; 1995, 143) korostaa, että yhteistoiminnallisia oppimismenetelmiä on mahdollista soveltaa eri luokkatasoille ja useimpiin oppiaineisiin, ja niiden käyttö nähdään tehokkuuden lisäksi myös käytännöllisenä. Sahlberg ja Leppilampi (1997, 164) katsovat yhteistoiminnallisen oppimisen ja muiden opetusmenetelmien eron olevan siinä, että yhdessä oppimisen periaatteita voidaan toteuttaa jatkuvasti oppimisessa. Sharan ja Sahlberg (2002, 402) mukaan positiiviset oppimistulokset kuitenkin edellyttävät, että yhteistoiminnallisia menetelmiä käytetään tarkoituksenmukaisesti. Johnson, Johnson ja Holubec (1993, 1) esittävät, että useimmat opettajat eivät tiedä yhteistoiminnallisen oppimisen ja perinteisen ryhmätyön eroja, mikä luonnollisesti on esteenä onnistuneen yhteistoiminnallisen oppimisen toteuttamiselle. Opettajat tietävät ryhmätyöskentelyn voiman oppimisen tuottajana, mutta eivät tiedä tehokasta tapaa toteuttaa yhteistoiminnallista oppimista ja tyytyvät usein tuttuun ja turvalliseen yksilötyöskentelyyn. (Johnson ym. 1993, 1–4.)

Sharan ja Sahlberg (2002) näkevät haasteen erityisesti opettajien peruskoulutuksessa, jossa yhteistoiminnallisen oppimisen menetelmiä on hankala opettaa monipuolisesti, koska niiden oppiminen edellyttää jatkuvaa harjoittelua aidoissa opetustilanteissa. Heidän mukaansa yhteistoiminnallisesta oppimisesta kerrotaan opettajaksi opiskeleville usein vain yksi menetelmä, jota opetuksessa toivotaan käytettävän. Sharan ja Sahlberg (2002) korostavat, että sen sijaan olisi tärkeä perehtyä erilaisiin yhteistoiminnallisen oppimisen menetelmiin erilaisten tavoitteiden saavuttamiseksi. (Sharan & Sahlberg 2002, 402.) Sahlberg ja Leppilampi (1997) ilmaisevat, että yhteistoiminnallinen oppiminen on pedagoginen periaate, joka jäsentää opetusta ja oppimistapahtuman vuorovaikutuksia, ja jonka sisällä voi vaihdella ja yhdistellä muita työtapoja. He katsovat, että opetus on kaikkein tehokkainta, kun opettaja vaihtelee ja yhdistelee erilaisia opetusmenetelmiä tilanteen mukaan. (Sahlberg & Leppilampi 1997, 164.)

4 ONGELMANRATKAISU, YHTEISTOIMINNALLINEN OPPIMINEN JA TEKNOLOGIA OPETUSSUUNNITELMASSA

Luvussa eritellään, miten tutkimuksen kannalta keskeiset käsitteet, ongelmanratkaisu, yhteistoiminnallinen oppiminen ja teknologia näkyvät Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2004. Katsauksen kautta tutkimuksessa on mahdollista tarkastella, kuinka opetukselle asetetut tavoitteet toteutuvat kuula-

rataprojektin yhteydessä, ja kuinka opiskelijoiden perustelut kuularataprojektin toteuttamiselle alakoulussa vastaavat opetussuunnitelman sisältöjä.

4.1 Ongelmanratkaisu opetussuunnitelmassa

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (POPS 2004) mainitsee ongelmanratkaisun ensimmäisen kerran määritellään opetuksen toteuttamisen yhteydessä oppimiskäsitystä. Oppiminen nähdään aktiivisena ja päämääräsuuntautuneena, itsenäistä tai yhteistä ongelmanratkaisua sisältävänä prosessina. Oppimiskäsityksen lisäksi oppimisympäristölle asetetuissa tavoitteissa tuodaan esille, kuinka oppimisympäristön tulee edistää oppilaan aktiivisuutta ja luovuutta tarjoamalla kiinnostavia haasteita ja ongelmia. Lisäksi työtapojen yhteydessä mainitaan, kuinka niiden tehtävänä on kehittää oppimisen, ajattelun ja ongelmanratkaisun taitoja. (POPS 2004, 18–19.) Näiden opetussuunnitelman yleisten linjausten ohella useiden oppiaineiden opetuksen tavoitteissa ja sisälöissä vähintään sivutaan ongelmanratkaisutaitojen kehittämistä.

Matematiikan opetuksella halutaan kehittää oppilaan matemaattista ajattelua tai toimintaa, jotta ongelmien löytäminen, muokkaaminen ja ratkaisujen etsiminen onnistuu myös arkipäivän tilanteissa. Ongelmien kohtaaminen, ymmärtäminen ja niiden ratkaiseminen korostuu kaikkien peruskoulun vuosiluokkien kohdalla. (POPS 2004, 158–167.) Ympäristö- ja luonnontiedossa vuosiluokilla 1-4 tärkeässä asemassa on tutkiva ja ongelma-keskeinen lähestymistapa, mikä toteutetaan oppilaan omista lähtökohdista (POPS 2004, 170). Peruskoulun kuvataiteen opetus tähtää mielikuvituksen kehittymisen ohella luovan ongelmanratkaisun ja tutkivan oppimisen taitojen kehittymiseen (POPS 2004, 236). Myös käsityössä ongelmanratkaisutaitojen kehittyminen nostetaan esiin yhtenä käsityön opetuksen tehtävänä. Vuosiluokkien 5-9 tavoitteena on, että oppilas oppii ratkaisemaan havaitsemiaan ongelmia luovalla tavalla. Ongelmien yhteys muihin oppiaineisiin, kuten kuvataiteeseen, luonnontieteisiin ja matematiikkaan, on käsitöissä keskeinen aihe. (POPS 2004, 242–244.)

4.2 Yhteistoiminnallinen oppiminen opetussuunnitelmassa

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2004) arvopohjassa mainitaan, kuinka perusopetuksen tulee edistää yhteisöllisyyttä ja vastuullisuutta (POPS 2004, 14). Oppimiskäsityksen yhteydessä yhteistoiminnallisuuteen viittaa vastavuoroisessa yhteistyössä tapahtuva oppiminen. Myös oppimisympäristön tulee tukea oppilaiden keskinäistä vuorovaikutusta. Sen tulee edistää vuoropuhelua ja ohjata oppilaita työskentelemään ryhmän jäsenenä. (POPS 2004, 18.) Lisäksi opetussuunnitelmassa mainitaan sosiaalisten taitojen aktiivinen kehittäminen. Työtapojen tulee tukea oppilaiden keskinäisessä vuorovaikutuksessa tapahtuvaa oppimista ja edistää sosiaalista joustavuutta. Niiden tulee

edistää oppilaiden kykyä toimia rakentavassa yhteistyössä ja kantaa vastuuta toisista. (POPS 2004, 19.) Seuraavaksi tarkastellaan, kuinka edellä mainitut opetussuunnitelman linjaukset näkyvät muutamien oppiaineiden tavoitteissa ja sisällöissä sekä aihekokonaisuuksien toteuttamisessa.

Aihekokonaisuudet ovat kasvatus- ja opetustyön keskeisiä painoalueita, joiden tavoitteet sisältyvät useisiin oppiaineisiin. Niiden tehtävänä on eheyttää kasvatusta ja opetusta sekä vastata ajan koulutushaasteisiin. (POPS 2004, 38.) Yhteistoiminnalliseen oppimiseen viitataan ihmisenä kasvaminen - aihekokonaisuudessa, jonka yhtenä tavoitteena on oppia toimimaan ryhmän ja yhteisön jäsenenä. Sen sisältöihin kuuluvat muun muassa toisten huomioon ottaminen, oikeudet, velvollisuudet ja vastuut ryhmässä sekä erilaiset yhteistoimintatavat. (POPS 2004, 38.) Opetussuunnitelman perusteella kyseisten sisältöjen pitää näkyä eri oppiaineiden opetuksen tavoitteissa ja sisällöissä. Yhteistoiminnalliseen oppimiseen viittaavat vuorovaikutus- ja yhteistyötaidot sekä ryhmässä toimiminen. Ne sopivat opetussuunnitelman mukaiseen määrittämään oppimiskäsityksestä, oppimisympäristöstä ja työtavoista.

Ympäristö- ja luonnontiedossa 4. luokan päättyessä edellytetään ryhmässä toimimisen perussääntöjen hallitsemista (POPS 2004, 173). Kuvataiteessa vuosiluokilla 5-9 tavoitteeksi on asetettu työskentely yhteisön jäsenenä kuvataiteen projekteissa. Päättöarvioinnin kriteereissä edellytetään kykyä vuorovaikutteiseen yhteistyöhön muiden kanssa. (POPS 2004, 239–240.) Käsiyön tavoitteiden yhteydessä vuosiluokille 1-4 tuodaan esille, kuinka oppilaan pitkäjänteisyyttä ja ongelmanratkaisutaitoja kehitetään itsenäisen työskentelyn lisäksi myös ryhmässä (POPS 2004, 242).

4.3 Teknologia opetussuunnitelmassa

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2004) teknologia mainitaan ensimmäisen kerran ihminen ja teknologia -aihekokonaisuuden yhteydessä, jonka päämäärä määritellään seuraavasti:

Ihminen ja teknologia -aihekokonaisuuden päämääränä on auttaa oppilasta ymmärtämään ihmisen suhdetta teknologiaan ja auttaa näkemään teknologian merkitys arkielämässämme (POPS 2004, 42).

Järvinen ja Rasinen (2012, 207) toteavat Opetushallituksen toteuttamassa aihekokonaisuuksien seuranta-arvioinnissa, että ihminen ja teknologia -aihekokonaisuuden myötä on syntynyt velvoite teknologian opetukseen, mitä ei aikaisemmin ole ollut. Rasisen, Ikosen ja Rissanen (2008, 31) mukaan viittauksia teknologiakasvatukseen löytyy perusopetuksen opetussuunnitelman perusteista (2004) vain luonnontieteistä, lähinnä fysiikasta, ja huomattavasti käsitöistä, erityisesti teknisestä työstä. Fysiikan opetuksen tavoitteisiin kuuluu vuosiluokilla 7-9 valmiuksien antaminen teknologian tiedonalaan kuuluvien asioiden käsittelyyn ja ympärilläme olevan teknologian merkityksen ymmärtämiseen,

mikä sopii hyvin ihminen ja teknologia -aihekokonaisuuden päämääriin (POPS 2004, 191). Myös kemian opetuksessa teknologian ymmärtäminen nostetaan esiin samoilla vuosiluokilla (POPS 2004, 195). Edelleen käsitöissä ymmärryksen kehittäminen teknologian arkipäivän ilmiöistä on yksi opetuksen tehtävistä, mikä näkyy selkeästi opetuksen tavoitteissa sekä vuosiluokilla 1-4 että 5-9. Teknisen työn sisällöt johdattavat monipuoliseen näkemykseen teknologiasta, ja tekstiilityön sisällöissä teknologia nousee esiin muun muassa se hyötykäyttönä. (POPS 2004, 242–246.)

Rasinen ym. (2008, 31) jatkavat, että muiden oppiaineiden opetuksen tavoitteissa ja sisällöissä ihminen ja teknologia -aihekokonaisuuden näkökulmat eivät nouse selkeästi esille. Niistä löytyy kuitenkin mainintoja teknologiaan liittyvästä toiminnasta. Historiassa vuosiluokkien 7-9 päättöarvioinnin kriteereissä edellytetään kykyä hankkia informaatiota nykyteknologian avulla (POPS 2004, 225). Myös musiikin opetuksessa sovelletaan teknologian tarjoamia mahdollisuuksia (POPS 2004, 232). Kuvataiteen opetuksessa vuosiluokilla 5-9 puolestaan painotetaan mediateknologian hallintaa (POPS 2004, 238). Nämä tavoitteet viittaavat teknologian käyttöön, mikä kuuluu ihminen ja teknologia -aihekokonaisuuden tavoitteisiin. Moniulotteisempaa roolia teknologia ei kuitenkaan näiden oppiaineiden opetuksen tavoitteissa ja sisällöissä saa.

Teknologian asemaa opetussuunnitelmassa tarkastellaan lisää luvussa 8, jossa keskitytään siihen, kuinka teknologian pitää opetussuunnitelmassa näkyä tavoitteellisen teknologiakasvatuksen toteutuksen kannalta. Seuraavaksi siirrytään tarkastelemaan perusteita sille, miksi teknologiakasvatuksen tulee saada parempi asema niin opetussuunnitelmassa kuin käytännön tasolla koulutyössä.

5 TEKNOLOGIAN KÄSITE

Teknologistuneissa yhteiskunnissa teknologian asema ihmisten elämässä on nykyään niin suuri, että voidaan puhua teknologiaperusteisesta elämänmuodosta. Teknologisen elämänympäristön ymmärtäminen sekä taito ottaa kantaa sen kehityssuuntaan ovat yleissivistystä. (Parikka & Rasinen 2000, 9; Parikka 2005, 243.) Koska tapamme elää on muuttunut täysin teknologiasta riippuvaiseksi, teknologiaa tulee arkitaitojen osalta opiskella riittävästi jo peruskoulussa (Rasinen & Parikka 2012, 207–208). Kehitysvauhdin rinnalla tietoisuus teknologian muodoista ja vaikutuksista voi nimittäin hämärtyä. Toisaalta informaatio-tekniikan alalla tapahtuvat hetkelliset kehityshuiput eivät tarkoita, että kaikki muutkin teknologian alat kehittyvät samaan tahtiin. Teknologinen kehittyminen tapahtuu ihmisten ohjaamana tiettyyn suuntaan. (Parikka & Rasinen 2000, 9; Parikka 2005, 243.)

Teknologisella alalla työskentelevien ihmisten pitää ymmärtää alan luonnetta voidakseen toimia tietoisesti ja vastuullisesti. Toisaalta jokaisen ihmisen pitää pystyä arvioimaan teknologiaa sivistyneesti, jos sitä kohtaa säännöllisesti elämässään. (de Vries 2005, 9.) Teknologiset tiedot ja taidot ovat parhaimmil-

laan myös kansantaloudellisesti vahva valtti, jos niiden soveltaminen käytännön ongelmien ratkaisuun onnistuu. (Parikka & Rasinen 2000, 9; Parikka 2005, 243.)

Parikan (2005) mukaan ihmisten rooli muuttuu tulevaisuudessa yhä aktiivisempaan suuntaan, mikä asettaa vaatimuksia myös teknologiselle osaamiselle. Kyky ratkoa elämässä ja työssä vastaan tulevia ongelmia perustuu erityisosamiseen ja tehokkaaseen ajatteluun. Tuloksellinen toiminta edellyttää itseohjautuvuuden lisäksi myös tiimityöskentelyn taitoja. (Parikka 2005, 243.) Työelämässä vaadittavia ominaisuuksia ovat suunnitelmallisuus, joustavuus toiminnoissa, luovuus, kriittinen ajattelu, kulttuurien tuntemus sekä sosiaalisuus. Peruskoulussa on siksi järkevää käyttää opetusjärjestelyjä, jotka tukevat kyseisten ominaisuuksien kehitystä. (Parikka 1997, 82; 2005, 244.) Työelämän tukeutuessa vahvasti teknologiaan, koulun pitää suhtautua työntekoon tavalla, jossa suunnittelu- ja kehitysprosesseissa korostuu yksilön lisäksi myös ryhmän vastuu. Luovaan toimintaan kuuluvat kysymykset, kriittinen asennoituminen sekä uudet ja omaperäiset näkökulmat. (Parikka 1998, 68.)

Myös de Vries (2005) katsoo, että ihmiset tarvitsevat erityisiä tietoja ja taitoja toimiakseen teknologiapainotteisessa ympäristössä, mikä luo tarvetta teknologiakasvatukselle. De Vriesin (2005) mukaan teknologian filosofia on suhteellisen nuori tieteenala, ja sen asema keskusteluissa ei ole selvästi kiteytynyt, minkä vuoksi alan peruskysymyksistä käydään vielä kiivasta keskustelua. Teknologian filosofialla ei ole selkeitä koulukuntia vakiintuneine perinteineen, vaan se on ennemminkin kollaasi monia erilaisia ideoita ja ehdotuksia, mikä ei kuitenkaan tarkoita, ettei se tarjoa opillista tarttumapintaa. (de Vries 2005, 6–7, 9.)

De Vries (2005) toteaa, että teknologiakasvatus on niukimmillaan satunnaisten tietojen ja taitojen opetusta ilman käsitystä teknologiasta ja sen luonteesta. Tällöin opetus ei edistä arkielämän taitoja, joita tarvitaan teknologisessa maailmassa. Teknologiaa opettavien kannalta teknologian filosofiaan tutustuminen voidaan nähdä monesta näkökulmasta hyödyllisenä. Se voi toimia inspiraation lähteenä opetussuunnitelman sisältöjen määrittelyssä ja tuottaa oivalluksia, kuinka opetus- ja oppimistilanteet pitää rakentaa. Lisäksi teknologian filosofian ymmärrys voi muun muassa auttaa koordinoimaan teknologian opetusta eri oppiaineiden parissa. (de Vries 2005, 8.)

Mitcham (1994, 161–266) on määritellyt neljä teknologian filosofian lähestymistapaa teknologian käsitteellistämiseen. Niiden mukaan teknologiaa voidaan tarkastella objekteina, tietona, toimintana ja tahtona. De Vries (2005, 7) toteaa, että rajat näiden lähestymistapojen välillä ovat kuitenkin häilyvät, minkä vuoksi ne sisältävät paikoin elementtejä toisistaan. Jaottelu kuitenkin auttaa jäsentämään teknologian filosofian olennaisia ulottuvuuksia, joita käsitellään seuraavaksi kyseistä jaottelua mukaillen.

5.1 Teknologia objekteina

Mitcham (1994) ryhmittelee teknologisia objekteja jakamalla ne vaatteisiin, tarve-esineisiin, rakenteisiin, laitteisiin, hyödykkeisiin, työkaluihin, koneisiin ja automaatioon. Hän kuvailee edellä mainittujen lisäksi laajan teknologian määrittelyn sisältävän ainakin vielä kolme lisäryhmää: tekemisen työkalut, kuten soittimet, taiteeseen tai uskontoon liittyvät esineet sekä lelut. Ryhmittelyn rajat ovat kuitenkin häilyvät, koska sama kohde voidaan määrittellä kuuluvaksi useampaan ryhmään. (Mitcham 1994, 162-163.) Alamäen (1999, 29) mukaan Mitchamin (1994) luokittelun heikkous on siinä, että hän rajoittaa teknologiset kohteet ainoastaan esineisiin, kun teknologisten toimintojen tuotos voi esineiden lisäksi olla myös järjestelmä tai systeemi. Svensson (2011) kuvailee teknologisia systeemejä komponentteina ja niiden suhteina. Komponentit voivat olla joko konkreettisia tai abstrakteja, ja yhdessä ne muodostavat kokonaisuutena systeemin. (Svensson 2011, 375.)

De Vries (2005) tuo esille, kuinka teknologian filosofiassa systeemin käsitteessä erotetaan fyysinen ja toiminnallinen luonne. Systeemillä voidaan karkeasti käsittää joukko osia, jotka toimivat yhdessä. Useimmat esineet koostuvat useammasta kuin yhdestä osasta, ja niiden on toimittava yhdessä, jotta esine täyttää tehtävänsä. Tapa, jolla systeemin osat on yhdistetty, kuvaa sen fyysistä luonnetta. Toinen tapa käsitteellistää teknologisia systeemejä on tarkastella niiden toiminnallista luonnetta. Toiminnallisen luonteen näkökulma paljastaa muutokset, jotka systeemi tuottaa tapahtumaketjun syöttö-prosessi-tuotos aikana. Syvemmän ymmärryksen saavuttaminen teknologian tarkasteluun objekteina edellyttää, että ymmärtää, että esineet on suunniteltu tavalla, jossa niiden fyysinen luonne sopii yhteen toiminnallisen luonteen kanssa. (de Vries 2005, 10-11, 18-19, 25-27.)

