

# **Miten hyvin peruskoulun fysiikan oppikirjat vastaavat opetussuunnitelmanperusteita**

**Oppikirja-analyysi aiheista työ, teho ja paine**

Jenna Kostian

Pro Gradu -tutkielma

Fysiikan laitos

Jyväskylän yliopisto

Huhtikuu 2018

Ohjaajat: Merikoski Juha ja Saren Jan

## **Tiivistelmä**

Tutkin tässä pro gradu -tutkielmassani kahden eri kustantajan fysiikan oppikirjaa, jotka on suunnattu peruskoululaisille. Tutkin oppikirjoja aiheiden työ, teho ja paine kautta ja vertaan oppikirjojen sisältöä toisiinsa ja opetussuunnitelmanperusteisiin pedagogisen tutkimustiedon pohjalta. Tutkimani oppikirjat vastaavat varsin hyvin opetussuunnitelmanperusteiden sisältöä ja vaatimuksia ja ovat siten täysin käyttökelpoisia opettajan työvälineitä. Tutkimani oppikirjat ovat hyvin samankaltaisia, vaikka niistä joitakin eroja löytyy. Ne korostavat matemaattisia kaavoja enemmän kuin mihin opetussuunnitelmanperusteet ohjaavat ja niissä yksinkertaistetaan teorioita jopa liiaksi. Tutkimani oppikirjat eivät ohjaa hakemaan tietoa oppikirjan ulkopuolelta, mihin opetussuunnitelmanperusteet kuitenkin ohjaavat.

## **Summary**

At this Master's thesis I study two different physics books for the junior high school, with have two different publishers. I study those books through the national curriculum and pedagogical research on the content of textbooks about the topics of work, power and pressure. The textbooks I have studied are very much in line with the content and requirements of the national curriculum criteria and are therefore fully usable as the teacher's tools. The textbooks I have studied are very similar, although some differences can be found. They highlight mathematical formulas more than what the curriculum basics guide and simplify the theories too much. The textbooks I study did not guide to seek information from outside the textbook, however, which curriculum basics are guiding.

## Kiitokset

Kiitän pro gradu työtäni ohjanneita Juha Merikoskea ja Jan Sarena. Kiitos myös kaikille muille pro gradu työni kirjoittamista tukeneille. Ennen kaikkea kiitos kärsivällisyydestä.

## Sisällys

<b>1. Johdanto</b>	<b>s5</b>
<b>2. Tutkimuskysymykset</b>	<b>s8</b>
<b>3. Keskeisiä fysiikan käsitteitä</b>	<b>s9</b>
<b>3.1. Energia</b>	<b>s9</b>
<b>3.2. Työ</b>	<b>s10</b>
<b>3.3. Teho</b>	<b>s11</b>
<b>3.4. Paine</b>	<b>s11</b>
<b>4. Fysiikan pedagogiikkaa</b>	<b>s12</b>
<b>4.1. Konstrukttiivinen oppimiskäsitys</b>	<b>s12</b>
<b>4.2. Ennakkokäsitykset</b>	<b>s12</b>
<b>4.3. Koulu ja opetussuunnitelma</b>	<b>s13</b>
<b>4.4. Fysiikan erityispiirteet</b>	<b>s14</b>
<b>4.5. Oppikirjan ja opettajan rooli</b>	<b>s15</b>
<b>5. Pedagogiset lähtökohdat</b>	<b>s17</b>
<b>5.1. Fysiikan opettaminen peruskoulussa</b>	<b>s17</b>
<b>5.2. Tunnettuja virhekäsityksiä työstä ja energiasta</b>	<b>s17</b>
<b>6. Oppikirjojen vertailua</b>	<b>s19</b>
<b>6.1. Fyke 7-9 fysiikka</b>	<b>s19</b>
<b>6.2. Avain fysiikka 2</b>	<b>s23</b>
<b>6.3. Kirjojen vertailua</b>	<b>s25</b>
<b>7. Päätelmät</b>	<b>s27</b>
<b>Lähteet</b>	<b>s31</b>

## 1. Johdanto

Pro gradun aiheena on oppikirja-analyysi koulufysiikan aiheista paine, energia ja työ, joita käsitellään peruskoulun kahdeksannella luokalla. Keskityn pro gradu työssäni oppikirjojen ja opetussuunnitelman yhteensopivuuteen ja siihen kuinka hyvä työkalu oppikirja on oppilaalle ja opettajalle. Kiinnitän huomiotani myös tekstin ja tehtävien väliseen yhteyteen näistä aiheista. Aihevalintani kohdistan näihin aiheisiin, koska energia on fysiikassa hyvin keskeinen käsite. Työ on yleensä fysiikassa vaikea käsite, koska arkikielessä se tarkoittaa aivan eri asiaa. Painetta käsitellään myös kahdeksannella luokalla samoihin aikoihin työn ja energian käsitteiden kanssa.

