

Alakoululaiset yhteisöllisinä oppijoina– Tapaustutkimus 4. luokkalaisten STEAM-projektin kontekstissa

Essi Vuopala¹, Jari Laru¹, Jussi Näykki¹

¹Kasvatustieteiden ja psykologian tiedekunta, Oulun yliopisto



Tämän tutkimuksen tavoitteena on syventää ymmärrystä STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) -pedagogiikan vaikutuksista yhteisölliseen oppimiseen. Tapaustutkimuksessa keskitytään kuvaamaan alakouluikäisten oppilaiden yhteisöllistä työskentelyä sekä siihen liittyviä taitoja ja asenteita seitsemän viikkoa kestäneen STEAM-projektin aikana. Tutkimukseen osallistui 21 neljännen luokan oppilasta. Aineisto koostuu kyselylomakkeista sekä ryhmäpäiväkirjoista, jotka on analysoitu laadullista sisällönanalyysillä ja kuvailevia tilastollisia menetelmiä hyödyntäen. Tulokset osoittavat, että pienryhmien työskentelyn fokus säilyi STEAM-projektin aikana, ja pääsääntöisesti ryhmät olivat tyytyväisiä työskentelyynsä. Haasteeksi mainittiin ryhmän jäsenten epätasainen osallistuminen ryhmän työskentelyyn. Tulokset osoittavat, että oppilaat arvioivat yhteisöllisen oppimisen taitonsa hieman heikommiksi projektin lopuksi kuin aluksi. Asenteiden osalta hienoista muutosta tapahtui sekä positiivisempaan että negatiivisempaan suuntaan. Tulokset osoittavat myös, että ryhmänsä työskentelyä positiivisimmin ja negatiivisimmin arvioineet ryhmät erosivat toisistaan niin työskentelytapojen kuin arvioitujen yhteisöllisen oppimisen taitojen ja asenteiden suhteen. Tulokset tarjoavat erityisesti perusasteen opettajille tietoa STEAM-opetuksen mahdollisuuksista tukea tulevaisuuden oppimisen taitoja sekä ryhmän kohtaamista haasteista yhteisöllisen STEAM-työskentelyn aikana. Avainsanat: Katsomusaineiden opetus, uskonnon opetus, elämäkatsomustiedon opetus, osittain integroitu katsomusopetus, suomalainen uskonnon opetuksen toteuttamisperiaate

Asiasanat: Yhteisöllinen oppiminen, STEAM, ongelmaratkaisu, oppimisen taidot

Lähetetty: 30.6.2022

Hyväksytty: 31.1.2023

Vastuukirjoittaja: essi.vuopala@ouka.fi

DOI 10.23988/ad.120462

Johdanto

Yhteisöllinen oppiminen ja vuorovaikutustaidot ovat olennainen osa perusopetuksen opetussuunnitelmaa (POPS), erityisesti osana laaja-alaisia osaamistavoitteita L1 (ajattelu ja oppimaan oppiminen), L5 (Tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen) ja L6 (työelämätaidot ja yrittäjäyys) (Opetushallitus, 2014). POPS:ssa yhteisöllinen oppiminen määritellään osaamisen ja ymmärryksen rakentamiseksi vuorovaikutuksessa oppilaiden, opettajan ja yhteistyötahojen kanssa. Keskeistä yhteisöllisessä oppimisessä on ryhmän jäsenten sitoutuminen yhteiseen tavoitteeseen, ja yhteinen ponnistelu tavoitteen saavuttamiseksi. Yhteisöllinen oppiminen voi paikoin olla yhteistoiminnallista, vastuita jaetaan ryhmän jäsenten kesken. Olennaista kuitenkin on, että jokainen ryhmän jäsen osallistuu kaikkiin työskentelyn vaiheisiin (Dillenbourg, 1999). Opetussuunnitelmassa painottuu aiempaa enemmän yhdessä tekemisen rooli opittavien sisältöjen ja ilmiöiden tutkimisessa ja uuden tiedon rakentamisessa.

Perusopetuksen opetussuunnitelmassa (2014) korostetaan monialaisten ja tutkivaan oppimiseen perustuvien työskentelyjaksojen merkitystä yhteisölliselle tiedonrakentelulle. Eri tiedonaloja yhdistelevät oppimiskokonaisuudet ohjaavat oppilaita tiedon soveltamiseen ja kannustavat yhteistyöhön, tiedon jakamiseen ja yhteisölliseen tiedonrakenteluun. Oppilaille tulisi tarjota monipuolisesti mahdollisuuksia harjoitella ja kehittää geneerisiä taitoja, kuten vuorovaikutus-, yhteistyö-, ongelmanratkaisu- ja kriittisen ajattelun taitoja sekä taitoa luovaan ajatteluun. (Blikstein, 2018). Nämä ovat tärkeitä tulevaisuuden (työ)elämätaitoja, joita tarvitaan monimutkaistuvassa yhteiskunnassa (Metsäpelto, Vasalampi, Poikkeus, Lerkkanen, Salminen & Mäensivu, 2017). Geneeristen taitojen harjoittelu tapahtuu luontaisimmin osallistavissa ja sosiaalisuuden mahdollistavissa, monimuotoisissa oppimisympäristöissä (Huhtamäki, Holma, Nokelainen & Kumpulainen, 2017).

Yhdeksi keskeiseksi tulevaisuuden taidoksi on nimetty tiimityöskentely, jolla viitataan lyhytkestoiseen, tarkoin määriteltyyn yhteiseen projektiin, jossa jokaisella tiimin jäsenellä on oma tehtävä, rooli ja vastuu (Blikstein, 2018; Borrego, Karlin, McNair & Beddoes, 2013; Salas, Burke & Cannon-Bowers, 2000). Yhteisöllisen oppimisen taidot linkittyvät keskeisesti tiimityöskentelyyn, sillä yhteisöllisessä oppimisessä korostuu esimerkiksi oppijoiden välinen neuvotteleva vuorovaikutus ja ryhmäkohesus - molemmat merkityksellisiä myös tiimityöskentelyssä. Opetuksen näkökulmasta katsottuna yhteisöllisen työskentelyn taidot ovat merkityksellisiä yhtäältä tärkeinä taitoina itsessään, mutta toisaalta laadukas vuorovaikutus edistää yksilön oppimista. (Chi & Menekse, 2015; Howe & Zachariou, 2017.) Perusasteella toteutetuissa tutkimuksissa on osoitettu yhteisöllisen työskentelyn vaikuttavan positiivisesti niin oppimistuloksiin kuin sosiaalisten taitojen kehittymiseen (Baines, Blatchford & Chowne, 2007; Shahamat & Mede, 2016; Tolmie ym., 2010).

STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) pedagogiikka on yksi mahdollisuus toteuttaa monialaisia, oppiaineita integroivia

projekteja ja tarjota oppilaille ympäristö yhteisöllisen oppimisen taitojen kehittämiseen. STEAM -pedagogiikka määritellään tässä tutkimuksessa monialaiseksi opetuksiksi, jossa yhdistetään luonnontieteellis-matemaattisia- ja taideaineita (Ata Aktürk & Demircan, 2017; Bati, Yetisir, Caliskan, Gunes & Sacan, 2018). STEAM-projektit tarjoavat oppijoille tilaisuuksia neuvotella, luoda uutta ja työskennellä yhdessä avointen ongelmien parissa. Avoin ongelma lähtötilanteena sekä jokaisen STEAM-osa-alueen integroiminen samaan projektiin luonnehtivat STEAM-projekteja erona muun tyyppisiin koulussa tehtäviin projektitöihin.

Aiempi tutkimus peruskouluikäisten yhteisöllisestä oppimisesta STEAM-kontekstissa on osoittanut STEAM-projektien voivan olla tehokas tapa harjoitella yhteisöllisen oppimisen taitoja ja yhteisöllisen oppimisen laadun olevan yhteydessä projektin lopputuotoksen laatuun (mm. Menekse, Higashi, Schunn & Baehr, 2017; Riikonen, Seitamaa-Hakkarainen & Hakkarainen, 2020). Esimerkiksi Riikosen ym. (2020) tutkimus osoitti, että monimutkaisia STEAM-projekteja toteuttaessaan menestyneiden ryhmien vuorovaikutusprosessit ja konkreettinen yhdessä tekeminen tukivat saumattomasti toisiaan. Bertrand ja Namukasan (2020) tutkimuksessa puolestaan analysoitiin STEAM-kontekstissa tapahtuvaa taitojen oppimista osana niin formaalia kuin informaalia oppimista. Tulokset osoittavat oppijoiden sinnikkyuden ja joustavuuden lisääntyneen sekä generisten taitojen kehittyneen.

Yleisesti ottaen on havaittu, että oppijat nauttivat monialaisissa ja yhteisöllisissä projekteissa työskentelystä (Chu, Genna, Saenz & Quek, 2016; Sheffield, Koul, Blackley & Maynard, 2017) silloin, kun tehtävä on väljästi strukturoitu ja avoin, ja oppijoilla on mahdollisuus valita, millaisen tuotoksen he suunnittelevat ja toteuttavat (Bekker, Bakker, Douma, van der Poel & Scheltenaar, 2015). On kuitenkin tärkeää, että opettaja raamittaa työskentelyä siten, että se pysyy oppijoille sopivan haasteellisena ja saavutettavana (Smith, Iversen & Hjorth, 2015).

Vaikka STEAM -opetusta toteutetaan maailmanlaajuisesti, on toistaiseksi raportoitu vähän STEAM-opetuksen käytänteistä. Opettajilta puuttuvat mallit suunnitella ja toteuttaa pedagogisesti tarkoituksenmukaista STEAM-opetusta. (Henriksen, 2014; Herro & Quigley, 2016.) Tutkimuksissa on tunnistettu huolellisen ja teoriaperustaisen pedagogisen suunnittelun merkitys STEAM-kontekstissa tapahtuvalle oppimiselle sekä todettu tarve lisätutkimukselle liittyen oppimista ja ajattelun kehittymistä tukeviin pedagogisiin malleihin, etenkin perusasteella (Li, Wang, Xiao & Froyd, 2020). Samoin on nostettu esiin tarve analysoida formaalin oppimisen parissa toteutettuja autenttisia STEAM-projekteja (Papavlasopoulou, Gianakos, & Jaccheri, 2017; Quigley, Herro & Baker, 2019).

