

**Kehittämistutkimus LUMA-keskus Suomen Liikkuva lelu  
–projektista**

**Artturi Pensasmaa**



Pro gradu –tutkielma  
Jyväskylän yliopisto, Fysiikan laitos  
Kevät 2019  
Ohjaajat: Anna-Leena Kähkönen  
Jan Sarén



## Tiivistelmä

Tutkimuksessa kehitettiin LUMA-keskus Suomen Liikkuva Lelu –projektia, jotta siitä olisi mahdollista oppia enemmän fysiikkaa. Tutkimus tehtiin kehittämistutkimuksena ja se eteni sen tyypillisiä vaiheita mukailleen. Ongelma-analyysissa tehtiin sekä empiirinen että teoreettinen ongelma-analyysi. Ongelma-analyysissa havaittiin, että Liikkuva lelu –projektiin osallistutaan muista kuin luonnontieteeseen liittyvistä syistä sekä oppilaat eivät osanneet sanoittaa osaamaansa fysiikkaa. Ongelma-analyysin perusteella suunniteltiin parannusehdotus, joka oli lisämateriaali projektille. Lisämateriaalia varten tutkittiin fysiikan ilmiöitä, joita projektin leluissa oli. Lisäksi tutkittiin tiedossa olevia virhekäsityksiä havaituille ilmiöille. Ilmiöiden ja virhekäsitysten perusteella valittiin sisältö, jota lisämateriaali käsittelee. Lisämateriaali sisältää diaesityksen ja opettajan materiaalin, joita testattiin Jyväskylän Normaalikoulussa. Tämän jälkeen lisämateriaalia arvioitiin ja paranneltiin. Valmis lisämateriaali on kehittämistuotos yhden iteraation jälkeen.

Avainsanat: kehittämistutkimus, oppimateriaali, LUMA-keskus Suomi, Liikkuva lelu, fysiikan opetus

## Summary

The LUMA-center Finland's Liikkuva Lelu –project was improved in order to make it better in teaching physics. The research was conducted as a design-based research and it proceeded in accordance with typical phases. The problem analysis included both empirical and theoretical problem analysis. In the problem analysis it was discovered that the participants of Liikkuva Lelu –project participated for other reasons than natural sciences and that pupils were unable to bring up what they learned about physics. Based on problem analysis an improvement proposal was designed which was an additional material for the project. The physics phenomena in the project toys were studied for additional material. In addition known errors in the observed phenomena were investigated. On the basis of the phenomena and misunderstandings the content, that the additional material deals with, was chosen. The additional material includes a slideshow and teacher material that was tested at the Normal School in Jyväskylä. After that, the additional material was evaluated and improved. The completed additional material is the development output after one iteration.

Keywords: design-based research, study material, LUMA-center Finland, Liikkuva lelu –project, physics teaching

# Sisällysluettelo

1 Johdanto .....	1
2 Taustatietoa ja teoriaa .....	3
2.1 Kehittämistutkimus .....	3
2.1.1 Taustatietoa ja teoriaa kehittämistutkimuksesta .....	3
2.1.2 Kehittämistutkimuksen ja toimintatutkimuksen ero .....	6
2.2 Tietoa LUMA-keskus Suomesta .....	7
2.2.1 LUMA-keskus Suomi .....	7
2.2.2 StarT-toimintamalli.....	8
2.2.3 Tämä toimii! –toiminnan Liikkuva lelu –projekti .....	8
3 Ongelma-analyysi .....	9
3.1 Empiirinen ongelma-analyysi.....	9
3.1.1 Omat havaintoni.....	9
3.1.2 Ryhmähaastattelut.....	10
3.1.2.1 Ryhmähaastattelu tutkimusmetodina .....	10
3.1.2.2 Ryhmähaastattelun kysymykset .....	11
3.1.2.3 Ryhmähaastattelun eteneminen ja tulokset .....	12
3.1.2.4 Ryhmähaastattelujen analyysi .....	13
3.1.3 Kyselytutkimus .....	13
3.1.3.1 Kyselytutkimuksen taustaa .....	13
3.1.3.2 Kyselytutkimuksen tulokset .....	15
3.1.4 Fysiikka oppilaiden leluissa.....	16
3.2 Teoreettinen ongelma-analyysi .....	17
3.2.1 Teoreettinen ongelma-analyysi perustuen peruskoulun vuosiluokkien 3-6 opetussuunnitelmaan.....	18
3.2.2 Kirjakatsaus peruskoulun vuosiluokilla käytettäviin kirjoihin .....	19
3.2.3 Mitä fysiikkaa lisämateriaalin tulisi sisältää.....	19
3.2.4 Fysiikan teoriaa ja virhekäsityksiä.....	21
3.3 Yhteenveto ongelma-analyysistä.....	23
3.3.1 Kehittämistutkimuksen tarpeellisuus.....	23

3.3.2 Kehittämistutkimuksen mahdollisuudet .....	25
3.3.3 Kehittämistutkimuksen haasteet .....	25
4 Kehittämisprosessi .....	26
4.1 Suunnitelma.....	26
4.2 Kehittäminen .....	27
4.3 Testaus.....	29
4.4 Arviointi .....	30
4.4.1 Opettajan palaute .....	30
4.4.2 Oppilaiden palaute .....	31
4.4.3 Analysointi lisämateriaalin täyttämistä kohdista peruskoulun 3-6 vuosiluokkien opetussuunnitelmassa .....	32
4.4.4 Omat huomioni ja muutokset materiaaliin .....	34
5 Kehittämistuotos .....	40
6 Johtopäätökset ja pohdinta .....	41
6.1 Oppilaiden ja opettajien vapaaehtoisuus ja eettisyys .....	41
6.2 Ryhmähaastattelun ja kyselytutkimuksen luotettavuus.....	42
6.2.1 Ryhmähaastattelun luotettavuus .....	42
6.2.2 Kyselytutkimuksen luotettavuus.....	44
6.2.3 Reliabiliteetin ja validiteetin sopimattomuus tutkimuksen tarkasteluun .....	45
6.3 Kehittämistutkimuksen vaikutus, hyöty ja luotettavuus.....	45
6.3.1 Kehittämistutkimuksen hyöty ja vaikutukset.....	45
6.3.2 Kehittämistutkimuksen luotettavuus .....	46
6.4 Jatkotutkimusmahdollisuudet ja tutkimuksen loppupäätelmät.....	48
Kirjallisuus .....	49
Liite 1: Liikkuva lelu –projektin materiaali lomake.....	55
Liite 2: Esimerkki videohaastattelun litteroidusta aineistosta.....	57
Liite 3: Kyselylomake ja esimerkki vastauksista .....	58
Liite 4: Taulukko peruskoulun 3-6 vuosiluokan opetussuunnitelmassa täyttyvistä tavoitteista Liikkuva lelu –projektissa (Opetushallitus, 2015). .....	60

Liite 5: Taulukko peruskoulun 3-6 vuosiluokan opetussuunnitelmassa olevista tavoitteista, joita Liikkuva lelu –projektin lisämateriaali voisi täyttää projektissa jo saavutettavien tavoitteiden lisäksi (Opetushallitus, 2015).....	61
Liite 6: Lisämateriaalin ensimmäisen version diaesitys.....	62
Liite 7: Lisämateriaalin ensimmäisen version opettajan ohje .....	68
Liite 8: Esimerkki oppilaan vastauksesta oppitunnin jälkeen pidettyyn kyselyyn.....	74
Liite 9: Kehitystuotoksen diaesitys .....	74
Liite 10: Kehitystuotoksen opettajan ohje.....	81

# 1 Johdanto

Viime vuosina mediassa, opettajien keskuudessa ja uudessa opetussuunnitelmassa on nostettu esiin projektioppiminen. Projektioppiminen, englanniksi project-based learning (PBL), ei ole uusi tulokas oppimistapana vaan sitä on tutkittu ja kehitetty jo 1980-luvulla (Blumenfeld ym., 1991). Projektioppiminen on sanana tuttu, mutta harva tietää, mitä projektioppiminen käsitteenä tarkoittaa. Vesterisen (2001) mukaan projektioppiminen on suhteellisen pitkäkestoinen mielekkäiden ongelmien ympärille rakentuva prosessi, mitä yhdistävät tieteen- ja tiedonalojen käsitykset ja käsitteet. Projektioppiminen on oppilaslähtöinen työtapa, jossa opettaja toimii ohjaajana (Bell, S., 2010).

Projektioppimista on tarkoitus lisätä Suomessa opetussuunnitelmien mukaan (Opetushallitus, 2015; OPS, 2004). Tämä ei ole yllättävää, sillä projektioppiminen on oiva muoto toteuttaa oppimista. Projektit kasvattavat oppilaiden motivaatiota, koska oppilaat pääsevät käsittelemään oikeita ongelmia, työskentelemään toistensa kanssa ja luomaan itse tuotoksia (Blumenfeld ym., 1991). Yksi tällainen projekti on alakouluissa vuosittain järjestettävä Liikkuva lelu -projekti, jossa oppilaat rakentavat kierätysmateriaaleista projektin nimen mukaisesti liikkuvan lelun.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli ensin etsiä vastausta kysymykseen, mitä oppilaat oppivat fyysikasta Liikkuva lelu -projektin aikana. Kysymykseen vastauksen saaminen osoittautui mahdottomaksi, minkä seurauksena tutkimuskysymys muotoutui uudestaan. Lopulta tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten Liikkuva lelu -projektissa voitiin oppia enemmän fysiikkaa ja kehittää projektia sen perusteella. Koska kyseessä on projektin kehittäminen, valitsin kehittämistutkimuksen tutkimusmenetelmäksi.

Liikkuva lelu on koko Suomen laajuinen projekti, jota tukee moni suomalainen taho. Tukijat antavat LUMA-keskus Suomelle pieniä tavara-, tutustumiskäynti- tai rahapalkintoja. Tukijoita ovat olleet niin isot kuin pienetkin yritykset. Tukemisella pyritään kannustamaan suomalaisia nuoria luonnontieteiden pariin. Tarkoituksena on edistää luonnontieteiden osaamista ja saada nuoria innostumaan luonnontieteistä, jotta myös tulevaisuudessa olisi suomalaista luonnontieteiden huipputaustaa. Projektin on tarkoitus opettaa luonnontieteitä, joten on tärkeää selvittää, miten sen avulla voitaisiin oppia vielä enemmän fysiikkaa.

Tutkimus jakautuu kuuteen eri lukuun. Ensimmäinen luku on johdanto, jonka jälkeen toisessa luvussa käsitellään tarkemmin kehittämistutkimuksen taustaa. Samassa luvussa kerron tarkemmin LUMA-keskus Suomesta, joka on rahoittanut tämän tutkimuksen, StarT:sta ja Liikkuva lelu -projektista.

Tämän jälkeen tutkimukseni etenee Pernaan (2013) ja Edelsonin (2002) hahmottelemaa kehittämistutkimuksen muotoa mukailleen, missä on kolme suurempaa kokonaisuutta, jotka ovat ongelma-analyysi, kehittämisprosessi ja kehittämistuotos. Kolmannessa luvussa esittelen empiirisen ja teoreettisen ongelma-analyysin ja niiden yhteenvedon. Samassa luvussa pohdin, mikä fysiikka sopii lisämateriaaliin. Neljännessä luvussa käyn läpi kehittämisprosessin. Viidennessä luvussa esittelen kehittämistuotoksen eli lisämateriaalin. Lisämateriaali sisältää diaesityksen ja opettajan materiaalin diaesitykseen. Viimeisessä kuudennessa luvussa pohdin tutkimuksen eettisyyttä, henkilöiden vapaaehtoisuutta, tutkimuksen luotettavuutta ja jatkotutkimuksien mahdollisuuksia.



## 2 Taustatietoa ja teoriaa

Tässä osiossa esittelen kehittämistutkimusta luvussa 2.1. Luvussa 2.2 esittelen LUMA-keskus Suomen Liikkuva lelu –projektin, jota tutkimuksessani kehitetään.

### 2.1 Kehittämistutkimus

#### 2.1.1 Taustatietoa ja teoriaa kehittämistutkimuksesta

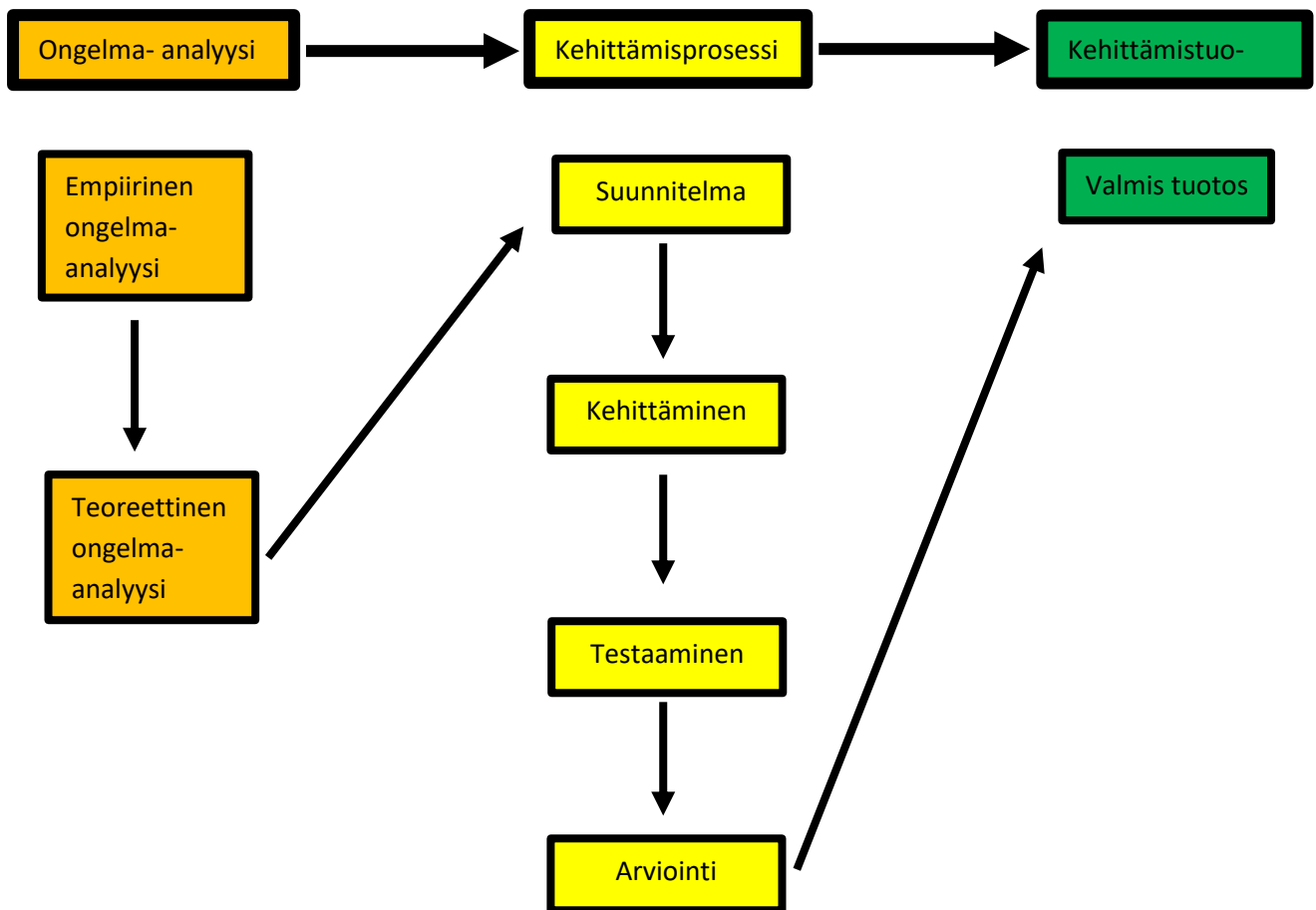
Kehittämistutkimukseni tarkoituksena on vastata opetuksen tutkimuksessa havaittuihin haasteisiin. Kuten monissa asioissa myös opetuksen tutkimuksessa on ollut vaikeuksia saada tutkimuksien toimivat teoriat ja tulokset siirrettyä toimivasti käytäntöön. Kehittämistutkimuksella on potentiaalia saada opetusalan tutkimuksen (educational research) ja käytännön ongelmat selätettyä, minkä vuoksi kehittämistutkimus on hiljalleen vallannut paikkansa uudeksi tutkimusmenetelmäksi opetusallalla (Wang & Hannafin, 2005a). Ennen opetusallaa kehittämistutkimusta on käytetty muun muassa tietojärjestelmätieteen ja tuotantotalouden tutkimuksissa.

Kehittämistutkimus on alkanut kehittyä opetusallalla vasta 1990-luvulla ja ensimmäisiä merkittäviä artikkeleita ovat Brownin (1992) julkaisema *Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings* ja Collinsin (1992) julkaisema *Toward a design science of education*. Näissä julkaisuissa myös esitellään *Design experiments* –termi ensimmäistä kertaa (Collins, Joseph, & Bielaczyc, 2004). Brownin artikkelissa käy konkreettisesti ilmi suunnittelun ja toteutuksen tärkeys sekä käytännölliseltä että tieteelliseltä kannalta (Wang & Hannafin, 2005a). Kehittämistutkimuksesta ei julkaistu 1990-luvulla kuin muutamia artikkeleita. 2000-luvulla kehittämistutkimus levisi laajemmin kasvatustieteilijöiden käyttöön (Pernaa, 2013). Kehittämistutkimuksessa on tavanomaista luoda kehittämistuotos, joka yleensä on kasvatustieteellisissä kehittämistutkimuksissa uusi opetusmateriaali tai lisämateriaali jo olemassa olevalle aineistolle (Juuti & Lavonen, 2006).

Englanninkielisessä kirjallisuudessa kehittämistutkimukselle on käytetty *design experiments* nimityksen lisäksi yleisesti viittä muuta nimeä, jotka ovat *design-based research*, *design research*, *development research* tai *developmental research* ja *formative research*. Kun tarkastellaan nimiä aikajärjestyksessä, huomataan, kuinka kehittämistutkimus on lopulta saanut nimensä. Ensi alkuun käytettiin

nimeä formative research, joka on hieman tuntemattomampi nimitys kehittämistutkimukselle. Tätä nimitystä on käyttänyt Worden ja muut vuonna 1988, kun kehittämistutkimus alkoi hiljalleen kehittyä ja yleistyä (Worden ym., 1988). Brown ja Collins käyttivät artikkeleissaan design experiments-termiä vuonna 1992 (Brown, 1992; McClain & Cobb, 2001). Seuraavaksi kehittämistutkimusta kutsuttiin nimellä development research tai developmental research, joita käyttivät Richey vuonna 1997 ja Van den Akker vuonna 1999. (Richey, 1997; Van den Akker, 1999). Toki Richey on käyttänyt samaa termiä myös uudemmassa tutkimuksessaan vuonna 2014 (Richey & Klein, 2014). Design research nimitystä ovat käyttäneet Cobb ja McClain vuonna 2001 ja ehkä jopa kehittämistutkimuksen saralla tunnetuin henkilö eli Daniel Edelson vuonna 2001. Nykyisessä muodossaan paljon käytettyä design-based research termiä, käyttivät Hoadley jo vuonna 2002 ja Barab ja Squire vuonna 2004 (Barab & Squire, 2004; Hoadley, 2002). Näistä termeistä käyttöön on vakiintunut design-based research, josta käytetään lyhennettä DBR, tai design research (Juuti & Lavonen, 2006; Korpela, 2017; Pernaa, 2013; Wang & Hannafin, 2005a; Wang & Hannafin, 2005b). Kehittämistutkimus tunnetaan suomenkielisessä kirjallisuudessa myös nimillä design-tutkimus ja suunnittelututkimus (Korpela, 2017, 8). Kehittämistutkimuksia on tehty tietojärjestelmätieteissä ja tuotantotalouden alalla, joten kasvatustieteissä halutaan korostaa eroa näihin puhumalla kasvatustieteellisestä kehittämistutkimuksesta, joka on englanniksi educational design research (Pernaa, 2013; Reeves, McKenney, & Herrington, 2011).

Kehittämistutkimus ei ole kvantitatiivinen tutkimus eli määrällinen tutkimus, missä pääsääntöisesti kerätään numeerista tutkimusaineistoa. Kehittämistutkimus voi kuitenkin sisältää osia, joissa on käytetty määrällisiä tutkimusmenetelmiä. Kehittämistutkimuksessa tarkastellaan kehitettävää ilmiötä todellisessa ja toiminnallisessa ympäristössä, jossa kaikkien virhelähteiden poissulkeminen on mahdollista (Hakulinen, Karlsson, & Vilkuna, 1980; Pernaa, 2013). Kehittämistutkimus on syklinen prosessi, johon kuuluu kokeellisia ja teoreettisia vaiheita. Itse prosessi jakautuu kolmeen päävaiheeseen eli ongelma-analyysiin, kehittämisprosessiin ja kehittämistuotokseen (Edelson, Daniel C., 2002, 106 - 111).



**Kuva 1:** Kehittämistutkimukseni eteneminen vaiheittain Pernaan (2013) hahmotteleman syklimallin pohjalta

Kehittämistutkimukseni eteneminen noudattaa muotoa, joka näkyy kuvassa 1. Ensimmäisessä vaiheessa eli ongelma-analyysissä on tarkoituksena selvittää kehittämisen kohteena olevan aiheen kehittämisen tarpeet. Tämän jälkeen tulee pohtia ratkaisun haasteita ja mahdollisuuksia. Ongelma-analyysi voi olla joko empiirinen tai teoreettinen. Empiirinen ongelma-analyysi voidaan toteuttaa esimerkiksi kyselynä, kun taas teoreettinen ongelma-analyysi voidaan toteuttaa esimerkiksi kirjallisuuskatsauksena. Ongelma-analyysistä siirrytään kehittämisprosessiin, joka koostuu suunnitelmasta, kehittämisestä, testaamisesta ja arvioinnista. Arvioinnista voidaan siirtyä joko suunnitelmaan uudestaan ja aloittaa sykli alusta tai vaihtoehtoisesti päivittää suunnitelma ja sen jälkeen kiertää sykli uudestaan. Kun sykli on käyty viimeisen kerran läpi, päästään tavoitteeseen eli syklin kolmanteen ja viimeiseen vaiheeseen, joka on valmis kehittämistuotos. Kehittämistuotos tutkielmassa on lisämateriaali, joka koostuu diaesityksestä ja opettajan materiaalista Liikkuva Lelu –projektiin. (Edelson, D. C., 2006; Edelson, Daniel C., 2002; Juuti & Lavonen, 2006; Korpela, 2017; Perna, 2013)

## 2.1.2 Kehittämistutkimuksen ja toimintatutkimuksen ero

Kehittämistutkimus saatetaan sekoittaa toimintatutkimuksen kanssa, mikä ei ole varsinainen tutkimusmenetelmä vaan se on ennemminkin eräänlainen lähestymistapa tai tutkimusstrategia. Toimintatutkimuksessa voidaan käyttää erilaisia tutkimusmenetelmiä ja toimintatutkimukselle on tunnusomaista toiminnan ja tutkimuksen samanaikaisuus. Tällä tarkoitetaan, että toimintatutkimuksella on kaksi tavoitetta, jotka ovat tutkiminen ja toiminnan kehittäminen tutkimisen aikana. Hieman kärjistettynä toimintatutkimuksen toiminnalla tarkoitetaan sosiaalista toimintaa. Tästä johtuen toimintatutkimuksella tutkitaan ja kehitetään ensisijaisesti ihmisen yhteistoimintaa. Toimintatutkimus on toisin sanottuna sosiaalinen prosessi, vaikka siihen voi liittyä muutakin kuin sosiaalista toimintaa. Sosiaalinen toiminta tapahtuu pääosin omassa yhteisössä, mikä on toimintatutkimukselle yleistä. (Heikkinen, 2001, 37-41; Valli & Aaltola, 2015, 214-229)

Kehittämistutkimus on edellisessä luvussa 2.1.1 kerrotun kaltainen. Kehittämistutkimuksen ja toimintatutkimuksen suurin ero on, että toimintatutkimus on tutkimusstrategia, kun taas kehittämistutkimus on melko uusi tutkimusmuoto. Kehittämistutkimuksessa on tarkoituksena luoda tuotos, joka usein on lisämateriaali tai opetusmateriaali kasvatustieteellisessä kehittämistutkimuksessa (Juuti & Lavonen, 2006). Sen sijaan toimintatutkimuksessa tarkoituksena on kehittää toimintaa eikä saada aikaan niin sanottua kehittämistuotosta. Toimintatutkimuksessa saavutetaankin pääsääntöisesti tietoa, joka on tulkinta jostain näkökulmasta (Valli & Aaltola, 2015, 214-229). Kehittämistutkimusta ja toimintatutkimusta verrattaessa esille nousee vielä niiden ero etenemisessä. Kehittämistutkimuksessa ja toimintatutkimuksessa on syklinen rakenne. Tosin toimintatutkimuksen sykliä kuvataan ajassa eteneväksi spiraaliksi toisin kuin kehittämistutkimusta. Tätä spiraalimaisuutta luonnehditaan tutkijaa sitovaksi ja arvostetaan kaavamaisuudestaan (Valli & Aaltola, 2015, 214-229). Kaavamaisuus saatetaan rinnastaa huonoksi asiaksi, mutta toimintatutkimuksesta puhuttaessa se on positiivinen piirre. Toimintatutkimus tapahtuu yleensä oman yhteisön sisällä, kun taas kehittämistutkimus tapahtuu useimmiten laajemmassa mittakaavassa kuin omassa yhteisössä. Vaikka kehittämistutkimuksella ja toimintatutkimuksella on paljon yhteistä, ne eroavat toisistaan historiansa ja taustansa vuoksi (Valli & Aaltola, 2015, 46-65).

Tämä tutkimus ei ole toimintatutkimus, sillä tutkimus tapahtui ja kohdistui oman yhteisön ulkopuolelle. Tutkimuksessa olisi voinut kehittää Liikkuva lelu –projektin opetusta koululla, jossa suoritin

ryhmähaastattelun ja tunnin testaamisen. Halusin kuitenkin henkilökohtaisesti kehittää Liikkuva lelu -projektia kokonaisuudessaan.