Yläkoululaiselle fysiikan opiskelun matemaattisuus voi tuottaa hankaluuksia ja ehkä osittain siksi fysiikka mielletään tylsäksi ja vaikeaksi oppiaineeksi. Vaikka peruskoulun fysiikassa tarvittavat matematiikan taidot ovat periaatteessa oppilaille hallussa, haastetta tuovat kaavojen kirjainsymbolit, joiden käytännöllisyyttä kaikki oppilaat eivät ymmärrä. Monille kaavaan sijoittaminen tuntuu vaikealta. Havaitsin itse lukiossa ollessani, että kaavojen käsittely ja muokkaaminen on vaikeaa vielä usealle lukiolaiselle. Ehkä matematiikassa pitäisi harjoitella enemmän yksinkertaista yhtälönratkaisua ja kaavaan sijoittamista, niitä kuitenkin aletaan harjoitella jo ensimmäisellä luokalla [1].

Opetussuunnitelman perusteet 2014 painottaa kokeellisuutta ja asioiden kvalitatiivista hallintaa [2, s389]. Kvantitatiivisuutta on opetussuunnitelman perusteiden mukaan käytettävä vain sille sopivissa yhteyksissä. Tätä asiaa olisi varmaan syytä korostaa niin opettajille kuin oppilaille, jottei fysiikka tuntuisi pelottavalta, vaikealta ja tylsältä niille, joiden matemaattiset taidot eivät ole riittävän hyvällä tasolla. Tärkeintähän olisi kuitenkin, että fysiikan tarjoama ymmärrys maailmankaikkeudesta tulisi mahdollisimman monen osaksi, eikä maailman ilmiöt vaikuttaisi taikuudelta. Tulevaisuuden kannalta olisi myös tärkeää herättää oppilaiden kiinnostus fysiikkaa ja sen tekemistä kohtaan, sillä tulevaisuudessakin tarvitaan tieteen tekijöitä.

Energian ja työn välinen yhteys on varsin selvä varsinkin, kun huomaa, että kummankin yksikkönä SI-järjestelmässä on joule. Kuitenkin matemaattisten tehtävien ratkominen yläkoululaiselle on usein hankalaa. Tässä yhteydessä työn ja energian välinen yhteys voi tuottaa hankaluuksia, jos tehtävien ratkaisutekniikkana on arvata oikea kaava ja sijoittaa siihen tehtävässä annetut arvot, miettimättä tehtävää sen enempää. Tämä ei tietenkään ole toivottu ratkaisutapa, mutta tällaista ratkaisutekniikkaa käytetään valitettavan paljon peruskoulussa, minkä huomasin omana kouluajanani.

Laskujen hankaluus on osin kerrannaisyksiköiden muutokseen liittyvää hankaluutta, osin sitä, ettei kaavaa voi käyttää tehtävään suoraan, vaan tarvitaan yhtälönratkaisutaitoja. Edellä mainittuja taitoja harjoitellaan matematiikassa, joten heikot matemaattiset taidot voivat hankaloittaa fysiikan opiskelua, jos oppikirjat ja opetus painottavat laskennallisia tehtäviä. Sanallisissa tehtävissä toisille oppilaille hankaluutta tuottaa luetun ymmärtäminen, mikäli lukutaito on heikko. Olisi suotavaa, että fysiikan oppiminen ei kariutuisi muiden oppiaineiden heikkoon hallintaan, vaikka niillä vaikutusta väistämättä onkin. Oppikirjojen ja opetuksen tulisi huomioida oppilaiden erilainen taitotaso.

