



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**IIDA HIRN**  
**YRITYSYHTEISTYÖPROJEKTIN KEHITTÄMISTUTKIMUS**  
**PERUSOPETUKSEN VUOSILUOKAN 9 MATEMATIIKASSA**

Diplomityö

Tarkastajat: Prof. Sirkka-Liisa Eriksson,  
dos. Jorma Joutsenlahti ja prof. Petri  
Nokelainen

Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
Luonnontieteiden tiedekuntaneuvoston  
kokouksessa 8.6.2016

# TIIVISTELMÄ

**IIDA HIRN:** Yritysyhteistyöprojektin kehittämistutkimus perusopetuksen vuosiluokan 9 matematiikassa

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 79 sivua, 15 liitesivua

Lokakuu 2016

Teknis-luonnontieteellinen koulutusohjelma

Pääaine: Matematiikka

Tarkastajat: Prof. Sirkka-Liisa Eriksson, dos. Jorma Joutsenlahti ja prof. Petri Nokelainen

Avainsanat: projektioppiminen, matematiikan opetus, yritysyhteistyöprojekti, kehittämistutkimus, design-tutkimus

Koulumaailmassa opetus on ollut perinteisesti opettajajohtoista, kun taas nykyaikainen matematiikan opetus korostaa oppilasta aktiivisena toimijana. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014 nostavat esille opetuksessa laaja-alaisen osaamisen, eheyttämisen, yhteistyö- ja vuorovaikutustaidot, tieto- ja viestintäteknologisen osaamisen sekä työelämätaidot ja yrittäjyyden. Vastauksena niihin ja moneen muuhun uuden opetussuunnitelman tavoitteeseen on projektioppiminen.

Diplomityöni sisältää yritysyhteistyöprojektien kehittämistutkimuksen. Suunnitelmieni yritysyhteistyöprojektien tarkoituksena on kannustaa ja motivoida oppilaita matematiikan oppimiseen. Projekteissa on yhteistyöyrityksenä mukana Metsä Group, jolloin saadaan tulevaisuuden työelämä ja yrittäjyys linkittymään oppilaiden elämään uuden perusopetuksen opetussuunnitelman mukaisesti. Kehittämistutkimuksen myötä saadaan luotua opettajille opetustyöhön käytännönläheistä ja helposti hyödynnettävää tietoa. Diplomityöni kehittämistutkimus toteutettiin kahdessa kehittämissyklissä. Ensimmäisessä kehittämissyklissä valmistettiin viisi yritysyhteistyöprojektiä. Toisessa kehittämissyklissä tuotettuja projekteja kehitettiin kurssilla toteutetun havainnoinnin ja kyselylomakkeiden pohjalta.

Tutkimuksessa havaittiin, että opettaja ja oppilaat kokevat projektioppimisen matematiikan opetuksessa positiivisena asiana. Oppilaat pitivät erityisesti siitä, että saivat työskennellä ryhmässä. Projektioppimisen ryhmätyöskentelyn kautta työelämässäkin tärkeänä pidetyt yhteistyö- ja vuorovaikutustaidot kehittyvät. Projektioppimisen käyttöä opetuksessa kannattaa hyödyntää tulevaisuudessa.

## ABSTRACT

**IIDA HIRN:** Design Research Study about Project with a Company in Mathematics in 9th Grade

Tampere University of Technology

Diplomityö, 79 pages, 15 Appendix pages

October 2016

Master's Degree Programme in Science and Engineering

Major: Mathematics

Examiner: Prof. Sirkka-Liisa Eriksson, dos. Jorma Joutsenlahti ja prof. Petri Nokelainen

Keywords: Project-based learning, mathematics teaching, design research

Teaching has traditionally been a teacher-led, whereas modern mathematics teaching emphasizes student as an active player. National Core Curriculum for Basic Education 2014 raises the issue of teaching a wide-ranging expertise, defragmenting, co-operation and interaction skills, information and communication technological know-how, professional skills and entrepreneurship. The response to those and many other objectives of the new National Core Curriculum is project-based learning.

My master of science thesis includes design research of co-operative projects with the company. The purpose of the co-operative projects with the company that I planned is to encourage and motivate the pupils to learn mathematics. Metsä Group is a collaborative company in the projects, so a link between future employment, work and entrepreneurship is made with the students' lives. With a design research can be developed practical and useful knowledge to the teachers school teaching. I did my design research in two cycles. In the first cycle I developed five co-operative projects. In the second cycle I once more developed projects after the observation and questionnaires in the course.

It was found in the study that the teacher and the pupils considered project-based learning in mathematics as a positive thing. The students liked especially that they were allowed to work in a group. Co-operative and interaction skills, characteristics considered important in working life, are developed through the group working in project-based learning. The use of project-based learning in teaching is reasonable to be utilized in the future.

## ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Tampereen teknillisen yliopiston matematiikan laitokselle. Matematiikkaa ja kasvatustieteitä yhdistävä poikkitieteellinen tutkimus sai alkunsa tammikuussa 2016 matematiikan professori Sirkka–Liisa Erikssonin kanssa käydystä keskustelusta. Samana keväänä maaliskuun ja huhtikuun aikana tehtiin projektioppimista koskeva kehittämistutkimus. Diplomityön kirjoittaminen ajoittui vuoden 2016 kevään ja kesän ajalle.

Olen kiitollinen matematiikan laitokselle mahdollisuudesta toteuttaa matematiikkaa ja kasvatustieteitä yhdistelevä poikkitieteellinen diplomityö. Alusta asti työni ohjauksesta ja tarkastamisesta on vastannut professori Sirkka–Liisa Eriksson, jolle haluan osoittaa kiitokset. Haluan kiittää myös myöhemmin mukaan tulleita kahhta muuta tarkastajaa dosentti Jorma Joutsenlahtea ja professori Petri Nokelaista. Lisäksi kiitos kuuluu Anne Kallinen–Juopperille, yhteistyökoululle ja yhteistyöyritykselle, jotka mahdollistivat diplomityöni tutkimuksen tekemisen.

Suurimmat kiitokset haluan esittää läheisilleni ja perheelleni kannustuksesta ja tuesta diplomityön ja koko koulu–urani aikana. Viimeiseksi sydämelliset kiitokset esitän tärkeimmälle tukijalleni ja kannustajalleni Panu Kämäräiselle.

Oulu, 9.9.2016

Iida Hirn

# SISÄLLYS

1. Johdanto . . . . .	1
2. Projektioppiminen . . . . .	3
3. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014 . . . . .	5
3.1 Opetussuunnitelma projektioppimisen näkökulmasta . . . . .	6
3.1.1 Laaja-alainen osaaminen . . . . .	7
3.1.2 Opetuksen eheyttäminen . . . . .	13
3.2 Vuosiluokkien 7–9 matematiikka . . . . .	14
4. Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä . . . . .	17
4.1 Kehittämistutkimuksen määritelmä . . . . .	18
4.2 Kehittämistutkimuksen malli . . . . .	22
4.3 Kehittämistutkimuksen toteutus . . . . .	24
4.4 Aiempia kehittämistutkimuksia opetuksessa . . . . .	27
5. Yritysyhteistyöprojektin kehittämistutkimus . . . . .	29
5.1 Metsä Group . . . . .	32
5.1.1 Metsä Tissue . . . . .	32
5.2 Aineiston keruu . . . . .	33
5.2.1 Havainnointi . . . . .	33
5.2.2 Kyselylomakkeiden rakentuminen . . . . .	33
6. Tutkimuksen projektit yhteistyössä Metsä Groupin kanssa . . . . .	36
6.1 Projekti wc-paperin geometriasta . . . . .	36
6.1.1 Kuvaus projektin sisällöstä . . . . .	36
6.1.2 Linkittyminen opetussuunnitelman perusteisiin . . . . .	37
6.1.3 Matemaattinen tausta . . . . .	38
6.1.4 Edut ja haasteet . . . . .	41
6.2 Projekti talouspaperin geometriasta . . . . .	42

6.2.1	Kuvaus projektin sisällöstä . . . . .	42
6.2.2	Linkittyminen opetussuunnitelman perusteisiin . . . . .	42
6.2.3	Matemaattinen tausta . . . . .	42
6.2.4	Edut ja haasteet . . . . .	42
6.3	Projekti pehmopapereiden imukyvyistä . . . . .	43
6.3.1	Kuvaus projektin sisällöstä . . . . .	43
6.3.2	Linkittyminen opetussuunnitelman perusteisiin . . . . .	44
6.3.3	Matemaattinen tausta . . . . .	44
6.3.4	Edut ja haasteet . . . . .	47
6.4	Projekti pehmopapereiden kulutuksesta . . . . .	48
6.4.1	Kuvaus projektin sisällöstä . . . . .	48
6.4.2	Linkittyminen opetussuunnitelman perusteisiin . . . . .	49
6.4.3	Matemaattinen tausta . . . . .	49
6.4.4	Edut ja haasteet . . . . .	51
6.5	Projekti sijoittamisen kannattavuudesta Metsä Groupiin . . . . .	51
6.5.1	Kuvaus projektin sisällöstä . . . . .	52
6.5.2	Linkittyminen opetussuunnitelman perusteisiin . . . . .	53
6.5.3	Matemaattinen tausta . . . . .	53
6.5.4	Edut ja haasteet . . . . .	55
7.	Kehittämistutkimuksen tulokset ja analyysi . . . . .	57
7.1	Projektioppiminen oppilaan näkökulmasta . . . . .	57
7.1.1	Suhtautuminen projektioppimiseen . . . . .	58
7.1.2	Matematiikan oppiminen . . . . .	60
7.1.3	Työnjako . . . . .	62
7.2	Projektioppiminen opettajan näkökulmasta . . . . .	64
7.3	Yritysyhteistyöprojektin tulokset . . . . .	65
7.4	Luotettavuuden arviointi . . . . .	67
8.	Yhteenveto ja kehittämismahdollisuudet . . . . .	69

8.1 Tutkimuksen keskeiset tulokset . . . . .	69
8.2 Projektin kehittämismahdollisuudet . . . . .	70
Lähteet . . . . .	73
LIITE A. Kyselylomake oppilaille . . . . .	80
LIITE B. Kyselylomake opettajalle . . . . .	84
LIITE C. WC-paperin geometriaa . . . . .	89
LIITE D. Talouspaperin geometriaa . . . . .	90
LIITE E. Pehmopapereiden imukyky . . . . .	91
LIITE F. Pehmopapereiden kulutus . . . . .	92
LIITE G. Metsä Groupin sijoittajana . . . . .	94

# 1. JOHDANTO

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden 2014 käyttöön otto tapahtuu yläkoulun osalta porrastetusti vuodesta 2017 alkaen. Seitsemännen vuosiluokan osalta opetussuunnitelma otetaan käyttöön 1.8.2017, kahdeksannen vuosiluokan osalta 1.8.2018 ja yhdeksännen vuosiluokan osalta 1.8.2019. [42] Uudistunut opetussuunnitelma tuo uudet tuulet opetukseen, jolloin on aika myös opetusmenetelmien uudistamiselle.

Uusi opetussuunnitelma korostaa oppilaiden omaa aktiivista roolia, vuorovaikutustaitoja ja yhdessä tekemistä. Tulevaisuuden haasteet otetaan huomioon laaja-alaisen osaamisen eli tiedon – ja taidonalojen ylittävän ja yhdistävän osaamisen vahvistamisella. Laaja-alaisen osaamisen osaamiskokonaisuuksia on muun muassa ajattelu ja oppimaan oppiminen, monilukutaito, tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen ja työelämätaidot ja yrittäjäyys. [42, s. 19–24] Vastauksena näihin uuden opetussuunnitelman tavoitteisiin on kognitivismiin ja sosiaaliseen konstruktivismiin pohjautuva projektioppiminen.

Projektioppimista on ulkomailla sovellettu laajasti koulumaailmaan [10], [18]. Suomessa projektioppimisen hyödyntäminen on tapahtunut lähinnä ammattikorkeakoulutasolla, vaikka tutkimuksia matematiikan projektioppimiseen yläkoulutasolla on ilmestynyt jo useampia [49], [51] [60], [62].

Kehittämistutkimukseni tavoitteena on selvittää projektioppimisen edut ja haasteet sekä opettajan että oppilaan näkökulmasta peruskoulun yhdeksännen luokan matematiikan opetuksessa. Keskeisinä tavoitteina ovat toteuttamani yritys yhteistyöprojektin yleisten etujen ja haasteiden tutkiminen. Kehittämistutkimuksessa ollaan myös kiinnostuttu selvittämään, kokevatko oppilaat projektioppimisen matematiikan opiskelua motivoivana tekijänä. Lisäksi keskeisenä tutkimuskohteena on oppilaiden työnjako ja ryhmätyöskentely.

Tutkimuksen toisessa luvussa esitellään kirjallisuuteen ja tutkimuksiin perustuen



projektioppimisen teoriaa. Kolmannessa luvussa tarkastellaan perusopetuksen opetussuunnitelman perusteita 2014 ja niiden linkittymistä projektioppimiseen. Neljäs luku käsittelee kehittämistutkimusta tutkimusmenetelmänä. Luvussa viisi esitellään toteuttamani kehittämistutkimuksen yhteistyöyritys, tutkimuksen toteutusta ja aineiston keruuta. Metsä Groupin kanssa toteutetut projektit on esitelty luvussa kuusi. Projekteista käsitellään projektin kuvaus, linkittyminen opetussuunnitelman perusteisiin, matemaattinen tausta ja projektin edut ja haasteet. Kehittämistutkimuksen tuloksiin ja analyysiin paneudutaan luvussa seitsemän. Viimeisessä luvussa esitetään tutkimuksen yhteenveto ja projektin kehittämismahdollisuudet.

## 2. PROJEKTIOPPIMINEN

Projektioppimisella ei ole yhtä ja tiettyä yksiselitteistä määritelmää. Blumenfeldin mukaan projektioppimisessa oppilailta vaaditaan organisoitua työskentelyä, yleensä jonkin tietotuotteen tekemistä ja toimivaa yhteistyötä muiden ryhmän jäsenten kanssa [8]. Eteläpellon ja Rasku-Puttosen mukaan projektioppimisella tarkoitetaan suhteellisen pitkäkestoista, mielekkäiden ongelmien ympärille rakentuvaa prosessia, joka integroi eri tieteen- tai tiedonalojen käsityksiä ja käsitteitä [16]. Projektioppimisessa korostuvat toiminnallisuus, ongelmanratkaisu, tulosvastuullisuus, yhteistoiminnallisuus ja suunnitelmallisuus. Tyypillistä projektioppimiselle on se, että projektissa saadut ideat ja tuotokset jaetaan muillekin kuin oman projektin tekijöille [16].

Projektioppimisen taustalla on useita eri oppimisenäkemyksiä. Teoreettinen perusta nivoutuu konstruktivistisiin oppimisteorioihin. Projektioppimisen käsitys oppimisesta linkittyy lähinnä konstruktivismiin, kognitiiviseen psykologiaan ja motivaatiopsykologiaan. Konstruktivistisen oppimisenäkemyksen mukaan oppiminen nähdään oppijan aktiivisena kognitiivisena ja sosiaalisena toimintana. Konstruktivistisen oppimisenäkemyksen mukaan oppiminen tapahtuu yhteisössä ja sosiaalisen vuorovaikutuksen tuloksena. [56] Kognitiivisessa oppimisenäkemyksessä oppilas on aktiivinen, tavoitteellinen ja itsenäinen oppija [57]. Humanistisessa oppimisenäkemyksessä painotetaan oppimisprosessin aikana reflektoinnin merkitystä ja oppijan persoonallista kasvua [30].

Projektioppimisessa käsitellään mahdollisimman todellisia ongelmia. Projekti alkaa esillä olevasta ongelmasta, jonka jälkeen tapahtuu suunnittelu ja tavoitteenasettelu. Ajallisesti pisin ja työläin vaihe on projektin toteutus. Lopuksi esitellään projektin tulokset ja arvioidaan projekti sekä siitä suoriutuminen. Pehkonen esittää projektioppimisen mallin koostuvan neljästä eri vaiheesta, jotka ovat alkuvaihe, orientaatiovaihe, työskentelyvaihe ja päätösvaihe. [44] Projektin alkuvaiheeseen kuuluvat tavoitteenasettelu ja ennakkosuunnittelu [44, s. 64]. Orientaatiovaiheessa on tarkoitus saada laaja käsitys projektin aihepiiristä [44, s. 65]. Pehkosen mukaan orientaatiovai-

heen yhdistää työskentelyvaiheeseen työnjako. Työskentelyvaiheessa työskennellään projektin hyväksi päämääränä jonkin tuotoksen valmistuminen. [44, s. 66–67] Päättövaiheessa projektit julkistetaan ja tuotokset esitellään sekä annetaan palautetta projektista [44, s. 67].

Projektioppimisessa opettajan rooli on toimia ohjaajana, jolla on tukea ja resurssivaroja oppilaille. Opettajan roolia projektioppimisessa kuvataan termeillä tukeminen ja valmentaminen. Tukemisella tarkoitetaan prosessia, jossa opettaja auttaa oppilasta, kun hänen omat kyvyt eivät enää yksinään riitä. Valmennuksella kuvataan puolestaan sitä, että opettaja antaa neuvoja opiskelijan suoritukseen tilanteen vaatiessa. [16] Ohjaustilanteen keskeisiä elementtejä ovat dialogi, reflektio, palaute ja arviointi [60].

Projektioppimisessa on etunsa ja haasteensa. Suurina etuina ovat vuorovaikutus- ja ryhmätyötaitojen kehittyminen. Myös oppilaiden persoonallisuuden ja ammatillisen identiteetin kasvua pidetään projektioppimisen etuina. Projektioppimisessa haasteiksi ovat nousseet epätasainen työnjako ryhmässä sekä koulujärjestelmä itsessään. Arviointia pidetään myös haastellisenä. Merkittävä rooli projektin onnistumisessa on kuitenkin opettajalla. Projektityön onnistumiseen vaikuttavat ratkaisevasti, millaisia ongelmia opettaja valitsee projektin lähtökohdiksi ja millä tavoin ryhmät on koostettu. [16, s. 192]

### 3. PERUSOPETUKSEN OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEET 2014

Opetussuunnitelman perusteilla tarkoitetaan määräystä, joka velvoittaa koulutuksen järjestäjän sisällyttämään tietyt opetuksen tavoitteet ja keskeiset sisällöt koulu- ja järjestäjäkohtaiseen opetussuunnitelmaan. Opetussuunnitelman perusteiden tehtävänä on tukea ja ohjata opetuksen järjestämistä ja koulutyötä. Lisäksi opetussuunnitelman perusteet edistää yhtenäisen perusopetuksen yhdenvertaista toteutumista. Perusopetuksen ohjausjärjestelmän tarkoituksena on luoda hyvät edellytykset oppilaiden kasvuille, kehitykselle ja oppimiselle sekä varmistaa koulutuksen tasa-arvo ja laatu. Oppilaalla on perusopetuslain turvaama oikeus saada kaikkina koulupäivinä opetussuunnitelman mukaista perusopetusta. [42]

Tällä hetkellä voimassa on vuoden 2004 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. Sen tilalle on pian siirtymässä perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, jonka opetushallitus on hyväksynyt 22. joulukuuta 2014 [43]. Tässä työssä käsittelem ainoastaan vuoden 2014 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteita, sillä varsinainen siirtyminen kyseiseen opetussuunnitelmaan yläkoulun osalta on hyvin lähellä.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014 sisällyttää paikallisen opetussuunnitelman merkityksen ja laadinnan, perusopetuksen yleissivistyksen perustan, perusopetuksen tehtävän ja yleiset tavoitteet, yhtenäisen perusopetuksen toimintakulttuurin, oppimista ja hyvinvointia edistävän koulutyön järjestämisen, oppimisen arvioinnin, oppimisen ja koulunkäynnin tuen, oppilashuollon, kieleen ja kulttuuriin liittyviä erityiskysymyksiä, kaksikielisen opetuksen, erityiseen maailmankatsomukseen tai kasvatustieteelliseen järjestelmään perustuvan perusopetuksen ja valinnaisuuden perusopetuksessa. Lisäksi opetussuunnitelman perusteet jäsentyvät vuosiluokkien 1–2, 3–6 ja 7–9 muodostamiin jaksoihin. Vuosiluokkien jaottelun yhteydessä on esitetty kyseisillä vuosiluokilla siirtymävaihe, vuosiluokkien tehtävä, laaja-alainen osaaminen, paikallisesti päätettävät asiat ja eri oppiaineet vuosiluokilla. [42, s. 5–8]

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014 korostaa oppimisen iloa ja oppilaiden omaa aktiivista roolia. Lisäksi uudessa opetussuunnitelmassa tärkeinä pidetään vuorovaikutustaitoja ja yhdessä tekemistä ja kasvamista kestäväan elämäntapaan. Tulevaisuuden haasteet otetaan huomioon laaja-alaisen osaamisen vahvistamisella. [42] Nimenomaan uudet opetussuunnitelman tavoitteet kannustavat käyttämään projektioppimisen tyylistä opetusta. Uuden opetussuunnitelman tavoitteet toimivat kimmokkeena siinä, että valitsin projektioppimisen diplomityöni aiheeksi.

Diplomityöni käsittelee projektioppimista vuosiluokilla 7–9, joten käsitteelen opetussuunnitelmaa lähinnä vain kyseisten vuosiluokkien osalta. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden 2014 käyttöön otto tapahtuu porrastetusti vuosina 2017, 2018 ja 2019 vuosiluokkien 7–9 osalta. Seitsemännenten vuosiluokan osalta opetussuunnitelma otetaan käyttöön 1.8.2017, kahdeksannen vuosiluokan osalta 1.8.2018 ja yhdeksännen vuosiluokan osalta 1.8.2019. [42, s. 3]

### 3.1 Opetussuunnitelma projektioppimisen näkökulmasta

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden 2014 oppimiskäsitys tukee monelta osin projektioppimista. Opetussuunnitelman perusteet on laadittu perustuen oppimiskäsitykseen, jonka mukaan oppilas on aktiivinen toimija, kuten projektioppimisessäkin [42, s. 17], [60]. Projektioppimiselle tyypillinen vuorovaikutuksellisuus esiintyy opetussuunnitelman perusteissa sosiaalisen pääoman muodossa: perusopetuksen tehtävänä on kartuttaa sosiaalista pääomaa, joka koostuu ihmisten välisistä yhteyksistä, vuorovaikutuksesta ja luottamuksesta [42, s. 18]. Opetussuunnitelman oppimiskäsitys [42, s. 17] tukee myös projektioppimiselle tyypillistä vuorovaikutuksellisuutta muiden oppilaiden ja yritysten kanssa:

”Oppiminen tapahtuu vuorovaikutuksessa toisten oppilaiden, opettajien ja muiden aikuisten sekä eri yhteisöjen ja oppimisympäristöjen kanssa.”

”Se on yksin ja yhdessä tekemistä, ajattelemista, suunnittelua, tutkimista ja näiden prosessien monipuolista arvioimista. Siksi oppimisprosessissa on olennaista oppilaiden tahto ja kehittyvä taito toimia ja oppia yhdessä.”

”Yhdessä oppiminen edistää oppilaiden luovan ja kriittisen ajattelun ja ongelmanratkaisun taitoja ja kykyä ymmärtää erilaisia näkökulmia.”

Opetuksen ja kasvatuksen valtakunnalliseksi tavoitteeksi on laadittu oppilaiden tarpeelliset tiedot ja taidot. Tavoitteena on luoda perusta oppilaan laajalle yleissivistyksen muodostumiselle ja maailmankuvan avartumiselle. Niiden saavuttamiseksi tarvitaan eri tiedonalojen tietoja ja taitoja. Lisäksi tarvitaan tiedonalojen läpileikkaavaa ja yhdistävää osaamista, joka on mahdollista toteuttaa projektioppimisen avulla. [42, s. 19]

Valtakunnallisissa tavoitteissa on oppilaan sivistyksen, tasa-arvoisuuden ja elinikäisen oppimisen edistäminen. Kyseisiä tavoitteita tukevat opetussuunnitelman mukaan vuorovaikutteisten oppimisympäristöjen hyödyntäminen, koulun ulkopuolella tapahtuva oppiminen opetustyön resurssina sekä oppiaineita yhdistävän laaja-alaisen osaamisen hyödyntäminen. [42, s. 19] Koulun ulkopuolella tapahtuva oppiminen on mahdollista toteuttaa esimerkiksi projektioppimisessa yritysvierailun muodossa. Lisäksi projektioppiminen kannustaa vuorovaikutteisten oppimisympäristöjen hyödyntämiseen.

Eri oppiaineita yhdistävä laaja-alaisuus on mahdollista toteuttaa projektioppimisen kautta. Projektioppimisessa korostuvat tieto- ja viestintäteknologian käyttäminen, monilukutaito ja työelämätaitoinkin edellytettävät meta- ja vuorovaikutustaidot sekä ongelmanratkaisukyky [16], [45]. Samat asiat esiintyvät myös opetussuunnitelmassa laaja-alaisen osaamisen yhteydessä. Laaja-alaista osaamista projektioppimisessä käsitellään luvussa 3.1.1. Laaja-alaisen osaamisen lisäksi opetuksen eheyttäminen ja monialaiset oppimiskokonaisuudet ovat tärkeä osa perusopetuksen yhtenäisyyttä tukevaa toimintakulttuuria [42, s. 19]. Opetuksen eheyttämistä on käsitellään luvussa 3.1.2.

### 3.1.1 Laaja-alainen osaaminen

Laaja-alaisella osaamisella tarkoitetaan tietojen, taitojen, arvojen, asenteiden ja tahdon muodostamaa kokonaisuutta. Kyky käyttää tietoja ja taitoja tilanteen edellyttämällä tavalla on osa osaamista. Oppilaiden omaksumat arvot, asenteet ja tahto toimia vaikuttavat oppilaiden tapaan käyttää tietojaan ja taitojaan. Ympäröivä maailma on muuttunut, minkä vuoksi tarve laaja-alaiselle osaamiselle kasvaa. Opetussuunnitelmassa kiteytetään osuvasti laaja-alaisen osaamisen tarve: ”Ihmisenä kasvaminen, opiskelu, työnteko sekä kansalaisena toimiminen nyt ja tulevaisuudessa edellyttävät tiedon- ja taidonalat ylittävää ja yhdistävää osaamista.” [42, s. 20] Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2014 [42, s. 20] laaja-alainen

osaaminen jaetaan seitsemään osaamiskokonaisuuteen:

1. Ajattelu ja oppimaan oppiminen
2. Kulttuurinen osaaminen, vuorovaikutus ja ilmaisu
3. Itsestä huolehtiminen ja arjen taidot
4. Monilukutaito
5. Tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen
6. Työelämätaidot ja yrittäjäyys
7. Osallistuminen, vaikuttaminen ja kestävän tulevaisuuden rakentaminen

Seuraavissa luvuissa esittelen eri osaamiskokonaisuudet projektioppimisen näkökulmasta.