## **2.2 Tietoa LUMA-keskus Suomesta**

Tutkimukseni tarkoituksena on kehittää LUMA-keskus Suomen StarT-toimintamallin Tämä toimii! -toiminnan Liikkuva lelu –projektia. Tutkimukseni on tehty yhteistyössä LUMA-keskus Suomen kanssa, joten esittelen luvussa 2.2.1 LUMA-keskus Suomen ja sen toimintaa. Tästä etenen StarT-toimintamallin käsittelyyn luvussa 2.2.2, mistä jatkan käsittelemään Liikkuva lelu –projektia luvussa 2.2.3.

### **2.2.1 LUMA-keskus Suomi**

LUMA-keskus Suomi toimii nimensä mukaan koko Suomen alueella. LUMA-keskus on lyhenne sanoista luonnontieteiden ja matematiikan –keskus. LUMA-keskus Suomi tekee yhteistyötä Science on Stage European sekä EU STEM Coalitionin kanssa. LUMA-keskus Suomen sivuilla tavoitteeksi kerrotaan seuraavaa: ”Tavoite on innostaa ja kannustaa lapsia sekä nuoria harrastamaan luonnontieteitä, matematiikkaa ja teknologiaa. Lisäksi LUMA-keskus pyrkii tukemaan opettajia elinikäisessä oppimisessa varhaiskasvatuksesta korkeakouluihin ja samalla vahvistamaan tutkimuspohjaisen opetuksen kehittämistyötä.” LUMA-keskus toimii vuosille 2014-2025 asettamansa strategian ja toimintasuunnitelmien mukaisesti ja pyrkii edistämään luonnontieteiden ja matematiikan osaamista Suomessa, mikä on opetus- ja kulttuuriministeriön asettama valtakunnallinen tehtävä vuosille 2017-2020 LUMA-keskukselle. LUMA SUOMI –ohjelma tukee opettajia vuonna 2016 voimaan astuneiden valtakunnallisten opetussuunnitelmien perusteiden käyttöönotossa. (LUMA-keskus Suomi.a)

Kaikkeen LUMA-keskuksen toimintaan kytkeytyy tutkimus, joka tutkii ja kehittää LUMA-keskuksen omia toimintamuotoja. LUMA-keskuksen omilla tutkimuksilla sekä alan uusimpien tutkimustietojen perusteella pyritään kehittämään toimintaa. LUMA-keskuksen useassa toimipisteessä toiminnan kehittämiseen käytetään kehittämistutkimusta. Tutkielmani on LUMA-keskuksen kanssa yhteistyössä tehty kehittämistutkimus Liikkuva lelu –projektin kehittämistä varten. Kehittämistutkimukseni on Opetusministeriön rahoittaman StarT-ohjelman kehittämiseen tähtäävän hankkeen osa. (Aksela, LUMA-keskus Suomi)

## 2.2.2 StarT-toimintamalli

StarT-toimintamalli on LUMA-keskus Suomi –verkoston Suomi 100 –juhlavuoden kunniaksi käynnistetty uusien kansallisten opetussuunnitelmien mukaisten monialaisten oppimiskokonaisuuksien toteuttamista tukeva toimintamalli, jossa opitaan toteuttamalla monitieteisiä projekteja. StarT-toimintamalli on suunnattu varhaiskasvatuksesta toisen asteen koulutukseen. StarT-toimintamalli vakiinnutetaan pysyväksi osaksi LUMA-keskus Suomen toimintaa. Tarkoituksena on tukea uudessa opetussuunnitelmassa olevia tavoitteita, kuten projektioppimista, ilmiöpohjaista opiskelua ja tutkimuksellista opiskelua.

StarT-toimintamallissa on neljä tasoa, jotka ovat paikallinen, alueellinen, kansallinen ja kansainvälinen taso. Paikallinen taso koostuu koulujen ja päiväkotien projektityöskentelystä sekä omista StarT-päivistä. Alueellinen taso koostuu LUMA-keskus Suomen järjestämistä StarT-festivaaleista ympäri Suomen yhdessä yhteistyötahojen kanssa. Kansallinen taso, jolta keräsin opettajien mielipiteitä Liikkuva Lelu –projektiin liittyen, ja kansainvälinen taso koostuvat laajemman alueen gaaloista. Kansainvälisesti on olemassa muitakin StarT-hankkeita, kuten esimerkiksi Virossa toimii StarT Eesti. (LUMA-keskus Suomi.b; LUMA-keskus Suomi.c)

## 2.2.3 Tämä toimii! –toiminnan Liikkuva lelu –projekti

Tämä toimii! –toiminta on StarT-toimintamallin yksi konsepti. Tämä toimii! –liikkuva lelu –teema on jatkoa teknologiateollisuuden järjestämälle menestyksekkäälle Tämä toimii –konseptille. Teknologiateollisuuden järjestämä toiminta oli vain 4-6 luokkalaisille. Nykyään Liikkuva lelu –projekti on suunnattu alakoululaisille eli kokonaisuudessaan 1-6 luokkalaisille. Projektin tavoitteena on luoda liikkuva ja leikittävä lelu ennalta määriteltyjen materiaalien avulla. Projektiin sisältyy kilpailullisuutta, sillä parhaat rakennelmat pääsevät StarT-festivaaleille, joissa jaetaan palkintoja osallistuneille ja kilpailussa pärjänneille. LUMA-keskus Suomi pyrkii noudattamaan kestävän kehityksen periaatteita, joten lelu valmistetaan pääsääntöisesti kouluilta löytyvistä materiaaleista. Kauden 2017-2018 materiaalilista löytyy liitteestä 1. Materiaalilistasta ilmenee, että kaudella 2017-2018 ei käytetä sähköä apuna leluissa vaan lelujen liike tulee tapahtumaan mekaniikan avulla. Lisäksi sääntönä on, että lelujen tulee olla oppilaiden itsensä suunnittelemaa ja tekemiä. (LUMA-keskus Suomi.d)

## **3 Ongelma-analyysi**

Kehittämistutkimukseni ongelma-analyysi koostuu kolmesta osasta. Ensimmäisessä osassa käsittelem empiristä ongelma-analyysia ja toisessa osassa käsittelem teoreettista ongelma-analyysia. Lopuksi teen näistä yhteenvedon luvussa 3.3.

### **3.1 Empiirinen ongelma-analyysi**

Empiirinen ongelma-analyysini koostuu omista kokemuksistani, alkuperäiseen tutkimuskysymykseen kuvatuista haastatteluista ja Liikkuva lelu –projektiin osallistuneille opettajille ympäri Suomen lähetetystä kyselytutkimuksesta. Luvussa 3.1.1 käsittelem omia havaintojani. Luvussa 3.1.2 käyn läpi ryhmähaastattelut ja niiden vaikutuksen kehittämistutkimukselleni. Pohdin opettajille tekemääni lomakekyselyä luvussa 3.1.3. Lopuksi esittelen leluissa ilmennyttä fysiikka luvussa 3.1.4.

#### **3.1.1 Omat havaintoni**

Alkuperin tutkimukseni tarkoitus oli tehdä kvalitatiivinen tutkimus, jonka tutkimuskysymyksenä oli ”Mitä oppilaat ovat oppineet fysiikasta Liikkuva lelu –projektin aikana?” Lähdin selvittämään asiaa tekemällä ryhmähaastatteluja, jotka kuvasin Gopro 4 –videokameroilla. Ennen ryhmähaastatteluja kävin tutustumassa yhtenä päivänä Liikkuva lelu –projektin toteutukseen, jotta pystyisin laatimaan sopivan tasoiset kysymykset alakoulun oppilaille ryhmähaastatteluja varten.

Havainnoinnin aikana huomasin, että tutkimuskysymykseen vastauksen saaminen luultavasti tulee olemaan haastavaa haastatteluilla, koska oppilaat eivät välttämättä osaa tuoda osaamistaan esille. Lisäksi haasteena olisi havaita, mitä oppilaat osasivat fysiikasta ennen projektia verrattuna siihen, mitä he osaavat projektin jälkeen.

Kävin opettajien kanssa kouluvierailullani keskustelua siitä, kuinka Liikkuva lelu –projekti loppuu ikään kuin seinään ja lelujen lopullinen tarkoitus opetuksessa jää hieman epäselväksi. Opettajat mainitsivat, että olisi hienoa, jos leluja voisi vielä lelujen valmistumisen jälkeen käyttää hyödyksi opetuksessa ikään kuin projektin lopetuksessa.

### **3.1.2 Ryhmähaastattelut**

Vierailupäivän havaintojeni pohjalta loin ryhmähaastattelua varten kysymykset, joiden avulla toivoin saavani vastauksia alkuperäiseen tutkimuskysymykseeni. Pidin yksin ryhmähaastattelun, jotka taltiointiin videokuvamalla Gopro 4 –videokameroilla. Ryhmähaastatteluihin osallistui 16 ryhmää, joissa oli kolmesta viiteen oppilasta. Oppilaat olivat itse saaneet päättää ryhmät, joissa lelut rakennettiin. Ryhmät tulivat vapaaehtoisesti haastatteluihin, jotka tehtiin yksityisessä luokkatilassa, joka oli vain kuvausta varten. Ryhmät olivat kolmannelta ja viidenneltä vuosiluokalta. Haastattelut kuvattiin videolle, jotta oppilaat voisivat haastattelussa tukeutua omaan leluunsa esittelemällä ja liikuttamalla sitä. Näin kynnyksellä puhua madaltui ja sain enemmän haastatteluista irti. Esittelen kysymykset luvussa 3.1.2.1. Luvussa 3.1.2.2 käyn läpi videohaastattelujen lopputuloksia ja johtopäätöksiä, joita käsittelen kehittämistutkimuksen kannalta luvussa 3.1.2.3.

#### **3.1.2.1 Ryhmähaastattelu tutkimusmetodina**

Ryhmähaastattelussa voidaan olla kiinnostuneita useista asioista, kuten yksittäisen haastateltavan antamista vastauksista. Tässä tutkimuksessa ryhmähaastattelulla pyritään saamaan kollektiivisia vastauksia eli yhdessä tuotettuja vastauksia. Ryhmähaastatteluilla kerätty aineisto soveltuu muun muassa ryhmässä jaetun kollektiivisen tiedon ja käsitysten tutkimiseen. On havaittu, että lapsia ja vanhuksia haastatellessa ryhmähaastattelu toimii hyvin. Yksi syy on muun muassa, että puhuminen voi olla rennompaa ryhmässä kuin yksin. Lapsille suurta hyötyä lisäksi tuottaa, että muut ryhmän jäsenet voivat auttaa ja täydentää vastausta. Ryhmähaastattelun keskusteluissa vuorovaikutuksellisuus ja puheteot korostuvat, joten puheen lisäksi voidaan analysoida myös nonverbaalista viestintää eli eleitä, ilmeitä ja äänenpainoja. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2006)



### 3.1.2.2 Ryhmähaastattelun kysymykset

Valitsin ryhmähaastattelun sen sopivuuden perusteella. Ryhmähaastattelun kysymykset tein puolistrukturoitua haastattelua eli teemahaastattelua varten. Teemahaastattelussa edetään etukäteen valittujen teemojen ja niihin liittyvien tarkentavien kysymysten varassa (Tuomi & Sarajärvi, 2017, 71-90). Valitsin teemahaastattelun haastattelumuodoksi, koska se antaa vapauksia kysymysten järjestykselle sekä kysymyksen sanamuodolle, sillä alakoulun oppilaiden kanssa saattaa joutua esittämään kysymyksen uudestaan hieman eri tavalla, jotta oppilas ymmärtäisi sen. Voi myös olla, että oppilaat vastaavat laajemmin avoimeen kysymykseen ja samalla vastaavat seuraavaankin kysymykseen, jolloin sitä on turha enää esittää. Lisäksi se tukee ryhmähaastattelua tutkimusmuotona.

Taulukossa 1 on esitettyinä kysymykset, jotka esitin ryhmähaastattelussa. Oppilailla oli ryhmähaastatteluissa omat lelunsa mukanaan, joiden avulla he pystyivät myös demonstroimaan lelujen toimintaa ja näin vastaamaan kysymykseen myös lähes sanattomasti. Lelujen tuominen ryhmähaastatteluihin helpotti oppilaiden vastaamista kysymyksiin. Oppilaat pystyivät lelujensa avulla vastaamaan kysymyksiin ja saivat niistä tukea vastaamiseen. Se myös loi rennomman ilmapiirin ryhmähaastatteluun. Ryhmähaastattelut olisi voinut toteuttaa nauhoittamalla pelkän keskustelun. Olin päättänyt ennen ryhmähaastatteluja, että haluan lapsien tuovan lelut mukanaan, sillä voin aina palata tarkastelemaan leluja videolta. Näin saan enemmän tietoa leluista. Videokuvaamalla ryhmähaastattelut vältän myös ongelman, missä oppilaat eivät osaa tai halua vastata kysymykseen. Pystyn itse tarkastelemaan lelua videolta ja tarkastelemaan, löydäkö kysymykseen itse vastausta. Jos kysymys tuntuu vaikealta, oppilas saattaa mennä lukkoon eikä kykene vastaamaan. Kuvaamalla ryhmähaastattelut voin etsiä vastausta myöhemmin omiin kysymyksiini tai kysymyksiin, joita en osannut leluista esittää oppilaille. Lisäksi voin palauttaa lelut ja niiden toiminnan mieleeni videolta, mikä ei onnistuisi pelkästä äänen taltioinnista.

Videohaastattelut litteroitiin referoivaa litterointia mukaillen. Referoivassa litteroinnissa videohaastattelut puretaan henkilökohtaisiksi muistiinpanoiksi. Muistiinpanot voivat olla ranskalaisilla viivoilla tehtyjä ja sisältää satunnaisia puheen osia ja suoria lainauksia. Litteroijalla on suuri merkitys referoivassa litteroinnissa, koska litteroija itse päättää, mitkä asiat ovat litteroimisen arvoisia. Litteroin koko aineiston itse, mikä paransi tietoturvaa. Käytin referoivaa litterointia, koska litterointia ei käytetä syvälliseen analyysiin tai monipuoliseen jatkokäyttöön. Esimerkki litteroidusta aineistosta löytyy liitteestä 2. (Tietoarkisto, 2017)

**Taulukko 1:** Ryhmähaastattelun kysymykset oppilaille järjestyksessä kohdittain

<b>Kysymyskohdan numero</b>	<b>Kysymys</b>
1	Mitä teitte?
2	Miten lelunne toimii?
3	Tarkentavat kysymykset, kuten Kertoisitteko tarkemmin... Miksi juuri tuollainen... Mikä lelussa liikkuu? Mikä saa lelun liikkeen aikaiseksi?
4	Mitä opitte työtä tehdessänne?
5	Mitä opitte fysiikasta työssänne?  Miten uskotte fysiikan näkyvän työssänne?
6	Miten projektia voisi kehittää?

### **3.1.2.3 Ryhmähaastattelun eteneminen ja tulokset**

Kysymysten järjestys oli sama jokaisessa haastattelussa. Pääsääntöisesti vastatessaan avauskysymyksen oppilaat vastasivat myös toiseen kysymykseen (taulukko 1). Päädyin esittämään ryhmähaastatteluissa tarkentavia kysymyksiä hieman eri kohdissa. Useimmin käytin tarkentavana kysymyksenä kysymystä, mikä lelussanne liikkuu tai pyysin vain kertomaan jostain hieman tarkemmin. Kuudesta ryhmästä vain yhdessä osattiin puheessa tuoda esille fysiikan käsitteitä tai mekaniikkaa tarkoituksellisesti taulukon 1 kohtien 1-3 aikana. Tarkoituksellisesti tarkoittaa tässä tapauksessa, että oppilaat osasivat itse käyttää fysiikan käsitteitä asiayhteydessä.

Esittäessäni taulukon 1 kohtien neljä ja viisi kysymyksiä huomasin, että oppilaat eivät osanneet kertoa tai sanoittaa, mitä olivat oppineet fysiikasta. Kaikki ryhmät mainitsivat oppineensa yhteistyötaitoja, mutta paria ryhmää lukuun ottamatta ei osattu mainita mitään opitusta fysiikasta. Oppilaat olivat kuitenkin soveltaneet paljon erilaista fysiikkaa leluissaan, mutta eivät osanneet tuoda sitä esille. Tämä muodosti ongelman alkuperäisen tutkimuskysymykseni kanssa. En pystynyt havaitsemaan oppilaiden

fysiikan oppimista, koska he eivät osanneet sanoittaa sitä. Mainittakoon vielä lyhyesti, kun kysyttiin projektin kehittämistä, oppilaat halusivat vain lisää aikaa tehdä ja kehittää leluaan.

#### **3.1.2.4 Ryhmähaastattelujen analyysi**

Analysoidessani ryhmähaastatteluja päädyin tulokseen, etten pysty vastaamaan alkuperäiseen tutkimuskysymykseeni. Oppilaat osasivat käyttää fysiikkaa töissään, mutta eivät huomanneet sitä itse. Havaittiin siis ongelman, johon voisin luoda ratkaisun. Löysin tarpeen materiaalille, joka toisi oppilaille esille, että he soveltavat fysiikkaa leluissaan. Materiaali voisi tuoda opettajille mahdollisuuden käyttää hieman enemmän aikaa lelujen tekemiseen, jos he voisivat valmiin materiaalin avulla pitää oppitunnin, joka toisi projektille jotain muutakin sisältöä kuin vain yhteistyötaitojen kehittämisen.

#### **3.1.3 Kyselytutkimus**

Tässä luvussa esittelen teettämäni kyselytutkimuksen opettajille. Luvussa 3.1.3.1 kerron kyselytutkimuksen taustoista ja luvussa 3.1.3.2 pohdin kyselytutkimuksen tuloksia.

##### **3.1.3.1 Kyselytutkimuksen taustaa**

Päädyin ajatukseen, että lisämateriaali olisi hyvä tapa kehittää Liikkuva lelu –projektia. Näin päädyin tekemään kyselytutkimuksen opettajille, jolla pystyisin kartoittamaan, miten Liikkuva lelu –projektia voisi parantaa ja olisiko lisämateriaalille tarvetta. Toteutin kyselytutkimuksen niin sanottuna kyselylomaketutkimuksena, jossa tavoitteena on saada vastaus jokaiseen kysymykseen kysymysjärjestyksessä (Tuomi & Sarajärvi, 2017, 71-90; Valli & Aaltola, 2015, 103-140). Teetin kyselyn kyselytutkimuksena, koska toivoin saavani näin mahdollisimman paljon vastauksia. Kyselytutkimuksen kysymykset ovat taulukossa 2 ja kyselylomake sekä esimerkki vastauksista sen kysymyksiin ovat nähtävissä liitteessä 3.

Kyselytutkimuksessa kyselyn muoto vaihtelee tarkoituksen ja kohderyhmän mukaan. Kysely aloitetaan yleensä taustakysymyksillä, kuten tässä tapauksessa kysymällä vuosiluokkaa. Ne toimivat alustavina kysymyksinä ennen kuin aletaan kysellä varsinaisesta aiheesta. Kyselyn pituus vaihtelee niin

**Taulukko 2:** Kyselytutkimuksen kysymykset tiivistettynä ja järjestyksessä sekä niiden tarkoitus

<b>Kyselytutkimuksen kysymykset numerojärjestyksessä</b>	<b>Kysymyksen tarkoitus</b>
1. Mitä vuosiluokkaa opetat?	Taustoittaa.
2. Kuinka monta kertaa olet osallistunut Liikkuva lelu -projektiin?	Taustoittaa.
3. Mikä oli tavoitteesi tämän vuoden Liikkuva lelu -projektissa?	Selvittää luonnontieteen osuutta projektissa.
4. Päästiinkö siihen?	Selvittää luonnontieteen osuutta projektissa.
5. Mitä oppilaat mielestäsi oppivat projektin aikana?	Selvittää luonnontieteen osuutta projektissa.
6. Mitä oppilaat oppivat mielestäsi luonnontieteistä projektia tehdessään?	Selvittää luonnontieteen osuutta projektissa.
7. Osaavatko oppilaat mielestäsi tuoda esille oppimansa tiedot?	Selvittää luonnontieteen osuutta projektissa.
8. Haluaisitko lisämateriaalia, jonka avulla voisit käyttää leluja opetuksessa vielä lelujen valmistuttua?	Selvittää luonnontieteen osuutta projektissa.
9. Jos haluat, minkälaista?	Selvittää lisämateriaalin muotoa.
10. Muuta, mitä haluaisit tuoda esille?	Selvittää, jäikö jotain oleellista kysymättä

ikään kohderyhmän mukaan. On tärkeää suunnitella kysely niin, että se on mielekäs tehdä alusta loppuun. Tähän vaikuttaa kysymysten asettelu ja kyselyn pituus. (Valli & Aaltola, 2015, 103-140)

Kyselyssäni on asetettu helpot taustakysymykset ensimmäiseksi. Tämän jälkeen on kysytty hiljalleen vaikeampia kohdentavia kysymyksiä. Kysymykset on aseteltu suunniteltuun järjestykseen, jotta vastaaja vastaisi hieman syvemmin aina seuraavaan kohtaan. Kysely on lyhyt, koska opettajilla ei ole ylimääräistä aikaa StarT-aluefestivaaleilla, sillä festivaaleilla on myös muita kyselyitä. Näin toivon saavani opettajat vastaamaan kyselyyn mahdollisimman kattavasti ja tarkasti. Kyselyn muoto perustuu pitkälti Aaltolan ja Vallin antamiin ohjeisiin.

Kyselytutkimuksen lomakkeet lähetettiin jokaiseen LUMA-keskus Suomen järjestämään StarT-aluefestivaaliin, joita järjestettiin ympäri Suomen. Festivaaleilla käyneet opettajat, jotka olivat luokansa kanssa toteuttaneet Liikkuva lelu –projektin, vastasivat kyselyyni mahdollisista parannusehdotuksista ja keinoista siihen.

### **3.1.3.2 Kyselytutkimuksen tulokset**

Kyselytutkimukseen vastannut joukko oli pieni eli kymmenen vastaajaa. Vastaajien vähyys johtui kahdesta asiasta. Kyselyt täytettiin StarT-aluefestivaaleilla, jolloin kyselyyn vastasivat vain aluefestivaaleille osallistuneet opettajat. Koska aluefestivaaleille osallistui vain opettajat, joiden koulusta oli kutsuttu Liikkuva lelu –projektiin osallistuneita ja siinä menestyneitä ryhmiä, läheskään kaikki projektin tehneet opettajat eivät vastanneet kyselyyn. On lisäksi oletettava, että opettajat, jotka osallistuivat aluefestivaaleille, ovat kiinnostuneita aiheesta. Oletuksena pidän, että kiinnostus näkyy positiivisesti lomakehaastattelussa. Toinen syy, miksi vastauksia tuli vähän, oli järjestävän tahon unohdukset kysyä opettajia täyttämään kyselytutkimuslomakkeita. Kyselytutkimus ei ole täysin luotettava vaan enemmänkin suuntaa antava.

Kyselytutkimukseen vastanneet opettajat opettivat pääsääntöisesti 3-6 luokkia. Yksi opettaja opetti myös yläkoulussa ja yksi opettaja myös 1-2 luokkia. Opettajat olivat osallistuneet Liikkuva lelu –projektiin keskiarvolta useammin kuin kolmesti. Kyselytutkimuksessa oli selkeästi havaittavissa, että opettajat olivat osallistuneet Liikkuva lelu –projektiin opettaakseen oppilaille ryhmätyö- ja ongelmanratkaisutaitoja. Luonnontieteiden oppimisesta, tekniikan oppimisesta tai niiden tutkimisen oppimisesta ei mainittu kuin yhdessä vastauksista. Kun kysyttiin, pääsivätkö opettajat tavoitteeseensa, vastaus oli poikkeuksetta, että päästiin. Opettajien mielestä oppilaat oppivat projektin aikana niin ikään ryhmätyö ja ongelmanratkaisutaitoja. Kuudes kysymys kyselytutkimuksessa oli edellistä kysymystä tarkentava. Kun opettajilta kysyttiin, mitä oppilaat olivat oppineet luonnontieteistä, suurin osa

opettajista osasi nimetä lukuvuoden 2017-2018 Liikkuva lelu –projektissa ilmenneitä asioita luonnontieteistä. Havaittiin, että opettajat eivät olleet laittaneet sitä tavoitteisiinsa. Osalla kyselytutkimukseen vastanneista opettajista oli nuoli kysymyksestä kuusi kysymykseen viisi, sillä he olivat ymmärtäneet lomakekyselyä täyttäessä, että oppilaat olivat oppineet myös luonnontieteistä projektin aikana.

Kun kysyttiin, osasivatko oppilaat tuoda esille oppimansa tiedot, opettajien vastaukset olivat vaihtelevia. Kontekstista riippuen myös vastaus muuttui. Havaittavissa oli, että opettajat, jotka painottivat enemmän yhteistyö- ja ongelmanratkaisutaitoja, uskoivat oppilaiden osaavan tuoda paremmin esille oppimansa. Sen sijaan opettajat, jotka pohtivat myös luonnontieteiden oppimista, eivät uskoneet oppilaiden osaavan ilmaista tietojaan tai uskoivat oppilaiden osaavan ilmaista tietojaan vaihtelevasti.

Lisämateriaalista kysyttäessä opettajat eivät osanneet sanoa, minkälaista lisämateriaalia he haluaisivat. Moni oli jättänyt vastaamatta näihin kysymyksiin, mutta muutamat olivat toivoneet lisämateriaalia. Toiveita oli muun muassa erillinen itsearviointi oppilaille ja tietopakettia videoiden editoimisesta ja muokkaamisesta. Videoiden editointiin löytyy kattavia ohjeita netistä ja itsearviointi ei liity tutkimuksen tavoitteisiin, joten näitä ei tässä tutkimuksessa tehdä. Viimeisessä kysymyksessä opettajat olivat pohtineet yleisiä parannusehdotuksia tai omia mielipiteitään Liikkuva lelu –projektista, mutta näistä ei ollut tutkimukselleni arvoa.