Useat oppimistieteiden ja kasvatustieteiden alan tutkimukset (esim. Chi & Menekse, 2015; Nokes-Malach, Richey & Gadgil, 2015; Purzer, 2011) ovat osoittaneet yhteisöllisen oppimisen olevan haastavaa, ja että ryhmässä työskentely ei aina ole hyödyllistä sisältöjen oppimisen näkökulmasta. Haasteet voivat esimerkiksi liittyä oppimistaitojen puutteeseen tai ryhmädynaamisiin tekijöihin, kuten osallistumisen epätasaisuuteen (Vuopala, 2013). Myös alakouluikäisten yhteisöllistä oppimista on tutkittu pal-

jon erityisesti tietokoneavusteisen yhteisöllisen oppimisen näkökulmasta (esim. Beauchamp, 2011; Davidsen & Vanderlinde, 2016). Vähemmän on kuitenkin tutkittu yhteisöllistä oppimista perusasteen oppilaiden itsensä kuvailemana (Tunnard & Sharp, 2009). Samoin STEAM-kontekstissa tapahtuvaa yhteisöllistä oppimista on toistaiseksi tutkittu vähän, erityisesti suomalaisen koulun viitekehyksessä.

Tällä tutkimuksella vastataan edellä mainittuihin tutkimustarpeisiin kuvailemalla pienryhmien työskentelyä STEAM-projektin aikana. Kiinnostus kohdistuu oppijoiden näkökulmaan; miten alakouluikäiset oppilaat kuvaavat ja arvioivat yhteisöllistä työskentelyään sekä siihen liittyviä taitojaan ja asenteitaan. Oppijan näkökulman tarkastelu antaa tietoa siitä, onko työskentely STEAM-projektin parissa aidosti yhteistä oppimista tukevaa. Tutkimus tarjoaa perusasteen opettajille tietoa STEAM-pedagogiikan mahdollisuuksista ja haasteista yhteisöllisen oppimisen mahdollistajana. Tutkimuskysymykset ovat:

- 1) Millaisiksi oppilaat arvioivat yhteisöllisen oppimisen taitonsa ja asenteensa projektin alkaessa ja päättyessä?
- 2) Miten oppilaat arvioivat yhteisöllistä työskentelyään STEAM-projektin aikana ja sen jälkeen?
- 3) Miten toimintaansa negatiivisimmin ja positiivisimmin arvioineiden ryhmien yhteisöllinen työskentely erosi toisistaan?

STEAM -pedagogiikka yhteisöllisen oppimisen kontekstina

Perignat ja Katz-Bionincontro (2019) esittävät, että STEAM -pedagogiikka voidaan katsoa syntyneeksi Yhdysvalloissa vuonna 2007 vastauksena tarpeeseen lisätä oppilaiden kiinnostusta STEM-aineisiin ja heidän osaamistaan edellä mainituissa aineissa. Toisaalta tavoitteena oli kehittää osaltaan taito- ja taideaineiden opetusta. Yhteiskunnallisesta näkökulmasta tarkastettuna STEAM -pedagogiikka vastaa nyky- ja tulevaisuuden yhteiskunnan tarpeita. On arvioitu, että lähitulevaisuudessa ammattialasta riippumatta yksilöt tarvitsevat teknologiataitoja, mutta myös niin sanottuja pehmeitä taitoja kyetäkseen monialaiseen ja -kulttuuriseen yhteistyöhön. Koulutusjärjestelmän on osaltaan tuettava tätä muutosta. (Vicente, Llinares & Sánchez, 2020.)

STEAM -pedagogiikka nähdään tässä tutkimuksessa luovana yhteisöllisenä ongelmanratkaisuna ja projektimaisena opiskeluna, jossa hyödynnetään teknologiaa, tutkivaa työskentelyä ja yrittäjämäistä toimintatapaa (Herro & Quigley, 2016). Projektimaisuus viittaa ajallisesti selkeästi rajattuun ja laajaan osaamiskokonaisuuteen. Tutkimuksen STEAM -pedagogiikka sidotaan vahvasti muotoiluajatteluun ja design-prosessiin, joka on valittu luokkahuoneessa toteutuneen toiminnan didaktiseksi menetel-

mäksi (Vicente ym., 2020). STEAM -pedagogiikka mahdollistaa perinteisten STEM-oppiaineiden välisten rajojen poistamisen niin että ne voidaan taito- ja taideaineiden avulla jäsentää integroiduksi kokonaisuudeksi (Yakman, 2008). STEAM -pedagogiikassa korostuvat monialaisuus, oppijalähtöisyys ja autenttisten avointen ongelmien ratkaiseminen, joiden on osoitettu tukevan oppilaiden sitoutumista oppimistapahtumaan (Struyf, De Loof, Boeve-de Pauw & Van Petegem, 2019).

Yhteisöllinen oppiminen (collaborative learning) määritellään pienryhmien tavoitteelliseksi toiminnaksi, jossa oppimisen tavoitteet on muodostettu yhdessä ryhmän jäsenten toimesta, ja jossa ryhmän jäsenet ovat sitoutuneet työskentelemään yhteisen päämäärän saavuttamiseksi. Keskeistä on, että ryhmän jäsenet ovat aktiivisesti vuorovaikutuksessa keskenään koko prosessin ajan, keskustellen, argumentoiden ja omaa asiantuntemustaan jakaen. (Dillenbourg, 1999; Scardamalia & Bereiter, 2006.) Työskentely jää yhteistoiminnalliseksi, jos tätä vastavuoroisuutta ryhmän jäsenten välillä ei ole koko prosessin ajan. Yhteistoiminnallisessa oppimisessa (co-operative learning) työt jaetaan ryhmän jäsenten kesken, ja kukin työskentelee itsenäisesti oman tehtävänsä parissa, kunnes itsenäiset osiot yhdistetään yhteiseksi tuotokseksi prosessin lopuksi. (Roschelle & Teasley, 1995.) Yhteisöllinen työskentely kuitenkin sisältää usein yhteistoiminnallisia työskentelyvaiheita, jolloin tehtäviä on tarkoituksenmukaisesti jakaa (Dillenbourg, 1999).

Yhteisöllisestä työskentelystä on etua myös ongelmanratkaisuprosessissa. Ryhmän jäsenten erilaiset lähestymistavat ja asiantuntijuudet mahdollistavat tehokkaan työnjaon ja luovien ratkaisujen rakentamisen avoimiin ongelmiin (Graesser, Forsyth & Foltz, 2017). Hesse, Care, Buder, Sassenberg ja Griffin (2015) korostavat osallistumisen, perspektiivin otton ja sosiaalisen säätelyn merkitystä yhteisöllisessä ongelmanratkaisussa. Jokaisen ryhmän jäsenen aktiivinen osallistuminen on yhteisöllisen ongelmanratkaisun kulmakivi. Koordinoitu yhteisöllinen oppiminen ja ongelmanratkaisu edellyttää toiminnan sosiaalista säätelyä. Jotta työskentely etenee kohti tavoitteita, on ryhmän jäsenten jatkuvasti suunniteltava, tarkkailtava ja arvioitava etenemistään. (Care, Griffin, Scoular, Awwal & Zoanetti, 2015; Hesse ym., 2015; Näykki, Järvenoja, Järvelä & Kirschner, 2017; Vuopala, Näykki, Isohätälä & Järvelä, 2019.)

Yhteisöllisen ongelmanratkaisun onnistumisen näkökulmasta tehtävän avoimuudella on merkitystä. Tarkat tehtävänannot harvoin tukevat yhteisöllistä tiedonrakentelua, koska niihin on olemassa ennalta määrätty ratkaisu, johon pääseminen ei edellytä näkökulmien vertailua, asiantuntemuksen jakamista ja luoviin ratkaisuihin pääytymistä. Toisin kuin tarkat tehtävänannot avoimet ongelmat tarjoavat mahdollisuuden neuvottelevalle vuorovaikutukselle ja yhteisölliselle tiedonrakentelulle. Avoimia ongelmia luonnehtii monimutkaisuus ja yhteys tosielämän haasteisiin, ja niiden ratkaiseminen edellyttää usean eri tiedonalan yhdistämistä. Avoimiin ongelmiin ei ole ennalta tiedossa ratkaisua, ja ratkaisut vaihtelevat aina ryhmän mukaan. (Care ym., 2015.)

Yhteisöllistä ongelmanratkaisuprosessia voidaan jäsentää design-oppimisen kautta. Design-oppiminen on oppijakeskeistä ja jäseneltyä yh-

teisöllistä projektityöskentelyä, joka etenee suunnittelun, toteutuksen, testaamisen ja arvioinnin kautta kohti valmista projektituotosta. Design-oppimisessa korostuu opettajan rooli ohjaajana ja rohkaisijana (Heikkilä, Vuopala & Leinonen, 2017; Nelson & Stolterman, 2003). Lopputuotoksesta on ‘yhteiskeksintö’, joka voidaan määritellä ainutlaatuiseksi, tarkoituksenmukaiseksi ja yhdessä toteutetuksi ratkaisuksi annettuun haasteeseen (Denson, Buelin, Lammi & D’Amico, 2015). Parhaimmillaan yhteinen keksiminen tukee oppijan sitoutumista yhteisölliseen työskentelyyn ja tiedonrakenteluun (Bosch, Härkki & Seitamaa-Hakkarainen, 2022).