Tutkin gradussani kahden eri kustantajan suomenkielistä oppikirjaa, jotka ovat laajalti käytössä. Oppikirjat ovat WSOYpro Oy:n Fyke 7-9 fysiikka [3] ja OTAVA:n Avain fysiikka 2 [4]. Näissä kirjoissa käsitellään valitsemaani aihetta, joka opetellaan peruskoulun kahdeksannella luokalla. Fyke-kirjassa on yhteen kirjaan pakattuna peruskoulun kolmen viimeisen vuoden fysiikka. Avainkirjasarjassa on puolestaan yksi lukuvuosi kirjassaan, joista tässä tutkimuksessa käsitellään kahdeksannelle luokalle tarkoitettua kirjaa.

Nyt ollaan siirtymässä paperisista oppikirjoista sähköisiin oppikirjoihin, mikä tulee varmasti olemaan melkoinen mullistus, tai ainakin sen mahdollisuudet ovat valtavat. Tulevaisuus näyttää ovatko sähköiset oppikirjat rakenteeltaan samankaltaisia kuin nykyiset, ja häviävätkö paperiset kirjat kokonaan.

Lisäksi nyt on käynnissä opetussuunnitelman siirtymävaihe ja tutkimani oppikirjat on suunniteltu vanhan opetussuunnitelman perusteella ja uusi opetussuunnitelma korostaa edellistä enemmän kokeellisuutta, oppilaan aktiivisuutta ja ryhmässä oppimista. En ota kantaa kuinka hyvin tutkimani oppikirjat ovat vastanneet sitä opetussuunnitelmaa, jolle ne on tehty. Käsittelen tutkimiani kirjoja siitä näkökulmasta kuinka hyvin ne tukevat uuden opetussuunnitelman mukaista opetusta. Vanhan ja uuden opetussuunnitelman erot ovat kuitenkin varsin pieniä fysiikassa, toisin kuin monessa muussa oppiaineessa. Käsittelen myös tutkimani kirjojen keskinäisiä painotuseroja eli sitä kuinka paljon ne keskittyvät laskemiseen, kokeellisiin tehtäviin ja teorian lukemiseen.

Fysiikan oppimisen kannalta on merkitystä myös oppilaiden ennakkokäsityksillä, jotka ovat voineet syntyä oppilaan havaintojen, monimerkityksellisten ilmaisujen, opettajien tai oppikirjojen epätarkoista ilmaisuista. Ennakkokäsityksien ongelma on se, että ne voivat jopa estää uuden asian omaksumisen [5]. Lavonen ja Meisalo [5] tukeutuvat oppilaiden ennakkokäsityksiä tutkiessaan konstruktivistiseen oppimiskäsitykseen, eli uusi tieto rakentuu aiemmin opitun päälle. Jos opitaan virheellisten ennakkokäsitysten päälle, muuttamatta niitä oikeammiksi, jää tietorakenne ristiriitaiseksi ja oppinen vaillinaiseksi.

Opetussuunnitelman perusteet pohjautuvat konstruktiviseen oppimiskäsitykseen [6].  
Konstruktivinen oppimiskäsitys näyttäisi tällä hetkellä olevan varsin hyväksytty Suomessa sen perusteella, että perusopetus perustuu siihen varsin pitkälti. Teen pro gradu tutkimukseni konstruktivisen oppimiskäsityksen pohjalta.

## **2. Tutkimuskysymykset**

Tutkin tässä pro gradussa peruskoulun fysiikan oppikirjoja verraten niitä opetussuunnitelman perusteisiin. Tutkin oppikirjoja myös siitä näkökulmasta miten ne vastaavat fysiikan oppimisesta tehtyyn tutkimustietoon. Rajaudun tutkimaan kirjoja vain niiden lukujen osalta, jotka keskittyvät aiheisiin työ, teho ja paine. Tutkimusta ohjaavina tutkimuskysymyksinä käytetään seuraavia kysymyksiä:

Ovatko kirjat samanlaisia?

Mikä on laskennollisuuden oikea määrä peruskoulun oppikirjoissa?

Ohjaavatko oppikirjat muiden tietolähteiden äärelle?

Kuinka paljon kokeellisuutta löytyy oppikirjoista?

Sopivatko kirjat tehtävänsä oppilaan ja opettajan työkaluina?

Vastaavatko oppikirjat opetussuunnitelman perusteiden sisältöä?