Kyselytutkimuksen anti oli sen laajuuteen nähden erinomainen. Havaittavissa oli, että opettajat eivät olleet osallistuneet Liikkuva lelu –projektiin opettaakseen oppilaille luonnontieteitä vaan yhteistyö- ja ongelmanratkaisutaitoja. Lisäksi lomakekyselyistä välittyi, että osa opettajista oli ymmärtänyt ajatella luonnontieteiden opettamista osana projektia vasta kyselytutkimusta täyttäessään. Voin tehdä johtopäätöksen, että lisämateriaalille olisi käyttöä, jolloin opettajat voisivat käyttää Liikkuva lelu –projektia laajemmin opetuksessaan. Näin projektille saattaisi löytyä myös enemmän aikaa, kun projektin avulla voisi opettaa enemmän luonnontieteistä.

### **3.1.4 Fysiikka oppilaiden leluissa**

Totesin ryhmähaastattelujen perusteella, että oppilaat käyttivät fysiikkaa leluissaan, mutta eivät osanneet tuoda sitä esille. Tutkin ryhmähaastatteluistani tekemät litteraatit läpi uudestaan. Tällä kertaa ajatuksena oli kerätä tietoa, mitä fysiikkaa oppilaat olivat käyttäneet lelussa. Leluja oli yhteensä 16 kappaletta. Leluissa hyödynnetty fysiikka ja havaintojen määrät ovat nähtävissä taulukossa 3. Taulu-

kon leluista on nähtävissä, että useimmat lelut liittyvät mekaniikkaan ja tarkemmin sanottuna energiaan, ilmaan ja voimaan. Valitsin taulukon 3 kategoriat katsomalla ryhmähaastattelut ensin videolta ja keräämällä selkeitä fysiikkaan liittyviä ilmiöitä ja käsitteitä. Kun käsitteitä ja ilmiöitä oli riittävästi, yhdistin ne muutamaaan kategoriaan, joita havainnoin ryhmähaastatteluista.

**Taulukko 3:** Ryhmähaastatteluissa olevissa leluissa esiintyneet fysiikkaan liittyvät ilmiöt

<b>Lelussa hyödynnetty fysiikka liittyy</b>	<b>Havaintojen määrä</b>
Jousen liikkeeseen	3
Pumppaamiseen	2
Pyörimiseen/vierimiseen	13
Putoamiseen/leijailuun	2
Työntämiseen/vetämiseen	15
Vipuvarteen	1

### **3.2 Teoreettinen ongelma-analyysi**

Teoreettisessa ongelma-analyysissä huomioidaan empiirinen ongelma-analyysi. Asioita, joita havaittiin empiirisessä ongelma-analyysissä, käytetään hyödyksi teoreettisessa ongelma-analyysissä. Teoreettinen ongelma-analyysi perustuu peruskoulun opetussuunnitelmaan ja koulukirjojen sisältöön, jonka jälkeen yhdistän kaiken edeltävän ja pohjustan fysiikan osion. Luvussa 3.2.1 käsittelem teoreettista ongelma-analyysia peruskoulun opetussuunnitelman kautta ja luvussa 3.2.2 koulukirjojen kautta. Luvussa 3.2.3 pohdin, mitä fysiikkaa lisämateriaalin tulisi sisältää ja luvussa 3.2.4 pohjustan fysiikan teorian ja kerron yleisistä virhekäsityksistä.

### 3.2.1 Teoreettinen ongelma-analyysi perustuen peruskoulun vuosiluokkien 3-6 opetussuunnitelmaan

Peruskoulun opetussuunnitelmassa on useita tavoitteita, joita voidaan Liikkuva lelu –projektilla täyttää. Liikkuva lelu –projektin täyttämiä ympäristöopin tavoitteita ja laaja-alaisia tavoitteita opetussuunnitelmassa on esitelty liitteessä 4. Liitteessä mainitut tavoitteet toteutuvat mielestäni Liikkuva lelu –projektissa nykyisessä muodossa. Tavoitteet ovat T2, T7, T10, L1, L2, L3, L5 ja L7. Muita tavoitteita se ei mielestäni täytä opetussuunnitelmasta. Liitteessä 5 on esitelty tavoitteita, joita Liikkuva lelulle tehtävä lisämateriaali voisi täyttää projektissa saavutettavien tavoitteiden lisäksi. Näitä tavoitteet ovat T5, T6, T12, T13 ja T17. (Opetushallitus, 2015)

Vertaamalla liitteiden 4 ja 5 taulukkoja voidaan todeta, että lisämateriaali antaisi arvoa Liikkuva lelu –projektiin opetuksen kannalta. Projekti toteuttaa vain kolme tavoitetta opetussuunnitelman ympäristöopin tavoitteista nykyisessä muodossaan. Jos projektiin tehtäisiin sopiva lisämateriaali, tavoitteita voitaisiin saavuttaa edellisten lisäksi viidessä kohdassa. Jos Liikkuva-lelu toteutettaisiin sopivan lisämateriaalin kanssa, voitaisiin saavuttaa yhteensä kahdeksan opetussuunnitelman ympäristöopin tavoitetta 3-6 luokille yhdessä projektissa. Uusia kohtia olisi muun muassa T12:n osa, missä sanotaan, että ohjata oppilasta hahmottamaan ympäristöä, ihmisten toimintaa ja niihin liittyviä ilmiöitä ympäristöopin käsitteiden avulla sekä kehittämään käsiterakenteitaan ennakkokäsityksistä kohti käsitteiden täsmällistä käyttöä. Lisäksi T17:n osa, missä sanotaan, että ohjata oppilasta tutkimaan fysikaalisia ilmiöitä arjessa. Nämä eivät toteudu Liikkuva lelu –projektissa, sillä Viirin (2005) sanoin ”oppilaat eivät voi itse keksiä käsitteitä”. Siispä opettajan on sanoitettava fysiikka oppilaille. Tämä toteutuisi oikeanlaisen lisämateriaalin kanssa.

Opetussuunnitelman vuosiluokille 3-6 asetetuista laaja-alaisista oppimisen tavoitteista Liikkuva lelu –projekti täyttää itsessään viisi kohtaa. Lisämateriaali ei pysty täyttämään yhtään uutta kohtaa, mutta se voisi tukea projektin jo täyttämiä tavoitteita. Lisäksi vuoden 2014 peruskoulun opetussuunnitelmassa vuosiluokille 3-6 oli mainittu, että ”Fysiikan kannalta keskeistä on ymmärtää luonnon perusrakenteita ja ilmiöitä, ja selittää näitä ilmiöitä käyttäen myös omissa tutkimuksista saatavaa tietoa”. Sopiva lisämateriaali voisi vastata tähänkin tavoitteeseen.



### 3.2.2 Kirjakatsaus peruskoulun vuosiluokilla käytettäviin kirjoihin

Tutkin alakoulussa käytettävää vuoden 2016 opetussuunnitelman mukaista Sanoma Pron Pisara-kirjasarjaa (Asplund, Cantell, Suojanen-Saari, & Viitala, 2018a; Asplund, Cantell, Suojanen-Saari, & Viitala, 2018b; Cantell ym., 2018a; Cantell ym., 2018b; Cantell ym., 2018c; Cantell ym., 2018d). Ensimmäisen ja toisen luokan kirjoissa ei eritelty fysiikkaa, joten perehdyin fysiikan osuuteen vuosiluokkien 3-6 kirjoissa. Havaittiin, että kolmannella luokalla perehdyttiin veteen, jonka avulla käytiin läpi fysiikan käsitteistä muun muassa lämpötilaa, olomuodonmuutosta ja tiheyttä. Neljännellä vuosiluokalla käsiteltiin valoa ja ääntä. Viidennellä vuosiluokalla käsiteltiin liikettä, kitkaa, massaa ja voimaa. Kuudennella vuosiluokalla perehdyttiin alustavasti energiaan ja sen säilymiseen.

Yhteenvedon kirjakatsauksesta voin todeta, että sopiva lisämateriaali antaisi opettajille mahdollisuuden käsitellä edellä mainittuja fysiikan ilmiöitä uudella tavalla osana Liikkuva lelu –projektia. Tämä monipuolistaisi lisämateriaalin käyttökohteita.

### 3.2.3 Mitä fysiikkaa lisämateriaalin tulisi sisältää

Tässä luvussa pohdin aiempien havaintojen avulla, mitä fysiikan ilmiöitä ja käsitteitä kannattaa käydä läpi lisämateriaalissa. Luvussa 3.1.4 mainitsin oppilaiden leluissa esiintyneitä fysiikan ilmiöitä ja luvussa 3.2.2 pohdin alakoulun kirjojen sisältämää fysiikkaa. Koska valitsin itse fysiikan ilmiöt, joita havainnoin luvussa 3.1.4, pohdin Pisara-kirjasarjan avulla, oliko minulta jäänyt joku ilmiö huomaamatta, minkä olisi voinut toteuttaa sallittujen materiaalien (liite 1) avulla. En kuitenkaan löytänyt fysiikan ilmiötä, jota taulukko 3 ei vielä kattanut ja joka olisi ollut syytä lisätä.

Pumppaamista oli havaittavissa kahdessa taulukon 3 lelussa. Pumppaamiseen liittyy ilmanpaine-erot, mihin taas liittyy ilma ja ilmankoostumus. Näitä oli pohdittu myös Pisara-kirjasarjassa neljännen luokan ympäristöopin kirjassa olomuotojen ja tiheyden yhteydessä. Lisäksi ilma oli osana myös putoamisessa ja leijailemisessa, mitä esiintyi kahdessa lelussa. Tämän perusteella lisämateriaali voisi sisältää osan koskien ilmaa ja ilmanpainetta. Pumppaamiseen sisältyy myös työntäminen ja vetäminen, mutta tarkastelin pumppaamista myös erikseen. Työntämistä ja vetämistä oli 15 lelussa. Työntämiseen ja vetämiseen liittyy voima. Viidennen luokan kirjassa käsiteltiin voimaa, massaa, liikettä ja kitkaa, jotka ovat mekaniikassa keskeisiä asioita.

Putoamista ja leijailua esiintyi kahdessa lelussa. Näissä ilmiöissä on olennaista käsitteet painovoima ja putoamiskiihtyvyyt. Näihin liittyy arkielämässä ilmanvastus hyvinkin suoraan. Ilmanvastuksen ta-painen liikettä vastustava voima on kitka, joka tuli esille kaikissa leluissa tavalla tai toisella.

Opetussuunnitelmassa (2014) sanotaan, että fysiikan kannalta keskeistä on ymmärtää luonnon perus-rakenteita ja ilmiöitä, ja selittää näitä ilmiöitä käyttäen myös omissa tutkimuksissa saatavaa tietoa. Lisäksi opetussuunnitelmassa mainitaan opetuksen tavoitteissa, että oppilaan olisi osattava käyttää voima- ja liikekäsitteitä arkisissa tilanteissa sekä antaa esimerkkejä energian säilymisen periaatteesta, jotta saisi arvosanan kahdeksan. Opetussuunnitelma sanoo tavoitteiksi myös, että opetuksen tulisi ohjata oppilasta tutkimaan, kuvaamaan ja selittämään fysikaalisia ilmiöitä arjessa. Tämän perusteella lisämateriaali voisi käsitellä energiaa, ilmaa tai voimaa, jolloin se tukisi opetussuunnitelman tavoit-teita sekä ilmentäisi leluissa havaittua fysiikkaa.

Kun puhutaan alakoulun fysiikasta, on otettava huomioon virhekäsitykset. Viiri (2005) sanoo, että tutkimuksissa on havaittu, että oppimista ei haittaa eniten oppilaiden tiedon puute vaan heille koke-muksen kautta syntynyt käsitys, joka on ristiriidassa opittavan kanssa. Opettajan on tarkoitus saada oppilaat luopumaan ennakkokäsityksistä. Lisämateriaalin vaikutuksen mahdollisuuksia lisää, jos se auttaa opettajia opettamaan asioita, joissa oppilailla on useasti virhekäsityksiä. Viiri (2005) on kirjas-saan maininnut, että oppilailla on hyvin usein vaikeuksia käsitteiden kanssa, mitkä liittyvät sähköön, valoon, voimaan, energiaan tai aineeseen.

Kuten kappaleessa 2.2.3 sanoin, materiaalilistasta ilmenee, että sähkö ei ollut osana Liikkuva lelu – projektia. Myöskään valo ei ole merkittävässä osassa Liikkuva lelu -projektissa. Teen samalla rajauk-sen, että jätän energian pois lisämateriaalista. Syynä on, että voiman ja energian opettelu samaan aikaan ei edesauta virhekäsitteiden korjaamista vaan saattaa sekoittaa oppilaita. Kahden abstraktin asian opettelu samaan aikaan antaa mahdollisuuden sekoittaa asiat liian helposti toisiinsa. Oppilaiden on tärkeää ymmärtää voiman ja energian ero. Jos energia ja voima opetetaan samalla kertaa, on to-dennäköistä, että oppilaat sekoittavat ne keskenään. Kun listasta on karsittu sähkö, valo ja energian, lisämateriaalissa käsiteltäviksi aiheiksi jää vain aine ja voima.

### 3.2.4 Fysiikan teoriaa ja virhekäsityksiä

Kaiken kaikkiaan empiirisen ongelma-analyysin, kirjakatsauksen, peruskoulun opetussuunnitelman (2014) ja yleisimpien virhekäsitysten mukaan lisämateriaalissa kannattaa käsitellä asioita, jotka liittyvät toisiinsa ja joissa oppilailla on yleensä virhekäsityksiä, jotta lisämateriaalin käyttö olisi kannattavampaa. Tässä luvussa käsittelen fysiikan ilmiöitä, jotka soveltuvat kategorioihin aine ja voima. Lisäksi ilmiöt, joita käsittelen tässä luvussa, ovat tulleet esille kirjakatsauksessa ja myös opetussuunnitelmassa.

Käsitellään ensiksi asioita, jotka liittyvät käsitteeseen aine. Yksi aineisiin liittyvä virhekäsitys Viirin (2005) mukaan on, että oppilaat ajattelevat punaisen kappaleen atomien olevan punaisia. jolloin saatetaan ajatella, että ilma on sama kuin tyhjiö. Tosiasiassa ilma on erinäisten kaasujen heterogeeninen seos. Saasteeton kuiva ilma sisältää 78,084 % typpeä, 20,946 % happea, 0,934 % argonia ja 0,036 % muita kaasuja, kuten esimerkiksi neonia, heliumia ja hiilidioksidia. (Brimblecombe, 1996)

Tästä voidaan jatkaa ilmanpaineen SI-yksikköön eli kansainvälisen yksikköjärjestelmän yksikköön on Pascaliin (Pa), joka on  $\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}^2)$ . Normaali ilmanpaine on noin 101,3 kPa. Ilmanpaine muuttuu noin 0,0125 kPa/m, kun liikutaan maan pinnan tasossa ylös tai alas. Paine kasvaa ylöspäin ja pienenee alaspäin mentäessä. Korkeapaineesta puhutaan, kun paine on suurempi kuin normaali ilmanpaine ja matalapaineesta, kun paine on pienempi kuin normaali ilmanpaine. (Ilmatieteen laitos - ilmanpaine.)

Voima on abstrakti käsite ja siihen liittyy paljon virhekäsityksiä. Viiri (2005) on maininnut muun muassa seuraavat neljä virhekäsitystä oppilaiden ajattelussa. Ensimmäinen on ajatus, että kahden erikokoisen kappaleen törmätessä toisiinsa isommassa on enemmän voimaa, vaikka voima on aina yhtä suuri. Toinen esimerkki on, että voiman ajatellaan olevan kappaleessa ja kappaleen liikkuessa, se kuluu pois. Kolmas esimerkki on, että tasaisessa liikkeessä olevaan kappaleeseen vaikuttaa vakiovoima, vaikka siihen kohdistuva kokonaisvoima on nolla. Neljäs virhekäsitys on, että nopeus on verrannollinen voimaan eikä kiihtyvyys.

Tarkemmin määriteltynä voimalla on suunta ja suuruus, kuten vektorilla. Voiman SI-yksikkö on Newton (N) eli  $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$ . Yksikkö on saanut nimensä Isaac Newtonin mukaan. Hän kehitti kolme lakia, joita nykyään kutsutaan nimillä Newtonin ensimmäinen, toinen ja kolmas laki. Ensimmäinen laki eli jatkuvuuden laki sanoo, että kappale jatkaa liikettä vakionopeudella tai pysyy levossa, jos siihen ei vaikuta ulkoisia voimia. Toinen laki eli dynamiikan peruslaki sanoo, että kappaleeseen vaikuttava kokonaisvoima  $F$  saa aikaan massaan  $m$  kiihtyvyyden  $a$ . Lyhyesti sanottuna  $F = ma$ . Kolmas laki eli

voiman ja vastavoiman laki kertoo, että jos kappale vaikuttaa toiseen kappaleeseen tietyllä voimalla, niin kyseinen kappale vaikuttaa takaisin yhtä suurella vastakkaissuuntaisella voimalla. (Newton, 1934; Young & Freedman, 2004)

Voimasta voidaan jatkaa painovoimaan. Painovoima eli gravitaatio perustuu Newtonin gravitaatiolakiin

$$F_G = \frac{Gm_1m_2}{r^2},$$

missä  $F_G$  on gravitaation aiheuttama voima,  $m_1$  ja  $m_2$  ovat kappaleiden massat,  $r$  on kappaleiden välinen etäisyys ja  $G$  on gravitaatiovakio. Gravitaatiokiihtyvyys on lähellä maan pinnalla noin  $9,8 \text{ m/s}^2$ . (Knight & Dewey, 2014; Young & Freedman, 2004)

Gravitaatio voidaan laskea yhdistämällä Newtonin toinen laki ja gravitaatiolaki ja sijoittamalla lausekkeeseen arvot  $r = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$  (Maan säde),  $m_m = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  (Maan massa) ja  $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$  (gravitaatiovakio).

$$F = F_G$$

$$m_2a = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

$$a = \frac{Gm_1}{r^2}$$

$$a = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2 \frac{6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(6,4 \cdot 10^6 \text{ m})^2}$$

$$a = 9,77637 \text{ m/s}^2$$

$$a = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Putoamiskiihtyvyys tarkoittaa gravitaatiota lähellä maan pintaa. Putoamiskiihtyvyys on jokaisella kappaleella sama tietyllä etäisyydellä maan keskipisteestä.

Putoamiskiihtyvyyteen liittyy arkipäiväinen ilmiö, jossa kaksi erilaista kappaletta putoaa eri nopeudella. Tyhjiössä kaksi kappaletta putoaa samalla nopeudella. Esimerkiksi tennispallo ja höyhen putoavat tyhjiössä täsmälleen samalla nopeudella. Tavallisessa huoneilmassa ne kuitenkin putoavat täysin eri lailla. Tämä johtuu siitä, että pienellä ja kevyellä kappaleella eli höyhenellä esiintyy viskoot-

tista kitkaa eli laminaarista virtausta eli tasaista virtausta sen tippuessa. Tämä tarkoittaa, että osa höyhenen vapautuvasta potentiaalienergiasta muuttuu ilmamolekyylien liikkeeksi ilmanvastuksen kautta. Viskoottista kitkaa kutsutaan myös Stokesin kitkaksi ja se on yksi tapa mallintaa ilmanvastusta. Tennis pallon pudotessa huoneilmassa, sillä esiintyy turbulenssia, mikä on toinen tapa mallintaa ilmanvastusta. (White, 2003)

Ilmanvastuksesta on helppo siirtyä seuraavaan aiheeseen eli kitkaan, joka tulee esille kaikissa leluissa tavalla tai toisella. Kitka on kahden toisiaan koskettavien pintojen välissä oleva voima, joka vastustaa liikettä tai liikkeen alkamista. Kitkaa on monenlaista, kuten lepokitka, liikekitka ja pyörimiskitka. Lepokitka vastustaa kappaleen liikkeelle lähtemistä, liikekitka vastustaa liikettä ja vierimiskitka vastustaa vierivän kappaleen etenemistä. Jokaiselle aineelle on ominainen kitkakerroin, joka kuvaa kappaleen liikkeelle saamiseen tarvittavaa voimaa suhteessa kappaleen pintaan puristavaan voimaan. Kitkakerroin  $\mu$  saadaan jakamalla liikkeelle saattava voima  $F_k$  pinnan kappaleeseen kohdistavalla voimalla  $N$ . Toisin sanottuna

$$\mu = \frac{F_k}{N}. \quad (3)$$

Kaavan avulla voidaan selvittää lepokitka- ja liikekitkakerroin. Lepo- ja liikekitkakertoimet ovat yleensä erisuuruisia. Esimerkiksi kuivalle kumi-asfaltti materiaaliparille lepokitkakerroin on 0,8 ja liikekitkakerroin 0,7. Lepokitkakerroin on liikekitkakerrointa suurempi, mikä havaitaan arkipäiväisenä ilmiönä, kun yritetään siirtää esinettä vain hieman, mutta kitkakertoimen pienentyessä äkillisesti se liikahtaa huomattavasti pidemmälle. (Knight & Dewey, 2014; Young & Freedman, 2004)

### **3.3 Yhteenveto ongelma-analyysistä**

Käsittelen yhteenvedon kehittämistutkimuksen tarpeen, mahdollisuuksien ja haasteiden kannalta. Luvussa 3.3.1 pohdin kehittämistutkimuksen tarpeita, luvussa 3.3.2 pohdin mahdollisuuksia ja luvussa 3.3.3 pohdin haasteita.

#### **3.3.1 Kehittämistutkimuksen tarpeellisuus**

Mainitsin empiirisessä ongelma-analyysissä, kuinka opettajat puhuivat kaipaavansa jotain lisää Liikkuva lelu –projektiin, jotta se ei loppuisi valmiisiin leluihin ilman päämäärää. Koin, että tämä luot tarpeen kehittää jotain lisää projektiin. Havaitsin kehittämisen tarpeen myös, kun tein ryhmähaastatteluja oppilaiden kanssa. Liikkuva lelu –projekti olisi huomattavasti opettavaisempi, jos leluja tehdessä oppilaat voisivat huomata osaavansa fysiikkaa. Oppilaat tarvitsivat mielestäni vain opettajaa sanoittamaan ja osoittamaan, että oppilaat ovat käyttäneet leluissaan erinäköistä fysiikan osaamista. Toisin sanoen oppilaat tarvitsevat opettajan tukea muuttamaan oppimansa fysiikan ilmiöt käsitteiksi. Tätä helpottaisi materiaali, joka voitaisiin käsitellä StarT-festivaalien jälkeen, jotta se ei vaikuttaisi itse Liikkuva lelu –projektiin.

Oppilaiden ryhmähaastatteluissa kävi ilmi useaan otteeseen, että oppilaat selittivät asioita, mutta heidän täytyi selittää asia kiertoilmaisuja käyttäen, koska he eivät tienneet fysiikan käsitteitä. Sen sijaan ryhmä, joka oli kuullut sanan ilmanpaine, hyödynsi sitä, jottei heidän tarvinnut selittää asiaa kiertoilmaisun kautta. Esimerkkinä suora lainaus heidän puheestaan: ”Se toimii ilmanpaineella.” Oppilaat pääsivät huomattavasti helpommalla, kun käyttivät sanaa ilmanpaine. Muutoin he olisivat joutuneet selittämään, esimerkiksi se toimii painamalla tästä, jolloin toisessa päässä tämä lentää. Samalla voidaan todeta, että oppilaat omaksuvat tiedon itseensä ja osaavat sitä käyttää, jos se heitä hyödyttää. Olisi siis tarpeellista saada ympäristöopin sanastoa oppilaiden tietoon, jotta he voisivat harjoitella sen käyttämistä. Mutasen (2000) tutkimuksessa on osoitettu, että käsitteiden hallinta on tärkeä osa oppilaan oppimista. Opetussuunnitelmassa (Opetushallitus, 2015) sanotaan, että oppilaiden tulisi käyttää luonnontieteiden käsitteistöä, jotta tulevaisuudessa käsitteiden käyttö olisi täsmällistä. Mutasen (2000) mukaan käsite on samaa kieltä puhuvan ihmisryhmän piirissä yleistynyt tai yksilön mentaalisenä konstruktiona muodostunut esineiden, symboleiden, asioiden tai tapahtumien luokka, joka perustuu kyseessä olevissa esineissä, symboleissa tai tapahtumissa esiintyviin yhteisiin ominaisuuksiin ja johon voidaan viitata tietyn nimen tai symbolin avulla. Lisäksi Mutanen (2000) kertoo, että virheelliset käsitteiden selitykset voivat estää tieteellisen ja uuden tiedon omaksumisen tai ainakin vaikeuttaa sitä. Käsitteiden oppimista tapahtuu liikkuva lelu –projektin aikana, joten on tarpeellista, että oppilaille ei tule virhekäsityksiä. Lisämateriaalilla voidaan auttaa opettajaa yhdistämään käsitteitä projektissa esiintyviin leluihin ja opettamaan käsitteitä oppilaille lelujen avulla. Lisäksi lisämateriaali auttaa opettajaa korjaamaan virhekäsityksiä projektin lopussa ja avaamaan käsitteitä lapsille, jos he sellaisiin projektia tehdessään törmäsivät.

Kyselytutkimuksen pohjalta voidaan sanoa, että opettajat kaipaavat lisää materiaalia, jota hyödyntää Liikkuva lelu –projektin aikana. Toisissa vastauksissa määriteltiin tarkkaan, mitä haluttaisiin lisämateriaalin sisältävän. Osassa vastauksista todettiin vain, että lisämateriaalia olisi hyvä saada, mutta ei osattu sanoa, millaista lisämateriaalin tulisi olla.