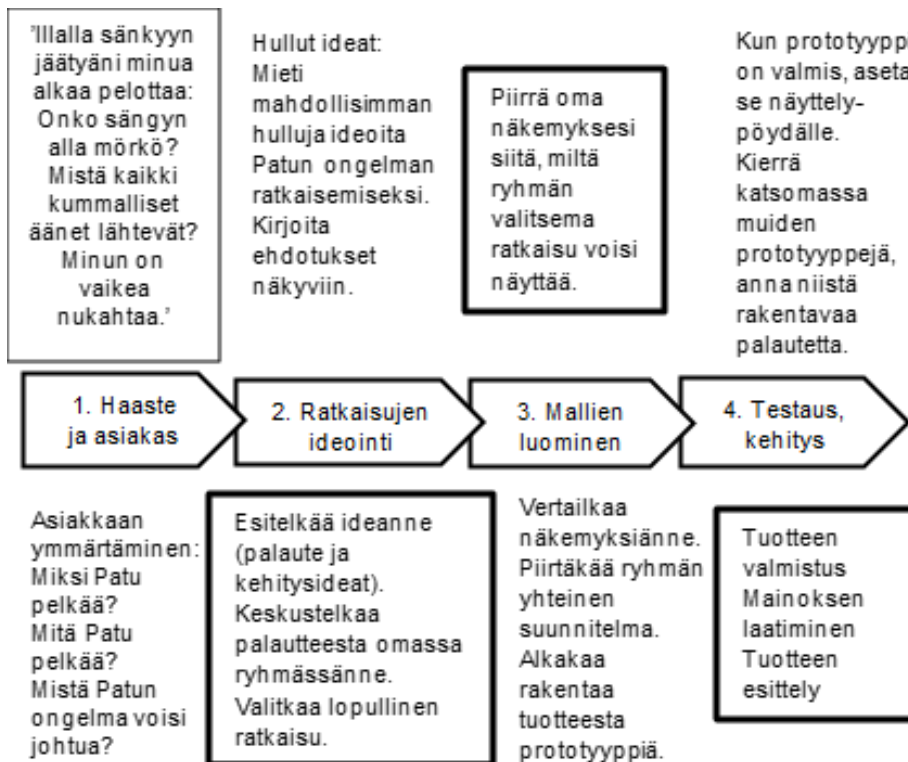
Yhteisöllinen oppiminen ei kuitenkaan ole helppoa, ja sen onnistuminen vaatii oppijoilta vuorovaikutustaitoja, oppimisen säätelytaitoja sekä halua työskennellä ryhmän jäsenenä ja ponnistella yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi (mm. Vuopala, 2013). Sekä yhteisöllisen oppimisprosessin että oppimistulosten kannalta on tärkeää, että oppijoilla on positiivinen asenne oppimista kohtaan. Asenteen on osoitettu vaikuttavan niin osallistumisen aktiivisuuteen kuin ryhmätyöskentelyn tuloksellisuuteen. (Kirschner, Kreijns, Phielix & Franssen, 2015; Korkmaz, 2012) Tutkimuksin (mm. Chatterjee & Correia, 2019; Thompson & Ku, 2006) on osoitettu, että negatiivinen asenne yhteisöllistä oppimista kohtaan voi aiheuttaa haasteita ryhmätyöskentelyyn, ja että asenteella on yhteys koettuun ryhmähenkeen.

Tutkimuksen konteksti ja osallistujat

Tämä tutkimus käsittelee yhden koulun ja yhden luokan yhteisöllistä oppimista STEAM-projektin aikana. Tapaustutkimukselle tyypillisesti tutkimus pyrkii ymmärtämään syvällisesti yksittäistä tapausta sen spesifissä ympäristössä, ja tuloksilla voidaan ajatella olevan siirrettävyyttä toisiin samankaltaisiin ympäristöihin (Eriksson & Koistinen, 2014). Tutkimusaineisto on kerätty perusopetuksen neljännen vuosiluokan STEAM-projektista, jonka tavoitteena oli ratkaista kolmen oppilaan ryhmässä heille annettu avoin ongelma (ks. kuvio 1). Luokanopettaja muodosti ryhmät siten, että yhteen ryhmään tuli taitotasoltaan (mm. tekniset taidot ja opiskelutaidot) erilaisia oppilaita. Projektissa yhdistyi tieteellinen työskentelyote sekä ympäristöopin ’turvallinen elinympäristö’ -teema (S), teknologian monipuolinen hyödyntäminen (T), ohjelmointi (E), luova tuotesuunnittelu (A) sekä mittaamisen taitojen harjoittaminen (M). Oppilaita luokassa oli 22, ja heistä 21 osallistui tutkimukseen. Oppilaat opiskelivat teknologia-painotteisessa luokassa, ja STEAM-projekti toteutettiin osana heidän jokapäiväistä koulutyötään. Teknologia-painotteisessa luokassa pedagogian keskiössä on arkielämän ongelmien ratkaiseminen yhteisöllisesti oppiaineita eheyttäen. Luokka oli inklusiivinen, ja usealla oppilaalla oli todettu jokin oppimisen vaikeus. Luokanopettaja toimi tässä sekä projektin ohjaajana että tutkijana tavoitteenaan kehittää STEAM-opetukseen soveltuvaa yhteisöllisen oppimisen mallia.

Projekti kesti huhtikuulta kesäkuuhun 2021, yhteensä seitsemän viikkoa. Yksi projektikerta kesti kaksi tuntia, ja projektin parissa työskenneltiin yhdestä kahteen kertaa viikossa, yhteensä 9 kertaa (18 tuntia). Työskentely

edellytti yhteisöllistä ongelmanratkaisua, ja prosessi noudatti design-oppimisen vaiheita edeten avoimen ongelman esittämisestä luovan ideoinnin ja prototyypin valmistamisen kautta valmiin tuotteen rakentamiseen ja markkinointiin (Heikkilä, Vuopala & Leinonen, 2017; Vicente ym., 2020). Tehtävänantona toiminut haastekuvaus mahdollisti ongelman erilaiset tulokset, ja sen myötä erilaiset ratkaisutavat. Ryhmät saivat itse päättää, millaisen tuotteen kehittävät, mutta teknisinä vaatimuksina oli laserleikkurin, 3D-tulostimen ja joko Microbitin tai e-tekstiilien käyttö. Työskentely oli oppijakeskeistä opettajan toimiessa työskentelyn vaiheistajana ja tuen tarjoajana tilanteissa, joissa ryhmä ryhmän työskentely ei edennyt oppimistavoitteen suunnassa.



Kuvio 1. Steam-projektin pedagoginen asetelma

Aineistonkeruu

Tutkimusaineisto koostuu kyselylomakkeista (ks. liite 1) sekä ryhmien kirjoittamista oppimispäiväkirjoista. Kyselylomakkeita oli kahdenlaisia. Projektin aluksi ja loppuksi oppilaat täyttivät yhteisöllisen oppimisen taitoihin ja asenteisiin liittyvän kyselyn (muokattu Wang, MacCann, Zhuang, Lydia & Roberts, 2009 pohjalta). Projektin alkukyselyyn vastasi 19 oppilasta ja loppukyselyyn 21 oppilasta. Tämän lisäksi kukin oppilas täytti itsenäisesti jokaisen projektikerran jälkeen tuntikyselyn, jossa he arvioivat omaa ja ryhmänsä työskentelyä yhteisöllisen oppimisen näkökulmasta. Tuntikyselyn väittämät muodostettiin kyselylomakkeen pohjalta, ja niiden muotoilussa hyödynnettiin aiempaa tutkimusta yhteisöllisen oppimisen onnistumiseen vaikuttavista tekijöistä (mm. Kirjoittaja2).

Oppimispäiväkirjat olivat ryhmäkohtaisia, ja niiden tavoitteena oli tukea yhteisen oppimisprosessin sosiaalista säätelyä. Oppilaat ohjattiin

keskustelemaan omassa pienryhmässään kunkin projektikerran aluksi tavoitteistaan sekä tekemään mahdollista työnjakoa, ja vastaavasti kunkin projektikerran loppuksi ryhmiä pyydettiin kuvaamaan asettamiensa tavoitteiden saavuttamista ja kohtaamiaan haasteita. Opettaja muistutti oppilaita sekä tuntikyselyihin vastaamisesta että ryhmäpäiväkirjan kirjoittamisesta. Kuitenkin oli ryhmiä, jotka eivät muistaneet kirjoittaa päiväkirjaa kaikilla projektikerroilla. Seitsemästä ryhmästä kaksi ryhmää täytti päiväkirjaa jokaisella projektikerralla. Neljä ryhmää kirjoitti päiväkirjaa useimmilla projektikerroilla, mikä tarkoittaa, että heillä oli yksi tai kaksi projektikerraa, jolloin he olivat joko vastanneet vain alku- tai loppukysymyksiin tai päiväkirja oli jäänyt kokonaan kirjoittamatta. Yhdellä ryhmällä oli päiväkirja kirjoittamatta kolmella projektikerralla, ja yhdellä kerralla ryhmä oli kirjoittanut päiväkirjaa ainoastaan loppukysymysten osalta. Keskimäärin vastaukset esitettyihin kysymyksiin olivat lyhyitä, 1–3 virkkeen mittaisia. Alla on esimerkki tyypillisestä yhden projektikerran päiväkirjamerkinnästä:

(Projektikerran aluksi)

Tänään teemme prototyypin, ja ehkä aloitamme oikean työn. Heini huolehtii kankaat, Valtteri täyttää ja Kalle auttaa Heiniä.

(Projektikerran loppuksi)

Teimme prototyypin ja kirjoitimme selostelapun yövalostamme. Kalle ja Heini huolehtivat kankaiden kiinnittämisestä, ja Valtteri täytti prototyypimme. Oli ongelmia. Ei ollut ruskeaa kangasta korviin, niin käytimme mustaa.

Tuntikyselyihin sen sijaan vastattiin, mutta koronatilanteen vuoksi yksittäisten oppilaiden poissaoloja oli melko paljon, jolloin kaikki ryhmän jäsenet eivät olleet vastanneet jokaisella kerralla tuntikyselyyn eikä luonnollisesti ottanut osaa ryhmäpäiväkirjan kirjoittamiseen. Tyypillisesti yhdestä pienryhmästä joko kaikki (46 % tapaamisista) tai kaksi kolmesta jäsenestä (47 % tapaamisista) oli vastannut tuntikyselyyn. Sekä kyselylomakeaineisto että ryhmäpäiväkirjat kerättiin Qridi-sovelluksella, jota oppilaat käyttivät omilla älypuhelimillaan tai koulun iPadeilla. Qridi (www.qridi.fi) on suomalainen oppimisanalytiikan digitaalinen alusta.