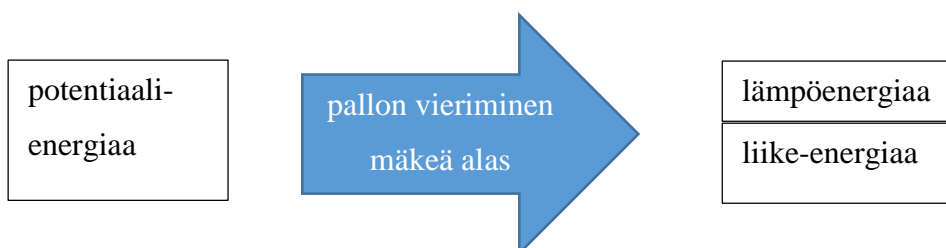


### 3. Keskeisiä fysiikan käsitteitä

#### 3.1. Energia

Tässä pro gradu työssä keskeisiä fysiikan käsitteitä on paine, teho ja työ. Kaikki nämä fysiikan käsitteet yhdistyvät energian käsitteen avulla, joka on fysiikassa yksi tärkeimmistä käsitteistä. Keskeisin energiaan liittyvä luonnonlaki on energian säilyminen, jonka mukaan suljetussa systeemissä energiaa ei voi syntyä, eikä kadota. Energiaa esiintyy useassa eri muodossa, joista peruskoulussa käsitellään kineettistä energiaa sekä potentiaali-, lämpö- ja sähköenergiaa [2, s390,391, 393]. Kaikki nämä energian lajit palautuvat kuitenkin liike-energiaan ja kentän potentiaalienergiaan.

Peruskoulussa energian säilymistä ja muuntumista havainnollistetaan energiatasokaavioilla, joissa on esitettyä systeemin alkuhetken ja loppuhetken energiatilanteet. Oleellista on se, että kaavio kuvaa eri energian muotojen välistä suhdetta sekä alussa että lopussa ja että energian määrä on alussa sama kuin lopussa. Lisäksi on kuvailtu tapahtuma, joka tilanteessa vaikuttaa. Kuvassa 1 on esitetty energiakaavio tilanteesta, jossa pallo vierii mäkeä alas, jolloin pallon ja maapallon muodostavan systeemin sisältämä potentiaalienergia muuttuu painovoiman ja kitkan tekemän työn seurauksena pallon liike-energiaksi ja lämpöenergiaksi, tai oikeammin pintojen sisäiseksi energiaksi.



Kuva 1, energiatasokaavio pallon vierimisestä

Kineettinen energia on tutummin liike-energiaa, jota systeemissä makrotasolla on havaittavissa, kun jokin liikkuu. Peruskoulussa kineettisen energian ja potentiaalienergian muutoksia käsitellään yhdessä. Potentiaalienergia on aina systeemin ominaisuus, eli kuten kuvan 1 tapauksessa systeemin muodostavat pallo ja maapallo. Potentiaalienergia tässä tapauksessa on painovoimakentässä olevaa energiaa, joka voi vapautua pallon vieriessä alas. Potentiaalienergiaa on vaikea havaita systeemissä sellaisenaan, mutta kun se muuttuu liike-energiaksi tai päinvastoin, sen olemassaolo on helpompi käsittää.

Lämpöenergia on aineen molekyylien liike- ja potentiaalienergiaa, mutta koska molekyyllitason liikettä on vaikea havaita, on lämpöenergiaa perusteltua käsitellä omana energialajinaan.

Lämpöenergiaa voidaan makrotasolla käsitellä ja ymmärtää omana erillisenä energialajinaan.

Sähköenergia on sähkökenttien ja elektronien muodostaman systeemin potentiaalienergiaa.

Makrotasolla on käytännöllisempää käyttää sähköenergian käsitettä, koska elektronit ovat pieniä ja ne esiintyvät yleensä suurina joukkoina.

Energia voi olla systeemissä, joko sidottuna tai vapaana energiana. Liike, lämpö ja sähköenergia ovat vapaita energiamuotoja, jolloin niitä voi helposti havainnoida ja mitata. Sidottuja energiamuotoja ovat potentiaalienergia ja kemiallinen energia, joita voi olla vaikea havaita suoraan. Useimmiten näiden sidottujen energioiden olemassaolo havainnollistuu, kun ne muuttuvat vapaaseen energiamuotoon jonkin voiman tekemän työn seurauksena. SI-järjestelmässä energianyksikkö on joule  $J$ .