De Vriesin (2005) mukaan teknologiakasvattajille käsitykset objektien erilaisuudesta ovat hyödyllisiä. Ne on huomioitava opetuksessa siten, että intuitiivisen ymmärryksen ja luokkatilanteessa havainnollistettavan käsitteen välille saadaan vastakkainasettelu, jotta opetus tehoaa. On selvítettävä, onko oppilailla objektien toiminnalliseen ja fyysiseen luonteeseen liittyvää ymmärrystä jo valmiiksi. Kuinka oppilaat esimerkiksi kuvailevat veitsen? Kuvaillaanko se ensisijaisesti fyysisten ominaisuuksien vai käyttötarkoituksen mukaan? (de Vries 2005, 11, 110-111.)

5.2 Teknologia tietona

Duggerin (1997, 11) mukaan teknologisen tiedon avulla ihmiset ottavat osaa teknologisiin prosesseihin, joissa teknologinen tieto puolestaan kehittyy. Alamäki (1999, 27) pitää teknologista tietoa teknologian kognitiivisena ulottuvuutena, joka on läheisesti yhteydessä luonnontieteisiin. Hänen mukaansa teknologinen tieto jaetaan käsitteelliseen tietoon ja menettelytapatietoon. Teknologi-

seen käsitteelliseen tietoon liittyvät teknologiset käsitteet sekä yhteydet toisiin tieteenaloihin ja teorioihin. Teknologiseen menettelytapatietoon luetaan puolestaan teknologiset toimintaperiaatteet, säännöt ja tekniikat. (Alamäki 1999, 34–35.) Myös de Vries (2005) käyttää edellä kuvattua teknologisen tiedon jaottelea käsitteelliseen tietoon ja menettelytapatietoon, mutta hän sijoittaa Alamäen (1999) jaottelusta poiketen säännöt käsitteellisen tiedon alaisuuteen. De Vriesin (2005) mukaan käsitteelliseen tietoon kuuluvat tieteenalan faktat ja teoriat, mutta myös säännöt ja kriteerit, minkä vuoksi tieto on luonteeltaan paitsi kuvailevaa myös ohjailevaa. Menettelytapatietona hän pitää tietoa siitä, kuinka ratkaista suunnitteluongelmia. (de Vries 2005, 59–60.)

Feibleman (1983) määrittelee luonnontieteen, soveltavan tieteen ja teknologian eroja ja yhteyksiä. Luonnontieteen on tarkoitus tuottaa tietoa ja soveltava tiede puolestaan käyttää tätä tietoa johonkin käytännön tarkoitukseen. Feiblemanin (1983) määrittelyn mukaan luonnontiede etsii selityksiä ja tähtää luonnon ymmärtämiseen, kun taas soveltava tiede käyttää sen löydöksiä käytännön tehtäviin. Kun soveltava tiede kehittää sovelluksia teorioiden pohjalta, teknologiassa toiminta on vielä lähempänä käytäntöä. Feibleman (1983) tuo esille, kuinka historiallisesta näkökulmasta katsottaessa teknologian saavutukset ovat kehittyneet myös ilman tiedettä vahinkoihin ja yleiseen kokemukseen perustuen. Teknologian lait kehittyvät usein yleistyksien kautta, jotka on saatu käytännön kokemuksista, sen sijaan, että teoreettisten lakien pohjalta luotaisiin käytännön sovelluksia. (Feibleman 1983, 33–36.)

Alamäki (1999, 27) toteaa teknologisen tiedon nojaavan enemmän sääntöihin kuin lakeihin, jotka useimmiten liitetään luonnontieteiden yhteyteen. Mitcham (1994) esittelee aihetta laajemmin kuvaillessaan luonnontieteiden keskeisinä käsitteinä havainnoinnin, lait ja teoriat. Teknologian vastaavina käsitteinä hän puolestaan erottaa toiminnot, säännöt ja teoriat. Mitchamin (1994) mukaan yleisiin teorioihin perustuvat luonnontieteen lait, joiden totuus on myös mahdollista kyseenalaistaa, kuvailevat objektiivisesti empirisiä ilmiöitä tai luonnolakeja. Teknologisiin sääntöihin, jotka määräävät toiminnan suuntaa, liittyy sen sijaan ainoastaan kysymys niiden tehokkuudesta. (Mitcham 1994, 197.) Feiblemanin (1983, 37) mukaan teknologian ihanne on tehokkuus, joka yritetään saavuttaa tiettyjen rajoitusten puitteissa. Alamäen (1999, 33) mukaan teknologia hyödyntää luonnontiedettä ja luonnontieteen lakeja käytännön ongelmien ratkaisemiseen.

Mitcham (1994, 198) määrittelee luonnontieteen ja teknologian eroja myös toteamalla, että luonnontiede tähtää maailman ymmärtämiseen, kun teknologia keskittyy maailman kontrollointiin ja manipulointiin. Dugger ja Young (1995) näkevät luonnontieteen etsivän vastausta kysymykseen ”mitä?”, kun teknologia keskittyy selvittämään vastausta kysymykseen ”miten?”. Heidän mukaansa teknologiassa luodaan tietoa ja luonnontieteissä sitä löydetään. (Dugger & Young 1995, Järvisen 2001, 28 mukaan) Järvinen (2001, 29) kuvailee, kuinka teknologia toimii usein tieteellisen tutkimuksen apuvälineenä, mutta korostaa teknologian näkemistä myös laajempina ilmiönä. De Vries (2005) huomauttaa, että teknologiseen tietoon kuuluu olennaisena osana myös normatiivisuus, mikä

tarkoittaa, että opettamiseen ja oppimiseen sisältyy aina arvioiva näkökulma asioihin. Ei siis riitä, että tietää, mikä laite on, vaan on myös pohdittava, millainen sen pitäisi olla, ja kuinka se toimisi paremmin. (de Vries 2005, 47–48.)

5.3 Teknologia toimintana

Mitchamin (1994) mukaan teknologia toimintana on keskeinen tapahtuma, jossa tieto ja tahto yhdistyvät teknologisten esineiden synnyttämiseksi tai käyttämiseksi. Toiminta voidaan jakaa laajasti tuotantoon ja käyttöön. Tuotantoon kuuluvat toiminnot, joita ovat käsillä tekeminen, keksiminen ja suunnittelu. Käytöllä viitataan teknologisiin prosesseihin, joita ovat valmistus, työskentely, opeointi ja ylläpito. (Mitcham 1994, 209–210.) Teknologista toimintaa määriteltäessä Alamäki (1999, 35) nostaa tuotannon ja käytön rinnalle yläkäsitteeksi myös suunnittelun.

De Vriesin (2005) mukaan teknologiaan kuuluvia prosesseja ovat suunnittelu, valmistus ja teknologian käyttö, joka pitää sisällään myös arvioinnin. Suunnitteluprosessi on läheisesti yhteydessä teknologisessa tiedossa erityisesti käsitteelliseen ja menettelytapatietoon, koska siihen liittyvä ongelmanratkaisu on aina yhdistelmä näitä molempia. De Vries (2005) tuo esille, että valmistusprosessit eivät ole saaneet teknologian filosofiassa paljon huomiota, mutta ne voidaan jakaa kehitysvaiheiden perusteella työkalu-, kone- ja automaatiotuotantoon. Teknologisten tuotteiden käyttöä tarkasteltaessa huomio kohdistetaan siihen, kuinka päätökset niiden käyttämisestä syntyvät. Käyttäjillä on aikomuksia ja tuotteeseen liittyviä uskomuksia, että tuotteen avulla aiheet on mahdollista saavuttaa. Käyttäjän pitää kuitenkin arvioida sitä, kuinka hyvin tuotteen käyttäminen toteuttaa asetetut tavoitteet, mikä vaikuttaa tuotteen käyttöön jatkossa. Teknologisten tuotteiden käytön aiheuttamia seurauksia voidaan arvioida myös laajemmin esimerkiksi ympäristövaikutuksina, jolloin arviointi on tärkeä tehdä jo etukäteen. Teknologisen arvioinnissa pyritään huomioimaan laajasti niin tekniset, taloudelliset kuin sosiaalisetkin vaikutukset. (de Vries, 49, 59–63.)

5.4 Teknologia tahtona

Järvisen (2001) mukaan teknologiaa voidaan tarkastella ihmisten kulttuurin tuotoksena, mikä auttaa niin yksilöiden kuin teollisuuden tasolla tyydyttämään erilaisia tarpeita ja tarkoituksia. Hän kuvaa, kuinka ihmisiltä pitää löytyä halu valmistaa teknologiaa, jolloin idealistisesti ajateltuna ihmisten vapaa tahto on toimeenpaneva voima etsiä ratkaisuja yksilöllisiin tai yhteisiin tarpeisiin. Teknologisten prosessien taustalta löytyy siten aina yksilön kognitiivinen pyrkimys toimia. Kuitenkin nykypäivänä ei ole harvinaista, että teknologian kehityksen taustalla vaikuttavat markkinavoimat, jotka luovat tarpeen ostaa ja käyttää tek-

nologiaa. (Järvinen 2001, 25, 29, 31, 45.) Myös Alamäki (1999) korostaa ihmisten tahtoa ja toimintaa teknologisten prosessien taustalla. Ihmisten tunteet, arvot ja motivaatio ohjaavat teknologisten prosessien muodostumista. (Alamäki, 1999, 35.)

Teknologia voidaan nähdä myös sosiaalisena ilmiönä, joka on luontainen osa ihmisten kulttuuria. Sosiokulttuurisen lähestymistavan kannattajat pitävät teknologiaa ihmisten ja luonnon välisen suhteen keskeisenä tekijänä (Pytlik, Lauda & Johnson 1985, Hansen & Froelichin 1994, 181 mukaan) Tynjälän (1999, 37) mukaan konstruktivismi on tiedon olemusta käsittelevä paradigma, jonka ilmenemismuoto oppimisen tutkimuksen ja pedagogiikan alueella on konstruktivistinen oppimiskäsitys. Sen mukaan tieto on aina yksilön ja yhteisöjen itsensä rakentamaa, mikä tarkoittaa, että objektiivista tietoa maailmasta ei ole mahdollista saada suoraan yksilön havaintojen ja kokemusten kautta. (Tynjälä 1999, 37.) Rasinen (2005) huomauttaa, kuinka konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaisesti jokainen voi tietojensa pohjalta rakentaa oman määritelmänsä teknologiasta. Konstruoinnin lähtökohtana teknologia voidaan ajatella ihmisen ja luonnon vuorovaikutukseksi, johon liittyy inhimillisten innovaatioiden aktiivinen toiminta sekä käyttöönotto. (Rasinen 2005, 234.)

5.5 Teknologian käsitteen määrittelyä

Tutkimuksessa olennaista ei ole teknologian etymologinen määrittely, jolla tarkoitetaan sanan alkuperän ja merkityksen kehitysvaiheiden tutkimista (Nurmi, Rekiaro & Rekiaro 1999, 106), vaan ollaan enemmän kiinnostuneita teknologian ja kasvatuksen välisistä yhteyksistä. Parikkaa (1998) mukaillen voidaan kuitenkin todeta lyhyesti, että sana teknologia rakentuu kahdesta toisiaan täydentävästä käsitteestä. Teknos -osaan kuuluvat tekniikan ilmiöt, välineet ja laitteet, koneet sekä niiden rakenteet ja toimintaperiaatteet. Logos -osan muodostavat teorialat, tietämys, järkeily ja ymmärrys, jotka mahdollistavat tekniikan käsitteellistämisen. (Parikka 1998, 70.)

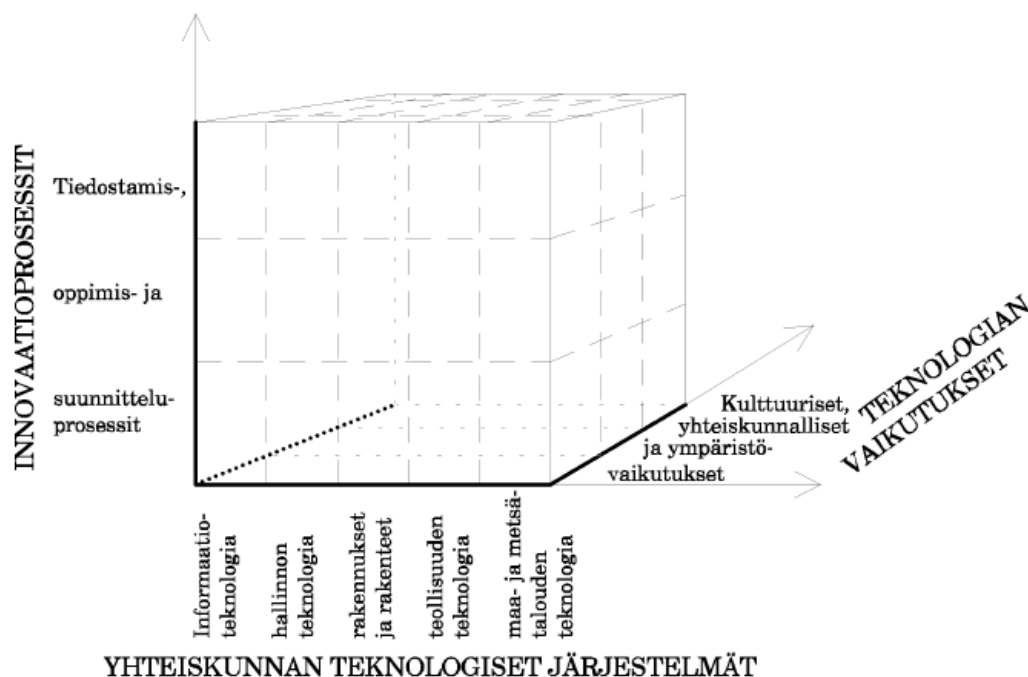
Rasinen (2005, 234) huomauttaa, että teknologian käsitteen määrittelyyn vaikuttaa määrittelijän tausta, millä hän tarkoittaa koulutus- ja ammattitaustaa, tieteenalaa, jota määrittelijä edustaa sekä näkökulmaa, josta määrittely tehdään. De Vries (2005, 11) kirjoittaa, että teknologiaa koskevia määritelmiä löytyy lukemattomia, joista yhtä ylivertaista ei pysty nimeämään.

Ihde (1993) antaa teknologialle varsin laajan määritelmän, joka koostuu kolmesta ulottuvuudesta. Ensin tarvitaan jokin konkreettinen komponentti ja toiseksi ihmiset käyttämään kyseistä komponenttia. Kolmanneksi tähän teknologian määritelmään sisältyy teknologian ja ihmisten välinen suhde, joka rakentuu ihmisten käyttäessä, suunnitellessa, valmistessa ja muunnellessa teknologiaa. (Ihde 1993, 47.) De Vriesin (2005) mukaan laajassa merkityksessä teknologian käsite voidaan ajatella inhimillisenä toimintana, joka muuttaa luonnollista ympäristöä ihmisten tarpeisiin paremmin sopivaksi. Muutos tapahtuu käytettäessä moninaista informaatio ja tietoa, luonnonmateriaaleja ja energiaa sekä kult-

tuurisia resursseja, kuten rahaa ja sosiaalisia suhteita. Määritelmään sisältyvät käyttäjät eli ihmiset, jotka ovat toiminnoissa mukana. (de Vries 2005, 11–12.)

Parikka (1998) havainnollistaa teknologian ulottuvuuksia kuutiomallilla (kuvio 2), jossa yksilölle tarpeellisen teknologiakompetenssin muodostuminen tapahtuu kolmen ulottuvuuden pohjalta. Ensimmäinen ulottuvuus, mallin pituus, muodostuu teknologiajärjestelmistä, jotka mahdollistavat aineellisen hyvinvoinnin. Mallin toinen ulottuvuus, korkeus, kuvaa innovaatioprosesseja, joita tarvitaan teknologian hyödyntämisessä ja suunnittelussa. Innovaatioprosessit liittyvät kiinteästi teknologiajärjestelmiin, koska järjestelmiin perustuvat käsitteet ovat työkaluja, joita innovatiivisessa ajattelussa käytetään. Kuutiomallin kolmas ulottuvuus, syvyys, muodostuu teknologian kulttuuri-, yhteiskunta- ja ympäristövaikutusten tiedostamisesta ja ymmärtämisestä. Vaikutukset ovat joko myönteisiä tai kielteisiä, ja kuinka hyvin ne pystytään tunnistamaan ja hyödyntämään, ilmentää kuutiomallin syvyyttä. (Parikka, 1998, 70–72.)

Rasinen (2000, 35–36; 2005, 231–232) pitää Parikan mallin ansiona sen soveltuvuutta didaktiikkaan, koska mallin esittelemät innovaatioprosessit voidaan nähdä liittyvän oppimistapahtumaan. Rasisen, Virtasen, Endepohls-Ulpen, Ikosen, Ebachin ja Stahl-von Zabernin (2009) mukaan teknologiset innovaatioprosessit edustavat korkeinta teknologian oppimisen tasoa, johon kuuluvat teknologian ymmärtäminen, soveltaminen ja keksiminen. Teknologisessa innovointiprosessissa tietoja ja työkaluja sovelletaan käytännön ongelmanratkaisussa luoviin ja innovatiivisiin ratkaisuihin. Teknologiakasvatuksessa innovatiivisiin ongelmanratkaisuprosesseihin kuuluvat olennaisesti myös suunnittelu, mallintaminen, arviointi sekä esteettiset ja eettiset näkökulmat. Toiminnassa keskeinen rooli on tekemällä oppimisella. (Rasinen ym. 2009, 371–372.)



KUVIO 2 Teknologian määrittelyn kuutiomalli (Parikka 1998, 72)

6 MITÄ ON TEKNOLOGIAKASVATUS?

Seuraavaksi syvennyttään tarkemmin teknologiakasvatuksen käsitteeseen. Tarkoitus on kuvailla sen sisään rakentuvaa maailmaa, tyypillisiä piirteitä ja ominaisuuksia, joita käsite jäsentää. Lisäksi tuodaan esille näkökulmia ja lähtökoh-
tia tavoitteellisen teknologiakasvatuksen järjestämiseksi. Ensiksi tarkastellaan kuitenkin lyhyesti, millainen käsitys nuorilla on teknologiasta.