Aineiston analyysi

Päiväkirja-aineisto on analysoitu laadullisen sisällönanalyysin keinoin, ja lomakeaineiston analyysissä on hyödynnetty kuvailevia tilastollisia menetelmiä (Chi, 1997). Laadullinen sisällönanalyysi eteni viiden päävaiheen kautta (mm. Creswell, 1998): 1) merkityksellisten yksiköiden erottaminen aineistosta, 2) aineiston luokittelukategorioiden muodostaminen, 3) luokittelukategorioiden testaus, 4) aineiston koodaus pääluokittelukategorioiden luotettavuuden arviointi siten, että toinen tutkija koodasi 20% päiväkirja-aineistosta, 6) merkitysneuvottelut ja koodauskategorian muokkaus yhden pääkategorian osalta ('työskentelyn moodi'). Lopulliset koodauskategoriat sekä luotettavuuskoodauksen tulokset (sulkeissa) ku-

vataan taulukossa 1. Prosenttiosuudet kuvaavat yhteneväisten koodausten osuuksia luotettavuuskoodatusta aineistosta.

Taulukko 1. Päiväkirja-aineiston koodauskategoriat

Kategoria ja luotettavuus	Koodaussääntö	Aineistoesimerkki
Työskentelyn moodi (yhteneväisiä koodauksia 95% merkitysneuvotteluiden jälkeen, 19% ennen merkitysneuvotteluita)		
Yhteisöllinen	Ryhmä kuvaa, kuinka kaikki oppilaat työskentelivät saman tehtävän parissa.	'Oppilas X talttasi, oppilas y ja oppilas z auttoi oppilas x:ää.'
Yhteis-toiminnallinen	Ryhmä kuvaa, kuinka he jakoivat tehtäviä siten, että jokainen ryhmänjäsen työskenteli oman tehtävän parissa.	'(Oppilas x) tekee mainosta. (Oppilas y) tekee hissipuhetta ja (oppilas z) 3d tulostaa loppuun.'
Sekä yhteisöllinen että yhteis-toiminnallinen	Ryhmä kuvaa, kuinka he työskentelivät siten, että osa ryhmästä teki yhdessä töitä esim. yhtenä parina, ja osa yksin.	'(Oppilas x) teki mainosta, (oppilas y) ja (oppilas z) teki hissipuhetta ja (oppilas b) huovutti.'
Epäselvä	Ryhmä kuvaa, ettei heillä ollut selvää työnjakoa tai että he työskentelivät osittain yhteisöllisesti ja osittain yhteistoiminnallisesti esim. siten, että kaksi oppilasta työskenteli yhden tehtävän parissa ja yksi oppilas teki toista tehtävää yksin.	'Kaikki teki mitä sattuu.'
Työskentelyn fokus (yhteneväisiä koodauksia 88%)		
Fokus säilyi	Ryhmä kuvaa työskennelleensä tunnin alussa tekemänsä suunnitelman mukaisesti.	Suunnitelma: 'Teemme prototyypin.' Toteuma: 'Teimme prototyypin.'
Fokus säilyi osittain	Ryhmä kuvaa, että työskenteli osittain niiden suunnitelmien mukaan, joita tekivät tunnin alussa. Ryhmä teki joko osan niistä töistä, joita suunnittelivat, ja osa jäi tekemättä tai he tekivät kaiken mitä suunnittelivat ja lisäksi muutakin.	(Tehtiin osa, mitä aiottiin, mutta ei kaikkea.) Suunnitelma: 'Aloitetaan projekti. Eli aloitamme pohjan.' Toteuma: 'Aloitettiin kehikko ja koodattiin mikrobi.' (Tehtiin enemmän kuin aiottiin.) Suunnitelma: 'Tehdään prototyyppejä.' Toteuma: 'Tehtiin prototyyppejä ja leikattiin kananhäkkiverkkoa'

Fokus ei säilynyt	Ryhmän kuvauksesta käy ilmi, että työskentelyllä ei ollut selvää fokusta vaan ryhmä työskenteli sattumanvaraisesti tai vailla selkeää päämäärää.	Suunnitelma: ' <i>Laaserleikata laatikko ja 3d tulostaa putki</i> ' Toteuma: ' <i>Suunniteltiin laatikkoa ja tallennettiin muisti tikulle.</i> '
Ongelmien kohtaaminen (yhteneväisiä koodauksia 100%)		
Teknisiä ongelmia	Ryhmä mainitsee kohdanneensa ongelmia teknisten laitteiden kanssa.	' <i>oli ongelma 3d tulostamisessa</i> '
Sosiaalisia haasteita	Ryhmä mainitsee kohdanneensa haasteita työnjaossa tai osallistumisessa.	' <i>Jotku ei tehneet tehtäviä. Ne pakotettiin teke/mään tehtäviä.</i> '
Ongelmia ei kohdattu	Ryhmä mainitsee, ettei kohdannut haasteita työskentelyn aikana.	' <i>Ei ollut ongelmia</i> '

Kyselylomakeaineisto analysoitiin määrällisiä, aineistoa kuvaavia menetelmiä hyödyntäen. Yhteisöllisen oppimisen taitoja ja asenteita koskevan kyselyn analyysi eteni kolmen vaiheen kautta: 1) Sekä projektin alussa että lopuksi toteutetun kyselyn vastaukset koottiin taulukkoihin Excel-ohjelmaa hyödyntäen. Oppilaiden arvioissaan käyttämät hymiot muutettiin numeroiksi siten, että numero kolme vastasi 😊-symbolia, numero kaksi 😊-symbolia ja numero yksi 😊-symbolia. 2) Yhdistettiin väittämät 1–6 teemaksi 'Asenteet yhteisöllistä oppimista kohtaan' ja väittämät 7–16 teemaan 'Yhteisöllisen oppimisen taidot'. 3) Laskettiin molempien teemojen osalta kaikkien osallistujien antamien arvojen moodi sekä alku- että loppukyselystä. 4) Laskettiin jokaisen osallistujan osalta väittämittäin annettujen arvojen moodi ja mediaani sekä alku- että loppukyselystä. Kaikkien väittämien osalta arvojen jakauma oli selkeä, ja moodi ja mediaani sijoituivat samalle arvolle.

Tuntikyselyt puolestaan analysoitiin kahden vaiheen kautta. Ensin laskettiin kunkin väittämän saamien arvojen moodi ja mediaani projektikerroittain koko luokan osalta. Tämän jälkeen laskettiin annettujen arvojen moodit ja mediaanit pienryhmittäin jokaisen väittämän osalta sekä koko projektin ajalta. Näin pystyttiin näkemään ryhmäkohtaiset erot. Ryhmän yhteiseksi arvoksi otettiin kullekin väittämälle annettujen arvojen moodi niissä tapauksissa, joissa yksi arvo edusti yli 50 %:a kaikista annetuista arvoista (kolmetoista väittämää viidestätoista). Muissa tapauksissa ryhmän arvoksi valittiin mediaani (kaksi tapaus viidestätoista).

Kolmanteen tutkimuskysymykseen liittyen muodostettiin narratiivit (Czarniawska, 2004), joiden tarkoituksena oli tuoda esiin kahden pienryhmän välisiä eroavaisuuksia yhteisöllisessä työskentelyssä. Analyysin kohteiksi valittiin ryhmät, joista toinen arvioi yhteisöllisen työskentelynsä muihin ryhmiin verrattuna negatiivisimmin (ryhmä 2) ja ryhmä, joka arvioi yhteisöllisen työskentelynsä positiivisimmin (ryhmä 4). Narratiivien muodostaminen eteni neljän vaiheen kautta. Ensin alku- ja loppukyselyt,

tutkimus ja ryhmäpäiväkirjat koottiin pienryhmittäin yhteen taulukkokoon. Toisessa vaiheessa kyselylomakeaineisto sanallistettiin. Tämä vaihe kattoi sekä tutkimus että yhteisöllisen oppimisen taidot ja asenteet projektin alussa ja päätteeksi sekä taidoissa ja asenteissa tapahtuneen mahdollisen muutoksen: ”Ennen projektin alkua ryhmän jäsenet arvioivat yhteisöllisen oppimisen taitonsa erinomaisiksi tai keskinkertaisiksi. Projektin päättyessä kaikki ryhmän jäsenet arvioivat yhteisöllisen oppimisen taitonsa heikommiksi kuin projektin alkaessa. Sama trendi näkyi asenteissa yhteisöllistä oppimista kohtaan.” Analyysin kolmannessa vaiheessa ryhmäpäiväkirjatekstit liitettiin temaattisesti mukaan narratiiviin. Lopuksi keskeiset ryhmien väliset erot merkittiin narratiiveihin lihavoidulla tekstillä.

Tutkimustulokset

Yhteisöllisen oppimisen taidot ja asenteet

Yleisesti voidaan todeta asenteiden yhteisöllistä oppimista kohtaan olleen hyvät koko projektin ajan. Sekä ennen projektia että sen jälkeen oppilaiden asenteita mittaavat väittämät saivat useimmiten arvon kolme (51% kaikkien oppilaiden arvioista ennen ja 50% jälkeen projektin). Arvon kaksi sai 40% väittämistä ennen projektia ja 42% projektin jälkeen. Asenteissa tapahtui kuitenkin pientä muutosta projektin aikana, vaikka keskimääräisesti annetuissa arvoissa ei ollutkaan suurta vaihtelua. Asenteet yhteisöllistä oppimista kohtaan muuttuivat positiivisemmiksi kahdeksalla oppilaalla ja negatiivisemmiksi kuudella oppilaalla. Viiden oppilaan osalta asenteissa ei tapahtunut muutosta.

Yhteisöllisen oppimisen asenteiden tavoin myös yhteisöllisen oppimisen taidot arvioitiin keskimäärin hyviksi. Yleisimmin taidot oli arvioitu hyviksi sekä ennen projektia että sen jälkeen. Ennen projektia 65% kaikkien oppilaiden antamista arvioista taitoa mittaaviin väittämiin edusti korkeinta arvoa, ja ainoastaan 7% alinta arvoa. Vastaavat prosenttiosuudet projektin jälkeen olivat 77 ja 5. Yhdeksän oppilasta katsoi yhteisöllisen oppimisen taitojensa kehittyneen positiiviseen suuntaan, kahdeksan oppilasta katsoi taitotasonsa pysyneen ennallaan, ja kaksi arvioi yhteisöllisen oppimisen taitonsa heikommiksi projektin päättyessä kuin sen alkaessa.