### **3.3.2 Kehittämistutkimuksen mahdollisuudet**

Teoreettista ongelma-analyysia tehdessäni havaitsin, että peruskoulun opetussuunnitelma antaa mahdollisuuden luoda lisämateriaalipaketin, joka käsittäisi useita opetussuunnitelmassa olevia tavoitteita, mikä lisäisi Liikkuva lelu –projektin arvoa. Pisara-kirjasarjassa käsiteltiin samoja asioita kuin Liikkuva lelu -projektissa, joten opettaja voisi esimerkiksi lisämateriaalin avulla käydä projektin aikana huomattuja fysiikan ilmiöitä läpi. Nämä antaisivat opettajalle mahdollisuuksia opettaa asioita uusilla tavoilla. Virhekäsitykset otetaan myös huomioon, jolloin opettaja saa mahdollisuuden opettaa asioita etsimättä niistä tietoa itse.

Jos lisämateriaalista tehdään sähköinen, jokainen Liikkuva lelu –projektiin osallistunut opettaja voisi saada sen netin kautta haltuunsa ilman paperin kulutusta. Näin lisämateriaali mahdollistaisi useille opettajille vaihtoehtoisen tavan opettaa fysiikkaa alakoulussa.

### **3.3.3 Kehittämistutkimuksen haasteet**

Tämän kehittämistutkimuksen suurimpana haasteena on saada luotua lisämateriaalista sellainen, että jokainen opettaja pystyy sitä käyttämään opetuksessaan. Opettajan on pystyttävä pitämään oppitunti materiaalin perusteella ilman suuria valmisteluita ja tiedon etsintää.

Yleisesti kehittämistutkimuksissa on useita ratkaisemattomia kysymyksiä. Näitä ovat esittäneet Barab ja Squire (2004). Mihin epistemologiaan eli tietoteoriaan kehittämistutkimus pohjautuu? Miten kvalitatiiviset ja kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät sovitetaan yhteen? Miten vältetään tutkijan vaikutukselta tutkimuksen aikana ja raporteissa? Miten yksittäisistä tutkimuksista saadut tulokset saadaan siirrettyä yleiseen käyttöön? Näihin kysymyksiin pohditaan vastauksia kehittämistutkimuksen loppupohdinnassa.

## 4 Kehittämisprosessi

Kehittämisprosessi koostuu neljästä eri vaiheesta, joista jokaisen käyn erikseen läpi omassa luvussaan. Suunnitelman käsittelen 4.1, kehittämisen 4.2, testaamisen 4.3 ja arvioinnin 4.4 luvussa.

### 4.1 Suunnitelma

Jo ongelma-analyysin lopussa päädyin hahmottelemaan, minkälainen lisämateriaalin tulisi olla ja mitä se sisältäisi, jotta siitä olisi hyötyä opettajille. Jos lisämateriaali on paketti, minkä avulla opettajat voivat käsitellä leluissa esiintyvää fysiikkaa, sen täytyisi olla helposti saatavissa ja toteutettavissa. Jotta lisämateriaali olisi helposti saatavissa ja käytettävissä, sen on oltava sähköisessä muodossa ja ladattavissa jollain tavalla. Tämä tarkoitti käytännössä, että lisämateriaalin pitää olla jaettavissa esimerkiksi sähköpostin välityksellä tai ladattavissa netissä Liikkuva lelu –projektin lopussa. Lisämateriaalin on sisällettävä tarkat ohjeet, jonka avulla opettaja pystyy pitämään oppitunnin. Lisämateriaalin on tarkoitus tulla kaikkien Liikkuva lelu –projektiin osallistuneiden opettajien käyttöön. Osallistujia projektiin on ympäri Suomea, joten mikään muu kuin sähköisesti ladattava lisämateriaali ei ole soveltuva tähän tarkoitukseen. Liikkuva lelu –projektin yksi teemoista on kierrätys, joten paperisena lähetettävä materiaali ei tule kyseeseen.

Lisämateriaalille ei ole olemassa tarkkoja kriteerejä tai suosituksia, millainen sen tulisi olla. Lisämateriaali on sähköinen, joten sovellan Ekonojan väitöskirjassaan mainitsemia asioita sähköisistä materiaaleista. Ekonojan mukaan sähköisen oppimateriaalin on toimittava hyvin, sen toteutuksen on oltava laadukasta ja teknisiä ongelmia ei saa tulla vastaan. Ekonoja ei määrittele, millainen on laadukas materiaali, mutta äskeisen perusteella voidaan olettaa yhden kriteerin olevan toimintavarmuus. Sähköisestä materiaalista Ekonoja mainitsee myös, että sähköisen materiaalin tulisi olla yhtenäinen kokonaisuus, sillä opettajat turhautuvat, jos he joutuvat etsimään materiaaleja useista eri paikoista. Viimeiseksi Ekonoja mainitsee, että opettajan roolin tärkeyttä sähköisen materiaalin käytössä ei saa unohtaa. (Ekonoja, 2014)

Päädyin lopulta päätökseen, että lisämateriaalissa on diaesitys, joka näkyy oppilaille, ja opettajalle lisämateriaali, jossa olisi tarvittavia lisätietoja, kuten esimerkiksi tarkempaa tietoa fysiikan termeistä, vinkkejä ja vihjeitä kuinka opettaa joku asia sekä ehdotuksia kokeellisiksi ja oppilaita aktivoiviksi



menetelmiksi. Aktivoivat opetusmenetelmät houkuttelevat oppilaita oppimaan passiivisia opetusmuotoja enemmän, koska aktiiviset opetusmenetelmät ovat motivoivampia ja kiinnostavampia, sillä ne haastavat oppilaat ajattelemaan (Stern & Huber, 1997, 19-39). Päädyin suunnittelemaan lisämateriaalin hyödyntämällä aktivoivia opetusmenetelmiä lisämateriaalissa, jotta oppilaat pääsisivät tekemään itsekin jotain, eikä lisämateriaalin läpikäynnistä tulisi vain opettajan yksinpuhelua. Tiedetään, että aktivoivat opetusmenetelmät pakottavat oppilaat näkemään vaivaa oppimisensa eteen (Stern & Huber, 1997, 19-39).

Aktivoivana opetusmenetelmänä käytän pieniä oppilastöitä, jotka jokainen oppilas voi tehdä. Oppilastyöt voi tehdä myös opettajan demonstraatioina. Demonstraatioon pätee, että se on tehtävä hitaasti, perusteellisesti, liioitellen ja useaan kertaan (Eloranta, 1992). Samaa voi soveltaa myös oppilastöihin, jolloin oppilaille jää varmemmin mieleen, mitä tehtiin.

Lisämateriaalini pedagogisia päätavoitteita ovat lisämateriaalin helppokäyttöisyys ja aktiivisuus. Sisällön päätavoite on käydä tärkeimmät Liikkuva lelu –projektissa ilmenneet fysiikan ilmiöt kattavasti läpi sekä poistaa fysiikan käsitteiden virhekäsityksiä. Yleinen tavoite lisämateriaalille on tukea opettajan opetusta sekä monipuolistaa Liikkuva lelu –projektia.

## **4.2 Kehittäminen**

Kehittäminen koostui pitkälti askel kerrallaan etenemisestä. Luvussa 3.1.4 esittelin, mitä fysiikkaa lelut sisälsivät. Tässä luvussa kerron, miten lisämateriaali rakentui sekä mitkä seikat vaikuttivat valintoihini.

Luvussa 3.1.4 leluissa havaitusta fysiikasta sain kuvan, mitä aiheita lisämateriaali voisi käsitellä. Tutkiessani alakoulun Pisara-kirjasarjaa, huomasin, että fysiikan käsitteistöä ei juuri käsitelty ennen kolmatta luokkaa. Tämä rajaisi materiaalia niin, että lisämateriaali suunnattaisiin vain 3-6 luokkalaisille.

Lisämateriaalin ensimmäinen kehitysversio on liitteissä 6-7. Ensimmäinen versio lisämateriaalista sisältää diaesityksen ja opettajan materiaalin. Lisämateriaali muodostui käytännössä kahdesta osiosta, joista ensimmäinen on suunnattu 3-6 vuosiluokkalaisille ja jälkimmäinen vuosiluokille 5-6. Mikään ei kuitenkaan estä opettajaa käymästä vain osaa asioista läpi 5-6 luokkalaisille tai koko lisämateriaalia kolmasluokkalaisten kanssa.

Alakoulun oppilaille opetetaan ympäristöoppia. Voidaan olettaa, että he eivät tiedä, mitä fysiikka on. Lisämateriaalin alussa on siis oltava selitys, mitä fysiikka on ja miten sitä käsitellään. Lisämateriaalin on tarkoitus olla aktivoiva, joten diat 2-5 rakentavat pohjustuksen fysiikkaan alakoulukäisille aktiivisesti. Lähtökohdaksi pohjustukselle on, että fysiikka on kokeellinen luonnontiede, jossa fyysikot tarkastelevat luonnonilmiöitä ja yrittävät löytää niille malleja ja sääntöjä (Young & Freedman, 2004). Näitä malleja kutsutaan fysiikan teorioiksi. Teorioista käytetään yleisimmin nimityksiä fysiikan lait tai fysiikan säännöt (Young & Freedman, 2004).

Pohjustuksen lisäksi lisämateriaalin olisi hyvä käsitellä muutamia tämän vuoden materiaaleista rakennettaville leluille yleisiä piirteitä, joita esittelin luvussa 3.1.4. Niitä olivat havaintojeni pohjalta jousen liike, pumppaaminen, pyöriminen ja vieriminen, putoaminen ja leijailu, työntäminen ja vetäminen sekä vipuvarsi. Tämän perusteella tein lisämateriaalin osan koskien ilmaa ja ilmanpainetta. Lukujen 3.2.3 ja 3.2.4 pohjalta loin diat 6-7, jotka koskevat ilmaa ja ilman painetta. Tämä aihe käsitellään ympäristöopin Pisara-kirjasarjassa neljännellä luokalla. Tästä johtuen ilma ja ilmanpaine käsitellään dioissa välittömästi pohjustuksen jälkeen.

Viidennen luokan kirjassa käsitellään voimaa, massaa, liikettä ja kitkaa, jotka ovat mekaniikassa keskeisiä asioita. Voima käydään läpi lisämateriaalin diassa kahdeksan, jossa ei vielä perehdytä voiman suuntaan. Voiman suuntaa voidaan tuoda oppilaille esille esimerkkien avulla. Voiman suuntaa ja suuruutta voidaan muuttaa esimerkiksi väkipyörien ja vipuvarren avulla. Näitä pohditaan diassa yhdeksän. Voimasta voidaan jatkaa painovoimaan diassa kymmenen. Voimaan liittyvistä virhekäsityksistä puhutaan niin ikään luvuissa 3.2.3 ja 3.2.4. Siitä jatketaan suoraan diaan 11, jossa käsitellään putoamiskiihtyvyyttä ja ilmanvastusta. Diassa palataan jo aiemmin diaesityksessä pohdittuun asiaan eli ilmaan.

Ilmanvastuksesta on helppo siirtyä seuraavaan aiheeseen eli kitkaan, joka myös vastustaa kappaleen liikettä. Kitka on käsitelty alakoululaisille sopivalla tarkkuudella lisämateriaalin viimeisessä eli 12. diassa ja teoria luvussa 3.2.4. Ainoa asia, jota ei ole havaituista ilmiöistä käsitelty lisämateriaalissa, on jousen liike. Jousen liikettä käytettiin kolmessa eri lelussa. Kun tutkin alakoululaisten Pisara-kirjasarjaa, en havainnut jousesta kertovia tekstejä. Päädyin tutustumaan tarkemmin yläkoulun uuden opetus suunnitelman mukaiseen Ilmiö-kirjasarjaan, missä käsiteltiin jousen liikettä (Lehto, Salonen, & Maa-lampi, 2018). Jousen liikettä käydään yleisesti läpi vasta yläkoulussa, joten en yhdistä sitä lisämateriaaliin.

Kaikkiin lisämateriaalin ilmiöihin voi liittää energian. Lisämateriaalissa ei kuitenkaan käsitellä energiaa. Lisämateriaalipaketista tulisi liian suuri, jos siinä käsiteltäisiin energia ja jousen liike, joten jätin ne pois lisämateriaalista. Jo tällaisenaan lisämateriaali tulee viemään opettajalta noin kaksi oppituntia.

Tarkoituksena ei ole tehdä kaiken kattavaa lisämateriaalia, vaan tarkoitus on perehtyä lukuvuoden 2017-2018 Liikkuva lelu –projektissa yhteen aihealueeseen, joka tukee kyseisen vuoden materiaaleja. Valitsin teemaksi ilman ja voiman ja niiden ympärillä olevia asioita, joita kannattaa nostaa esille ilmasta ja voimasta puhuttaessa. Energia ja jouset liittyvät todella paljon toisiinsa. Mielestäni energiasta ja jousista voidaan puhua esimerkiksi toisessa lisämateriaalissa, jonka rakennusmateriaaleihin kuuluu paristo. Energia olisi huomattavasti isommassa roolissa tuolloin. Lisäksi on todennäköistä, kun puhutaan samaan aikaan oppilaille energiasta ja voimasta, että käsitteet menevät sekaisin, kuten mainitsin virhekäsitteistä kertoessani luvuissa 3.2.3 ja 3.2.4. Opettajan ohjeessa ei mainita energiaa, jotta siitä ei vahingossa puhuta oppilaille voiman kanssa samaan aikaan.

Lyhyenä yhteenvetona kehittämisestä voidaan sanoa, että lisämateriaali on useiden mainittujen kriteereiden lopputulos, jossa on huomioitu ongelma-analyysi ja pedagogiset metodit. Tämän avulla on tehty kokonaisuus, jossa fysiikka on sopivan tasoista alakouluikäiselle. Lisämateriaalin fysiikkaa peilasin vielä Pisara-kirjasarjaan, jotta varmistuisin sisällön sopivuudesta alakouluikäisille.

### **4.3 Testaus**

Lisämateriaalin testaus tapahtui Jyväskylän Normaalikoulussa. Liikkuva lelu –lisämateriaalipaketin mukainen oppitunti pidettiin alakoulun viidennelle luokalle. Viidennen luokan luokanopettaja suostui vapaaehtoisesti pitämään oppitunnin materiaalin perusteella.

Testaus toteutettiin kehittämistutkimuksessani antamalla lisämateriaalin ensimmäinen kehitysversio opettajalle etukäteen luettavaksi diaesityksineen ja opettajan lisämateriaaleineen. Opettajalla oli viikko aikaa lukea materiaali läpi, tehdä siihen omat merkintänsä ja valmistautua pitämään sen pohjalta oppitunti.

Testaukseen käytettiin aikaa vain yksi 45 minuutin oppitunti, vaikka lisämateriaali tarvitsee sellaiseen noin kaksi 45 minuutin oppituntia. Tätä ei lue lisämateriaalin ensimmäisessä versiossa, mutta opettaja oli tietoinen lisämateriaalin vaatimasta ajasta. Testaus toteutettiin pari kuukautta projektin jälkeen.

## 4.4 Arviointi

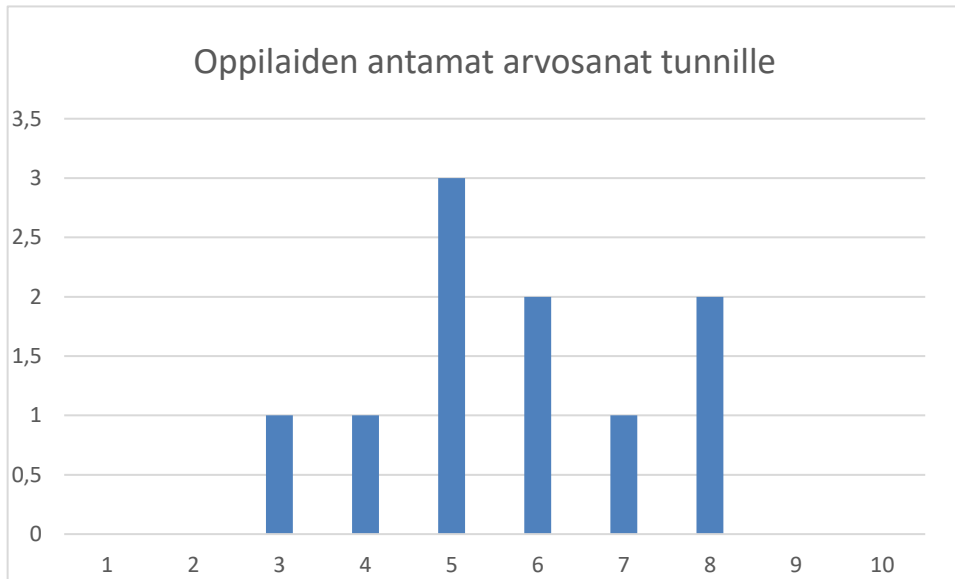
Oppitunnin aikana tein itse muistiinpanoja tunnin sujuvuudesta ja kirjasin ylös parannusehdotuksia itselleni. Lisäksi testaamisen jälkeen oppilaat vastasivat lyhyeen palautekyselyyn ja opettaja antoi sanallista palautetta. Lisämateriaalin arviointi tapahtui opettajan palautteen, oppilailta kerätyn palautteen ja omien huomioideni perusteella. Luvussa 4.4.1 paneudun opettajan antamaan suulliseen palautteeseen ja parannusehdotuksiin. Luvussa 4.4.2 käsittelen oppilaiden antaman palautteen. Käsittelin luvussa 3.2.1 peruskoulun opetussuunnitelmia 3-6 vuosiluokille ja nyt luvussa 4.4.3 analysoin, mitkä kohdat lisämateriaalini lopulta saavutti. Luvussa 4.4.4 kerron omista huomioistani tunnin aikana sekä käsittelen luvuissa 4.4.1 ja 4.4.2 saamaani palautetta ja omia huomioitani ja teen parannuksia lisämateriaalini ensimmäiseen versioon.

### 4.4.1 Opettajan palaute

Oppitunnin jälkeen opettaja antoi minulle suullisen palautteen, josta kirjoitin parannusehdotukset muistiin. Opettajan kanssa käymässäni keskustelussa kävi ilmi, että oppitunnin pitämiseen olisi tarvittu enemmän aikaa. Tämä on ihan ymmärrettävää, sillä laskin, että lisämateriaalin toteuttaminen kaikkien demojen kanssa vie noin kaksi 45 minuuttia pitkää oppituntia. Opettaja käytti yhden 45 minuutin oppitunnin lisämateriaalin läpikäymiseen, jolloin hän joutui jättämään oppilaiden omaa tekemistä vähemmälle, ehtiäkseen käsitellä kaikki asiat.

Toinen opettajan antama parannusehdotus oli kehittää oppilaille lisää tekemistä, jotta tunneista aktivoisivat oppilaita paremmin ja näin estäisi oppilaiden pitkästymisen tai tylsistymisen. Tähän kohtaan opettaja ehdotti, että lisäisin linkkejä diaan, josta siirryttäisiin katsomaan esimerkiksi joku video kyseisestä fysiikan ilmiöstä.

#### 4.4.2 Oppilaiden palaute



**Kuva 2:** Kuvassa on pylväsdiagrammi oppilaiden antamista arvosanoista tunnille, missä x-akselilla on arvosana ja y-akselilla on arvosanojen määrä.

Oppitunnin jälkeen sain mahdollisuuden kerätä oppilailta palautetta oppitunnista. Koulun kaikilla oppilailla on tutkimusluvut ja oppilaat vastasivat vapaaehtoisesti taulukossa 4 olevaan kyselyyn. Kerroin luvussa 3.1.3.1 kyselytutkimuksesta ja sen muodosta. Samat kriteerit vaikuttivat oppilaille suunniteltuun kyselyyn, jonka täytyi olla lyhyt, jotta oppilailta riitti mielenkiinto vastata siihen. Samalla oli kuitenkin tarkoitus kartoittaa oppilaiden ajatuksia pidetystä tunnista ja opituista asioista. Ensimmäisen kysymyksen tavoite oli selvittää, mitä oppitunnissa oli mieleenpainuvaa ja oliko mikään asioista fysiikan ilmiö. Toisen kysymyksen tavoite oli kartoittaa, haluaisivatko oppilaat tietää tarkemmin jostain ilmiöstä. Kolmas ja neljäs kysymys selvittivät yleistä tunnetta tunnista.

Ensimmäinen kysymys ei täyttänyt toivottua tavoitetta. Oppilaiden vastaukset ensimmäiseen kysymykseen olivat erinäköisiä kolmen kohdan luetteloita, josta ei voida tehdä sen suurempia johtopäätöksiä. Vastauksissa esimerkiksi mainittiin höyhen, kumi, kynä tai jokin muu opetuksen väline. Olisi ollut järkevämpää kysyä, mitä oppilailta jäi mieleen fysiikasta tai fysiikan ilmiöistä, milloin olisi rajattu pois mahdollisuus nimetä kolme esinettä, jotka olivat oppilaan näkökentässä. Toiseen kysymykseen jokainen oppilaista vastasi eri sanoin ”ei”. Kolmannessa kysymyksessä oli havaittavissa

**Taulukko 4:** Oppilaille esitetty kysely oppitunnin jälkeen.

<b>Kysymyksen numero</b>	<b>Kysymys</b>
1.	Nimeä kolme oppitunnista mieleen jäänyttä asiaa.
2.	Olisitko halunnut tietää jostakin enemmän, mistä?
3.	Oliko oppitunti mielenkiintoinen, miksi/miksi ei?
4.	Anna arvosana oppitunnille asteikolla 1-10.

suuri yksimielisyys siitä, että tunti oli ollut hieman tylsä, koska oppilaat olivat tehneet niin vähän itse. Kaksi oppilasta oli sanonut kyselyssä, että oli tylsää vain kuunnella. Liitteessä 8 on esimerkki vastauspaperista. Tylsyyden tunne saattoi johtua ajanpuutteesta ja liian vähästä tekemisestä diaesityksen aikana. Viimeiseen kysymykseen oppilaat olivat vastanneet lähes koko asteikon laajuisesti lukuun ottamatta arvosanoja 1 ja 10. Puolikkaita oppilaat eivät käyttäneet. Oppilaiden antamien arvosanojen keskiarvo oli 5,7. Arvosana jakauma näkyy kuvan 2 pylväsdiagrammissa, jossa x-akselilla on oppilaan antama arvosana ja y-akselilla arvosanojen määrä. Oppilaiden arvosanat pyöristettiin taulukointia varten lähimpään kokonaislukuun. Jos oppilas oli antanut esimerkiksi arvosanan 6+, se pyöristettiin kuuteen.

Yhteenvedona voidaan todeta, että oppilaiden mielestä tunti ei ollut menestys tai pettymys, sillä arvosana oli 5,7. Vastauksista voidaan päätellä, että tunti oli ollut tylsä. Tylsyys oli johtunut luultavimmin vähästä omasta tekemisestä, mitä ajatusta oppilaiden kirjoittamat avoimet vastaukset tukivat.

#### **4.4.3 Analysointi lisämateriaalin täyttämistä kohdista peruskoulun 3-6 vuosiluokkien opetus-suunnitelmassa**

Tässä luvussa viitataan liitteiden 3 ja 4 sisältämiin kohtiin kirjoittamalla niiden kirjainnumeroyhdistelmän, kuten esimerkiksi T6. Luvussa 3.2.1 kerroin tavoitteita, jotka toteutuvat pelkästään Liikkuva lelu –projektissa. Seuraavaksi käyn jokaisen kohdan läpi, kuinka kyseinen opetussuunnitelman tavoite toteutuu. Kaikki tavoitteet avattuina ovat nähtävissä liitteissä 4 ja 5.

Ympäristöopin tavoitteista toteutuu T2, koska Liikkuvassa lelussa on kyse projektimaisesta toiminnasta, jossa oppilaan täytyy asettaa itselleen tavoitteita eli päättää rakentaa lelu ja työskennellä pitkäjänteisesti sen parissa. T7 toteutuu, sillä oppilaat keksivät ja luovat yhdessä uutta. Samalla toteutuu myös T10, sillä Liikkuva lelu tarjoaa oppilaille mahdollisuuden toimia ryhmässä ja erilaisissa vuorovaikutustilanteissa.

Laaja-alaisista tavoitteista toteutuu L1, L2, L3, L5 ja L7. Liikkuva lelu –projektissa oppilaat oppivat ajattelemaan ja oppimaan uutta eri tavalla kuin tavallisesti. Projekti on ryhmätyö, joten oppilaat harjoittavat lelua tehdessään itsensä ilmaisua ja vuorovaikutustaitoja. Samalla he oppivat myös arjen taitoja, kuten askartelua ja erilaisten välineiden, kuten esimerkiksi sahojen ja kuumaliimapistoolien, käyttöä. Liikkuva lelu –projektissa leluista tehdään video, jolla osallistutaan kilpailuun halutessa, jolloin oppilaat pääsevät tekemisiin tieto- ja viestintäteknologian kanssa. Liikkuva lelu tehdään kierrätysmateriaalista tai kouluilta löytyvistä materiaaleista ja Liikkuva lelu –projekti pyrkii noudattamaan kestävän kehityksen periaatteita, joten oppilaat osallistuvat ja vaikuttavat kestävän tulevaisuuden rakentamiseen.

Luvussa 3.2.1 kerroin opetussuunnitelman kohdista, joita sopiva lisämateriaali toteuttaisi. Nyt lisämateriaalin kanssa Liikkuva lelu –projekti täyttäisi aiempien kohtien lisäksi myös ympäristöopin tavoitteet T5, T6, T12, T13 ja T17. Eli lisämateriaali täyttäisi kaikki kohdat, joita oletin sen pystyvän täyttämään ongelma-analyysissa.

Lisämateriaalissa tehdään useita pieniä tutkimuksia, joissa hyödynnetään omia aisteja, kuten esimerkiksi ilman todentaminen aineeksi, kun oppilaat puhaltavat paperia. Samalla oppilaat tekevät johtopäätöksiä tuloksistaan ja esittävät tuloksiaan. Lisämateriaalin avulla oppilaille voidaan opettaa ympäristöopin käsitteitä ja auttaa heitä kehittymään käsitteiden käytössä. Lisämateriaalin avulla opettaja voi ohjata oppilaita tekemään erilaisia malleja ympäristöstä, kuten esimerkiksi malli painovoimasta. Lisäksi opettaja voi lisämateriaalin avulla ohjata oppilasta tutkimaan ja selittämään fysikaalisia ilmiöitä. Näin tavoitteet T5, T6, T12, T13 ja T17 täyttyvät.