6.1 Kuinka nuoret ymmärtävät teknologian?

De Vriesin (2005) mukaan oppilaiden käsitys teknologiasta on usein hyvin kapea ja yksipuolinen. He kuvailevat sitä lähinnä listana teknologisia esineitä, jossa tietokoneen asema on silmiinpistävä. Lisäksi teknologiaksi mielletään enenemissä määrin vain korkean teknologian tuotteet. Tähän vaikuttaa osaltaan tapa, jolla teknologia näkyy mainoksissa ja lehdissä, joissa se edustaa lähes aina uusia huipputeknologian laitteita, joita hankitaan viihtymiseen ja elämän helpottamiseksi. Laitteiden saatavuutta edeltävät kuitenkin suunnittelu- ja valmistusprosessit. Ilman tietoisuutta näistä prosesseista on epätodennäköistä, että teknologian taustalla ymmärretään inhimillisen päätöksenteon merkitys, jossa tiedolla on vahva rooli. Oppilaiden käsitteellistäessä teknologiaa usein vain sen esineellisellä ulottuvuudella (ks. 6.1) on vahva asema, ja muut ulottuvuudet jäävät pimentoon. (de Vries 2005, 105–108.) Järvinen ja Rasinen (2012) ovat tutkineet Suomessa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteista (2004) löytyvän ihmisen ja teknologia -aihekokonaisuuden tavoitteiden toteutumisesta peruskoulussa. He raportoivat samansuuntaisia tuloksia nuorten kapea-alaisesta näkemyksestä teknologian suhteen. Tutkimuksessa yhdeksännen luokan oppilaista suurin osa mielsi teknologian vain tieto- ja viestintätekniikkaan liittyväksi asiaksi. (Järvinen & Rasinen 2012, 212.) Kansainvälisesti tarkasteltuna vastaavia kapea-alaisia näkemyksiä teknologiasta on Duggerin (2011) mukaan myös amerikkalaisilla. Vuosina 2004 ja 2001 tehdyt kyselyt osoittavat, että monet heistä ymmärtävät teknologian käsittävän ainoastaan tietokoneet, elektroniikan ja Internetin. (Dugger 2011, 36.)

Järvinen (2001, 26–27) huomauttaa, että ymmärrettäessä teknologia yksinomaan hyvinvointia ja mukavuutta tuottavana asiana, se nostaa harvoin esiin negatiivisia asenteita. De Vriesin (2005) mukaan nuorilla on pääsääntöisesti positiivinen, mutta kapea näkemys teknologiasta. Hän nostaa esiin, että nuorten käyttämissä kuvailevissa ilmaisuihin, jotka koskevat teknologian piirteitä, esiintyvät vain harvoin sanat luovuus, innovaatiot ja mielikuvitus. Teknologian inhimillistä ja sosiaalista ulottuvuutta tarkasteltaessa teknologia mielletään positiivisessa sävyssä. Sen negatiivisia vaikutuksia tiedostetaan vain vähän. Tämä voi liittyä esineellisen ulottuvuuden vahvaan asemaan nuorten ajattelussa, mikä näkyy kykenemättömyytenä tehdä kriittisiä arvioita kulutusvalinnoissa. (de Vries 2005, 105–108.) Järvisen ja Rasisen (2012) tutkimuksen mukaan Suomessa

nuorten kohtuullisen myönteinen asenne teknologiaa kohtaan ei kuitenkaan tarkoita kritiikitöntä suhtautumista siihen. Suuri osa nuorista vaikuttaa nimitäin pohtivan teknologiaan liittyviä eettisiä, moraalisia ja tasa-arvokysymyksiä. Lisäksi he pyrkivät teknologian vastuulliseen käyttämiseen ja järkeviin valintoihin. Sen sijaan nuoret eivät vaikuta uskovan omiin kykyihinsä teknologian kehittäjinä, vaikka tiedostavat, että rakennettu maailma ei ole vielä valmis. Nuoret tiedostavat teknologian kehittyvän muidenkin kuin insinöörien johdolla, mutta eivät tunne itseään aktiivisiksi toimijoiksi teknologisissa prosesseissa. Huomattava osa heistä ei koe tehneensä sovelluksia kehittämisensä teknologisista ideoista, mikä nostaa esiin myös teknologian määrittelyongelman, kun teknologia ymmärretään kapeasti. (Järvinen & Rasinen 2012, 215–219.) Lindh (2006, 63) korostaa, että kapealla teknologian tietämyksellä elämässä kohdattavien teknologisten ongelmien ratkaiseminen ei onnistu, ja siksi laaja-alaiselle yleissivistävälle teknologiakasvatukselle on tarvetta.

Parikka (2005, 244) kirjoittaa, että kasvatustoiminnassa pitäisi alusta alkaen toteutua myös sukupuolten tasa-arvo, jolloin tytöillä ja pojilla on mahdollisuus saada samat valmiudet kaikkiin työelämän ammatteihin. De Vriesin (2005) mukaan tyttöjen kiinnostus teknologiaa kohtaan on kuitenkin vähäisempää, mikä ilmenee myös kapeampana käsityksenä sen olemuksesta. Jos teknologian inhimilliset ja sosiaaliset ulottuvuudet eivät aukea tytöille opetuksessa, vaan jäävät esineellis-orientoituneisuuden varjoon, kiinnostus vähenee entisestään. (de Vries 2005, 108.) Myös Järvisen ja Rasisen (2012) mukaan tyttöjen asennoituminen on varauksellisempaa kuin poikien, jotka suhtautuvat teknologiaan positiivisemmin, mistä tuloksesta on löydettävissä yhteneväisyyksiä kansainvälisiin tutkimuksiin. (Järvinen & Rasinen 2012, 217–218.)

6.2 Teknologiseen maailmaan kasvattaminen

Parikan (1998) mukaan teknologiakasvatuksen käsite on muodostettu yhdistämällä teknologian ja kasvatuksen käsitteet toisiinsa. Hän huomauttaa, että teknologiakasvatukseen liittyviä määritelmiä on tehty viimeisten vuosikymmenten aikana runsaasti, mutta yleissivistävää näkökulmaa etsittäessä niiden määrä vähenee huomattavasti. (Parikka 1998, 117, 120; 2005, 244–245.) Rasinen (2005, 234) näkee teknologiakasvatuksen tavoitteena kyvyt teknologian ymmärtämiseen ja hallitsemiseen. Lindh (2006) toteaa, että laajasti ymmärrettyä teknologiakasvatusta on teknologiseen maailmaan kasvattamista. Se voidaan ymmärtää osana yleissivistystä, koska ihmisen olemukseen kuuluu tietoisuus ja siihen pohjautuva tieto ympäristöstään. (Lindh 2006, 65.) Alamäki (1999, 141) näkee teknologiakasvatuksen ytimenä tuotannolliset prosessit, joissa yhdistyvät abstrakti ajattelu ja konkreettinen tekeminen tavalla, jossa oppijan on mahdollista kehittää ajatteluaan suhteessa vallitsevaan teknologiseen todellisuuteen.

Parikan (1998) mukaan teknologiakasvatusta on tulevaisuuteen suuntautunut toimintaa, jolla tavoitellaan teknologisia valmiuksia. Niiden ansiosta pystytään eettisesti kestäviin teknologiahyödykkeiden valintoihin ja niiden hyö-

dyntämiseen sekä kehittämään uusia teknologisia ratkaisuja, jotka ovat yhä toimivampia ja vähemmän ympäristöä kuormittavia. Tavoitteena on aktiivinen kansalainen, joka selviytyy teknologisessa ympäristössä, ja suhtautuu kriittisesti sen kehittämiseen. (Parikka 1998, 120; 2005, 245–246.)

Rasisen (2000, 36) mukaan teknologiakasvatus viittaa koulussa opetettavaan, yleissivistävään aineeseen, jonka kautta saavutetaan teknologiakompetenssia, teknologista yleissivistystä tai teknologista lukutaitoa. Parikka (1998) erottaa teknologiakompetenssin käsitteessä näkemyksellisen ja toiminnallisen tason. Näkemyksellinen taso tarkoittaa teknologian olemuksen monipuolista ymmärtämistä, mitä havainnollistaa kuviossa 2 esitetty teknologian määrittelyn kuutiomalli. Toiminnallisella tasolla Parikka (1998) puolestaan tarkoittaa opiskelutavoitteita, -menetelmiä ja -sisältöjä. (Parikka 1998, 72, 142.) Lindh (2006, 59) ehdottaa, että Suomen oloissa teknologinen lukutaito ja teknologinen yleissivistys voidaan ymmärtää käytännössä synonyymeina.

Parikan ja Rasisen (2000) ja Parikan (2005) ja mukaan teknologiakasvatukseen pitää alakoulusta lähtien välittää teknologista yleissivistystä, teknologista luku- ja kirjoitustaitoa, jonka avulla saavutetaan taito tulkita ja jäsentää teollisen, tietointensiivisen yhteiskunnan maailmankuvaa (Parikka & Rasinen 2000, 9; Parikka 2005, 243). Kankare (1997, 111) kirjoittaa, että teknologian lukutaidon oppimisteoreettisen perustan muodostaa konstruktivistinen oppimiskäsitys. Tynjälän (1999) mukaan oppiminen nähdään tällöin aktiivisena kognitiivisena toimintana. Tiedon passiivisen vastaanottamisen sijaan oppilas rakentaa maailmankuvaansa tulkitsemalla havaintojaan ja uutta tietoa aikaisemman tietonsa ja kokemustensa pohjalta. (Tynjälä 1999, 37–38.)

6.3 Tietojen ja taitojen yhdistäminen ongelmanratkaisuun

Rasinen (2000, 38) viittaa Dyrenfurthiin (1991), joka pitää teknologisen lukutaidon tunnusomaisena piirteenä teknologisia taitoja, mikä tarkoittaa, että ymmärrys teknologiasta ei riitä, vaan teknologiaa pitää myös käyttää. Teknologinen toiminta vaatii kädentaitoja, mutta toisaalta myös kehittää niitä. Teknologiakasvatuksessa tärkeässä roolissa ovat siis ajattelutoiminnot sekä käden taidot ja käytännön suunnittelu, jotka tukevat toinen toisiaan. (Parikka & Rasinen 1994, 19; Rasinen 2000, 36–37.) Myös Lindhin (2006) mukaan teknologisten ongelmien ratkaisussa tarvitaan matemaattis-luonnontieteellisten tietojen ja teknologisen luovuuden lisäksi myös käytännön taitoja. Teknologiakasvatuksessa teknologiaa pitää tarkastella prosessina, johon oppilas voi toiminnallaan vaikuttaa. (Lindh 2006, 57–58, 67.)

Parikka (2005) näkee yksittäiset taidot prosessissa käytettävänä ongelmanratkaisun välineinä. Kun käytännön toimintaan liitetään matemaattis-luonnontieteellistä tietoa, arkiajatteluun perustuva ongelmanratkaisu saa tuekseen tieteellistä ajattelua ja päättelyä. Tämä näkyy esimerkiksi matemaattis-luonnontieteiden ja teknologian yhteisten peruskäsitteiden ja mittayksiköiden

hyödyntämisenä teknologian mittalaitteissa sekä teknisissä piirustuksissa, jotka havainnollistavat teknisten ratkaisujen rakennetta. (Parikka 2005, 245–246.)

Lindhin (2006) mukaan teknologiakasvatuksessa kasvatusta ja teknologiaa koskevilla tiedoilla ja taidoilla on tarkoitus ongelmanratkaisussa. Tieto teknologiasta auttaa ymmärtämään sen mahdollisuuksia ja teknologiset taidot puolestaan mahdollistavat tietojen soveltamisen. Olennaista on, että teknologiakasvatuksessa tiedot ja taidot yhdistetään oppijan kannalta tarkoituksenmukaisesti ja tavoitteellisesti. Teknologinen yleissivistys voidaan ymmärtää taitona yhdistää tietoja ja taitoja ratkaistavan ongelman mukaan. (Lindh 2006, 74–75.)

Esjeholm (2012) on tutkinut luovuuden ja käsitteellisen teknologisen tiedon suhdetta ala- ja yläkoulussa järjestetyissä projektitehtävissä. Tehtävät suoritettiin ryhmissä, ja ne oli suunniteltu lopputilanteen osalta avoimiksi, jotta oppilailla oli mahdollisuus olla luovia ja kehittää omia ratkaisuja annettuihin ongelmiin. Tutkimuksessa oppilaiden käsitteellisessä tiedossa ilmenevien puutteiden todettiin rajoittavan kykyä luoviin ja omaperäisiin ratkaisuihin, mitä vähensi myös opettajajohtoisuus. Esjeholm (2012) katsoo, että tehtävissä esille tulevia yleisesti vakiintuneita käsitteitä ja rakennettaviin tuotteisiin liittyviä toimintaperiaatteita on syytä käsitellä huolellisesti ennen projektien toteutusta. Näin varmistetaan, että oppilailla on hallussaan riittävä käsitteellinen ymmärrys tehtävästä, mikä edistää oppilaiden mahdollisuutta olla luovia, kun opettajan tuelle ei ole jatkuvaa tarvetta. (Esjeholm 2012, 172, 175–177.)

Esjeholm (2012) huomauttaa, että kasvatuksellisessa yhteydessä uusina asioina voidaan käsittää asiat, jotka ovat oppilaalle uusia ja vielä tuntemattomia asioita, vaikka ne voivat olla hyvin tuttuja niihin enemmän perehtyneille. Tämä tarkoittaa, että ollakseen luovia oppilaiden ei tarvitse keksiä uusia toimintaperiaatteita, mikä on liian vaativa tehtävä. Sen sijaan vakiintuneita toimintaperiaatteita pitää esitellä oppilailla, jotka voivat tutkia niiden toteutumista käytännössä. (Esjeholm 2012, 174, 177.)

6.4 Oppilaslähtöinen opetus

Parikan (1998, 118) mukaan on tärkeää, että teknologian opettamisesta tai teknologian olemuksesta vedetään yhteys oppimiseen ja kasvatustoimintaan. Parikka ja Rasinen (1994) kirjoittavat, että koulun kasvatustoiminnan kannalta teknologiakasvatuksessa pitää ensinnäkin huomioida kasvatustavoitteet eli teknologiaan liittyvät valmiudet tulevaisuudessa. Toiseksi pitää miettiä oppisisällöt eli aihepiirit, materiaalit ja työvälineet, jotka toimivat oppimisen virikkeinä ja välineinä. Oppisisältöjen pitää nousta oppilaan arkielämän ympäristöstä, jolloin opiskeltavat sisällöt otetaan opetukseen luonnollisesti lapsen kehitysvaiheen mukaisesti. Kolmanneksi pitää huomioida mielekkäät työskentelytavat ja oppimisstrategiat. Opetuksessa tärkeää on, että oppilaat virittäytyvät teknologisten kysymysten äärelle niitä havaiten, ymmärtäen, ratkaisten ja arvioiden. (Parikka & Rasinen 1994, 19.)

Parikan (2005) mukaan teknologiakasvatuksen tavoitteena on kehittää arkielämässä vaadittavia suunnitelmallisen työntöön taitoja sekä ongelmanratkaisukykyä ja luovuutta. Samaan aikaan pitää kuitenkin huomioida oppilaiden persoonallisuuden kokonaisvaltainen kehittyminen. Opetuksessa toiminnalliset, sosiaaliset ja emotionaaliset alueet pitää liittää vuorovaikutuksellisesti toisiinsa, jolloin noudatetaan yksilölle ominaista tapaa kehittyä ja oppia. (Parikka 2005, 244–246.)

Autio (2011) korostaa teknologiakompetenssin kehittymistä koskevassa tutkimuksessaan sosiaalisten suhteiden, opettajan ja oppilaan välisen vuorovaikutuksen, luokan ilmapiirin ja perheen merkitystä. Opettajan ja oppilaan välinen suhde sekä luokan ilmapiiri vaikuttavat siihen, että oppimisympäristö muotoutuu kokonaisuudessaan oppimiselle suotuisaksi. (Autio 2011, 84.) Isen ja Reeve (2005) mukaan tämä edesauttaa joustavaa ajattelua ja ongelmanratkaisua tehostaen suoriutumista myös silloin, kun tehtävät ovat monimutkaisia. Jos tehtävät ovat oppilaille mieluisia, myös motivaatio kasvaa. (Isen & Reeve 2005, 297.) Autio (2011) katsoo motivaation vaikuttavan teknologiakasvatuksen tehokkuuteen. Uteliaisuus ja älylliset haasteet voidaan nähdä jopa olennaisina motivaation kannalta, jota lisää myös autonomian tunne, kun oppilaat saavat valita työssä käytettävät materiaalit ja tekniikat. (Autio 2011, 86–87.)

Parikka (2005) on sitä mieltä, että opetuksen pitää olla oppilaslähtöistä, ja työskentelyn luonteeltaan toiminta- ja elämispainotteista. Työskentelymuotoina tulevat tällöin kyseeseen tavat, jotka kehittävät oppilaan kriittistä ajattelua, tiedonhankintataitoja, luovuutta sekä kykyä työskennellä ryhmässä. Tehokkainta oppilaan ajattelun kehittymistä ja oppimista käsityölähtöisessä teknologiakasvatuksessa aikaansaa itseohjautuva ja tutkiva työskentely. Suunnittelun kuuluu olla keskeinen osa työskentely- ja oppimisprosessia, jossa merkityksellistä on ideoiden innovatiivisuus. (Parikka 2005, 244–246.)

7 OPETUSSUUNNITELMA TEKNOLOGIAKASVATUSTA OHJAAMASSA

De Vries (2005) huomauttaa, että teknologiakasvatukseen liittyy aina kysymys opetuksen sisällöstä, jonka avulla hyvä näkemys teknologiasta on mahdollista saavuttaa. Tällöin on pohdittava sitä, millainen opetussuunnitelman sisällön pitää olla. (de Vries 2005, 9.) Myös Järvinen ja Rasinen (2012, 224) tuovat esiin, että opetussuunnitelman tulee antaa pohja teknologiakasvatuksen toteutukselle. De Vriesin (2005) mukaan kansainvälisesti tarkasteltuna teknologiakasvatus huomioidaan eriasteisesti opetussuunnitelmissa. Eri maat ovat valinneet erilaisia orientoitumia teknologiakasvatukseen, minkä vuoksi voimassa oleva opetussuunnitelma ei aina huomioi kaikkia olennaisia näkökulmia teknologiasta. Opetussuunnitelmien sisältöjä tarkastelemalla on osaltaan mahdollista arvioida,

kuinka hyvin koulussa tuetaan oppilaan tasapainoisen teknologiakäsityksen kehittymistä. (de Vries 2005, 115–120, 127.)

Rasinen (2003) on vertaillut teknologiakasvatuksen asemaa eri maiden opetussuunnitelmissa 2000-luvun alussa. Hänen mukaansa Englannissa on ollut jo tuolloin erityisen pitkälle kehitelty opetussuunnitelma teknologiakasvatuksen osalta. (Rasinen 2003, 43.) Englannissa voimassa olevan kansallisen opetussuunnitelman (National Curriculum 2011) mukaan teknologiakasvatus, tarkemmin ottaen suunnittelu ja teknologia, on pakollinen oppiaine kaikilla luokkatasoilla. Oppiaineen kuvauksen mukaan opinnoissa oppilaat yhdistävät käytännön taitoja teknologian taitoihin ja suunnittelevat ja tekevät ihmisten tarpeita vastaavia tuotteita. Lisäksi kuvauksessa tuodaan esille, kuinka oppilaat oppivat ajattelemaan luovasti ja työskentelevät ongelmanratkaisun parissa niin yksilöinä kuin ryhmässä. Opetussuunnitelmassa on erikseen tarkat tavoitteet ja sisällöt jokaiselle luokkatasolle, vastaavat kuin Suomessa on perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa jokaisella oppiaineella. (National Curriculum 2011.)

Autio (2011) huomauttaa, kuinka teknologiakasvatuksen asema Suomessa on melko erilainen verrattuna useimpiin muihin Euroopan maihin. Teknologiakasvatus ei toteudu Suomessa erillisenä oppiaineena, vaan olemassa olevien oppiaineiden, kuten fysiikan ja käsityön, sisältöjen pitää ulottua tälle kasvatuksen alueelle. (Autio 2011, 71.) Seuraavaksi esitetään, kuinka teknologiakasvatus toteutuu Suomessa perusopetuksen opetussuunnitelmassa, ja nostetaan esiin tähän liittyviä haasteita ja kehitysehdotuksia.