Tarkasteltaessa yksittäisiä väittämiä, huomataan erityisesti väittämän ”Osaan käyttää graafista ohjelmointiympäristöä ja osaan laatia sillä oman ohjelman” osalta tapahtuneen muutosta. Projektin aluksi 42% oppilaista arvioi ohjelmointitaitonsa erinomaisiksi, ja projektin lopuksi vastaava prosenttiosuus oli 71. Samoin väittämän ”Arvioin ratkaisujani käyttäen joitakin kriteerejä, kuten toimivuus, luettavuus tai tehokkuus” osalta tapahtui positiivinen muutos, ja jo valmiiksi varsin erinomaisiksi arvioituiden taitojen paranivat entisestään. Projektin aluksi 84% oppilaista antoi tälle väittämälä ylimmän arvon, ja projektin päättyessä vastaava osuus oli 95.

Oppilaiden arviot yhteisöllisestä työskentelystä

Yleisesti ottaen voidaan todeta, että yhteisöllinen työskentely onnistui hyvin kaikkien ryhmien osalta. Ryhmät arvioivat ryhmänsä työskentelyä useimmiten erinomaiseksi tai neutraaliksi (ks. taulukko 2). Yhteisen projektin koettiin edistyneen jokaisella työskentelykerralla, ja yhteinen tavoite säilyi selkeänä. Kaikki pienryhmät arvioivat, että ryhmätyötä oli mukavaa tehdä. Samoin suurin osa ryhmistä (kuusi ryhmää seitsemästä) raportoi, että ryhmät toimivat hyvin eli he tunsivat, että heitä kuunneltiin ja että kaikki ryhmän jäsenet saivat kerrottua omia ajatuksiaan. Haasteeksi sen sijaan arvioitiin osallistumisen tasapuolisuus. Ryhmän jäsenet raportoivat useimmiten osallistuneensa itse aktiivisesti työskentelyyn, mutta viisi ryhmää seitsemästä koki, etteivät kaikki tehneet tasapuolisesti töitä yhteisen projektin eteen, ja kolme ryhmää raportoi, että muut ryhmän jäsenet eivät osallistuneet kovin aktiivisesti.

Projektin aikana uutta arvioitiin opitun kohtalaisesti tai ei lainkaan. Viisi ryhmää arvioi, että heidän työskentelytaitonsa kehittyivät kohtalaisesti tai ei lainkaan projektin aikana. Vain yksi ryhmä raportoi oppineensa projektin aikana uusia teknologisia taitoja. Enimmäkseen ryhmät kokivat, että projekti vaati vain kohtalaisesti tai ei lainkaan ohjelmointiajattelua.

Taulukko 2. Koonti ryhmittäin oppilaiden arvioista koko projektin aikana

(valkoinen = 😊, harmaa 😐, musta = ☹️)

Ryhmän numero	1	2	3	4	5	6	7
Kuuntelin muita ryhmän jäseniä							
Tunsin, että muut kuuntelivat minua							
Sain kerrottua omia ajatuksiani							
Kaikki ryhmän jäsenet saivat kerrottua omia ajatuksiaan							
Osallistuin ryhmän työskentelyyn aktiivisesti							
Mutkin ryhmän jäsenet osallistuivat aktiivisesti.							
Kaikki tekivät töitä yhtä paljon.							
Ryhmässä oli mukava ilmapiiri.							
Ryhmätyötä oli mukava tehdä.							
Meillä oli selkeä tavoite.							
Yhteinen projektimme edistyi.							
Opin uusia työskentelytapoja.							
Opin uutta teknologiasta.							
Suunnittelin ohjelman, jossa hyödynnetään ohjelmoinnin perusrakenteita.							
Hyödynsin olemassa olevia ohjelmia.							

Kun katsotaan päiväkirjoista ryhmien kuvauksia omasta työskentelystään koko projektin ajalta, voidaan havaita, että lähes kaikilla työskentelykerroilla työnjako ja työskentelyn moodi olivat selkeitä: Tarkasteltaessa kaikkien ryhmien kuvauksia työskentelystään kaikkien projektikertojen ajalta, 91% päiväkirjamerkinnöistä kuvasi työnjaon ja työskentelyn moodin selkeyttä. Ainoastaan pienessä osassa (9 %) tapaamisista ryhmillä oli epäselvyyttä työnjaossa.

Ryhmäpäiväkirjoista käy ilmi, että ryhmien työskentely jakaantui suhteellisen tasaisesti yhteisöllisen (27 % ryhmien työskentelyn moodin kuvauksista koko projektin ajalta koodattiin tähän luokkaan), yhteistoiminnallisen (29 %) ja molempia edellä mainittuja sisältävän työskentelytavan välillä (35 %). Yhteisöllistä työskentelymoodia kuvattiin päiväkirjoissa muun muassa seuraavasti: ”Päätettiin yhdessä mitä tehdään, listattiin materiaalit, mitä tarvitsemme ja piirrettiin luonnokset.” Päiväkirjamerkintä ”Alvari tekee varren josta pidetään kiinni. Noora tekee lamppujutun ja Niilo tekee käynnistysnapin” puolestaan kuvaa yhteistoiminnallista moodia. Tilannetta, jossa ryhmä työskenteli sekä yhteisöllisesti että yhteistoiminnallisesti havainnollistaa erään ryhmän kirjoitus, jonka mukaan ”Kalle ja Heini huolehtivat kankaiden kiinnittämisestä, ja Valtteri täytti prototyypimme”.

Työskentelyn fokus säilyi lähestulkoon koko työskentelyn ajan kaikilla ryhmillä, sillä ryhmät raportoivat 88 % projektitapaamisista työskennelleensä laatimansa suunnitelman mukaisesti. Ainoastaan kaksi prosenttia ryhmien arvioista koodattiin luokkaan ”Ei edetty suunnitelman mukaan”, mikä tarkoittaa, että suurin osa ryhmistä työskenteli joko täysin tai osittain kunkin projektikerran alussa laatimansa suunnitelman mukaan.

Kaikki ryhmät kohtasivat haasteita projektin aikana. Kokonaisuudessaan ryhmät raportoivat haasteita yli puolilla (63 %) tapaamisista. Useimmiten haasteita tuotti teknologia, mutta myös työskentelyyn, kuten työnjakoon ja osallistumiseen, kohdistuvia haasteita kuvattiin: ”Tino mittasi Microbitin vahingossa väärin joten mittasimme uudelleen .” ja ”Jotku ei tehneet tehtäviä. Ne pakotettiin tekemään tehtäviä.” Työskentelyn moodi, fokuksen säilyminen tai kohdatut haasteet eivät systemaattisesti vaihdelleet työskentelyn vaiheen mukaan.

Toimintaansa negatiivisimmin ja positiivisimmin arvioineiden ryhmien erot yhteisöllisessä työskentelyssä

Koko luokkaan suhteutettuna ryhmä 2 arvioi yhteisöllistä työskentelyään negatiivisimmin ja ryhmä 54 positiivisimmin. Taulukossa 3 esitetään, miten näiden kahden ryhmän työskentely erosi toisistaan. Keskeiset erot on erotettu tekstistä lihavoiden ja tiivistetty sulkeisiin kunkin kategorian osalta. Kootusti voidaan todeta, että ryhmien työskentely poikkesi toisistaan niin tavoitteen asettelun, työskentely moodin, kohdattujen haasteiden, koetun tyytyväisyyden kuin taitojen ja asenteiden kehittymisen suhteen.

Taulukko 3. Kuvaus kahden ryhmän yhteisöllisestä työskentelystä projektin aikana

	Ryhmä 2 (negatiivisimmat arviot)	Ryhmä 4 (positiivisimmat arviot)
Tavoitteen asettelu	Ryhmä antoi muiden oppilaiden päättää työnsä aiheen ryhmän jäsenten päättämistä vaihtoehtoista. (RYHMÄ EI PÄÄTTÄNYT ITSE TAVOITTEESTA.)	Projektin alkaessa yhteinen tavoite määriteltiin yhdessä neuvotellen , (RYHMÄ PÄÄTTI YHDESSÄ TAVOITTEESTA.)
Työskentelyn moodi	Ryhmä 2 työskenteli pääsääntöisesti yhteistoiminnallisesti tehtäviä jakaen (TYÖSKENTELEY YHTEISTOIMINNALLISTA)	Projektin alkaessa ryhmän jäsenten välinen työnjako oli epäselvä kahden ensimmäisen tapaamiskerran ajan, minkä jälkeen ryhmä työskenteli pääasiassa yhteistoiminnallisesti tehtäviä jakaen. (TYÖSKENTELEYN MOODI ALUKSI EPÄSELVÄ, SITTEN YHTEISTOIMINNALLINEN)
Työskentelyn fokus	Ryhmä työskenteli systemaattisesti tekemänsä suunnitelman mukaan yhtä tapaamista lukuun ottamatta. (FOKUS SÄILYI PÄÄOSIN)	Ryhmä raportoi jokaisen työskentelykerran jälkeen työskennelleensä laatimansa suunnitelman mukaisesti., (FOKUS SÄILYI LÄPI KOKO PROSESSIN)
Kohdatut haasteet	Ryhmä kohtasi jonkin verran ongelmia prosessin aikana, erityisesti sen aluksi . (RYHMÄ KOHTASI HAASTEITA)	Noin puolet projektikerroista oli sellaisia, että ryhmä kohtasi niissä haasteita ne kuitenkin ratkaisten. (RYHMÄ KOHTASI HAASTEITA)
Yhteisöllisen oppimisen taidot ja asenteet	Ennen projektin alkua ryhmän jäsenet arvioivat yhteisöllisen oppimisen taitonsa erinomaisiksi (2 oppilasta) tai keskinkertaisiksi (1 oppilas). Projektin päättyessä kaikki ryhmän jäsenet arvioivat yhteisöllisen oppimisen taitonsa heikommiksi kuin projektin alkaessa. Sama trendi näkyi asenteessa yhteisöllistä oppimista kohtaan kahden oppilaan osalta, joilla asenne muuttui negatiivisemmaksi. Yhdellä oppilaalla sen sijaan asenne muuttui kohtalaisen positiivisesta erittäin positiiviseksi. (ARVIOIDUT TAIDOT JA ASEENTEET MUUTTUIVAT NEGATIIVISEMMIKSI)	Kaikki ryhmän jäsenet arvioivat yhteisöllisen oppimisen taitonsa erinomaiseksi sekä ennen projektia että sen jälkeen . Asenteet yhteisöllistä oppimista kohtaan olivat projektin alkaessa pääosin kohtalaisen positiiviset (N=3), ja yhden oppilaan osalta erittäin positiiviset, ja projektin päättyessä kahden ryhmän jäsenen arvio omasta asenteestaan muuttui entistä positiivisemmaksi , ja kahdella ryhmän jäsenellä asenne pysyi samana. (ARVIOIDUT TAIDOT PYSYIVÄT POSITIIVISINA, POSITIIVISET ASEENTEET VAHVISTUIVAT)
Tavoitteen saavuttaminen	Ryhmä asetti tavoitteekseen oppia projektin aikana teknisiä taitoja, ja he mainitsivatkin projektin päätteeksi oppineensa uutta Microbitistä ja 3d tulostuksesta. (OPPIMISTAVOITTEET SAAVUTETTIIN)	yhteisiksi oppimistavoitteiksi määriteltiin teknisten taitojen oppiminen. Projektin päättyessä ryhmä mainitsseekin saavuttaneensa tämän tavoitteet opittuaan uutta Microbitien koodauksesta, mutta myös huovuttamisesta ja mainospuheen laatimisesta. (OPPIMISTAVOITE SAAVUTETTIIN JA YLITETTIIN)