Laaja-alaisista tavoitteista lisämateriaali ei toteuta yhtään uutta, mutta tukee tavoitteita L1 ja L2, sillä lisämateriaalin avulla opettaja voi laittaa oppilaat ajattelemaan fysiikan ilmiöitä ja pistää oppilaat ilmaisemaan omia tuloksiaan. Lisämateriaali tukee myös ympäristöopin tavoitetta T2, koska se auttaa oppilasta tunnistamaan omaa ympäristöopin osaamistaan.

#### 4.4.4 Omat huomioni ja muutokset materiaaliin

Tässä luvussa esittelen huomioni hyödyntämällä diaesityksen dioja. Kerron jokaisen dian kohdalla, minkälaisia huomioita tein ja miten ajattelin huomion tai ongelman korjata. Lisäksi huomioin opettajan ja oppilaiden antaman palautteen, kun tein parannuksia. Kerron myös, kuinka korjaukset parantavat lisämateriaalin käytettävyyttä ja tukevat lisämateriaalin pedagogista linjaa.

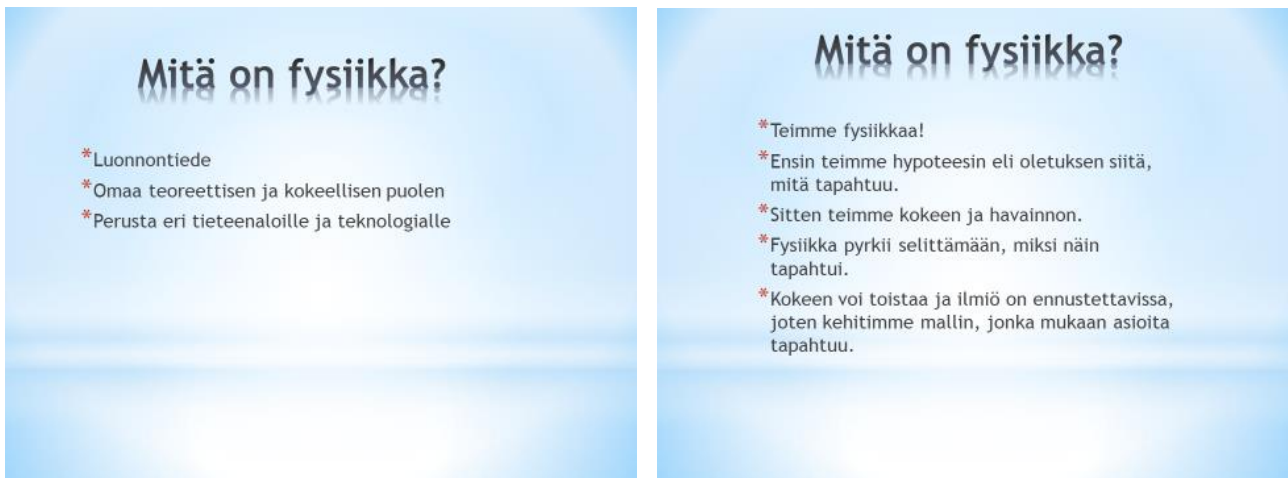


**Kuva 3:** Vasemmalla on ensimmäinen kehitysversio ensimmäisestä diasta ja oikealla lopullinen versio.



**Kuva 4:** Vasemmalla on ensimmäinen kehitysversio toisesta diasta ja oikealla lopullinen versio.





**Kuva 5:** Vasemmalla on kolmas ja oikealla neljäs dia, joihin ei tehty muutoksia.

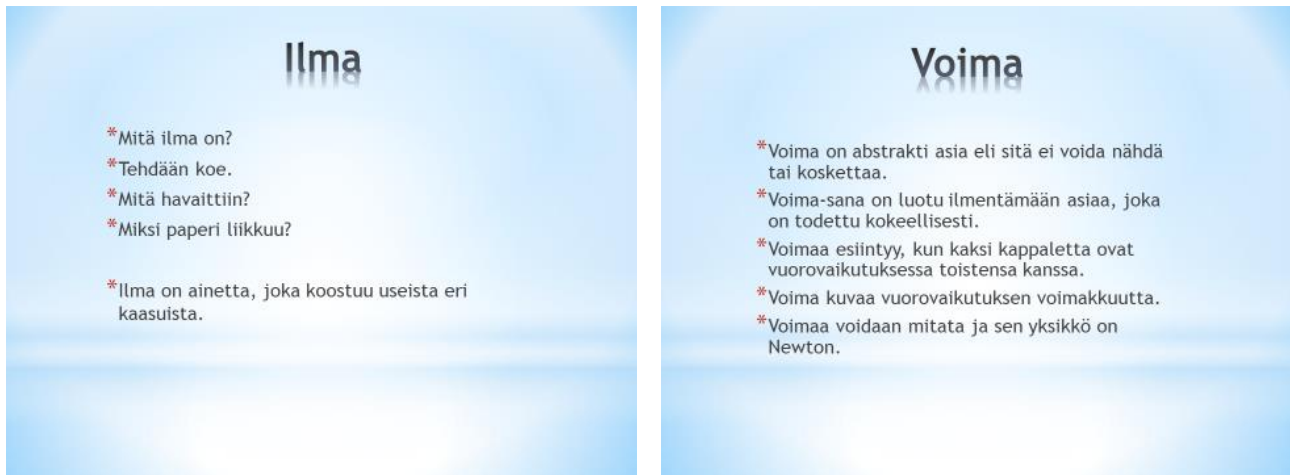


**Kuva 6:** Vasemmalla on ensimmäinen kehitysversio viidennestä diasta ja oikealla lopullinen versio.

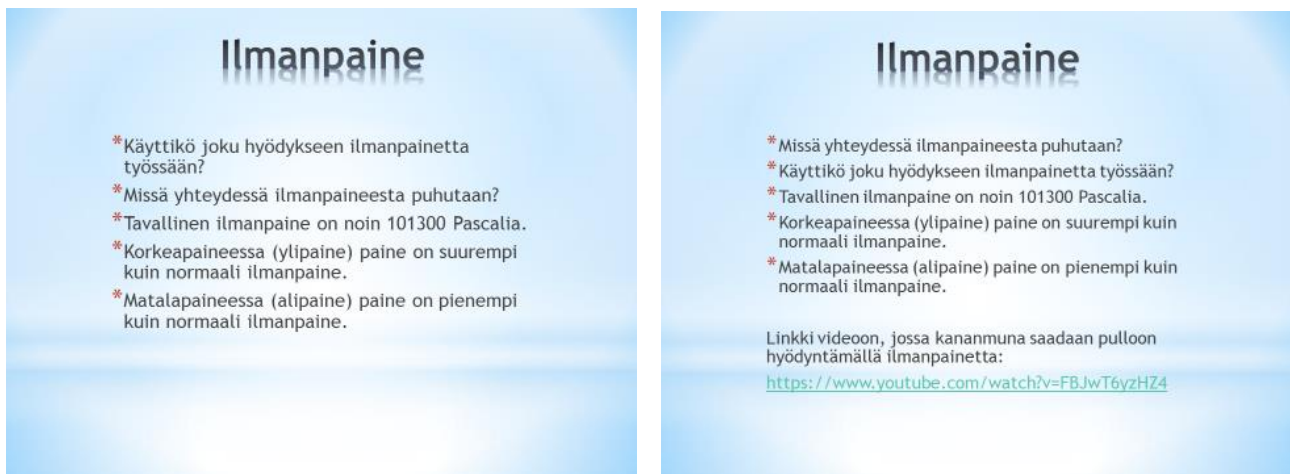
Ensimmäisen dian kohdalla ei ilmennyt muita huomioita kuin oppilaiden keskinäinen keskustelu, jossa oppilaat pohtivat, minkä vuoden Liikkuva lelu –projektiin tämä diaesitys liittyy. Tämä on korjattavissa muuttamalla teksti muotoon ”Materiaali lukuvuodelle 2017-2018”. Näin oppilaat tietävät heti, onko kyseessä vanha vai tuleva projekti. Muutokset on esitetty kuvassa 3.

Toisen dian kohdalla muutin dian kieliasua, kuten kuvasta 4 voi havaita. Lisäksi lisäsin videon diaesitykseen, jossa yhdistyy tiede ja musiikki. Bishop (2014) tiivistää ja lainaa Sousaa (2006) artikkelissaan, että oppilaat muistavat opetuksen paremmin, jos he ovat olleet tunteella mukana. Sousa (2016) kertoo kirjassaan, että musiikilla ja oppimisella on vahvoja kytköksiä toisiinsa. Jos Sousan sanoman tiivistää, hän sanoo musiikin edistävän oppimista. Lisäsin videon dioihin, jotta oppilaille

heräisi enemmän tunteita, kun heille pidetään tuntia Liikkuva lelu -projektin lisämateriaalista.. Voidaan myös ajatella, että video toimii oppimisen virikkeenä ja herättelynä aiheeseen.

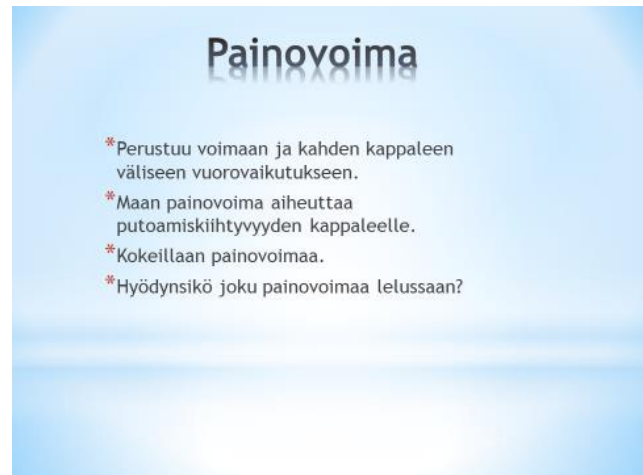
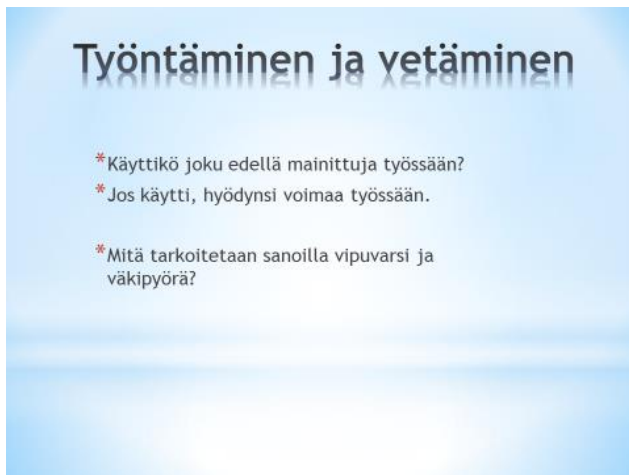


**Kuva 7:** Vasemmalla kuudes dia ja oikealla kahdeksas dia.

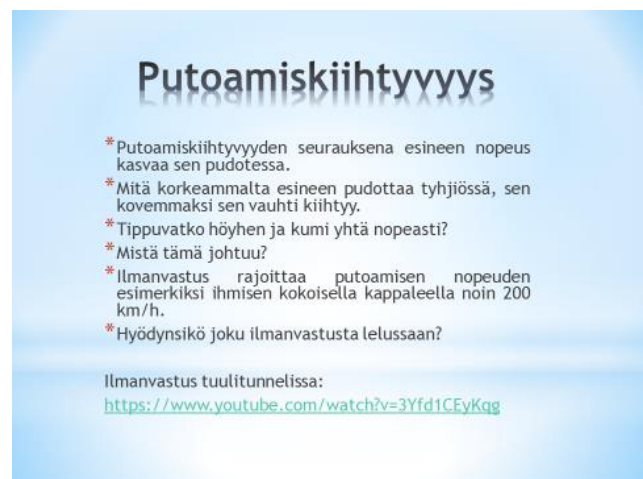
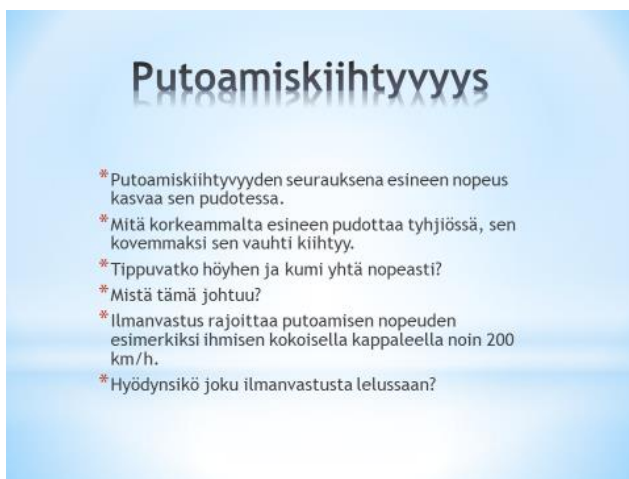


**Kuva 8:** Vasemmalla on ensimmäinen kehitysversio seitsemänneistä diasta ja oikealla lopullinen versio.

Viidenteen diaan korjasin vain kieliasua, kuten kuvassa 6 näkyy. Kuudes ja kahdeksas dia pysyivät muuttumattomina. Diat on esitetty kuvassa 7. Kuudes ja seitsemäs dia, joka on kuvassa 8, ovat kokonaisuus, johon päätin lisätä linkin videosta, jossa ujutetaan kananmuna pulloon ilmanpaineen vaihtelun avulla. Videon tarkoituksena on havainnollistaa ilmanpainetta. Lisäksi käänsin tekstin seitsemännessä diassa toisinpäin, jotta dian eteneminen olisi jouhevampaa.



**Kuva 9:** Vasemmalla on yhdeksäs ja oikealla kymmenes dia.

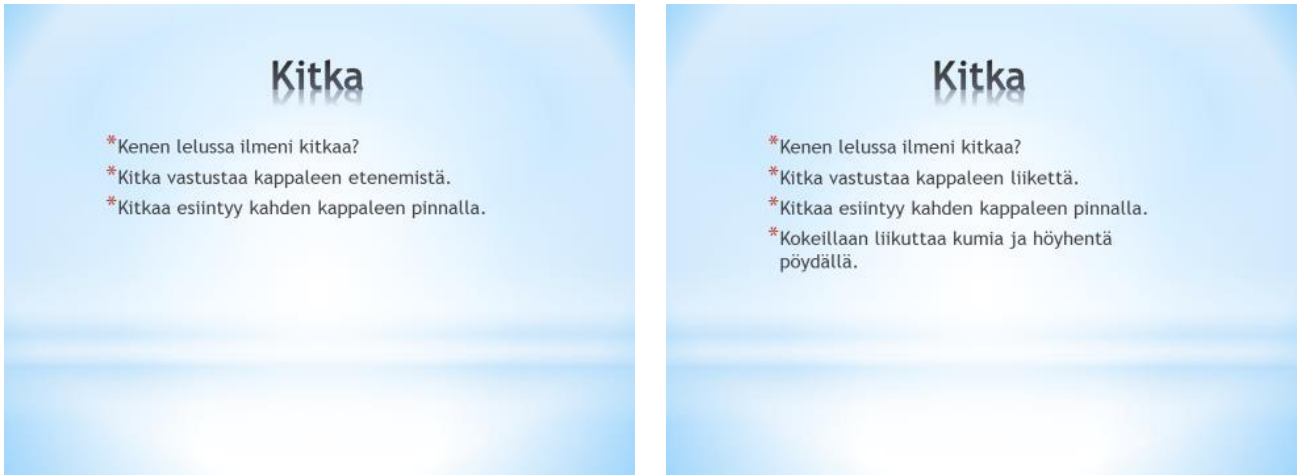


**Kuva 10:** Vasemmalla ensimmäinen kehitysversio 11. diasta ja oikealla lopullinen versio.

Huomasin tuntia seuratessani, että yhdeksännen dian kohdalla opettaja voisi piirtää taululle mallin vipuvarresta ja väkipyörästä. Tämä auttaisi oppilaita ymmärtämään, mitä sanoilla tarkoitetaan, jos he eivät ole aiemmin niistä kuulleet. Päätin lisätä tämän vinkin ja mallikuvan opettajan materiaaliin yhdeksännen dian kohdalle. Dia, joka on esitetty kuvassa 8, pysyi tosin samanlaisena kuin aiemmin. Myös kymmenes dia, joka on esitetty samassa kuvassa, pysyi muuttumattomana. Havaitsin tunnilla, että opettaja vertasi kuun ja maan painovoimaa kymmenennen dian kohdalla ja päätin, että lisään opettajan materiaaliin tietoa maan ja kuun painovoiman erosta sekä niiden käytännön erosta.

Kun seurasin 11. dian etenemistä, havaitsin, että opettajan materiaalissa on tärkeää korostaa vielä enemmän, että ilman ilmanvastusta kappaleen vauhti pudotessa kiihtyisi loputtomiin. Korostan tätä opettajan materiaalissa, jotta myös oppilaat ymmärtävät asian. Kuvassa 10 on vanha ja uusi versio

diasta 11. Uuteen versioon on lisätty linkki videoon, missä ihmiset leijuvat tuulitunnelissa. Tämän avulla voidaan todeta ilman olevan ainetta ja miettiä painovoimaa.



**Kuva 11:** Vasemmalla on ensimmäinen kehitysversio 12. diasta ja oikealla lopullinen versio.

Opettaja käytti 12. diassa höyhentä ja kumia hyödykseen, kun hän käsitteli kitkaa. Opettaja käski oppilaita liikuttamaan kumia ja höyhentä pöytää pitkin ja kysyi, kumpi liikkuu paremmin pöydällä ja miksi. Totesin, että voisin käyttää opettajan esimerkkiä myös lisämateriaalissani. Muokkaan diaa ja opettajan materiaali, jotta saan liitettyä esimerkin sulavasti sinne. On kuitenkin huomattava, että kumia ja höyhentä on painettava sormella hieman pöytää vasten, jotta ero ei johtuisi massasta.

Koko diaesitykseen liittyviä yleisiä huomioitani olivat muun muassa, että opettajan materiaaliin on hyvä tehdä lisäys koskien dian tekstien esille tuloa. Dioja voidaan edetä niin, että painetaan seuraava kohta esille ja vasta sitten puhutaan se läpi. Näin opettajan ei tarvitse muistaa ulkoa, mitä diaesityksessä tulee seuraavaksi vaan hän voi tarkistaa sen etenemällä seuraavaan kohtaan. Tämän korjaan lisäämällä opettajan materiaalin alkuun yleisohjeistukseen tiedon asiasta.

Toinen yleinen huomioni oli, että jokainen oppilas on laitettava tekemään pieniä kokeita, jotta he pysyisivät mukana tekemisessä ja näin heidätkin saataisiin aktivoitua eikä tunnista tulisi tylsääntun- tuinen. Kirjoitan tämänkin opettajan ohjeeseen selkeästi. Lisäksi kirjoitin ohjeeseen, kuinka kauan diaesityksen läpikäyminen vie aikaa. Aika oli noin kaksi 45 minuutin oppituntia. Testaamisessa opet- taja käytti aikaa 45 minuuttia ja se vähensi oppilaiden aktiivisuutta, mikä luultavasti johti oppilaiden kuvailemaan tylsyyden tunteeseen.

Lisäsin myös yhden koko oppitunnin kestävän tehtävän opettajan lisämateriaaliin. Tehtävässä luokan oppilaat pohtisivat, missä oman luokan lelussa tai leluissa on jokin esitellyistä fysiikan ilmiöistä. Oppilaiden tarkoituksena on kirjata ylös lelu ja ilmiö, jolloin selviää, osaavatko oppilaat soveltaa oppimaansa. Tehtävä kestäisi koko lisämateriaalin ajan ja antaisi oppilaille tekemistä koko tunnille. Tehtävä toimii eriyttävänä lisätehtävänä etenkin vahvemmille oppilaille. Määrittelin suunnitelmaa tehdessäni, että lisämateriaalin tavoitteena on olla mahdollisimman aktivoiva ja hyödyntää aktivoivia opetusmenetelmiä. Tämä koko tunnin kestävä tehtävä tukee lisämateriaalin aktiivisuuselementtiä.

## 5 Kehittämistuotos

Arvioinnin perusteella muokkasin vielä hieman alkuperäistä diaesitystä ja opettajan materiaalia. Näin sain lopulta valmiin kehittämistuotoksen eli lisämateriaalin, joka löytyy liitteestä 9-10. Kehittämistuotos perustuu diaesitykseen, johon on opettajan materiaali lisänä. Opettaja voi myös hyödyntää materiaaleja ilman toista osaa eli esimerkiksi vain opettajan materiaalia ja tehdä oman diaesityksen. Opettajan materiaalia voi käyttää myös asioiden käsittelemisessä paloittain esimerkiksi aiheen tullessa vastaan opetuksessa.

Kyselytutkimukseni näyttää, että Liikkuva lelu –projekti on ollut opettajien käytössä suurilta osin ryhmätyönä eikä luonnontieteiden opettamista varten. Lisämateriaalin avulla Liikkuva lelu –projektia voidaan viedä kohti StarTin tavoitteita eli käyttää paremmin luonnontieteiden opettamiseen.

Nyt kehittämistutkimukseni on kiertänyt yhden kuvan 1 mukaisen syklin pitäen sisällään kaikki kehittämistutkimuksen syklimallin osat. Liikkuva lelu –projektin materiaalit, joista lelut tehdään, vaihtuvat vuosittain. Tutkimukseni lisämateriaalille ei voida tehdä toista iteraatiota enää, sillä materiaalit ovat eri kuin edellisellä kerralla. Lisäksi tutkimuksen laajuus ei anna mahdollisuutta toiseen iteraatioon, jossa käytäisiin uudestaan läpi kehittäminen, testaaminen ja arviointi.

## 6 Johtopäätökset ja pohdinta

Tässä luvussa pohdin ensin kehittämistutkimukseeni osallistuneiden oppilaiden ja opettajien vapaaehtoisuutta ja eettisyyttä. Näiden jälkeen pohdin kyselyiden ja haastatteluiden luotettavuutta sekä koko kehittämistutkimuksen luotettavuutta. Samalla pohdin tutkimukseeni hyötyjä ja vaikutusta. Lopuksi kerron ajatuksia jatkotutkimuksien mahdollisuuksista.

### 6.1 Oppilaiden ja opettajien vapaaehtoisuus ja eettisyys

Kehittämistutkimuksen aikana tehtiin useita tutkimuksia ja haastatteluja opettajien ja oppilaiden kanssa. Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK) kertoo tutkittavien itsemääräämisoikeudesta, että tutkimukseen osallistumisen on oltava vapaaehtoista ja perustuttava riittävään tietoon. Lisäksi tutkimukseen osallistui alaikäisiä, joiden kohdalla TENK määrittelee, että alaikäisten on myös saatava vaikuttaa itseään koskeviin asioihin. Kaikkia kehittämistutkimuksen tutkimusmateriaalia koskee yksityisyyden suoja ja tutkimusaineisto on luottamuksellista. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK).)

Lasten haastattelijoille ja kuvaajille on myös opas, joka kertoo samoista asioista kuin TENK, mutta hieman tarkemmin. Opas kertoo, että haastattelu on hyvä toteuttaa rauhallisessa paikassa ja on tärkeää kohdella oppilaita arvostavasti ja kunnioituksella. (Ojala, 2011)

Kehittämistutkimukseen osallistuneet opettajat lähtivät mukaan vapaaehtoisesti. Opettajia informoitiin yksityiskohtaisesti, kauanko kehittämistutkimukseen osallistuminen vie aikaa ja mitä he tekevät sen puitteissa. Opettajille myös kerrottiin, miten saatuja tietoja hyödynnetään tutkimuksessa. Opettajille selitettiin, että kaikkea informaatiota säilytetään ja käsitellään luottamuksellisesti.

Oppilailta, jotka osallistuivat ryhmähaastatteluihin, oli tutkimusluvat. Oppilaat saivat lisäksi päättää itse osallistumisestaan ryhmähaastatteluihin, vaikka vanhemmilta lupa jo olikin. Haastattelut tehtiin sille varatussa luokkatilassa, jossa ei ollut paikalla kuin haastattelija ja haastateltavat. Oppilaille kerrottiin, mihin haastatteluja käytetään ja että videomateriaali on luottamuksellista eivätkä siihen pääse käsiksi kuin kehittämistutkimuksen kannalta välttämättömät henkilöt. Oppilaat tiesivät, että haastatteluissa ei vertailla heitä tai heidän taitojaan vaan tutkitaan asioita yleisellä tasolla. Lisäksi oppilaille kerrottiin, että tutkimuksen tulokset raportoidaan anonymisti eli nimettömästi. Ryhmähaastattelujen

videot säilytetään huolellisesti eikä niitä jaeta sähköisesti. Kaikki tieto, mikä videoista välittyy, julkaistaan muodossa, josta ei voida tunnistaa ketään.

Kyselytutkimuksien tapauksessa opettajille ilmoitettiin kyselylomakkeen alussa, mihin he osallistuvat ja suostuvat, jos täyttävät kyselyn. Kyselylomakkeessa luki, että vastaamalla tähän kyselyyn suositut, että vastauksiasi käytetään nimettömästi pro gradu –tutkielmassa ja Liikkuva lelu –projektin kehittämisessä, kuten liitteestä 3 voi nähdä. Kyselylomakkeita säilytetään huolella, vaikka niitä ei voida yhdistää henkilöön, sillä ne täytettiin anonyymisti. Kun on kulunut kaksi vuotta tutkimuksen valmistumisesta, kyselylomakkeet hävitetään asianmukaisesti silppuamalla.

