

Paluu ympäristöoppiin

Opetussuunnitelman fysiikan sisältöjen käsittely kahdessa

alakoulun ympäristöopin kirjasarjassa

LuK-tutkielma

Nuuti Vasari

2437655

Fysiikan tutkinto-ohjelma

Oulun yliopisto

Sisältö

Johdanto	2
1 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet	3
1.1 Ympäristöopin opetuksen tavoitteet ja keskeiset sisältöalueet luokilla 3-6	3
1.2 Erot vuoden 2004 opetussuunnitelmaan	6
2 Valitut oppikirjat	8
3 Aihesisällöt	9
3.1 Voima ja liike	9
3.1.1 Sulka ja Siipi	9
3.1.2 Tutkimusmatka	13
3.1.3 Kirjasarjojen vertailu	15
3.2 Energia ja lämpö	16
3.2.1 Sulka ja Siipi	16
3.2.2 Tutkimusmatka	19
3.2.3 Kirjasarjojen vertailu	22
3.3 Muut aiheet	22
3.3.1 Sulka ja Siipi	23
3.3.2 Tutkimusmatka	24
3.3.3 Kirjasarjojen vertailu	26
4 Yhteenveto	27
4.1 Sulka ja Siipi	27
4.2 Tutkimusmatka	27
5 Loppusanat	29
Lähdeluettelo	31

Johdanto

Vuoden 2014 opetussuunnitelman [1] mukaisesti alakouluissa ei opeteta erikseen fysiikkaa vaan fysiikan aihekokonaisuudet käydään läpi osana oppiainetta nimeltä ympäristöoppi. Aiemmin samankaltainen järjestely oli käytössä vuoden 1994 opetussuunnitelmassa [2], jossa fysiikka, kemia, biologia ja maantieto oli yhdistetty yhdeksi oppiaineeksi, ympäristö- ja luonnontiedoksi. Tuolloin opetussuunnitelmassa mainittiin fysiikka-kemiakokonaisuuden aiheista ainoastaan aine ja energia ja muutenkin opetussuunnitelman tavoitteiden kuvailu oli ympäristöopin osalta hyvin väljä ja avoin. Paikoin saattoikin vaikuttaa siltä, että fysiikan ja kemian tiedonaloja ei opetettaisi alakouluissa lainkaan.

Vuoden 2004 opetussuunnitelmassa [3] puututtiin tähän ja luokilla 5-6 fysiikan ja kemian kokonaisuus oli erotettu omaksi oppiaineekseen. Lisäksi opetussuunnitelma sisälsi tarkat kuvailut alakoulussa läpikäytävistä fysiikan aihealueista.

Vuoden 2014 opetussuunnitelma palaa siis vanhaan malliin, jossa fysiikkaa opetetaan osana suurempaa kokonaisuutta. Samalla myös opetettavia fysiikan aiheita, tai ainakin niiden kuvailuja, on muutettu. Tässä tutkielmassa tarkastelen, miten alakoulun ympäristöopin oppikirjat asettuvat opetussuunnitelman asettamiin raameihin vuosiluokilla 3-6 ja tarjoavatko ne oppilaille valmiudet siirtyä yläkoulun fysiikan opetuksen piiriin. Lisäksi tutkin, miten ne ottavat huomioon mahdolliset virhekäsitykset fysiikasta ja onnistuvatko ne olemaan vahvistamatta vanhoja tai luomatta uusia virhekäsityksiä oppijoille.

1 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet

Opetussuunnitelma määrittää, mitä asioita opetuksessa tulee käydä läpi, ja täten samalla, mitä sisältöjä oppikirjojen tulisi sisältää. Sen mukaan "Fysiikan kannalta keskeistä on ymmärtää luonnon perusrakenteita ja ilmiöitä, ja selittää näitä ilmiöitä käyttäen myös omissa tutkimuksissa saatavaa tietoa." [1, s. 131]. Tämän perusteella voisikin olettaa, että kirjoista löytyy tukea tutkivalle ja ongelmalähtöiselle oppimiselle.

1.1 Ympäristöopin opetuksen tavoitteet ja keskeiset sisältöalueet luokilla 3-6

Fysiikan kannalta olennaisimmat sisältöalueet ovat S4 ja S5, jotka nykyisen opetussuunnitelman mukaan määritellään seuraavasti.

S4 Ympäristön tutkiminen: Sisällöiksi valitaan omaan elinympäristöön liittyviä tutkimustehtäviä. Elinympäristössä kiinnitetään huomiota elolliseen ja elottomaan luontoon, rakennettuun ja sosiaaliseen ympäristöön sekä ympäristön ilmiöihin, materiaaleihin ja teknologisiin sovelluksiin. Tehtävien avulla harjoitellaan tutkimuksen tekemisen eri vaiheita. Tutkitaan säätä sekä maa- ja kallioperää. **Tutkimalla kappaleiden liikkeiden muutoksia tutustutaan voiman käsitteeseen.** Tunnistetaan eliöitä ja elinympäristöjä, laaditaan kasvio ohjatusti sekä tutkitaan kokeellisesti kasvien kasvua. Kotiseudun erilaisten ympäristöjen merkitystä havainnoidaan myös hyvinvoinnin näkökulmasta. Tutustutaan ympäristössä toimimisen oikeuksiin ja velvollisuuksiin.

S5 Luonnon rakenteet, periaatteet ja kiertokulut: Erilaisten materiaalien ja aineiden avulla tarkastellaan olomuotoja ja aineiden ominaisuuksia. Palaminen, yhteyttäminen ja veden kiertokulku muodosta-

vat pohjan aineen muutosten ja aineen säilymisen periaatteen hahmottamiselle. **Lämpötilan mittaamisen, lämpöenergiaan perehtymisen ja energialajien muuntumisen avulla tutustutaan energian säilymisen periaatteeseen. Tutkitaan ääni- ja valoilmiöitä. Perehdytään lähiavaruuteen, vuodenaikoihin, päivän ja yön vaihteluun sekä maapallon rakenteeseen.** Tutkitaan eliöiden ja niiden elinympäristöjen sekä ihmisen toiminnan vuorovaikutussuhteita. Tutustutaan ravintoketjuihin, eläinten ja kasvien lisääntymiseen, ravinnon tuotantoon ja ruoan reitteihin sekä metsien hyötykäyttöön. (s. 242)

Kuten huomata saattaa, ovat ympäristöopin opetuksen tavoitteet hyvinkin laajoja kokonaisuuksia, joista läheskään kaikki eivät varsinaisen fysiikan kannalta ole kovinkaan relevantteja. Kuitenkin kuvasta 1 nähtävistä tavoitteista esimerkiksi T7, T13 sekä erityisesti T17 ovat varsin tärkeitä kokonaisuuksia fysiikan kannalta. Varsinaisesta fysiikan termistöstä nousevat esiin liike, voima, valo, ääni, lähiavaruus sekä energia (kts. lihavoidut kohdat lainauksesta.) Myös opetussuunnitelman hyvän osaamisen kriteereissä nostetaan esiin osa näistä termeistä. Jotta oppilas suoriutuu tavoitteesta 17 numeerisessa arvioinnissa kahdeksikon (sanallisessa arvioinnissa hyvä) veroisesti, tulee hänen osata käyttää energian, voiman sekä liikkeen käsitteitä arjessa ja antaa esimerkkejä energian säilymislaista. Ääntä, valoa tai lähiavaruutta ei arvioinnissa kuitenkaan erikseen mainita.

Liike, voima ja energia nousevat selvästi esiin fysiikan käsitteinä, jotka tulee oppia ja opettaa. Tämän takia tarkastelen, miten oppikirjoissa esitetään nämä asiat. Lisäksi tarkastelen, onko oppikirjoissa asioita, jotka saattaisivat lisätä oppilaiden virhekäsityksiä.