7.1 Suomessa teknologiakasvatus painottuu teknisiin töihin

Lindh (2006) katsoo, että Suomessa teknologian käsite tukeutuu yleissivistävän kasvatuksen alueella teknisiin töihin ja fysiikkaan. Hän korostaa kuitenkin, että teknologiakasvatus ei ole olemukseltaan pelkkä teknisen työn ja fysiikan tietojen ja taitojen yhdistelmä. Ne sisältävät teknologiakasvatuksen elementtejä, joiden varassa on mahdollista kehittää ongelmanratkaisutaitoja yhdistämällä teknologiaan liittyviä tietoja ja taitoja. (Lindh 2006, 74–75.) Parikka (2005, 245) katsoo, että teknologian näkemyksellistä ymmärtämistä on mahdollista opiskella kaikissa oppiaineissa, mutta toiminnallisen osaamisen oppimiseen käsityöoppiaine tarjoaa parhaat puitteet.

Rasinen (2011, 340) mukaan perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2004) ihminen ja teknologia -aihekokonaisuuden päämäärät limittyvät käsityön, erityisesti teknisen työn, tavoitteisiin ja sisältöihin, joissa teknologiaa odotetaan näin ollen pääasiassa opiskeltavan. Parikan ja Rasinen (2009, 7–8) mukaan teknologian opiskelun korostunut asema teknisessä työssä voi olla merkki kansainvälisistä vaikutuksista opetussuunnitelman tavoitteiden kehittymiseen, vaikka Suomessa teknologiakasvatusta ei ainakaan vielä opiskella omana oppiaineenaan, kuten joissain muissa maissa.

Teknologian ja käsitöiden yhteyttä ei juuri ole käsitelty ulkomaisessa kirjallisuudessa, minkä Rasinen (2000) näkee seurauksena siitä, että esimerkiksi Yhdysvalloissa ja Englannissa käsityökasvatus on kehittynyt teknologiakasvatukseksi. Hän esittelee, kuinka suomalaisessa kirjallisuudessa teknologia on määritelty yläkäsitteeksi käsityökasvatukselle, mutta päinvastoin käsityökasvatus on myös nähty yläkäsitteenä teknologiakasvatukselle. (Rasinen 2000, 34.) Alamäen (1999) mukaan käsityö on Suomessa virallinen termi, joka pitää sisällään koulun oppiaineet tekniset työt sekä tekstiilityön. Hän katsoo, että Suomen koulukontekstissa käsitöillä ei ole suoraa englanninkielistä vastinetta, mutta se ilmentää yhdistelmää, joka pitää sisällään käsityön, suunnittelun ja teknologiakasvatuksen. Suomessa opiskeltavan teknisen työn sisällöt ja toiminta vastaavat kansainvälistä näkemystä teknologiakasvatuksesta. (Alamäki 1999, 14.) Kansainvälisesti käsityö- ja teknologiakasvatuksen asiantuntijat ovat yhtä mieltä siitä, että olennaisen osan oppimisesta muodostavat luova suunnittelu ja tuottamisprosessi (Rasinen 2000, 34). Rasinen ym. (2008, 23) huomauttavat, että oppiaineen nimen muuttaminen ei takaa oppimistuloksia, vaan ratkaisevassa asemassa ovat opetuksen sisällöt ja menetelmät.

7.2 Haasteet opetussuunnitelmasolla

Suomessa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa on ainakin vuodesta 1994 asti asetettu teknologinen yleissivistys kasvatus- ja opetustyön yhdeksi päämääräksi, mutta toimintaohjeita opetukseen ei ole annettu (Parikka 2005, 239; Parikka & Rasinen 2009, 7–8). Parikan (2005) mukaan päämäärää on perusteltu teknologisen kehittymisen myötä nousseilla uusilla pärjäämisvaatimuksilla. Hän huomauttaa, että opetussuunnitelmasta ei kuitenkaan löydy yleissivistävän teknologiakasvatuksen määritelmää, mistä johtuen toteutus on jäänyt koulujen tulkintojen varaan. Tällöin opetus jää todellisuudessa usein vähäiseksi, koska teknologiakasvatuksen olemusta ei ymmärretä. (Parikka 2005, 239, 247.) Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2004) ihminen ja teknologia -aihekokonaisuuden myötä on kuitenkin syntynyt velvoite tuoda teknologista näkökulmaa eri oppiaineisiin (Rasinen, 2005, 234; Järvinen & Rasinen 2012, 207). Järvisen ja Rasisen (2012, 207) mukaan aihekokonaisuus jää melko yleiselle tasolle, mikä aiheuttaa epätietoisuutta teknologian opetuksen sisällöistä ja tavoitteista. Rasisen ym. (2008) mukaan aihekokonaisuutta ei ymmärretä tarpeeksi laajasti, vaan sitä käsitellään kapeasti tieto- ja viestintäteknologiana. Kirjoittajat ovat sitä mieltä, että teknologiakasvatuksen toteutus ei ole kaikissa kouluissa menestyksekkästä, eikä innovatiivinen oppiminen saa tarpeeksi jalansijaa. Oppiaineissa ei huomioida tarpeeksi vahvasti sitä, kuinka teknologiaa kuuluisi niiden sisällöissä ja tavoitteissa käsitellä. (Rasinen ym. 2008, 31–32.)

Järvisen ja Rasisen (2012) mukaan ihminen ja teknologia -aihekokonaisuuden opetuksessa teknologisten ideoiden kehittäminen ei ole toteutunut, minkä vuoksi innovatiivisuuteen ja luovuuteen ohjaaminen ei ole lisääntynyt opetuksessa. Nuorten asenne teknologiaa ja sen kehittämistä koh-

taan vaikuttaa olevan perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2004) tavoitteiden suuntainen, mutta teknologian hyödyntäminen, soveltaminen ja kehittäminen eivät saa kouluissa tarpeeksi jalansijaa. (Järvinen & Rasinen 2012, 224.) Rasinen ym. (2009) katsovat, että Suomessa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2004) oppilaita ohjataan teknologisen innovointiprosessin oppimiseen vain käsitöissä, ylemmillä luokilla erityisesti teknisessä työssä. Myös kuvataiteen opetuksen tavoitteissa ja sisällöissä korostuvat innovatiivisuus, kekseliäisyys, luovuus ja ongelmanratkaisu. Kirjoittajat näkevätkin teknologiakasvatuksen teemojen yhdistämisen kuvataiteen projekteihin mahdollisuutena opetuksen holistisuuden lisäämiseksi.

Rasinen ym. (2009) mukaan tekninen työ tukee teknologiakasvatusta ohjaamalla oppilaita luovaan materiaalien ja tekniikoiden käyttöön eri tarkoituksissa, mihin tulee yhdistää myös teknologisten rakenteiden, käsitteiden, järjestelmien ja sovellusten opiskelua sekä luovien ratkaisujen etsimistä vastaan tuleviin ongelmiin. Kirjoittajat kuitenkin huomauttavat, että useimmissa kouluissa oppilaat joutuvat ylemmillä luokilla valitsemaan teknisen työn ja tekstiilityön välillä, vaikka käsityöt on opetussuunnitelman perusteella yksi oppiaine. Jos oppilaat eivät jatka teknisen työn opiskelua, teknologiakasvatus ei edellä mainitun toiminnan osalta toteudu. Rasinen ym. (2009) tuovat esille, että teknologisia näkökulmia voidaan opiskella myös luonnontieteissä, mutta perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2004) innovatiivisuus, luovuus ja kekseliäisyys eivät kuitenkaan korostu näissä oppiaineissa. (Rasinen ym. 2009, 372–374.)

7.3 Näkökulmia opetussuunnitelman kehittämiseksi

Parikka (2005) katsoo, että teknologiakasvatuksen määrittely pitää toteuttaa siten, että aihealueen substanssi nousee selkeästi esiin. Kasvatuspäämäärät, opetusmenetelmät ja oppisisällöt pitää ilmaista opetussuunnitelmassa selkeämmin, minkä seurauksena opetuskäytänteet muuttuvat vastaamaan paremmin nykypäivän kasvatusvaatimuksia. (Parikka 2005, 239.) Lindhin (2006, 76) mukaan teknologian oppimisen keskeinen lähtökohta on sen problematisointi eli ongelmat, jotka oppilaan pitää hahmottaa. Myös Järvinen ja Rasinen (2012) korostavat ongelmien havaitsemista ja niiden ratkaisemista opetuksen tärkeänä tavoitteena. He peräänkuuluttavat toiminnallisia oppimiskokemuksia, koska teknologiassa ja sen kehittämisessä sovellettu tieto on tärkeässä asemassa. Tekemällä oppimisen ja lasten teknologisten ideointiprosessien tukemisen tulee olla keskeisiä menetelmiä opetuksessa. (Järvinen & Rasinen 2012, 224.)

Rasinen (2011, 342–343) viittaa Eu-rahoitteiseen UPDATE (Understanding and Providing a Developmental Approach to Technology Education) -projektiin. Projektissa mukana olleista maista Suomi, Itävalta, Viro, Ranska ja Saksa osallistuivat opetussuunnitelma-analyysiin, jossa etsittiin vahvuuksia ja heikkouksia tavoista järjestää alakouluikäisten oppilaiden teknologiakasvatus kyseisissä maissa. Yhdessä näistä viidestä maasta teknologiakasvatusta ei toteuteta erillisenä oppiaineena. (Rasinen 2011, 342.) UPDATE -projektin (2010) johtopää-

töksissä esitetään ehdotuksia opetussuunnitelman kehittämiseksi paremman teknologiakasvatuksen järjestämiseksi. Toteutettujen opetussuunnitelma-analyysien pohjalta korostetaan tarvetta muuttaa pedagogisia lähestymistapoja teknologiakasvatukseen, mikä vaatii järjestelmällisiä muutoksia teknologiakasvatuksen opetussuunnitelmasisältöihin. UPDATE -projektin (2010) johtopäätöksissä tehokkaimpana tapana järjestää teknologiakasvatusta nähdään erillinen oppiaine, jota opiskellaan pakollisena aineena kaikilla koulutusasteilla. Vähimmäisvaatimuksena pidetään kuitenkin sitä, että teknologia mainitaan ja määritellään opetussuunnitelmatasolla riittävän selkeästi, minkä seurauksena teknologiakasvatuksen kysymyksiin pitää opetuksen järjestämisessä todella kiinnittää huomiota. (UPDATE 2010, 27.)

UPDATE -projektin (2010) kehitysehdotuksien mukaan teknologiakasvatusta pitää toteuttaa sekaryhmissä mahdollisimman sukupuolineutraalisti ja oppilaiden yksilölliset erot huomioiden niin, että oppiminen koetaan kokonaisvaltaiseksi ja merkitykselliseksi. Teknologiakasvatuksen tavoitteita nähdään mahdolliseksi lähestyä teemojen ja projektien kautta, joissa huomioidaan oppilaiden omat kokemukset. Pedagogisia näkökulmia ovat tällöin muun muassa yhteistoiminnallinen oppiminen ja oppilaiden omien ideoiden hyödyntäminen. Oppilaita pitää toiminnassa kannustaa luovuuteen, ongelmanratkaisuun, keksimiseen, tekemiseen ja rakenteluun. Teknologiakasvatuksen toteuttamisen kannalta nähdään tärkeäksi myös teknologian eettisen puolen huomioiminen ja opiskeluympäristön ja -materiaalien parantaminen. Lisäksi projektin johtopäätöksissä korostetaan yhteistyötä päättäjien, vanhempien, opettajien, opettajakouluttajien sekä yhteiskunnan eri sektorien kanssa. (UPDATE 2010, 27–28.)

Rasisen (2011) mielestä on tärkeä, että Suomessa tulevassa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa teknologiakasvatusta huomioidaan viimeaikaisten tutkimusten valossa. Hän näkee holistisen, kokonaisvaltaisen, opetussuunnitelman tavoitteellisen tukemisen merkitykselliseksi myös jatkossa. Luonnontieteiden ja käsityön yhteistyön ohella käytännönläheistä teknologiakasvatusta tulee toteuttaa oppiaineissa aina, kun se on mahdollista. (Rasinen 2011, 346.) De Vries (2005) muistuttaa, että teknologiseen tietoon liittyy monitieteinen näkökulma. Koska teknologinen kehitys vaatii muiden tieteenalojen tiedon käyttöä, teknologian opettaminen alakoulussa holistisesti ilman selkeitä oppiainerajoja on perusteltua. Alakoulussa suurimman osan oppiaineista opettaa luokanopettaja, mikä tekee niiden välillä liikkumisesta joustavaa. Tällöin yhtenäisen ja kokonaisvaltaisen näkökulman ottaminen teknologiaan on mahdollista. (de Vries 2005, 47–48, 129.)

Rasinen (2005, 234) katsoo, että tällä hetkellä teknologiakasvatusta koulussa tulee koordinoita käsityötä opettavien opettajien toimesta niin käsitöissä kuin muissakin oppiaineissa. Samansuuntaisen näkemyksen, korostaen oppiaineiden välistä yhteistyötä, esittävät myös Rasinen ym. (2008, 32–33). Rasisen (2011, 346) mukaan tavoitteellisessa teknologiakasvatuksessa korostuvat nykyaikaiset oppimisympäristöt ja oppimismenetelmät sekä opettajat, jotka ymmärtävät käsityökasvatuksen luonteen nykyaikaisesti ja tulevaisuuteen orientoitu-

neella tavalla. De Vries (2005, 129) nostaa sivistyneen teknologiakäsityksen muodostumisen tärkeäksi tavoitteeksi opettajankoulutuksessa.

Jyväskylän opettajankoulutuslaitoksen opetussuunnitelmassa (OKL OPS 2010–2013) Teknologiakasvatus ja tekninen työ -opintojakson tavoitteissa opintojakson suorittaneelta opiskelijalta edellytetään kykyä tunnistaa teknologian merkitys arkielämässä. Lisäksi opiskelijan pitää kyetä laatimaan ja toteuttamaan opetusryhmänsä teknisen työn ja teknologian opetuksen opetussuunnitelma. Opiskelijalta edellytetään myös muun muassa ymmärrystä eri opetusmenetelmien mahdollisuuksista ainealueella. (OKL OPS 2010–2013, 22–23.)

7.4 Teknologiakasvatus tutkimuksessamme

Tutkimuksessamme käsitämme teknologiakasvatuksen laajasti ympäröivään teknologiseen maailmaan kasvattamiseksi, missä vaadittaviin teknologisiin valmiuksiin kuuluvat niin teknologian monipuolinen ymmärtäminen, käyttäminen kuin tekeminenkin. Teknologiakasvatuksessa koulussa korostuu tulevaisuuteen suuntautunut aktiivinen ja innovatiivinen, mutta kriittinen toiminta, jossa tietoja ja taitoja hyödynnetään oppilaiden havaitsemien ongelmien ratkaisemisessa.

Suomessa oppiaineittain tarkasteltuna teknologiakasvatus painottuu perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2004) käsitöihin, lähinnä tekniseen työhön. Tutkimuksemme kohteena oleva kuularataprojekti on myös toteutettu osana teknologiakasvatus ja tekninen työ -kurssia. Tämän vuoksi meidän on tutkimuksessamme mahdollista tarkastella projektin soveltuvuutta teknologiakasvatukseen erityisesti teknisen työn yhteydessä.

8 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tämän luvun alussa esitellään kuularataprojekti. Projektin kuvailun jälkeen on vuorossa tutkimuksen tavoitteen ja tutkimuskysymysten esittely. Näiden jälkeen seuraavat aineiston keräys, tutkimusmenetelmä ja tutkimuksen kulku. Kappaleen lopuksi kerrotaan aineiston analyysistä ja samassa yhteydessä pohditaan tutkimuksen luotettavuutta.

8.1 Kuularataprojektin kuvaus

Tutkimuksessa kuularadan kuvaus perustuu Virtasen ja Ikosen (2009) artikkeliin, jossa he tutkivat kyseisen projektin pedagogista lähestymistapaa teknologiakasvatukseen. Kuularataprojekti on osa teknologiakasvatus ja tekninen työ -

kurssia, joka kuuluu perusopetuksessa opettavien aineiden ja aihekokonaisuuksien monialaisiin (POM) opintoihin Jyväskylän yliopiston luokanopettaja- ja erityisopettajakoulutuksessa. Kurssi on siten pakollinen jokaiselle opettaja-opiskelijalle. Kuularataprojekti on yksi kolmesta kurssin aikana suoritettavasta projektista, jonka tekemiseen on varattu kolme tuntia. (Virtanen & Ikonen 2009.)

Projektin oppimistavoitteena on oppia ymmärtämään teknologisen ongelmanratkaisuprosessin vaiheita, oppia ryhmätyöskentelytaitoja sekä oppia soveltamaan käytäntöön tietoa materiaaleista, työkaluista ja tekniikoista yhdistämällä niitä luoviin ja kekseliäisiin ratkaisuihin. Oppimisen painopiste on pedagogiikassa, eli tavoitteena on, että opiskelijat pohtivat pedagogisia ja filosofisia tekijöitä toiminnan taustalla. Tavoitteena on tällöin muun muassa ymmärtää, miksi ongelmanratkaisutaidot ja kyky soveltaa aikaisemmin opittuja taitoja ovat tärkeitä. Myös ideointi omien ryhmäläisten kesken on projektissa keskeisessä roolissa. (Virtanen & Ikonen 2009.)

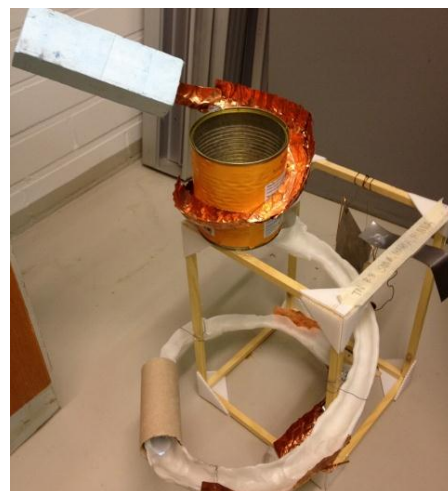
Koska yksi kuularataprojektin oppimistavoitteista on kyky soveltaa materiaaleja, työkaluja ja tekniikoita käytäntöön, ennen projektin aloitusta tutustutaan metallitöiden perustekniikoihin, kuten leikkaamiseen, taivuttamiseen, viilaamiseen, sahaamiseen, merkkäämiseen, akryylimuovin taivuttamiseen, vetoniittaukseen sekä muutamien koneiden, kuten porakoneen ja pistehitsin käytöön. Kuularataprojektin aluksi keskustellaan yhdessä siitä, mitä on mahdollista mieltää ongelmanratkaisutaidoiksi, ja mikä on ominaista ongelmanratkaisulle käsitöissä. Tässä yhteydessä käydään pääpiirteittäin läpi Laytonin (1993) malli teknologisesti ongelmanratkaisuprosessista, joka esiteltiin taulukossa 1. Ennen työskentelyn aloitusta opiskelijoille näytetään muutamia videoita erilaisista kuularadoista. Tämän jälkeen opiskelijat siirtyvät ryhmiin ja he saavat tarkemmat ohjeet projektia varten. (Virtanen & Ikonen 2009.)

Kuularataprojektin tehtävänanto on rakentaa kehikon varaan rata metallikuulalle pääasiassa metallimateriaaleista ja akryylimuovista. Lisäksi työssä saa hyödyntää kierrätysmateriaaleja. Rata tulee rakentaa siten, että kuula tekee matkalla muutamia temppua ja jatkaa vierimistä mahdollisimman pitkään. Tehtävänannossa korostetaan lisäksi, että projektissa tulee hyödyntää aiemmin opittuja taitoja, kuten vetoniittausta ja pistehitsausta. (Virtanen & Ikonen 2009.) Mahdollisuuksia erilaisiin rakennelmiin on lukemattomia, ja kuvioissa 3 ja 4 esitellään muutamia tuotoksia.