## **6.2 Ryhmähaastattelun ja kyselytutkimuksen luotettavuus**

Luvussa 6.2.1 pohdin ryhmähaastattelun luotettavuutta ja luvussa 6.2.2 pohdin kyselytutkimuksen luotettavuutta. Molemmat tutkimukset ovat kvalitatiivisia eli laadullisia. Laadullinen tutkimus on yleensä hypoteesiton eli tutkimus tehdään mahdollisimman vähin ennako-odotuksin ja siinä pyritään ymmärtämään tutkittavaa ilmiötä (Tuomi & Sarajärvi, 2017). Kun puhutaan kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen tutkimuksen luotettavuudesta, käytetään apuna muun muassa termejä reliabiliteetti ja validiteetti. Reliabiliteetti tarkoittaa mittaustulosten toistettavuutta eli mittausten toistettavuutta ja validiteetilla tarkoitetaan tutkimusmenetelmän kykyä mitata tarkoitettua asiaa eli onko tutkimuksessa on tutkittu, mitä on luvattu (Hirsjärvi, Remes, & Sajavaara, 1997; Tuomi & Sarajärvi, 2017). Luvussa 6.2.3 pohdin reliabiliteetin ja validiteetin sopimattomuutta tutkimukseni tarkasteluun.

### **6.2.1 Ryhmähaastattelun luotettavuus**

Ryhmähaastattelulla on useita vahvuuksia, mutta myös heikkouksia, joita ovat muun muassa ryhmän ilmapiiri ja sen vaikutus. Ilmapiiri voi vaikuttaa siihen, kuka puhuu, mistä puhutaan ja miten puheenvuorot jaetaan. Lisäksi ryhmässä ei välttämättä uskalleta kertoa kaikkea verrattuna kahdenkeskiseen haastatteluun. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2006)

Ryhmähaastattelun taltioiminen voi aiheuttaa ongelmia. Voi esimerkiksi käydä, että ihmiset puhuvat toistensa päälle, jolloin puheesta on vaikeaa saada selvää. Lisäksi on suotavaa suorittaa litterointi



mahdollisimman pian haastattelun jälkeen, jotta puheenvuorot ovat vielä tuoreessa muistissa. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2006)

Ryhmähaastattelut tehtiin yksityisessä luokassa, jolloin oppilaat saivat olla rauhassa oman ryhmänsä kanssa eikä heidän tarvinnut pelätä, että ryhmän ulkopuoliset kuulisivat heidän ajatuksiaan. Ryhmähaastattelussa ei kuitenkaan pääse koskaan yhtä yksityiselle tasolle kuin kahdenkeskisessä haastattelussa. Oppilaat tavallisesti kannustivat toisiaan puhumaan ja puhuivat yksi toisensa perään, mikä helpotti litterointia. Lisäksi videokuvaamisella estettiin tilanteet, missä puhujista tai puheesta ei saada selvää. Näin voitiin litteroida ryhmähaastattelut myöhemmin. Oppilaiden lelujen tuominen mukaan, varmisti sen, että voitiin jälkeempäinkin analysoida, mitä lelut sisälsivät, eikä se jää vain tutkijan muistin ja oppilaiden puheen varaan.

Videokuvaamisessa ja haastattelujen äänittämisessä herää aina kysymys, vaikuttaako se oppilaiden käyttäytymiseen. Ryhmähaastatteluista oli havaittavissa, että videokamerat vaivasivat oppilaita aluksi, mutta hetken kuluttua he eivät enää keskittyneet niihin vaan vastasivat normaalisti. Mutanen on sanonut tutkimuksessaan, että kameroiden vaikutusta on tutkittu 1980-luvulla DPA-projektissa Helsingissä, mutta analysoineiden mukaan, oppilaissa ei voinut havaita observoinnin tai kameroiden häiritsevää vaikutusta (Mutanen, 2000). Ei voida perustellusti sanoa, että kuvaaminen olisi vaikuttanut oppilaiden vastauksiin.

Ryhmähaastattelun reliabiliteettia ja validiteettia kasvatettiin selittämällä tutkimuksessa käytetyt menettelytavat ja esittämällä haastattelun kysymykset suurpiirteittäin. Tutkimus tehtiin anonymisti, joka tukee tutkimuksen objektiivisuutta (Hallamaa, 2006). Luotettavuutta lisää, että tutkimuksen kohde ja tarkoitus on esitetty selvästi.

Reliabiliteetti ja validiteetti eivät riitä kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuuden perusteiksi, vaan tulee arvioida myös tutkimuksen siirrettävyyttä, uskottavuutta, varmuutta ja vahvistettavuutta (Eskola & Suoranta, 1998). Siirrettävyys tarkoittaa, voidaanko tutkimustulokset yleistää suurempaan joukkoon. Uskottavuus tarkoittaa, että tutkijan on tarkisteltava, vastaavatko hänen käsityksensä ja tulkinsa kohdehenkilön käsityksiä. Varmuus tarkoittaa, että pohditaan tutkijan ennakko-oletuksia ja muita tutkimukseen vaikuttavia tekijöitä. Vahvistettavuus tarkoittaa tulosten vertailua aiempien tutkimusten tuloksiin. Jos tulokset ovat samankaltaisia, tulokset ovat vahvistettavissa.

Ryhmähaastattelujen tulokset ovat siirrettävissä suurempaan mittakaavaan, sillä samankaltaisia leluja tehtiin muillakin StarT-aluefestivaaleilla. Tämä johtuu samasta materiaalistasta. Uskottavuutta ja varmuutta ei voida täysin yksiselitteisesti todentaa, mutta uskon, että ymmärsin oppilaiden sanoman,

sillä pystyin tarkistamaan asiat videoilta. Lähtökohtana tutkimukselle oli tutkijan avoimuus ja tietämättömyys, joten voidaan olettaa, että ennako-oletukseni eivät vaikuttaneet tutkimukseen. Tutkimuksen vahvistettavuutta ei voida pohtia, sillä aiempia samankaltaisia tutkimuksia ei ole.

Tutkimuksen luotettavuutta voitaisiin parantaa haastattelemalla useampia ryhmiä useammista kouluista ympäri Suomea. Lisäksi voitaisiin harjoituttaa haastattelijaa muutamalla ylimääräisellä haastattelulla, jolloin haastattelut olisivat yhdenmukaisempia. Haastattelijan kokemattomuus oli huomattavissa ensimmäisissä ryhmähaastatteluissa. Toisin sanottuna haastattelua voitaisiin testata ennen oikeita haastatteluja.

### **6.2.2 Kyselytutkimuksen luotettavuus**

Kyselytutkimuksen reliabiliteettia ja validiteettia parannettiin selittämällä tutkimusmenetelmä ja esittelemällä kyselylomakkeen kysymykset. Myös kyselytutkimus suoritettiin anonyymina, jolloin se kasvatti objektiivisuutta.

Kun pohditaan kyselytutkimuksen siirrettävyyttä, uskottavuutta, varmuutta ja vahvistettavuutta, voidaan havaita samankaltaisuutta ryhmähaastatteluun. Kyselytutkimuksen siirrettävyys on parempi kuin ryhmähaastattelujen, koska kyselytutkimukseen saatiin vastauksia ympäri Suomea. Uskottavuus sen sijaan on heikompi, sillä en voi varmuudella sanoa, mitä kyselylomakkeeseen vastannut opettaja on yrittänyt sanoa, sillä tämä ei ole tarkistettavissa videolta jälkikäteen. Varmuutta on vaikea arvioida, sillä kyselylomaketta tehtäessä on tehty oletuksia, kuten myös niitä analysoidessa. Vahvistettavuutta ei tässä voida pohtia, koska samanlaista tutkimusta ei ole aikaisemmin tehty.

Tutkimuksen luotettavuutta voitaisiin parantaa esimerkiksi pyrkimällä saamaan kyselylomakkeeseen vastauksia myös muualta kuin StarT-aluefestivaaleilta, minne kokoontuvat vain tietyt opettajat, jotka ovat yleensä aktiivisimpia. Kyselylomaketta voitaisiin testata ennen sen käyttämistä, mutta tutkimuksen kiireellisen aikataulun vuoksi sitä ei voitu tässä tutkimuksessa tehdä. Lisäksi kyselytutkimuksen kysymyksiä voitaisiin muokata vastausten perusteella. Esimerkiksi voisi muokata kyselytutkimuksen kysymystä neljä eli ”Päästiinkö siihen?” Kysymystä voisi muokata lisäämällä siihen lisäkysymyksen miksi tai miksi ei.

### **6.2.3 Reliabiliteetin ja validiteetin sopimattomuus tutkimuksen tarkasteluun**

Reliabiliteettia ja validiteettia kritisoidaan kvalitatiivisessa tutkimuksessa. Syynä on, että nämä käsitteet ovat syntyneet kvantitatiivisen tutkimuksen piirissä ja ne vastaavat lähinnä kvantitatiivisen tutkimuksen tarpeisiin (Tuomi & Sarajärvi, 2017). Useimmat päätelmät reliabiliteetin ja validiteetin hylkäämiseen perustuvat Lincolnin ja Guban (1985) kirjalle. Vaikka reliabiliteettia ja validiteettia kritisoidaan, niitä voidaan käyttää kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuutta pohdittaessa. Tuomi ja Sarajärvi (2017) esittävät omassa kirjassaan taulukon, missä he ovat vertailleet neljän eri suomenkielisen lähteen pohdintoja laadullisen tutkimuksen luotettavuudesta ja mitkä käsitteet voisivat toimia reliabiliteetin ja validiteetin korvaajina. Käytän Tuomen ja Sarajärven kirjan taulukossa esiintyviä neljää käsitettä ryhmähaastattelun ja kyselytutkimuksen luotettavuusanalyysissä. Käsitteet ovat siirrettävyys, uskottavuus, varmuus ja vahvistettavuus.

## **6.3 Kehittämistutkimuksen vaikutus, hyöty ja luotettavuus**

Tässä luvussa käsittelen kehittämistutkimuksen hyötyä ja vaikutusta sekä luotettavuutta tarkastelemalla kehittämistutkimusta kokonaisuutena. Luvussa 6.3.1 pohdin hyötyä ja vaikutusta. Luvussa 6.3.2 pohdin kehittämistutkimuksen luotettavuutta.

### **6.3.1 Kehittämistutkimuksen hyöty ja vaikutukset**

Kehittämistutkimukseni sopii kategoriaan opetuksellinen kehittämistutkimus. Opetuksellisen kehittämistutkimuksen tavoitteena on suunnitella ja kehittää ratkaisuja opetuksen ja oppimiseen liittyviin haasteisiin. Kehittämistutkimus luo mahdollisuuden kehittää tutkimuksellisesti tuotoksia, jotka ovat merkityksellisiä tutkijan oman opetustyön kannalta ja siirrettävissä opettajayhteisölle. Lisäksi kehittämistutkimuksella kehitetään teoreettista tietoa tutkimusyhteisön käyttöön. (Pernaa, 2013)

Kehittämistutkimus sisältää kehittämistuotoksen, huomioita tutkimuksen aikana ja jatkotutkimusvaihtoehtoja. Tutkimus muun muassa taustoitti oppilaiden ja opettajien ajatuksia Liikkuva lelu – projektista, mikä auttaa jatkossa projektin kehittämisessä. Tutkimus luo yhden tavan, jolla lisätä projektin kiinnostavuutta ja opettavuutta. Tutkimus pyrkii myös vastaamaan haasteeseen, joka selvisi

tutkimuksen aikana. Haasteella tarkoitan tutkimuksen aikana selvinnyttä ilmiötä, että opettajat osallistuvat projektiin lähinnä yhteistyön näkökulmasta. Lisämateriaalin on tarkoitus antaa Liikkuva lelu -projektille sen päättävä yhteenveto ja kasvattaa projektin luonnontieteellistä osuutta.

Opin henkilökohtaisesti tutkimuksen aikana fysiikan virhekesitteistä, demojen toteuttamisesta ja oppimateriaalin luomisesta paljon asioita. Pystyn hyödyntämään kaikkea oppimaani omassa opetuksessani. Tutustuin tutkimuksen aikana useihin erilaisiin tapoihin opettaa sama asia. Huomasin samalla, että on vaikea sanoa, kuinka asia pitäisi opettaa, sillä jokainen opettaa omilla vahvuuksillaan. Opin hieman lisää omista vahvuuksistani tutkimusta tehdessä.

### **6.3.2 Kehittämistutkimuksen luotettavuus**

Kehittämistutkimuksessa korostetaan luotettavuutta kirjoittamalla riittävän yksityiskohtainen kehittämiskuvaus eli kehittämistutkimuksen raportti, jotta lukija voisi toistaa kehittämisasetelman. Kehittämisen täydellinen toistaminen ei ole mahdollista, koska täysin samaa testaaajajoukkoa ei voida käyttää. (Bell, P., Hoadley, & Linn, 2004)

Tuon esille seikkoja, jotka parantavat kehittämistutkimuksen luotettavuutta yhdeksän eri kohdan avulla, jotka on nostettu Tuomen ja Sarajärven (2017) kirjassa esille. Vaikka kehittämistutkimus ei ole puhtaasti laadullinen, melkein kaikkia yhdeksää kohtaa voidaan soveltaa kehittämistutkimukseen. Kohdat, joita ei käytetä, ovat tutkija-tiedonantaja-suhde, tutkimuksen luotettavuus, jota tutkitaan tässä luvussa, ja tutkimuksen raportointi.

Tutkimuksen kohde ja tarkoitus ovat ensimmäinen kohta. Tässä tutkimuksessa kohde ja tarkoitus muuttuivat tutkimuskysymyksen muutoksen johdosta. Koska alkuperäiseen tutkimuskysymykseen ei voitu vastata, päädyin vaihtamaan tutkimuskysymyksen. Syy oli, että oppilaat eivät osanneet sanoittaa osaamistaan. Lopullinen tutkimuskysymys oli, miten Liikkuva lelu -projektissa voidaan oppia enemmän fysiikkaa ja kehittää projektia sen perusteella.

Omat sitoumukseni tutkijana tässä tutkimuksessa on toinen kohta. Mielestäni tutkimus on tärkeä, koska tämän avulla voidaan kehittää jo ennestään toimivaa Liikkuva lelu -projektia. Osallistuin aikanaan itse oppilaana Liikkuva lelu -projektin edeltäjään Tämä toimii -projektiin, mikä nostatti mielenkiintoa osallistua kehittämiseen. Omat ajatukseni tutkimuksen tavoitteesta muuttuivat rajusti, kun huomasin, että en saa vastausta alkuperäiseen tutkimuskysymykseeni. Vaihdoin näkökulman, mitä opitaan, näkökulmaan, miten voisi oppia enemmän.

Kolmantena kohtana pohdin aineiston keruuta, mitä tehtiin kehittämistutkimuksessa useaan otteeseen. Ryhmähaastattelun ja kyselytutkimuksen luotettavuuden pohtimisen aikana luvussa 6.2 vastasin myös aineiston keruun onnistumiseen ja muutoksiin. Kun pohditaan kehittämistutkimuksen aineiston keruuta kokonaisuutena, tärkeässä roolissa oli opettajilta tutkimuksen aikana saadut huomiot, palaute ja pohdinta.

Tutkimuksen tiedonantajat ovat neljäs kohta. Tässä tutkimuksessa tietoa kerättiin oppilailta, heidän opettajiltaan ja opettajilta, jotka osallistuivat StarT-festivaaleille. Opettajat ja oppilaat valittiin Jyväskylän lähialueelta. Valinta tapahtui sähköpostilla. Kaikille kouluille, jotka olivat ilmoittautuneet osallistuvansa Jyväskylän lähiseudulta Liikkuva lelu –projektiin, lähetettiin sähköpostia ja tiedusteltiin, onko mahdollisuutta tulla toteuttamaan tutkimusta. Lopulta vain yksi koulu vastasi myöntävästi. Kyselylomake lähetettiin jokaiseen StarT-festivaalin, jossa Liikkuva lelu –projektiin osallistuneet opettajat vastasivat siihen.

Tutkimuksen kesto on viides kohta ja aineiston analyysi on kuudes kohta. Tämä tutkimus tehtiin kevään 2018 Liikkuva lelu –projektille ja tulokset koottiin sen jälkeen. Tutkimuksen aikana testattiin vain ensimmäistä versiota lisämateriaalista, koska mahdollisuutta toiseen testaukseen ei ollut. Alakoulujen kesäloma alkoi, ennen kuin toinen versio oli valmis. Niinpä kehittämistutkimuksessa oli vain yksi iteraatio. Toisesta iteraatiosta olisi ollut suuri hyöty, sillä näin olisi voitu testata lisämateriaalia riittävän ajan sekä kattavamman materiaalinkanssa. Analyysi tehtiin vertailemalla tutkimustuloksia ja tutkittuja teorioita toisiinsa ja tekemällä perusteltuja huomioita aineistosta. Analyysia tehtiin muun muassa ryhmähaastatteluista, kyselytutkimuksesta, oppilaiden palautteesta ja opettaja palautteesta.

Näiden kuuden kohdan lisäksi esitin kappaleessa 3.3.3 kehittämistutkimuksen ratkaisemattomia kysymyksiä, joihin vastaan tutkimukseni osalta. Tutkimuksessa ei käytetty kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä lukuun ottamatta oppilaiden arvosanoista tehtyä pylväsdiagrammia (kuva 2). Tämäkin soveltui hyvin osaksi kehittämistutkimuksen kokonaisuutta aiheuttamatta ongelmia. Tutkijan vaikutukselta pyrittiin välttymään jo luvussa 6.2 pohdittujen seikkojen avulla, mutta lisäksi pidin mahdollisimman yhtäläiseen linjaan haastatteluissa ja kyselylomakkeiden sekä opettajien antaman palautteen välillä. Tällä tarkoitan, että pyrin kohtelemaan oppilaita ja kaikkia vastauksia täysin puolueettomasti ja ennakkoluulottomasti, vaikka esimerkiksi jokaisen kyselytutkimuksen lukemisen jälkeen olisin voinut ennen seuraavaa olettaa sen sisältävän tiettyjä asioita. Tämä tutkimus julkaistaan netissä, jolloin tuloksia voivat lukea kaikki. Lisäksi tutkimus tehtiin LUMA-keskukselle, joka saattaa soveltaa tutkimuksen tuloksia suoraan käytäntöön.

## 6.4 Jatkotutkimusmahdollisuudet ja tutkimuksen loppupäätelmät

Liikkuva lelu –projektille tuotettu materiaali oli vuoden 2018 projektille, eikä toimi kokonaisuudessa tulevien vuosien projekteissa, sillä materiaalilistat muuttuvat joka vuodelle. Tietysti samat materiaalit ja lelujen luonne tulee varmasti toistumaan vuosien varrella, jos Liikkuva lelu –projekti jatkuu edelleen samassa muodossa kuin se nyt on. Jatkotutkimusaiheita ja kehittämismahdollisuuksia projektille löytyi useita. Tässä luvussa kerron tarkemmin huomioistani niiden suhteen.

Liikkuva lelu –projektiin tuotettiin tällä kertaa materiaali vasta jälkikäteen, kun projekti oli jo käytännössä ohi. Nyt vuonna 2019 on mahdollista kokeilla, mitä tapahtuisi, jos Liikkuva lelu –projektiin suunniteltaisiin ja tehtäisiin lisämateriaali etukäteen materiaalilistan avulla ja jaettaisiin lelujen valmistuttua välittömästi opettajille. Samalla voisi seurata, tulisiko lisämateriaali opettajien kiinnostusta Liikkuva lelu –projektiä kohtaan. Vuoden 2018-2019 projektissa on mukana jousia ja magneetteja, joten energia voisi olla tämän lisämateriaalin pääaihe (LUMA-keskus Suomi.e).

Kun Liikkuva lelu –projekti tehtäisiin lisämateriaalin kanssa, saataisiin myös tietoa, miten lisämateriaalia voitaisiin kehittää. Tämän avulla voitaisiin kehittää myös Liikkuva lelu –projektiä. Pystyttäisiin esimerkiksi kartoittamaan ajankäyttöä. Kaiken keräämäni informaation pohjalta pystyn sanomaan, että opettajat kaipaisivat enemmän aikaa käytettäväksi Liikkuva lelu –projektiin. Se olisi mahdollista, jos projektiin pystytäisiin yhdistämään asioita muusta opetuksesta, jolloin aikaa säästyy enemmän projektille. Myös oppilaiden mielestä Liikkuva lelu –projektiin käytetään liian vähän aikaa, kuten videohaastatteluista muun muassa selvisi. Tähän voitaisiin perehtyä ja selvittää, kuinka opettajille saataisiin enemmän aikaa panostaa Liikkuva lelu –projektiin. Vaihtoehto voi olla esimerkiksi lisämateriaali, kuten tässä työssä kehitetty. Lisämateriaalin on tarkoitus laajentaa projektia, jotta opettaja voi käsitellä luonnontieteitä sen yhteydessä ja samalla ehkä käyttää muutaman tunnin enemmän muuhunkin työskentelyyn sen parissa.

On myös mahdollista tutkia oppilaiden käsitteiden osaamista Liikkuva lelu –projektin yhteydessä. Voidaan esimerkiksi tarkastella oppilaiden käsitteiden osaamista ennen ja jälkeen projektin. Toinen vaihtoehto on vastaavasti tarkastella, mitä käsitteitä oppilaat ovat oppineet projektin aikana. Samassa voidaan tarkastella, ovatko oppilaat oppineet käsitteet oikein vai onko syntynyt virhekäsityksiä.

Kyselytutkimuksessa selvisi myös, että opettajat kaipaisivat lisämateriaalia muun muassa tietotekniikan avuksi ja arviointiin. Arviointiin voisi kehittää netissä jaettavaa itse-, vertais- ja ryhmäarviointia. Näiden avulla Liikkuva lelu –projekti lisäisi ehkä mielenkiintoa opettajien silmissä.

## Kirjallisuus

- Aksela, M. LUMA-keskus Suomi. Luettu 10.5.2018 osoitteesta: <https://www.luma.fi/keskus/>
- Asplund, J., Cantell, H., Suojanen-Saari, T., & Viitala, M. (2018a). *Pisara 1 ympäristööppi* (4.painos). Helsinki: Sanoma Pro.
- Asplund, J., Cantell, H., Suojanen-Saari, T., & Viitala, M. (2018b). *Pisara 2 ympäristööppi* (5.painos). Helsinki: Sanoma Pro.
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14.
- Bell, P., Hoadley, C. M., & Linn, M. C. (2004). Design-based research in education. *Internet Environments for Science Education*, 2004, 73-85.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39-43.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 369-398.
- Brimblecombe, P. (1996). *Air composition and chemistry*. Cambridge University Press.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- Cantell, H., Jutila, H., Laiho, H., Lavonen, J., Pekkala, E., & Saari, H. (2018a). *Pisara 3 ympäristööppi* (6.painos). Helsinki: Sanoma Pro.
- Cantell, H., Jutila, H., Laiho, H., Lavonen, J., Pekkala, E., & Saari, H. (2018b). *Pisara 4 ympäristööppi* (6. painos). Helsinki: Sanoma Pro.

- Cantell, H., Jutila, H., Laiho, H., Lavonen, J., Pekkala, E., & Saari, H. (2018c). *Pisara 5 ympäristöoppi* (5.painos). Helsinki: Sanoma Pro.
- Cantell, H., Jutila, H., Laiho, H., Lavonen, J., Pekkala, E., & Saari, H. (2018d). *Pisara 6 ympäristöoppi* (3.painos). Helsinki: Sanoma Pro.
- Collins, A. (1992). Toward a design science of education. *New directions in educational technology* (15-22) Springer.
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15-42.
- Edelson, D. C. (2006). What we learn when we engaged in design: Implication for assessing design research. *Educational Design Research, London & New York: Routledge*.
- Edelson, D. C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105-121.
- Ekonoja, A. (2014). Oppimateriaalien kehittäminen, hyödyntäminen ja rooli tieto- ja viestintäteknii-  
kan opetuksessa. *Jyväskylä Studies in Computing*, (193).
- Eloranta, T. (1992). *Ajatuksia aktivoivia opetusmenetelmiä terveystieteissä*. Jyväskylän Yli-  
opisto.
- Eskola, J., & Suoranta, J. (1998). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Vastapaino.
- Hakulinen, A., Karlsson, F., & Vilkkumäki, M. (1980). *Suomen tekstiiliteollisuuden piirteitä: Kvantitatiivinen  
tutkimus*. Helsingin yliopisto.
- Hallamaa, J. (2006). *Etiikkaa ihmistieteille*. Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Heikkinen, H. L. (2001). *Toimintatutkimus, tarinat ja opettajaksi tuleminen: Narratiivisen iden-  
titeettityön kehittäminen opettajankoulutuksessa toimintatutkimuksen avulla*. Jyväskylän yli-  
opisto.
- Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (1997). *Tutki ja kirjoita*. Tammi.



- Hoadley, C. P. (2002). (2002). Creating context: Design-based research in creating and understanding CSCL. Paper presented at the *Proceedings of the Conference on Computer Support for Collaborative Learning: Foundations for a CSCL Community*, 453-462.
- Ilmatieteen laitos - ilmanpaine. Luettu 28.10.2018 osoitteesta: <https://ilmatieteenlaitos.fi/ilmanpaine>
- Juuti, K., & Lavonen, J. (2006). Design-based research in science education: One step towards methodology. *Nordic Studies in Science Education*, 2(2), 54-68.
- Knight, R. D., & Dewey, R. (2014). *Student workbook for physics for scientists and engineers: A strategic approach with modern physics*. Pearson.
- Korpela, M. (2017). Kehittämistutkimus kertolaskun oppimisesta ja opettamisesta peruskoulun 2. luokalla (pro gradu -tutkielma, Tampereen yliopisto).
- Lehto, H., Salonen, H., & Maalampi, J. (2018). *Ilmiö 7-9 fysiikka* (13. painos). Helsinki: Sanoma Pro.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry* Sage.
- LUMA-keskus Suomi. (a). Luettu 10.5.2018 osoitteesta: <https://suomi.luma.fi>
- LUMA-keskus Suomi. (b). luettu 28.10.2018 osoitteesta: <https://start.luma.fi>
- LUMA-keskus Suomi. (c). Luettu 10.5.2018 osoitteesta: <https://start.luma.fi/tietoa-startista/tavoitteet-ja-toteutus/>
- LUMA-keskus Suomi. (d). Luettu 10.5.2018 osoitteesta: <https://start.luma.fi/materiaalit/materiaalipankki-2/tama-toimii-liikkuva-lelu/>
- LUMA-keskus Suomi. (e). Luettu 12.2.2019 osoitteesta: <https://start.luma.fi/wp-content/uploads/2018/10/T%C3%A4m%C3%A4-toimii-materiaalilistakirje-2018-2019.pdf>
- McClain, K., & Cobb, P. (2001). An analysis of development of sociomathematical norms in one first-grade classroom. *Journal for Research in Mathematics Education*, 236-266.
- Mutanen, A. (2000). Käsitteiden oppimisesta merkitysten tulkintaan. *Lasten Aika-Käsitteisiin Liittyvien Oppimisprosessien Fenomenologinen Kuvaaminen*. Oulu: Oulun Yliopisto.