Opetuksen tavoitteet	Tavoitteisiin liittyvät sisältöalueet	Laaja-alainen osaaminen
Merkitys, arvot, asenteet		
T1 synnyttää ja ylläpitää oppilaan kiinnostusta ympäristöön ja ympäristöopin opiskeluun sekä auttaa oppilasta kokemaan kaikki ympäristöopin tiedonalat merkitykselliseksi itselleen	S1-S6	
T2 ohjata ja kannustaa oppilasta asettamaan omia opiskelutavoitteita ja työskentelemään pitkäjänteisesti niiden saavuttamiseksi sekä tunnistamaan omaa ympäristöopin osaamistaan	S1-S6	L1, L7
T3 tukea oppilaan ympäristötietoisuuden kehittymistä sekä ohjata oppilasta toimimaan ja vaikuttamaan lähiympäristössään ja -yhteisössään kestäväen kehityksen edistämiseksi ja arvostamaan kestäväen kehityksen merkitystä itselle ja maailmalle	S1-S6	L3, L7
Tutkimisen ja toimimisen taidot		
T4 rohkaista oppilasta muodostamaan kysymyksiä eri aihepiireistä sekä käyttämään niitä tutkimusten ja muun toiminnan lähtökohtana	S1-S6	L1, L7
T5 ohjata oppilasta suunnittelemaan ja toteuttamaan pieniä tutkimuksia, tekemään havaintoja ja mittauksia monipuolisissa oppimisympäristöissä eri aisteja ja tutkimus- ja mittausvälineitä käyttäen	S1-S6	L1, L5
T6 ohjata oppilasta tunnistamaan syy-seuraussuhteita, tekemään johdopäätöksiä tuloksistaan sekä esittämään tuloksiaan ja tutkimuksiaan eri tavoin	S1-S6	L1, L2, L5
T7 ohjata oppilasta ymmärtämään arjen teknologisten sovellusten käyttöä, merkitystä ja toimintaperiaatteita sekä innostaa oppilaita kokeilemaan, keksimään ja luomaan uutta yhdessä toimien	S2-S6	L2, L3, L5
T8 kannustaa oppilasta edistämään hyvinvointia ja turvallisuutta toiminnassaan ja lähiympäristössään ja ohjata oppilasta toimimaan turvallisesti, tarkoituksenmukaisesti, vastuullisesti ja itseään suojellen	S1-S6	L3
T9 ohjata oppilasta tutkimaan ja toimimaan sekä liikkumaan ja retkeilemään luonnossa ja rakennetussa ympäristössä	S2-S6	L3
T10 tarjota oppilaalle mahdollisuuksia harjoitella ryhmässä toimimista erilaisissa rooleissa ja vuorovaikutustilanteissa, innostaa oppilasta ilmaisemaan itseään ja kuuntelemaan muita sekä tukea oppilaan valmiuksia tunnistaa, ilmaista ja säädellä tunteitaan	S1-S6	L2, L3
T11 ohjata oppilasta käyttämään tieto- ja viestintäteknologiaa tiedon hankinnassa, käsittelyssä ja esittämisessä sekä vuorovaikutuksen välineenä vastuullisesti, turvallisesti ja ergonomisesti	S1-S6	L5, L4
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	S1-S6	L1

Opetuksen tavoitteet	Tavoitteisiin liittyvät sisältö-alueet	Laaja-alainen osaaminen
T13 ohjata oppilasta ymmärtämään, käyttämään ja tekemään erilaisia malleja, joiden avulla voidaan tulkita ja selittää ihmistä, ympäristöä ja niiden ilmiöitä	S1-S6	L1, L5
T14 ohjata oppilasta hankkimaan luotettavaa tietoa, ilmaisemaan perustellen erilaisia näkemyksiä sekä tulkitsemaan ja arvioimaan kriittisesti tietolähteitä ja näkökulmia	S1-S6	L2, L4, L5
T15 ohjata oppilasta luonnon tutkimiseen, eliöiden ja elinympäristöjen tunnistamiseen ja ekologiseen ajatteluun sekä ohjata oppilasta ihmisen rakenteen, elintoimintojen ja kehityksen ymmärtämiseen	S1, S3-S6	L1
T16 ohjata oppilasta maantieteelliseen ajatteluun, hahmottamaan omaa ympäristöä ja koko maailmaa sekä harjaannuttamaan kartan-käyttö- ja muita geomeediataitoja	S3-S6	L1, L5
T17 ohjata oppilasta tutkimaan, kuvaamaan ja selittämään fysikaalisia ilmiöitä arjessa, luonnossa ja teknologiassa sekä rakentamaan perustaa energian säilymisen periaatteen ymmärtämiselle	S2, S4-S6	L1
T18 ohjata oppilasta tutkimaan, kuvaamaan ja selittämään kemiallisia ilmiöitä, aineiden ominaisuuksia ja muutoksia sekä rakentamaan perustaa aineen säilymisen periaatteen ymmärtämiselle	S2, S4-S6	L1
T19 ohjata oppilasta ymmärtämään terveyden osa-alueita, arjen terveystottumusten merkitystä sekä elämäntapaa, lapsuuden ja nuoruuden yksilöllistä kasvua ja kehitystä sekä rohkaista oppilasta harjoittelemaan ja soveltamaan terveysosaamistaan arjessa	S1-S3, S6	L1, L3

Kuva 1: Opetushallitus (2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014 s. 240-241

1.2 Erot vuoden 2004 opetussuunnitelmaan

Suurin ero uuden ja vanhan opetussuunnitelman välillä lienee fysiikka ja kemia -oppiaineen poistuminen alakoulun opetussuunnitelmasta. Kuitenkin myös sisällöistä ja tavoitteista löytyy eroja.

Siinä missä nykyinen opetussuunnitelma painottaa enemmän ilmiöihin perehtymistä ja niiden kautta fysiikkaan tutustumista (kuten esimerkiksi energian säilymislakiin tutustuminen energialajien muuttumisen kautta), painotetaan käsitteellistä ymmärtämistä vanhassa opetussuunnitelmassa paljon enemmän.

Fysiikan perinteiset osa-alueet, kuten esimerkiksi mekaniikka ja lämpöoppi, ovat mukana molemmissa opetussuunnitelmissa, mutta varsinkin sähköopin määrää on

vähennetty uudessa opetussuunnitelmassa. Eri sähkökomponenttien hallitsemista ei enää vaadita vaan alakoulussa sähköoppia lähestytään sähköturvallisuuden kautta.

Samankaltainen muutos on tapahtunut myös muiden fysiikan osa-alueiden vaatimuksissa. Enää oppilaiden ei tarvitse ymmärtää yksittäisten laitteiden toimintaa, vaan painotus on isommissa kokonaisuuksissa ja ilmiöiden ymmärtämisessä ja tutkimisessä. Kuitenkin sekä uudessa että vanhassa opetussuunnitelmassa korostuu fysiikka arjessa.

2 Valitut oppikirjat

Valitsin tutkielmaan käsiteltäväksi kahden eri julkaisijan 3.-6. luokan ympäristöopin kirjat, jotka kirjantekijöiden mukaan on tehty noudattamaan vuoden 2014 opetussuunnitelmaa. Kirjasarjojen kirjat kuuluvat Oulun yliopiston kirjaston valikoimaan.

Ensimmäinen kirjasarjoista on e-Oppi Oy:n kustantama. Se on sisällyttänyt vuosiluokkien 3.-6. ympäristöopin asiasisällöt kahteen kirjaan. "Sulka - Alakoulun ympäristöoppi 3-4" käy läpi luokkien 3.-4. sisällöt ja "Siipi - Alakoulun ympäristöoppi 5-6" luokkien 5.-6. asiat. Kustantajan nimen mukaisesti sekä Sulkaan että Siipeen kuuluisi vielä sähköinen kirja eli e-kirja. Kuitenkin sekä Siiven että Sulan sivulla 3 todetaan: " – kirjaa voi käyttää itsenäisenä kirjana, sillä kirjassa on esitetty opetussuunnitelman tavoitteiden mukaiset asiat." Käsitelen siis kirjoja tässä tutkielmassa omina itsenäisinä kokonaisuuksinaan ilman, että ottaisin niiden tarjoamia sähköisiä osuuksia huomioon [4, 5].

Toinen kirjasarja on Otavan julkaisema Tutkimusmatka. Sarjassa luokille 1-6 on jokaiselle oma teoria- ja työkirjansa ja niiden lisäksi saatavilla on vielä digitaalista materiaalia. Tutkielmassa keskityn kuitenkin vuosiluokkien 3-6 opetukseen ja ainoastaan fyysisenä olevaan opetusmateriaaliin eli työ- ja teoriakirjoihin. [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13].

3 Aihesisällöt

Kuten jo osiossa 1.1 totesin, opetussuunnitelmasta selvästi esille nousevat käsitteet ovat voima ja liike sekä energia ja lämpö. Tutkin eritoten näiden käsitteiden käyttöä ja opetusta kirjoissa, mutta niiden lisäksi etsin potentiaalisia virheitä ja virhekäsitysten aiheuttajia myös muista opetettavista fysiikkaan kuuluvista aihesisällöistä.

3.1 Voima ja liike

Kirjassa "Ympäristöoppia opettamaan" [14] Kalle Juuti listaa sivulla 25 liikeilmiöihin liittyviä virheellisiä käsityksiä seuraavasti:

1. Jos kappale ei liiku, siihen ei kohdistu voimaa.
2. Jos kappale liikkuu, siihen kohdistuu voimaa.
3. Ei voi olla voimaa ilman liikettä.
4. Jos kappale liikkuu, siihen kohdistuu liikkeen suuntainen voima.
5. Liike loppuu, kun voima on käytetty loppuun.
6. Liikkuvassa kappaleessa on voimaa, joka pitää sen liikkeellä.
7. Vakiovoima synnyttää vakionopeuden.
8. Paikallaan oleva kappale tai eloton kappale (kuten pöytä) ei kohdistu voimaa.
9. Aktiivisempi tai suurempi osapuoli kohdistaa suuremman voiman.