Käytettävissä olevan ajan jälkeen opiskelijat esittelevät radat ja kertovat ongelmista, joita he kohtasivat projektin aikana, ja kuinka ongelmia ratkaistiin. Tällöin nostetaan esiin erilaisia lähestymistapoja teknologiseen ongelmanratkaisuun. Opiskelijat täyttävät itsenäisesti kyselylomakkeen (Liite 1), jossa selvitetään heidän mielipiteitään kuularata -tehtävästä. Lopuksi keskustellaan vielä yhteisesti projektin soveltuvuudesta eri ikäryhmille ja sukupuolille, ja opiskelijat pääsevät esittämään mielipiteensä asiasta ääneen.



KUVIO 3 Opiskelijoiden rakentamat kuularadat A ja B



KUVIO 4 Opiskelijoiden rakentamat kuularadat C ja D

8.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tarkoitus on selvittää luokanopettaja- ja erityisopettajaopiskelijoiden käsityksiä kuularataprojektin soveltuvuudesta teknologiakasvatukseen perusopetuksessa. Tarkoitus on myös tarkastella kuularataprojektia tutkimustiedon valossa siihen keskeisesti liittyvien käsitteiden, ongelmanratkaisun ja yhteistoiminnallisen oppimisen osalta, jotka nousevat esille perusopetuksen ope-

tussuunnitelman perusteissa (2004). Tutkimuksessa pyritään arvioimaan soveltuuko kuularataprojekti teknologiakasvatukseen kehittämällä juuri niitä ominaisuuksia, joita ihmiseltä vaaditaan tulevaisuudessa teknologisessa ympäristössä, ja joihin teknologiakasvatus tähtää.

Teknologiakasvatuksen määritelmän puuttuessa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteista (2004) tutkimuksen tavoitteena on selvittää onko kuularataprojekti luonteeltaan sellainen, että sitä voi pitää teknologiakasvatusta toteuttavana ja siihen soveltuvana oppimisprojektina. Tutkimuksessa keskeistä on verrata opiskelijoiden käsityksiä projektin tuottamista oppimistuloksista tutkimustiedon pohjalta hahmottuvaan teknologiakasvatuksen olemukseen. Tavoitteena on tällöin arvioida, kuinka hyvin kuularataprojekti vastaa teknologiakasvatukselle esitettyihin tavoitteisiin ja haasteisiin. Tutkimuskysymykset ovat:

1. Kuularataprojektin soveltuvuus perusopetukseen
 - 1.1 Kuinka kuularataprojekti soveltuu perusopetukseen tarkasteltaessa sitä tutkimustiedon valossa?
 - 1.2 Miten kuularataprojekti soveltuu alakouluun opiskelijoiden mielipiteiden perusteella?
2. Millä tavoin kuularataprojekti luokan- ja erityisopettajaopiskelijoiden mielestä vastaa teknologiakasvatuksen perusopetukselle asettamiin haasteisiin?

8.3 Aineiston keräys, tutkimusmenetelmä ja tutkimuksen kulku

Vastauksia tutkimuskysymyksiin etsittiin kyselylomakkeen (Liite 1) avulla. Aineisto on kerätty luokan- ja erityisopettajaksi opiskelevilta opiskelijoilta, jotka kävivät opintoihinsa pakollisena kuuluvan teknologiakasvatuksen ja teknisen työn -kurssin vuosina 2009-2011. Kurssiin liittyvänä projektina opiskelijat toteuttivat kuularataprojektin, jonka päätteeksi he täyttivät tutkimusaineistona toimivat kyselylomakkeet. Kyselylomake oli puolistrukturoitu sisältäen niin avoimia kuin monivalintakysymyksiä. Taustatietona vastaajilta kysyttiin myös sukupuoli. Kyselyyn vastasi yhteensä 207 opiskelijaa, joista naisia oli 175 ja miehiä 32. Aineiston keruun toteuttivat kurssia vetäneet opettajat, joten aineisto saatiin tutkimukseen valmiina.

Tutkimus keskittyy tarkastelemaan yhteen kyselylomakkeen avoimista kysymyksistä saatuja vastauksia. Kysymys kuului: "Onko tällainen projekti mielestäsi soveltuva alakoulun luokille. Perustele". Avointen kysymysten etuna voidaan pitää sitä, että ne antavat vastaajalle mahdollisuuden kertoa omin sanoin, mitä hänellä todella on mielessään (Foddy, 1993, 128). Avointen kysymysten rajoituksena voidaan mainita, että niihin jätetään helposti vastaamatta tai vastaukset voivat olla epätarkkoja (Valli 2007, 124). Avointen kysymysten käyttöä onkin kritisoitua siitä, että ne tuottavat aineistoa, joka on sisällöltään kirjavaa ja vaikeasti käsiteltävää (Hirsjärvi ym. 2009, 201). Näihin avoimen kysy-

myksen heikkouksiin törmättiin aineiston analyysissa. Heikkoudet korostuivat erityisesti sen vuoksi, että kysymyksen muotoon ei päästy itse vaikuttamaan, koska kyselylomakkeen laativat aineiston keruun toteuttaneet teknologiakasvatuksen ja teknisen työn -kurssin opettajat. Opiskelijat toivat vastauksissaan esille useita eri ilmiöitä, mutta kysymyksen epätarkkuudesta johtuen vastaukset olivat varsin pinnallisia. Jos tutkittava teema olisi pilkottu alakysymyksiin, aiheeseen olisi ollut mahdollista päästä syvemmälle. Tutkittavaan teemaan liittyvään teoriaan tutustumalla alakysymykset olisi voitu muodostaa sen eri puolia kuvaaviksi, jolloin kysymykset olisivat ohjanneet vastauksia paremmin tutkimusta palveleviksi.

Avoimen kysymyksen analyysissa käytettiin sisällönanalyysia. Tuomen ja Sarajärven (2009) mukaan sisällönanalyysi on erilaisia toteuttamistapoja sisältään pitävä perusanalyysimenetelmä, jota voidaan käyttää kaikissa laadullisen tutkimuksen perinteissä. Useimmat eri nimillä kulkevat laadullisen tutkimuksen analyysimenetelmät perustuvatkin tavalla tai toisella sisällönanalyysiin, kun sisällönanalyysillä tarkoitetaan kirjoitettujen, kuultujen tai nähtyjen sisältöjen analyysia väljänä teoreettisena kehyksenä. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 91.) Sisällönanalyysin tarkoitus on järjestää aineisto selkeään ja tiiviiseen muotoon siten, että sen sisältämä informaatio ei katoa. Tutkimuksessa sisällönanalyysia toteutettiin aineistolähtöisesti eli induktiivisesti (ks. esim. Tuomi & Sarajärvi 2009, Moilanen & Räihä 2001), mikä sopi hyvin opiskelijoiden mielipiteiden tarkasteluun. Toisaalta valmiissa tutkimusaineistossa käytetty laaja kysymyksen asettelu pakotti tähän lähestymistapaan.

8.4 Aineiston analyysi

Miles ja Huberman (1994, Tuomen ja Sarajärven 2009, 108 mukaan) kuvaavat aineistolähtöistä analyysia kolmivaiheiseksi prosessiksi: aineiston pelkistäminen, aineiston ryhmittely ja teoreettisten käsitteiden luominen. Analyysin ensimmäinen vaihe on aineiston pelkistäminen eli redusointi. Tällöin aineistosta karsitaan tutkimukselle epäolennainen pois. Pelkistäminen voi olla käytännössä informaation tiivistämistä tai pilkkomista osiin. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 109.)

Tutkimuksessa aineiston pelkistäminen eteni siten, että ensin tarkasteltiin opiskelijoiden vastauksia ja etsittiin niistä yhteneviä teemoja, joille valittiin värikoodit. Kyselylomakkeisiin merkittiin väreillä samaan teemaan kuuluvat vastaukset. Tässä vaiheessa myös laitettiin taulukoihin esimerkkivastauksia, eli alkuperäisiä ilmaisuja, ja muodostettiin niistä pelkistettyjä ilmaisuja. Aineiston analyysissa toteutui tutkijatriangulaatio, joka Eskolan ja Suorannan (2008, 69) mukaan tarkoittaa, että samaa ilmiötä tutkii useampi tutkija. Tutkijatriangulaation etuna Eskola ja Suoranta (2008, 69) tuovat esiin sen monipuolistavan vaikutuksen kahden tutkijan tarjotessa yhdessä laajempaa näkökulmaa tutkimusprosessin eri vaiheisiin. Tutkimuksessa opiskelijoiden vastauksia tarkasteltiin yhdessä neuvotellen ja pohtien niiden sijoittamista eri teemojen alaisuuteen. Vas-

taukset kävivät näin ollen läpi kahden tutkijan seulan päätyessään pelkistettyihin ilmaisuihin ja luokkiin.

Pelkistetyistä ilmaisuista muodostettiin edelleen luokkia. Tuomi ja Sarajärvi (2009) kuvaavat aineiston ryhmittelyä eli klusterointia siten, että samaa asiaa tarkoittavat käsitteet ryhmitellään ja yhdistetään luokaksi sekä nimetään luokan sisältöä kuvaavalla käsitteellä. Sisällönanalyysin avulla tutkittavasta ilmiöstä voidaan saada kuvaus tiivistetyssä ja yleisessä muodossa, jolloin päästään etsimään tekstin merkityksiä. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 103–104, 110.) Tutkittavien lausumien ollessa kuitenkin vain vihjeitä jostakin (Moilanen & Rähä 2007, 59), ei sisällönanalyysi vielä sellaisenaan takaa merkitysten löytymistä. Sisällönanalyysi perustuukin aina tulkintaan ja päättelyyn (Tuomi & Sarajärvi 2009, 112).

Ensimmäisenä muodostettiin luokat, jotka vastasivat kysymykseen kuularadan soveltavuudesta alakouluun. Vastauksista erottui kyllä - ja ei -vaihtoehtojen lisäksi projektin soveltavuuden rajaaminen ylemmille alakoulun luokille. Näin ollen opiskelijoiden vastaukset sijoituivat tässä yhteydessä kolmeksi luokaksi: ”kyllä”, ”ei” ja ”ylemmille alakoulun luokille”.

Seuraavat muodostetut luokat liittyivät kysymykseen kuularataprojektin sovellettavuudesta. Tämän kysymyksen alle sijoitettiin opiskelijoiden kuvailu siitä, kuinka projektia tulee jollain tapaa soveltaa jotta sen toteuttaminen alakoulussa onnistuu. Luokan ”soveltaminen” (taulukko 2) pelkistetyiksi ilmaisuiksi muodostuivat ”välineet, materiaalit ja työskentely”, ”ohjeistus”, ”enemmän aikaa” ja ”useampia opettajia”.

TAULUKKO 2 Esimerkkejä luokan ”soveltaminen” pelkistettyjen ilmaisujen muodostamisesta

Vastaus	Pelkistetty ilmaisu
”Helpotettuna esim. eri materiaaleilla ja työtekniikoilla työ olisi kuitenkin erittäin soveltuva alakouluun.” (Opiskelija 178)	Välineet, materiaalit ja työskentely
”Pitäisi olla tarpeeksi pieni ryhmä/useampi ope, koska lapsia pitää valvoa, auttaa enemmän” (Opiskelija 11)	Useampia opettajia

Opiskelijoiden vastauksista löytyi viittauksia kuularataprojektin eriyttävään luonteeseen ja toisaalta siihen, kuinka opettajan on mahdollista itse toteuttaa eriyttämistä projektin puitteissa. Eriyttämisestä tuli oma luokkansa (taulukko 3), joka jakaantui kahteen pelkistettyyn ilmaisuun: ”eriyttäminen opettajan toimesta” ja ”eriyttäminen oppilaan toimesta”. Luokkien tarkastelun myötä ”eriyttäminen” -luokka sopi ”soveltaminen”-luokan kanssa kuvaamaan, kuinka kuularataprojektin toteuttamiseen on monenlaisia mahdollisuuksia, ja kuinka se soveltuu eritasoisille oppilaille.

TAULUKKO 3 Esimerkkejä luokan "eriyttäminen" pelkistettyjen ilmaisujen muodostamisesta

Vastaus	Pelkistetty ilmaisu
"Tavoitteita ja vaatimuksia voi lisätä ja vähentää sen mukaan, minkä ikäisistä oppilaista on kyse." (Opiskelija 108)	Eriyttäminen opettajan toimesta
"Jokainen oppilas/ryhmä rakentaa oman tasoisensa ja näköisensä radan" (Opiskelija 106)	Eriyttäminen oppilaan toimesta

Kuularataprojektin luonnetta kuvaavat luokat puolestaan antoivat vastauksia siihen, kuinka projekti vastaa opetussuunnitelman teknologiakasvatukselle asettamiin haasteisiin. Näiden luokkien alaisuuteen sijoittuivat vastaukset, joissa tuotiin esille ominaisuuksia, joita kuularata vaatii tai kehittää. Luokka "luovuus" (taulukko 4) sisältää pelkistetyt ilmaisut luovuus, mielikuvitus ja kekseliäisyys. Luokan "motivoiva, innostava" (taulukko 5) muodostivat pelkistetyt ilmaisut leikinomaisuus, keksimisen ilo, hauskuus, motivoiva, innostava, vahingossa oppiminen ja onnistumisen kokemukset.

TAULUKKO 4 Esimerkki luokan "luovuus" pelkistettyjen ilmaisujen muodostamisesta

Vastaus	Pelkistetty ilmaisu
"Työ on lisäksi erinomainen mielikuvituksen kehittäjä" (Opiskelija 25)	Mielikuvitus
"Tehtävä kasvattaa siis kekseliäisyyttä" (Opiskelija 103)	Kekseliäisyys

TAULUKKO 5 Esimerkki luokan "motivoiva, innostava" pelkistettyjen ilmaisujen muodostamisesta

Vastaus	Pelkistetty ilmaisu
"Varmasti oppilaita kiinnostava leikinomainen rakentelu" (Opiskelija 47)	Leikinomaisuus
"Tekeminen ja suunnittelu lähtee lapsesta itsestään ja näin oppiminen tapahtuu "vahingossa" (Opiskelija 77)	Vahingossa oppiminen

Lisäksi opiskelijat toivat vastauksissaan esille kuularataprojektin yhteistoiminnallisen luonteen. Luokan "yhteistoiminnallisuus" muodostivat pelkistetyt ilmaisut ryhmätyö, yhteistyö ja jaettu asiantuntijuus. Kuularataprojektin vaatimaan ja kehittämään ongelmanratkaisutaitoon opiskelijat viittasivat vastauksissa selkeästi ongelmanratkaisu -termillä, joten "ongelmanratkaisu" -luokka muodostui suoraan ilman pelkistettyjen ilmaisujen vaihetta.

Aineiston määrällisessä tarkastelussa hyödynnettiin SPSS -ohjelmaa. Aineiston luokittelun jälkeen vastaukset syötettiin SPSS -ohjelmaan frekvenssien ja prosenttijakaumien tarkastelua varten. Aineiston syöttöä ohjelmaan helpotti-

vat aiemmin kyselylomakkeisiin luokkien mukaan merkityt värikoodit. SPSS -ohjelmaa varten muuttujat muodostettiin osittain pelkistettyjen ilmaisujen ja osittain luokkien mukaan. Muuttujille annettiin arvot, jotka kuvasivat vastauksia selkeimmin. Esimerkiksi "soveltaminen" -luokan pelkistetyt ilmaisut toimivat kukin omana muuttujana SPSS -ohjelman sarakkeissa, ja arvoiksi tulivat tällöin "maininta" tai "ei mainintaa". Eli vastauksesta joko löytyi tai ei löytynyt mainintaa liittyen esimerkiksi pelkistettyyn ilmaisuun "välineet, materiaalit ja työskentely". Varsinaisten muuttujien lisäksi SPSS -ohjelmaan syötettiin taustamuuttujatietona vastaajien sukupuoli. Määrällinen tarkastelu kohdistui kuitenkin koko tutkimusjoukkoon, eli vastaajia ei profiloitu sukupuoli-taustamuuttujan osalta.

9 TULOKSET

9.1 Kuularata projektin soveltuvuus perusopetukseen teorian valossa

Kuularataprojektin soveltuvuutta perusopetukseen tarkastellaan nyt aiemmin esitellyn teoriapohjan valossa, mikä toteutetaan suhteessa projektin kuvaukseen, projektille esitettyihin oppimistavoitteisiin sekä omiin kokemuksiimme kuularataprojektista. Ensiksi tuodaan esille, kuinka yhteneviä kuularataprojektin tavoitteet ovat perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2004) opetukselle asettamien suuntaviivojen ja tavoitteiden kanssa. Tämän jälkeen esitellään tarkemmin, miten ongelmanratkaisu ja yhteistoiminnallinen oppiminen toteutuvat projektissa. Lopuksi pohditaan kehittääkö kuularataprojekti ominaisuuksia, joita ihmiseltä vaaditaan tulevaisuudessa teknologisessa ympäristössä, missä teknologian monipuolinen ymmärtäminen on merkityksellistä. Toisin sanoen tarkastellaan toteutuvatko kuularataprojektissa teknologiakasvatukselle opetussuunnitelmassa ja teoriassa asetetut tavoitteet.

9.1.1 Kuularataprojektin tavoitteet suhteessa opetussuunnitelmaan

Kuularataprojektin oppimistavoitteena on oppia ymmärtämään teknologisen ongelmanratkaisuprosessin vaiheita, oppia ryhmätyöskentelytaitoja sekä oppia soveltamaan käytäntöön tietoa materiaaleista, työkaluista ja tekniikoista yhdistämällä niitä luoviin ja kekseliäisiin ratkaisuihin (Virtanen & Ikonen 2009). Nämä tavoitteet ovat varsin yhtenevät perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2004) esitettyjen ongelmanratkaisun ja yhteistoiminnallisen oppimisen tavoitteiden kanssa.

Opetussuunnitelma kuvailee, kuinka oppimisprosessiin sisältyy muun muassa yhteistä ongelmanratkaisua, ja kuinka oppimisympäristön tulee haasteiden ja ongelmien kautta kannustaa oppilasta aktiivisuuteen ja luovuuteen. (POPS 2004) Nämä piirteet ovat keskeisessä roolissa kuularataprojektin ongelma-keskeisessä toteutuksessa, jolloin projektin tavoitteet saavat tukea edellä kuvastusta ihanteellisesta oppimisympäristöstä.

Myös yhteistoiminnallisen oppimisen osalta opetussuunnitelma on linjassa kuularataprojektin tavoitteiden ja toteutuksen kanssa. Opetussuunnitelmassa mainitaan muun muassa, kuinka työtapojen tulee tukea oppilaiden keskinäisessä vuorovaikutuksessa tapahtuvaa oppimista ja edistää sosiaalista joustavuutta. (POPS 2004) Kuularataprojektin toteutus pienryhmissä, yhteinen ideointi ja tarjolla olevat erilaiset materiaali- ja tekniikkavaihtoehdot synnyttävät ryhmäläisten kesken tilanteita, joissa opitaan vuorovaikutuksessa ja kehitetään sosiaalista joustavuutta.

Katsaus opetussuunnitelmaan (POPS 2004) osoittaa mahdollisuuden kuularataprojektin toteutukseen useissa eri oppiaineissa, joiden tavoitteissa tuodaan esille ongelmanratkaisu ja erilaiset viittaukset yhteistoiminnalliseen oppimiseen. Tätä ajatusta tukee myös ihminen ja teknologia -aihekokonaisuuden myötä on syntynyt velvoite teknologian opetukseen eri oppiaineissa (Järvinen & Rasinen 2012).