### **Ajattelu ja oppimaan oppiminen**

Projektioppimisessa oppijat kokoavat tiedon, keskustelevat ideoista, keräävät ja analysoivat dataa, tulkitsevat tuloksia ja tekevät johtopäätöksiä projektiinsa liittyen [16]. Laaja-alaisen osaamisen ensimmäisessä osaamiskokonaisuudessa ajattelussa ja oppimaan oppimisessa yhdistyvät projektioppimisen kanssa samantyyppiset ideat. Opetussuunnitelman mukaan olennaista on se, miten oppilaat oppivat tekemään havain- toja ja hakemaan, arvioimaan, muokkaamaan, tuottamaan sekä jakamaan tietoa ja ideoita. Lisäksi opetussuunnitelman mukaan oppilaita ohjataan pohtimaan asioita eri näkökulmista, hakemaan uutta tietoa ja siltä pohjalta tarkastelemaan ajattelu- tapojaan. Oppilaita ohjataan myös huomaamaan, että tieto voi rakentua monella tavalla. [42, s. 20–21] Opetussuunnitelmassa laaja-alaisen osaamisen ajattelun ja oppimaan oppimisen [42, s. 20–21] yhteydessä korostetaan vuorovaikutteisuutta kuten projektioppimisessä:

”Tutkiva ja luova työskentelyote, yhdessä tekeminen sekä mahdollisuus syventymiseen ja keskittymiseen edistävät ajattelun ja oppimaan oppi- misen kehittymistä.”

”Oppilaita ohjataan käyttämään tietoa itsenäisesti ja vuorovaikutuksessa toisten kanssa ongelmanratkaisuun, argumentointiin, päättelyyn ja johdot päätösten tekemiseen sekä uuden keksimiseen.”

Projektioppimisessa oppilaille on tyyppillistä suunnitella työtään ja aikatauluaan, arvioida työtään ja hyödyntää esimerkiksi teknologisia apuvälineitä opiskelussaan [16], [44]. Saman tyyppinen opiskelumuoto korostui myös laaja-alaisen oppimisen ajattelun ja oppimaan oppimisen yhteydessä [42, s. 20–21] : ”Oppimaan oppimisen taidot karttuvat, kun oppilaita ohjataan ikäkaudelleen sopivalla tavalla asettamaan tavoitteita, suunnittelemaan työtään, arvioimaan edistymistään sekä hyödyntämään teknologisia ja muita apuvälineitä opiskelussaan.”

### **Kulttuurinen osaaminen, vuorovaikutus ja ilmaisu**

Laaja-alaisen osaamisen kulttuurinen osaaminen, vuorovaikutus ja ilmaisu kiinnittyy projektioppimiseen lähinnä vuorovaikutuksen ja ilmaisun osalta. Opetussuunnitelman mukaan oppilaiden edellytetään oppivan arvostavan vuorovaikutuksen taitoja sekä keinoja ilmaista itseään ja näkemyksiään. Lisäksi opetussuunnitelman mukaan koulutyöhön tulee sisällyttää paljon tilaisuuksia, joissa oppilaat pääsevät harjaannuttamaan mielipiteidensä esittämistä rakentavasti. [42, s. 21] Projektioppimisessä tärkeää on tulosten ja havaintojen jakaminen muiden kanssa ja yhtenä muotona siihen on esitysten pitäminen [16]. Myös laaja-alaisessa oppimisessä korostetaan esiintymisen taitoja, sillä opetussuunnitelmassa oppilaiden halutaan kehittävän sosiaalisia taitojaan, oppia ilmaisemaan itseään eri tavoin ja esiintymään eri tilanteissa [42, s. 21].

### **Itsestä huolehtiminen ja arjen taidot**

Laaja-alaisen osaamisen yhtenä osaamiskokonaisuutena on itsestä huolehtiminen ja arjen taidot. Nykymaailmassa elämässä ja arjessa selviämiseen edellytetään yhä moninaisempia taitoja. Itsestä huolehtiminen ja arjen taidot sisältävät muun muassa ihmissuhteiden hallitsemisen ja teknologisoituneessa arjessa toimimisen. Kyseisiä taitoja on mahdollista kehittää käyttämällä opetuksessa projektioppimista. [42, s. 22]



Projektioppimisessa tärkeää on vastuun kantaminen yhteisestä projektista ja toisaalta vastuun kantaminen oman osuuden huolellisesta loppuun saattamisesta. Lisäksi projektioppimisen mallissa yhtenä vaiheena on aikataulutusta ja sen suunnittelu [44]. Projektin aikataulua määriteltäessä on mietittävä muun muassa projektin kesto ja alustava työmäärä [29, s. 29]. Vastuunkantaminen, vuorovaikutustaidot sekä ajanhallinta ilmenevät selkeästi myös opetussuunnitelmassa laaja-alaisen osaamisen oppilaiden tavoitteissa [42, s. 22]:

”He saavat mahdollisuuden kantaa vastuuta omasta ja yhteisestä työstä sekä kehittää tunteita ja sosiaalisia taitojaan.”

”He oppivat myös ajanhallintaa, joka on tärkeä osa arjenhallintaa ja itsesääätelyä.”

Lisäksi laaja-alainen osaaminen korostaa sitä, että oppilaiden on selvittävä teknologisoituneessa arjessa [42, s. 22]:

”Oppilaat tarvitsevat perustietoa teknologiasta ja sen kehityksestä sekä vaikutuksista eri elämänalueille ja ympäristössä.”

”He tarvitsevat myös opastusta järkeviin teknologisiin valintoihin.”

”Opetuksessa tarkastellaan teknologian monimuotoisuutta ja ohjataan ymmärtämään sen toimintaperiaatteita ja kustannusten muodostumista.”

”Perusopetuksessa oppilaita ohjataan teknologian vastuulliseen käyttöön...’

Teknologia ja sen käyttö on projektioppimisessa hyvin helppo ottaa monella tavalla mukaan. Oppilaat voivat tehdä projekteja niin, että heidän on etsittävä tietoa internetistä tai tehtävä projektistaan esitys PowerPoint-muodossa. Lisäksi oppilaat voivat käyttää taulukkolaskentaohjelmaa asioiden ratkomiseen tai havainnollistamiseen kuvaajien avulla. Lisää teknologian käytöstä tulee tieto- ja viestintäteknologisen osaamisen yhteydessä 3.1.1.

## Monilukutaito

Monilukutaito tarkoittaa erilaisten tekstien tulkitsemista, tuottamista ja arvottamisen taitoja. Ne auttavat oppilaita ymmärtämään monimuotoisia kulttuurisia viestinnän muotoja ja rakentamaan oppilaiden omaa identiteettiään. Monilukutaito yhdistyy myös projektioppimiseen. Monilukutaidon myötä opitaan hankkimaan, yhdistämään, muokkamaan, tuottamaan, esittämään ja arvioimaan tietoja eri muodoissa, eri ympäristöissä ja tilanteissa sekä erilaisten välineiden avulla. Projektioppiminen on myös tiedon hankkimista, yhdistämistä, muokkaamista, tuottamista, esittämistä ja arvioimista. Tällöin projektioppiminen ottaminen osaksi opetusta edistäisi myös monilukutaidon kehittymistä. [42, s. 22–23]

Opetussuunnitelmassa laaja-alaisessa oppimisessä myös monilukutaidon yhteydessä otetaan esille teknologian hyödyntäminen oppimisympäristöissä sekä yhdessä tekeminen. Projektioppiminen edistää tehokkaasti myös niiden taitojen kehittymistä. [42, s. 22–23]

## Tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen

Tieto- ja viestintäteknologiseen (tvt) osaamiseen viitattiin jo laaja-alaisen osaamisen luvussa itsestä huolehtiminen ja arjen taidot 3.1.1 sekä luvussa monilukutaito 3.1.1. Tvt:n merkitys on kasvanut sekä työssä että yhteiskunnassa ja kyseiset taidot ovat osa yleisiä työelämätaitoja. Laaja-alaisen osaamisen työelämätaidoista tarkemmin luvussa 3.1.1. Opetussuunnitelmassa laaja-alaisen osaamisen yhteydessä oppilaiden tieto- ja viestintäteknologinen osaamisen kehittäminen on jaettu neljään pääalueeseen. Pääalueet ovat perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden 2014 [42, s. 23] mukaan:

1. Tvt:n käyttö- ja toimintaperiaatteiden sekä keskeisten käsitteiden ymmärtäminen. Lisäksi oppilaat ohjataan kehittämään käytännön tvt-taitojaan omien tuotosten laadinnassa.
2. Tvt:n käyttö vastuullisesti, turvallisesti ja ergonomisesti.
3. Tvt tiedonhallinnassa, tutkivassa ja luovassa työssä.
4. Tvt:n käyttökokemusta ja tvt:n käyttämistä vuorovaikutuksessa ja verkostoitumisessa.

Projektioppiminen sisällyttää myös tieto- ja viestintäteknologian pääalueet. Projektioppimisessa laaditaan oma tuotos esimerkiksi raportin tai esitelmän muodossa, jotka on molemmat mahdollista laatia tieto- ja viestintäteknologiaa hyväksi käyttäen. Lisäksi projektioppiminen on tutkivaa ja luovaa työtä, sillä projektiin etsitään tietoa ja sitä sovelletaan tarpeen mukaan. Lisäksi tv:t:tä on projektioppimisessa mahdollista käyttää vuorovaikutuksessa ja verkostoitumisessa yritysten kanssa.

### **Työelämätaidot ja yrittäjyys**

Työelämä, ammatit ja työn luonne muuttuvat esimerkiksi teknologisen kehityksen seurauksena. Laaja-alaisen osaamisen työelämätaitojen ja yrittäjyyden tarkoituksena on edistää oppilaiden kiinnostusta ja myönteistä asennetta työtä ja työelämää kohtaan muutokset huomioiden.

Projektioppiminen kannustaa oppilaita oppimaan työelämässä tarvittavia taitoja: vastavuoroisuutta ja ponnistelua yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi, ajan arviointia, aloitteellisuutta sekä itsenäistä ja yhdessä toisten kanssa työskentelemistä [16]. Samoin tekee myös opetussuunnitelman perusteet 2014 laaja-alaisen osaamisen Työelämätaidot ja yrittäjyys -luvussa, josta seuraavat otteet [42, s. 23–24] ovat peräisin:

”Koulussa harjaannutaan työskentelemään itsenäisesti ja yhdessä toisten kanssa sekä toimimaan järjestelmällisesti ja pitkäjänteisesti.”

”Yhteisessä työssä jokainen oppilas voi hahmottaa oman tehtävänsä osana kokonaisuutta. Siinä opitaan myös vastavuoroisuutta ja ponnistelua yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi.”

”He harjoittelevat työhön tarvittavan ajan arviointia...”

”Oppilaita kannustetaan sisukkuuteen työn loppuunsaattamisessa sekä työn ja sen tulosten arvostamiseen.”

”Oppilaita rohkaistaan suhtautumaan uusiin mahdollisuuksiin avoimesti ja toimimaan muutostilanteissa joustavasti ja luovasti. Heitä ohjataan tarttumaan asioihin aloitteellisesti ja etsimään erilaisia vaihtoehtoja.”

Projektioppimista on mahdollista toteuttaa yhteistyössä yritysten kanssa. Tämä diplomityö esittelee nimenomaan yritys yhteistyöprojektin. Oppilailla on mahdollista

oivaltaa työn ja yritteliäisyyden merkitys, yrittäjyyden mahdollisuudet sekä oppia yrittäjämäistä toimintatapaa tehdessä yritys yhteistyöprojektia. Myös laaja-alaisen osaamisen työelämätaidot ja yrittäjyys kannustavat samanlaisten tavoitteiden saavuttamiseen. Tärkeää on saada oppilaat ymmärtämään oma vastuu yhteisön ja yhteiskunnan jäsenenä myös työntekijänä. Oppilaat ymmärtävät heidän koulutuksensa merkityksen ja vastuun työelämässä paremmin, kun jo perusopetuksessa otetaan yritykset mukaan yhteistyöhön oppilaiden kanssa. [16], [42, s. 23–24]

### **Osallistuminen, vaikuttaminen ja kestävä tulevaisuuden rakentaminen**

Osallistumisen ja vaikuttamisen taitoja ja vastuullista suhtautumista tulevaisuuteen opitaan vain harjoittelemalla. Laaja-alaisen osaamisen myötä perusopetus luo oppilaille demokraattisia oikeuksia ja vapauksia vastuullisesti käytettäviksi, jotta oppilaista kasvaisi aktiivisia kansalaisia. Koulussa kunnioitetaan oppilaiden oikeutta osallistua päätöksentekoon. Oppilaiden annetaan esimerkiksi osallistua oman opiskelunsa, yhteisen koulutyön ja oppimisympäristön suunnitteluun, toteuttamiseen ja arviointiin. [42, s. 24]

Perusopetuksen myötä oppilaat oppivat vaikuttamista, päätöksentekoa ja vastuullisuutta. Oppilaat oppivat hahmottamaan sääntöjen, sopimusten ja luottamuksen merkityksen. Myös omien näkemysten rakentava ilmaisu esiintyy osallistumisen, vaikuttamisen ja kestävä tulevaisuuden yhteydessä. Projektioppimisen kautta on mahdollista harjaannuttaa rakentavaa itsensä ilmaisua vuorovaikutustilanteissa. Lisäksi projektioppimisessa ja laaja-alaisen osaamisen osallistumisen, vaikuttamisen ja kestävä tulevaisuuden rakentamisessa on yhdistäviä tekijöitä: neuvottelemine, sovitteleminen ja ristiriitojen ratkaiseminen sekä asioiden kriittinen tarkastelu. [42, s. 24]

#### **3.1.2 Opetuksen eheyttäminen**

Opetuksen eheyttäminen on tärkeä osa perusopetusta, sillä se luo yhtenäisyyttä opetukselle. Eheyttämisen tavoitteena on ymmärtää opiskeltavien asioiden välisiä suhteita ja keskinäisiä riippuvuuksia. Eheyttäminen tukee myös laaja-alaisen osaamisen kehittymistä. Eheyttämisen myötä oppilaat osaavat yhdistää eri tiedonalojen tietoja ja taitoja sekä jäsentää niitä mielekkäiksi kokonaisuuksiksi. Lisäksi eheyttämisen myötä oppilaat pystyvät hahmottamaan koulussa opiskeltavien asioiden mer-

kitystä oman elämän, yhteiskunnan ja ihmiskunnan kannalta. Oppilaiden opintoihin sisältyy vähintään yksi monialainen oppimiskokonaisuus lukuvuodessa. [42, s. 31–32]

Eheyttämässä ylitetään oppiainerajat ja tarkastellaan todellisen maailman ilmiötä ja teemoja kokonaisuuksina. Projektioppimisen kautta siihen on mahdollisuus. Eheyttämistä voidaan toteuttaa muun muassa suunnittelemalla monialaisia, pitempikestoisia oppimiskokonaisuuksia, joiden toteuttamiseen osallistuu useampia oppiaineita. Oppimiskokonaisuudet tulee suunnitella tarpeeksi pitkäkestoisiksi, jotta oppilailla on aikaa syventyä oppimiskokonaisuuden sisältöön ja työskennellä tavoitteellisesti, monipuolisesti ja pitkäkestoisesti. Projektin lähtökohtana on todellinen ilmiö tai ongelma, jota lähdetään tarkastelemaan ja sen selvittämiseksi harvoin yhden oppiaineen tiedot riittävät [16]. Projektioppiminen on eheyttämistä parhaimmillaan. [42, s. 31–32]

Eheyttämistä edistävien monialaisten oppimiskokonaisuuksien suunnittelussa ja toteutuksessa on hyvä tilaisuus koulun ja muun yhteiskunnan väliselle yhteistyölle. Työn suunnittelun ja tekemisen motivaatiota lisäävät sekä opettajille että oppilaille käsiteltävien asioiden paikallisuus, ajankohtaisuus ja yhteiskunnallinen merkittävyys. Projektioppimisella on mahdollista ottaa mukaan projektin kanssa yhteistyössä toimiva yrittäjä. [42, s. 31–32]

## 3.2 Vuosiluokkien 7–9 matematiikka

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014 jaottelee matematiikan oppiaineen tehtävään, opetuksen tavoitteisiin ja päättöarvioinnin kriteereihin hyvälle osaamiselle oppimäärän päättyessä. Matematiikan opetuksen tavoitteet vuosiluokilla 7–9 jaetaan matematiikan tavoitteisiin liittyviin keskeisiin sisältöalueisiin, matematiikan oppimisympäristöihin ja työtapoihin, ohjaukseen, eriyttämiseen ja tukeen matematiikassa sekä oppilaan oppimisen arviointiin matematiikassa. [42, s. 374–379]

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2014 [42, s. 374] matematiikan tehtävä muotoillaan seuraavasti: ”Matematiikan opetuksen tehtävänä on kehittää oppilaiden loogista, täsmällistä ja luovaa matemaattista ajattelua.” Opetussuunnitelmassa nousevat esille matematiikan tehtävän kohdalla myös ongelmanratkaisukyky, konkretia, toiminnallisuus, vuorovaikutus- ja yhteistyötaidot sekä tieto- ja viestintäteknologian käyttö. Lisäksi opetussuunnitelma ohjaa oppilaita ymmärtämään matematiikan hyödyllisyyden omassa elämässään ja laajemmin yhteiskunnassa. [42,

s. 374]

Vuosiluokkien 7–9 matematiikan opetuksen tehtävä koostuu useammasta eri osa-alueesta [42, s. 374]:

- Matemaattisen yleissivistyksen vahvistaminen
- Ongelmien matemaattinen mallintaminen ja ratkaiseminen
- Toiminta on tavoitteellista, täsmällistä, kehittynyttä ja pitkäjänteistä
- Ratkaisujen esittäminen ja keskusteleminen
- Yhteistyötaitojen kehittäminen
- Matematiikan löytäminen ja hyödyntäminen omassa elämässä

Matematiikan opetuksen tavoitteet vuosiluokilla 7–9 on esitetty perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2014 [42, s. 374–375]. Matematiikan opetuksen tavoitteet on jaettu merkityksiin, arvoihin ja asenteisiin, työskentelyn taitoihin ja käsitteellisiin ja tiedonalakohtaisiin tavoitteisiin. Matematiikan tavoitteisiin liittyvät keskeiset sisältöalueet vuosiluokilla 7–9 ovat ajattelun taidot ja menetelmät, luvut ja laskutoimitukset, algebra, funktiot, geometria ja tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys. [42, s. 374–375]

Vuosiluokkien 7–9 kohdalla esitellään matematiikan oppimisympäristöihin ja työtapoihin liittyvät tavoitteet. Opetuksessa käytetään vaihtelevia työtapoja. Opetuksessa, oppimisessa, tuottamisessa ja arvioinnissa hyödynnetään tieto- ja viestintäteknologiaa, joita ovat esimerkiksi taulukkolaskentaohjelman käyttö ja dynaaminen geometriaohjelmisto. Matematiikan opetuksessa korostuu vuorovaikutuksellisuus, sillä ongelmia tulisi ratkaista ja tulkita yksin tekemisen lisäksi myös yhdessä. Opetuksen lähtökohdat valitaan oppilaita kiinnostavista aiheista ja niistä esille tulevista ongelmista. Opetusmuotona projektioppiminen tukee edellä mainittuja oppimisympäristöjä. [42, s. 376]

Ohjaus, eriyttäminen ja tuki tarkoittaa opetussuunnitelman perusteiden mukaan sitä, että jokaisella oppilaalla tulee olla mahdollisuus saada opetusta niistä aiempien vuosiluokkien keskeisimmistä sisällöistä, joita oppilas ei hallitse riittävästi. Myös ennakkoivaa tukea on tarvittaessa annettava. [42, s. 376] Eriyttämisessä on mahdollista

käyttää projektioppimista opetussuunnitelman mukaan [42, s. 376]: ”Taitavia oppilaita tuetaan tarjoamalla heille vaihtoehtoisia työskentelymuotoja, kuten esimerkiksi erilaisia projekteja ja ongelmalähtöisiä tutkimustehtäviä oppilaita kiinnostavista matemaattisista aiheista.”

Matematiikan arvioinnin tavoitteena on tukea matemaattisen ajattelun ja itseluottamuksen kehittymistä ja opiskelumotivaation vahvistumista. Opetussuunnitelman mukaan oppilailla itsellään on myös aktiivinen rooli arvioinnissa, kuten myös projektioppimisen mallissa. Yhdessä työskennellessä arvioidaan sekä ryhmän jäsenten että koko ryhmän toimintaa ja lopullista tuotosta. [42, s. 377]

## 4. KEHITTÄMISTUTKIMUS TUTKIMUSMENETELMÄNÄ

Opetuksen tutkimuksessa kehittämistutkimus on suhteellisen uusi tutkimusmenetelmä [46, s. 10]. Vuonna 1992 julkaistiin alan ensimmäiset tutkimusartikkelit, jotka ovat Brownin [9] ja Collinsin [11] aikaansaannosta. Vasta 2000-luvulle siirryttäessä alkoi tietoisuus kehittämistutkimuksesta levitä ja menetelmäosaaminen kasvaa [46, s. 10]. Tämä heijastui myös menetelmää hyödyntävien tutkimusjulkaisujen lukumäärien merkittävään kasvuun ja vuonna 2010 kehittämistutkimusartikkeleita julkaistiin jo noin 375 kappaletta [5].

Menetelmän taustalla on halu kehittää opettajille opetustyöhön käytännönläheistä ja helposti hyödynnettävää tietoa. Aiemmin tutkijat eivät pystyneet parhaalla mahdollisella tavalla tuottamaan opettajille heidän työtänsä tukevaa käytännönläheistä tietoa opetukseen. [46, s. 11] Käytännönläheisyys oli jo Brownin periaatteena kehittämistutkimuksessa. Brownin tavoitteena oli kehitellä innovatiivinen oppimisympäristö ja tutkia sen toteutumista käytännössä. Tärkeää Brownin mukaan oli myös innovaation helppo siirrettävyys käytännön opetukseen. [9] Toisaalta käytännönläheisessä tutkimuksessa tieteellinen luotettavuus on kritiikin kohteena. [46, s. 11]

Kehittämistutkimuksen rinnalla käytetään termiä design-tutkimus. Kasvatustieteen alalla kehittämistutkimuksesta käytetään myös nimitystä kasvatustieteellinen design- eli suunnittelututkimus [25]. Englannin kielessä yleisesti käytettyjä termejä kehittämistutkimukselle ovat design research [7] [24], design-based research [64], design experiments [9] [11] ja developmental research [2]. Uusimpana nimityksenä kasvatustieteelliselle kehittämistutkimukselle on educational design research [31].



## 4.1 Kehittämistutkimuksen määritelmä

Kehittämistutkimukselle ei voida esittää yhtä ainoaa yksiselitteistä määritelmää. Edelsonin [12] mukaan kehittämistutkimuksessa yhdistyvät teoreettiset ja kokeelliset vaiheet syklisessä prosessissa, jossa jokaisessa syklissä tapahtuu sekä kehittämistä että tutkimista. Kehittämistutkimuksen syklinen eteneminen on esitetty luvussa 4.3.

Wangin ja Hannafin näkemyksessä kehittämistutkimuksesta esiintyy myös syklisyys, sillä opetuskäytäntöjen analyysi, suunnittelu, toteuttaminen ja kehittäminen tapahtuu heidän mukaansa sykleinä. Lisäksi Wangin ja Hannafin mukaan kehittämistutkimus on joustava metodologia opetuksen teorian ja käytännön kehittämiseen. Kehittämistutkimuksen tavoitteena on kehittää opetusta todellisissa tilanteissa systemaattisesti ja itearatiivisesti. Lisäksi tutkimukselle on tyypillistä, että erilaisia asiantuntijasidosryhmiä hyödynnetään sekä tutkimuksen arvioinnissa että kehittämisessä. [64]

Wang ja Hannaf [64] sekä Anderson ja Shattuck [5] ovat tehneet yhteenvedon kehittämistutkimuksen ominaispiirteistä sekä niiden kuvauksista. Edellä mainittuja artikkeleita pohjana käyttäen Kiviniemi [25] ja Rukajärvi–Saarela [50] esittävät tutkimuksissaan kehittämistutkimuksen ominaispiirteiksi seuraavat kuusi ominaisuutta:

1. Lähtökohtana pragmaattisuus
2. Teoria- ja käytäntöperustaisuus
3. Iteratiivisuus ja syklisyys
4. Yhteistyö tutkijoiden ja käytännön toimijoiden kesken
5. Monimenetelmäinen tutkimus
6. Kontekstuaalisuus

Wangin ja Hannafin [64] sekä Andersonin ja Shattuckin [5] kehittämistutkimuksen mukaiset ominaispiirteet ja niiden kuvaukset on esitetty taulukossa 4.1.

**Taulukko 4.1** Kehittämistutkimuksen piirteet kuvauksineen Wangin ja Hannafin [64] sekä Andersoniin ja Shattuckiin [5] perustuen ja Kiviniemeä [25] sekä Rukajärvi-Saarelaa [50] mukaillen.

Ominaispiirre	Ominaispiirteen kuvaus
Pragmaattisuus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Käytännöllisten suunnitteluperiaatteiden ja -mallien kehittäminen</li> <li>• Kehittämistutkimus johtaa kehittämistyöhön perustuvaan teoretisointiin</li> <li>• Suunnitteluperiaatteet ja toimintamallit ovat sidoksissa kehittämiskontekstiinsa, mutta tavoitteena on niiden hyödyntäminen muissakin konteksteissa</li> </ul>
Teoria- ja käytäntöperustaisuus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutkimuksen toteutus aidoissa olosuhteissa</li> <li>• Tavoite: kehittää ratkaisuja kasvatuksen ja koulutuksen käytännössä esiintyviin ongelmiin ja haasteisiin</li> <li>• Kehittämistyö perustuu relevanttiin tutkimukseen, teoriaan ja käytännön olosuhteiden tuntemukseen</li> <li>• Tutkimus kehittää sekä teoriaa että käytäntöä</li> <li>• Tuotetun teorian arvo määräytyy sen käytännön hyödynnettävyyden mukaan</li> </ul>
Iteratiivisuus ja syklisyys	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opetuskäytäntöjen analyysi, suunnittelu, toteuttaminen ja kehittäminen tapahtuu sykleinä</li> <li>• Alustavaan suunnitelmaan voidaan tehdä tutkimuksen edetessä tarkoituksenmukaisia muutoksia tarvittaessa</li> </ul>

Yhteistyö	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutkimuksen suunnittelijat ja tutkijat työskentelevät yhdessä käytännön toimijoiden kanssa</li> <li>• Yhteistyö kattaa kehittämistutkimuksen eri vaiheet: alustavan ongelman tunnistus, teoreettiseen kirjallisuuteen perehtyminen, suunnittelumallien rakentaminen, toteutuksen ja arvioinnin sekä yleistettävissä olevien teoreettisten periaatteiden luominen</li> </ul>
Monimenetelmäinen tutkimus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eri tutkimusmenetelmiä hyödynnetään joustavasti tutkimuksen uskottavuuden parantamiseksi</li> <li>• Tutkimusmenetelmät vaihtelevat prosessin eri vaiheissa esiin tulleiden tarpeiden ja teemojen mukaan</li> <li>• Tieteellisiä periaatteita sovelletaan kuhunkin kehitysvaiheeseen sopivalla tavalla</li> </ul>
Kontekstuaalisuus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutkimusprosessiin, tutkimustuloksiin ja kehittämissuunnitelmaan liittyvät muutokset dokumentoidaan</li> <li>• Tutkimustulokset linkitetään kehittämisprosessin ja olosuhteiden yhteyteen</li> </ul>

Wangin ja Hannafin [64] sekä Andersonin ja Shattuckin [5] esittämä kehittämistutkimuksen pragmaattinen ominaisuus esiintyy myös Barabin ja Squiren sekä Juutin ja Lavosen kehittämistutkimuksen lähestymistavassa. Barabin ja Squiren [6] mukaan

kehittämistutkimuksen laatua pyritään pitämään tasokkaana pragmaattisilla ratkaisuilla, jotka toteutetaan käytännönläheisissä kehittämissitilanteissa. Kehittämistutkimus eroaa pelkästään kokemuksiin pohjautuvasta kehittämisestä sillä, että se pohjautuu teoriaan ja tuottaa myös uutta teoriaa.