Opetussuunnitelman sisältöalueissa korostetaan erityisesti kappaleiden liikkeen muutoksien tutkimista. Tarkastelen seuraavaksi, miten kirjat toteuttavat liikkeen ja voiman opettamisen.

3.1.1 Sulka ja Siipi

Fysiikan aihesisältöjen käsittely tapahtuu pääosin luokilla 5-6, joten tarkastelen ensin, miten Siipi käsittelee teemat luokilla 5-6, minkä jälkeen käyn vielä läpi Sulasta (luokat 3-4) löytyvät sisällöt.

Siipi on sisällyttänyt viidennellä luokalla voiman ja liikkeen käsitteet lukuun "Laitteet ja rakenteet" [4, s. 117-146]. Luvun tavoitteissa mainitaan mekaniikka, omien pohdintojen käyttäminen tutkimusten lähtökohtana, havaintojen tekeminen lähiympäristössä sekä tehdyistä havainnoista saatujen lopputulosten esittäminen.

Luvun sisältö vaikuttaa siltä, että se on tehty vanhan opetussuunnitelman pohjalta. Käsiteltäviä aiheita ovat muun muassa vipu, pyörä, jousi ja luja rakenne, joista yhtäkään ei mainita lainkaan nykyisessä opetussuunnitelmassa, mutta vuoden 2004 versiossa todetaan sivulla 174 seuraavasti:

[oppilas] osaa selittää yksinkertaisten laitteiden, kuten vivun, pyörän, jousen, toimintaa sekä osaa tutkia erilaisten rakenteiden lujuutta.

Uudessa opetussuunnitelmassa mainittua kappaleiden liikkeiden muutoksia ei kuitenkaan käsitellä luvussa lainkaan. Kirjassa kerrotaan miten kaltevan tason käyttö kasvattaa matkaa mutta vähentää tarvittavaa voimaa. Lisäksi samalla sivulla toistetaan väkipyörän osalta neljä kertaa lause "väkipyörä vähentää kitkaa".

Kirjan kokeellisista tehtävistä kaksi kolmesta liittyy lujaan rakenteeseen ja kolmannessa havainnollistetaan, miten vipu vaikuttaa kappaleen nostamiseen tarvittavaan voimaan. Käytännössä voiman vaikutusta liikkeeseen ei tässä luvussa käsitellä lainkaan vaan luku on tehty täysin vanhan opetussuunnitelman pohjalta.

Kuudennella luokalla voimaa ja liikettä käsitellään luvun "Avaruus" alaluvussa "Voimailmiöitä" [4, s. 281-287]. Luvun muut alaluvut, joissa käsitellään pääosin lähiavaruutta sekä ääntä ja valoa, käydään läpi tämän tutkielman osassa 3.3.

Siinä missä aiemmin kirja kertoi eri laitteista, jotka vähentävät voiman tarvetta, nyt avataan enemmän, mitä ovat voima ja kitka. Kirja kertoo voimien jakautumisen kosketus- ja etävoimiin, antaa esimerkit molemmista sekä käy erikseen läpi painovoiman. Lisäksi se käsittelee erikseen painon ja massan välisen eron.

Uuden opetussuunnitelman esittämää kappaleiden liikkeiden muutosten tutkimista tämäkään alaluku ei sisällä. Vaikuttaakin siltä, että se on kirjoitettu vanhan opetussuunnitelman pohjalta, sillä vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteissa todetaan sivulla 188 fysiikka-kemiakokonaisuuden osalta yhdeksi keskeiseksi sisällyksiksi "Maan vetovoima ja kitka sekä voimista aiheutuvia liike- ja tasapainoilmiöitä." [3, s. 188]

Liikeilmiöt kirjassa kuitataan kertomalla, että liikettä on kiihtyvää ja tasaista. Se ei kuitenkaan käsittele lainkaan, miten voima vaikuttaa liikkeeseen. Sen sijaan vanhasta opetussuunnitelmasta löytyvälle tasapainolle ja sitä kautta myös painopisteelle on löytynyt tilaa.

Suurimman huomion alaluku antaa kuitenkin magneeteille. Magneettia tai kompassia ei nykyopetussuunnitelmassa mainita missään vaiheessa, mutta koska magneettinen voimakin on voima, on sen läpikäyminen perusteltua. Magneetin poistoa ja vetovoima käydäänkin läpi, samoin magneettikentän kenttäviivat, maapallon magneettikenttä sekä tietenkin sen yleinen sovellus kompassi.

Siiven voimailmiöitä käsittelevissä osissa ei sinällään ole substanssin suhteen mitään vikaa, sillä esitetyt asiat ovat oikeita, joskin hieman yksinkertaistettuja. Ongelmana on vain se, että se vaikuttaa seuraavan opetettavan sisällön suhteen vanhaa opetussuunnitelmaa uuden sijaan. Nykyisen opetussuunnitelman pääpaino (kappaleiden liikkeiden muutokset) jää kirjassa kokonaan käsittelemättä. Edes luvun lopusta löytyvät tutkimustehtävät eivät tuo tähän lohtua, sillä niistä toinen käsittelee magneetteja ja toinen levyn painopistettä.

Sulka käsittelee voimailmiöitä kolmannella luokalla käytävän luvun "Polkupyörä" alaluvuissa "Voimia" ja "Kitka" [5, s. 156-166].

Alaluku "Voima" alkaa tutustumalla lujaan rakenteeseen nimeltä putki, vipuun ja kampeen sekä polkupyörän polkimiin, ketjuihin ja tankoon. Kuten tässä luvus-

sa jo aiemmin totesin, nämä ovat juurikin niitä teemoja, jotka mainitaan vanhassa opetussuunnitelmassa, mutta joita ei huomioida lainkaan uudessa. Ainoa voima, joka luvussa mainitaan, on painovoima, sillä sen todetaan kiihdyttävän pyörää alamaässä ja hidastavan sitä ylämaässä. Alaluvusta löytyvät kokeellisetkin tehtävät käsittelevät lujaa rakennetta ja polkupyörän vaihteistoa, eivätkä nekään täten tuo mitään lisää voiman käsittelyyn.

Alaluvussa "Kitka" todetaan, että "kitka on voima, joka vastustaa liikettä", muutoin se keskittyy kuvailemaan, miten kitka vaikuttaa polkupyörällä ajamiseen. Tämän alaluvun kokeellisista tehtävistä kuitenkin tehtävä nimeltä "kenkäkilpailu" on kirjasarjan ainoa, jossa tutkitaan suoraan voimaa. Oppilaita neuvotaan asettamaan oma kenkänsä lattialle ja sen sisään osittain vedellä täytetty pullo painoksi. Tämän jälkeen he vuorotellen mittaavat jousivaa'alla, kenen kengän liikkeelle lähtemiseen tarvittiin eniten voimaa.

Kokeessa ei sinällään ole mitään vikaa, sillä sehän näyttää oppilaille, miten erilaisten kenkien erilainen kitka vaikuttaa niiden liukumiseen tarvittavaan voimaan. Kuitenkin opetussuunnitelmassa korostetaan nimenomaan liikkeen muutosta ja sen selittämistä voiman avulla. Kirjan tehtävän kaltaisessa kokeessa tullaan helposti vahvistaneeksi aiemmin listattuja virhekäsityksiä. Kokeessahan havaitaan, että jos kappaleeseen ei vaikuta voima, se pysyy paikallaan (virhekäsitys 1.). Lisäksi huomataan, että kun kappaleeseen kohdistuu voima, se liikkuu, ja näin saadaan helposti pääteltyä, että voimaa ei ole ilman liikettä (virhekäsitykset 2. ja 3.). Sen lisäksi siis, että kirjasarja käsittelee asioita vanhan opetussuunnitelman pohjalta, on sen ainoa voimaa tutkiva kokeellinen tehtävä sellainen, joka on omiaan vahvistamaan virhekäsityksiä voimasta.

Rohkenenkin väittää, että tämä kirjasarja ei voiman ja liikkeen osalta täytä opetussuunnitelman asettamia ehtoja, eikä oppilas, joka on saanut alakoulussa fysiikan oppinsa vain näiden kahden kirjan perusteella, hallitse niitä tietoja ja taitoja, joita yläkouluun siirryttäessä vaadittaisiin.

3.1.2 Tutkimusmatka

Tutkimusmatkassa voima ja liike käsitellään pääasiassa kuudennen luokan luvussa "Voimaa ja liikettä" [12, s. 108-151]. Luvun neljä ensimmäistä alalukua (sivut 108-137) käyn läpi myöhemmin osiossa 3.3, sillä ne käsittelevät pääasiassa lähiavaruuden asioita.