Tutkimuksessamme esitellyssä muodossaan kuularataprojekti vastaa teknologiakasvatuksen haasteisiin erityisesti teknisen työn kontekstissa, koska projektissa suuressa roolissa on materiaalien ja tekniikoiden luova käyttö, mikä on olennainen osa teknisen työn opiskelua (Rasinen ym. 2009). Sen voi katsoa johdattavan monipuoliseen näkemykseen teknologiasta, mikä kuuluu teknisen työn opetuksen tavoitteisiin (POPS 2004).

9.1.2 Ongelmanratkaisu kuularataprojektissa

Kuten Parikka ja Rasinen (1994), Rasinen (2000) ja Lindh (2006) tuovat esiin, teknologisessa toiminnassa on tärkeä rooli käden taidoilla. Siksi on paikallaan tarkastella, minkälaisen merkityksen käytännön taidot saavat kuularataprojektissa. Lindh (2006) esittää, teknologiakasvatuksessa teknologiaa pitää tarkastella prosessina, johon oppilaan on toiminnallaan mahdollista vaikuttaa, missä Parikka (2005) nostaa yksittäiset taidot esiin ongelmanratkaisun välineinä. Lindhin (2006) ajatus, että teknologikasvatuksessa tiedoilla ja taidoilla on tarkoitus ongelmanratkaisussa, on olennainen lähtökohta mietittäessä opetuksen tavoitteellisuutta. Tähän tavoitteellisuuteen kuularataprojektin luonne vastaa hyvin. Kuularadassa oppilaiden käyttämät tekniikat ja materiaalit, joiden käyttö edellyttää käden taitoja, ovat välineitä ratkaista vastaan tuleva ongelma pyrittäessä tiettyyn päämäärään.

Suomalan (1999) ja Järvisen (2001) mukaan aikaisemmilla tiedoilla on olennainen rooli ongelmanratkaisuprosessin onnistumisen kannalta. Esjeholm (2012) huomauttaa että ollakseen luovia oppilaat tarvitsevat tehtävässä vaadittavaa käsitteellistä tietoa. Kuularadan yhteydessä oppilaiden voidaan katsoa tarvitsevan ymmärrystä vähintään käytettävissä olevista työvälineistä, tekni-

koista ja materiaaleista, joihin he tutustuvat ennen projektin alkua. Oppilaille esitettävien kuularatavideoiden merkityksen voi nähdä siinä, että ne saavat mielikuvituksen liikkeelle ja käsitteellistävät toteutettavaa projektia konkreettisemmalle tasolle.

Avoimen ongelmanratkaisun voidaan Heikkilän (1981) ja Järvisen (2001) ajatusten mukaisesti nähdä tukevan luovaa ajattelua. Luonteeltaan kuularataprojekti edustaa avointa ongelmaa, jossa lopputilanne on avoin, jolloin projektin tavoitteena olevat luovat ja kekseliäät ratkaisut saavat tukea tavasta, jolla projekti on suunniteltu (ks. Esjeholm 2012). Luovuus ja innovatiivisuus ovat keskeisiä piirteitä teknologisessa ongelmanratkaisuprosessissa, jonka oppiminen on yksi projektin tavoitteista (Järvinen 2006).

Järvinen (2001) pitää Laytonin (1993) teknologian ongelmanratkaisumallia, johon kuularataprojekti pohjautuu, soveltuvana teknologiakasvatukseen, koska se antaa teknologiseen työskentelyyn hyvin määritellyn rakenteen. Kuularataprojektia voi pitää hyvänä harjoitustehtävänä teknologisen ongelmanratkaisuprosessin oppimiseen, koska sitä toteuttaessa prosessin olennaiset piirteet, kuten ideoiden muodostaminen, tuotteen valmistus ja testaus nousevat selkeästi esiin (ks. Layton 1993). Tätä ajatusta vasten projektin oppimistavoite teknologisen ongelmanratkaisuprosessin vaiheiden ymmärtämisestä on mahdollista saavuttaa.

Suomalan (1999) mukaan on tärkeää kehittää ongelmanratkaisulle suotuisa oppimisympäristö, joka mahdollistaa oppilaiden omien ideoiden tuottamisen, ja jonka piirteitä ovat monipuolisuus ja joustavuus. Kuularataprojektin toteutuksessa omien ideoiden tuottaminen on keskeisessä osassa, ja tarjolla olevat erilaiset materiaali- ja tekniikkavaihtoehdot tukevat omalta osaltaan ajatusta oppimisympäristöstä, jossa on tilaa opiskelijoiden omille ideoille ja joustavuudelle. Kuularadan voi katsoa kehittävän ajattelutoimintoja, joita uusia ongelmia kohdatessa tarvitaan (ks. Edwards-Leis 2012).

9.1.3 Yhteistoiminnallinen oppiminen kuularataprojektissa

Kuularataprojektissa pyritään kehittämään ryhmätyöskentelytaitoja, minkä tavoitteen taustalla on käsitys yhteistoiminnallisen oppimisen tehokkuudesta (Virtanen & Ikonen 2009). Sahlberg ja Sharan (2002) tähdentävät, kaikki yhteistoiminnallisen oppimisen opetusmenetelmät korostavat oppimistavoitteiden saavuttamisessa pienryhmän kaikkien jäsenten keskinäistä vuorovaikutusta ja positiivista keskinäistä riippuvuutta toisistaan. Kuularataprojektissa ryhmien toimintaa organisoidaan kuitenkin ainoastaan kuularataa koskevilla ohjeilla tai vaatimuksilla. Opiskelijat toimivat näin ollen vapaasti ryhmässä ilman, että heidän toimintaansa ohjataan kohti yhteistoiminnallista oppimista. Projektin yhteydessä ei siis erikseen tuoda esille yhteistoiminnallisen oppimisen ehtoja niin, että opiskelijat laittaisivat tietoisensa huomionsa niihin.

Yhteistoiminnallisen oppimisen tunnuspiirteistä positiivinen keskinäisriippuvuus, jonka syntymiseksi tehtävän rakenteen pitää olla sellainen, että ryhmän jäsenten on tehtävä yhteistyötä, ei toteudu kuularataprojektissa (Kagan & Kagan 2002; Saloviita 2006). Opiskelijan on mahdollista ottaa täysin passiivi-

nen tai hallitseva rooli työn toteuttamisessa välittämättä muista ryhmän jäsenistä. Suora vuorovaikutus sen sijaan toteutuu kuularataprojektissa. Suoralla vuorovaikutuksella tarkoitetaan yksinkertaisesti samanaikaista ja kasvotusten tapahtuvaa vuorovaikutusta ryhmäläisten kesken (Kagan & Kagan 2002; Saloviita 2006). Kuten Johnson ja Johnson (1994) huomauttavat, pelkästään ryhmän jäsenyys ja ryhmän jäsenten keskinäinen vuorovaikutus eivät kuitenkaan takaa oppimistuloksia, vaan suora vuorovaikutus on ennemminkin tulosta positiivisesta keskinäisriippuvuudesta, jossa toisia kannustetaan yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi.

Yhteistoiminnallisen oppimisen keskeisistä tunnuspiirteistä myöskään yhtäläinen osallistuminen ei täysin toteudu kuularataprojektissa. Kagan ja Kagan (2002) tuovat esille, että ryhmätyö ei takaa oppilaiden aktiivisuuden tasaista jakaantumista ryhmässä. Yhtäläinen osallistuminen voidaan yksinkertaisissa projekteissa varmistaa etukäteen annetun työnjaon avulla, mutta kuularadan kaltaisessa tutkivassa projektissa tarkkaa työnjakoa ei voida noudattaa (ks. Cohen 2002). Tällöin opettajalla on suuri rooli yhtäläisen osallistumisen varmistamisessa (ks. Saloviita 2006; Cohen 2002).

Kohosen (2002) kirjoittaa, että yhteistoiminnallisuus on tapa rakentaa oppimisympäristöä ja opiskelukulttuuria siten, että niissä painottuu yhteisöllinen opiskeluun asennoituminen, mikä tukee ryhmässä turvallisen työilmapiirin kehittymistä (ks. myös Autio 2011). Vaikka kuularataprojektissa yhteistoiminnallista oppimista ei varmisteta, tutkimuksessamme projektia toteuttaneissa ryhmissä yhteistoiminnallisuus on voinut ainakin joiltain osin toteutua luonnostaan, kun opiskelukulttuurin myötä opiskelijoille on kehittynyt valmiuksia toimia ryhmässä yhteistoiminnallisen oppimisen tunnuspiirteitä täyttäen. Oppimisen tehokkuuden näkökulmasta oppimisympäristöllä voi ajatella olevan kuularataa perusopetukseen sovellettaessa erityinen merkitys, mihin opettajan on syytä kiinnittää huomiota yhteistoiminnallisen oppimisen tunnuspiirteiden ohella. Siinä muodossa, jossa kuularata tutkimuksessamme kuvataan, nämä tunnuspiirteet eivät ryhmätyöskentelyssä täytä yhteistoiminnallisen oppimisen kriteereitä.

9.1.4 Teknologian ulottuvuudet kuularataprojektissa

Kuularataprojektia teknologiakasvatusta toteuttavana oppimisprojektina on hyvä lähteä lähestymään pohtimalla, millaista teknisen työn opetus, johon teknologiakasvatusta tällä hetkellä Suomessa opetussuunnitelmassa painottuu, on käytännön tasolla tällä hetkellä. Teknisen työn opetus on kouluissa vielä usein siten, että oppilaat kopioivat itsenäisesti työskennellen valmiista mallista identtisiä töitä, joiden merkitys heille on usein vähäinen. Työskentelyssä painoarvo on oppilaan, kenties opettajankin, ymmärryksessä valmiissa tuotoksessa. Tällöin ajatus, että oppiminen on saavutettu jo työprosessin aikana, voi helposti unohtua. Lisäksi joidenkin teknisen työn työvälineiden ja tekniikoiden, joilla ei ole ihmisten elämässä enää mitään käytännön arvoa, merkityksen voi halutessaan kyseenalaistaa. Teknisen työn opetuksessa lähtötilanne voi siis olla oppilaan kannalta sellainen, että hänen pitää motivoitua työskentelyyn, jossa opittava

asia on ottaa haltuun tietyt taidot, joilla ennalta määritellyn ongelman eli opettajan valitseman tuotteen valmistaminen on mahdollista. Tällöin on aiheellista kysyä, kuinka hyvin toteutuu teknologiakasvatuksen ydin, missä keskeistä on monipuolinen näkemys teknologiasta.

Kuularataprojektin keskeisenä vahvuutena voi nähdä, että se vastaa teknologiakasvatuksen haasteeseen, joka nousee muun muassa Duggerin (2011) ja Järvisen ja Rasisen (2012) raporttoimasta nuorten kapeasta käsityksestä teknologiasta. De Vriesin (2005) mukaan teknologian piirteissä ei juuri tunnisteta luovuutta, innovatiivisuutta ja mielikuvitusta. Kuularataprojekti voidaan katsoa vastaavan tähän innovatiivisuuteen ja luovuuteen ohjaamisen haasteeseen tekemällä teknologista ideointiprosessia, mihin Järvinen ja Rasinen (2012) viittaavat todetessaan, että nuoret eivät näe itseään aktiivisina toimijoina teknologisissa prosesseissa, koska teknologisten ideoiden kehittäminen ei toteudu koulussa. Kuularataprojektissa oppiminen on toiminnallista, tekemällä oppimista, jossa tietoa sovelletaan teknologisia ideoita kehittäessä ongelmiin, joita projektin aikana hahmottuu (Lindh 2006; Järvinen & Rasinen 2012).

Esjeholm (2012) toteaa uusien toimintaperiaatteiden keksimisen olevan oppilaille liian vaativaa, mutta pitää vakiintuneiden toimintaperiaatteiden tutkimista tärkeänä. Kuularataprojektissa ideoitaan toteuttaessa oppilaat joutuvat kosketuksiin monien lainalaisuuksien kanssa, jotka koskevat esimerkiksi materiaalien ominaisuuksia tai puhtaasti luonnonlakeja. Teknologisen tiedon ulottuvuus on siis mukana kuularataprojektissa. Alamäen (1999) mukaan teknologia hyödyntää luonnontiedettä ja luonnontieteen lakeja käytännön ongelmien ratkaisemiseen, joita kuularataprojektissa oppilaiden voi ajatella koettelevan käytännössä ratkaisuja miettiessään ja toteuttaessaan. Ilman ymmärrystä esimerkiksi fysiikan perusilmiöistä, kuten painovoimasta, kuularataprojektin toteutus on mahdotonta. Vaikka oppilaat eivät projektissa keksi uudestaan toimintaperiaatteita, esimerkiksi kuviossa 4 D näkyvää spiraalimallia, näitä enemmän tai vähemmän tuttuja ratkaisuja on mahdollista käyttää ja yhdistää projektissa hyvin luovilla tavoilla, jolloin valmiit kuularadat voivat näyttää hyvin erilaisilta, vaikka lähtöasetelmat projektin toteutukseen ovat kaikille ryhmille samat. Kuularataprojektissa käytettävää kehikkoa voi pitää sen verran rajaavana tekijänä, että valmiit tuotokset muistuttavat pääpiirteittäin toisiaan. Erot valmiissa kuularadoissa näkyvät pienissä yksityiskohdissa, joissa toimintaperiaatteita on sovellettu.

Myös De Vries (2005) kuvailema teknologisen tietoon kuuluva normatiivinen ulottuvuus on kuularataprojektissa läsnä. Kuularatata rakentaessa oppilaat joutuvat jatkuvasti arvioimaan toimintaa ja miettimään, kuinka ideoita ja ratkaisuja voi parantaa. Tällaisen arvioivan toiminnan voi ajatella kehittävän oppilaan valmiuksia, joita yksilöltä vaaditaan Parikan (2005) esille nostamassa teknologisen ympäristön kriittisessä kehittämisessä, jossa pyritään yhä toimivampiin ja eettisesti kestävämpiin teknologisiin ratkaisuihin.

Kuularataprojektin voi nähdä tuovan esiin myös teknologian inhimillistä ulottuvuutta, jossa ihmisen tunteet, arvot ja motivaatio ohjaavat teknologista prosessia (Alamäki, 1999). Kun oppilailla on tahtoa ja halua ratkaista projektissa

ilmeneviä ongelmia, teknologinen prosessi tapahtuu heidän omassa ohjauksessaan tiettyyn suuntaan. Projektissa oppilaat saavat tunteen siitä, että he voivat valinnoillaan vaikuttaa työn lopputulokseen. Oppilaat havaitsevat ongelmia, jotka he voivat omilla luovilla ideoillaan voittaa, ja lopputulos on ainutlaatuisen.

Kuularataprojektissa oppilaat osallistuvat Mitchamin (1994) ja De Vriesin (2005) kuvailemaan teknologiseen toimintaan ja synnyttävät teknologisen tuotteen suunnitellessaan, rakentaessaan ja arvioidessaan kuularataa. Kuularata objektina ei saa kuitenkaan korostettua asemaa, vaan projektin aikana näkyvät vahvasti myös teknologian muut ulottuvuudet. Kuularataprojektissa on mahdollista lähestyä Rasisen ym. (2009) kuvailemaa teknologisten innovaatioprosessien myötä saavutettavaa korkeinta teknologisen oppimisen tasoa, johon kuuluvat teknologian ymmärtäminen, soveltaminen ja keksiminen, tehokkaammin kuin perinteisessä teknisen työn opetuksessa.

9.2 Opiskelijoiden mielipiteet kuularataprojektin soveltuvuudesta alakouluun

Opiskelijoilta kysyttiin kuularataprojektin soveltuvuutta alakouluun. Vastaajista 187 (90,3 %) on sitä mieltä, että kuularata soveltuu alakoulun luokille (taulukko 6). Puolestaan 17 vastaajan (8,2 %) mielestä kuularataprojekti soveltuu alakouluun, mutta vain ylemmille luokille. Ainoastaan kolme vastaajaa (1,4 %) pitää projektia alakouluun soveltumattomana. Seuraavassa on muutama esimerkki vastauksista.

Mielestäni soveltuu hyvin alakouluun. Oppilaat pääsevät hyvin vapaasti toteuttamaan omia ideoitaan ja opettaja ei periaatteessa rajoita ollenkaan vaan lähinnä se, mikä toimii ja mikä ei. (Opiskelija 128)

Ei aivan pienemmille mutta 4-6-luokille hyvin soveltuva. Vanhemmille oppilaille ajattelu ja ongelmanratkaisukyky kehittyneet jotta voi ottaa tällaisia luovaa ajattelua vaativia tehtäviä (Opiskelija 114)

Tällaisenaan melko haastava, korkeintaan eteille käsityön tekijöille 5-6 luokilla. (Opiskelija 194)

Kyllä varmasti, 4-6 luokille tässä muodossa ja nuoremmille hieman yksinkertaisempaan. (Opiskelija 29)

Ei, työ vaatii jo melko paljon taitoja joita oppii vasta yläkoulussa. (Opiskelija 34)

9.2.1 Kuularataprojektin tarjoamat eriyttämismahdollisuudet

Opiskelijat tuovat esille vastauksissaan, että kuularataprojektia on mahdollista soveltaa oppilaiden yksilöllisten taitojen mukaan. 17 vastaajaa katsoo, että opettajan on mahdollista eriyttää projektia kaikille oppilaille sopivaksi (taulukko 6).

Jokainen oppilas/ryhmä rakentaa omantasoisensa ja näköisensä radan. Ei yhtä oikeaa ratkaisua. Ohjeet voidaan muuttaa myös ikätasolle sopivaksi esim. mitä materiaaleja käytetään ja mitä koneita saa käyttää. (Opiskelija 106)

Tavoitteita ja vaatimuksia voi lisätä ja vähentää sen mukaan, minkä ikäisistä oppilaista on kyse. (Opiskelija 108)

Laajemman eriyttämisenäkökulman lisäksi opiskelijat määrittelevät tarkemmin, kuinka kuularataprojekti tulee alakoulussa toteuttaa (taulukko 6). 25 opiskelijaa soveltaisi projektia välineiden, materiaalien ja työskentelyn osalta. Ohjeistukseen kiinnittäisi huomiota 12 opiskelijaa. Kuusi opiskelijaa varaisi projektin toteutukseen enemmän aikaa. Kolmen opiskelijan mielestä projektin järjestämiseen tarvittaisiin useampia opettajia.

Ideana toimiva millaisen ryhmän kanssa tahansa: rajataan välineitä tai/ja materiaaleja esim. askarteluna tehtäisiin samantapainen projekti alkuopetuksessa (Opiskelija 119)

Helpotettuna esim. eri materiaaleilla ja työtekniikoilla tuo olisi kuitenkin erittäin soveltuva alakouluun (Opiskelija 178)

9.2.2 Kuularataprojekti eriyttämiskeinona

Toisaalta vastaajista 14 näkee kuularataprojektin jo itsessään eriyttävänä, koska oppilaiden on mahdollista lähestyä projektia omalla taitotasolla (taulukko 6).