Juuti ja Lavosen [23] mukaan kehittämistutkimuksen lähestymistapana toimii pragmaattisuus, joka yhdistää toiminnan ja teorian. Heidän mukaansa opettajan toiminta opetustilanteessa, oppiminen ja opettaminen ovat sellaisia asioita, joita ei voida erottaa toisistaan. Juuti ja Lavonen esittävät kehittämistutkimukselle kolme ominaispiirrettä:

1. Muutoksen tarve on lähtökohtana iteratiiviselle kehittämiselle
2. Kehittäminen johtaa tuotokseen, joka on käyttökelpoinen
3. Kehittämisen tuloksena on opetusta edistävää tietoa

Taulukossa 4.1 esiintyvä kehittämistutkimuksen teoria- ja käytäntöperustaisuus korostuu myös DiSessan ja Cobbin lähestymistavassa. DiSessan ja Cobbin [15] mukaan keskeisintä kehittämistutkimuksessa on se, että tutkimus pohjautuu teoriaan. Lisäksi oleellista on kehittämistutkimuksen myötä teorian tuottaminen. DiSessa ja Cobb esittelevät neljä teorialuokkaa, jotka tarjoavat uusia mahdollisuuksia kehittämistutkimukselle. Kategorialuokat ovat pääteoriat, ajattelua ohjaavat teoriat, toimintaa ohjaavat teoriat sekä oppiainekohtaiset teoriat. [15]

Kehittämistutkimuksen ja toimintatutkimuksen välinen suhde on osoittautunut kriittikin kohteeksi, sillä alunperin tutkijat kokivat ne lähes samaksi menetelmäksi. Kehittämistutkimuksessa ja toimintatutkimuksessa on samankaltaisia piirteitä: ne ovat epistemologisesti, ontologisesti ja metodologisesti hyvin lähellä toisiaan. Lisäksi myös pragmaattisuus yhdistää kehittämis- ja toimintatutkimusta toisiinsa. Erottavana tekijänä pidetään tutkijan suhdetta tutkimukseen. Kehittämistutkimuksessa huomio kiinnittyy enemmän tutkijaan itseensä: tutkija pyrkii usein kehittämään omaa työtään, työvälineitään tai oppimisympäristöään. Tällöin tutkija on itse osana muuttuvaa kokonaisuutta. Puolestaan toimintatutkimuksessa tutkijan haluaman muutostyön toteuttavat jonkin yhteistön toimijat ja muutostyö pysyy käynnissä siitäkin huolimatta, onko tutkija läsnä vai ei. Lisäksi erottavana tekijänä on myös se, että kehittämistutkimuksessa on aktiivisesti mukana useampi tutkija, kun taas toimintatutkimuksessa tutkija toimii usein yksin kentällä.[5]

## 4.2 Kehittämistutkimuksen malli

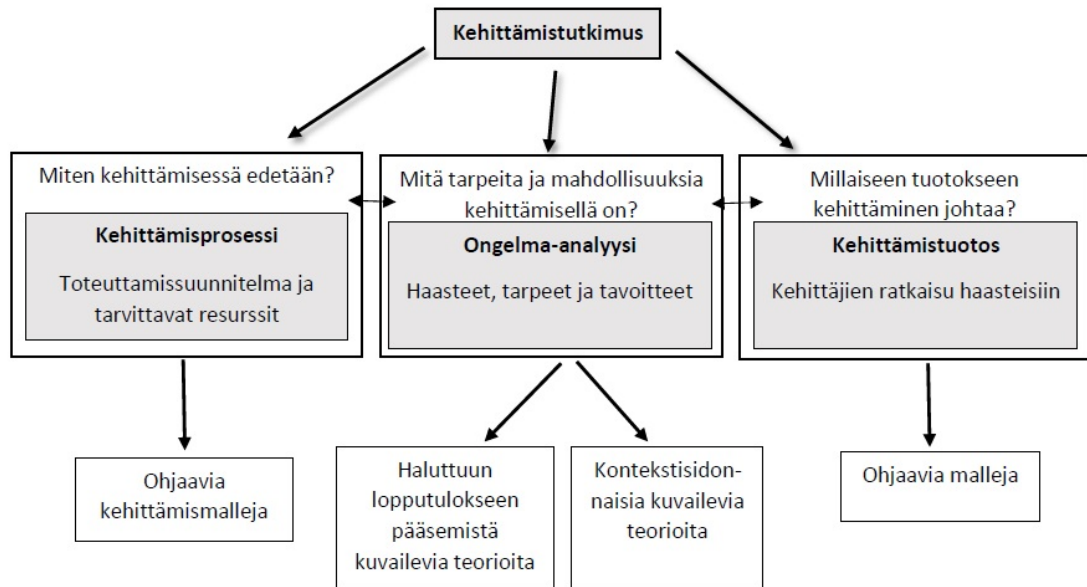
Kehittämistutkimuksen avulla voidaan tuottaa monenlaista tietoa. Opetuksen ja oppimisen lisäksi sen avulla voidaan kehittää esimerkiksi palveluita, tuotteita ja markkinointia. Tyypillisesti kehittämistutkimusta sovelletaan tilanteissa, joissa oppimisympäristön käytännöissä on tapahtunut jokin muutos. Edelsonin [12] mukaan kehittämistutkimuksessa on mahdollista saada vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Miten kehittämisessä edetään?
- Millaisia tarpeita ja mahdollisuuksia kehittämisellä on?
- Millaiseen tuotokseen kehittäminen johtaa?

Edellä esitettyihin kysymyksiin pohjautuu myös diplomityöni kehittämistutkimuksen perusta. Kysymysten pohjalta kehittämistutkimuksessa tehtävät kehittämisspätökset voidaan jakaa Edelsonin mukaan [12] kolmeen osa-alueeseen:

- Kehittämisprosessikategoria
- Ongelma-analyysikategoria
- Kehittämistuotuskategoria

Kolmea eri osa-aluetta ja niiden linkittymistä toiseen esitetään kuvassa 4.1. Kehittämistutkimuksen kehittämisprosessikategoria esittää, miten kehittämisessä edetään. Kehittämisprosessin kehittämisspätöksen kohteena ovat toteuttamissuunnitelma ja tarvittavat resurssit. Kyseisessä vaiheessa tarkastellaan kehittämistutkimuksen toteutukseen liittyviä asioita, kuten esimerkiksi tutkimuksen vaiheet ja yhteistyö tutkijoiden ja käytännön toimijoiden välillä tutkimuksen eri vaiheissa. Kehittämisprosessi tuottaa ohjaavia kehittämismalleja. [12]



**Kuva 4.1** Kehittämistutkimuksen osa-alueet Edelsonin [12] mukaan. Kuvassa on muokattu Edelsonia [12] ja Pernaata [12, s. 16]

Ongelma-analyysin tutkimuksen kohteena ovat puolestaan ongelman haasteet, tarpeet ja tavoitteet. Ongelma-analyysi esittää ratkaisun, mitä tarpeita ja mahdollisuuksia kehittämisellä on. Ongelma-analyysikategoria tuottaa tietoa ja teorioita oppimisesta ja opetuksesta tietyssä kontekstissa eli tuloksena on kontekstisidonnaisia kuvailevia teorioita. Lisäksi tuloksena voi olla myös haluttuun lopputulokseen pääsemistä kuvailevia teorioita. Ongelma-analyysi voi olla teoreettinen tai empiirinen. [12]

Ongelma-analyysissä esiin nousseisiin haasteisiin ja kehittämisprosessin mahdollisuuksiin saadaan ratkaisu kehittämistuotokategorian kautta. Kehittämistuotokategoria tarkastelee, millaiseen tuotokseen kehittäminen johtaa. Kehittämistuotos syntyy iteratiivisesti, kun alustavaan suunnitelmaan tehdään muutoksia tutkimuksen edetessä ja tutkijoiden tietojen lisääntyessä. Kehittämistuotoksena syntyy toimintaa ja ajattelua ohjaavia kontekstisidonnaisia malleja kuten esimerkiksi tietylle kurssille suunnattu opetusmateriaali tai suunniteltu kurssi. Toisaalta kehittämistuotos voi olla suppeampikin tuotos, kuten esimerkiksi tietyn ilmiön opettamiseen soveltuva konkreettinen opetusmateriaali. [12]

McKenney ja Reeves [31] esittävät yleismallin joustavalle ja iteratiiviselle kehittämistutkimukselle. Kyseinen malli sisältää kolme ydinvaihetta:

1. Analyysi ja sen suorittaminen
2. Suunnittelu- ja kehittämisvaihe
3. Arviointi- ja reflektointivaihe

Jokaisessa ydinvaiheessa tapahtuu yksi mikrosykli. Lisäksi kukin ydinvaihe sisältää oman toimintasyklin loogisine päättelyketjuineen. Kehittämistutkimuksessa analyysi ja sen suorittaminen on empiirinen vaihe. Myös kehittämistutkimuksen mallin viimeinen ydinvaihe arviointi- ja reflektointivaihe rakentuu empiirisesti. Molemmat empiiriset vaiheet sisältävät myös aineiston keruuta. Suunnittelu- ja kehittämisvaihe on sykli, joka vaatii harkintaa ja luovuutta. Kyseinen vaihe hyödyntää muiden vaiheiden lisäksi kirjallisuutta ja käytännön vuorovaikutuksen tuloksia. [31]

McKenneyn ja Reevesin yleismallissa korostuvat myös pragmaattisuus teorian ja käytännön yhdistämisenä. Lisäksi vuorovaikutus on vahvasti läsnä käytännön kanssa. Kehittämistutkimuksella halutaan saada aikaan teoreettista ymmärrystä ja löytää merkityksiä käytännön kehitystyöhön. McKenney ja Reeves ottavat huomioon hyötynäkökulman, sillä kehittämistutkimuksen toteutus ja levittäminen ovat myös merkityksellisiä. [31]

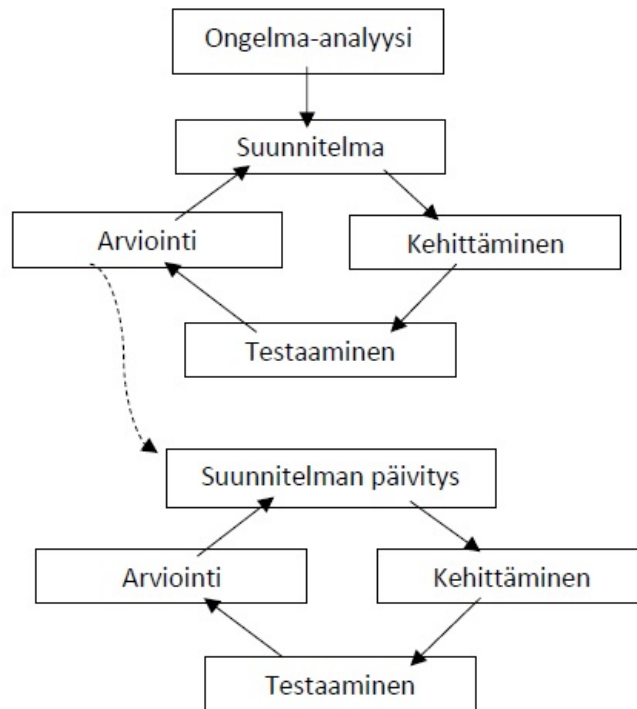
### 4.3 Kehittämistutkimuksen toteutus

Kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät pyrkivät mittaamaan tiettyjä muuttujia, kun taas kehittämistutkimuksessa tutkimustilanne on avoin. Tällöin myös mitattavia muuttujia on enemmän kuin perinteisellä tutkimusmenetelmällä. Kehittämistutkimuksessa kohteena voivat olla esimerkiksi oppimis- ja opetuskonteksti, opetuksen etenemistapa tai tapahtumapaikka. Lisäksi perinteiset tutkimusmenetelmät tarkastelevat tutkimukseen osallistujia puhtaasti koehenkilöinä. Kehittämistutkimuksessa kehittämisprosessissa hyödynnetään myös tutkimukseen osallistujia. Lisäksi kehitettävää ilmiötä tarkastellaan todellisissa olosuhteissa. [46, s. 17]

Kehittämistutkimuksessa tarve jonkin asian kehittämiseen saa alkunsa aidosta ongelmasta [23]. Kehittämistutkimuksen tuotoksena voi olla syntynyt teoria, artefakti, malli tai prototyypin kehitys[4]. Kehittämistutkimus aloitetaan aina ongelmanalyysillä. Tällöin saadaan selville kehittämisen tarpeet, mahdollisuudet ja haasteet. Ongelma-analyysi voi olla empiirinen, teoreettinen tai sisältää molempia analyysimuotoja. Ongelma-analyysin jälkeen laaditaan tutkimusta ohjaava kehittämissuunnitelma. Sitä päivitetään tutkimuksen edetessä, sillä kehittämistutkimus on luonteeltaan joustava ja iteratiivinen tutkimusmenetelmä. [12]

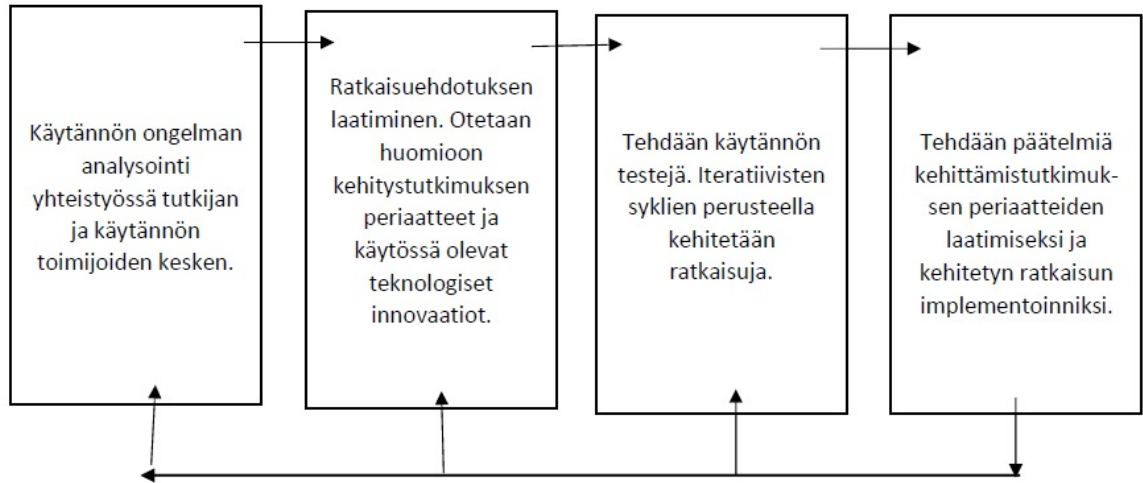
Kehittämistutkimuksen käytännön toteutus muodostuu kehittämissykleistä. Yksi kehittämissykli koostuu kehittämis-, arviointi- ja raportointivaiheesta. Yksi kehittämissykli on esitetty kuvassa 4.2. Yhden kehittämissyklin pohjalta tuotoksia kehitetään ja arvioidaan. Uuden arvion pohjalta tuotoksia edelleen jatkokehitellään ja uudelleen arvioidaan. Edellisessä syklistä esiintyvät haasteet nostetaan seuraavassa syklistä uusiksi tavoitteiksi. Syklejä toistetaan yhä uudelleen ja uudelleen niin pitkään kuin ollaan tyytyväisiä saavutettuihin tavoitteisiin. Kehittämistutkimuksen syklisyyden taustalla on idea siitä, että ongelmaa voidaan kehittää edelleen vastaamaan paremmin kehittämistutkimukselle asetettuja tavoitteita. Käytännön toteutuksen jälkeen raportoidaan kehittämistutkimus kehittämiskuvauksen muodossa. [12]





**Kuva 4.2** Kehittämistutkimuksen yksi sykli kuvattuna Edelsonia [12] ja Pernaata mukaillen [46, s. 19]

Iteratiivista lähestymistapaa ja syklistä rakennetta korostavat myös Amiel ja Reeves kehittämistutkimuksen vaiheissa [4]. Olennaista heidän mukaansa on lisäksi teorian ja käytännön vuoropuhelu. Amielin ja Reevesin [4] kehittämistutkimuksen vaiheita on esitetty kuvassa 4.3.



**Kuva 4.3** Kehittämistutkimuksen vaiheet Amielia ja Reevesiä [4] sekä Pernaata mukailleen [46, s. 123]

Kuvassa 4.3 havainnollistetaan kehittämistutkimuksen iteratiivista luonnetta nuolien avulla: loppupäätelmien jälkeen palataan kehittämään jälleen joko alusta asti käytännön ongelmaa, ratkaisuehdotuksia tai käytännön testejä. Nuolet kuvaavat myös kehittämistutkimuksen joustavuutta. Lisäksi Amiel ja Reeves korostavat kuvan 4.3 kautta sitä, että kehittämistutkimuksen tarkoitus ei ole olla kertaluonteista, vaan tulosten ja päätelmien saatua alkaa uusi kehittämisprosessi.

#### 4.4 Aiempia kehittämistutkimuksia opetuksessa

Kehittämistutkimus on kasvatustieteilijöiden keskuudessa vielä varsin uudehko menetelmä. Kuitenkin sen käyttö on lisääntynyt viime aikoina ja suomalaiseen luonnontieteiden, teknologian ja matematiikan opetukseen on syntynyt lukuisia kehittämistutkimuksia [3] [20] [23].

Suomalaisessa kouluympäristössä tehdyistä luonnontieteiden kehittämistutkimuksista yleisimpiä ovat kemiaan liittyvät tutkimukset. Kehittämistutkimuksia on tehty esimerkiksi oppilaiden ympäristötietoisuuden ja -asenteiden lisäämiseksi [22], kemian tieto- ja viestintätekniikkakoulutuksen kehittämiseen [47], opettajan ammatillisen kehittymisen tutkimusperustaiseen tukemiseen käyttäen SOLO-taksonomiaa [55] ja osallistavan luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksen kehittämiseen [50].

Myös matematiikan opetuksesta löytyy kehittämistutkimuksia, joista esittelen muutamana. Hassinen on kehittänyt väitöskirjassaan peruskoulun 7. luokan algebran opetukseen opetusmallia, jolla algebra pyritään tekemään oppilaille mahdollisimman käyttökelpoiseksi ja luonnolliseksi. Hän kutsuu kehittämäänsä mallia idealähtöiseksi koulualgebraksi (IDEAA). Kyseisen mallin periaatteina ovat vahvistaa oppilaan oman ja epämuodollisen matematiikan yhteyttä ”oikeaan” matematiikkaan. Lisäksi mallissa jäsenetään algebran sisällöt muutaman keskeisen idean varaan, jossa lähtötilanteena on perinteisen sarjaopetuksen sijaan algebran käyttötilanteet.[19]

Leppäahon kehittämistutkimus puolestaan käsittelee matemaattisen ongelmanratkaisutaidon opettamista peruskoulussa. Hänen kehittämistutkimuksensa tuloksena on ongelmanratkaisukurssin kehittäminen ja arviointi. Leppäahon toteuttamassa väitöskirjatutkimuksessa pyrittiin kehittämään kuudennen luokan oppilaiden matemaattista ongelmanratkaisua integroimalla sitä monipuolisesti eri oppiaineisiin. Kyseisen tutkimuksen koeasetelmana käytettiin kvasikokeellista mallia, jossa oppilaiden osaamista mitattiin kolmella eri matemaattista ongelmanratkaisua vaativalla kokeella. Tutkimuksessa suunniteltiin oppimisympäristö matemaattisen ongelmanratkaisuun ja sen opettamiseen pohjautuvan viitekehyksen pohjalta. Oppimisympäristö toteutettiin oppilaille 30 oppituntia sisältävänä kurssina. Leppäaho kehitteli yhteistyössä kustantajan kanssa kurssille materiaalin, joka sisälsi tuntisuunnitelmat ja tehtävät oppitunneille. Tehtävissä on integroitu matematiikkaa ja ongelmanratkaisua äidinkieleen, käsityöhön, kuvataiteeseen sekä ympäristö- ja luonnontieteeseen. [28]

## 5. YRITYSYHTEISTYÖPROJEKTIN KEHITTÄMISTUTKIMUS

Toteutin kehittämistutkimuksen yritys yhteistyöprojektista perusopetuksen vuosiluokan 9 matematiikan opetuksessa. Yhteistyöyrityksenä toimi Metsä Group. Kehittämisen kimmokkeena olivat opetussuunnitelman muutokset. Kehittämistutkimuksen tavoitteena on selvittää yritys yhteistyöprojektin edut ja haasteet sekä opettajan että oppilaan näkökulmasta. Keskeisenä tavoitteena on tutkia projektioppimisen yleisiä etuja ja haasteita kyseisen projektin kohdalla. Kehittämistutkimuksessa ollaan myös kiinnostuttu selvittämään, kokevatko oppilaat projektioppimisen matematiikan opiskelua motivoivana tekijänä. Lisäksi keskeisenä tutkimuskohteena on oppilaiden työnjako ja ryhmätyöskentely.

Projektia ja projektioppimista koskevia kysymyksiä tutkittaessa otetaan huomioon oppilaan menestyminen matematiikan opinnoissa. Tällöin voidaan tutkia, vaikuttaako oppilaan osaamistaso yritys yhteistyöprojektia tai projektioppimista koskeviin asenteisiin ja mielipiteisiin.

Yritys yhteistyöprojekti toteutettiin yhdessä Oulun yläkoulussa Luova luonnontiede –kurssilla, joka on valinnaisaine. Luova luonnontiede –kurssin tavoitteena on tutustua kiireettömästi ja kunnolla luonnon ilmiöihin ja luonnon rakenteisiin. Lisäksi kurssin tavoitteena on antaa mahdollisuus syventää kokeellisen luonnontieteellisen työskentelyn taitoja. Myös matematiikan taitojen syventäminen on yksi kurssin tavoitteista. Kurssin sisällössä mainitaan, että matematiikan jaksoilla voidaan oppilaan lähtötason mukaan joko syventää kaikille yhteisen oppiaineen hallintaa tai laajentaa opiskelua peruskoulun oppimäärään kuulumattomiin asioihin. [58, s. 20]

Tutkimukseen osallistuivat Luova luonnontiede –kurssin oppilaat. Yhteensä kurssilla oli oppilaita 15, mutta tutkimukseen osallistui 13 oppilasta. Lisäksi 13 oppilaasta neljä oppilasta oli poissa ainakin yhdeltä projektioppimisen oppitunnilta. Neljästä oppilaasta kaksi olivat poissa oppitunnilla, jolloin oppilaat täyttivät kyselylomak-

keen. Yhteensä tutkimukseen osallistui 13 oppilasta, mutta 11 oppilaalta saatiin kyselylomakkeet. Kyselylomakkeisiin vastanneista 11 oppilaasta kaksi oppilasta olivat poissa ensimmäiseltä oppitunnilta, mikä otettiin huomioon tuloksia analysoitaessa.

Kehittämistutkimus toteutettiin kahdessa kehittämissyklissä. Ensimmäinen kehittämissykli aloitettiin teoreettisella ongelma-analyysillä, jossa kartoitettiin projektioppimista yleisesti sekä sen etuja ja haasteita. Matematiikassa projektioppimista on tutkittu vielä melko vähän, joten tutkimusongelmaksi nousi projektioppimisen edut ja haasteet matematiikan opetuksessa.

Teoreettisen ongelma-analyysin jälkeen tehtiin empiirinen ongelma-analyysi eli tarveanalyysi. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden 2014 voimaantuleminen porrastetusti seuraavan kolmen vuoden aikana vuosiluokkien 7–9 osalta toimi lopullisena kimmokkeena projektioppimisen valinnalle, sillä opetussuunnitelman perusteiden uudet tavoitteet tukevat projektioppimista opetuksessa. Lisäksi perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden tavoitteena on laaja-alainen osaaminen, jonka yhtenä osana on työelämätaidot ja yrittäjäyys. Sen vuoksi mukaan yhteistyöhön haluttiin ottaa yritys.

Teoreettisen ja empiirisen ongelma-analyysin jälkeen aloitettiin ensimmäinen kehittämisvaihe, jossa kehitettiin yritysyritysoyryöprojekti. Ensimmäisen kehittämisvaiheen tulokset on esitetty luvussa 6. Ennen varsinaista projektin kehittämistä etsittiin yritys, joka olisi valmis tekemään yhteistyötä. Yhteistyöyritykseksi saatiin Metsä Group ja yhteistyöhenkilön kautta saatiin erilaista materiaalia yrityksestä projektin valmistusta varten. Materiaaleina toimivat esimerkiksi Metsä Groupin pitämät esitykset erilaisissa tilaisuuksissa.

Projekteja valmistettiin yhteensä viisi. Tällöin kurssin 15 oppilasta pystyttiin jakamaan projektioppimisessa ihanteellisiin kolmen hengen ryhmiin. Lisäksi kurssin jokaiselle ryhmälle haluttiin oma aihe, koska silloin ryhmän omien tulosten jakaminen muun luokan kanssa olisi mielekkäämpää. Metsä Groupin virtuaalivierailu käsitteli pehmopapereita eli WC-papereita, talouspapereita ja nenäliinoja. Kaikkien viiden projektin teemaksi valittiin myös pehmopaperit, jotta tehtävät saatiin linkitettyä parhaalla mahdollisella tavalla virtuaalivierailun sisältöön sopivaksi. Projektit pyrittiin laatimaan siten, että niissä olisi monipuolisesti matematiikkaa pehmopapereihin ja yritykseen liittyen. Projekteissa käytettiin tehtävien ratkaisemisen ja tulosten havainnollistamisen apuna myös teknologiaa. Jokainen viidestä projektista koostui pehmopapereihin liittyvästä matemaattisesta pääongelmasta, jota lähdettiin

ratkaisemaan apukysymysten avulla. Projektin tuloksia oppilaat raportoivat muille kurssilaisille tekemänsä blogitekstin kautta. Projekti kokonaisuudessaan on esitetty luvussa 6.