Loput luvusta käsittelee voimaa ja liikettä. Ensimmäisenä kirja esittelee magneettiset voimat maapallon magneetikentän kautta, mikä on luonnollinen jatkumo aiemmin käsitellylle lähiavaruudelle. Magneetin rakenne, toiminta ja erilaiset käyttötarkoitukset tuodaan esille. Alaluvun lopussa on lisäksi useita kokeellisia tehtäviä, joissa tutkitaan magneettien eri päiden reagoimista toisiinsa, magneetin voimakkuutta, ferromagneettisia aineita, sähkömagneetin valmistamista sekä oman kompassin tekemistä. Lisäksi tehtäväkirja tarjoaa kolmen sivun verran erilaisia tehtäviä aiheesta, aina virheellisistä väittämistä omaan pohtimiseen.

Seuraavassa alaluvussa käsitellään vetovoimaa. Jo luvun alku herättää oppilaan pohtimaan painovoimaa muutamalla kysymyksellä, joiden jälkeen kysymyksiin lähdetään hakemaan vastauksia. Alkuun käydään läpi massan käsite ja yksikkö, minkä jälkeen esitellään Isaac Newton ja kerrotaan, miten kaikki kappaleet vetävät toisiaan puoleensa. Kirja esittelee painovoiman ja siitä johtuvia ilmiöitä kuten pallon putoamisen takaisin maahan sen ilmaan heittämisen jälkeen. Lisäksi kerrotaan painovoiman olevan pienempi kuussa, ja että taivaankappaleet kiertävät toisiinsa vetovoiman ansiosta. Lopuksi kerrotaan etäisyyden vaikuttavan painovoimaan käyttäen esimerkkinä itsensä punnitsemista vuoren juurella ja sen huipulla. Yleistä virhekäsitystä siitä, että massa ja paino ovat synonyymeja toisilleen, ei kirjassa kuitenkaan erikseen käsitellä, mikä ehkä olisi tässä yhteydessä suotavaa tehdä. Luvussa on lisänä vielä kaksi tutkivaa tehtävää, joista ensimmäisessä valmistetaan luotilanka ja tutkitaan sen asettumista ja toisessa vertaillaan eri esineiden putoamisnopeuksia. Lisäksi työkirja sisältää rutkasti tehtäviä, joista eräässä tutustutaan jo voimanuoliin.

Seuraava alaluku keskittyy kitkaan ja ilmanvastukseen. Ensiksi kirjassa kerrotaan, mikä aiheuttaa kitkan, minkä jälkeen kerrotaan mitä hyötyjä kitkasta on ja miten sitä voidaan tarvittaessa vähentää. Ilmanvastus käsitellään samankaltaisesti, ensin kerrotaan, mikä sen aiheuttaa ja sitten miten sitä voidaan vähentää. Kokeellisuutta tässä alaluvussa ei ole, mutta tehtäväkirjassa on useita käytännön tilanteisiin liittyviä tehtäviä kitkasta ja sen vähentämisestä, minkä lisäksi tehtäväkirja esittelee kuulalaakerin toiminnan sen sijaan, että tyytyisi vain toteamaan, että laakereilla voidaan vähentää kitkaa.

Seuraava alaluku "Voima saa aikaan liikkeen" opettaa ensin nopeuden määrittelyn ja yksiköt (km/h ja m/s), minkä jälkeen se käsittelee liikkeen muuttamiseen tarvittavaa voimaa. Kiihtyvä, tasainen ja hidastuva liike käydään läpi kuvallisen esimerkin kautta samalla voimanuoliin tutustuen. Lopuksi ennen kokeellisia tehtäviä opetetaan putoamiskiihtyvyyttä. Ensimmäinen kokeellinen tehtävä "Pallo ilmaan" liittyykin vahvasti putoamiskiihtyvyyteen. Siinä pallo lyödään suoraan ylöspäin mailalla, minkä jälkeen tutkitaan sen liikettä nousussa, lakipisteessä sekä laskussa. Tehtävä on siis kerrassaan loistelas toteuttamaan opetussuunnitelman mainitseman liikkeiden muutosten tutkimisen. Lisäksi se ei vahvista yleisimpiä virhekäsityksiä ja jopa auttaa taistelemaan niitä vastaan esimerkkinä virhekäsitys numero 1 "Jos kappale liikkuu, siihen ei kohdistu voimaa", sillä pallohan on lakipisteessä paikallaan, vaikka oppilaat ovat vasta oppineet, että painovoima vaikuttaa siihen jatkuvasti.

Alaluvun kaksi muuta kokeellista tehtävää käsittelevät nopeuksien mittaamista ja erikokoisten putoavien kappaleiden nopeuksien tutkimista. Lisäksi tehtäväkirja sisältää rutkasti tehtäviä, joissa osassa jopa tehdään yksinkertaisia fysiikan laskuja [13, s. 85-97].

Luvun lopussa käsitellään liikenneturvallisuutta, joka mainitaan niin ympäristöopin kuin laaja-alaisen osaamisen tavoitteissa. Onkin loogista käydä liikenneturvallisuus osana voimaa ja liikettä käsittelevää lukua, sillä oppilaille ovat nyt tuttu-

ja eri nopeusmerkinnät sekä eri voimat jotka vaikuttavat liikenteessä kulkemiseen. Fysiikan asioita luvussa ei kuitenkaan käsitellä.

Vaikka voimaan ja liikkeeseen tutustuminen tapahtuu kirjasarjassa pääasiassa edellä kuvailussa luvussa, käydään joitain läheisesti voimaan liittyviä asioita läpi myös muualla. Aikaisemmin kuudennella luokalla käytävässä "Jäätä, vettä ja vesihöyryä" luvussa tutustutaan kapillaari-ilmiöön, nosteeseen sekä selitetään Arkhimedeen lain periaate [12, s. 60-83]. Lisäksi selitetään, miksi jotkin kappaleet kelluvat, sekä tutustutaan paineeseen. Tehtäväkirjasta löytyy sivulta 47 vielä kokeellinen tehtävä oman nyrkin tilavuuden mittaamisesta Arkhimedeen tapaan.

Viidennen luokan "Kevättä rinnassa" luvun alaluvussa "Kivi kukkapenkkiä koristamaan" käsitellään vipua ja kaltevaa tasoa [10, s. 190-195]. Luku alkaa esittämällä oppilaille ongelma raskaan kiven siirtämisestä toiselle puolelle pihaa. Se esittelee rautakangen, kottikärryn ja sorkkaraudan käyttöä vipuina. Lisäksi tutustutaan kaltevan tason käyttöön apuna puutarhatöissä. Alaluvun lopuksi on erilaisia tutkivia tehtäviä, joissa tutkitaan vivun pituuden vaikutusta tarvittavaan voimaan ja tehdään itse vipu. Lisäksi tehtäväkirjasta löytyy pohtimistehtäviä, joissa oppilaat joutuvat itse miettimään vivun ja kaltevan tason käyttöä erilaisissa arkielämän tilanteissa [11, s. 129-131].

Voiman ja liikkeen osalta kirjasarja täyttää opetussuunnitelman asettaman vaatimuksen voima- ja liikekäsitteiden käyttämisestä arkisissa tilanteissa ja voiman tutkimisesta liikkeen muutosten kautta. Ongelmalähtöistä ja tutkivaa oppimista on paljon, ja oppilaat saavat itse oppia asiat tehtävien kautta sen sijaan, että ne purettaisiin tekstissä auki. Tehtävää ja tutkittavaa löytyy paljon, eikä oppikirjan teksteissä ole mitään suoranaisia virheitä.

3.1.3 Kirjasarjojen vertailu

Voiman ja liikkeen osalta Siivessä ja Sulassa käydään läpi paljon asioita, joita ei enää opetussuunnitelmassa vaadita, ja lisäksi se on kokeellisilta osuuksiltaan

puutteellinen.

Tutkimusmatka sen sijaan ei mene teksteissään läheskään niin syvälle asioihin kuin Sulka ja Siipi, mutta se käy samat asiat läpi erilaisten tutkimusten kautta. Tutkimusmatka täyttääkin opetussuunnitelman asettamat raamit paremmin, eikä sitä lukiessa myöskään tule tunnetta, että se olisi tehty vanhan opetussuunnitelman mukaisesti niin kuin Siipeä ja Sulkaa lukiessa paikoittain tulee.

3.2 Energia ja lämpö

Kirjassa "Ympäristöoppia opettamaan" [14] Kalle Juuti listaa sivulla 28 energiaan ja lämpöön liittyviä fysiikan kannalta virheellisiä käsityksiä seuraavasti:

1. Lämpö ja lämpötila tarkoittavat samaa.
2. On olemassa lämpöä ja kylmää.
3. Vaatteet ovat lämpimiä.
4. Metallia on kuumempaa kuin puu.
5. Metallia on kylmempää kuin puu.
6. Energia tarkoittaa ruokaa tai polttoainetta.
7. Energia tarkoittaa vireyttä.
8. Energia loppuu tai kuluu.