Tyytyväisyys lopputulokseen	<p>Projektin päätteeksi kaksi ryhmän jäsentä mainitsi olevansa tyytyväisiä projektiin ja lopputulokseen, mutta yksi ryhmän jäsen kuvailli olevansa pettynyt. Näin ryhmä tiivistä projektin päätteeksi tunnelmiaan: <i>'Neean mielestä yhteistyö meni hyvin ja Niilonkin mielestä, mutta Paulin mielestä se ei onnistunut... Pauli sanoo että: " Kaikki eivät tehneet yhtä paljon töitä eikä kaikille ollut tekemistä. Minulla oli 2 tuntia niin ettei minulla ollut tekemistä." Neeallakin oli monta tuntia että ei tehnyt mitään. Niin että kaikki tekisi yhtä paljon töitä ja että kukaan ei valittaisi omaa hommasta! Toisin kuin me...'</i> (TYTYVÄISYYS VAIHTELI RYHMÄN JÄSENTEN KESKEN TYTYVÄISYYDESTÄ TYTYMÄTTÖMYYTEEN)</p>	<p>Ryhmän mielestä heidän projektinsa onnistui hyvin, vaikka he kohtasivatkin haasteita prosessin aikana.</p> <p>(RYHMÄ TYTYVÄINEN LOPPULOKSEEN)</p>
-----------------------------	---	--

Pohdinta ja johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli lisätä ymmärrystä STEAM-kontekstissa tapahtuvasta yhteisöllisestä oppimisesta. Tutkimuksessa tarkasteltiin design-oppimiseen perustuvaa yhteisöllistä ongelmanratkaisutyöskentelyä, ja neljännen luokan oppilaiden arvioita omasta ja pienryhmiensä yhteisöllisestä työskentelystä ja oppimisesta STEAM-projektin aikana. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että oppilaat olivat tyytyväisiä STEAM-projektiin, ja että pienryhmät arvioivat työskentelynsä olleen tavoitteellista ja edenneen pääasiassa suunnitelmien mukaisesti. Myös aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet oppijoiden suhtautuvan STEAM-projekteihin positiivisesti (esim. Juliä & Antoli, 2019; Ozkan & Topsakal, 2017; Tunnard & Sharp, 2009).

Ensimmäinen tutkimuskysymys liittyi yhteisöllisen oppimisen taitoihin ja asenteisiin projektin alkaessa ja päättyessä. Tulokset osoittivat, että suhteellisen lyhyen projektin aikana taidoissa ja asenteissa ei tapahtunut suurta muutosta, ja oppilaat arvioivat sekä taitonsa että asenteensa kohdalliseksi tai hyviksi. Kiinnostavaa kuitenkin oli, että pieni osa oppilaista arvioi yhteisöllisen oppimisen taidot heikommiksi projektin päättyessä verrattuna tilanteeseen projektin alkaessa. Aiempi tutkimus (mm. Cohen, 1994; Pasternak, Whitebread & Neale, 2018) on osoittanut, että yhteisöllinen työskentely on haastavaa, joten tulos oppilaiden heikentyneistä arvioista voi kertoa osaltaan siitä, että projekti haastoi oppilaita taidollisesti. Projektin edetessä he saattoivat havaita, että yhteisöllinen oppiminen vaatiikin heiltä enemmän taitoja kuin mitä he olivat ennen projektia ajatelleet. Aiempi tutkimus on kuitenkin osoittanut, että STEAM-projekteihin osallistumisella on positiivinen vaikutus oppijoiden niin sanottujen pehmeiden taitojen kehittymiseen, joihin yhteisöllisen oppimisen taidotkin kuuluvat (Chen ym., 2019; Kerchner, Warwick, Mercer & Kleine Staarman, 2014).

Toinen tutkimuskysymys liittyi ryhmien yhteisölliseen työskentelyyn projektin aikana. Kootusti voi todeta, että ryhmien työskentely oli pääsääntöisesti projektiin keskittyvää, ja ryhmät arvioivat työskentelyään positiivisesti. Yhdessä tekeminen ja keksiminen voi osaltaan selittää työskentelyn fokuksen säilymistä ja työskentelyyn sitoutumista (Bosch ym., 2022). Myös aiempi tutkimus on osoittanut STEAM-kontekstissa tapahtuneen työskentelyn olleen tavoiteorientoitunutta ja tehtävässä pitäytyvää (DeJarnette, 2018; Riikonen ym., 2020). Pienryhmien jäsenet arvioivat omaa osallistumistaan aktiiviseksi, kun taas muiden oman ryhmän jäsenen katsottiin osallistuvan työskentelyyn vain kohtaisesti. Samansuuntaisia tuloksia on raportoinut mm. Sinervo ym. (2021) omassa tutkimuksessaan. Pedagogisen mallin, joka perustui design-oppimiseen ja yhteisölliseen ongelmanratkaisuun, on aiemmissa tutkimuksissa (Kirjoittaja3) osoitettu sitouttavan oppijoita yhteisöllisen oppimisen prosesseihin. Myös ryhmien toiminnan säätelyn (Näykki ym., 2017) tukeminen, tässä projektissa ryhmäpäiväkirjoilla, edistää yhteisöllistä oppimista sitouttamalla oppijat yhteisen työskentelyn suunnitteluun, tarkkailuun ja arviointiin.

Työskentelyn moodi sisälsi useimmiten piirteitä sekä yhteisöllisestä että yhteistoiminnallisesta oppimisesta. Yhteisölliseen oppimiseen sisältyy usein yhteistoiminnallisia vaiheita (Dillenbourg, 1999), ja tässäkin tapauksessa työn jakaminen ryhmän jäsenten välille oli usein suunniteltua ja tarkoituksenmukaista. Toisaalta se, että työskentelyä kuvattiin yhteisölliseksi jopa kolmasosassa kaikista projektikerroista, osoittaa, että vaikka yhteisöllinen oppiminen on haastavaa, pystyvät alakuluikäiset oppijat sitoutumaan yhteiseen työskentelyyn sitä tuettaessa. Avoin ongelma, jonka ratkaiseminen edellytti neuvottelevaa vuorovaikutusta, saattoi osaltaan vaikuttaa yhteisölliseen työskentelyyn sitoutumiseen (Care ym., 2015). Haasteiden kohtaaminen on luonnollinen osa STEAM-kontekstissa tapahtuvaa oppimista, ja Sinervon ym. (2021) tavoin tässäkin tutkimuksessa oppilasryhmät raportoivat muun muassa teknologian käyttöön liittyviä haasteita. Tässä tutkimuksessa oppilaat raportoivat myös ryhmän jäsenten epätasaisesta osallistumisesta yhteiseen työskentelyyn, mikä onkin hyvin tyypillinen oppijoiden kokema haaste yhteisöllisessä oppimisessä (Le, Janssen & Wubbels, 2017). Kuitenkin, kuten aiempi tutkimus on osoittanut, asenteiden yhteisöllistä oppimista kohtaan ollessa positiiviset, oppilaat pystyvät työskentelemään tuloksekkaasti myös haastavissa tilanteissa (Kirschner, Kreijns, Phielix & Franssen, 2015; Korkmaz, 2012).

Kolmas tutkimuskysymys liittyi yhteisöllisen työskentelyn eroihin kahden ryhmän välillä, joista toinen arvioi työskentelyään negatiivisimmin ja toinen positiivisimmin koko luokasta. Keskeisimmät erot liittyivät a) yhteisen tavoitteen asettamiseen, b) haasteiden kohtaamiseen, c) yhteisöllisen oppimisen taitojen ja asenteiden muutokseen ja d) uuden oppimiseen.

Negatiivisimmin ryhmänsä työskentelyä arvioinut ryhmä antoi muiden pienryhmien valita, minä tuotteen he projektissa valmistaisivat. Yhteisöllisen oppimisen taidot ja asenteet arvioitiin heikommiksi projektin päätyttyä verrattaessa alkutilanteeseen. Ryhmä koki oppineensa uutta projektin aikana. Ryhmänsä työskentelyä positiivisimmin arvioinut ryhmä päätti yhteisen tuotoksen aiheen yhdessä neuvottelemalla. Yhteisöllisen oppi-

misen taidot arvioitiin paremmiksi projektin päättyessä kuin alkaessa, ja asenteissa yhteisöllistä oppimista kohtaan tapahtui muutos positiiviseen suuntaan. Tämä ryhmä ei raportoinut haasteista projektin aikana, eivätkä he kokeneet oppineensa uutta.

Eroja voidaan pohtia monista eri näkökulmista. Saattoi olla, että positiivisen arvion antanut ryhmä ei haastanut itseään, ja projektista tuli heille liian helppo, jolloin myöskään uuden oppimista ei tapahtunut, työskentely tuntui helpolta, eikä ongelmia kohdattu. Toinen ryhmä sen sijaan saattoi haastaa itsensä, jolloin projekti laittoi ryhmän ponnistelemaan lopputuloksen eteen. Aiemman tutkimuksen pohjalta eroja voidaan selittää myös ryhmän jäsenten välisillä (ystävyyssuhteilla (Tunnard & Sharp, 2009) ja ryhmän jäsenten kommunikaatiotaidoilla (Boakes, 2020). Toisaalta pedagogisella mallilla saattoi olla vaikutuksia pienryhmien kokemuksiin työskentelynsä onnistumisesta (Li ym. 2019): Eri ryhmät olisivat voineet hyötyä erilaisesta pedagogisesta mallista.