Jo tehtävä itsessään on eriyttävä, oppilaat voivat siis ratkaista ongelman ryhmän taitotason ”raameissa”. (Opiskelija 126)

Projekti on soveltuva alakoulun luokille, koska sen voi rakentaa juuri sillä taitotasolla ja vaikeusasteella, jonka juuri silloin omistaa (Opiskelija 205)

TAULUKKO 6 Opiskelijoiden arviot kuularataprojektin soveltuvuudesta alakouluun (N=207)

Soveltuvuuden kriteerit	Vastaajien lukumäärä (%)
Yleinen soveltuvuus	183 (90,3)
Eriyttämisen mahdollistaja	17 (8,2)
Soveltaminen	
Välineet, materiaalit ja työskentely	25 (12,1)
Ohjeistus	12 (5,8)
Enemmän aikaa	6 (2,9)
Useampia opettajia	3 (1,4)
Eriyttämismenetelmä	14 (6,8)
Teknologiakasvatukseen haasteisiin vastaaminen	
Luovuus	44 (21,3)
Motivointi	25 (12,1)
Yhteistoiminnallisuus	40 (19,3)
Ongelmanratkaisu	32 (15,5)

9.3 Kuinka kuularata opiskelijoiden mielestä vastaa teknologiakasvatuksen haasteisiin?

Vastatessaan kysymykseen kuularataprojektin soveltuvuudesta alakoulun luokille opiskelijat kuvailevat kuularataprojektin luonnetta. He tuovat esille projektin positiivisia ulottuvuuksia oppimisen kannalta, kuten ominaisuuksia, joita kuularadan katsotaan vaativan ja kehittävän.

Vastaajista 44 (taulukko 6) mainitsee luovuuden perustellessaan projektin soveltuvuutta alakouluun. Vastaajat ovat sitä mieltä, että alakoululaisilla on hyvä mielikuviutus ja tietynlaista ennakkoluulottomuutta tehdä luovia ratkaisuja. Kuularataprojektin katsotaan hyödyntävän, mutta samalla kehittävän luovuutta ja kekseliäisyyttä, kun oppilaita kannustetaan ideoimaan innovatiivisesti.

Luovuus ja mielikuviutus pääsevät valloilleen. (Opiskelija 133)

Tehtävässä ei ole valmiita oikeita vastauksia, vaan tehtävä antaa tilaa oppilaiden omille ideoille. Kuularatoja voi olla hyvin monenlaisia ja käytettävissä olevat materiaalit tarjoavat myös erilaisia ratkaisutapoja. (Opiskelija 152)

Oppilaiden oma ideointi yhdistyy tekniikoiden harjoitteluun (Opiskelija 186)

Projektin näkee motivoivana 25 vastaajaa (taulukko 6). Heidän vastauksistaan nousee esiin, kuinka lasten ajatellaan innostuvan kuularataprojektista, jota pidetään hauskana, innostavana ja mielenkiintoisena. Opiskelijat pitävät projektia luonteeltaan sellaisena, että se edustaa lapsille luontaista tapaa oppia, jolloin työskentely ikään kuin imaisee nämä mukaansa, ja projektin toteutus ja oppiminen tapahtuu huomaamatta.

Tehtävä oli todella motivoiva, ja uskon, että se ehdottomasti innostaisi myös alakoululaisia. (Opiskelija 3)

Paljon hauskempi kuin löylykauha (Opiskelija 28)

Lapsilla on mielikuvituksensa perusteella mahdollista tehdä sama projekti. Lisäksi he nauttivat kokeista ja itsensä haastamisesta. (Opiskelija 129)

Jos me OKL:ssä innostuimme kuularadan rakentamisesta, niin miksei idea toimisi lapsille, jotka luonnostaan tykkäävät rakennella kaikkea. (Opiskelija 132)

Toimivien ja monipuolisten ratkaisuiden kehittäminen ja toteutus tapahtuu kuin itsestään. (Opiskelija 117)

Projektin yhteistoiminnallisen luonteen tuo esille 40 vastaajaa (taulukko 6). He katsovat, että projektin kautta opitaan toimimaan yhdessä ja työskentelemään muiden kanssa tavalla, jossa on huomioitava toisten mielipiteet ja kyettävä tarvittaessa neuvottelemaan ratkaisuista. Kuularataprojektissa oppilaiden katsotaan saavan tukea toisistaan, ja työskentelyn katsotaan vaikuttavan positiivisesti ryhmähengeseen. Vastauksista nousee esille myös näkökulma projektin tarjoamasta mahdollisuudesta ideoida yhdessä.

Kehittää yhteistyötä ja yhteenkuuluvuutta! (Opiskelija 5)

On, koska se kehittää tehokkaasti yhteistyökykyä: taitoa tehdä kompromisseja ym. On hyvä oppia ja tottua yhdessä tekemiseen jo pienestä, koska esim. prosessitekemisen merkitys kasvaa koko ajan. (Opiskelija 15)

Siinä oppilaat pääsevät toimimaan ryhmässä, opettelemaan erimielisyyksien ratkomista ja yhdessä keksimistä. (Opiskelija 150)

Hyvä ryhmätyö ja ryhmätyöskentelyn taitojen oppimista kehittävä (Opiskelija 140)

Mielekästä ryhmätyöskentelyä, jossa yhteinen ongelma ja näin kaikkien ideat tarpeellisia. Kenenkään ei tarvitse olla huippuosaaja: jaetaan tieto ja taito. (Opiskelija 21)

Ongelmanratkaisuun viittaa 32 vastaajaa (taulukko 5). He katsovat projektin soveltuvaksi ongelmanratkaisun kehittämiseen ja ongelmanratkaisumenetelmien opetteluun.

Mielestäni tällainen projekti olisi todella soveltuva alakoulun luokille, sillä se innostaisi oppilaita luovaan ongelmanratkaisuun ja omaan ajatteluun. (Opiskelija 18)

10 POHDINTA

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää luokanopettaja- ja erityisopettajaopiskelijoiden mielipiteitä kuularataprojektin soveltuvuudesta teknologiakasvatukseen perusopetuksessa. Teknologiakasvatuksen määritelmän puuttuessa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteista (2004) tutkimuksen tavoitteena oli selvittää voiko kuularataprojektia pitää teknologiakasvatukseen soveltuvana oppimisprojektina, jolla sen haasteisiin on mahdollista vastata.

Valtaosa opiskelijoista piti kuularataprojektia alakouluun soveltuvana oppimisprojektina. Heidän mielipiteistään nousseet luokat antoivat mahdollisuuden pohtia, kuinka kuularataprojekti vastaa teknologiakasvatuksen haasteisiin opiskelijoiden mielipiteiden perusteella. Opiskelijoiden mielipiteiden merkityksen voi nähdä heidän roolissaan tulevana teknologiakasvatuksen toteuttajina.

10.1 Tulosten tarkastelua

Perinteisessä teknisen työn opetuksessa materiaaleihin ja työvälineisiin liittyvät taidot saavat usein korostetun aseman oppilaiden valmistaessa opettajan heille ennalta määrittämää tuotetta. Opiskelijoiden mielipiteissä kuularataprojektin soveltuvuudesta alakouluun käytännön taitojen harjoittelu ja kehittyminen eivät nousseet niin selkeästi esiin, että niistä olisi muodostettu oma luokkansa. Tähän voi vaikuttaa, että työssä käytettäviin materiaaleihin ja tekniikoihin tutustutaan jo etukäteen ennen kuularataprojektia. Toisaalta taitojen voi nähdä

opiskelijoiden mielipiteissä linkittyvän luovuuteen ja motivaatioon, jotka muodustuivat aineistonanalyysissä vastauksiksi teknologiakasvatuksen haasteisiin.

Kuularataprojektissa oppilaiden luovuus ohjaa kehittyviä taitoja toteutettavien ideoiden suuntaisesti, kun ne yhdistyvät tekniikoiden harjoitteluun käytännössä. Kun oppilaat ovat motivoituneita työskentelyyn, taidot kehittyvät kuin huomaamatta luonnollisissa tilanteissa, jolloin ne voidaan nähdä välineellisessä arvossa matkalla päämäärään eli ongelman ratkaisemiseen. Käytännön taitojen sijaan opiskelijoiden mielipiteissä nousikin esiin ongelmanratkaisutaitojen kehittyminen ja luovuus, mikä kertoo opiskelijoiden hallussa olevasta riittävästä määrästä tehtävään liittyvää käsitteellisestä ymmärrystä (ks. Esjeholm 2012). Toisaalta ongelmanratkaisutaitojen kehittyminen ja luovuuden korostuminen kertovat siitä, että kuularataprojekti toteuttaa teknologiakasvatusta tehokkaammin kuin opetus, jossa ilman käsitystä teknologiasta ja sen luonteesta keskitytään tavallaan satunnaisiin tietoihin ja taitoihin, mikä ei edistä teknologisessa maailmassa arki- ja työelämässä vaadittavien taitojen kehitystä (de Vries 2005; Parikka 2005).

Opiskelijoiden mielipiteissä ryhmässä toimiminen nousi esiin sävyssä, joka kertoo yhteistoiminnallisessa oppimisessa saavutettavista hyödyistä (ks. esim. Johnson & Johnson 1994; Sharan & Sahlberg 2002). Luonnollisesti opettajaopiskelijoiden kyvyt yhteistoiminnalliseen työskentelyyn ovat kuitenkin aivan eri tasolla kuin alakoululaisilla. Kun pelkkä vuorovaikutus ryhmän jäsenenä ei takaa oppimistuloksia, kuularataprojektin suunnittelussa opettajan tehtävä on ratkaista, kuinka oppilaat saadaan työskentelemään yhteisen oppimistavoitteen eteen, missä korostuu opettajan yhteistoiminnallisen oppimisen teoreettinen tuntemus (Johnson, Johnson & Holubec 1993; Johnson & Johnson 1994; Sharan & Sahlberg 2002).

Virkkalan (1994) kuvaileman luovan ongelmanratkaisunprosessin piirteet, kuten ideoiden myönteinen käsittely ja tuottaminen tai pyrkimys yhteiseen tavoitteeseen, ovat hyvin samoja, joita yhteistoiminnallinen oppiminen toteutessaan tukee, minkä vuoksi vaikuttaisi siltä, että se on luovassa työskentelyssä otollinen menetelmä. Kuularataprojektin ongelmakeskeistä lähestymistapaa opetuksen järjestämiseksi ja pyrkimystä mahdollisimman yhteistoiminnalliseen työskentelyyn voi näin ollen pitää keinona lähestyä teknologiakasvatuksen tavoitteita.

Oppilaiden valmiudet ongelmanratkaisua vaativaan työskentelyyn voivat vaihdella huomattavasti, mikä opettajan on huomioitava prosessin ohjaamisessa (ks. Haapasalo 1997; Järvinen 2001). Teknologiakasvatuksessa korostuu oppilaslähtöisyys, minkä vuoksi on tärkeä, että jokainen oppilas pystyy tekemään ongelmanratkaisua vaativaa tehtävää omien kykyjensä mukaan, mihin haasteeseen kuularata vastaa. Tutkimuksessamme opiskelijat näkivät kuularataprojektin sekä helposti eriyttävänä että itsessään eriyttävänä oppimisprojektina. Opiskelijoiden vastauksissa korostuu, kuinka kuularataprojektia on mahdollista lähestyä omista lähtökohdistaan omalla taitotasollaan. Tämän voi nähdä motivaation kannalta olennaiseksi tekijäksi, mikä Aution (2011) mukaan vaikuttaa teknologiakasvatuksen tehokkuuteen. Kuularata tarjoaa motivaation kannalta

tärkeitä älyllisiä haasteita ja tuottaa oppilaille autonomian tunnetta, kun he saavat valita materiaalit ja tekniikat työtä toteuttaessaan (ks. Autio 2011). Kuularadassa käytettävien metallimateriaalien työstäminen voi toisaalta olla etenkin alakoulun alempien luokkien oppilaille liian haastavaa. Tällöin projekti on perusteltua toteuttaa esimerkiksi askartelumateriaaleja käyttäen tai vasta ylempillä alakoulun luokilla, kuten joissain opiskelijoiden mielipiteissä esitettiin.

Mukavuutta tuottavana asiana teknologia nostaakin vain harvoin esiin negatiivisia asenteita (Järvinen 2001), mutta valmiilla kuularadalla ei voi katsoa olevan juurikaan käyttöarvoa oppilaiden elämässä. Oppilaiden tarve kuularataan ei varmasti pelikonsolien ja Angry Birdsien aikana nouse arkielämän tarpeesta, ja projektin idea on lähtöisin opettajalta. Tämän voi katsoa olevan ristiriidassa teknologisen ongelmanratkaisuprosessin lähtökohdan kanssa, jossa toiminnan taustalla viime kädessä ihmisen vapaa tahto ratkaista havaittu ongelma ja tyydyttää jokin tarve (ks. Järvinen 2001; 2006).

Se, että kuularata edustaa avointa ongelmaa, mahdollistaa kuitenkin ideoilla leikkimisen, mikä on tärkeämpää kuin tuotteen käyttökelpoisuus (Esjeholm 2012). Valmiista kuularadasta rakentuu loppujen lopuksi tekijöidensä näköinen, vaikka idea työhön ei heiltä alun perin ole lähtenytäkään. Opiskelijat pitivät kuularataa motivoivana oppimisprojektina, missä suuressa roolissa voi ajatella olevan projektin luonteen leikinomaisuuden, jolla vastaan tulevat ongelmat kohdataan. Näyttäisi siltä, että motivaatio työskentelyyn kumpuaa itse prosessista, jota oppilas ohjaa aktiivisesti ideoillaan yhdessä muiden ryhmän jäsenten kanssa. Tällaisen toiminnan järjestäminen on Suomen kouluissa teknologiakasvatuksen haaste (ks. Järvinen & Rasinen 2012). On mahdollista, että kuularataprojektin myötä teknologian inhimilliset ja sosiaaliset ulottuvuudet aukeavat enemmän oppilaille, millä on vaikutusta erityisesti tyttöjen motivaatioon (ks. de Vries 2005). Tästä voi nähdä viitteitä myös tutkimukseemme osallistuneiden opiskelijoiden mielipiteissä, sillä suurin osa vastaajista oli naisia.

Vaikuttaisi siltä, että kuularataprojekti soveltuu teknologiakasvatukseen, koska projektin tavoitteet, menetelmät ja sisällöt tukevat teknologian olemuksen monipuolista ymmärtämistä, minkä voi katsoa kehittävän teknologiakompetenssia (Parikka 1998). Kuularataprojektin toteutus on myös linjassa teknologiakasvatuksen parantamiseksi ehdotettujen pedagogisten lähestymistapojen kanssa (ks. UPDATE 2010).

On mahdollista, että teknologian eri ulottuvuuksiin muodostuu kuitenkin vielä vahvempi näkemys oppiaineiden rajat ylittävällä opetuksella (ks. de Vries 2005; Rasinen 2011). Opiskelijoiden vastauksissa korostui kuularadan monipuolisuus oppimisprojektina. Kuularadan kehittäessä useita ominaisuuksia ja toisaalta vaatiessa eri tekniikoiden ja materiaalien käyttöä se on mahdollista liittää tarkoituksenmukaisesti monien oppiaineiden ja koulussa käsiteltävien teemojen yhteyteen.

Kuularadan lähestymistapoja teknologian eri ulottuvuuksiin on mahdollista tukea eri oppiaineissa, kuten luonnontieteissä tai kuvataiteessa, jossa korostuvat myös innovatiivisuus, kekseliäisyys, luovuus ja ongelmanratkaisu (Rasinen ym. 2009). Kuvataiteessa voi nähdä mahdollisuuden esimerkiksi kuulara-

dan visuaaliseen suunnitteluun ja ympäristö- ja luonnontiedossa esimerkiksi kierrätysnäkökulman ottamiseen kuularadassa käytettäviin materiaaleihin, joiden ominaisuuksiin on puolestaan mahdollista keskittyä tarkemmin fysiikassa.

Kuularadan toteutuksen oppiaineiden rajat ylittävänä projektina voi nähdä tavoitteellisempänä kuin teknologisten näkökulmien käsittelyn oppiaineissa ilman, että ne linkittyvät millään tavoin toisiinsa, tai rakentuvat näkyväksi projektiksi. Olennaista tietysti on, että projektissa rakentuvalla tuotteella olisi todellista käyttöarvoa, mihin kuularadan ei voi katsoa vastaavan. Toisaalta maailman täytyessä tavaroista kierrätysmateriaaleja hyödyntävä kuularata kasvattaa oppilaita tulevaisuuteen, jossa tavaroiden tuottamisen merkityksen voidaan nähdä vähenevän ja kierrätyksen merkityksen kasvavan. Jo nykyisessä muodossaan sitä voi pitää perusteltuna ja varmasti hauskana projektina, joka vastaa ainakin klassista teknisen työn metallityötä löylykauhaa paremmin teknologiakasvatuksen haasteisiin perusopetuksessa.

10.2 Tutkimuksen luotettavuus ja jatkotutkimushaasteet

Käsittelimme tutkimuksen luotettavuutta luvuissa 9.3. ja 9.4., jonka jatkoksi esittellään vielä muutamia luotettavuuteen liittyviä seikkoja. Tutkimuksessamme analysoidun avoimen kysymyksen vastaukset olivat kirjavia ja vaihtelivat laajuudeltaan. Kysymyslomakkeen sisältäessä useampia kuularataa koskevia kysymyksiä opiskelijat saattoivat esittää mielipiteensä tutkimuksemme kohteena olleeseen teemaan osittain jo jonkun toisen kysymyksen yhteydessä, mitä vastausta emme luonnollisesti voineet ottaa mukaan tutkimusaineistoon. Tarkempi kysymyksenasettelu olisi vastannut tähän ongelmaan. Toisaalta tutkimukseen olisi voinut valita mukaan myös useampia avoimia kysymyksiä, mikä olisi myös palvellut tutkimuksen luotettavuutta.

Vastaajien lukumäärä oli tutkimuksessa kuitenkin sen verran suuri, että teimme havainnon siitä, että opiskelijoiden vastaukset alkoivat toistaa toisiaan. Tätä ajatusta vasten pystyimme mielestämme nostamaan opiskelijoiden mielipiteistä esiin olennaiset teemat. Tulkintaa vaatineissa tilanteissa pystyimme myös tarkastelemaan asiaa laajemmin kuin vain yhden tutkijan näkökulmasta. Tutkimuksen vahvuutena pidämmekin erityisesti sitä, että jokaista sen vaihetta on ollut tekemässä kaksi tutkijaa. Tämä on varmasti tuonut laajempaa näkökulmaa myös koko työhön. Lisäksi teknisen työn ja teknologiakasvatuksen sivuaineen käyneinä opiskelijoina olemme mielestämme onnistuneet tekemään pitkin tutkimusta valintoja, jotka ovat ohjanneet ja rajanneet tutkimusta johdonmukaiseen suuntaan. Toisaalta voidaan katsoa, että meillä on tutkijoina ollut etukäteen melko vahva käsitys siitä, kuinka teknologiakasvatusta tulisi toteuttaa, mikä varmasti näkyy joiltain osin tutkimuksessa.

Kuularataprojektin soveltuvuutta perusopetukseen olisi mielekästä tutkia lisää erityisesti alakoulussa. Tutkimuksen kohteeksi voitaisiin tällä kertaa ottaa alakoululaisten mielipiteet projektista, ja tutkia kokevatko he projektin samansuuntaisesti kuin opettajaopiskelijat tässä tutkimuksessa. Toisaalta yhtä tärkeä

olisi tutkia alakouluopettajien kokemuksia kuularataprojektin toteutuksesta, mitä tuloksia voitaisiin myös verrata tutkimuksessamme esille nousseisiin kuularataprojektin piirteisiin. Näin olisi mahdollista selvittää toimiiko kuularataprojekti käytännön opetustyössä alakoulussa kehittämällä oppilaissa ominaisuuksia, joihin teknologiakasvatuksessa tähdätään.