Arkikielen kannalta väitteissä ei sinällään ole mitään vikaa, mutta kuten opetussuunnitelman ympäristöopin tavoitteessa 12 todetaan, tulee opetuksen ohjata oppilasta kohti käsitteiden täsmällistä käyttöä. Lisäksi sisältöalueissa puhutaan myös energian säilymisen periaatteeseen tutustumisesta.

3.2.1 Sulka ja Siipi

Kolmannella luokalla Sulka esittelee lämpöä luvun "Sää" alaluvuissa "Ilma" ja "Lämpötila" [6, s. 70-78]. Lämpöön liittyen käsitellään ilman laajeneminen lämmetessä ja annetaan esimerkki tästä kuumailmapallon muodossa. Lämpötilaa käsitellessä esitellään opetussuunnitelmasta tuttu lämpötilan mittaaminen ja käydään

läpi, miten lämpömittari toimii. Samalla käydään uudestaan läpi lämpötilan muutoksista seuraavat tilavuuden muutokset, tällä kertaa juurikin lämpömittarin toimintaa apuna käyttäen. Lisäksi luvun kokeellinen tehtävä, jossa tehdään myös oma ennuste, on lämpötilan mittaamista sekä kuvaajan piirtämistä. Opetussuunnitelman esittämä lämpötilan mittaaminen tuleekin tässä luvussa katettua ja kaiken lisäksi kokeellinen työkin ajaa vallan mainiosti asiansa.

Energiaa Sulka käsittelee neljännen luokan luvussa "Sähkö" [8, s. 225-244]. Nykyisessä opetussuunnitelmassa ympäristöopin kohdalla puhutaan ainoastaan sähköturvallisuudesta mutta vanhassa opetussuunnitelmassa todetaan sivulla 173, että

[oppilas] osaa rakentaa yksinkertaisen virtapiirin pariston, lampun ja johtimien avulla sekä tuntee kodissa käytettäviä sähkölaitteita; hän ymmärtää, että sähkön käyttöön liittyy vaaroja ja osaa käyttää sähkölaitteita turvallisesti

Ensimmäisessä alaluvussa käydäänkin läpi virtapiiri ja muita sähkökomponentteja. Mitään näistä ei siis nykyisessä opetussuunnitelmassa erikseen mainita mutta siellä kuitenkin todetaan, että oppilaan tulee harjoitella turvallisuusohjeiden perustelemista. On siis perusteltua tutustua virtapiiriin, sillä ilman sen toiminnan jonkinlaista hahmottamista voi sähköturvallisuusohjeiden perusteleva näkökulmasta olla vaikeaa.

Opetussuunnitelmassa mainitaan energialajien muuntuminen toisiin ja kirja esittelee liike-energian, kemiallisen energian ja valoenergian muuntamisen sähköksi. Lisäksi läpi käydään generaattorin ja voimalaitoksen toiminta, joskin voimalaitoksiin perehdytään vielä lisää viidennellä luokalla.

Seuraavat kaksi alalukua "Sähkö valoksi" ja "Sähkö liikkeeksi" jatkavat energialajien muuntumisella, tällä kertaa vain sähköä muutetaan muiksi energiamuodoiksi. Sähkömagneetin toimintaan tutustutaan ja erilaisten valaisimien toimintaa käydään läpi. Ledien yhteydessä todetaan, että "Ledi toimii virtapiirissä vain oikein päin." Kirja ei kuitenkaan missään vaiheessa selitä, mikä on ledin "oikein päin" .

Ehkä olisikin parempi, jos ledin päästösuunta otettaisiin ylipäättäänkin käsittelyyn vasta yläkoulussa, sillä arkikäytössä tuskin koskaan tulee vastaan ledejä jotka voisi edes kytkeä väärinpäin.

Viidennellä luokalla energiaa ja lämpöä käsitellään luvussa "Palaminen ja lämpö" [10, s. 147-175]. Osion tavoitteet sivulla 147 on listattu pelkästään kemian näkökulmasta, joskin kohta "[opit] käyttämään pohdintojasi pienten tutkimusten lähtökohtana" sopii vallan mainiosti myös fysiikan opetuksen tavoitteeksi.

Luvun fysiikan aiheita käsittelevät alaluvut ovat "Lämpöä ydinreaktiosta", "Lämpöä sähköstä" ja "Lämmittäminen". Vaikuttaisikin siltä, että kirja on käyttänyt aihealueiden valinnassa vahvasti apuna vanhaa opetussuunnitelmaa, sillä se antaa fysiikka-kemiakokonaisuuden tavoitteeksi sivulla 188 seuraavat [3, s. 188]:

- lämmön, valon ja liikkeen aikaansaaminen sähkön avulla sekä sähköturvallisuus
- erilaisia sähkön ja lämmön tuotantotapoja sekä energiavarat

Kirja käykin läpi yksinkertaistettuna fuusion ja fission, ydinvoimalan toiminnan sekä aurinkoenergian. Palstatilaa saa myöskin lämpövastus ja sen eri sovellukset. Lisäksi esitellään, miten lämmittäminen tapahtuu eri polttoaineita käyttäen. Samalla kerrotaan, että esimerkiksi kivihiili ja öljy ovat saaneet energiansa aurin-gosta, ja tätä kautta sivutaan energialajien muuntumista mutta tämä tehdään hyvin ohkaisesti ja ohimennen eikä esimerkiksi energian säilymisen periaatetta nosteta esille missään vaiheessa.

Siirtymistavat (kuljettaminen, johtuminen ja säteily) esitellään ja niistä annetaan käytännön esimerkit. Kuitenkin säteilystä annetaan esimerkkinä lämpöpatteri, jonka lämmöstä kirjan mukaan osa säteilee ilman läpi ihmiseen. On toki totta, että patteri säteilee pieniä määriä lämpösäteilyä, mutta kun valtaosa sen antamasta lämmöstä siirtyy kuitenkin ilmaan johtumalla, antaako tällainen esimerkki lämpösäteilystä väärän kuvan oppilaille patterin toiminnasta, ja lämpösäteilystä ylipäättään.

Kirja käy ansiokkaasti läpi, miten lämpöä ja sähköä voidaan tuottaa, uusiutuvia ja uusiutumattomia energiavaroja sekä miten sähkön avulla saadaan aikaan valoa ja lämpöä. Se ei kuitenkaan tuo esille mitenkään energian säilymlakia, eikä aiheeseen liittyviä kokeellisia tehtäviäkään ole kuin yksi. Myöskin energiaa ja lämpöä käsittelevät luvut vaikuttavat siltä, että ne on tehty vanhaa opetussuunnitelmaa käyttäen.

3.2.2 Tutkimusmatka

Energiaa käsitellään pääosin kuudennen luokan luvussa "Ainetta ja energiaa" [12, s. 84-107]. Luvun kaksi ensimmäistä alalukua käsittelevät keittiökemiaa sekä kierättämistä, mutta loput luvusta käsittelee energiaa.

Alaluvussa "Energiaa tarvitaan kaikkialla" esitellään erilaisia energiamuotoja kemiallisesta energiasta liike-energiaan ja lämpöön. Epäsuorasti puhutaan myös potentiaalienergiasta käyttämällä esimerkkinä pulkkamäkeä; mitä korkeammalle mäkeä pulkka viedään, sitä kovemman vauhdin se saa laskussa. Eri energiamuotojen muuttuminen toisiin käydään läpi ja lisäksi generaattorin toiminta esitellään. Myös energian säilymlakia käsitellään. Lopuksi on kaksi energiaa käsittelevää tutkimustehtävää, joissa toisessa vaihdetaan paristot taskulamppuun ja pohditaan, mihin muotoon energia muuttuu, kun lamppu laitetaan päälle, ja toisessa hypätään tuolilta ja pohditaan, missä muodossa energia on juuri ennen lattiaan osumista. Lisäksi tehtäväkirjassa [13] on sivuilta 52-69 erinäisiä tehtäviä eri energialajeista ja niiden muuntumisesta.

Seuraavassa alaluvussa tutustutaan energian eri tuotantotapoihin. Uusiutumattomat ja uusiutuvat energianlähteet hyötyineen ja haittoineen käsitellään lyhyesti itse luvussa, minkä lisäksi tehtäväkirjassa on tehtäviä, joissa oppilaiden tulee itse selittää käsitteet uusiutumaton ja uusiutuva energianlähde, sekä pohtia eri energiantuotantomuotojen hyötyjä ja haittoja. Lisäksi pohditaan ilmastonmuutoksen syitä.

Luvun viimeisessä alaluvussa tutustutaan energian säästämiseen, ja vaikka se ei fysiikan kokonaisuuteen kuulukaan, on kestävä kehitys ja ilmastonmuutoksen vakavuuden ymmärtäminen mainittu perusopetuksen arvoperustassa ja ympäristöopin keskeisissä sisällöissä, joten on hyvinkin loogista käydä läpi kestävä kehityksen periaatteita ja energian säästämistä tässä yhteydessä.