- Newton, I. (1934). *Principia mathematica. Newton's Principia*, 634.
- Ojala, U. (2011). *Opas Lasten Haastattelijoille Ja Kuvaajille. Helsinki: Lastensuojelun Keskusliitto.*
- Opetushallitus, O. (2015). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014.
- OPS, O. (2004). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet.
- Pernaa, J. (2013). *Kehittämistutkimus opetuslalla. Jyväskylä: PS-Kustannus.*
- Reeves, T. C., McKenney, S., & Herrington, J. (2011). Publishing and perishing: The critical importance of educational design research. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(1), 55-65.
- Richey, R. C. (1997). Research on instructional development. *Educational Technology Research and Development*, 45(3), 91-100.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2014). *Design and development research: Methods, strategies, and issues* Routledge.
- Saaranen-Kauppinen, A., & Puusniekka, A. (2006). KvaliMOTV - menetelmäopetuksen tietovaranto. Luettu 28.10.2018 osoitteesta: [http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6\\_3\\_4.html](http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_4.html)
- Sousa, D. A. (2016). *How the brain learns*. Corwin Press.
- Sousa, David A. "How the Arts Develop the Young Brain: Neuroscience Research is Revealing the Impressive Impact of Arts Instruction on Students' Cognitive, Social, and Emotional Development." *School Administrator* 63.11 (2006): 26-32.
- Stern, D., & Huber, G. L. (1997). Active learning for students and teachers. *Reports from Eight Countries. Frankfurt Am Main: Peter Lang,*
- Tietoarkisto. (2017). Kvalitatiivisen datatiedoston käsittely. Luettu 28.10.2018 osoitteesta: <http://www.fsd.uta.fi/aineistonhallinta/fi/kvalitatiivisen-datan-kasittely.html>
- Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2017). *Laadullinen tutkimus ja sisällön analyysi: Uudistettu laitos* Tammi.

- Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK). Luettu 28.10.2018 osoitteesta: <http://www.tenk.fi/fi/eet-tinen-ennakkoarviointi-ihmistieteissa>
- Valli, R., & Aaltola, J. (2015). Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. *Jyväskylä: PS-Kustannus*, 68.
- Van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. *Design approaches and tools in education and training* (1-14). Springer.
- Vesterinen, P. (2001). *Projektiopiskelu ja oppiminen ammattikorkeakoulussa*, Jyväskylän yliopisto.
- Viiri, J. (2005). *Miten opetan fysiikkaa ja kemiaa alakoulussa?* WSOY.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005a). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005b). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23.
- White, F. M. (2003). Fluid mechanics. 5th. *Boston: McGraw-Hill Book Company*.
- Worden, J. K., Flynn, B. S., Geller, B. M., Chen, M., Shelton, L. G., Secker-Walker, R. H., Costanza, M. C. (1988). Development of a smoking prevention mass media program using diagnostic and formative research. *Preventive Medicine*, 17(5), 531-558.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2004). Sears and zemansky's university physics, 11. painos.

## **Liitteet**

**Liite 1:** Liikkuva lelu –projektin materiaali lomake

**Liite 2:** Esimerkki videohaastattelun litteroidusta aineistosta

**Liite 3:** Kyselytutkimus

**Liite 4:** Taulukko peruskoulun 3-6 vuosiluokan opetussuunnitelmassa täyttyvistä tavoitteista Liikkuva lelu –projektissa (Opetushallitus, 2015).

**Liite 5:** Taulukko peruskoulun 3-6 vuosiluokan opetussuunnitelmassa olevista tavoitteista, joita Liikkuva lelu –projektin lisämateriaali voisi täyttää projektissa jo saavutettavien tavoitteiden lisäksi (Opetushallitus, 2015).

**Liite 6:** Lisämateriaalin ensimmäisen version diaesitys

**Liite 7:** Lisämateriaalin ensimmäisen version opettajan ohje

**Liite 8:** Esimerkki oppilaan vastauksesta oppitunnin jälkeen pidettyyn kyselyyn

**Liite 9:** Kehitystuotoksen diaesitys

**Liite 10:** Kehitystuotoksen opettajan ohje

## Liite 1: Liikkuva lelu –projektin materiaali lomake



### Tämä toimii! -teknologiakilpailu

Nyt alkaa Tämä toimii! -tuotosten ideointi ja valmistaminen ilmiöpohjaisen projektioppimisen puitteissa.

Liikkuva, leikittävä lelu tehdään materiaalilistan aineksista.

Lelun mainos ja päiväkirja ryhmän Tämä toimii! -prosessista tehdään koulun aineksista.

### Tämä toimii! -materiaalilistan sisältö:

Seuraavista materiaaleista tulee käyttää kolmea liikkeen aikaan saamiseksi:

- Kuulakärkikynä 4 kpl
- Ilmapallot (kaikentyypiset/kokoiset, myös vesiilmapallot jne.) 4 kpl
- Muoviputki max. Ø 3cm, pituus 150 cm
- Kuula (lasi/metalli/muovi) 4 kpl
- Sanomalehti 8 aukeamaa

Muina materiaaleina saa käyttää:

- Puutavaraa (esim. puulauta, -levy, -rima, pyörökeppi, jäätelötikku, vaneri) max. 1 kg
- Pahvilaatikko max. 50x50x50cm tai pahvi max 1,5m<sup>2</sup> 1 kpl
- Pahviputki (esim. tyhjä wc- tai foliorulla tai sipsipurkki ilman kantta) max. 3 kpl
- Munakenno (max. 12 munan kenno) max. 1 kpl
- Kumilenkit tai hiuslenkit max. 6 kpl
- Tyhjä pumppusaippuapullo max. 2 kpl
- Mehupillit max. 5 kpl
- Lääkeruisku/muoviruisku max. 2 kpl
- Pipetti max. 4 kpl
- Pyykkipojat 8 kpl
- Filmmipurkki tai yllätysmunan muovinen yllätyskuori max. 4 kpl
- Muovailuvaha tai muovailumassa (kaikentyypiset, myös kovettuva muovailumassa/savi) max. 50g
- Kertakäyttöiset muovilusikat max. 16 kpl
- Cocktail-, hammas- tai grillitikkuja max. 8 kpl
- Vanupuikot 4 kpl
- CD-levyt max. 4 kpl
- Muovinen juomapullo ja korkki max. 4 kpl
- Tyhjät ompelulankarullat max. 4 kpl
- Kangas (esim. huopa, puuvilla, vahakangas jne.) max. 50 cm x 50 cm
- Kopiopaperi A4 max. 5 arkkiä
- Naru, lanka tai siima max. 1 m
- Rautalanka max. 1 m
- Ruuvit (kaikentyypiset/kokoiset) max. 10 kpl
- Naulat (kaikentyypiset/kokoiset) max. 20 kpl
- Haaraniitti max. 8 kpl
- Mutteri ja pultti max. 4 kpl
- Jouset max. 4 kpl
- Ilmapallon, ilmapatjan tai polkypyörän pumppu (manuaalinen - ei sähkökäyttöinen) max. 1 kpl

Näiden lisäksi myös seuraavia materiaaleja saa käyttää:

- **Maali tai lakka** (kaikentyyppiset käy, esim. puumaalit, spray-maalit, vesivärit, pullovärit)
- **Tussit** (koristeluun, ei rakennusmateriaaleina)
- **Liima tai liisteri** (kaikentyyppiset käy, esim. puuliima, pikaliima, epoxyliima, kuumaliima)
- **Teippi** (kaikentyyppiset käy, esim. scotch-, maalarin-, pakkaus-, sähkö-, ilmastointiteippi)
- **Vesi**
- **Elintärvikeväri**

*Olkaa tarkkana ja käyttäkää vain sallittuja materiaaleja!*

*Innostavia ja oivaltavia opiskeluhetkiä teknologian monipuolisessa ja poikkitieteellisessä maailmassa - oppimisen iloa Tämä toimii! -tuotoksia tehdessänne!*



## **Liite 2: Esimerkki videohaastattelun litteroidusta aineistosta**

- Lapset kertoivat lelustaan ja selittivät käyttäneensä lääkeruiskuja ja muovilettoa.
- Näyttivät esimerkin, kuinka toinen lääkeruiskun mäntä lentää, kun toisen lääkeruiskun mäntää painaa.
- Kertoivat, että systeemi toimii ilmanpaineella.
- Esittelevät pistelaskusysteemiään, jossa hyödynnetty pyykkipoikia. Esittelivät, mutta eivät kertoneet sen toiminnasta sen paremmin
- Esittelivät ”lutkuja”, joilla voi ampua marmorikuulia. ”Lutku” on tehty yhdistämällä kumia, jota voi venyttää, pahviputken päähän. Esittelivät, mutta eivät kertoneet toiminnasta sen paremmin.
- Pyydettyä selittämään, mikä kaikki liikkui ja antamalla tarkentavia kysymyksiä, lapset kertoivat, että ”lutkut” toimivat vetämällä kumista.
- Lapset sanoivat oppineensa yhteistyötä, rakentamista, ”keksiä luovia juttuja”, ilmanpaineesta
- Lapset eivät osanneet sanoa, mitä haluaisivat muuttaa Liikkuva lelu –projektissa.

### Liite 3: Kyselylomake ja esimerkki vastauksista

#### Kyselylomake Artturi Pensasmaan pro gradu –tutkielmaa varten (Jyväskylän yliopisto)

Vastaamalla tähän kyselyyn suostut, että vastauksiasi käytetään nimettömästi pro gradu –tutkielmassani ja Liikkuva lelu – projektin kehittämisessä. (Voit jatkaa vastauksia halutessasi paperin kääntöpuolelle)

1. Mitä vuosiluokkaa opetat? 6. luokkaa
2. Kuinka monta kertaa olet osallistunut Liikkuva lelu –projektiin? 3
3. Mikä oli tavoitteesi tämän vuoden Liikkuva lelu -projektissa?  
Ryhmätyötaitojen kehittäminen  
Tiedon soveltaminen käytännölliseksi ratkaisuksi
4. Päästiinkö siihen?  
Lähestulkoon
5. Mitä oppilaat mielestäsi oppivat projektin aikana?  
Nähtiin tunteiden kirjan ääriäitejä.  
Päällimmäisenä opittiin pitkäjänteisyyttä ja projektityötaitoja.
6. Mitä oppilaat oppivat mielestäsi luonnontieteistä projektia tehdessään?  
Jousen, pyörän ja kaltevan tason toimintaa. Osin Piipponen ryhmän tuotuksesta.
7. Osaavatko oppilaat mielestäsi tuoda esille oppimansa tiedot?  
Vaintelevasti!
8. Haluaisitko lisämateriaalia, jonka avulla voisit käyttää leluja opetuksessa vielä lelujen valmistuttua?  
~~oppia~~ Kyllä
9. Jos haluat, minkälaista? ja vertais-  
Oppilaiden itsearviointiin valmis materiaali



10. Muuta, mitä haluaisit tuoda esille?

**Liite 4: Taulukko peruskoulun 3-6 vuosiluokan opetussuunnitelmassa täyttyvistä tavoitteista Liikkuva lelu –projektissa (Opetushallitus, 2015).**

**Peruskoulun 3-6 vuosiluokan opetussuunnitelman ympäristöopin tavoitteet**

**Kohdasta merkitys, arvot ja asenteet**

T2 ohjata ja kannustaa oppilasta asettamaan omia opiskelutavoitteita ja työskentelemään pitkäjänteisesti niiden saavuttamiseksi sekä tunnistamaan omaa ympäristöopin osaamista

**Kohdasta Tutkimisen ja toimimisen taidot**

T7 ohjata oppilasta ymmärtämään arjen teknologisten sovellusten käyttöä, merkitystä ja toimintaperiaatteita sekä innostaa oppilaita kokeilemaan, keksimään ja luomaan uutta yhdessä toimien  
T10 tarjota oppilaille mahdollisuuksia harjoitella ryhmässä toimimista erilaisissa rooleissa ja vuorovaikutustilanteissa, innostaa oppilasta ilmaisemaan itseään ja kuuntelemaan muita sekä tukea oppilaan valmiuksia tunnistaa, ilmaista ja säädellä tunteitaan

**Peruskoulun 3-6 vuosiluokan opetussuunnitelman laaja-alaiset tavoitteet**

L1 Ajattelu ja oppimaan oppiminen

L2 Kulttuurinen osaaminen, vuorovaikutus ja ilmaisu

L3 Itsestä huolehtiminen ja arjen taidot

L5 Tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen

L7 Osallistuminen, vaikuttaminen ja kestävä tulevaisuuden rakentaminen

**Liite 5: Taulukko peruskoulun 3-6 vuosiluokan opetussuunnitelmassa olevista tavoitteista, joita Liikkuva lelu –projektin lisämateriaali voisi täyttää projektissa jo saavutettavien tavoitteiden lisäksi (Opetushallitus, 2015).**

## **Peruskoulun 3-6 vuosiluokan opetussuunnitelman ympäristöopin tavoitteet**

### **Kohdasta Tutkimisen ja toimimisen taidot**

T5 ohjata oppilasta suunnittelemaan ja toteuttamaan pieniä tutkimuksia, tekemään havaintoja ja mittauksia monipuolisissa oppimisympäristöissä eri aisteja ja tutkimus- ja mittausvälineitä käyttäen

T6 ohjata oppilasta tunnistamaan syy-seuraussuhteita, tekemään johtopäätöksiä tuloksistaan sekä esittämään tuloksiaan ja tutkimuksiaan eri tavoin

### **Kohdasta tiedot ja ymmärrys**

T12 ohjata oppilasta hahmottamaan ympäristöä, ihmisten toimintaa ja niihin liittyviä ilmiöitä ympäristöopin käsitteiden avulla sekä kehittämään käsiterakenteitaan ennakkokäsityksistä kohti käsitteiden täsmällistä käyttöä

T13 ohjata oppilasta ymmärtämään, käyttämään ja tekemään erilaisia malleja, joiden avulla voidaan tulkita ja selittää ihmistä, ympäristöä ja niiden ilmiöitä

T17 ohjata oppilasta tutkimaan, kuvaamaan ja selittämään fysikaalisia ilmiöitä arjessa, luonnossa ja teknologiassa sekä rakentaa perustaa energian säilymisen periaatteen ymmärtämiselle

## **Peruskoulun 3-6 vuosiluokan opetussuunnitelman laaja-alaiset tavoitteet**

L1 Ajattelu ja oppimaan oppiminen

## Liite 6: Lisämateriaalin ensimmäisen version diaesitys



# Tehdään fysiikkaa

- \* Tehdään kohta yksinkertainen koe.
- \* Mitä uskot, että tapahtuu?
- \* Tehdään koe.
- \* Mitä havaittiin?
- \* Mistä tiesit, että näin käy?
- \* Voiko kokeen toistaa?

# Mitä on fysiikka?

- \* Teimme fysiikkaa!
- \* Ensin teimme hypoteesin eli oletuksen siitä, mitä tapahtuu.
- \* Sitten teimme kokeen ja havainnon.
- \* Fysiikka pyrkii selittämään, miksi näin tapahtui.
- \* Kokeen voi toistaa ja ilmiö on ennustettavissa, joten kehitimme mallin, jonka mukaan asioita tapahtuu.

# Miten fysiikka syntyy?

- \* Tehdään havaintoja
- \* Tehdään teoreettinen malli
- \* Todistetaan malli oikeaksi kokeilla, jotka ovat toistettavissa
- \* Luodaan tarvittaessa uusia käsitteitä ja määritelmiä selittämään ilmiötä

## Ilma

- \* Mitä ilma on?
- \* Tehdään koe.
- \* Mitä havaittiin?
- \* Miksi paperi liikkuu?
  
- \* Ilma on ainetta, joka koostuu useista eri kaasuista.

# Ilmanpaine

- \* Käyttikö joku hyödykseen ilmanpainetta työssään?
- \* Missä yhteydessä ilmanpaineesta puhutaan?
- \* Tavallinen ilmanpaine on noin 101300 Pascalia.
- \* Korkeapaineessa (ylipaine) paine on suurempi kuin normaali ilmanpaine.
- \* Matalapaineessa (alipaine) paine on pienempi kuin normaali ilmanpaine.

# Voima

- \* Voima on abstrakti asia eli sitä ei voida nähdä tai koskettaa.
- \* Voima-sana on luotu ilmentämään asiaa, joka on todettu kokeellisesti.
- \* Voimaa esiintyy, kun kaksi kappaletta ovat vuorovaikutuksessa toistensa kanssa.
- \* Voima kuvaa vuorovaikutuksen voimakkuutta.
- \* Voimaa voidaan mitata ja sen yksikkö on Newton.

# Työntäminen ja yetäminen

- \* Käyttikö joku edellä mainittuja työssään?
- \* Jos käytti, hyödynsi voimaa työssään.
  
- \* Mitä tarkoitetaan sanoilla vipuvarsi ja väkipyörä?

# Painovoima

- \* Perustuu voimaan ja kahden kappaleen väliseen vuorovaikutukseen.
- \* Maan painovoima aiheuttaa putoamiskihtiyyden kappaleelle.
- \* Kokeillaan painovoimaa.
- \* Hyödynsikö joku painovoimaa lelussaan?



# Putoamiskiihtyvyys

- \* Putoamiskiihtyvyyden seurauksena esineen nopeus kasvaa sen pudotessa.
- \* Mitä korkeammalta esineen pudottaa tyhjiössä, sen kovemmaksi sen vauhti kiihtyy.
- \* Tippuvatko höyhen ja kumi yhtä nopeasti?
- \* Mistä tämä johtuu?
- \* Ilmanvastus rajoittaa putoamisen nopeuden esimerkiksi ihmisen kokoisella kappaleella noin 200 km/h.
- \* Hyödynsikö joku ilmanvastusta lelussaan?

# Kitka

- \* Kenen lelussa ilmeni kitkaa?
- \* Kitka vastustaa kappaleen etenemistä.
- \* Kitkaa esiintyy kahden kappaleen pinnalla.

## **Liite 7: Lisämateriaalin ensimmäisen version opettajan ohje**

### **Opettajan materiaali Liikkuva lelu –projektin diaesitykseen**

#### **Yleistä:**

Diaesitys koostuu käytännössä neljästä osiosta. Osiot ovat yleiset diat 1-5, jotka ovat tarkoitettu kaikille ja tämän lisäksi on kolme fysiikan ilmiöihin rajattua kokonaisuutta, jotka koskevat leluissa esiintynyttä fysiikkaa. Ensimmäinen kokonaisuus on ilma ja ilmanpaine dioilla kuusi ja seitsemän. Tämä on tarkoitettu 3-6 luokkalaisille. Ilmaa ja ilmanpainetta käsitellään normaalisti neljännellä luokalla. Tämän jälkeen tulee kaksi 5-6 luokkalaisille suunnattua kokonaisuutta, mutta ne voidaan käydä läpi myös 3-4 luokkalaisten kanssa. Diat 8-9 koskevat voimaa ja diat 10-11 koskevat painovoimaa ja putoamiskiihtyvyyttä. Dia 12 voidaan käsitellä diojen 8-9 jälkeen, jos opettaja tekee päätöksen jättää välistä diat 10-11. Voimaa, painovoimaa, putoamiskiihtyvyyttä ja kitkaa käsitellään yleensä viidennellä luokalla.

#### **Tarvittavat välineet:**

Kumi ja höyhen, voimamittari, ilmapallo. Tavarointa voi ottaa useamman ja varata myös oppilaille omansa, jos mahdollista.

#### **Dia 1: StarT**

Dian tavoite: Muistuttaa oppilaita muistelemaan, minkälaiset lelut he ovat tehneet.

#### **Dia 2: Mitä on fysiikka**

Dian tavoite: Herätellä oppilaita pohtimaan, mitä on fysiikka. Tämän voi toteuttaa esimerkiksi kyselemällä oppilailta tai pyytää heitä jokaista kirjoittamaan jonkin asian paperiin, joka kiertää luokassa.

Opettajalle: Fysiikka on luonnontiede, joka tutkii maailmaa ja sen ilmiöitä kaikilla tasoilla pienimmistä hiukkasista maailmankaikkeuteen. Fysiikka on mahdollistanut nykyajan teknologian, kuten taulutelevisiot, älypuhelimet ja tietokoneet. Suuria keksintöjä aikojen saatossa ovat olleet muun muassa pyörä, sähkö, höyrykone ja lentokone. Fysiikka ja kemia ovat hyvin samankaltaisia luonnontietoja ja selkeää eroa niiden välillä ei ole.

### **Dia 3: Tehdään fysiikkaa**

Dian tavoite: Dian aikana tarkoituksena on saada oppilaat ymmärtämään, miten fysiikkaa on tehty.

- Aloitetaan tämä kertomalla, että kohta tehdään yksinkertainen koe. Koe voi olla, mitä vain todella yksinkertaista, kunhan oppilaat tietävät jo etukäteen kokeen tuloksen. Kokeena voi käyttää esimerkiksi kumin pudottamista.
- Tässä kohtaa oppilailta on hyvä tiedustella hypoteesia eli mitä heidän mielestään tapahtuu, kun kumista päästää irti.
- Toteutetaan koe.
- Havaitaan, että kumi tippuu. Voi olla, että havaitaan kumin pomppaavan maasta tai vierivän, mutta nämä huomiot ovat epäoleellisia tässä kokeessa.
- Kysyttäessä oppilailta, mistä tiesitte, että näin käy päästään käsiksi ajatukseen, että he ovat tehneet kokeita ja fysiikkaa jo aiemminkin. He ovat pudotelleet esineitä ja oppineet lainalaisuuden, jonka mukaan esineet putoavat maata kohti. Näin he ovat aikaansaaneet mallin, jonka mukaan ilmiö on ennustettavissa.
- Koe voidaan toistaa, joka on tärkeää fysiikassa.

Opettajalle lisätietoa: Fysiikka pyrkii selittämään ilmiöitä.

#### **Dia 4: Mitä on fysiikka**

Dian tavoite: Sanoittaa oppilaille, mitä teimme äsken. Opettaja voi toistattaa kokeen oppilailla diaa läpikäydessään.

- Tärkeää on saada oppilaat huomaamaan, että teimme äsken fysiikkaa.
- Oppilailta voi kysyä, mikä oli heidän oletuksensa, mitä tulee tapahtumaan.
- Oppilaat voivat vielä kerran tiputtaa kuminsa ja näin he taas tekivät kokeen ja havainnon, mitä tapahtui.
- Fysiikka pyrkii selittämään, miksi näin tapahtuu. Kumin tippumiseen palataan myöhemmin dioissa putoamiskiihtyvyyden yhteydessä. (Kyseinen materiaali on suunnattu 5-6 luokkalaissille.)

#### **Dia 5: Miten fysiikka syntyy**

Dian tavoite: Avata oppilaille, miten fysiikka syntyy ja miten sitä ”tehdään”.

- Tavallisesti kaikki alkaa siitä, että tehdään havainto jostakin ilmiöstä.
- Tämän jälkeen havainnosta luodaan teoreettinen malli.
- Malli todennetaan oikeaksi kokeilla, jotka ovat toistettavissa.
- Jos malli todetaan toimivaksi, luodaan tarvittaessa uusia käsitteitä ja määritelmiä selittämään ilmiötä ja mistä ilmiö johtuu.

#### **Dia 6: Ilma**

Dian tavoite: Saada oppilaat ymmärtämään, että ilma on ainetta.

- Opettaja voi kysyä, mitä ilma on ja antaa lasten vastata tai keskustella pareittain tai ryhmissä.
- Opettaja antaa oppilaille ohjeet ottamaan paperit ja puhaltamaan niihin.
- Havaitaan, että puhaltaminen liikuttaa paperia.
- Paperi liikkuu, koska ilma on ainetta.

Opettajalle: Ilma on ainetta, joka koostuu eri kaasuista. Tätä ei voida todentaa alakoulun kokeilla, mutta paperiin puhaltamisella saadaan kokeellisesti osoitettua, että ilma on ainetta. Tätä tietoa voidaan hyödyntää myöhemmin, kun käsitellään ilmanvastusta.

## **Dia 7: Ilmanpaine**

Dian tavoite: Ilma on ainetta, joten sillä voidaan sada aikaan paine-eroja. Oppilaiden on tarkoituksena oppia ymmärtämään, missä ilmanpainetta hyödynnetään.

- Nyt on hyvä vaihe lähestyä asiaa selvittämällä, onko joku käyttänyt ilmanpainetta hyödyksi lelussaan.
- Opettaja voi kysyä oppilailta, missä yhteydessä he ovat kuulleet ilmanpaineesta ja antaa lasten vastata tai keskustella pareittain tai ryhmissä.

Opettajalle: Ilmanpainetta hyödynnetään esimerkiksi ilmapalloissa, pyörän ja auton renkaissa (yksikkö yleensä baareina). Renkaiisiin ja ilmapalloon luodaan ylipaine.

## **Dia 8: Voima**

Dian tavoite: Dian tavoitteena on tuoda tutuksi voima-sana ja saada heidät hahmottamaan, mitä se tarkoittaa. Tätä voi todentaa voimamittarilla, jos sellainen löytyy.

- Kahden kappaleen välistä vuorovaikutusta voidaan käsitellä pyytämällä oppilaita pohtimaan, kuinka he pystyvät vuorovaikuttamaan toistensa kanssa.
- Tämän jälkeen oppilaat voivat istua tuoleille, joissa on pyörät, ja työntää toisiaan. Näin he näkevät voiman ja vastavoiman samalla.