Projektit valmisteltiin vuoden 2016 tammikuun, helmikuun ja maaliskuun alun aikana. Kurssin opettaja toimi ohjaajana tässä projektissa, jotta oppimistilanne olisi oppilaille mahdollisimman luonnollinen. Valmistelemani projekti toimi alustavana kehittämistuotoksena, joka testattiin eräässä Oulun yläkoulussa 2016 maaliskuun ja huhtikuun aikana. Kokonaisuudessaan projekti kesti viisi tunnin kestävästä oppituntia. Luova luonnontiede -kurssia oli oppilailla kerran viikossa kaksi tunnin kestävästä peräkkäistä oppituntia, jonka vuoksi projekti jakautui kolmelle viikolle.

Kaksi ensimmäistä oppituntia olivat samana päivänä oleva kaksoistunti. Aluksi opettaja esitteli lyhyesti projektioppimista diaesityksen muodossa. Esittely sisälsi projektioppimisen käsitteen, opettajan ja oppilaan roolin projektioppimisessa sekä projektioppimisen pääperiaatteet. Projektioppimisen esittelyn tarkoituksena oli saada oppilaat ymmärtämään ja hahmottamaan projektioppimista työskentelymuotona.

Projektioppimisen esittelyn jälkeen opettaja esitteli kaikki viisi eri projektia. Lisäksi opettaja esitteli lyhyesti niiden projektien matematiikan aihealueet, joissa hän ajatteli oppilailla esiintyvän suuria haasteita. Opettaja esitteli projekteihin yksi ja kaksi liittyen geometrian kaavat. Projektiin kolme liittyen opettaja esitteli projektissa tarvittavan kuvaajan muodon. Projektien esittelyn jälkeen oppilaat saivat itse valita mieleisensä projektin. Ryhmät suunniteltiin kooltaan alun perin kolmen oppilaan ryhmiksi. Oppitunnilta oli useampi oppilas poissa, joten ryhmien koko oli lopulta kaksi tai kolme oppilasta. Oppilaat saivat itse valita ryhmänsä, mutta opettaja hieman vauhditti valintaprosessia. Kun oppilaat olivat saaneet oman projektinsa valittua, ryhmä aloitti tekemään projektia.

Viikon päästä ensimmäisellä oppitunnilla jatkettiin oman ryhmän projektin tekemistä. Alun perin oli suunniteltu, että kyseisellä tunnilla oppilaat olisivat vielä ehtineet tutustua Metsä Groupin yritykseen ennen yritysvierailua. Tähän jäi kuitenkin aikaa vain yhdellä ryhmällä. Jälkimmäisellä oppitunnilla oli Metsä Groupin virtuaalivierailu, joka käsitteli Serlan wc-paperin valmistusta. Aluksi vierailussa esiteltiin Metsä Groupin yrityksenä ja sitten tarkemmin Metsä Tissuea, joka valmistaa Serlan wc-papereita. Lopuksi käytiin wc-paperin massan valmistusprosessi sekä paperinvalmistus massasta wc-paperiksi. Lisäksi wc-paperin jalostamisesta esiteltiin esimerkiksi puristuskuvion tekeminen eli embossaus.

Seuraavalla kaksoistunnilla oppilaat tekivät kyselyn yritys yhteistyöprojektiin ja projektioppimiseen liittyen. Lisäksi opettaja jatkoi itse projektia vielä valmistamalla luokan kanssa itse paperia koulussa soveltuvin menetelmin. Projektin loputtua myös opettaja teki hänelle suunnatun kyselyn.

Alustavan kehittämistuotoksen testauksen jälkeen alkoi toinen kehittämisvaihe, jossa tuotosta kehitettiin Luova luonnontiede –kurssilla suoritettuna yritys yhteistyöprojekti ja projektioppimista koskevien kyselyiden pohjalta. Toisen kehittämisvaiheen tulokset on esitetty luvussa 7.

## 5.1 Metsä Group

Yhteistyöyritys valittiin satunnaisesti sen mukaan, mikä yrityksistä ensimmäisenä ilmoitti suostuvansa yhteistyöhön. Yhteistyöyrityksenä tässä projektissa toimii Metsä Group, joka on kansainvälisesti toimiva metsäteollisuus konserni.

Metsä Group käyttää tuotteidensa valmistamiseen uusiutuvaa raaka-ainetta, pohjoisen puuta. Metsä Group valmistaa pehmo- ja ruoanlaittopapereita, kartonkia, sellua sekä puutuotteita. Lisäksi heidän liiketoimintansa ytimessä ovat puunhankinta ja metsäpalvelut. Metsä Group on myös johtava bioenergian tuottaja ja käyttäjä Suomessa. [34] Vuonna 2015 Metsä Groupin liikevaihto oli reilu viisi miljardia euroa ja henkilöstöä Metsä Groupilla samana vuonna oli noin 9600 [33].

Metsä Groupin liiketoiminta-alueet ovat Metsä Forest, Metsä Wood, Metsä Fibre, Metsä Board ja Metsä Tissue. Metsä Forest tuottaa korkealaatuisia metsäpalveluita, Metsä Wood puutuotteita rakennus-, teollisuus- ja jakeluasiakkaiden tarpeisiin, Metsä Fibre sellua, Metsä Board taivekartonkia ja valkoista ensikuitulaineria ja Metsä Tissue pehmopapereita. [32]

### 5.1.1 Metsä Tissue

Virtuaalivierailun ja projektien teemana ovat pehmopaperit, jonka vuoksi esittelen tässä työssäni pehmopapereita valmistavan Metsä Tissuen tarkemmin. Metsä Tissue on yksi Euroopan johtavista koti- ja suurtalouksien pehmopaperituotteiden toimittajista ja maailman johtava ruoanlaittopapereiden toimittaja. Suomessa Metsä Tissuella on tuotantoa Mäntässä, yhtiön pääkonttori on Espoossa ja myyntikonttori

on Tampereella. [38] Vuonna 2015 Metsä Tissuen liikevaihto oli yhden miljardin euron suuruinen ja henkilöstöä oli noin 2800 [33]. Mäntän tehtaalla työskentelee noin 400 työntekijää tuotannon, kunnossapidon, logistiikan, tuote- ja prosessikehityksen, liiketoiminnan sekä hallinnon tehtävissä [38].

Metsä Tissuen tuotemerkkejä ovat Lambi, Serla, Mola, Tendo, Katrin ja SAGA. Mäntän tehtaalla valmistetaan Serla-, Lambi- ja Katrin-tuotteita sekä ruoanlaittopaperia SAGA-tuotteisiin. Lambin ja Serlan tuoteperheestä löytyy kattava valikoima wc- ja talouspapereita sekä käsipyyhkeitä eri tarpeisiin. Katrin tuotevalikoimaan kuuluvat käsipyyhkeet, wc-paperit, kasvopyyhkeet, lautasliinat ja teollisuuspyyhkeet sekä annostelijat, saippuat ja lisävarusteet suurtalouksille ja ammattilaiskäyttöön. SAGA-valikoimaan kuuluvat puolestaan ruoanlaitto- ja leivinpaperit ja eväspussit. [38]

## 5.2 Aineiston keruu

Tutkimukseen kerättiin aineistoa havainnoimalla ja kyselylomakkeilla. Havainnoiminen tapahtui yläkoulussa yritys yhteistyöprojektien oppitunneilla. Kyselylomakkeet tehtiin sekä oppilaille että opettajalle.

### 5.2.1 Havainnointi

Havainnoinnin kohteina olivat sekä oppilaat että opettaja. Oppilaiden kohdalla havainnoitiin ryhmässä työskentelyä, projektien ja projektioppimisen etuja ja haasteita sekä yleistä asennetta projektioppimista kohtaan. Lisäksi oppitunneilla havainnoitiin oppilaiden ja opettajan suhtautumista projektioppimiseen ja yritys yhteistyöprojekteihin.

### 5.2.2 Kyselylomakkeiden rakentuminen

Tutkimusta varten on kaksi eri kyselylomaketta: toinen oppilaille (liite A) ja toinen opettajalle (liite B). Kyselylomakkeet koostuivat suljetuista ja avoimista kysymyksistä. Opettajalle laadittu kyselylomake on Elina Viron tekemä. Oppilaille laadittu kyselylomake on pääosin Elina Viron tekemä ja omat lisäykseni kyselyyn ovat virtuaalivierailua koskevia väittämiä. Kyselylomakkeet on laadittu Tampereen teknillisen



yliopiston matematiikan laitoksella. Oppilaiden taustamuuttujina kysyttiin heidän sukupuolta ja aiempaa matematiikan menestystä viimeisimmän matematiikan todistusarvosanan muodossa. Lisäksi kyselyssä oppilaan tuli valita, minkä projektin suoritti. Tällöin jokaisen projektin etuja ja haasteita pystytään arvioimaan paremmin ja jatkokehitys on mielekkäämpää. Opettajan taustamuuttujana kysyttiin, kuinka kauan on työskennellyt opettajan tehtävissä. Lisäksi opettajalta kysyttiin suljetuilla kysymyksillä, onko hän aiemmin kokeillut projektityöskentelyä matematiikan opetuksessa ja mikä on hänen aiempi mielikuva projekteista matematiikan opetuksessa.

Oppilaille suunnatussa kyselylomakkeessa esitettyihin väittämiin vastattiin 2- tai 4-portaisella asteikolla. 2-portaisen asteikon vaihtoehdot olivat Samaa mieltä ja Eri mieltä. 4-portaisen asteikon vaihtoehdot olivat Täysin eri mieltä, Osittain eri mieltä, Osittain samaa mieltä ja Täysin samaa mieltä. Lisäksi oppilaiden kyselyssä oli yksi tehtävä, jossa kuhunkin väitteeseen valittiin sopivin lopetus ajatellen omaa työskentelyä projektin aikana. Projektin sisältämää matematiikan vaikeustasoa kysyttiin suljetulla kysymyksellä, jolloin projektien vaikeustasoa pystyttiin edelleen kehittämään. Oppilaille suunnatun kyselylomakkeen kaikki väittämät on esitetty liitteessä A.

Opettajalle suunnatussa kyselylomakkeessa esitettyihin väittämiin opettaja vastasi 5-portaisella Likert-asteikolla. Kyseisen asteikon vaihtoehdot olivat Täysin eri mieltä, Osittain eri mieltä, Osittain samaa mieltä, Täysin samaa mieltä ja En osaa sanoa. Väittämät koskivat opettajan mielipidettä projektioppimiskokeilusta. Väitteitä oli esimerkiksi ohjaamisesta, josta esimerkkinä on seuraava väite: ”Projektityöskentelyn ohjaaminen oli haastavaa.” Väitteitä oli myös ryhmädynamiikasta, josta väitettiin esimerkiksi seuraavaa: ”Oppilaiden työnjako näytti tasaiselta ryhmien sisällä.” Opettajalta kysyttiin lisäksi projektioppimisen mielekkyydestä matematiikan opetuksessa, josta väittämänä oli esimerkiksi ”Koin projektityöskentelyn ohjaamisen innostavaksi itselleni.”

Opettajan kyselylomakkeessa oli useampia avoimia kysymyksiä. Avoimina kysymyksinä kysyttiin, millaiset oppilaat opettajan mielestä hyötyivät projektityöskentelystä, millaiselle oppilaalle projektityöskentely opettajan mielestä ei sopinut ja kuinka opettaja eriytti projektin aikana. Vimeiset avoimet kysymykset koskivat läheisesti omaa tutkimusongelmaani, sillä kysymykset koskivat projektioppimisen etuja ja haasteita perinteiseen opetukseen verrattuna. Lopuksi haluttiin vielä selvittää avoimella kysymyksellä opettajan näkökulmaa yritysyhteistyöprojektin kehitysmahdol-

lisuuksista. Opettajalle suunnattu kyselylomake on esitetty liitteessä B.

## 6. TUTKIMUKSEN PROJEKTIT YHTEISTYÖSSÄ METSÄ GROUPIN KANSSA

Metsä Groupin virtuaalivierailun teemana on pehmopaperit, minkä vuoksi pehmopapereiden valinta myös kaikkien projektien yhteiseksi teemaksi oli ilmeinen. Tällöin oppilaiden projektit saatiin linkitettyä virtuaalivierailun sisältöön ja muodostui selkeä kokonaisuus. Ihannekoko projektioppimiseen on kolmen hengen ryhmä. Jotta 15 oppilaan kurssi saatiin jaettua ihanneryhmien mukaisesti, tarvittiin 5 eri projektia. Kaikille ryhmille olisi voinut toteuttaa samankin projektin. Jokaiselle ryhmälle tehtiin kuitenkin eri projekti, jotta projektien tulosten jakaminen muille kurssilaisille olisi mielenkiintoisempaa ja oppilaat oppisivat mahdollisimman paljon vielä uutta.

Viisi eri projektia käsittelevät wc-paperin geometriaa, talouspaperin geometriaa, pehmopapereiden imukykyä, pehmopapereiden kulutusta ja sijoittamista Metsä Groupiin. Projektit on esitetty kokonaisuudessaan seuraavissa luvuissa.

### 6.1 Projekti wc-paperin geometriasta

Projekti wc-paperin geometriasta käsittelee matemaattiselta taustaltaan geometriaa, jota esitellään luvussa 6.1.3. Matemaattisen taustan lisäksi seuraavissa luvuissa käsitellään projektin kuvaus, projektin pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin sekä kyseisen projektin edut ja haasteet. Projekti on liitteenä C.

#### 6.1.1 Kuvaus projektin sisällöstä

Projektin pääongelma on, kuinka paljon WC-paperirullassa on paperia käytettävänä. WC-paperirullan paperin määrää lasketaan arkkien yhteispituuden avulla ja yhden WC-paperirullan arkkien yhteispinta-alana. Projektissa tarkastellaan myös WC-paperin ja WC-paperirullan geometrista muotoa tilavuus-käsitteen avulla. Lisäksi projektiin tuo työelämälähtöisyyttä pohdinta WC-paperin muodosta.

Ratkaisua pääongelmaan lähdetään selvittämään apukysymysten avulla. Oppilaat voivat selvittää apukysymyksiä joko järjestyksessä tai epäjärjestyksessä. Apukysymykset projektissa ovat seuraavanlaiset.

1. Mikä on avaamattoman talouspaperirullan pinta-ala?
2. Mikä on yhden rullan talouspaperiarkkien yhteispinta-ala?
3. Mikä on yhden talouspaperirullan arkkien yhteispituus?
4. Mikä on talouspaperirullan tilavuus? Onko tilavuus aina vakio?
5. Mikä on talouspaperiarkin tilavuus?
6. Mikä on talouspaperirullan hylsyn pinta-ala? Minkä mallinen hylsy on auki leikattuna?
7. Kuinka monta kierrosta arkkeja koko rulla sisältää? Miten laskisit tämän ilman, että purat koko rullaa?
8. Pohdi, minkä takia talouspaperin geometria ja muoto on juuri sellainen kuin se on?

Oppilailla tulisi olla projektia varten tutkittavanaan konkreettisesti vessapaperirulla. Tällöin he voivat konkreetian kautta pyrkiä etsimään ideaa projektin ratkaisemiseksi.

Oppilailla on vapaat kädet sen suhteen, missä vaiheessa he alkavat työstämään tuotostaan eli blogitekstiä projektistaan. Oppilaat voivat tehdä blogitekstiä jo projektin aikana tai vaihtoehtoisesti lopuksi, kun pääongelmaan on apukysymysten avulla saatu ratkaisu. Projektin lopussa on virtuaalivierailu Metsä Tissueen ja pehmopapereihin liittyen.

### **6.1.2 Linkittyminen opetussuunnitelman perusteisiin**

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2014 matematiikan tavoitteisiin liitetyissä keskeisissä sisältöalueissa vuosiluokilla 7–9 esiintyy geometria. Tavoitteissa esiintyy monikulmioiden piirien ja pinta-alojen laskeminen sekä ympyrän pinta-alan laskemisen harjoittelu. Lisäksi uuden opetussuunnitelman perusteiden tavoitteet sisältävät kolmiulotteisten kappaleiden tutkimisen sekä muun muassa pallon ja lieriön pinta-alojen laskemaan oppimisen. [42, s. 376] Matematiikan päättöarvioinnin

kriteerit hyvälle osaamiselle (arvosana 8) oppimäärän päättyessä edellyttävät myös geometrian hallintaa: ”Oppilas osaa laskea tasokuvioiden pinta-aloja ja kappaleiden tilavuuksia. Oppilas osaa pinta-ala- ja tilavuusyksiköiden muunnoksia” [42, s. 376].

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden 2014 mukaan konkretialla on keskeinen osa matematiikan opetuksessa. Lisäksi opetussuunnitelman mukaan oppilaiden on opittava havaitsemaan matematiikan ja reaali maailman välisiä yhteyksiä. Projektin kautta oppilaat pääsevät lähemmäs työelämää, sillä projektin myötä oppilaat pohtivat, minkä takia WC-paperin geometria ja muoto on juuri sellainen kuin se on. Kyseistä asiaa pohtiessa oppilaat ymmärtävät paremmin esimerkiksi tuotekehittelijän ajatusmaailmaa. Laaja-alaisen oppimisen työelämätaidot kehittyvät myös projektin myötä. [42]

### 6.1.3 Matemaattinen tausta

Matemaattiselta taustalta käsitellään ympyrän pinta-ala.

#### Ympyrän pinta-ala

Ympyrän pinta-alan todistamiseksi tarvitaan trigonometrian peruskaavaa, kaksinkertaisen kulman kosinin kaavaa ja palautuskaavaa. Esitellään kyseiset kaavat.

**Trigonometrian peruskaava** on yksi keskeisimmistä trigonometrian perustuloksista.

**Lause 1.** ([14, s. 170]) Oletetaan, että kulma  $\theta$  on yksikköympyrän suunnattu kulma. Tällöin trigonometrian peruskaava on

$$\sin^2(\theta) + \cos^2(\theta) = 1 . \quad (6.1)$$

*Todistus.* Kun  $x = \cos(\theta)$  ja  $y = \sin(\theta)$ , saadaan yksikköympyrään asetetusta suorakulmaisesta kolmiosta Pythagoraan lauseella

$$\begin{aligned} x^2 + y^2 &= 1 \\ \Leftrightarrow (\cos \theta)^2 + (\sin \theta)^2 &= 1 \\ \Leftrightarrow \sin^2(\theta) + \cos^2(\theta) &= 1 . \end{aligned}$$

□

Palautuskaavoja on monia, mutta esittelen diplomityöni kannalta keskeisen palautuskaavan ([21])

$$\sin(-\theta) = -\sin(\theta). \quad (6.2)$$

Palautuskaavat voidaan päätellä helposti yksikköympyrästä, sillä esimerkiksi kulmia  $\theta$  ja  $\theta + 2\pi n$  vastaa sama kehäpiste kaikilla kokonaisluvuilla  $n$ . Lisäksi kulmia  $\theta$  ja  $-\theta$  vastaavilla kehäpisteillä on sama  $x$ -koordinaatti, mutta  $y$ -koordinaatit ovat toistensa vastalukuja.

Trigonometrian peruskaavan, palautuskaavojen ja summakaavojen avulla voidaan johtaa lukuisa määrä taulukkokirjassa olevia trigonometriin funktioihin liittyviä kaavoja, kuten kaksinkertaisen kulman kosinin kaavan.

**Lause 2.** ([21]) Kaksinkertaisen kulman kosini on

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha \quad (6.3)$$

$$= 2 \cos^2 \alpha - 1 \quad (6.4)$$

$$= 1 - 2 \sin^2 \alpha \quad (6.5)$$

*Todistus.* Todistetaan kaava 6.3, joka on kaksinkertaisen kulman kosini. Oletetaan tunnetuksi kosinin summakaava

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos(\alpha) \cos(\beta) \mp \sin(\alpha) \sin(\beta) \quad ([21]). \quad (6.6)$$

Merkitään  $\alpha = \beta$  ja käytetään lisäksi kosinin summakaavaa 6.6, jolloin saadaan

$$\begin{aligned} \cos 2\alpha &= \cos(\alpha + \alpha) = \cos \alpha \cos \alpha - \sin \alpha \sin \alpha \\ &= \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha. \end{aligned}$$

Yhtälöt 6.4 ja 6.5 on saatu käyttämällä trigonometrian peruskaavaa 6.1. □

Trigonometrian peruskaavan, palautuskaavan ja kaksinkertaisen kulman kosinin kaavan avulla saadaan ympyrän pinta-ala.

**Lause 3.** ([26]) Ympyrän pinta-ala on  $\pi r^2$ , missä  $r$  on ympyrän säteen pituus.

*Todistus.* Todistus perustuu integraalilaskentaan. Oletetaan tunnetuksi, että origokeskeisen ympyrän yhtälö on

$$x^2 + y^2 = r^2,$$

josta edelleen saadaan ratkaistua

$$y = \pm\sqrt{r^2 - x^2}. \quad (6.7)$$

Integrointia käyttäen saadaan yhtälön 6.7 avulla ympyrän alaksi

$$\begin{aligned} A &= \int_{-r}^r \left( \sqrt{r^2 - x^2} - \left( -\sqrt{r^2 - x^2} \right) \right) dx \\ &= \int_{-r}^r 2\sqrt{r^2 - x^2} dx. \end{aligned}$$

Edelleen ottamalla neliöjuuren sisällä yhteiseksi tekijäksi  $r^2$ :n saadaan

$$A = \int_{-r}^r 2r\sqrt{1 - \frac{x^2}{r^2}} dx. \quad (6.8)$$

Olkoon  $x = r \sin \theta$  ja oletetaan tunnetuksi, että  $D \sin(x) = \cos(x)$ . Tällöin  $\theta = \sin\left(\frac{x}{r}\right)^{-1}$  ja  $dx = r \cos \theta d\theta$ . Sijoittamalla  $x = r \sin \theta$  ja  $dx = r \cos \theta d\theta$  yhtälöön 6.8 saadaan ympyrän alaksi

$$\begin{aligned} A &= \int_{\sin\left(\frac{-r}{r}\right)^{-1}}^{\sin\left(\frac{r}{r}\right)^{-1}} 2r\sqrt{1 - \frac{(r \sin \theta)^2}{r^2}} r \cos \theta d\theta \\ &= \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} 2r^2\sqrt{1 - \frac{(r \sin \theta)^2}{r^2}} \cos \theta d\theta \\ &= \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} 2r^2\sqrt{1 - (\sin^2 \theta)} \cos \theta d\theta \end{aligned} \quad (6.9)$$

$$\begin{aligned} &= \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} 2r^2\sqrt{\cos^2 \theta} \cos \theta d\theta \\ &= r^2 \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} 2 \cos^2 \theta d\theta \quad (6.10) \\ &= r^2 \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} (1 + \cos(2\theta)) d\theta. \end{aligned}$$

Yhtälössä 6.9 on hyödynnetty trigonometrian peruskaavaa 6.1. Kaksinkertaisen kulman kosinin kaavaa 6.3 on käytetty yhtälössä 6.10.

Oletetaan tunnetuksi, että kosinifunktion integraalifunktio on sinifunktio. Tällöin integroimalla saadaan

$$\begin{aligned}
 A &= r^2 \left[ \theta + \frac{1}{2} \sin(2\theta) \right]_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \\
 &= r^2 \left[ \frac{\pi}{2} + \frac{1}{2} \sin\left(2 \cdot \frac{\pi}{2}\right) - \left[ -\frac{\pi}{2} + \frac{1}{2} \sin\left(2 \cdot \left(-\frac{\pi}{2}\right)\right) \right] \right] \\
 &= r^2 \left[ \frac{\pi}{2} + \frac{1}{2} \sin(\pi) + \frac{\pi}{2} - \frac{1}{2} \sin(-\pi) \right] \tag{6.11} \\
 &= r^2 \left[ \frac{\pi}{2} + \frac{1}{2} \sin(\pi) + \frac{\pi}{2} + \frac{1}{2} \sin(\pi) \right] \\
 &= r^2 [\pi + \sin(\pi)] \\
 &= r^2 [\pi + 0] \\
 &= \pi r^2.
 \end{aligned}$$

Täten  $A = \pi r^2$ . Yhtälössä 6.11 on hyödynnetty sinin palautuskaavaa 6.2.  $\square$

### 6.1.4 Edut ja haasteet

Projektin suuri etu on se, että se kuuluu selkeästi yhteen yläkoulussa käsiteltävään matematiikan osa-alueeseen, geometriaan. Tällöin projekti on mahdollista toteuttaa matematiikan oppitunnilla geometrian opetuksen yhteydessä, jolloin projektin etuna on myös sen helppo aikataulutus. Projekti voidaan toteuttaa esimerkiksi kertauksena geometrian opetuksen jälkeen. Lisäksi projektin etuna pidetään sitä, että ongelmaa voi osittain konkreetian avulla selvittää WC-paperirullaa tutkimalla. Projektiin materiaali on myös hyvin helposti saatavilla.

Toisaalta projektin heikkoutena on se, että opetussuunnitelman perusteissa tärkeänä pidetty eheyttäminen ei täysin toteudu, sillä projekti on hyvin vahvasti matematiikassa geometriaan linkittyvä. Linkittyvyys ainoastaan yhteen aiheeseen ja oppiaineeseen taas saattaa johtaa oppilaiden motivaation puutteeseen. Jos tavoitteena on vain geometrian opetus, projekti toimii erittäin hyvin. Mikäli oppilaiden motivaatiota haluttaisiin lisätä, projekti todennäköisesti toimisi paremmin, jos siihen yhdistäisi



oppiainerajoja ylittävää materiaalia.

## **6.2 Projekti talouspaperin geometriasta**

Projekti talouspaperin geometriasta on muuten samanlainen kuin projekti WC-paperin geometriasta paitsi kohteena on WC-paperin sijaan talouspaperi. Projekti on liitteenä D.

### **6.2.1 Kuvaus projektin sisällöstä**

Projektin kuvaus ei eroa WC-paperin geometria –projektin kuvauksesta muutoin kuin siten, että tutkimuksen kohteena on WC-paperin sijaan talouspaperi. Projektin kuvaus etenee samalla tavoin kuin projekti, joka on esitetty luvussa 6.1.1.

### **6.2.2 Linkittyminen opetussuunnitelman perusteisiin**

Projekti talouspaperin geometriasta pohjautuu samoihin opetussuunnitelman perusteiden tavoitteisiin kuin projekti WC-paperin geometriasta, joka on esitetty luvussa 6.1.2.

### **6.2.3 Matemaattinen tausta**

Matemaattisesti projektissa tarvitaan tietoa ympyrän pinta-alasta. Aiheet ovat samat kuin projektissa WC-paperin geometria, joten tämän projektin matemaattinen tausta on esitetty luvussa 6.1.3.

### **6.2.4 Edut ja haasteet**

Projekti talouspaperin geometriasta on samanlainen kuin projekti WC-paperin geometriasta, joten kyseisten projektien edut ja haasteet ovat hyvin lähellä toisiaan. Tämän projektin edut ja haasteet on esitetty luvussa 6.1.4.