Tämän tutkimuksen rajoitukset liittyvät aineistonkeruuseen. Tutkimustulokset nojaavat oppilaiden omaan arvioon omista taidoistaan ja pienryhmänsä työskentelystä. Oppilaiden täyttämät kyselyt ja ryhmien kirjoittamat reflektiopäiväkirjat eivät välttämättä kerro siitä, mitä ryhmässä todella tapahtui. Päiväkirja-aineisto oli melko suppeaa, eli ryhmät eivät olleet syvällisesti reflektoineet tavoitteitaan, toimintaansa ja kohtaamiaan haasteita. Oppilaiden kanssa oli kuitenkin harjoiteltu omien taitojen ja työskentelyn reflektointia koko lukuvuoden ajan, joten projektin toteutuessa kevätlukukauden loppupuolella, heillä oli jo kokemusta oman toiminnan arvioinnista ja raportoinnista. Ilman kokemusta oman toiminnan reflektoinnista, olisi toistuva kyselyihin vastaaminen ja päiväkirjojen kirjoittaminen voinut aiheuttaa haasteita erityisesti tukea tarvitseville oppilaille.

Pieni otoskoko ei mahdollista yleistysten tekoa, mutta tämä tutkimus tarjoaa yhden esimerkin siitä, miten yhteisöllisen oppimisen taitojen kehitystä voidaan tukea STEAM-kontekstissa. Tutkimuksen tulokset tarjoavat perusasteen opettajille hyödyllistä tietoa STEAM-opetuksen pedagogisista hyödyistä ja haasteista. Tulokset rohkaisevat opettajia toteuttamaan STEAM-projekteja, sillä oppilaat pääsääntöisesti nauttivat avointen haasteiden ratkaisemisesta ja yhdessä työskentelystä. Kuitenkin, osallistumisen tasapuolisuuden tukemiseen ja teknisten taitojen kehittämiseen tulee kiinnittää huomiota. Tutkimus osoittaa STEAM-pedagogiikan mahdollisuudet tulevaisuuden oppimisen taitojen tukemisessa. Tässä tutkimuksessa pedagoginen malli, joka ohjasi oppilasryhmiä suunnittelemaan, seuraamaan ja arvioimaan työskentelynsä etenemistä, näytti tukevan fokuksen säilymistä ja työn etenemistä aikataulun ja tavoitteiden suunnassa. Tämä aktiivista oppimista tukeva malli soveltuu käytettäväksi erilaisten STEAM aiheisten tehtävien ja materiaalien kanssa. Tällaisia valmiita tehtäväkokonaisuuksia löytyy mm. kaupunkien sivustoilta (Oulun kaupunki, 2022a; Turun kaupunki 2022). Soveltuvia tehtäviä löytyy myös esimerkiksi Heureka (www.heureka.fi) ja Innokas-verkoston (www.innokas.fi) sivuilta. Edellä mainitut materiaalit ovat suurelta osin opettajien laatimia oppimiskokonaisuuksia tai yksittäisiä tehtäviä, joissa ei oteta kantaa tässä tutkimuksessa kuvatulla tarkkuudella itse oppimisprosessin suunnitteluun

ja tukemiseen. Kokemattoman STEAM-opettajan kannattaakin aloittaa opettajille suunnatuista STEAM-oppaista (Kontturi, Vuopala & Harmoinen, 2022; Oulun kaupunki, 2022b), jotka auttavat aktiivisen oppimisen suunnittelussa alkuun.

Tämän tutkimuksen tulosten pohjalta STEAM-oppimateriaaleja voisi kehittää siten, että työtapoja ja teknologian käyttöä käsikirjoitettaisiin yksityiskohtaisemmin, jotta näiden osalta tapahtuisi syvällistä oppimista ja jotta materiaalit tukisivat paremmin aktiivista oppimista. Muuten on olemassa vaara, että akateemisen tutkimuksen tulokset ja käytäntöä varten kehitetyt materiaalit jäävät eriytyneiksi kokonaisuuksiksi. Jos näin käy, se heikentää alakoulun oppilaiden mahdollisuuksia harjoitella ja kehittää tulevaisuuden taitoja.

Lähteet

- Ata Aktürk, A., & Demircan, O. (2017). A review of studies on STEM and STEAM education in early childhood. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 18(2), 757–776.
- Baines, E., Blatchford, P., & Chowne, A. (2007). Improving the effectiveness of collaborative group work in primary schools: effects on science attainment. *British Educational Research Journal*, 33(5), 663–680. <https://doi.org/10.1080/01411920701582231>
- Bati, K., Yetisir, M. I., Caliskan, I., Gunes, G., & Sacan, E. G. (2018). Teaching the concept of time: A steam-based program on computational thinking in science education. *Cogent Education*, 5(1), 1–16. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2018.1507306>
- Beauchamp, B. (2011). Interactivity and ICT in the primary school: Categories of learner interactions with and without ICT. *Technology, Pedagogy and Education*, 20(2), 175–190. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2011.588408>
- Bekker, T., Bakker, S., Douma, I., van der Poel, J., & Scheltenaar, K. (2015). Teaching children digital literacy through design-based learning with digital toolkits in schools. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 29–38, <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2015.12.001>.
- Bertrand, M. G., & Namukasa, I. K. (2020). STEAM education: Student learning and transferable skills. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 13(1), 43–56. <https://doi.org/10.1108/JRIT-01-2020-0003>
- Blikstein, P. (2018). Maker Movement in Education: History and Prospects. Teoksessa M. J. de Vries (Toim.), *Handbook of Technology Education* (pp. 419–437). Cham: Springer.
- Boakes, N.J. (2020). Cultivating Design Thinking of Middle School Girls through an Origami STEAM Project. *Journal for STEM Education Research*, 3, 259–278. <https://doi.org/10.1007/s41979-019-00025-8>
- Borrego, M., Karlin, J., McNair, L., & Beddoes, K. (2013). Team Effectiveness Theory from Industrial and Organizational Psychology Applied to Engineering Student Project Teams: A Research Review. *Journal of Engineering Education*, 102(4), 472–512 <https://doi.org/10.1002/jee.20023>
- Bosch, N., Härkki, T., & Seitamaa-Hakkarainen, P. 2022. Design empathy in students' participatory design processes. *Design and Technology Education*, 27(1), 29–48.
- Care, E., Griffin P., Scoular, C., Awwal, N., & Zoanetti, N. (2015). Collaborative Problem Solving Tasks. Teoksessa P. Griffin & E. Care. (Toim.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills. Educational Assessment in an Information Age* (pp. 85–104). Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9395-7_4
- Chatterjee, R., & Correia, A. (2020). Online Students' Attitudes Toward Collaborative Learning and Sense of Community. *American Journal of Distance Education*, 34(1), 53–68. <https://doi.org/10.1080/08923647.2020.1703479>

- Chi, M.T. (1997). Quantifying qualitative analyses of verbal data: A practical guide. *The Journal of the Learning Sciences*, 6(3), 271–315. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0603_1
- Chen, L., Yoshimatsu, N., Goda, Y., Okubo, F., Taniguchi, Y., Oi, M., Konomi, S., Shimada, A., Ogata, H., & Yamada, M. (2019). Direction of collaborative problem solving-based STEM learning by learning analytics approach. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 14(1), 1–28. <http://dx.doi.org/10.1186/s41039-019-0119-y>
- Chi, M., & Menekse, M. (2015). Dialogue Patterns in Peer Collaboration That Promote Learning. Teoksessa L. Resnick, C. Asterhan & Clarke, S. (Toim.), *Socializing Intelligence Through Academic Talk and Dialogue* (pp. 263–274). Washington DC: AERA. https://doi.org/10.3102/978-0-935302-43-1_21.
- Cohen, E.G. (1994). Restructuring the classroom: Conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, 64(1), 1–35.
- Chu, S., Genna, A., Saenz, M., & Quek, F. (2016). Fun in Making: Understanding the Experience of Fun and Learning through Curriculum-based Making in the Elementary School Classroom. *Entertainment Computing*, 18, 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.08.007>.
- Cohen, E.G. (1994). Restructuring the classroom: Conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, 64(1), 1–35.
- Creswell, J. (1998). *Qualitative inquiry and research design: choosing among five traditions*. California: Sage Publications.
- DeJarnette, N. (2018). Early Childhood Steam: Reflections from a year of Steam initiatives implemented in a high-need primary school. *Education*, 139(2), 96–112.
- Czarniawska, B. (2004). *Narratives in social science research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Davidson, J., & Vanderlinde, R. (2016). ‘You should collaborate, children’: a study of teacher’s design and facilitation of children’s collaboration around touchscreens. *Technology, Pedagogy and Education*, 25(5), 573–593. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2015.1127855>
- Denson, C., Buelin, J., Lammi, M., & D’Amico, S. (2015). Developing instrumentation for assessing creativity in engineering design. *Journal of Technology Education*, 27(1), 23–40. <https://doi.org/10.21061/jte.v27i1.a>.
- Dillenbourg P. 1999. What do you mean by collaborative learning? Teoksessa P. Dillenbourg (Toim.) *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches* (pp. 1–19). Oxford: Elsevier.
- Eriksson, P., & Koistinen K., (2014). *Monenlainen tapaustutkimus*. Toinen laajennettu painos. Kuluttajatutkimuskeskus, Julkaisuja 4.
- Graesser, A, Forsyth, C., & Foltz, P. (2017). Assessing conversation quality, reasoning, and problem solving performance with computer agents. Teoksessa B. Csapo, J. Funke & A. Schleicher (Toim.) *On the nature of problem solving: A look behind PISA 2012 problem solving assessment* (pp. 274–297). Heidelberg: OECD Series.
- Heikkilä, A-S., Vuopala, E., & Leinonen, T. (2017). Design-driven Education in Primary and Secondary School Contexts. *Technology, Pedagogy and Education*, 26(4), 471–483. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2017.1322529>
- Henriksen, D. (2014). Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices. *The STEAM journal*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.5642/steam.20140102.15>
- Herro, D., & Quigley, C. (2016). Exploring teachers’ perspectives of STEAM teaching: Implications for practice. *Professional Development in Education*, 43(3), 1–23. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>
- Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K., & Griffin, P. (2015). A framework for teachable collaborative problem solving skills. In P. Griffin & E. Care (Toim.), *Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach* (pp. 37–56). Dordrecht: Springer.