Opettajalle: Voima on todella abstrakti käsite ja on hankala selittää lukiotasollakin. Jos käytetään voimamittaria demonstroimaan voimaa, on hyvä tietää, että kertomalla massan putoamiskiihtyvyydellä eli noin  $10 \text{ m/s}^2$  saadaan Newtonit. Esimerkiksi 10 kilogramman kappaleeseen vaikuttaa 100 Newtonin voima.

## **Dia 9: Työntäminen ja vetäminen**

Dian tavoite: Antaa oppilaille mahdollisuus hahmottaa, ovatko he hyödyntäneet voimaa leluissaan ja antaa tästä esimerkkejä.

- Oppilaille mahdollisuus kertoa, missä heillä esiintyy voimaa leluissaan.
- Opettaja voi kysyä oppilailta, mitä tulee mieleen väkipyörästä ja vipuvarresta ja antaa lasten vastata tai keskustella pareittain tai ryhmissä. Lisäksi väkipyörää ja vipuvarretta käsitellessä opettaja voi kysyä, että löytyykö oppilaiden leluista kyseisiä.

Opettajalle: Voima välittyy leluissa työntämällä tai vetämällä.

Väkipyörällä voidaan muuttaa voiman suuntaa eli jos tavallisesti vedettäisiin ylöspäin, niin väkipyörällä voidaan muuttaa suunta esimerkiksi alaspäin.

Vipuvarrella saadaan kohdistettua suurempi voima tiettyyn kohtaan vääntömomentin vuoksi. Toisin sanottuna, kun kohdistaa saman voiman kauemmaksi tietystä kohdasta, kohtaan vaikuttava voima on suurempi. Oppilaille riittää, kun mainitsee, että se vähentää voiman tarvetta, jolla asiaa voidaan liikuttaa tai nostaa.

## **Dia 10: Painovoima**

Dian tavoite: Saada oppilaat ymmärtämään, että painovoima aiheuttaa esineiden putoamisen maata kohti.

- Painovoimaa kokeiltaessa oppilaat voivat esimerkiksi hypätä tasajalkaa ilmaan ja todeta, että painovoima palauttaa heidät takaisin.

Opettajalle: Painovoima on ilmiö, jonka mukaan kaikki massalliset kappaleet vetävät toisiaan puoleensa. Voiman suuruuteen vaikuttaa kappaleiden massa ja etäisyys.

## **Dia 11: Putoamiskiikkyvyys**

Dian tavoite: Saada oppilaat ymmärtämään ilmanvastuksen merkitys.

- Opettaja tai kaikki oppilaat voivat tehdä kokeen, jossa saavat pudottaa höyhenen ja kumin samaan aikaan ja todeta, kumpi laskeutuu maahan ensin.

Opettajalle: Höyhen ja kumi putoaisivat maahan yhtä nopeasti tyhjiössä. Yleinen virhekäsitys on ajatella, että putoamisen nopeus johtuisi esineen massasta.

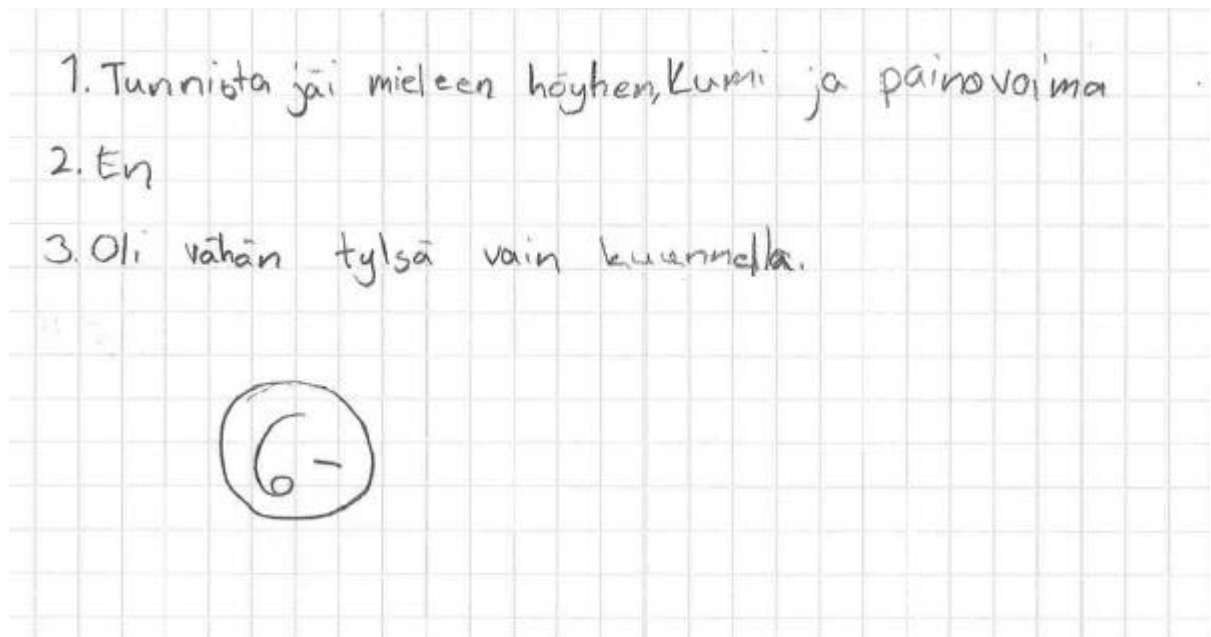
## **Dia 12: Kitka**

Dian tavoite: Ymmärtää, missä kitkaa esiintyy.

- Oppilaat voivat hangata asioita keskenään kokeillakseen niiden välistä kitkaa. Esimerkiksi kynä ja kumi pulpettia tai lattiaa vastaan.

Opettajalle: Kitkaa esiintyy aina kahden kappaleen rajapinnalla. Kitka vastustaa kappaleiden liikettä. Kitkalle on useita eri arvoja, jotka vaihtelevat onko kappale liikkeessä, paikallaan vai pyöriikö se.

**Liite 8: Esimerkki oppilaan vastauksesta oppitunnin jälkeen pidettyyn kyselyyn**



**Liite 9: Kehitystuotoksen diaesitys**



# StarT: Liikkuya lelu

Materiaali lukuvuodelle 2017-2018

## Mitä on fysiikka?

- \* Luonnontiede
- \* Fysiikalla on teoreettisen ja kokeellisen puoli
- \* Perusta eri tieteenaloille ja teknologialle

Linkki videoon, jossa musiikki ja fysiikka yhdistyvät:

<https://www.youtube.com/watch?v=Q3oltpVa9fs>

# Tehdään fysiikkaa

- \* Tehdään kohta yksinkertainen koe.
- \* Mitä uskot, että tapahtuu?
- \* Tehdään koe.
- \* Mitä havaittiin?
- \* Mistä tiesit, että näin käy?
- \* Voiko kokeen toistaa?

# Mitä on fysiikka?

- \* Teimme fysiikkaa!
- \* Ensin teimme hypoteesin eli oletuksen siitä, mitä tapahtuu.
- \* Sitten teimme kokeen ja havainnon.
- \* Fysiikka pyrkii selittämään, miksi näin tapahtui.
- \* Kokeen voi toistaa ja ilmiö on ennustettavissa, joten kehitimme mallin, jonka mukaan asioita tapahtuu.

# Miten fysiikka syntyy?

- \* Tehdään havaintoja
- \* Tehdään teoreettinen malli
- \* Testataan mallia kokeilla, jotka ovat toistettavissa
- \* Luodaan tarvittaessa uusia käsitteitä ja määritelmiä selittämään ilmiötä

## Ilma

- \* Mitä ilma on?
- \* Tehdään koe.
- \* Mitä havaittiin?
- \* Miksi paperi liikkuu?
  
- \* Ilma on ainetta, joka koostuu useista eri kaasuista.

# Ilmanpaine

- \* Missä yhteydessä ilmanpaineesta puhutaan?
- \* Käyttikö joku hyödykseen ilmanpainetta työssään?
- \* Tavallinen ilmanpaine on noin 101300 Pascalia.
- \* Korkeapaineessa (ylipaine) paine on suurempi kuin normaali ilmanpaine.
- \* Matalapaineessa (alipaine) paine on pienempi kuin normaali ilmanpaine.

Linkki videoon, jossa kananmuna saadaan pulloon hyödyntämällä ilmanpainetta:

<https://www.youtube.com/watch?v=FBJwT6vzHZ4>

# Voima

- \* Voima on abstrakti asia eli sitä ei voida nähdä tai koskettaa.
- \* Voima-sana on luotu ilmentämään asiaa, joka on todettu kokeellisesti.
- \* Voimaa esiintyy, kun kaksi kappaletta ovat vuorovaikutuksessa toistensa kanssa.
- \* Voima kuvaa vuorovaikutuksen voimakkuutta.
- \* Voimaa voidaan mitata ja sen yksikkö on Newton.

# Työntäminen ja vetäminen

- \* Käyttikö joku edellä mainittuja työssään?
- \* Jos käytti, hyödynsi voimaa työssään.
  
- \* Mitä tarkoitetaan sanoilla vipuvarsi ja väkipyörä?

# Painovoima

- \* Perustuu voimaan ja kahden kappaleen väliseen vuorovaikutukseen.
- \* Maan painovoima aiheuttaa putoamiskiihtyvyyden kappaleelle.
- \* Kokeillaan painovoimaa.
- \* Hyödynsikö joku painovoimaa lelussaan?

# Putoamiskiihtyvyys

- \* Putoamiskiihtyvyyden seurauksena esineen nopeus kasvaa sen pudotessa.
- \* Mitä korkeammalta esineen pudottaa tyhjiössä, sen kovemmaksi sen vauhti kiihtyy.
- \* Tippuvatko höyhen ja kumi yhtä nopeasti?
- \* Mistä tämä johtuu?
- \* Ilmanvastus rajoittaa putoamisen nopeuden esimerkiksi ihmisen kokoisella kappaleella noin 200 km/h.
- \* Hyödynsikö joku ilmanvastusta lelussaan?

Ilmanvastus tuulitunnelissa:

<https://www.youtube.com/watch?v=3Yfd1CEyKgg>

# Kitka

- \* Kenen lelussa ilmeni kitkaa?
- \* Kitka vastustaa kappaleen liikettä.
- \* Kitkaa esiintyy kahden kappaleen pinnalla.
- \* Kokeillaan liikuttaa kumia ja höyhentä pöydällä.

## **Liite 10: Kehitystuotoksen opettajan ohje**

### **Opettajan materiaali Liikkuva lelu –projektin diaesitykseen**

#### **Yleistä:**

Diaesitys koostuu käytännössä neljästä osiosta. Osiot ovat yleiset diat 1-5, jotka ovat tarkoitettu kaikille ja tämän lisäksi on kolme fysiikan ilmiöihin rajattua kokonaisuutta, jotka koskevat leluissa esiintynyttä fysiikkaa. Ensimmäinen kokonaisuus on ilma ja ilmanpaine dioilla kuusi ja seitsemän. Tämä on tarkoitettu 3-6 luokkalaisille. Ilmaa ja ilmanpainetta käsitellään normaalisti neljännellä luokalla. Tämän jälkeen tulee kaksi 5-6 luokkalaisille suunnattua kokonaisuutta, mutta ne voidaan käydä läpi myös 3-4 luokkalaisten kanssa. Diat 8-9 koskevat voimaa ja diat 10-11 koskevat painovoimaa ja putoamiskiihtyvyyttä. Dia 12 voidaan käsitellä diojen 8-9 jälkeen, jos opettaja tekee päätöksen jättää välistä diat 10-11. Voimaa, painovoimaa, putoamiskiihtyvyyttä ja kitkaa käsitellään yleensä viidennellä luokalla.

Suosittelavaa on, että kaikki oppilaat osallistuvat demojen tekemiseen.

Diat etenevät niin, että opettaja voi painaa seuraavan kohdan auki, jotta näkee, mitä diaesityksessä on luvassa seuraavaksi.

Koko diaesityksen käsittely demoineen vie noin kaksi 45 minuutin tuntia.

#### **Tarvittavat välineet:**

Kumi ja höyhen, voimamittari, ilmapallo. Tavaroita voi ottaa useamman ja varata myös oppilaille omansa, jos mahdollista.

#### **Ennen aloitusta:**

Oppilaille voi antaa tehtäväksi yhdistää oman luokkansa leluja ja fysiikan ilmiöitä. Tämä voi tapahtua esimerkiksi siten, että oppilaat kirjoittavat lelun nimen ja fysiikan ilmiön, jota on hyödynnetty lelussa. Tunnin lopuksi voidaan käydä läpi oppilaiden huomiot. Tehtävän on tarkoitus toimia lisätehtävänä vahvemmillä oppilaille.

## **Dia 1: StarT**

Dian tavoite: Muistuttaa oppilaita muistelemaan, minkälaiset lelut he ovat tehneet.

## **Dia 2: Mitä on fysiikka**

Dian tavoite: Herätellä oppilaita pohtimaan, mitä on fysiikka. Tämän voi toteuttaa esimerkiksi kyselemällä oppilailta tai pyytää heitä jokaista kirjoittamaan jonkin asian paperiin, joka kiertää luokassa.

Opettajalle: Fysiikka on luonnontiede, joka tutkii maailmaa ja sen ilmiöitä kaikilla tasoilla pienimmistä hiukkasista maailmankaikkeuteen. Fysiikka on mahdollistanut nykyajan teknologian, kuten taulutelevisiot, älypuhelimet ja tietokoneet. Suuria keksintöjä aikojen saatossa ovat olleet muun muassa pyörä, sähkö, höyrykone ja lentokone. Fysiikka ja kemia ovat hyvin samankaltaisia luonnontieteitä ja selkeää eroa niiden välillä ei ole.

Dian lopusta löytyy linkki seuraavalle videolle, jossa yhdistyy tiede ja musiikki. Jos linkki ei toimi, video löytyy hakusanoilla ”CYMATICS: Science VS. Music – Nigel Stanford”. Videon kesto on 5:52 eli noin kuusi minuuttia.

## **Dia 3: Tehdään fysiikkaa**

Dian tavoite: Dian aikana tarkoituksena on saada oppilaat ymmärtämään, miten fysiikkaa on tehty.

- Aloitetaan tämä kertomalla, että kohta tehdään yksinkertainen koe. Koe voi olla, mitä vain todella yksinkertaista, kunhan oppilaat tietävät jo etukäteen kokeen tuloksen. Kokeena voi käyttää esimerkiksi kumin pudottamista.
- Tässä kohtaa oppilailta on hyvä tiedustella hypoteesia eli mitä heidän mielestään tapahtuu, kun kumista päästää irti.
- Toteutetaan koe.
- Havaitaan, että kumi tippuu. Voi olla, että havaitaan kumin pomppaavan maasta tai vierivän, mutta nämä huomiot ovat epäoleellisia tässä kokeessa.
- Kysyttäessä oppilailta, mistä tiesitte, että näin käy päästään käsiksi ajatukseen, että he ovat tehneet kokeita ja fysiikkaa jo aiemminkin. He ovat pudotelleet esineitä ja oppineet lainalaisuuden, jonka mukaan esineet putoavat maata kohti. Näin he ovat aikaansaaneet mallin, jonka mukaan ilmiö on ennustettavissa.



- Koe voidaan toistaa, joka on tärkeää fysiikassa.

Opettajalle lisätietoa: Fysiikka pyrkii selittämään ilmiöitä.

#### **Dia 4: Mitä on fysiikka**

Dian tavoite: Sanoittaa oppilaille, mitä teimme äsken. Opettaja voi toistattaa kokeen oppilaille diaa läpikäydessään.

- Tärkeää on saada oppilaat huomaamaan, että teimme äsken fysiikkaa.
- Oppilailta voi kysyä, mikä oli heidän oletuksensa, mitä tulee tapahtumaan.
- Oppilaat voivat vielä kerran tiputtaa kuminsa ja näin he taas tekivät kokeen ja havainnon, mitä tapahtui.
- Fysiikka pyrkii selittämään, miksi näin tapahtuu. Kumin tippumiseen palataan myöhemmin dioissa putoamiskiihtyvyyden yhteydessä. (Kyseinen materiaali on suunnattu 5-6 luokkalaissille.)

#### **Dia 5: Miten fysiikka syntyy**

Dian tavoite: Avata oppilaille, miten fysiikka syntyy ja miten sitä ”tehdään”.

- Tavallisesti kaikki alkaa siitä, että tehdään havainto jostakin ilmiöstä.
- Tämän jälkeen havainnosta luodaan teoreettinen malli.
- Malli todennetaan oikeaksi kokeilla, jotka ovat toistettavissa.
- Jos malli todetaan toimivaksi, luodaan tarvittaessa uusia käsitteitä ja määritelmiä selittämään ilmiötä ja mistä ilmiö johtuu.

## **Dia 6: Ilma**

Dian tavoite: Saada oppilaat ymmärtämään, että ilma on ainetta.

- Opettaja voi kysyä, mitä ilma on ja antaa lasten vastata tai keskustella pareittain tai ryhmissä.
- Opettaja antaa oppilaille ohjeet ottamaan paperit ja puhaltamaan niihin.
- Havaitaan, että puhaltaminen liikuttaa paperia.
- Paperi liikkuu, koska ilma on ainetta.

Opettajalle: Ilma on ainetta, joka koostuu eri kaasuista, jotka koostuvat atomeista ja molekyyleistä. Tätä ei voida todentaa alakoulun kokeilla, mutta paperiin puhaltamisella saadaan kokeellisesti osoitettua, että ilma on ainetta. Tätä tietoa voidaan hyödyntää myöhemmin, kun käsitellään ilmanvastusta.

## **Dia 7: Ilmanpaine**

Dian tavoite: Ilma on ainetta, joten sillä voidaan sada aikaan paine-eroja. Oppilaiden on tarkoituksena oppia ymmärtämään, missä ilmanpainetta hyödynnetään.

- Nyt on hyvä vaihe lähestyä asiaa selvittämällä, onko joku käyttänyt ilmanpainetta hyödyksi lelussaan.
- Opettaja voi kysyä oppilailta, missä yhteydessä he ovat kuulleet ilmanpaineesta ja antaa lasten vastata tai keskustella pareittain tai ryhmissä.

Opettajalle: Ilmanpainetta hyödynnetään esimerkiksi ilmapalloissa, pyörän ja auton renkaissa (yksikkö yleensä baareina). Renkasiin ja ilmapalloon luodaan ylipaine.

Dian lopussa on linkki videoon, jossa muna saadaan pulloon ilmanpaineen avulla. Jos linkki ei toimi, video löytyy YouTubesta hakusanoilla ”Muna pulloon”.

## **Dia 8: Voima**

Dian tavoite: Dian tavoitteena on tuoda tutuksi voima-sana ja saada heidät hahmottamaan, mitä se tarkoittaa. Tätä voi todentaa voimamittarilla, jos sellainen löytyy.

- Kahden kappaleen välistä vuorovaikutusta voidaan käsitellä pyytämällä oppilaita pohtimaan, kuinka he pystyvät vuorovaikuttamaan toistensa kanssa.
- Tämän jälkeen oppilaat voivat istua tuoleille, joissa on pyörät, ja työntää toisiaan. Näin he näkevät voiman ja vastavoiman samalla.

Opettajalle: Voima on todella abstrakti käsite ja on hankala selittää lukiotasollakin. Jos käytetään voimamittaria demonstroimaan voimaa, on hyvä tietää, että kertomalla massan putoamiskiihtyvyydellä eli noin  $10 \text{ m/s}^2$  saadaan Newtonit. Esimerkiksi 10 kilogramman kappaleeseen vaikuttaa 100 Newtonin voima.

## **Dia 9: Työntäminen ja vetäminen**

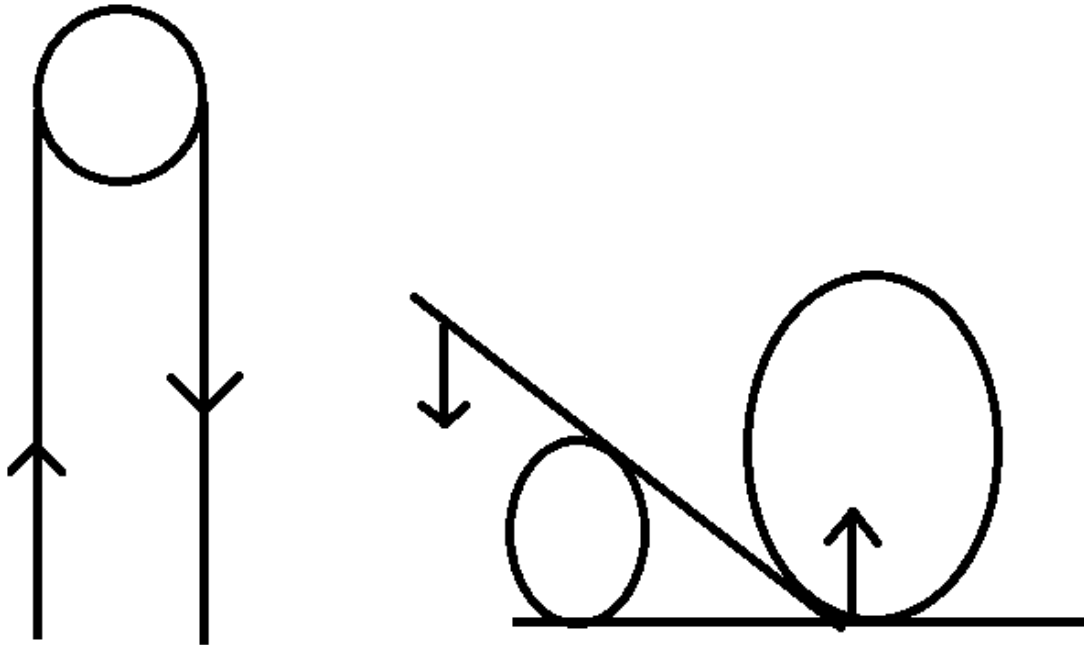
Dian tavoite: Antaa oppilaille mahdollisuus hahmottaa, ovatko he hyödyntäneet voimaa lelussaan ja antaa tästä esimerkkejä.

- Oppilaille mahdollisuus kertoa, missä heillä esiintyy voimaa leluissaan.
- Opettaja voi kysyä oppilailta, mitä tulee mieleen väkipyörästä ja vipuvarresta ja antaa lasten vastata tai keskustella pareittain tai ryhmissä. Lisäksi väkipyörää ja vipuvarsta käsitellessä opettaja voi kysyä, että löytyykö oppilaiden leluista kyseisiä.

Opettajalle: Voima välittyy leluissa työntämällä tai vetämällä.

Väkipyörällä voidaan muuttaa voiman suuntaa eli jos tavallisesti vedettäisiin ylöspäin, niin väkipyörällä voidaan muuttaa suunta esimerkiksi alaspäin.

Vipuvarrella saadaan kohdistettua suurempi voima tiettyyn kohtaan vääntömomentin vuoksi. Toisin sanottuna, kun kohdistaa saman voiman kauemmaksi tietystä kohdasta, kohtaan vaikuttava voima on suurempi. Oppilaille riittää, kun mainitsee, että se vähentää voiman tarvetta, jolla asiaa voidaan liikuttaa tai nostaa.



Kuva 1: Hahmotelma kuvista, joita opettaja voi piirtää dian aikana.

Kuvassa 1 on hahmotelma kuvasta, jonka opettaja voi piirtää. Opettaja voi halutessaan piirtää myös jonkin hahmon vetämää köyttä tai vastaavasti painamaan vipuvartta. Tärkeää oppilaille on huomata, että voiman suunta muuttuu väkipyörän ja vipuvarren avulla.

## **Dia 10: Painovoima**

Dian tavoite: Saada oppilaat ymmärtämään, että painovoima aiheuttaa esineiden putoamisen maata kohti.

- Painovoimaa kokeiltaessa oppilaat voivat esimerkiksi hypätä tasajalkaa ilmaan ja todeta, että painovoima palauttaa heidät takaisin.

Opettajalle: Painovoima on ilmiö, jonka mukaan kaikki massalliset kappaleet vetävät toisiaan puoleensa. Voiman suuruuteen vaikuttaa kappaleiden massa ja etäisyys. Oppilaille voi mainita esimerkiksi kuun ja maan painovoiman eroista. Maan painovoima on yli viisinkertainen verrattuna kuun painovoimaan. Tämä tarkoittaa sitä, että ihminen painaa viisi kertaa vähemmän kuussa kuin maassa ja voi näin hypätä huomattavasti pidemmälle kuin maassa.

## **Dia 11: Putoamiskiihtyvyys**

Dian tavoite: Saada oppilaat ymmärtämään ilmanvastuksen merkitys.

- Opettaja tai kaikki oppilaat voivat tehdä kokeen, jossa saavat pudottaa höyhenen ja kumin samaan aikaan ja todeta, kumpi laskeutuu maahan ensin.

Opettajalle: Höyhen ja kumi putoaisivat maahan yhtä nopeasti tyhjiössä. Yleinen virhekäsitys on ajatella, että putoamisen nopeus johtuisi esineen massasta.

Dian lopussa linkki videoon, jossa näytetään leijumista tuulitunnelissa. Jos linkki diassa ei toimi, video löytyy Youtubesta hakusanoilla ”Wind Tunnel Flying and Flow Boarding: Sirius Sport Resort”. Videosta kannattaa katsoa vain videon alku ja lopettaa noin 2:40 kohdille.

## **Dia 12: Kitka**

Dian tavoite: Ymmärtää, missä kitkaa esiintyy.

- Oppilaat voivat hangata asioita keskenään kokeillakseen niiden välistä kitkaa. Esimerkiksi höyhen ja kumi pulpettia tai lattiaa vastaan.
- Kumpi liikuu paremmin pöydällä, miksi?

Opettajalle: Kitkaa esiintyy aina kahden kappaleen rajapinnalla. Kitka vastustaa kappaleiden liikettä. Kitkalle on useita eri arvoja, jotka vaihtelevat, onko kappale liikkeessä, paikallaan vai pyöriikö se.