Kirjasarjassa käsitellään myös muualla energiaa ja lämpöä koskevia aiheita. Veden eri olomuotoihin törmätään ensimmäisen kerran jo kolmannella luokalla veden kiertokulun yhteydessä [6, s. 120-121] ja jäähän hieman enemmän neljännellä luokalla [8, s. 215], mutta tarkemmin asiaan tutustutaan kuudennella luokalla luvussa "Jäätä, vettä ja vesihöyryä" [12, s. 60-83]. Veden olomuodon muutokset ja lämpötilat, joissa nämä muutokset tapahtuvat, käydään läpi. Lisäksi veden tilavuuden muutos jäätyessä käsitellään.

Lämmön eri siirtymistavat esitellään viidennellä luokalla alaluvussa "Iho suojaa ja aistii" [10, s. 104-107], eli kirjassa on yhdistetty fysiikan ilmiö terveystietoon ympäristöopin periaatteiden mukaisesti. Lämmön siirtymistavoista, johtumisesta, säteilystä ja kulkeutumisesta, annetaan esimerkit ihon avulla. Alaluvussa on myös kaksi lämpöä käsittelevää kokeellista tehtävää, joista toisessa tutkitaan lämmön siirtymistä ja toisessa oppilaat pitävät ensin sormiaan kylmässä ja lämpimässä vedessä, minkä jälkeen he siirtävät ne haaleaan veteen ja vertailevat, miltä haalea vesi tuntuu. Tämä koe tuo hyvin esille sen, että emme varsinaisesti aisti lämpöä, vaan sen siirtymistä. Tehtäväkirjasta löytyy vielä lisäksi sivulta 78 tehtävä lämmön siirtymistavoista. Ainoa huono puoli kirjan tavassa käsitellä lämpöä on sen sivulla 105 käyttämä ilmaisu "lämpö siirtyy aina lämpimästä kohti kylmää", mikä osaltaan tukee virhekäsitystä siitä, että on olemassa lämpöä ja kylmää.

Energiaan liittyvistä asioista sarjassa käsitellään vielä erikseen sähkö. Ensimmäisen kerran sähkö mainitaan kolmannella luokalla salamoinnin yhteydessä [6, s. 128-131], jolloin tutustutaan hankaussähköön ja tehdään yksinkertaisia kokeita han-

kaussähköstä, mutta tarkemmin sähköön tutustutaan neljännen luokan luvun "Hyviä valintoja" kahdessa ensimmäisessä alaluvussa [8, s. 72-81].

Sähköntuotantotavat kirjasarja käsittelee myöhemmin kuudennella luokalla, mutta tässä vaiheessa tutustutaan kodin sähkölaitteisiin ja sähköturvallisuuteen. Luvussa käydään läpi kodin eri sähkölaitteita, niiden toimintaa sekä tutustutaan jännitteeseen ja virtaan. Lisäksi tutustutaan sulakkeiden toimintaan ja sähkölaitteiden turvalliseen käyttöön. Virtapiireihin tai sähkökomponentteihin tutustuminen loistaa kuitenkin poissaolollaan, mutta toisaalta niitä ei enää opetussuunnitelmassa erikseen mainita. Tehtäväkirjan tehtävät aiheesta liittyvät pitkälti sähköturvallisuuteen ja sähkön käyttöön omassa arjessa, eikä kokeellisuutta aiheesta ole lainkaan, vaikka esimerkiksi yksinkertainen virtapiiri paristolla ja lampulla olisi hyvinkin helppo rakentaa [9, s. 44-49].

Kokonaisuudessaan kirjasarja tuo energian ja lämmön yhteydessä esiin kaikki nykyisessä opetussuunnitelmassa mainitut asiat lämpötilan mittaamista lukuunottamatta. Muutoin eri energialajeihin ja niiden muuntumiseen tutustutaan, energian säilymlaki opetetaan ja lämpöenergiaan perehdytään. Kokeellisuutta ja ongelmalähtöisyyttä on, ja oppilaat pääsevätkin itse pohtimaan kirjassa läpikäytäviä asioita. Sähköopista käsitellään lähinnä turvallisuusnäkökulma ja kodin sähkölaitteiden toimintaperiaate, mikä on ymmärrettävää, sillä sähköopin paino uudessa opetussuunnitelmassa vanhaan verrattuna on hyvin minimaalinen. Voidaan kuitenkin pohtia, tulisiko virtapiirin perusteet opettaa, sillä nykyisessä opetussuunnitelmassa kuitenkin todetaan, että oppilaan tulee osata perustella ympäristöopin tiedonalojen avulla eri turvallisuusohjeet. Avoimeksi jääkin kysymys, onko sähköturvallisuuden ohjeet mahdollista perustella ilman, että oppilaalla on ymmärrystä virtapiirin toiminnasta.

3.2.3 Kirjasarjojen vertailu

Energiaa ja lämpöä käsitellessä kirjasarjojen suurimmat erot liittyvät sähköoppiin sekä energian säilymislakiin.

Sulassa opetetaan, vanhan opetussuunnitelman mukaisesti, virtapiiri sekä erilaisia sähkökomponentteja. Tutkimusmatkan sisällöistä virtapiiri kuitenkin puuttuu, ja vaikka sitä ei enää opetussuunnitelmassa erikseen mainitakaan, on opetussuunnitelmassa säädetty, että oppilaan tulee osata perustella sähköturvallisuusohjeet, jolloin mietittäväksi jää, onko ohjeet mahdollista perustella fysiikan näkökulmasta, ilman, että oppilaalla on minkäänäköistä ymmärrystä virtapiiristä.

Toinen suuri ero kirjasarjojen välillä on energian säilymislaki. Sulassa ja Siivessä energian säilymislakia ei tekstissä tuoda lainkaan esille, kun taas Tutkimusmatkassa energian säilyminen käydään läpi.

Lisäksi Tutkimusmatka on yhdistänyt fysiikan kokonaisuuksia yhteen terveystiedon kanssa ja kirjasarja muodostaakin yhtenäisen kokonaisuuden yhdistäen eri aiheita uskottavasti yhdeksi kokonaisuudeksi: ympäristöopiksi. Sulka ja Siipi taas vaikuttavat valitettavasti pitkälti noudattavan vanhaa opetussuunnitelmaa. Myös kokeellisuutta niistä löytyy paljon vähemmän kuin Tutkimusmatkasta.

Kokonaisuutena Tutkimusmatka toteuttaa energian ja lämmön osalta opetussuunnitelman kenties sähköturvallisuutta lukuunottamatta, kun taas Sulassa ja Siivessä energian säilymislain ja kokeellisuuden puuttuminen antavat aiheita epäillä, toteuttaako se nykyistä opetussuunnitelmaa.

3.3 Muut aiheet

Muut fysiikan alaisuuteen laskettavat aiheet, jotka nykyisessä opetussuunnitelmassa jollain tavalla tuodaan esille, ovat ääni- ja valoilmiot, lähiavaruus, maapallon rakenne, vuodenaajat sekä vuorokaudenaikojen vaihtelu. Tässä osiossa tutkin,

löytyvätkö nämä aihealueet vertailtavista kirjasarjoista sekä miten kirjoissa aiheet esitetään.

3.3.1 Sulka ja Siipi

Ääni- ja valoilmiot, lähiavaruus, maapallon rakenne, vuodenaajat sekä päivän ja yön vaihtelu käsitellään eOpin kirjasarjassa Siiven kuudennen luokan luvussa "Avaruus". [4, s. 281-314].

Opetussuunnitelmassa mainittu maapallon rakenne käydään läpi aina ytimen rakenteesta vesi- ja ilmakehään. Ilmakehän merkitys elämälle ja kasvihuoneilmiö sekä maapallon ja aurinkokunnan synty käsitellään. Vuorokauden- ja vuodenaikojen vaihtelun syihin tutustutaan, lisäksi Maan ja Kuun liikkeet sekä niiden aiheuttamat auringon- ja kuunpimennykset käsitellään, eikä substanssitasolla sisälössä ole mitään vikaa.

Lähiavaruuden asioista käsitellään ensiksi tähdistöt ja tähtikuviot, joiden jälkeen siirrytään aurinkokuntaan ja sen rakenteeseen. Auringon rooli ja toiminta käydään päällisin puolin läpi, minkä jälkeen käydään läpi kiviplaneetat, asteroidivyöhyke, kaasuplaneetat sekä uloin vyöhyke eli Kuiperin vyöhyke ja Oortin pilvi. Asiatasolla hyvinkin abstrakti ja vaikeahko asia on esitetty hyvin. Lisäksi ilmiöt, jotka ovat havaittavissa paljain silmin, nostetaan esiin niin että tähtitaivaan liikkeisiin tuodaan mukaan konkretia. Oikeastaan ainoa virhe luvussa on Pluton ja Cereksen nimittäminen miniplaneetoiksi, vaikka oikeampi termi olisi kääpiöplaneetta.