## 6.3 Projekti pehmopapereiden imukyvyistä

Projekti pehmopapereiden imukyvyistä käsittelee talouspaperin imukykyä. Projektiin liittyy mittauksien suorittaminen, kuvaajien tuottamista ja tulkitsemista sekä taulukkolaskentaohjelman käyttöä. Matemaattiselta taustaltaan projekti käsittelee tilastomatematiikkaa kuvaajien tuottamisen ja tulkitsemisen osalta sekä verrantoa. Matemaattinen tausta esitellään luvussa 6.3.3. Matemaattisen taustan lisäksi seuraavissa luvuissa käsitellään projektin kuvaus, projektin pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin sekä kyseisen projektin edut ja haasteet. Projekti on liitteenä E.

### 6.3.1 Kuvaus projektin sisällöstä

Projektin pääongelma on yhden talouspaperiarkin imukyvyyn selvittäminen. Talouspaperin imukyvyyn selvittäminen alkaa mittauksien tekemisestä, joissa selvitetään veden määrä suhteessa kastuneen alueen pinta-alaan. Tuloksista piirretään kuvaaja taulukkolaskentaohjelmalla. Projektin tehtävänannossa oppilaille on annettu tarkemmat ohjeet, mikä arvo tulisi sijoittaa x-akselille ja mikä arvo y-akselille. Tuottaansa kuvaajaa oppilaat oppivat tulkitsemaan apuksymyksiä selvittämällä. Apukysymyksiä selvitetään, mitä kuvaajasta voidaan päätellä, veden kulutus kastuneen alueen pinta-alaan ollessa  $4 \text{ cm}^2$  sekä millä veden määrällä talouspaperiarki saavuttaa maksimi-imukykynsä.

Kuvaajan tuottamisen ja tulkitsemisen lisäksi talouspaperin imukykyä selvitetään verrannon avulla. Apukysymyksenä on, kuinka suuri alue kastuu, kun nestettä kuuluu 10 ml. Ratkaistua tulosta verrataan myös kuvaajalta saatuun arvoon. Tällöin oppilaille kehittyy kyky vertailla eli lähteistä tulleita arvoja keskenään ja syntyy pohdintaa tulosten oikeellisuudesta.

Talouspaperin imukykyä selvitetään pinta-alaan lisäksi myös arkin massan avulla. Mittauksia tehdään kuluneen veden määrästä ja arkin massan muutoksesta. Tuloksista tuotetaan jälleen taulukkolaskentaohjelmalla kuvaaja. Mikäli jäljellä on ylimääräistä aikaa, oppilaat voivat vertailla eri pehmopapereiden imukykyä. Pehmopapereista voidaan vertailla keskenään talouspaperia, WC-paperia ja nenäliinaa.

### 6.3.2 Linkittyminen opetussuunnitelman perusteisiin

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2014 matematiikan tavoitteisiin liittyvissä keskeisissä sisältöalueissa vuosiluokilla 7–9 on yhtenä sisältönä funktiot. Funktioiden osalta tavoitteissa on suoraan verrannollisuuteen tutustuminen ja suorien piirtäminen koordinaatistoon. Lisäksi tavoitteiden mukaan tulee oppia kulmakertoimen käsite. Kuvaajien tulkinnessa tavoitteena on esimerkiksi funktion kasvamisen ja vähenemisen tunnistaminen. [42, s. 376]

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014 kannustavat vaihteleviin työtapoihin, joita kyseinen projekti tarjoaa. Projektissa työskennellään kokeellisesti tehden mittauksia kastuneen alueen pinta-alasta ja kuluneen veden määrästä. Mittausten tekemisen myötä projektissa korostuu myös konkretia. Kokeellisten mittausten lisäksi työssä on tutkiva ja toiminnallinen ote, johon opetussuunnitelman perusteet kannustavat. [42]

Projektissa hyödynnetään tieto- ja viestintäteknologiaa kuvaamalla suoraa taulukkolaskentaohjelmalla ja tulkitsemalla kuvaajasta erilaisia tietoja. Matematiikan päättöarvioinnin kriteerit hyvälle osaamiselle (arvosana 8) oppimäärän päättyessä edellyttävät tieto- ja viestintäteknologian hallintaa. Täyttääkseen hyvän osaamisen kriteerit oppilaan tulee osata soveltaa tieto- ja viestintäteknologiaa matematiikan opiskelussa. [42, s. 378–379]

### 6.3.3 Matemaattinen tausta

Matemaattisesti projekti liittyy suoran yhtälöön ja suoraan verrannollisuuden tutkimiseen. Suoran ominaisuuksista määritellään lisäksi kulmakerroin.

**Koordinaatistossa** jokaisen yksittäisen pisteen sijainti voidaan määrätä yksikäsitteisesti yhden tai useamman luvun avulla. Yksiulotteisessa avaruudessa pisteen tarkka sijainti voidaan ilmaista yhden luvun eli koordinaatin avulla. Lukusuora on esimerkki yksiulotteisesta koordinaatistosta. Kaksiulotteisessa avaruudessa pisteen paikan ilmaisemiseen tarvitaan kaksi koordinaattia. Esimerkiksi **xy-koordinaatisto** on kaksiulotteinen. Tässä työssä keskitytään tarkastelemaan tason suorakulmaista xy-koordinaatistoa, jota kutsutaan Rene Descartesin mukaan myös **kartesiseksi koordinaatistoksi**. Lisäksi muita koordinaatistoja ovat esimerkiksi kolmiulotteinen koordinaatisto, polaarinen koordinaatisto ja pallokoordinaatisto. [63]

Yläkoulun matematiikassa käsitellään suoran yhtälön ratkaistua muotoa, joten tässä työssä käsitellään vain suoran yhtälön ratkaistun muodon matemaattinen tausta. Suoran yhtälön ratkaistu muoto määritellään suoran kulmakertoimen avulla.

**Määritelmä 1.** ([1, s. 13]) *Suoran kulmakerroin*  $k$  ilmaisee  $y$ -koordinaatin muutoksen ( $\Delta y$ ) ja  $x$ -koordinaatin ( $\Delta x$ ) muutoksen suhteen. Suoran pisteiden  $(x_1, y_1)$  ja  $(x_2, y_2)$  kautta kulkevan suoran kulmakerroin on

$$k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1},$$

missä  $x_1 \neq x_2$ . Kyseessä on  $y$ -akselin suuntainen suora, mikäli  $x_1 = x_2$ . Jos suoran kulmakerroin on nolla, suora on  $x$ -akselin suuntainen suora. Suora on nouseva, jos  $k > 0$ . Vastaavasti suora on laskeva, jos  $k < 0$ .

Suoran yhtälön ratkaistu muoto saadaan kulmakertoimen määritelmän avulla. Olkoon suoran mielivaltaiset pisteet  $(x_1, y_1)$  ja  $(x, y)$ . Määritelmän 1 mukaan saadaan suoran kulmakertoimeksi

$$k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y - y_1}{x - x_1},$$

kun  $x \neq x_1$ . Edelleen saadaan kertomalla nimittäjällä

$$y - y_1 = k(x - x_1), \tag{6.12}$$

missä  $x \neq x_1$ ,  $(x_1, y_1)$  on suoran piste ja  $k$  on kulmakerroin. Tällöin kaikki suoran pisteet toteuttavat yhtälön 6.12. Olkoon kulmakerroin yhä sama  $k$  ja suora leikkaa  $y$ -akselin pisteessä  $(0, b)$ . Tällöin yhtälön 6.12 mukaan saadaan

$$y - b = k(x - 0),$$

josta edelleen ratkaisemalla saadaan suoran yhtälön ratkaistu muoto

$$y = kx + b. \tag{6.13}$$

Suoran yhtälön yleinen muoto saadaan siirtämällä suoran yhtälöistä 6.12 ja 6.13 kaikki termit yhtälön vasemmalle puolelle

$$ax + by + c = 0, \tag{6.14}$$

missä  $a \neq 0$  tai  $b \neq 0$ . [1, s. 15]

**Lause 4.** ([1, s. 16])  $xy$ -koordinaatistossa suoraa esittävät yhtälöt ovat muotoa

$$ax + by + c = 0.$$

Yhtälössä  $a$ ,  $b$  ja  $c$  ovat vakioita ja  $c$  kuuluu reaalilukujen joukkoon  $\mathbb{R}$ . Lisäksi  $a \neq 0$  tai  $b \neq 0$ .

*Todistus.* Oletetaan yhtälössä  $ax + by + c = 0$  olevan  $c$  reaalinen vakio ja  $a \neq 0$  tai  $b \neq 0$ . Tarkastellaan ensimmäistä tapausta eli  $a \neq 0$  ja  $b = 0$ . Tällöin yhtälö  $ax + by + c = 0$  on muotoa

$$ax + c = 0. \tag{6.15}$$

Edelleen siirtämällä vakio  $c$  yhtälön toiselle puolelle ja jakamalla vakiolla  $a$  saadaan

$$x = -\frac{c}{a}.$$

Edellä olevassa yhtälössä  $-\frac{c}{a}$  on vakio, jolloin yhtälö 6.15 kuvaa pystysuoraa suoraa.

Tarkastellaan seuraavaksi toista tapausta, kun  $b \neq 0$ . Siirtämällä yhtälöstä 6.14 vakiot  $a$  ja  $b$  toiselle puolelle sekä jakamalla vakiolla  $b$  saadaan yhtälö ratkaistussa muodossa

$$y = -\frac{a}{b}x - \frac{c}{b}.$$

Suoran kulmakerroin on  $-\frac{a}{b}$  ja vakioterminä on  $-\frac{c}{b}$ . Täten kaikissa tapauksissa yhtälö  $ax + by + c = 0$  esittää  $xy$ -koordinaatistossa suoraa.  $\square$

Suoran määrittämisen lisäksi projekti käsittelee matemaattiselta taustaltaan suoraan verrannollisuutta. Kahden suhteen yhtäsuuruutta kutsutaan verrannoksi. Projektissa käytetyn veden määrä ja kastuneen alueen pinta-ala voidaan olettaa olevan suoraan verrannollisia keskenään.

**Määritelmä 2.** ([63, s. 99]) Suureet  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{n-1}, x_n$  ja suureet  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_{n-1}, y_n$  ovat suoraan verrannollisia, kun

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{y_1}{y_2}, \frac{x_2}{x_3} = \frac{y_2}{y_3}, \dots, \frac{x_{n-1}}{x_n} = \frac{y_{n-1}}{y_n}.$$

Määritelmän 2 yhtälöt voidaan esittää seuraavassa muodossa

$$\frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2}, \frac{x_2}{y_2} = \frac{x_3}{y_3}, \dots, \frac{x_{n-1}}{y_{n-1}} = \frac{x_n}{y_n},$$

josta edelleen voidaan päätellä yhtäsuuruus

$$\frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2} = \frac{x_3}{y_3} = \dots = \frac{x_{n-1}}{y_{n-1}} = \frac{x_n}{y_n}.$$

Täten suoraan verrannollisten suureiden  $x_i$  ja  $y_i$  suhde pysyy vakiona kaikilla  $i = 1, 2, 3, \dots, n - 1, n$ .

### 6.3.4 Edut ja haasteet

Projektin suurena etuna ovat hyvin monipuoliset ja vaihtelevat työtavat, sillä projektin tekemiseen liittyvät kokeellisten mittausten tekemistä, taulukkolaskentaohjelman käyttöä kuvaajan piirtämisessä ja tulkitsemisessä, yhdessä työskentelyä ja verrannon kautta perinteisen matematiikan laskemista. Vaihtelevien työtapojen myötä oppilaat usein kokevat projektin mielekkäämmäksi toteuttaa. Vaihtelevat työtavat toimivat myös motivaatiota nostavana tekijänä.

Kokeellinen työskentely saattaa nousta myös haasteeksi työnjaon kannalta. Kokeellisessa työskentelyssä oleellista on selkeä työnjako. Jos kaikki ryhmän jäsenet eivät ole perillä, mitä tehdään, saattaa ryhmätyöskentely päätyä vain muutaman oppilaan keskinäiseen työskentelyyn muiden ollessa vapaamatkustajina ryhmässä. Toisaalta perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014 kannustavat yhdessä työskentelyyn ja hyvän ryhmätyöskentelyn oppilaat oppivat vain harjoittelemalla ryhmässä työskentelyä.

Tieto- ja viestintäteknologian käyttö on selkeä etu projektissa. Mittaustulosten analysoinnissa oppilaat käyttävät taulukkolaskentaohjelmaa, jolloin oppilaat saavat opetussuunnitelman perusteiden mukaista tieto- ja viestintäteknologista osaamista [42, s. 378–379].

Matemaattiselta taustaltaan projekti liittyy selkeästi suoraan yhtälöön ja suoraan verrannollisuuteen, jolloin projektin etuna on sen helppo mukaan ottaminen funktioita käsittelevälle oppitunnille.

Projektin etuna on myös sen selkeä liittyminen työelämään. Pehmopapereiden imu-

kyvyn suuruus on sellainen tekijä, jolla tuottajat kilpailevat asiakkaistaan. Imukyvyn suuruus tuodaan usein esille esimerkiksi tuotteiden mainonnassa. Imukyvyn suuruutta ammattilaiset työssään mittaavat ja pyrkivät edelleen kehittämään.

## 6.4 Projekti pehmopapereiden kulutuksesta

Pehmopapereiden kulutusta käsitellään projektissa luokkatasolla sekä laajemmin Euroopan tasolla. Luokkatasolla pehmopapereiden kulutukseen paneudutaan kyselytutkimuksen kautta ja Euroopan tasolla eri kuvaajien kautta. Matemaattiselta taustaltaan projekti käsittelee tilastollisen aineiston graafista tuottamista ja tulkittaa ja frekvenssi-käsitteen ymmärtämistä. Projektin matemaattinen tausta esitellään luvussa 6.4.3. Matemaattisen taustan lisäksi seuraavissa luvuissa käsitellään projektin kuvaus, projektin pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin sekä kyseisen projektin edut ja haasteet. Projekti on liitteenä F.

### 6.4.1 Kuvaus projektin sisällöstä

Pääongelmana on selvittää WC-paperin kulutuksen määrä vuodessa yhdellä henkilöllä. Ongelmaa pyritään ratkaisemaan selvittämällä WC-paperin kulutusta opetusryhmässä kyselytutkimuksen avulla ja tulkitsemalla kuvaajia pehmopapereiden kulutukseen liittyen.

Luokassa tehtävässä kyselytutkimuksessa selvitetään, kuinka monta arkkia paperia kuluu (keskimäärin) vessareissulla. Kyselytutkimuksien tuottamisessa ja tulkinnaassa tulee käyttää taulukkolaskentaohjelmaa. Kyselytutkimuksen tulosten pohjalta oppilaiden tulee tuottaa taulukkolaskentaohjelmalla sellainen kuvaaja, että frekvenssi on  $y$ -akselilla ja arkkien lukumäärä  $x$ -akselilla. Oppilaat selvittävät pääongelmaan vastauksen itse tehdyn tutkimuksen perusteella olettaen, että Metsä Groupin valmistamassa Lambi WC-paperissa on 160 arkkia yhtä rullaa kohden.

Kyselytutkimuksen lisäksi pääongelmaan pureudutaan kahden eri kuvaajan tulkinnan myötä. Toisessa kuvaajassa esitetään pehmopaperin kulutusta Euroopassa vuonna 2014 ja toisessa kuvaajassa esitetään eliniänodote ja pehmopapereiden kulutus Euroopassa vuonna 2014. Molemmista kuvaajista selvitetään lähinnä Suomen tilannetta pehmopapereiden kulutuksessa apukysymyksien avulla. Suomen tilannetta verrataan apukysymyksissä myös muihin maihin prosenttilaskentaa hyväksi käyttäen.

## 6.4.2 Linkittyminen opetussuunnitelman perusteisiin

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2014 matematiikan tavoitteisiin liittyvissä keskeisissä sisältöalueissa vuosiluokilla 7–9 on yhtenä sisältönä tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys. Opetussuunnitelman mukaan tavoitteena on tilastollisen tiedon analysointi, jota pehmopapereiden kulutuksen diagrammeja tarkastelemalla kehitetään. Tilastollisen tiedon analysoinnin lisäksi tilastosisällön tavoitteissa on harjoitella määrittämään frekvenssi. [42, s. 376]

Opetussuunnitelman perusteissa matematiikan tavoitteissa lukujen ja laskutoimitusten sisältöalueissa on esillä prosentti-käsite. Opetussuunnitelman mukaan tavoitteena on varmistaa prosentin käsitteen ymmärtäminen. Prosenttiosuuden laskemista ja prosenttiluvun osoittaman määrän laskemista kokonaisuudesta harjoitellaan. Lisäksi opetussuunnitelman mukaan harjoitellaan muun muassa vertailuprosentin laskemista. [42, s. 375]

Projekti pohjautuu opetussuunnitelman perusteisiin vahvasti myös tieto- ja viestintäteknologian hyödyntämisellä: projektissa tilastollisesta kyselytutkimuksesta tuotetaan taulukkolaskentaohjelmalla diagrammi [42, s. 376]. Projektissa toteutuu myös toiminnallisuus oppilaiden toteuttaessa kyselytutkimusta. Opetussuunnitelman mukaan toiminnallisuus on keskeinen osa matematiikan opetusta ja opiskelua [42, s. 374].

Opetussuunnitelman mukaan opetuksen on ohjattava oppilaita ymmärtämään paremmin ympäröivää yhteiskuntaa. Projekti linkittääkin oppilaan pehmopapereiden kulutuksen myötä koko yhteiskuntaan [42, s. 374]. Lisäksi opetussuunnitelman perusteiden korostama eheyttäminen ja laaja-alainen osaaminen toteutuvat, kun projekti on mahdollista toteuttaa aiheen näkökulmasta riippuen biologian tai maantiedon oppitunneilla [42].

## 6.4.3 Matemaattinen tausta

Aluksi luvussa käsitellään tilastollisista peruskäsitteistä tilasto, perusjoukko, tilastoyksikkö, tilastollinen muuttuja ja frekvenssi. Peruskäsitteistön jälkeen esitellään tilastollisen aineiston esittäminen.



## Tilastollisia peruskäsitteitä

**Tilasto** tarkoittaa johonkin joukkoon liittyvää numeerista informaatiota, joka saadaan yhdistelemällä joukon yksittäisiin alkioihin liittyviä tietoja [40, s. 99]. Tilasto on siis yhteenvedo lukuisten yksittäisten tapausten pohjalta. Tilastoissa esiintyvä tieto esitetään joko taulukoiden tai kuvioiden muodossa. [59, s. 15]

**Perusjoukko**  $E$  on tutkimuksen kohteena oleva joukko ja se muodostuu niistä **tilastoyksiköistä** tai **yksilöistä**, joista tietoa halutaan. Tilastoyksiköt eli tutkimusobjektit ovat perusjoukon alkioita [65, s. 7]. Tutkimuksen perusjoukko vaihtelee tutkimuksesta riippuen, mutta yleensä tutkimuksessa käytetyt joukot ovat ihmisten muodostamia. Tällöin tutkimuksen kohteena voivat olla esimerkiksi ihmisten mielipiteet, asenteet tai käyttäjäkokemukset. [40, s. 99]

Tilastoyksiköiden ominaisuuksia kutsutaan **tilastollisiksi muuttujiksi** [65, s. 7]. Tilastollisen muuttujan arvoa vastaava **frekvenssi**  $f$  ilmaisee, kuinka monta kertaa kyseinen arvo esiintyy tilastossa [26, s. 8].

## Tilastollisen aineiston esittäminen

Tilastollisen datan esittämisessä käytetään erilaisia asteikkoja: luokittelu-, järjestys-, välimatka- ja suhdeasteikkoa. **Luokitteluasteikossa** tilastoyksiköt voidaan luokitella, mutta luokkia ei pystytä mielekkäästi asettamaan järjestykseen. **Järjestys- eli ordinaaliasteikossa** puolestaan tilastollisen muuttujan arvot voidaan järjestää mielekkäästi. Kuitenkin eri luokille annetuilla numeroarvoilla ei voi suorittaa järkevää aritmeettisiä laskutoimituksia. Luokitteluasteikkoa noudattava tilastollinen muuttuja on esimerkiksi sukupuoli ja järjestysasteikkoa noudattava tilastollinen muuttuja on esimerkiksi sotilasarvo. [65, s. 7]

Otos on mahdollista esittää graafisesti erilaisina diagrammeina. Luokittelu- ja järjestysasteikon esittämiseen käytetään usein **pylväsdiagrammia**. Luokittelu- ja järjestysasteikoilla voidaan käyttää myös **sektoridiagrammia**. Sektorin pinta-ala kuvaa tarkasteltavan luokan frekvenssiä. [65, s. 10–15]

**Välimatka-asteikossa** tilastollisen muuttujan arvot voidaan luokitella ja asettaa järjestykseen. Lisäksi arvojen erotukset voidaan tulkita numeerisesti. Välimatka-asteikossa ja **suhdeasteikossa** on kaikki samat ominaisuudet, mutta suhdeastei-

kossa lisäksi tilastollisen muuttujan arvojen suhteet ovat järkeviä. Suhde–asteikossa on myös nollakohta. Esimerkkinä suhde–asteikosta on keltineinä ilmaistu lämpötila ja välimatka–asteikosta celsiusina ilmaistu lämpötila. [65, s. 7]

Välimatka– ja suhdeasteikoilla käytetään usein **frekvenssihistogrammia**. Se muistuttaa hyvin vahvasti pylväsdiagrammia ja kirjallisuudessa pylväsdiagrammia käytetäänkin histogrammin synonyymina. Histogrammissa pylväät on piirretty rajatta yhteen tai pylväät sivuavat toisiaan. [65, s. 14–15]

**Viivadiagrammia** käytetään tarkasteltaessa tilastollisen muuttujan muutosta tietynä ajanjaksona. Esimerkiksi lapsen painon muutosta ensimmäisten vuosien aikana kuvataan viivadiagrammilla. [26, s. 15]

#### 6.4.4 Edut ja haasteet

Projektissa on kokonaisuudessaan linkittynyt hyvin monta eri opetus suunnitelman tavoitteissa esiintyvää edistyksestä asiaa. Projekti sisältää useampaa eri matematiikan aihealuetta, jolloin oppilaat oppivat ymmärtämään matematiikkaa enemmän kokonaisuutena. Projektissa toteutuu laaja–alaisuus ja eheyttäminen ja projekti on mahdollista yhdistää esimerkiksi biologian tai maantiedon oppitunneille. Projekti linkittyy vahvasti yhteiskuntaan ja oppilaiden arkielämään, joka voidaan kokea hyvin motivoivana tekijänä. Myös tieto– ja viestintäteknologiset taidot kehittyvät tuottaessa diagrammi taulukkolaskentaohjelmaa käyttäen. Projektissa tehdään myös oma kysely tutkimus, joka tuo osaltaan projektiin uutta ulottuvuutta. Kokonaisuudessaan projektin etuna on sen monipuolisuus, jossa oppilaat pääsevät toteuttamaan monen eri alan osaamistaan.

Projektin haasteena on mahdollisesti se, että se on tehtävänantona hyvin pitkä lukuisine apukysymyksineen. Se saattaa toimia motivaatiota laskevana tekijänä. Monen lisäkysymyksen myötä projekti saattaa tuntua myös hieman sekavalta. Haasteeksi saattaa muodostua myös oppilaiden vajaat taidot taulukkolaskentaohjelmiston käytössä, jolloin opettajalta kuluu paljon aikaa ohjeistukseen.

### 6.5 Projekti sijoittamisen kannattavuudesta Metsä Groupiin

Projekti sijoittamisen kannattavuudesta Metsä Groupiin käsittelee matemaattiselta taustaltaan tilastomatematiikkaa ja keskeisimpiä tilastollisia tunnuslukuja, joita

esitellään luvussa 6.5.3. Matemaattisen taustan lisäksi seuraavissa luvuissa käsitellään projektin kuvaus, projektin pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin sekä kyseisen projektin edut ja haasteet. Projekti on liitteenä G.

### 6.5.1 Kuvaus projektin sisällöstä

Projektin pääongelmana tulee selvittää, onko Metsä Groupiin sijoittaminen kannattavaa. Sijoittamisen kannattavuutta pohditaan osakkeiden ja osinkojen hintojen perusteella.

Pääongelman ratkaisun selvittämiseksi on tärkeää ymmärtää osake ja osinko käsitteenä. Apukysymys alussa johdattelee pohtimaan, mitä osake ja osinko tarkoittavat. Lisäksi Kauppalehden internetsivuilta tarkastellaan Metsä Boardin kurssigraafia, jonka avulla voidaan selvittää yhden osakkeen hinta tällä hetkellä sekä tutkia osakkeen hinta eri ajanhetkillä. Oppilaiden kurssigraafin lukutaidon harjaannuttamiseksi ja osakkeen hinnan muutoksen ymmärtämiseksi oppilaille on useita apukysymyksiä:

- Mikä oli osakkeen hinta syyskuun alussa vuonna 2016?
- Milloin osakkeen hinta oli korkeimmillaan viimeisen vuoden aikana ja mikä osakkeen hinta tällöin oli?
- Miten osakkeen hinta on muuttunut vuoden 2016 alusta lähtien?

Osakkeen hintojen tarkastelun lisäksi tarkastellaan Metsä Boardin osinkohistoriaa Kauppalehden internetsivuja hyväksi käyttäen. Apukysymyksinä osinkojen osalta tulee tarkastella, kuinka paljon osakkeenomistaja sai rahaa osinkoina yhtä osaketta kohden vuonna 2015. Lisäksi oppilaiden tulee tarkastella apukysymyksenä, miten osinkojen jako yhtä osaketta kohden on muuttunut vuodesta 2012 lähtien.

Lopuksi osinkohistoriasta eli tilastoyksiköistä tulee laskea viimeisen 20 vuoden ajalta yhtä osaketta kohden maksettujen osinkojen keskiarvo, moodi ja mediaani. Keskeisimmät tilastolliset tunnusluvut tulee laskea myös taulukkolaskentaohjelmalla. Taulukkolaskentaohjelmaa tulee käyttää hyväksi piirrettäessä kuvaajaa yhtä osaketta kohden maksetusta osingosta ajan funktiona. Kyseisen kuvaajan avulla oppilaat pystyvät paremmin ymmärtämään osinkojen muutoksen ja Metsä Boardiin sijoittamisen kannattavuuden.