- Howe, C., & Zachariou, A. (2017). Small-group collaboration and individual knowledge acquisition: The processes of growth during adolescence and early adulthood. *Learning and Instruction*, 60, 263–274. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.10.007>
- Huhtamäki, E., Holma, H., Nokelainen, P., & Kumpulainen, K. (2017). Otos iloa: lasten näkökulmia iloa tuottavista peruskoulun oppimisympäristöistä *Kasvatus*, 48(4), 336–352.
- Juliä, C., & Antolí, J. (2019). Impact of implementing a long-term STEM-based active learning course on students' motivation. *International Journal of Technology & Design Education*, 29(2), 303–327. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9441-8>
- Kershner, R., Warwick, P., Mercer, N., & Kleine Staarman, J. (2014). Primary children's management of themselves and others in collaborative group work: 'Sometimes it takes patience ...', *Education 3-13*, 42(2), 201–216. <https://doi.org/10.1080/03004279.2012.670255>
- Kirschner, P. A., Kreijns, K., Phielix, C., & Fransen, J. (2015). Awareness of cognitive and social behaviour in a CSCL environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(1), 59–77.
- Kontturi, H., Vuopala., & Harmoinen, S. (2022). STEAM (k)Oulussa. Oulun yliopiston oppimateriaalia. Didascalia Universitatis Ouluensis. Kasvatustiede E 19 Korkmaz, O. (2012). A validity and reliability study of the online cooperative learning attitude scale (OCLAS). *Computers & Education*, 59(4), 1162–1169.
- Ha Le, Jeroen Janssen & Theo Wubbels (2018) Collaborative learning practices: teacher and student perceived obstacles to effective student collaboration, *Cambridge Journal of Education*, 48:1, 103-122, DOI: 10.1080/0305764X.2016.1259389
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, J. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7(11), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>
- Menekse, M., Higashi, R., Schunn, C. D., & Baehr, E. (2017). The Role of Robotics Teams' Collaboration Quality on Team Performance in a Robotics Tournament. *Journal of engineering education*, 106(4), 564–584. <https://doi.org/10.1002/jee.20178>
- Metsäpelto, R-L., Vasalampi, K., Poikkeus, A-M., Lerkkanen, M-K., Salminen, J., & Mäensivu, M. 2017. Opettajien kokemuksia dialogisen opetuksen toteuttamisesta perusopetuksessa. *Kasvatus*, 48(1), 6–20.
- Nelson, H. & Stolterman, E. 2003. Design Judgement: Decision-Making in the 'Real' World. *The Design Journal*, 6(1), 23–31. <https://doi.org/10.2752/146069203790219344>.
- Nokes-Malach, T., Richey, J., & Gadgil, S. (2015). When Is It Better to Learn Together? Insights from Research on Collaborative Learning. *Educational Psychology Review*, 27(4), 645–656. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9312-8>
- Näykki, P., Järvenoja, H., Järvelä, S., & Kirschner, P. A. (2017). Monitoring makes a difference: quality and temporal variation in teacher education students' collaborative learning. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 61(1), 31–46. <https://doi.org/10.1080/00313831.2015.1066440>
- Opetushallitus 2014. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Helsinki. Saatavissa <https://www.oph.fi>. Luettu 30.2.2022
- Oulun kaupunki 2022a. Steam In Oulu. Oulu. Saatavissa <https://www.steaminoulu.fi/>. Luettu 25.11.2022
- Oulun kaupunki 2022b. Käsikirja STEAMin maailmaan. Saatavissa <https://www.steaminoulu.fi/steam-oulussa/steam-kasikirja/>. Luettu 25.11.2022
- Ozkan, G., & Topsakal, U. (2017). Examining Students' Opinions about STEAM Activities. *Journal of Education and Training Studies*, 5(9), 115–123. <https://doi.org/10.11114/jets.v5i9.2584>
- Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2017). Reviewing the affordances of tangible programming languages: Implications for design and practice. 2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 1811–1816. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2017.7943096>

- Pasternak, D., Whitebread, D., & Neale, N. 2018. The Role of Regulatory, Social, and Dialogic Dynamics on Young Children's Productive Collaboration in Group Problem Solving. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 2018(162), 41–66. <https://doi.org/10.1002/cad.20262>
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking skills and creativity*, 31, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Purzer, Ş. (2011), The Relationship Between Team Discourse, Self-Efficacy, and Individual Achievement: A Sequential Mixed-Methods Study. *Journal of Engineering Education*, 100, 655–679. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2011.tb00031.x>
- Quigley, C.F., Herro, D., & Baker, A. (2019). Moving Toward Transdisciplinary Instruction: A Longitudinal Examination of STEAM Teaching Practices. Teoksessa M. Khine & S. Areepattamannil (Toim.), *STEAM Education* (pp. 143–164). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_8
- Riikonen, S., Seitamaa-Hakkarainen, P., & Hakkarainen, K. (2020). Bringing maker practices to school: Tracing discursive and materially mediated aspects of student teams' collaborative making processes. *International journal of computer-supported collaborative learning*, 15(3), 319–349. <https://doi.org/10.1007/s11412-020-09330-6>
- Roschelle, J., & Teasley, S. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. Teoksessa C. O'Malley (Toim.), *Computer supported collaborative learning*, (pp. 69–97). Berlin: Springer-Verlag.
- Salas, E., Burke, C.S. and Cannon-Bowers, J.A. (2000), Teamwork: emerging principles. *International Journal of Management Reviews*, 2, 339-356. <https://doi.org/10.1111/1468-2370.00046>
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge building: Theory, Pedagogy, and Technology. Teoksessa K. Sawyer (Toim.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, (pp. 97–118), New York: Cambridge University Press.
- Shahamat, A., & Mede, E. (2016). Integration of collaborative learning in Grade K-5 EFL classrooms, *Education 3-13*, 44(6), 682–697. <https://doi.org/10.1080/03004279.2014.1002516>
- Sheffield, R., Koul, R., Blackley, S., & Maynard, N. (2017). Makerspace in STEM for girls: a physical space to develop twenty-first-century skills. *Educational Media International*, 54(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/09523987.2017.1362812>.
- Sinervo, S., Sormunen K, Kangas K., & Hakkarainen, L. (2021). Elementary school pupils' coinventions: products and pupils' reflections on processes. *International Journal of Technology & Design Education*, 31(4), 653-676. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09577-y>
- Smith, R., Iversen, O., & Hjorth, M. (2015). Design thinking for digital fabrication in education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2015.10.002>.
- Struyf, A., De Loof, H., Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising practice?. *International Journal of Science Education*, 41(10), 1387–1407. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1607983>
- Thompson, L., & Ku, H. (2006). A case study of online collaborative learning. *Quarterly Review of Distance Education*, 7(4), 361–375.
- Tunnard, S., & Sharp, J. (2009). Children's views of collaborative learning, *Education 3-13*, 37(2), 159–164. <https://doi.org/10.1080/03004270802095421>
- Turun kaupunki, 2022. STEAM Turku. Saatavissa <https://www.turku.fi/STEAM>. Luettu 25.11.2022
- Tolmie, A., Topping, K., Christie, D., Donaldson, C., Howe, C., Jessiman, E., Livingston, K., & Thurston, A. (2020). Social effects of collaborative learning in primary schools. *Learning and Instruction*, 20(3), 177-191. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.01.005>
- Vicente, F., Llinares, A., & Sánchez, N. (2020). “Sustainable City”: A Steam Project Using Robotics to Bring the City of the Future to Primary Education Students. *Sustainability*, 12(9696). <https://doi.org/10.3390/su12229696>

Wang, L., MacCann, C., Zhuang, X., Lydia, L., & Roberts, D. (2009). Assessing teamwork and collaboration in high school students: A multimethod approach. *Canadian Journal of School Psychology*, 24(2), 108-124. <https://doi.org/10.1177/0829573509335470>

Yakman, G. (2008). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education.

Liite 1, kyselylomakkeet

Lomake 1. Yhteisöllisen oppimisen taidot ja asenteet



1. Olen tehokkaampi työskennellessäni ryhmässä kuin yksin.
1. Nautin ideoideni jakamisesta ryhmässä.
1. Ryhmätilanteessa otan mielelläni avustavan roolin.
1. Haluan ottaa ryhmässä johtajan roolin.
1. Työskentelen mieluummin yksin kuin ryhmässä.
1. Tykkään työskennellä ryhmässä.
1. Osaan hyödyntää eri teknologioita opiskelussani.
1. Osaan kertoa oman mielipiteeni.
1. Osaan suunnitella ryhmässä yhteistä työtä.
1. Osaan ottaa palautetta vastaan.
1. Osaan antaa palautetta.
1. Osaan ottaa ryhmätyötilanteessa muiden mielipiteet huomioon.
1. Olen hyvä kuuntelija.
1. Osaan käyttää graafista ohjelmointiympäristöä ja osaan laatia sillä oman ohjelman.
1. Arvioin ratkaisujani käyttäen joitakin kriteerejä, kuten toimivuus, luettavuus tai tehokkuus.

Lomake 2. Tuntikyselyn väittämät



- Kuuntelin muita ryhmän jäseniä
- Tunsin, että muut kuuntelivat minua
- Sain kerrottua omia ajatuksiani
- Kaikki ryhmän jäsenet saivat kerrottua omia ajatuksiaan
- Osallistuin ryhmän työskentelyyn aktiivisesti
- Muutkin ryhmän jäsenet osallistuivat aktiivisesti.
- Kaikki tekivät töitä yhtä paljon.
- Ryhmässä oli mukava ilmapiiri.
- Ryhmätyötä oli mukava tehdä.
- Meillä oli selkeä tavoite.
- Yhteinen projektimme edistyi.
- Opin uusia työskentelytapoja.
- Opin uutta teknologiasta.
- Suunnittelin ohjelman, jossa hyödynnetään ohjelmoinnin perusrakenteita.
- Hyödynsin olemassa olevia ohjelmia.