Lähiavaruuden ilmöiden suhteen kirja siis toteuttaa nykyisen opetussuunnitelman hyvin, vaikkakin päätellen siitä, että tähtitaivas ja Maan ja Kuun liikkeet on nostettu esille, on jälleen kerran luvun suunnittelussa käytetty vanhaa opetussuunnitelmaa, joka kertoo sivulla 188 seuraavaa:

Maan ja Kuun liikkeet ja näistä aiheutuvia ilmiöitä sekä Aurinkokunnan rakenne ja tähtitaivas

Kuitenkin käsitellyt asiat toteuttavat myös nykyisen opetussuunnitelman, eikä tämän aiheen kohdalla siis synny ongelmaa vanhan opetussuunnitelman noudattamisesta.

Ääni- ja valoilmioita kirja käsittelee "Avaruus" luvun osuvasti nimetyissä alaluvuissa "Valoilmioita" ja "Ääni-ilmioita".

"Valoilmioita" alaluvussa käydään läpi ensin valon eri syntytapoja, kuten esimerkiksi Aurinko, salama ja kiiltomato. Tämän jälkeen käsitellään valon eteneminen ja heijastuminen ja tätä kautta edelleen peilin toiminta sekä koveran ja kuperan peilin erot. Lopuksi käsitellään valon taittuminen ja hajoaminen sekä taittumisen hyödyntäminen esimerkiksi mikroskoopissa ja kaukoputkessa. Kuitenkin opetussuunnitelmassa mainittu ilmiöiden tutkiminen puuttuu kirjasta täysin. On toki luultavaa, että e-kirja toisi tähänkin tilanteeseen parannusta, mutta pelkkä fyysinen kirja ei tarjoa juurikaan välineitä valoilmioiden tutkimista varten.

Alaluvussa "Ääni-ilmioita" tutustutaan ensin äänen etenemiseen ja tätä kautta valon ja äänen eroon väliaineen tarvitsemisen suhteen. Ääniaalloista ja eri tavoista synnyttää niitä annetaan selkeät käytännön esimerkit. Lopuksi käydään läpi vielä äänenvoimakkuus ja -korkeus sekä erilaisia tapoja muuttaa niitä. Asiatasolla tässäkin alaluvussa ei ole mitään vikaa, mutta kokeellisuus ja tutkiminen loistavat täysin poissaolollaan. Tekstissä kuitenkin käydään läpi useita käytännön tapoja tutkia ääntä, joten on luultavaa, että e-kirja toisi tutkivaan opetukseen parannusta.

3.3.2 Tutkimusmatka

Tutkimusmatkassa käydään muista aiheista läpi ääni- ja valoilmiot, lähiavaruus, maapallon rakenne sekä vuorokauden- ja vuodenaikojen vaihtelu, jotka kaikki löytyvät myös opetussuunnitelmasta.

Lähiavaruuteen ja maapallolla tapahtuviin fysiikan ilmiöihin perehdytään ensimmäisen kerran viidennellä luokalla. Alaluvussa "Ilmakehä suojaa maata" [10, s. 52-

55] tutustutaan maata ympäröivään kaasukehään, ilmanpaineeseen ja ilmakehän merkitykseen sekä sen rakenteeseen.

Myöhemmin viidennellä luokalla perehdytään Maan liikkeeseen alaluvussa "Maapallo kiertää ja pyörii" [10, s. 158-161]. Maapallon pyöriminen akselinsa ympäri käydään läpi, ja täten oppilaille tulee tutuksi syy vuorokaudenaikojen vaihteluun. Samoin perehdytään Maan liikkeeseen Auringon ympäri ja tutustutaan maapallon kaltevan asennon kautta vuodenaikojen vaihteluun. Tehtävistä suurin osa liittyy aikavyöhykkeisiin ja Auringon näennäiseen liikkeeseen tähtitaivaalla, mutta yhdessä kokeellisista tehtävistä tutkitaan maapallon pyörimistä ja kiertämistä kirkkaan lampun ja karttapallon avulla [11, s. 110-113].

Lähiavaruuteen ja maapallon rakenteeseen päästään kuudennella luokalla. Luvun "Voimaa ja liikettä" ensimmäisissä alaluvuissa tutustutaan ensiksi tähtitaivaan tarkkailuun [12, s. 108-129]. Satelliittit ja niiden käyttötarkoitukset, tähdistöt ja galaksit sekä välineet niiden tutkimiseen tulevat tutuksi. Lisäksi tutustutaan valovuoteen ja avaruuden käsittämättömiin mittasuhteisiin sekä maailmankaikkeuden syntyyn alkuräjähdyksessä.

Seuraavaksi luvussa käsitellään aurinkokuntaa. Kirjassa selitetään mikä on aurinkokunta ja aurinko sekä käydään läpi niiden rakenne. Kivi- ja kaasuplaneettoihin sekä niiden kuihin perehdytään ja lisäksi tutuksi tulevat myös kääpiöplaneetat, asteroidit, komeetat sekä meteoroidit.

Seuraavaksi kirjassa tutustutaan tarkemmin Kuuhun ja sen aiheuttamiin ilmiöihin. Kuun kierros, eri vaiheet ja pimennykset käsitellään, minkä lisäksi todetaan ihmisen käyneen Kuussa, sekä tutustutaan tarkemmin teleskooppeihin ja luotaimiin, joilla tutkitaan avaruutta. Nimeltä mainitaan muun muassa Voyager, Curiosity ja ISS. Kuun jälkeen perehdytään maapallon rakenteeseen ja käydään läpi eri kerrokset. Samalla perehdytään eri maa- ja kivilajeihin.

Ääni- ja valoilmioita käsitellessään kirjasarja yhdistää fysiikan ja terveystiedon. Ääni ja valo käsitellään yhdessä niitä aistivien elimien kanssa [10, s. 88-103]. Ensin käsitellään ääntä ja sen syntyä värähtelystä, minkä jälkeen perehdytään sen etenemiseen aineessa. Äänenkorkeuden ja -voimakkuuden vaihteluun perehdytään ja lisäksi tutustutaan äänen nopeuden eroihin eri aineissa ja äänen heijastumiseen eri pinnoista. Kokeellisissa tehtävissä kokeillaan muun muassa äänenkorkeuden muuttamista, äänilähteen paikallistamista ja äänen heijastumista. Tehtäväkirjan tehtävissä pohditaan ääni-ilmiöiden käyttöä arjessa [11, s. 66-69].

Valon yhteydessä käsitellään ensiksi valon vaikutusta näkökykyyn ja silmän toimintaan samalla tutustuen linssin konseptiin. Myöhemmin käydään läpi eri väriset valot ja syyt värieroihin, varjon muodostuminen ja valon kulku suoraan sekä valon heijastuminen esimerkiksi peilistä. Kokeellisissa tehtävissä tutustutaan valon kulkuun, sateenkaareen sekä linssin valmistamiseen vedestä. Valon taittuminen ja valkoisen valon hajoaminen eri väreihin tuleekin esille kokeellisessa osuudessa. Tehtäväkirjan tehtävissä käsitellään fysiikan osalta lähinnä varjon muodostumista sekä sateenkaaren värejä [11, s. 70-75].

3.3.3 Kirjasarjojen vertailu

Kategoriaan "muut aiheet" niputettujen aiheiden asiasisällöt ovat molemmissa kirjasarjoissa pitkälti samat, ja ne molemmat täyttävät opetussuunnitelman asettamat raamit. Kuitenkin kokeellisuus ja tutkiminen puuttuvat käytännössä kokonaan Siivestä, mutta Tutkimusmatkasta taas löytyy kokeellisuutta niin taivaankappaleiden liikkeiden simuloinnista kuin valo- ja ääni-ilmiöiden tutkimisesta. Lisäksi Siiven painotukset vaikuttavat olevan vanhasta opetussuunnitelmasta otettuja, mutta ne kuitenkin täyttävät myös nykyisen opetussuunnitelman.

4 Yhteenveto

Tässä tutkielmassa vertailut oppikirjasarjat molemmat täyttivät kokonaisuudessaan pitkälti opetussuunnitelman asettamat raamit, mutta ne erosivat toisistaan silti paikoin hyvinkin radikaalisti.

4.1 Sulka ja Siipi

E-Oppi Oy:n kirjat vaikuttivat paikoitellen noudattavan hyvinkin orjallisesti vanhaa opetussuunnitelmaa, jossa käsitteellistä painotusta oli huomattavan paljon enemmän kuin nykyisessä opetussuunnitelmassa. Kokeellisuutta tai ongelmalähtöisyyttä kirjoissa ei ollut nimeksikään vaan kaikki asiat käsiteltiin tekstin ja teorian kautta. Onkin kyseenalaista, saako oppilas, jonka fysiikan opetus on alakoulussa pelkästään Sulan ja Siiven varassa, riittävät tiedot ja taidot yläkoulun fysiikan opetuksen piiriin siirtymistä varten. Lisäksi kirjasarjaa lukiessa tuntuu siltä, että samaan opukseen on yhdistetty maantiedon, biologian, fysiikan, kemian ja terveystiedon kokonaisuudet omiksi osikseen sen sijaan, että ne olisi tehty yhtenäiseksi ympäristöopin kokonaisuudeksi.