## 6.5.2 Linkittyminen opetussuunnitelman perusteisiin

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2014 matematiikan tavoitteisiin liitetyissä keskeisissä sisältöalueissa vuosiluokilla 7–9 on yhtenä sisältönä tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys. Opetussuunnitelman mukaan tavoitteena on tilastollisen tiedon analysointi, jota osakkeiden kurssigraafia tarkastelemalla kehitetään. Lisäksi opetussuunnitelman tavoitteissa esiintyy keskiarvon ja tyyppiarvon eli moodin ymmärtämisen varmistuminen. Lisäksi opetussuunnitelman tavoitteiden mukaan tulee harjoitella määrittämään mediaani. [42, s. 376]

Kuvaajan piirtäminen taulukkolaskentaohjelmistolla tukee myös monelta osin perusopetuksen opetussuunnitelman perusteita 2014. Opetussuunnitelman matematiikan tavoitteissa on erilaisten diagrammien tuottaminen. Lisäksi oppimisympäristöihin ja työtapoihin liittyvät tavoitteet tukevat kuvaajien tuottamista. Opetussuunnitelman mukaan oppilaita rohkaistaan käyttämään ajattelua tukevia piirroksia ja välineitä. Lisäksi opetussuunnitelman mukaan tieto- ja viestintäteknologiasta esimerkiksi taulukkolaskentaa hyödynnetään oppimisen ja tuottamisen välineenä. [42, s. 376]

Matematiikan päättöarvioinnin kriteerit hyvälle osaamiselle (arvosana 8) oppimäärän päättyessä edellyttävät tieto- ja viestintäteknologian hallintaa. Täyttääkseen hyvän osaamisen kriteerit oppilaan tulee osata soveltaa tieto- ja viestintäteknologiaa matematiikan opiskelussa. Lisäksi matematiikan päättöarvioinnin kriteerit hyvälle osaamiselle oppimäärän päättyessä edellyttävät myös tilastollisten tunnuslukujen hallintaa: ”Oppilas hallitsee keskeiset tilastolliset tunnusluvut ja osaa antaa niistä esimerkkejä. [42, s. 378–379]

## 6.5.3 Matemaattinen tausta

Projektin matemaattinen tausta on tilastomatematiikkaa. Tilastomatematiikka on tilastodatan analysointia matemaattisin keinoin [48]. Tässä luvussa käsitellään tilastomatematiikkaa niiltä osin, kuin se on tämän projektin kannalta oleellista.

### Peruskäsitteitä

Tilastolliset peruskäsitteet, kuten perusjoukko ja tilastoyksikkö, on määritelty luvussa 6.4.3. Laajennetaan tässä luvussa vielä perusjoukkoon liittyvien käsitteiden

tuntemusta. Perusjoukko on **diskreetti**, jos perusjoukon yksiköiden lukumäärä on äärellinen tai numeroituvasti äärellinen. Muussa tapauksessa perusjoukko on **jatkuva**. Tutkittaessa perusjoukon alkioiden jotain ominaisuutta, luotettavin tulos saadaan tarkastelemalla jokainen alkio erikseen. Se ei kuitenkaan usein ole mahdollista perusjoukon suuren koon vuoksi. Tällöin tutkitaan vain osaa perusjoukosta ottamalla siitä **otos**. Otoksen valitsemista perusjoukosta kuvataan **otannalla**. [40, s. 99] Kokonaistutkimuksessa tutkitaan koko perusjoukkoa [65, s. 7]. Sijoittamisen kannattavuus Metsä Groupiin –projektissa perusjoukkona on osinkojen jaon suuruus.

### Keskeisimmät tilastolliset tunnusluvut

**Sijaintiluvut** kuvaavat sitä, mihin kohtaan suuri osa muuttujan arvoista on sijoittunut. Lyhyesti voidaan sanoa, että sijaintiluvut kuvaavat jakauman sijaintia. [41, s. 61] Sijaintiluvuista käsitellään tässä luvussa moodi, mediaani ja aritmeettinen keskiarvo. **Hajontaluvut** puolestaan kuvaavat havaintoarvojen jakautumista tai leviämistä jonkin keskiluvun ympärille. Useimmiten hajontaluvut kuvaavat muuttujan arvojen jakautumista keskiarvon ympärille. [41, s. 66]

**Moodi** eli tyyppiarvo ilmaisee jakaumassa useimmiten esiintyvän havaintoarvon [41, s. 61]. Moodi voidaan esittää myös frekvenssin eli esiintymistiheyden avulla: moodi on luokka tai muuttujan arvo, jonka frekvenssi on suurin [59, s. 78]. Jos jakaumasta otetaan satunnaisesti yksi arvo, niin todennäköisimmin tulee valituksi juuri moodi [41, s. 61]. Moodiin eivät vaikuta äärimmäiset havaintoarvot. Sen vuoksi keskilukuna moodi soveltuu käytettäväksi moniin tilanteisiin aritmeettista keskiarvoa paremmin. [61, s. 121]

**Mediaani** ilmaisee suuruusjärjestykseen asetetun aineiston tai jakauman keskimäistä havaintoa [59, s. 78].

Havaintoarvot ovat  $x_1, x_2, \dots, x_n$  ja suuruusjärjestykseen asetetut havaintoarvot ovat  $x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(n)}$ . Tällöin suuruusjärjestykseen asetetuista arvoista mediaani [41, s. 61–62] on

$$md = x_{(\frac{n+1}{2})}.$$

Toisin sanoen puolet aineiston havainnoista ovat suurempia kuin mediaani ja puolet havainnoista ovat pienempiä. [41, s. 61] Mikäli aineistossa on parillinen määrä havaintoja, mediaaniksi valitaan lähinnä keskikohtaa olevien arvojen aritmeettinen keskiarvo. [61, s. 122]

**Aritmeettinen keskiarvo**  $\bar{x}$  on otoksen alkioiden eli havaintoarvojen keskimääräinen suuruus.

Lukujen  $x_i$  aritmeettinen keskiarvo on

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

jossa  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ . Frekvenssin avulla määriteltynä aritmeettinen keskiarvo [40, s. 99] on

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k f_i x_i,$$

missä  $n$  on kaikkien havaintojen lukumäärä.

Keskiarvo ei aina anna tarkkaa ja oikeaa kuvaa jakaumasta. Tällainen tapaus on kyseessä silloin, kun havaintoarvojen joukossa on yksikin muista arvoista suuresti poikkeava arvo. Keskiarvo on hyvin herkkä poikkeaville havainnoille, minkä vuoksi mediaani ja moodi ovat monissa tilanteissa suositeltavimpia tunnuslukuja tilastollisen aineiston tulkinnessa. [61, s. 123]

#### 6.5.4 Edut ja haasteet

Projektin suurena etuna on tieto- ja viestintäteknologian hyödyntäminen monella alueella. Tietoa etsitään Kauppalehden nettisivuilta ja taulukkolaskentaa käytetään apuna eri tilastollisten tunnuslukujen laskemisessa. Taulukkolaskentaohjelmistolla tuotetaan myös kuvaaja. Tieto- ja viestintäteknologian käyttöä tukee perusopetuksen opetussuunnitelma monelta osin. Tietoteknologista osaamista vaatii myös tulevaisuuden työelämä.

Toisaalta haasteena saattaa olla tieto- ja viestintäteknologian käyttäminen opetuksessa. Oppilailla on internetin myötä rajaton mahdollisuus tiedon etsintään, opetuksen kannalta myös opetukseen kuulumattoman tiedon selailuun. Opettajan haasteet-

na on saada oppilaat keskittymään juuri projektin tekemiseen internetissä selailun sijaan. Toisaalta haasteena saattaa olla taulukkolaskennan hyödyntäminen projektissa, mikäli taulukkolaskenta ei ole oppilaille ennestään tuttu väline. Jos oppilaat eivät ole aiemmin lainkaan tutustuneet taulukkolaskentaohjelmaan, saattaa sen käyttämisen ohjaaminen viedä paljon aikaa ja resursseja opettajalta, jolloin opettajan antama aika muille oppilaille vähenee huomattavasti.

Etuna on myös se, että projekti linkittyy selkeästi yhteen yläkoulussa käsiteltävään matematiikan osa-alueeseen tilastomatematiikan osalta. Tällöin projekti on mahdollista ottaa tilastomatematiikan opetuksen yhteyteen matematiikan oppitunnilla. Se helpottaa myös yläkoulun tiukkaa aikataulutusta. Lisäksi projektin tärkeänä etuna on eheyttämisen toteutuminen ja laaja-alaisen osaamisen kehittäminen. Projekti on mahdollista toteuttaa yhteiskuntaoppiin linkitettynä.

## 7. KEHITTÄMISTUTKIMUKSEN TULOKSET JA ANALYYSI

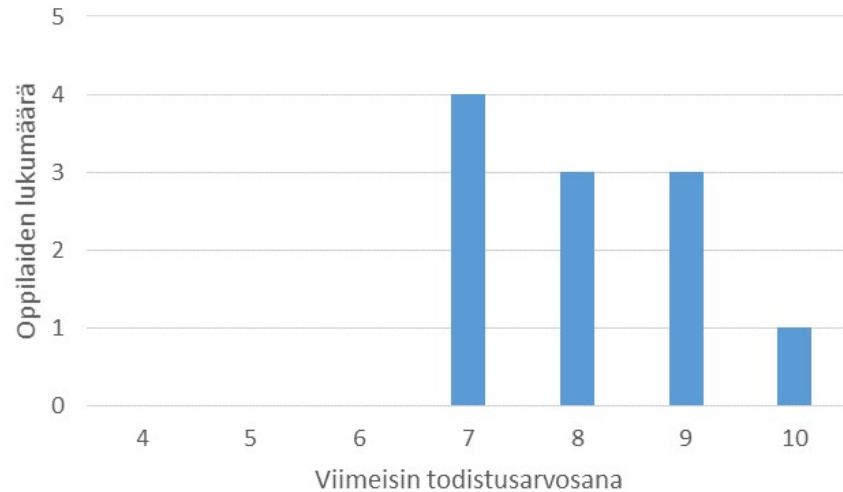
Kehittämistutkimuksen tuloksissa ja analyysissa tarkastellaan projektioppimista oppilaan ja opettajan näkökulmasta. Oppilaan näkökulmasta käsitellään tarkemmin oppilaiden suhtautumista projektioppimiseen, matematiikan oppimista projektioppimisessa ja työnjakoa projektityöskentelyssä. Lopuksi tuloksissa käsitellään toteutetun yritysysteistyöprojektin tulokset ja arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta. Tulokset on kerätty pääasiassa kyselylomakkeilla, mutta myös havainnointia on käytetty.

### 7.1 Projektioppiminen oppilaan näkökulmasta

Kyselyyn vastasi yhteensä 11 oppilasta. Se oli 100 % oppilaista, jotka olivat mukana viimeisellä tutkimusta käsittelevällä oppitunnilla. Tutkimukseen mukaan hyväksyttiin kaikki kyselyn valmiiksi saattaneet 11 vastausta.

Kyselyn alussa kysyttiin taustatietoja oppilaista. Kyselyyn vastanneista oppilaista 9,1 % ( $n = 1$ ) on tyttöjä ja 90,9 % ( $n = 10$ ) on poikia. Koska tutkimukseen osallistui hyvin vähän tyttöjä, on merkityksetöntä vertailla projektioppimista tyttöjen ja poikien välillä. Jakauma oppilaiden viimeisimmästä todistusarvosanasta matematiikassa on esitetty kuvassa 7.1.





**Kuva 7.1** Kyselyyn osallistuneiden oppilaiden jakauma matematiikan viimeisimmästä todistusarvosanasta.

Kuvan 7.1 mukaan oppilaista neljä ylsi arvosanaan 10 tai 9 eli erinomaiseen tai erittäin hyvään arvosanaan viimeisimmässä matematiikan todistusarvosanassa. Oppilaista seitsemän sai arvosanan 8 tai 7 eli hyvän tai tyydyttävän arvosanan matematiikassa. Myöhemmin tuloksissa esiintyvä oppilaiden osaamistaso perustuu nimenomaan oppilaiden viimeisimpään matematiikan todistusarvosanaan. Kokonaisuudessaan ryhmä oli varsin hyvin matematiikassa menestynyt, sillä heikoimpia arvosanoja ei esiintynyt lainkaan.

### 7.1.1 Suhtautuminen projektioppimiseen

Kyselyn mukaan suurin osa oppilaista suhtautuu myönteisesti projektioppimiseen, sillä 63,6 % ( $n = 7$ ) oppilaista ilmoitti pitävänsä projektityöskentelystä. Oppilaiden osaamistason ja projektioppimiseen suhtautumisen välistä yhteyttä on kuvattu ristiintaulukoinnilla taulukossa 7.1.

**Taulukko 7.1** Osaamistason ja väittämän 4a (Pidin projektityöskentelystä) välinen ristiintaulukointi, jossa  $n = 11$ .

Oppilaiden osaamistaso		Väite 4 a	
		Eri mieltä	Samaa mieltä
Erinomainen tai erittäin hyvä	n	1	3
	%	9,1 %	27,3 %
Hyvä tai tyydyttävä	n	3	4
	%	27,3 %	36,4 %

Taulukosta 7.1 on pääteltävissä, että osaamistasoltaan hyvät ja tyydyttävät oppilaat eivät pitäneet projektityöskentelystä yhtä paljon kuin erinomaisesti ja erittäin hyvin menestyneet oppilaat. Hyvän tai tyydyttävän osaamistason oppilaista lähes puolet 42,9 % oli eri mieltä ”Pidin projektityöskentelystä” – väitteen kanssa. Erinomaisesti tai erittäin hyvin menestyneistä oppilaista jopa 75 % oli samaa mieltä väitteen 4a kanssa.

Kyselylomakkeiden avointen kysymysten vastausten mukaan oppilaat pitivät projektioppimisessa erityisesti ryhmässä työskentelystä. Avoimeen kysymykseen ”Mistä asioista pidit projektityöskentelystä?” vastasi oppilaista kuusi yhdestätoista ryhmässä työskentelyn. Kyseiseen avoimeen kysymykseen tuli useita vastauksia ryhmätyöskentelyyn liittyen:

”Oli kivaa työskennellä ryhmässä.”

”Sai työskennellä ryhmässä.”

”Kavereiden kanssa on kiva työskennellä.”

”Ei tarvinnu tehdä kaikkea itse.”

”Sai tehdä projektia ryhmissä eli ei tarvinnu yksin miettiä mitä kaikkea siihen tulee.”

Ryhmässä työskentelyn lisäksi muita oppilaiden pitämiä asioita projektioppimisessa olivat projektiin liittyvä tiedon etsintä ja vapaus valita itseään eniten kiinnostava

projekti. Oppilaat pitivät siitä, että tieto ei ollut niin helposti löydettävissä, vaan tieto löytyi esimerkiksi internetistä lukuisilta eri sivustoilta. Oppilaiden mukaan projektin tekeminen toi myös mukavaa vaihtelua oppitunteihin.

Avoin kysymys ”Mistä asioista et pitänyt projektityöskentelyssä?” jäi aiempaa avointa kysymystä ”Mistä asioista pidit projektityöskentelystä?” tyhjemmäksi. Alle puolet (45,5 %) oppilaista jättivät kyseisen kohdan täysin tyhjäksi. Lisäksi kuudesta vastauksesta suurin osa liittyi juuri heidän tekemäänsä projektiin tai itse oppimistilanteeseen eikä niinkään projektiooppimiseen yleisesti. Projekteihin liittyen kaksi oppilasta oli sitä mieltä, että aihe ei ollut kiinnostava. Yksi oppilaista puolestaan ei pitänyt siitä, että työrauha ei pysynyt yllä. Eräs oppilas ei pitänyt projektioppimisesta sen takia, että hänen mielestään yksimielisyyteen oli välillä hankala päästä.

## 7.1.2 Matematiikan oppiminen

Aluksi käsitellään oppimisen tuloksia matematiikan opiskeluun motivoinnin kautta. Lisäksi tässä luvussa käsitellään tuloksia matematiikan oppimisesta vertaamalla projektioppimista perinteiseen opettajajohtoiseen opetukseen.

Kyselyn mukaan projektityöskentely ei motivoinut oppilaita matematiikan opiskeluun. Tuloksista on esitetty taulukko 7.2, jonka mukaan väitteen ”Projektityöskentely motivoi minua matematiikan opiskeluun” kanssa eri mieltä oli suurin osa (72,7 %) oppilaista. Oppilaiden osaamistasolla ei ollut tilastollista merkitystä sen kanssa, motivoiko projektityöskentely paremmin vai huonommin matematiikan opiskeluun.

**Taulukko 7.2** Osaamistason ja väittämän 4b (Projektityöskentely motivoi minua matematiikan opiskeluun) välinen ristiintaulukointi, jossa  $n = 11$ .

Oppilaiden osaamistaso		Väite 4 b	
		Eri mieltä	Samaa mieltä
Erinomainen tai erittäin hyvä	n	3	1
	%	27,3 %	9,1 %
Hyvä tai tyydyttävä	n	5	2
	%	45,5 %	18,2 %

Oppilaiden motivointiin saattaa vaikuttaa se, että yläasteikäiset eivät keskimäärin ole kovin motivoituneita tai kiinnostuneita matematiikasta. Positiivista oli kuitenkin huomata se, että kyselyn mukaan suurin osa (63,6 %,  $n = 7$ ) oppilaista ymmärtää nyt paremmin, mihin matematiikkaa tarvitaan oppituntien ulkopuolella.

Kyselyn avulla selvitettiin matematiikan oppimista vertaamalla perinteistä opetusta projektioppimiseen. Taulukossa 7.3 ja 7.4 on esitetty ristiintaulukoimalla osaamistaso väitteiden 4 h ja 4 m kanssa. Väite 4 h on ”Opin matematiikkaa projektin aikana paremmin kuin tavallisella matematiikan tunnilla.” Väite 4 m on ”Opin matematiikkaa projektin aikana huonommin kuin perinteisellä matematiikan tunnilla.”

**Taulukko 7.3** Osaamistason ja väittämän 4h (Opin matematiikkaa projektin aikana paremmin kuin tavallisella matematiikan tunnilla) välinen ristiintaulukointi, jossa  $n = 11$ .

Oppilaiden osaamistaso		Väite 4 h	
		Eri mieltä	Samaa mieltä
Erinomainen tai erittäin hyvä	n	3	1
	%	27,3 %	9,1 %
Hyvä tai tyydyttävä	n	6	1
	%	54,5 %	9,1 %

**Taulukko 7.4** Osaamistason ja väittämän 4m (Opin matematiikkaa projektin aikana huonommin kuin perinteisellä matematiikan tunnilla) välinen ristiintaulukointi, jossa  $n = 11$ .

Oppilaiden osaamistaso		Väite 4 m	
		Eri mieltä	Samaa mieltä
Erinomainen tai erittäin hyvä	n	1	3
	%	9,1 %	27,3 %
Hyvä tai tyydyttävä	n	5	2
	%	45,5 %	18,2 %

Taulukon 7.3 mukaan suurin osa oppilaista (81,8 %) ei oppinut matematiikkaa pro-

jektin aikana paremmin kuin tavallisella matematiikan oppitunnilla. Tuloksen taustalla vaikuttaa varmasti se, että projektioppiminen on oppilaille varsin uusi opetusmenetelmä. Tällöin oppilaat eivät ole tottuneet kyseiseen opetusmenetelmään ja uusi tapa oppia asioita tuntuu jo itsessään haasteelliselta. Se puolestaan heijastuu tunteeseen, ettei matematiikkaakaan ole opittu kunnolla. Tilastollista eroa osaamistasoilla ei ollut havaittavissa.

Toisaalta taulukon 7.4 mukaan oppilaista reilu puolet (54,5 %) oli sitä mieltä, että ei oppinut matematiikkaa projektin aikana kuitenkaan huonommin kuin perinteisellä oppitunnilla. Vajaa puolet (45,5 %) oppilaista oli sitä mieltä, että oppi matematiikkaa projektin aikana huonommin kuin perinteisellä matematiikan oppitunnilla.

Oppilaiden osaamistasolla näyttää olevan osittain vaikutusta siihen, miten oppilaat kokevat oppivansa matematiikkaa projektin aikana. Taulukon 7.4 mukaan hyvistä tai tyydyttävistä oppilaista lähes puolet (45,5 %,  $n = 5$ ) olivat sitä mieltä, etteivät oppineet matematiikkaa projektin aikana huonommin kuin perinteisellä matematiikan tunnilla. Sen sijaan osaamistasoltaan erinomaisesti tai erittäin hyvin menestyneistä suurin osa oli sitä mieltä, että oppivat huonommin projektin aikana matematiikkaa kuin perinteisellä oppitunnilla.

Osaamistason eroon saattaa vaikuttaa yhtenä syynä se, että oppilaat oppivat eri tyylillä. Yläkoulussa erinomaisesti tai erittäin hyvin menestyneet ovat saattaneet oppia yhden hyväksi todetun tavan oppia ja menestyvät sillä. Kun opetusmenetelmää muutetaan, ei ”vanhaa” hyväksi todettua tapaa enää voida käyttää ja oppiminen saattaa kärsiä.

### 7.1.3 Työnjako

Työnjaon ja ryhmätyöskentelyn osalta oppilaiden tulokset olivat hyvin positiivisia. Oppilaista 80 % ( $n = 8$ ) oli samaa mieltä sen kanssa, että työnjako oman ryhmän sisällä oli tasapuolista. Oppilaista yksi jätti vastaamatta aiheutta koskevaan väittämään. Myös ryhmätyöskentely koettiin hyvin positiiviseksi asiaksi. Kaikki oppilaista (100 %) olivat sitä mieltä, että osallistuivat ryhmätyöskentelyyn mielellään ja uskalsivat toimia osana ryhmää. Taulukossa 7.5 on esitetty oppilaiden osaamistaso ja työnjaon tasapuolisuus ristiintaulukoinnilla.

**Taulukko 7.5** Osaamistason ja väittämän 4d (Työnjako oman ryhmän sisällä oli tasapuolista) välinen ristiintaulukointi, jossa  $n = 10$ .

Oppilaiden osaamistaso		Väite 4 d			
		Täysin eri mieltä	Osittain eri mieltä	Osittain samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
<b>Erinomainen tai erittäin hyvä</b>	<b>n</b>	2	0	2	0
	<b>%</b>	20 %	0 %	20 %	0 %
<b>Hyvä tai tyydyttävä</b>	<b>n</b>	0	0	2	4
	<b>%</b>	0 %	0 %	20 %	40 %

Taulukon 7.5 mukaan oppilaiden osaamistasolla on merkitystä oppilaiden kokemaan tasapuoliseen työnjakoon. Erinomaisesti ja erittäin hyvin menestyneet oppilaat eivät kokeneet työnjakoa niin tasapuoliseksi kuin hyvin ja tyydyttävästi menestyneet oppilaat kokivat. Täysin eri mieltä väitteen 4 d kanssa oli kaksi ( $n = 2$ ) erinomaisesti tai erittäin hyvin menestyneistä oppilaista. Täysin samaa mieltä väitteen 4 d kanssa ei ollut yhtään erinomaisesti tai erittäin hyvin menestynyttä oppilasta. Sen sijaan neljä ( $n = 4$ ) hyvin tai tyydyttävästi menestynyttä oppilasta olivat täysin samaa mieltä, että ryhmän sisällä työnjako oli tasapuolista. Hyvin tai tyydyttävästi menestyneistä oppilaista 100 % olivat sitä mieltä, että työnjako ryhmän sisällä oli tasapuolista. Erinomaisesti tai erittäin hyvin menestyneistä oppilaista puolet (50 %) olivat sitä mieltä, että työnjako ei ollut tasapuolista ja puolet sitä mieltä, että työnjako oli tasapuolista.

Havainnoimalla ryhmiä työnjako vaikutti tasapuoliselta. Oppilaat eivät jakaneet työn eri osia eri oppilaille, vaan rakensivat projektia yhdessä kohta kohdalta. Havaittavissa ei ollut silmännähtävää epätasaista työnjakoa. Kyselyn perusteella oppilaat vaikuttivat kuitenkin kokeeneen asian hieman eri tavalla.

Otos on pieni, mutta kyseisen ryhmän osalta voidaan päätellä osaamistason vaikuttavan työnjaon tasapuolisuuden kokemiseen. Taustalla saattaa olla se, että erinomaisesti tai erittäin hyvin menestyneille oppilaille annetaan ryhmässä automaattisesti suurempi vastuu kuin muille ryhmän jäsenille. Tällöin kyseiset oppilaat saattavat kokea työnjaon olevan epätasaista. Hyvin tai tyydyttävästi menestyneet oppilaat saattavat helpommin jäädä taustalle, jos kokevat oman osaamisensa olevan riittä-

mätöntä projektin tekemiseen tai muihin ryhmän jäseniin nähden. Taustalle jääneet oppilaat todennäköisesti kokevat työnjaon silti tasapuolisemmaksi kuin enemmän ahertavat vastuun kantavat oppilaat.

Tuloksista on pääteltävissä, että tiettyjen projektiryhmien kohdalla työnjako ei toiminut. Esimerkiksi projektin neljä tekijät eivät olleet kovin tyytyväisiä työnjakoon, kun taas projektin viisi tekijät olivat täysin samaa mieltä, että työnjako ryhmän sisällä toimi. Työnjaon tasapuolisuus on hyvin pitkälle siis myös ryhmäkohtaista.

## **7.2 Projektioppiminen opettajan näkökulmasta**

Suunnittelemani yritysysteistyöprojektin piti ryhmälle heitä normaalisti opettava opettaja, jotta opetustilanne olisi mahdollisimman luonnollinen ja tulokset sitä myötä luotettavampia. Projektioppiminen oli ennestään opettajalle tuttua, sillä hän oli aiemmin kokeillut projektityöskentelyä matematiikan opetuksessa työpajan muodossa. Muutenkin opetuskokemusta on opettajalle karttunut, sillä hän on työskennellyt opettajan tehtävissä jo viiden vuoden ajan.

Yritysysteistyöprojektin toteuttamisen jälkeen opettajan suhtautuminen ja näkemys projektioppimiseen oli hyvin positiivinen. Opettaja oli täysin samaa mieltä väitteen kanssa, että projektin ohjeistaminen oli helppoa. Lisäksi opettaja oli täysin samaa mieltä, että hän koki projektityöskentelyn ohjaamisen innostavaksi itselleen. Kokonaisuudessaan projektin ohjaamista opettaja ei kokenut kovinkaan haasteelliseksi. ”Projektityöskentelyn ohjaaminen oli haastavaa”-väitteen kanssa opettaja oli osittain eri mieltä. Erityisen hyvänä asiana opettaja piti projektioppimisessa sitä, että oppilaat saivat suunnitella työskentelyn itsenäisesti. Ylimääräistä lisätyötä projekti ei vaikuttanut aiheuttavan opettajalle lainkaan. Opettajan mielipidettä saattaa kuitenkin hieman vääristää se, että opettaja sai käyttää lähes valmiiksi suunniteltuja projekteja.

Opettajan mielestä oppilaiden motivointi onnistui hyvin. Kuitenkin oppilaiden työnjaossa ja ryhmätyöskentelyssä olisi opettajan mukaan ollut hieman parantamisen varaa. Opettaja oli osittain eri mieltä ”Oppilaiden työnjako näytti tasaiselta ryhmien sisällä”-väitteen kanssa. Oppilaiden omatoimiseen ja itsenäiseen työskentelyyn opettaja oli tyytyväinen.

Yritysysteistyöprojektien haasteena opettaja pitää yhteistyöyritysten löytämistä.

Opettajan mielestä myös yhteisten aikataulujen sovittelussa on haasteensa: ”Vierailijan aikataulun sovittaminen tunnin ajankohtaan on työlästä. Pitää osata kysyä vierailijaa ajoissa, koska monikaan ei pääse lyhyellä varoitusajalla.” Hieman haasteelliseksi opettaja koki työskentelyn arvioinnin. Sopivan tasoisten projektien laadintaa opettaja ei pitänyt myöskään itsestään selvänä asiana. Kokonaisuudessaan opettaja oli kuitenkin niin tyytyväinen projektioppimiskokeiluun, että olisi valmis hyödyntämään projektioppimista matematiikan opetuksessaan myös jatkossa.