Koska kuularataa voi pitää tietojen ja taitojen kokoavana ja soveltavana oppimisprojektina, olisi mielenkiintoista vertailla sen toimivuutta ja tuottamia oppimistuloksia saman vuosikurssin eri luokkien välillä, joiden opettajat toteuttavat opetuksensa pääsääntöisesti eri tavoin. Esimerkiksi teknisen työn opetuksessa on nimittäin mahdollista käyttää myös aihepiirityöskentelyä, jossa oppilaan on tietyin rajauksin mahdollista itse suunnitella ja toteuttaa haluamansa tuote, mikä on huomattava askel kohti tavoitteellisempaa teknologiakasvatusta kuin perinteinen teknisen työn opetus. Eri tavalla työskentelevissä opetusryhmissä oppilaiden kyvyissä kuularataprojektin edellyttämään ongelmanratkaisua vaativaan ja itseohjautuvaan ryhmätyöskentelyyn voi ajatella löytyvän eroja.

Oppilaiden kykyä toimia tavoitteellisesti kuularataprojektissa lisännee oppiaineesta riippumatta hankittu kokemus tutkivasta ja yhteistoiminnallisesta työskentelystä. Luokissa, joissa oppilaiden kyvyissä ja valmiuksissa tällaiseen työskentelyyn on selkeitä eroja, jatkotutkimus voisi koskea myös kuularataprojektin eriyttämisenäkökulmia, joita tutkimuksemme toi esille. Kuularataprojektin vaatiessa oppilailta käsitteellistä tietoa, mielenkiintoista olisi myös selvittää, kuinka sen toteutus onnistuu eri vuosikurssien oppilailta. Edelleen kiinnostavaa olisi tutkia, kuinka projektin toteutus palvelee nuorimpien alakoulun oppilaiden oppimista.

Kuularatahenkisiä projekteja ei käsittäksemme toteuteta kovin usein alakoulussa, minkä syitä olisi myös kiinnostava selvittää. Tavoitteellinen teknologiakasvatus edellyttää opettajalta vahvaa näkemystä teknologiasta, minkä vuoksi opettajien teknologiakäsityksiä voisi olla aiheellista tutkia. Opettajan teknologiakäsityksen voi kuvitella näkyvän vahvasti opetuksessa, mitä tutkimalla voisi nousta esille asioita, jotka olisi syytä huomioida tarkemmin myös opettajankoulutuksessa. Toisaalta tutkimustulos opettajien monipuolisesta teknologianäkemyksestä, joka yhdistyy vähemmän tavoitteelliseen teknologiakasvatukseen, kertoisi muista opetuksen järjestämisen taustalla vaikuttavista ja sen tuloksellisuutta rajoittavista tekijöistä.

LÄHTEET

- Alamäki, A. 1999. How to educate students for a technological future: technology education in early childhood and primary education. Turun yliopiston julkaisuja. Sarja B: 233.
- Autio, O. 2011. The Development of Technological Competence from Adolescence to Adulthood. *Journal of Technology Education* 22 (2), 71–89.
http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_0=EJ965334&ERICExtSearch_SearchType_0=no&acno=EJ965334 Viitattu 24.11.2012.
- Clarke, J. 2002. Palapeli. Teoksessa P. Sahlberg & S. Sharan (toim.)
 Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Suomentaja Ari Penttilä. Porvoo: W-S Bookwell. 83–100.
- Cohen, E.G. 1994. Designing group work. Strategies for the heterogeneous classroom. 2 painos. New York: Teachers College.
- Cohen E.G., Lotan R.A., Whitcomb J.A., Balderrama M.V., Cossey R. & Swanson P.E. 2002. Kompleksiopetus. Teoksessa P. Sahlberg & S. Sharan (toim.)
 Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Suomentaja Ari Penttilä. Porvoo: W-S Bookwell. 137–154.
- Dugger, W. 1997. Developing standards for technology education. *The technology teacher* 56 (6), 10–18.
http://www.iteaconnect.org/TAA/LinkedFiles/Articles/TTTpdf/Pre-1999/dugger_mar97.pdf Viitattu 24.11.2012.
- Dugger, W. 2011. The status of technology education in the United States. Teoksessa A. Rasinen & T. Rissanen (toim.) In the spirit of Uno Cygnaeus – Pedagogical questions of today and tomorrow. Department of teacher education: University of Jyväskylä, 33–43.
- Dyrenfurth, M.J. 1991. Technological literacy: Characteristics & competencies revealed & detailed. In *Technology and School*. Report of the PATT conference in Poland 1990. Zielona Gora: pedagogical University Press.
- Edwards-Leis, C. 2012. Challenging learning journeys in the classroom. Using mental model theory to inform how pupils think when they are generating solutions. Teoksessa T. Ginner, J. Hallström, & M. Hultén (toim.) *Technology Education in*

- the 21st Century. Report of PATT 26 Conference in Stockholm Sweden 2012. Linköping Electronic Conference Proceedings no73. 153–162.
<http://www.ep.liu.se/ecp/073/ecp12073.pdf> Viitattu 25.11.2012.
- Esjeholm, B-T. 2012. The relation between students' creativity and technological knowledge in crosscurricular technology and design projects. Teoksessa T. Ginner, J. Hallström, & M. Hultén (toim.) Technology Education in the 21st Century. Report of PATT 26 Conference in Stockholm Sweden 2012. Linköping Electronic Conference Proceedings no73. 172–178.
<http://www.ep.liu.se/ecp/073/ecp12073.pdf> Viitattu 26.11.2012.
- Eskola, J. & Suoranta, J. 2008. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. 8. painos. Tampere: Vastapaino.
- Feibleman, J. 1983. Pure science, applied science and technology: An attempt at definitions. Teoksessa C. Mitcham & R. Mackey (toim.) Philosophy and technology: Readings in the Philosophical problems of technology. New York: Collier Macmillan Publishers, 33–41.
- Foddy, W. 1993. Constructing questions for interviews and questionnaires: theory and practice on social research. Cambridge: Cambridge University press.
- Haapasalo, L. 1997. Oppiminen, tieto, ongelmanratkaisu. Vaajakoski: Medusa.
- Hansen, R. & Froelich, M. 1994 Defining Tehcnology and Technology Education: a Crisis or Cause for Celebration? International Journal of Technology and Design Education 4, 179–207.
- Heikkilä, J. 1981. Luovan ongelmanratkaisun didaktiikka. Juva: WSOY.
- Heinonen, A. 2002. Itseohjattu ja tutkiva opiskelu teknologiakasvatuksessa. Luokanopettajakoulutuksen teknologian kurssin kehittämistutkimus. Joensuun yliopisto. Kasvatustieteellisiä julkaisuja 79.
- Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. 2009. Tutki ja Kirjoita. Helsinki: Tammi.
- Ihde, D. 1993. Philosophy of technology: An introduction. New York: Paragon House Publishers.
- Isen, A.M., & Reeve, J. (2005). The influence of positive affect on intrinsic and extrinsic motivation: Facilitating enjoyment of play, responsible work behavior, and self-control. Motivation and Emotion 29 (4), 295–323.
http://intrinsicmotivation.net/SDT/documents/2005_IsenReeve_MO.pdf Viitattu 24.11.2012.

- Johnson, D. W., Johnson, R.T., Holubec, E.J. 1993. Cooperation in the classroom. 6.painos. Minnesota: Interaction book company.
- Johnson, D.W. & Johnson, R.T. 1994. An overview of cooperative learning. Teoksessa J. S. Thousand, R. A. Villa & A. I. Nevin (toim.) Creativity and collaborative learning. A practical guide to empowering students and teachers. Baltimore: Brookes. 31–58.
http://clearspecs.com/joomla15/downloads/ClearSpecs69V01_Overview%20of%20Cooperative%20Learning.pdf Viitattu 26.11.2012.
- Johnson, D.W. & Johnson R.T. 1999. Learning together and alone. Cooperative, competitive, and individualistic learning. 5. painos. Boston: Allyn & Bacon.
- Johnson, D.W. & Johnson R.T. 2002. Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu. Teoksessa P. Sahlberg & S. Sharan (toim.) Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Suomentaja Ari Penttilä. Porvoo: W-S Bookwell. 119–136.
- Järvinen, E-M 2001. Education about and through technology: in search of more appropriate pedagogical approaches to technology education. Faculty of education University of Oulu.
- Järvinen, E-M. 2006. Teknologian opetus ja luovuus. Teoksessa M-L. Visanti, H. Järnefelt, P. Bäckman & P. Sinko (toim.) Luovuus Pedagogiikka. Opetushallitus. Helsinki. 32–35. <http://www.teknologia.ee/Luovuuspedagogiikka.pdf> Viitattu 24.11.2012.
- Järvinen, E-M. & Rasinen, A. 2012. Ihminen ja teknologia. Teoksessa E. Niemi (toim.) Aihekokonaisuuksien tavoitteiden toteutumisen seuranta-arviointi 2010. Koulutuksen seuranta raportit 2012:1. Opetushallitus. 207–225.
http://oph.fi/download/140129_Aihekokonaisuuksien_tavoitteiden_toteutumisen_seuranta-arviointi_2010.pdf Viitattu 24.11.2012.
- Kagan, S. & Kagan, M. 2002. Rakenteellinen lähestymistapa. Teoksessa P. Sahlberg & S. Sharan (toim.) Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Suomentaja Ari Penttilä. Porvoo: W-S Bookwell. 24–47 .
- Kankare, P. 1997. Teknologisen lukutaidon toteutuskonteksti peruskoulun teknisessä työssä. Turun yliopiston julkaisuja. Sarja C: 139.
- Kohonen, V. 2002. Yhteistoiminnallisuus oppimiskulttuurin muutoksessa. Teoksessa P. Sahlberg & S. Sharan (toim.) Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja. Porvoo: W-S Bookwell. 348–366.

- Layton, D. 1993. Technology's challenge to science education. Buckingham: Open University Press.
- Leppäaho, H. 2007. Matemaattisen ongelmanratkaisutaidon opettaminen peruskoulussa: Ongelmanratkaisukurssin kehittäminen ja arviointi. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä studies in education, psychology and social research: 298. <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/13384/9789513927325.pdf?sequence=1> Viitattu 25.11.2012.
- Lindh, M. 2006. Teknologiseen yleissivistykseen kasvattamisesta – Teknologian oppimisen struktuuri ja sen soveltaminen. Oulu: Oulun yliopisto.
- Mitcham, C. 1994. Thinking through technology. The Path between Engineering and Philosophy. Chicago: The University of Chicago press.
- Moilanen, P. & Räihä, P. 2007. Merkitysrakenteiden tulkinta. Teoksessa J. Aaltola & R. Valli (toim.) Ikkunoita tutkimusmetodeihin II. Näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin. 2. korjattu ja täydennetty painos. Jyväskylä: PS-kustannus, 46–69.
- National Curriculum 2011. Design and technology: programme of study. Department of education, England. <http://www.education.gov.uk/schools/teachingandlearning/curriculum/secondary/b00199489/dt/programme> Viitattu 4.11.2012
- Newell, A. & Simon, H.A. 1972. Human problem solving. New Jersey: Prentice-Hall.
- Nurmi, T., Rekiaro, I. & Rekiaro, P. 1999. Uusi suomalainen sivistyssanakirja. 2. painos. Jyväskylä: Gummerus.
- OKL OPS 2010-2013. Opettajankoulutuslaitoksen opetussuunnitelma 2010–2013. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. https://www.jyu.fi/edu/opiskelu/opinto-opas/OKL_OPETUSSUUNNITELMA.pdf/view Viitattu 19.11.2012.
- Parikka, M. 1997. Kuntakohtainen opetussuunnitelma avaa yrittäjyyskasvatukselle omaleimaisia mahdollisuuksia. Teoksessa M. Parikka (toim.) Kasvu yrittäjyyteen. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 27, 81–86.
- Parikka, M. 1998. Teknologiaкомпетенssi. Teknologiakasvatuksen uudistamishaasteita peruskoulussa ja lukiossa. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä studies in education, psychology and social research 141.

- Parikka, M. 2005. Teknologiakasvatuksen käsite ja teknologisen yhteiskunnan uudet pärjäämisvaatimukset. Teoksessa Koulutuksen kulttuurit ja hyvinvoinnin politiikat. Jyväskylän yliopisto. Suomen Kasvatustieteellinen Seura. 239–248. <https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/18898> Viitattu 24.11.2012.
- Parikka, M. & Rasinen A. 1994. Teknologiakasvatuskokeilu. Kokeilun tavoitteet ja opetussuunnitelman lähtökohdat. Jyväskylän yliopiston opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 15.
- Parikka, M. & Rasinen, A. 2000. Kohti teknologiakasvatuksen teoriaa. Teknologiakasvatuskokeilu 1992-2000: Raportti 3. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto
- Parikka, M. & Rasinen, A. 2009. Teknologiakasvatus tutkimuskohteena. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 87. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.
- POPS 2004. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. Helsinki: Opetushallitus. http://www.oph.fi/download/139848_pops_web.pdf Viitattu 8.12.2012.
- Rasinen, A. 2000. Developing Technology Education. In Search of Curriculum Elements for Finnish General Education Schools. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä studies in education, psychology and social research 171.
- Rasinen, A. 2003. An analysis of the technology education curriculum in six countries. Journal of technology education 15 (1), 31–47. <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v15n1/pdf/rasinen.pdf> Viitattu 30.10.2012
- Rasinen, A. 2005. Teknologia ja teknologiakasvatus käsitteinä. Teoksessa Koulutuksen kulttuurit ja hyvinvoinnin politiikat. Jyväskylän yliopisto. Suomen Kasvatustieteellinen Seura. 226–238. <https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/18898> Viitattu 24.11.2012.
- Rasinen, A. 2011. What determinites technology education in schools? Tradition, educational research, politics, education administrators, teachers or...? Teoksessa K. Staples, C. Benson, M. de Vries (toim.) Perspectives on Learning in Design and Technology Education. Report of PATT 25 Conference in London 2011. London: Goldsmiths, 340–347. <http://www.gold.ac.uk/media/Patt%20Cript%20conference%20booklet%20X-webversion-web-2.pdf> Viitattu 13.11.2012.

- Rasinen, A., Ikonen, P. & Rissanen T. 2008. From craft education towards technology education: the Finnish experience. *Education Transactions, Series A: the Curriculum*. School of Education, Bangor University. 21–35.
<http://www.bangor.ac.uk/addysg/publications/Trafodion7s.pdf> Viitattu 24.11.2012.
- Rasinen, A., Virtanen, S., Endpohls-Ulpen, M, Ikonen, P., Ebach, J & Stahl-von Zabern, J, 2009. Tehcnology education for children in primary schools in Finland and Germany: different school systems, similar problems and how to overcome them. *International Journal of Technology and Design Education*, 19 (4), 367–379.
- Rasinen, A. & Parikka, M. 2012. Teknologiakasvatus ja tietoyhteiskunnassa pärjääminen. *Kasvatus* 43 (2), 207–213.
- Sahlberg, P. & Leppilampi A. 1997. Yksinään vai yhteisvoimin? Yhdessä oppimisen mahdollisuuksia etsimässä. 3. painos. Vantaa: Helsingin yliopisto, Vantaan täydennyskoulutuslaitos.
- Sahlberg P. & Sharan S. 2002. Johdanto. Teoksessa P. Sahlberg & S. Sharan (toim.) *Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja*. Porvoo: W-S Bookwell. 10–22.
- Sahlberg, P, Meisalo, V., Lavonen, J. & Kolari, M. 1994. Luova ongelmanratkaisu koulussa. Helsinki: Painatuskeskus.
- Saloviita, T. 2006. *Yhteistoiminnallinen oppiminen ja osallistava kasvatus*. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Sharan S. & Sahlberg, P. 2002. Tutkimustietoa yhteistoiminnallisesta oppimisesta. Teoksessa P. Sahlberg & S. Sharan (toim.) *Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja*. Porvoo: W-S Bookwell. 385–406.
- Slavin, R. E. 1985. *An Introduction to Cooperative Learning Research* Teoksessa R. Slavin, S. Shlomo, S. Kagan, R. Hertz-Lazarowitz, C. Webb & R. Schmuck (toim.) *Learning to Cooperate, Cooperating to Learn*. New York: Plenum Press. 5–15.
- Slavin, R.E. 1995. Cooperative learning. Teoksessa L.W. Anderson (toim.) *International encyclopedia of teaching and teacher education*. New York: Pergamon. 139–143.
- Suomala, J. 1999. Students' Problem Solving in the LEGO/Logo Learning Environment. *Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research* 152.

- Svensson, M. 2011. Critical aspects of technological systems – a pedagogical possibility. Teoksessa K. Staples, C. Benson, M. de Vries (toim.) Perspectives on Learning in Design and Technology Education. Report of PATT 25 Conference in London 2011. London: Goldsmiths, 374–380.
<http://www.gold.ac.uk/media/Patt%20Cript%20conference%20booklet%20X-webversion-web-2.pdf> Viitattu 13.11.2012.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.
- Tynjälä, P. 1999. Oppiminen tiedon rakentamisena. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita. Tampere: Tammer-Paino.
- UPDATE 2010. UPDATE Understanding and Providing a Developmental Approach to Technology Education: A final, publishable activity report 1.1.2007–31.12.2009.
http://update.jyu.fi/images/b/b7/UPDATE_042941_Final_report_D8.3.pdf
Viitattu 27.11.2012
- Uusikylä, K. & Piirto, J. 2006. Luovuus. Taito löytää, rohkeus toteuttaa. 2.painos. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Valli, R. 2007. Kyselylomaketutkimus. Teoksessa J. Aaltola & R. Valli (toim.) Ikkunoita tutkimusmetodeihin I. Metodien valinta ja aineiston keruu: virikkeitä aloittelevalle tutkijalle. Jyväskylä: PS-Kustannus, 102–124.
- Vaulamo, J. & Pehkonen, E. 1999. Avoimista ongelmatehtävistä peruskoulun yläasteen matematiikassa. Helsingin yliopisto. Opettajankoulutuslaitoksen tutkimuksia 205.
- Virkkala, V. 1994. Luova ongelmanratkaisu: tiedon hankinta ja yhdistely toimiviksi kokonaisuuksiksi ammateissa, harrasteissa ja kotielämässä. 3. painos. Helsinki. Omakustanne.
- Watts, M. 1991. The science of problem-solving: a practical guide for science teachers. London: Cassell Educational Limited.
- Virtanen, S. & Ikonen, P. 2009. Best practice: “Trick-track”. To encourage students, particularly girls, to learn technology in an inventive manner. ECER Conference 2009. 30.9.2009 University of Vienna. Austria.
- Vries, de, M. J. 2005. Teaching about technology : an introduction to the philosophy of technology for non-philosophers. Dordrecht : Springer.

LIITE 1

Kysymyslomake kuularata -tehtävästä

1. Mitkä asiat olivat kuularataprojektissa mielekkäimpiä:

- oman oppimisesi kannalta?
-
-
-
-
- pedagogisesti eli millaisia pedagogisia välineitä sait?
-
-
-
-

2. Jos saisit muuttaa tehtävän sisältöä tai tehtävänantoa, niin mitä muuttaisit/lisäisit?

3. Onko tällainen projekti mielestäsi soveltuva alakoulun luokille. Perustele

4. Sopiiko kuularata mielestäsi yhtä hyvin tytöille kuin pojille? Perustele

Miten kuularataprojekti kokonaisuutena palveli oman opettajuutesi kehittymistä? 1 2 3 4 5

(1 = heikko, 2 = kohtalainen, 3 = tyydyttävä, 4 = hyvä, 5 = erinomainen)