Sivumäärällisesti Sulassa ja Siivessä on sivuja yhteensä alle 700 ja vuosiluokkien 3-6 asiasisällöt on kaikki niputettu kahteen kirjaan, eikä sisältöä määrällisesti ole liikaa.

4.2 Tutkimusmatka

Otavan julkaisussa vuosiluokille 3-6 on yhteensä kahdeksan kirjaa. Tutkimusmatkassa fysiikan osa-alueet on yhdistetty muihin ympäristöopin kokonaisuuksiin, ja kirjoja lukiessa uskookin lukevansa ympäristöopin teosta. Aihesisällöt ovat uu-

den opetussuunnitelman mukaisia ja kokeellisuudella sekä ongelmalähtöisyydellä on suuri paino. Tekstissä ja teoriassa asioihin ei pureuduta sivutolkulla, vaan asiat avataan kokeellisissa osioissa. Tutkimusmatka sisältääkin valtavasti asiaa; kolmannen luokan teoria- ja työkirjan yhteissivumäärä on yli 250 sivua ja kuudennella luokalla sivumäärä on jo yli 350 sivua. Herääkin kysymys, onko niin tuhtia pakettia kuin Tutkimusmatka edes mahdollista käydä kokonaan läpi alakoulun aikana, vai joudutaanko joitain asiasisältöjä karsimaan pois tai lyhentämään. Kuitenkin, jos kaikki asiat käydään läpi, tarjoaa Tutkimusmatka, ainakin fysiikan osalta, hyvän pohjan oppilaan yläkouluun siirtymiselle

5 Loppusanat

Molemmat kirjasarjat sisältävät puutteita. Tutkimusmatkan suurimmat puutteet ovat virtapiirien käsittelyn sekä lämpötilan mittaamisen uupuminen. Se sisältää paljon kokeellisuutta ja oppilaiden omaa pohtimista vaativia tehtäviä. Muutoin se sisältää opetussuunnitelman vaatimat kokonaisuudet.

Sulan ja Siiven suurimmat puutteet ovat kokeellisuuden ja ongelmalähtöisyyden uupuminen. Ne käsitteivät asiat pitkälti ilman oppilaiden omia kokeita. Lisäksi vaikuttaa, että ne on tehty vanhan opetussuunnitelman pohjalta, minkä takia ne sisältävät paljon käsitteellistä opetusta.

Suuria virheväittämiä kumpikaan kirjasarja ei sisällä, joskin jo aiemmin tekstissä todettuja pieniä puutteita niissä on. Suurimpina ongelmina näkisinkin Sulan ja Siiven kokeellisuuden puutteen ja mahdollisesti Tutkimusmatkan liiallisen laajuuden. Jos kirjasarja, Sulan ja Siiven tavoin, ei tarjoa kokeellisuuteen ja ongelmalähtöisyyteen tukea, jää näiden keksiminen täysin opettajan vastuulle. Herääkin kysymys, onko alakoulun luokanopettajalla kykyä tai aikaa lähteä itse suunnittelemaan ja valmistelemaan opetuksen kannalta mielekkäitä fysikaalisia kokeita, jos niitä ei kirjasta valmiina löydy.

Toisaalta, jos Tutkimusmatkan tavoin kirjasarja sisältää enemmän tavaraa kuin on lukuvuoden aikana mahdollista käsitellä, jättääkö opettaja ensimmäisenä vaikeimmin ymmärrettävissä olevat asiat, kuten esimerkiksi voiman tai energian käsitteet ja aikaa ja vaivaa vaativat kokeelliset työt, pois?

Tätä tutkielmaa tehdessäni nousi itselleni suuremmaksi huoleksi alakoulun opettajien kyky opettaa fysiikan sisältöjä. Oulun yliopistossa luokanopettajien koulutukseen kuuluu ainoastaan yksi viiden opintopisteen kurssi (406054A Ympäristöoppi II: Ympäristön luonnonilmiöt), jossa käydään läpi fysiikan ja kemian opettamista alakoulussa [15, 16]. Tulevaisuudessa olisikin mielenkiintoisempaa tutkia

kirjasarjojen sijaan opettajia ja sitä miten näiden ympäristöopin tunneilla asioita käsitellään. Lisäksi kiinnostavaa olisi selvittää, kuinka hyvin alakoulusta yläkouluun siirtyvät oppilaat hallitsevat opetussuunnitelmassa mainitut fysiikan aihealueet. Lisää tutkimusta aiheen tiimoilta olisi siis mahdollista suorittaa ja tulevaisuudessa tuleekin selvittää, kuinka paluu ympäristöoppiin on vaikuttanut alakoulusta yläkouluun tulevien oppilaiden fysiikan perusosaamiseen. Tämä tutkimus ei kuitenkaan valitettavasti näihin kysymyksiin vastaan, vaan se on puhtaasti kahden kirjasarjan sisältöjen vertailua.

Lähdeluettelo

- [1] Opetushallitus. (2016). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014 (4. p). http://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf. Haettu 16.8.2018
- [2] Opetushallitus. (2000). Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994 (4. korj. p.). Helsinki: Edita.
- [3] Opetushallitus (2004). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. https://www.oph.fi/download/139848_pops_web.pdf Haettu 16.8.2018
- [4] Riikonen, J., Vainio, L., Vainio, T. Veistola S. (2016). Siipi: Alakoulun ympäristöoppi. 5-6 (1. p.). Jokioinen: e-Oppi.
- [5] Riikonen, J., Vainio, L., Vainio, T. Veistola S. (2016). Sulka: Alakoulun ympäristöoppi. 3-4 (1. p.). Jokioinen: e-Oppi.
- [6] Heinonen, M., Kohtamäki, J., Korhonen, M., Kuusela, O., Laine, A., Taimi, M., Uusi-Viitala, J. (2015). Tutkimusmatka: Ympäristöoppi. 3 (1. p.). Helsinki: Otava.
- [7] Heinonen, M., Kohtamäki, J., Korhonen, M., Kuusela, O., Laine, A., Taimi, M., Uusi-Viitala, J. (2015). Tutkimusmatka: 3, Tehtäväkirja (1. p.). Helsinki: Otava.
- [8] Arjanne, S., Heinonen, M., Jortikka, S., Kohtamäki, J., Korhonen, M., Kuusela, O., Laine, A., Taimi, M. (2016). Tutkimusmatka: Ympäristöoppi. 4 (1. p.). Helsinki: Otava.
- [9] Arjanne, S., Heinonen, M., Jortikka, S., Kohtamäki, J., Korhonen, M., Kuusela, O., Laine, A., Taimi, M. (2016). Tutkimusmatka: 4, Tehtäväkirja (1. p.). Helsinki: Otava.

- [10] Heinonen, M., Jortikka, S., Kohtamäki, J., Korhonen, M., Kuusela, O., Laine, A., Nyberg, T. (2015). Tutkimusmatka: Ympäristöoppi. 5 (1. p.). Helsinki: Otava.
- [11] Heinonen, M., Jortikka, S., Kohtamäki, J., Korhonen, M., Kuusela, O., Laine, A., Nyberg, T. (2015). Tutkimusmatka: 5, Tehtäväkirja (1. p.). Helsinki: Otava.
- [12] Arjanne, S., Heinonen, M., Jortikka, S., Kohtamäki, J., Korhonen, M., Kuusela, O., Laine, A. (2017). Tutkimusmatka 6: Ympäristöoppi (1. p.). Helsinki: Otava.
- [13] Arjanne, S., Heinonen, M., Jortikka, S., Kohtamäki, J., Korhonen, M., Kuusela, O., Laine, A. (2017). Tutkimusmatka: 6, Tehtäväkirja (1. p.). Helsinki: Otava.
- [14] Juuti, K. (2016). Ympäristöoppia opettamaan. Jyväskylä: PS-kustannus.
- [15] KTK - Luokanopettaja, KK (sisältää Taikan ja Teknon), opinto-opas https://weboodi oulu.fi/oodi/vl_kehys.jsp?Kieli=1&MD5avain=eded193d-6f89-4c72-ba46-5234e6dd9b81&vl_tila=4&Opas=2136&Org=8. Viitattu 31.10.2018
- [16] KTK - Luokanopettaja, KM (sisältää Taikan ja Teknon), opinto-opas https://weboodi oulu.fi/oodi/vl_kehys.jsp?Kieli=1&MD5avain=eded193d-6f89-4c72-ba46-5234e6dd9b81&vl_tila=4&Opas=2137&Org=8&KohtTyyp HierAuk=56. Viitattu 31.10.2018