### 7.3 Yritysyhteistyöprojektin tulokset

Tässä luvussa tarkastellaan suunnittelemani ja toteuttamani yritysyhteistyöprojektin tuloksia. Projektin tuloksia käsitellään tarkastelemalla matematiikan tasoa, motivointia, virtuaalivierailua ja tulevaisuuden työelämää.

Suurin osa oppilaista piti projektin sisältämää matematiikan vaikeustasoa sopivana. Oppilaista 72,7 % ( $n = 8$ ) piti projektin sisältämää matematiikan vaikeustasoa sopivana ja loput oppilaista 27,3 % ( $n = 3$ ) liian helppona. Yhdenkään oppilaan mielestä matematiikan vaikeustaso ei ollut liian vaikea. Yllättävää oli, että hyvin tai tyydyttävästi menestyneistä oppilaista kaksi oli sitä mieltä, että projektin vaikeustaso oli liian helppo. Vain yksi erinomaisesti tai erittäin hyvin menestynyt oppilas piti projektin sisältämää matematiikan vaikeustasoa liian helppona. Väite 4p ”Projektin oli riittävän haastava” antaa samankaltaisia tuloksia projektin haastavuudesta kuin edellä kerrottiin. Oppilaista 63,6 % ( $n = 7$ ) piti tekemäänsä projektia riittävän haastavana ja 36,4 % ( $n = 4$ ) ei pitänyt.

Oppilaiden osaamistasoa enemmän projektien sisältämän matematiikan vaikeustason kokemiseen tulosten mukaan vaikutti itse projekti. Yksittäisiä projekteja tarkastellessa kaikki projektin viisi tekijät ( $n = 2$ ) olivat sitä mieltä, että projektin sisältämä matematiikan vaikeustaso oli liian helppo. Toisaalta projektin viisi tekijät kokivat tulosten mukaan aiheensa motivoivaksi ja hyvin kiinnostavaksi, jolla saattaa olla myös merkitystä projektin helppouteen. Kun aihe on kiinnostava ja motivoiva, saattaa projekti tuntua helpommalta.

Projektien vaikeustasoa opettaja piti hyvänä. Opettaja oli täysin samaa mieltä kyselylomakkeessa olevan seuraavan väitteen kanssa: ”Projektin matemaattinen vaikeustaso vaikutti sopivalta oppilaiden taitotasoon nähden”. Opettajan mukaan projekteissa oli hienosti yhdistetty käytäntöä, teoriaa ja vierailu. Projektiin onnistumi-



seen opettaja oli melkoisen tyytyväinen ja kehitysehdotuksena lisäisi hiukan vielä käytännön osuutta eli tutkimuksia.

Metsä Groupin virtuaalivierailu jakoi oppilaiden mielipiteitä. Virtuaalivierailusta kysyttiin kyselylomakkeen väitteessä 4 r seuraavaa: ”Metsä Groupin virtuaalivierailu oli mielenkiintoinen”. Väite jakoi oppilaat melko tasan kahteen ryhmään. Oppilaista 54,5 % ( $n = 6$ ) piti virtuaalivierailua mielenkiintoisena ja 45,5 % ( $n = 5$ ) ei pitänyt. Kuitenkin vain 27,3 % ( $n = 3$ ) oppilaista oli sitä mieltä, että projektin tekeminen oli mielenkiintoista vain koska yritys oli liitetty projektiin mukaan.

Oppilaiden mielipiteet virtuaalivierailun ja projektin suhteen olivat melko samoilla linjoilla: Oppilaat, jotka pitivät virtuaalivierailua mielenkiintoisena pitivät myös projektia motivoivana ja päinvastoin. Tuloksia on havainnollistettu ristiintaulukoinnilla taulukossa 7.6 .

**Taulukko 7.6** Väittämän 4n (Projekti oli motivoiva) ja väittämän 4r (Metsä Groupin virtuaalivierailu oli mielenkiintoinen) välinen ristiintaulukointi, jossa  $n = 11$ .

Väite 4 r		Väite 4 n	
		Eri mieltä	Samaa mieltä
Eri mieltä	n	4	1
	%	36,4 %	9,1 %
Samaa mieltä	n	3	3
	%	27,3 %	27,3 %

Taulukon 7.6 mukaan vajaa kolmasosa (27,3 %) piti sekä virtuaalivierailua mielenkiintoisena että projektia motivoivana. Reilu kolmasosa (36,4 %) oppilaista ei pitänyt virtuaalivierailua mielenkiintoisena eikä projektia motivoivana. Loput reilu kolmasosa oppilaista eivät pitäneet joko virtuaalivierailua mielenkiintoisena tai projektia motivoivana.

Vaikka noin puolet oppilaista ei pitänyt virtuaalivierailua mielenkiintoisena, silti se auttoi lähes kaikkia oppilaita ymmärtämään koulussa opittujen taitojen merkityksen tulevaisuuden työelämässä. Asia oli erityisen positiivinen, sillä juuri tulevaisuuden työelämään tutustuttaminen oli yksi perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden 2014 tavoite. Tutkimuksen mukaan oppilaista 72,7 % ( $n = 8$ ) ymmärsi

paremmin virtuaalivierailun jälkeen, mihin koulussa opittuja taitoja tarvitaan tulevaisuuden työelämässä.

## 7.4 Luotettavuuden arviointi

Tutkimuksen luotettavuutta kuvataan validiteetin ja reliabiliteetin käsitteillä. Validiteetti tarkoittaa sitä, kuinka hyvin käytetty mittari soveltuu mitattavan asian mittaamiseen. Validiteetti jaetaan sisäiseen ja ulkoiseen validiteettiin. Reabiliteetti viittaa tutkimuksen toistettavuuteen ja sillä tarkoitetaan menetelmän tai mittauksen kykyä antaa sattumanvaraisia tuloksia. [39, s. 64–65]

Tutkimuksen ulkoisella validiteetilla kuvataan tutkimuksen yleistettävyyttä eri ryhmiin [39, s. 64–65]. Tutkimuksen käytetyn aineiston muodosti 11 oppilasvastausta ja yksi vastaus opettajalta. Sen vuoksi tuloksia on syytä käsitellä suuntaa antavina eikä tutkimuksen tuloksia voida yleistää. Lisäksi kaikki oppilaiden vastaukset ovat yhdeksännen vuosiluokan vastauksia, jolloin kattavaa kuvaa koko yläkoulun projektioppimisen tuloksista ei saada. Eskolan ja Suorannan [13, s. 62] mukaan laadullisessa tutkimuksessa otannan koolla ei ole välitöntä vaikutusta tai merkitystä tutkimuksen onnistumisen kannalta, sillä laadullisessa tutkimuksessa ei pyritäkään tilastollisiin yleistyksiin.

Tutkimuksen sisäinen validiteetti kuvaa tutkimuksen omaa luotettavuutta. Sisäistä validiteettia tutkiessa tarkastellaan, ovatko tutkimuksessa käytetyt käsitteet tarkasteltavan ilmiön hyvin kattavia, teorian mukaisia ja huolellisesti operationalisoituja. [39, s. 64–65] Laadullisen aineiston kokoa voidaan pitää suhteellisen riittävänä, sillä kyselylomakkeiden vastauksissa tapahtui saturaatiota eli aineiston kylläntymistä. Kvantitatiivista aineistoa kerättiin kyselylomakkeilla.

Tutkimuksen validiteettia on lisätty käyttämällä aineistotriangulaatiota eli yhdistämällä tutkimuksessa useampaa aineistoa. Tutkimukseen kerättiin aineistoa havainnoimalla ja kyselylomakkeilla. Kyselylomake on laadittu teorian pohjalta. Kyselylomake sisälsi avoimia ja suljettuja kysymyksiä, mikä lisää aineiston monipuolisuutta ja luotettavuutta. Ennen projektien valmistamista perehdyttiin myös huolella alan kirjallisuuteen ja aiempiin tehtyihin tutkimuksiin.

Tutkimuksen reliabiliteettiin vaikutettiin aineiston huolellisella käsittelyllä aineiston keräämisestä lähtien. Aineistoa käsiteltiin huolellisesti ja tarkoin: koodaus ja

numeerisen aineiston käsittely tehtiin huolellisesti. Kyselylomakkeessa kiinnitettiin huomiota sen helppoon ja yksiselitteiseen ymmärtämiseen. Projektioppimisen sijasta kyselylomakkeissa käytettiin projektityöskentely-sanaa, sillä projektioppiminen-käsite saattaisi sekoittaa vastaajat vain itse oppimisprosessiin. Huolellisesti suunnitelluista sanavalinnoista huolimatta vastaajat ovat saattaneet ymmärtää kysymykset väärin tai vastata muutoin epärehellisesti, mikä heikentää tutkimuksen reabiliateettia.

## 8. YHTEENVETO JA KEHITTÄMISMAHDOLLISUUDET

Uusi perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014 on julkaistu ja se tulee porrastetusti voimaan lähivuosina yläkoulun osalta. Opetussuunnitelman luomiin uudistuksiin haluttiin tarttua. Tässä diplomityössä pyrittiin hyödyntämään opetussuunnitelman tavoitteita vahvasti tukevaa opetusmenetelmää. Uuden perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2014 ja projektioppimisessa korostuvat pitkäjänteinen työskentely, yhteistyö- ja vuorovaikutustaidot, ongelmakeskeisyys, tieteen- ja taidonalojen integrointi sekä tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen. Täten monen yhteisen tekijän summana projektioppiminen oli luonnollinen valinta opetusmenetelmäksi.

Uusi opetussuunnitelma korostaa myös työelämätaitoja ja yrittäjyyttä, jonka vuoksi mukaan projektiin hankittiin yhteistyöyritys. Yhteistyöyrityksenä toimi Metsä Group ja tarkemmin Metsä Tissue. Yritysyhteistyöprojekti koostui viidestä eri projektista, jotta tulosten jakaminen ryhmän kesken olisi mielekkäämpää, kun jokaisella ryhmällä on eri projekti. Metsä Tissue valmistaa pehmopapereita, joten projektien pääteemaksi nousi pehmopaperit. Yksittäisten projektien teemoina olivat wc-paperin ja talouspaperin geometria, pehmopapereiden imukyky, pehmopapereiden kulutus ja sijoittamisen kannattavuuden tutkiminen Metsä Groupiin.

### 8.1 Tutkimuksen keskeiset tulokset

Tutkimuksessa havaittiin, että suurin osa oppilaista suhtautuu myönteisesti projektioppimiseen. Osaamistasoltaan erinomaisesti tai erittäin hyvin menestyneet oppilaat pitivät projektioppimisesta keskimäärin enemmän kuin hyvin tai tyydyttävästi menestyneet oppilaat. Oppilaat pitivät projektioppimisessa erityisesti ryhmässä työskentelystä. Myös opettajan suhtautuminen ja näkemys projektioppimisesta oli hyvin positiivinen yritysyhteistyöprojektin toteuttamisen jälkeen.

Oppilaiden matematiikan oppimisessa ei koettu kovin suuria onnistumisen hetkiä. Kehittämistutkimuksessa suurin osa oppilaista oli sitä mieltä, etteivät oppineet matematiikkaa projektin aikana paremmin kuin tavallisella oppitunnilla. Toisaalta oppilaat eivät vaikuttaneet oppivan matematiikkaa projektin aikana huonomminkaan kuin perinteisellä oppitunnilla. Reilu puolet oppilaista oli sitä mieltä, että ei oppinut matematiikkaa huonommin kuin perinteisellä oppitunnilla.

Oppilaiden osalta työnjaon ja ryhmätyöskentelyn tulokset olivat positiivisia. Kyseilyn mukaan oppilaista kaikki osallistuivat ryhmätyöskentelyyn mielellään ja suurin osa oppilaista piti oman ryhmän työnjakoa tasapuolisena. Osaamistasolla oli vaikutusta tässä projektissa sen verran, että erinomaisesti ja erittäin hyvin menestyneet oppilaat eivät kokeneet työnjakoa niin tasapuoliseksi kuin hyvin ja tyydyttävästi menestyneet kokivat. Työnjaon tasapuolinen toteutuminen on projektioppimisessa ollut keskeisen kritiikin kohteena. Opettaja kokikin oppilaiden työnjaossa ja ryhmätyöskentelyssä olevan parantamisen varaa, sillä oppilaiden työnjako ei näyttänyt opettajan mielestä tasaiselta ryhmien sisällä.

Yritysyhteistyöprojektin matematiikan vaikeustaso oppilaat pitivät erittäin sopivana. Suurin osa oppilaista oli sitä mieltä, että tekemänsä projektin sisältämä matematiikan vaikeustaso oli sopiva. Liian helppona projektina pidettiin ainoastaan projektia viisi. Myös opettaja piti projektien vaikeustaso sopivana. Sen sijaan virtuaalivierailu jakoi oppilaiden mielipiteitä, sillä noin puolet oppilaista piti virtuaalivierailua mielenkiintoisena ja puolet ei. Oppilaat, jotka pitivät virtuaalivierailua mielenkiintoisena pitivät myös projektia motivoivana ja päinvastoin. Vaikka noin puolet oppilaista ei pitänyt virtuaalivierailua mielenkiintoisena, silti se auttoi lähes kaikkia oppilaita ymmärtämään koulussa opittujen taitojen merkityksen tulevaisuuden työelämässä.

Tutkimuksen otos on hyvin pieni, jolloin tutkimuksen tuloksia ei voida yleistää. Tuloksia on syytä käsitellä suuntaa antavina ja lähinnä kyseisen yritysyhteistyöprojektin kehittämistä varten.

## 8.2 Projektin kehittämismahdollisuudet

Kokonaisuudessaan yritysyhteistyöprojekti onnistui varsin hyvin, eikä selkeitä epäkohtia projekteissa esiintynyt. Suurimpana esille tulleena haasteena oli aika. Oppilaiden oli tarkoitus ehtiä tutustumaan ennen virtuaalivierailua sen esittävään yri-

tykseen. Todellisuudessa yritykseen ennen virtuaalivierailua ehti tutustumaan vain yksi ryhmä. Lisäksi jotkin oppilaat pitivät projektia hieman sekavana, jonka yhtenä mahdollisena syynä voi olla kiire aikataulu. Varaisin aikaa projektin tekemiseen vielä yhden tai kahden oppitunnin enemmän.

Projektien matematiikan vaikeustaso osoittautui erittäin sopivaksi. Ainoastaan projektin viisi osalta ryhmän tekijät olivat sitä mieltä, että projekti oli liian helppo. En kuitenkaan itse pitäisi projektia kaikille liian helppona. Kyseiset oppilaat olivat varsin kiinnostuneita aiheesta ja olivat aiemmin koulussa käsitelleet sijoittamista sekä itse sijoittaneet joihinkin yrityksiin. Aihe oli kyseisille oppilaille ennestään varsin tuttu, minkä vuoksi oppilaat mahdollisesti kokivat projektin liian helpoksi. Opettaja oli myös kovin tyytyväinen projekteihin. Ainoastaan hän lisäisi enemmän kokeellista tutkimusta projekteihin. Projekti kolme eli pehmopapereiden imukyky sisälsi mittauksia ja sen suuntaiseksi opettaja kehittäisi projekteja. Esimerkiksi fysiikkaa yhdistämällä on mahdollista laskea pehmopapereiden vetolujuutta ja sen kautta saataisiin yksi kokeellinen tutkimusta sisältävä projekti enemmän.

Yhtenä ongelmakohtana projektien tekemisessä oli työnjako ryhmien oppilaiden välillä. Työnjako ei aina ollut varsin tasaista. Tällä kertaa oppilaat saivat itse koota ryhmänsä. Työnjakoa voitaisiin yrittää parantaa esimerkiksi jakamalla oppilaat ryhmiin opettajan avustuksella. Opettajalla olisi osaamista ja tuntemusta siihen, keillä oppilailla yhteistyö sujuu. Kun projektioppiminen opetusmenetelmänä on tutumpaa oppilaille, voidaan ryhmiä alkaa sekoittamaan ja sijoittaa oppilaat haasteellisempiin ryhmiin. Jokaisen tarkoituksena kun on kuitenkin oppia työskentelemään kaikenlaisten ihmisten kanssa.

Kehittämässäni yritysyhteistyöprojektissa oppilaat tekivät ensin projektin, jonka jälkeen oli yrityksen virtuaalivierailu. Projekti ja yrityksen vierailu olisi mahdollista toteuttaa myös toisin päin eli toteuttaa ensin vierailu ja sen jälkeen tehdä projekti. Tällöin oppilaiden olisi mahdollista saada vierailusta materiaalia projektinsa tekemiseen. Vierailuun keskittymistä ja motivoimista auttaisi juurikin se, että oppilaiden olisi saatava talteen tietoja, joita myöhemmin voisivat projektissaan hyödyntää.

Lopuksi kehittämääni projektia on mahdollista vielä jatkaa esimerkiksi integroimalla muita tiedon- ja taidonaloja. Kehittämääni projektia jatkettiin vielä valmistamalla itsetekoisesti paperia. Projektia on mahdollista integroida useisiin eri oppiaineisiin. Esimerkiksi fysiikassa on mahdollista tutkia pehmopapereiden vetolujuutta vetokokeiden avulla. Yhteiskuntaoppia on mahdollista yhdistää projektiin viisi, jossa tut-

kittiin sijoittamisen kannattavuutta Metsä Groupiin. Yhteiskuntaopin avulla avautuisi paremmin osingon ja osakkeen käsitteet. Lisäksi yhteiskuntaopin tietämyksellä oppilaat ymmärtäisivät paremmin sijoittamisen taustaa ja sen myötä sijoittamisen riskejä.

Maantiedon oppitunneilla on mahdollista syventää projektia neljä. Pehmopapereiden kulutuksella on selvä yhteys eliniänodotteeseen, joten pehmopapereiden kulutuksen vaikutusta ihmisten hyvinvointiin on mahdollista pohtia syvemmin maantiedon oppitunnilla. Lisäksi voidaan ottaa huomioon pehmopapereiden kulutuksen maantieteellinen sijainti. Maantientoa hyödyntämällä on mahdollista pohtia, miksi Suomi ylipäänsä on hyvä maa tuottaa pehmopapereita sekä mistä raaka-aineesta niitä valmistetaan. Sen myötä päästään helposti esimerkiksi kasvillisuusvyöhykkeiden tarkasteluun.

Projektin soveltamiskohteita esiintyy muissakin oppiaineissa. Kemian osalta projektiin on mahdollista yhdistää pehmopapereiden kemiallinen valkaisu. Myös terveystietoa on mahdollista yhdistää projektiin hygieenian kautta: wc-paperi, talouspaperit ja nenäliinat ovat tärkeä osa jokaisen päivittäistä hygienianhoitoa. Toisaalta hyvä hygienia ehkäisee tautien leviämistä. Myös kuvaamataitoa ja äidinkieltä on mahdollista yhdistää projektiin. Nykyään talous- ja wc-papereissa esiintyy erilaisia kuvioiteja, joten kuvaamataidossa on mahdollista suunnitella oma kuosi talous- tai wc-paperiin. Äidinkielessä ja kirjallisuudessa on mahdollista käsitellä esimerkiksi mainonnan vaikutuskeinoja ja edelleen valmistaa itse pehmopapereiden mainospaperi- tai draamamuodossa.

## LÄHTEET

- [1] Adams, R., Essex, C. *Calculus A Complete Course*, 7th Ed. Toronto 2010, Pearson. 973 p.
- [2] van den Akker, J. *Principles and methods of the development research*. Julkaisussa van den Akker, J., Nieveen, N., Branch, R. M., Gustafson, K. L. & Plomp, T. *Design methodology and developmental research in education and training*. Dordrecht 1999, Kluwer Academic Publishers. s. 1–14.
- [3] Aksela, M. Supporting meaningful chemistry learning and higher-order thinking through computer-assisted inquiry: A design research approach. *Helsingin yliopisto, kemian laitos*, 2005, 204 s. Saatavilla: <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/mat/kemia/vk/aksela/supportti.pdf>.
- [4] Amiel, T. & Reeves, T. C. Design-Based Research and Educational Technology: Rethinking Technology and the Research Agenda. *Educational Technology and Society* 2008, 11(4). s. 29–40.
- [5] Anderson, T. & Shattuck, J. Design-based research: A decade of progress in educational research? *Educational researcher*, 2012, 41(1). s. 16–25.
- [6] Barab, S. & Squire, K. Design-based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences* 2004, 13(1). s. 1–14.
- [7] Bereiter, C. Design research for sustained innovation. *Cognitive studies, bulletin of the Japanese cognitive science society* 9 (3). s. 321–327.
- [8] Blumenfeld, P., Soloway, E., Marx, R., Krajcik, J., Guzdial, M. & Palincsar, A. Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist* 26(1991)3–4, s. 369–398.
- [9] Brown, A. L. Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences* 1992, 2(2), s. 141–178.
- [10] Buck Institute for Education, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 28.7.2016): <http://bie.org/>.



- [11] Collins, A. Towards a design science education. Julkaisussa Scanlon, E. & O'Shea T. *New directions in educational technology*. Berliini 1992, Springer. s. 15–22.
- [12] Edelson, D. C. What we learn when we engage in design: Implications for assessing design research. Julkaisussa Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. & Nieveen, N. *Educational Design Research*. Oxon 2006, Routledge. s. 156–165.
- [13] Eskola, J & Suoranta, J. *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Jyväskylä 1998, Gummerrus Kirjapaino Oy. 268 s.
- [14] Edwards, C. H., Penney, D. E. *Calculus: Early Transcendentals*, 7. painos. New Jersey 2008, Pearson Prentice Hall. 1147 s.
- [15] DiSessa, A. A. & Cobb, P. Ontological innovation and the role of the theory in design experiments. *The Journal of the Learning Sciences*, 2004, 13(1). s. 77–103.
- [16] Eteläpelto, A. & Rasku-Puttonen, H. Projektioppimisen haasteet ja mahdollisuudet. Julkaisussa Eteläpelto, A. & Tynjälä, P. *Oppiminen ja asiantuntijuus: työelämän ja koulutuksen näkökulmia*. Porvoo 1999, WSOY. s. 181–205.
- [17] Fat Spiral, Flickr, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 9.9.2016): <https://www.flickr.com/photos/thousandshipz/4519556125>.
- [18] George Lucasin kasvatuksellisen säätiö, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 28.7.2016): <http://www.edutopia.org/>.
- [19] Hassinen, S. *Idealähtöistä koulualgebraa: IDEAA-opetusmallin kehittäminen algebran opetukseen peruskoulun 7. luokalla*, väitöskirja, Helsingin yliopisto, soveltavan kasvatustieteen laitos, Helsinki, 2006, 191 s. Saatavissa: <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/kay/sovel/vk/hassinen/idealabt.pdf>.
- [20] Heinonen, A. *Itseohjattu ja tutkiva opiskelu teknologiakasvatuksessa: Luokanopettajakoulutuksen teknologian kurssin kehittämistutkimus*. Väitöskirja, Joensuun yliopisto, kasvatustieteen laitos, 2002, 201 s.
- [21] Härkönen, R., Kontkanen, P., Lehtonen, J., Luosto, K., Ronkainen, A. & Savolainen, S. *Pyramidi 9: Trigonometriset funktiot ja lukujonot*, 1. painos. Helsinki 2011, Tammi. 165 s.

- [22] Juntunen, M. Kehittämistutkimus: Elinkaariajattelu ja tutkimuksellinen opiskelu kemian opetuksessa, pro gradu, Helsingin yliopisto, kemian laitos, Helsinki, 2011, 56 s. Saatavissa: <http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/ont/juntunen-m-2011.pdf>.
- [23] Juuti, K. & Lavonen, J. Design-based research i science education: One step towards methodology. *NorDiNa* 2006, 2 (4). s. 54–68.
- [24] Kelly, A. E. Design research in education: Yes, but is it methodological. *The Journal of the Learning Sciences* 2004, 13(1). s. 115–128.
- [25] Kiviniemi, K. Design- eli suunnitelututkimus opetus- ja kasvatusalalla. Julkaisussa Valli, R & Aaltola, J. Ikkunoita tutkimusmetodeihin I. Metodien valinta ja aineistonkeruu: virikkeitä aloitteleville tutkijoille. Jyväskylä 2015, PS-kustannus. s. 220–240.
- [26] Kontkanen, P., Lehtonen, J. & Luosto, K. *Pyramidi 6: Todennäköisyys ja tilastot*. 1.–3. painos. Helsinki 2006, Tammi. 213 s.
- [27] Laffey, J., Tupper, T., Musser, D & Wedmon, J. A Computer-Mediated Support System for Project-Based Learning. *Educational Technology, Research and Development* 46(1998)1, s. 73-86. Saatavissa: [http://ip-50-63-212-38.ip.secureserver.net/documents/CMSS\\_PBL\\_1998.pdf](http://ip-50-63-212-38.ip.secureserver.net/documents/CMSS_PBL_1998.pdf).
- [28] Leppäaho, H. Matemaattisen ongelmanratkaisutaidon opettaminen peruskoulussa: Ongelmanratkaisukurssin kehittäminen ja arviointi, väitöskirja, Jyväskylän yliopisto, kasvatustieteiden laitos, Jyväskylä, 2007, 238 s. Saatavilla: <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/13384/9789513927325.pdf?sequence=1>.
- [29] Lifländer, V. *Verkko-oppiminen: yhteistoiminnallinen projektioppiminen verkossa*. Helsinki 1999, Edita. 77 s.
- [30] Lindblom-Ylänne, S., Nevgi, A. *Oppimisen teorian*. Julkaisussa Lindblom-Ylänne, S., Nevgi, A. *Yliopisto-opettajan käsikirja*. Helsinki 2009, WSOYpro. s. 194–236.
- [31] McKenney, S. & Reeves, T. *Conducting Educational Design Research*. London 2012, Routledge.

- [32] Metsä Group, liiketoiminta-alueet, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 10.3.2016): <http://www.metsagroup.com/fi/liiketoiminta-alueet/Pages/default.aspx>.
- [33] Metsä Group vuosiesite 2015, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 10.3.2016): <http://www.metsagroup.com/fi/Documents/Julkaisut/Metsa-Group-Vuosiesite-2015.pdf>.
- [34] Metsä Group, Yhtiö, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 10.3.2016): <http://www.metsagroup.com/fi/yhtio/Pages/default.aspx>.
- [35] Metsä logo 2012 horizontal, Wikimedia commons, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 9.9.2016): [https://www.google.fi/search?q=mets%C3%A4+group&client=firefox-b&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj2ktDYwILPAhXGDywk-HVdLAbkQ\\_AUICCGB&biw=1525&bih=680&dpr=0.9#q=mets%C3%A4+group&tbm=isch&tbs=sur:f&imgsrc=P8W3Iz9NkXgn0M%3A](https://www.google.fi/search?q=mets%C3%A4+group&client=firefox-b&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj2ktDYwILPAhXGDywk-HVdLAbkQ_AUICCGB&biw=1525&bih=680&dpr=0.9#q=mets%C3%A4+group&tbm=isch&tbs=sur:f&imgsrc=P8W3Iz9NkXgn0M%3A).
- [36] Metsä Tissuen lehdistötilaisuusmateriaalista, 2015, Eliniänodote ja pehmopapereiden kulutus Euroopassa vuonna 2014.
- [37] Metsä Tissuen lehdistötilaisuusmateriaalista, 2015, Pehmopapereiden kulutus Euroopassa vuonna 2014 –kuva.
- [38] Metsä Tissue, Toimintamme Suomessa, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 10.3.2016): <http://www.metsatissue.com/en/AboutUs/Operations-in-Finland/Suomi/Pages/default.aspx>.
- [39] Metsämuuronen, J. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. 3. painos. Jyväskylä 2005, International Methelp Ky. 1292 s.
- [40] Niemi, A. Todennäköisyys ja tilastomatematiikan perusteet. Helsinki 1998, Hakapaino Oy. 251 s.
- [41] Nummenmaa, L. Käyttäytymistieteiden tilastolliset menetelmät. Keuruu, 2009, Otavan Kirjapaino Oy. 468 s.
- [42] Opetushallitus, perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 5.5.2016): [http://www.oph.fi/download/163777\\_perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](http://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf).

- [43] Opetushallitus, säädökset ja ohjeet, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 5.5.2016): [http://www.oph.fi/saadokset\\_ja\\_ohjeet/opetussuunnitelmien\\_ja\\_tutkintojen\\_perusteet/perusopetus](http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/opetussuunnitelmien_ja_tutkintojen_perusteet/perusopetus)
- [44] Pehkonen, L. Täydestä sydäimestä ja tarkoituksella: projektityöskentelyn käsitteellistä viitekehystä jäljittämässä. Helsinki 2001, Helsingin yliopisto. 169 s.
- [45] Pehkonen, L. Projektiopiskelu koulussa. Kasvatus 24(1993)3, s. 259–265.
- [46] Pernaa, J. Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä. Julkaisussa Pernaa, J. Kehittämistutkimus opetuslalla. Juva 2013, Bookwell Oy. s. 9–26.
- [47] Pernaa, J. Kehittämistutkimus: Tieto- ja viestintäteknikkaa kemian opetukseen, väitöskirja, Helsingin yliopisto, kemian laitos, Helsinki, 2011, 150 s. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/28007/kehittam.pdf?sequence=1>.
- [48] Pohjavirta, A & Ruohonen, K. 2005. Laaja tilastomatematiikka, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 27.5.2016): <http://math.tut.fi/ruohonen/LTM.pdf>.
- [49] Prittinen, J. Projektioppiminen ammattikorkeakoulussa. Seminaarityö. Hämeenlinna 2000. Hämeen ammattikorkeakoulu, Ammatillisen opettajakorkeakoulun julkaisuja D:129. 72 s.
- [50] Rukajärvi-Saarela, M. Tutkimuksellisuudesta innostusta alakoulujen kemian opetukseen: kehittämistutkimus osallistavan luokanopettajan perus- ja täydennyskoulutuksen kehittämisestä, väitöskirja, Jyväskylän yliopisto, kasvatustieteiden tiedekunta, Jyväskylä, 2015, 237 s. Saatavissa: [https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/47732/978-951-39-6394-1\\_vaitos\\_20151127.pdf?sequence=1](https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/47732/978-951-39-6394-1_vaitos_20151127.pdf?sequence=1).
- [51] Salminen, J., Projektioppiminen matematiikassa liikunnallisilla projekteilla, diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, Matematiikan laitos, Tampere, 2016, 88 s. Saatavissa: <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/23786/Salminen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [52] Statistics, Pixabay, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 9.9.2016): [https://pixabay.com/p-988170/?no\\_redirect](https://pixabay.com/p-988170/?no_redirect).

- [53] Toilet paper, wikipedia, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 9.9.2016): [https://en.wikipedia.org/wiki/Toilet\\_paper#/media/File:Toiletpapier\\_\(Gobran111\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Toilet_paper#/media/File:Toiletpapier_(Gobran111).jpg).
- [54] Toilet Tissues Isolated Background, PublicDomainPictures.net, verkkosivu. Saatavilla (viitattu 9.9.2016): <http://www.publicdomainpictures.net/view-image.php?image=53180>.
- [55] Tomperi, P. Kehittämistutkimus: Opettajan ammatillisen kehittymisen tutkimusperustainen tukeminen käyttäen SOLO-taksonomiaa – esimerkkinä tutkimuksellinen kokeellinen kemian opetus, väitöskirja, Helsingin yliopisto, kemian laitos, Helsinki, 2015, 148 s. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/158059/Kehitt%C3%A4m.pdf?sequence=1>.
- [56] Tynjälä, P. Konstruktivistinen oppimiskäsitys ja asiantuntijuuden edellytysten rakentaminen koulutuksessa. Julkaisussa Eteläpelto, A. & Tynjälä, P. Oppiminen ja asiantuntijuus: työelämän ja koulutuksen näkökulmia. Porvoo 1999, WSOY. s. 160–179.
- [57] Uusikylä, K. & Atjonen, P. Didaktiikan perusteet. 3. uud. p. Porvoo 2005, WSOY. 262 s.
- [58] Valinnaisaineopas 2014, Kaakkurin koulu, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 9.3.2016): [http://www.ouka.fi/c/document\\_library/get\\_file?uuid=1d9f7935-ba18-4410-8232-274c5c51184b&groupId=188788](http://www.ouka.fi/c/document_library/get_file?uuid=1d9f7935-ba18-4410-8232-274c5c51184b&groupId=188788).
- [59] Valli, R. Johdatus tilastolliseen tutkimukseen. Juva 2015, Bookwell Oy. 169 s.
- [60] Vesterinen, P. Projektio opiskelu ja -oppiminen ammattikorkeakoulussa. Jyväskylä 2001, Jyväskylän yliopisto. 257 s.
- [61] Vilka, H. Tutki ja mittaa, määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki 2007, Tammi. 189 s.
- [62] Viro, E., Projektio oppiminen perusopetuksen vuosiluokkien 7–9 matematiikan opetuksessa, diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, Matematiikan laitos, Tampere, 2015, 93 s. Saatavissa: <http://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/22681/Viro.pdf?sequence=1>.

- [63] Väisälä, K. Geometria, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 14.6.2016): <http://matematiikkalehtisolmu.fi/2011/geometria.pdf>.
- [64] Wang, F. & Hannafin, M. J. Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments. Educational Technology Research and Development, 2005, 53(4). s. 5–23.
- [65] Äijälä, A. Todennäköisyyslaskenta ja tilastotiede. Tampere 1993, Tammertekniikka. 134 s.

# LIITE A. KYSELYLOMAKE OPPILAILLE

## KYSELY YRITYSYHTEISTYÖPROJEKTISTA

**Minkä projektin teit?**

Projekti WC-paperin geometriasta	
Projekti talouspaperin geometriasta	
Projekti pehmopapereiden imukyvyystä	
Projekti pehmopapereiden kulutuksesta	
Projekti sijoittamisen kannattavuudesta Metsä Groupilla	

**Sukupuoli:**

Tyttö	Poika

**Viimeisin todistusarvosana matematiikassa:**

4	5	6	7	8	9	10

<b>1. Valitse mielipidettäsi parhaiten kuvaava vaihtoehto. (Ajattele oppitunteja yleensä, ei projektitunteja)</b>	<b>Täysin eri mieltä</b>	<b>Osittain eri mieltä</b>	<b>Osittain samaa mieltä</b>	<b>Täysin samaa mieltä</b>
a. Matematiikan opiskelu on mielenkiintoista.				
b. Koen olevani hyvä matematiikassa.				
c. En pidä matematiikasta.				
d. Koen olevani hyvä koulussa.				

<b>2. Valitse mielipidettäsi parhaiten kuvaava vaihtoehto ajatellen <u>ryhmätyöskentelyä</u>. (Ajattele ryhmätyöskentelyä yleisesti, ei juuri toteutettua projektityöskentelyä)</b>	<b>Samaa mieltä</b>	<b>Eri mieltä</b>
a. Puhun paljon.		
b. Havainnoin mielelläni muiden työskentelyä.		
c. Esitän paljon ideoita.		
d. Työskentelen mieluiten yksinäni.		
e. Toteutan käytännössä muiden ideoita.		
f. Tykkään olla esillä.		
g. Kuuntelen mielelläni muita.		
h. Olen arka toimimaan ryhmässä.		

<b>3. Valitse kuhunkin väitteeseen sopivin lopetus ajatellen omaa työskentelyäsi <u>projektin aikana</u>.</b>	<b>En ollenkaan</b>	<b>Jonkin verran</b>	<b>Paljon</b>
a. Käytin tietokonetta.			
b. Työskentelin ryhmässä.			
c. Etsin lisätietoa kirjasta tai internetistä.			
d. Esiinnyin muulle luokalle.			
e. Jouduin miettimään ajankäyttöäni.			
f. Ratkaisin ongelmia.			
g. Hyödynsin matemaattisia taitojani.			
h. Kirjoitin tekstiä.			



<b>4. Valitse mielipidettäsi parhaiten kuvaava vaihtoehto.</b>	<b>Täysin eri mieltä</b>	<b>Osittain eri mieltä</b>	<b>Osittain samaa mieltä</b>	<b>Täysin samaa mieltä</b>
a. Pidän projektityöskentelystä.				
b. Projektityöskentely motivoi minua matematiikan opiskeluun.				
c. Koin onnistuvani projektissa.				
d. Työnjako oman ryhmäni sisällä oli tasapuolista.				
e. Ymmärrän nyt paremmin, mihin matematiikkaa tarvitaan oppituntien ulkopuolella.				
f. En oppinut projektiin liittyvää matematiikkaa kunnolla.				
g. Projektityöskentely tuntui sekavalta.				
h. Opin matematiikkaa projektin aikana paremmin kuin tavallisella matematiikan tunnilla.				
i. Osallistuin ryhmätyöskentelyyn mielelläni.				
j. Projektin kautta kiinnostukseni matematiikkaa kohtaan lisääntyi.				
k. Projektityön tekeminen oli vaikeaa.				
l. Uskalsin toimia osana ryhmää.				
m. Opin matematiikkaa projektin aikana huonommin kuin perinteisellä matematiikan tunnilla.				
n. Projekti oli motivoiva.				
o. Työrauha säilyi.				
p. Projekti oli riittävän haastava.				
q. Pidän siitä, että sain tunnilla hyödyntää myös muita taitoja kuin matemaattisia taitoja.				
r. Metsä Groupin virtuaalivierailu oli mielenkiintoinen.				
s. Virtuaalivierailun jälkeen ymmärsin paremmin, mihin koulussa opittuja taitoja tarvitaan tulevaisuuden työelämässä.				
t. Projektia tehdessä opin yleistietoja virtuaalivierailun yrityksestä jo ennen vierailua.				
u. Projektin tekeminen oli mielenkiintoista vain koska yritys oli liitetty projektiin mukaan.				

Mielestäni projektin sisältämän matematiikan vaikeustaso oli	Liian helppo	Sopiva	Liian vaikea

**Mistä asioista pidit projektityöskentelystä?**

---

---

---

---

---

**Mistä asioista et pitänyt projektityöskentelystä?**

---

---

---

---

---

**Vapaata palautetta projektiin liittyen:**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Kiitos kyselyyn vastaamisesta!**

Tehnyt Elina Viro

## LIITE B. KYSELYLOMAKE OPETTAJALLE

### KYSELY YRITYSYHTEISTYÖPROJEKTISTA

**1. Olen työskennellyt opettajan tehtävissä (vuosina):**

alle 2	2-5	5-10	10-15	15-20	20-25	yli 25

**2. Oletko aiemmin kokeillut projektityöskentelyä matematiikan opetuksessasi?**

Olen	En ole

**3. Mikäli vastasit edelliseen kysymykseen "Olen", kerro tarkemmin toteuttamastasi projektista/toteuttamistasi projekteista.**

---



---



---

**4. Aiempi mielikuvani projekteista matematiikan opetuksessa oli**

Positiivinen	Ei positiivinen eikä negatiivinen	Negatiivinen

**5. Kuinka monta tuntia kukin ohjaamasi luokka käytti projektiin?**

---

<b>6. Valitse mielipidettäsi parhaiten kuvaava vaihtoehto ajatellen projektioppimiskokeilua.</b>	<b>Täysin eri mieltä</b>	<b>Osittain eri mieltä</b>	<b>Osittain samaa mieltä</b>	<b>Täysin samaa mieltä</b>	<b>En osaa sanoa</b>
a. Oppilaat tuntuivat motivoituvan projektityöskentelystä.					
b. Projektin aikana työrauha säilyi.					
c. Projekti aiheutti minulle paljon ylimääräistä työtä.					
d. Koin projektityöskentelyn ohjaamisen innostavaksi itselleni.					
e. Luokan yhteishenki tuntui paranevan projektin aikana.					
f. Eryttäminen onnistui projektin aikana.					
g. Projektityöskentelyn ohjaaminen oli haastavaa.					
h. Oppilaat olivat omatoimisia.					
i. Projektin matemaattinen vaikeustaso vaikutti sopivalta oppilaiden taitotasoon nähden.					
j. Työskentelyn arviointi tuntui haastavalta.					
k. Oppilaiden työnjako näytti tasaiselta ryhmien sisällä.					
l. Myös matemaattisesti heikommat oppilaat näyttivät saavan onnistumisen elämyksiä.					
m. Oppilaat näyttivät oppivan projektien taustalla olevan matematiikan.					
n. Projekti vei liikaa aikaa oppitunneilta.					
o. Oppilaiden jako ryhmiin tuntui haastavalta.					
p. Olen valmis hyödyntämään projektityöskentelyä matematiikan opetuksessani myös jatkossa.					
q. Projekti soveltui hyvin käsittelyssä olleen matematiikan opiskeluun.					
r. Koulun tilat rajoittivat projektia.					
s. Projektin ohjeistaminen oli helppoa.					

**7. Mitä seuraavista taidoista oppilaat mielestäsi hyödynsivät projektin aikana?**  
Voit valita useamman vaihtoehdon.

Ryhmätyöskentelytaidot	
Vuorovaikutustaidot	
Ongelmanratkaisukyky	
ATK-taidot	
Esiintymiskyky	
Tiedonkäsittelytaidot	
Pitkäjänteisyys	
Matemaattiset taidot	
Ajanhallintataidot	
Muu, mikä?	

**8. Millaiset oppilaat mielestäsi hyötyivät projektityöskentelystä?**  
Voit kuvata sekä oppilaiden matemaattisia taitoja että luonteenpiirteitä.

---

---

---

---

**9. Millaisille oppilaille projektityöskentely ei mielestäsi sopinut?**

Voit kuvata sekä oppilaiden matemaattisia taitoja että luonteenpiirteitä.

---

---

---

---

---

**10. Kuinka eriytit projektin aikana?**

---

---

---

---

**11. Mitä hyvää koit projektioppimisessa perinteiseen opetukseesi verrattuna?**

---

---

---

---

**12. Mitkä olivat mielestäsi suurimmat haasteet projektioppimisessä?**

---

---

---

---

**13. Mitä tekisit toisin, mikäli aloittaisit uudelleen saman projektin ohjaamisen?**

---

---

---

**14. Vapaata palautetta projektiin liittyen:**

---

---

---

---

**Kiitos kyselyyn vastaamisesta!**

Tehnyt Elina Viro

## LIITE C. WC-PAPERIN GEOMETRIAA

**Pääongelma: Kuinka paljon WC-paperirullassa on paperia käytettävänä?**

1. Mikä on avaamattoman vessapaperirullan pinta-ala?
2. Mikä on yhden rullan vessapaperiarkkien yhteispinta-ala?
3. Mikä on yhden vessapaperirullan arkkien yhteispituus?
4. Mikä on vessapaperirullan tilavuus? Onko tilavuus aina vakio?
5. Mikä on vessapaperiarkin tilavuus?
6. Mikä on vessapaperirullan hylsyn pinta-ala? Minkä mallinen hylsy on auki leikattuna?
7. Kuinka monta kierrosta arkkeja koko rulla sisältää? Miten laskisit tämän ilman, että purat koko rullaa?
8. Pohdi, minkä takia WC-paperin geometria ja muoto on juuri sellainen kuin se on?





## LIITE D. TALOUSPAPERIN GEOMETRIAA

**Pääongelma: Kuinka paljon talouspaperirullassa on paperia käytettävänä?**

1. Mikä on avaamattoman talouspaperirullan pinta-ala?
2. Mikä on yhden rullan talouspaperiarkkien yhteispinta-ala?
3. Mikä on yhden talouspaperirullan arkkien yhteispituus?
4. Mikä on talouspaperirullan tilavuus? Onko tilavuus aina vakio?
5. Mikä on talouspaperiarkin tilavuus?
6. Mikä on talouspaperirullan hylsyn pinta-ala? Minkä mallinen hylsy on auki leikattuna?
7. Kuinka monta kierrosta arkkeja koko rulla sisältää? Miten laskisit tämän ilman, että purat koko rullaa?
8. Pohdi, minkä takia talouspaperin geometria ja muoto on juuri sellainen kuin se on?



[17]

## LIITE E. PEHMOPAPERIEN IMUKYKY

**Pääongelma: Kuinka paljon arkki talouspaperia imee nestettä?**

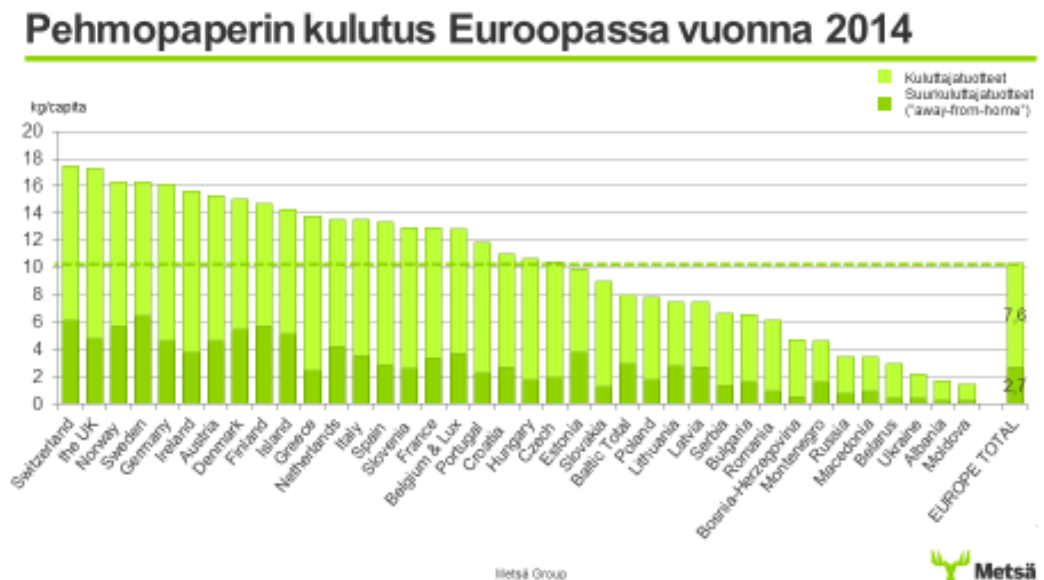
1. Tee mittauksia veden määrän suhteesta kastuneen alueen pinta-alaan (**kuvaaja Excelillä**). Tee mittauksia eri veden määrällä (yhteensä mittauksia 7 – 10 kpl:tta) ja merkitse mittaukset mittauspöytäkirjaan. Piirrä kuvaaja niin, että pinta-ala on  $y$ -akselilla ja käytetty veden määrä  $x$ -akselilla.
  - a) Mitä kuvaajasta voidaan päätellä?
  - b) Kuinka paljon vettä kuluu, kun kastuneen alueen pinta-ala on  $4\text{cm}^2$ ?
  - c) Millä veden määrällä talouspaperiarkki saavuttaa maksimi-imukykynsä?
2. Kuinka suuri alue kastuu, kun nestettä kuluu 10 ml? Selvitä tämä laskemalla! Vertaa tulostasi kuvaajalta saatuun arvoon.
3. Paljonko paperin kosteus muuttaa arkin massaa? Piirrä Excelillä kuvaaja, jossa käytetty veden määrä on  $x$ -akselilla ja arkin massa  $y$ -akselilla.
4. Kuinka paljon eri pehmopapereilla (talouspaperi, WC-paperi, nenäliina) on eroa imukyvyssä? Piirrä Excelillä kuvaaja, jossa sijoitat samaan kuvaajaan eri pehmopapereiden imukykyisyyden. Jos aikaa jää, tee myös tämä tehtävä.



## LIITE F. PEHMOPAPERIEN KULUTUS

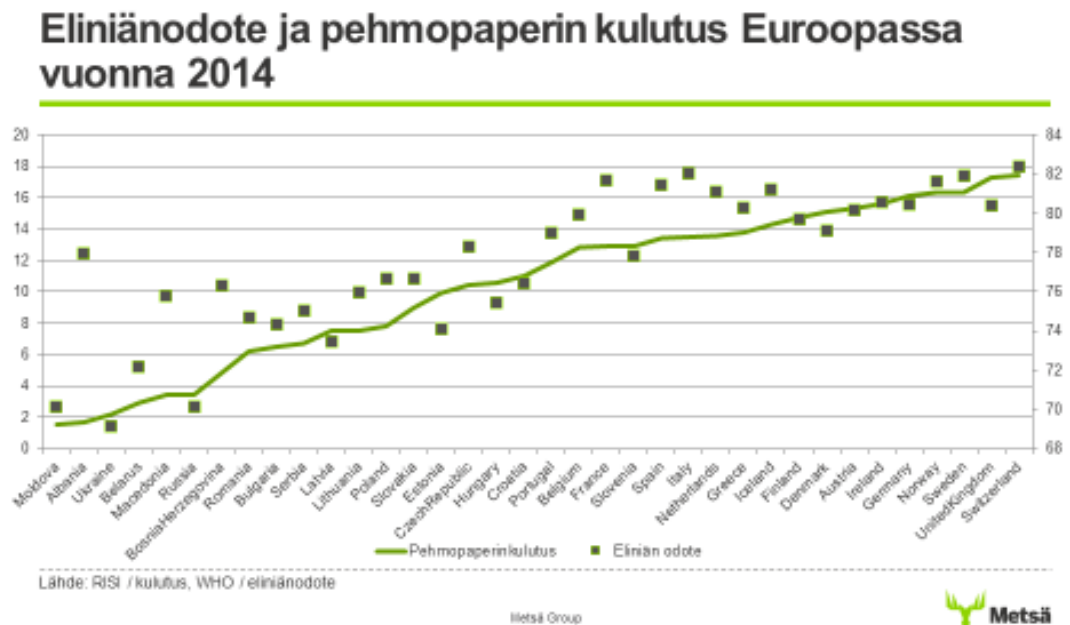
**Pääongelma: Kuinka paljon WC-paperia kuluu vuodessa yhdellä henkilöllä?**

- Tilastollinen kyselytutkimus luokassa:** Kuinka monta arkkiä paperia kuluu (keskimäärin) vessareissulla? Piirrä kyselytutkimuksen tuloksista kuvaaja Excelillä niin, että frekvenssi on y-akselilla ja arkkien lukumäärä x-akselilla.
  - Kuinka monta arkkiä paperia kuluu päivässä (kuinka monta vessareissua päivässä)?
  - Kuinka monta vessapaperirullaa keskimäärin kuluu vuodessa yhdellä henkilöllä? (Vinkki! Metsä Groupin valmistamassa Lambi WC-paperissa on 160 arkkiä yhtä rullaa kohden)
  - Voidaanko vuosikulutusta verrata alla olevien kuvaajien arvoihin?
- Tilastotehtäviä: A.** Pehmopaperin kulutus Euroopassa vuonna 2014 on esitetty seuraavassa kuvaajassa. Kuvaajassa pehmopaperit on jaettu kuluttajatuotteisiin (kotitaloudet) ja suurkuluttajatuotteisiin (koulut, sairaalat ym.).



- Kuinka paljon Suomessa kulutettiin pehmopaperia asukasta kohden vuonna 2014?
- Kuinka paljon Suomessa vuonna 2014 kulutetusta pehmopaperista asukasta kohden on kuluttajatuotteita ja kuinka paljon suurkuluttajatuotteita?
- Kuinka monta prosenttia vähemmän asukasta kohden Suomessa kulutettiin pehmopapereista kuluttajatuotteita kuin Sveitsissä vuonna 2014?
- Kuinka monta prosenttia enemmän asukasta kohden Suomessa kulutettiin pehmopaperia Venäjään verrattuna vuonna 2014?
- Serlan WC-paperi painaa 106 g/rulla. Kuinka monta rullaa keskimäärin yksi suomalainen kulutti vuonna 2014? Oletetaan, että kaikki kulutettu pehmopaperi oli WC-paperia.

**B.** Eliniänodote ja pehmopaperin kulutus Euroopassa vuonna 2014 on esitetty seuraavassa kuvaajassa.



[36]

- Missä maassa pehmopaperin kulutus on suurinta? Kuinka paljon kyseisessä maassa kulutettiin pehmopaperia vuonna 2014 asukasta kohden?
- Kuinka paljon Suomessa kulutettiin pehmopaperia vuonna 2014 asukasta kohden? Mikä on suomalaisten eliniänodote samana vuonna?
- Miten kuvaajan mukaan ihmisten hyvinvointiin vaikuttaa pehmopaperin kulutus?

## LIITE G. METSÄ GROUPIN SIOITTAJANA

### Pääongelma: Sijoittaisitko Metsä Boardiin (osa Metsä Group – yritystä)?

1. Etsi seuraavat tiedot Metsä Boardin osakkeista Kauppalehden sivuilta (www.kauppalehti.fi).
  - a) Mitä osake tarkoittaa? Käytä tarvittaessa myös muita lähteitä apuna.  
Vinkki: Metsä Boardin kurssigraafia tarkastelemalla löydät vastaukset seuraaviin tehtäviin.
  - b) Mikä on yhden osakkeen hinta tällä hetkellä?
  - c) Mikä oli osakkeen hinta syyskuun alussa vuonna 2016?
  - d) Milloin osakkeen hinta oli korkeimmillaan viimeisen vuoden aikana ja mikä osakkeen hinta tällöin oli?
  - e) Miten osakkeen hinta on muuttunut vuoden 2016 alusta lähtien?
2. Etsi seuraavat tiedot Metsä Boardin osinkojen jaosta Kauppalehden sivuilta.  
Vinkki: löytyy Metsä Boardin osinko-kohdasta ”Katso osinkohistoria”.
  - a) Mitä osinko tarkoittaa? Käytä tarvittaessa myös muita lähteitä apuna.
  - b) Kuinka paljon osakkeenomistaja sai rahaa osinkoina yhtä osaketta kohden vuonna 2015? Miten osinkojen jako yhtä osaketta kohden on muuttunut vuodesta 2012 lähtien?
  - c) Laske viimeisen 20 vuoden ajalta yhtä osaketta kohden maksettujen osinkojen keskiarvo, moodi ja mediaani. Laske myös Excelillä!
3. Piirrä Excelillä kuvaaja yhtä osaketta kohden maksetusta osingosta ajan funktiona.