### 3.2. Työ

Työ on energian muuttumista yhdestä energianmuodosta toiseen energianmuotoon. Jokin voima tekee työtä, jolloin energiaa siirtyy muodosta toiseen. Klassinen esimerkki on pallo, joka vierii mäkeä alas, jolloin potentiaalienergia muuttuu liike-energiaksi painovoiman tekemän työn vaikutuksesta. Työn yksikkö SI-järjestelmässä on joule  $J$ , eli sama kuin energianyksikkö. Joule voidaan muuntaa myös muotoon  $1 J = 1 N \cdot m = 1 (kg \cdot m^2)/s^2$ . Arkielämässä fysiikan työn käsitteeseen ei yleensä pääse tutustumaan, mutta muissa yhteyksissä sana on tuttu. Tämä hankaloittaa työn käsitteen oppimista fysiikan näkökulmasta. Fysiikan näkökulmasta työtä ei tee ihminen vaan aina jokin voima. Mekaniikassa työ on aina kineettisen energian muutosta ja se riittää peruskoululaiselle.

Mekaaninen työ määritellään

$$W = \int_{s_a}^{s_l} \overline{F_s} \cdot d\overline{s},$$

missä  $W$  on työ,  $\overline{s_a}$  on kappaleen paikka alussa,  $\overline{s_l}$  on sen paikka lopussa ja  $\overline{F_s}$  on kappaleeseen kohdistuva voima matkan funktiona [7]. Peruskoulussa käsitellään vain tämän erikoistapausta, jossa voima on liikkeen suuntainen ja vakio, jolloin edellä oleva integraali yksinkertaistuu muotoon  $W = F \cdot s$ , missä  $s$  on kuljettu matka.

### 3.3. Teho

Teho kertoo työn teon nopeudesta tai vastaavasti energian kulutuksen nopeudesta. SI järjestelmän mukainen yksikkö on watti  $W$ . Eli voidaan muuttaa muotoon  $1\text{ W} = 1\text{ J/s} = 1\text{ (kg}\cdot\text{m}^2\text{)/s}^3$ . Tehon käsitteeseen arjessa törmää usein sähkön yhteydessä, sekä laitteiden sähkön kulutuksessa ja sähkölaskussa. Peruskoululaisen ei useinkaan tarvitse kumpakaan miettiä, mutta jotkut ovat saattaneet kiinnostua tehoista erilaisten koneiden moottorien yhteydessä.

Työn ja tehon yhteys on selvä, sillä teho on työtä aikayksikköä kohti. Paine puolestaan yhdistyy työn käsitteeseen, kun huomataan sen olevan työtä (energiaa) tilavuusyksikköä kohden ( $1\text{ J} = 1\text{ (kg}\cdot\text{m}^2\text{)/s}^2 = 1\text{ pa}\cdot\text{m}^3$ ).

Teho mekaaniselle työlle määritellään  $P = dW/dt$ , eli työn derivaattana ajan suhteen. Kun tarkastellaan lyhyttä aikaväliä, voidaan yksinkertaistaa tämä keskimääräiseksi tehoksi, eli  $P = \Delta W/\Delta t$ , eli voiman tekemä työ jaettuna käytetyllä ajalla [7]. Peruskoulussa käytetään siis yksinkertaistettua muotoa, koska derivointia ei peruskoululaiselta vaadita.

### 3.4. Paine

Paine on sitä miten paljon pinta-alaa kohden kohdistuu voimaa. Voima voi olla peräisin ilman, veden tai jonkin muun massan painosta. Usein paineen käsite jaetaan hydrostaattiseen paineeseen ja ilmanpaineeseen, jotka johtuvat nesteen tai ilman omasta massasta ja siihen kohdistuvasta gravitaatiosta. Paine aiheutuu kineettisen kaasuteorian mukaan hiukkasten törmäillessä pintaan, minkä seurauksena hiukkasten liike-energia työntää pintaa pois päin. Energian ja paineen käsitteiden yhteys ilmenee selvästi tilanteessa, kun sylinterissä olevan kaasun paine muuttuu lämpötilan muutoksen seurauksena. Kaasun paineen muutos saa sylinterin männän liikkumaan ja siten kaasun tilavuus muuttuu. Eli tässä tapauksessa kaasun paineen muutos, muuttuu männän liike-energiaksi.

Käytännössä kuitenkin yleensä mitataan paine-eroja, esimerkiksi verrattuna ilmanpaineeseen, sillä harvoin voidaan verrata painetta tyhjiöön. Arjessa paine ilmenee ilmanpaineena esimerkiksi rengaspaineissa. Arjessa liiallisen paineen huomaa myös pehmeillä pinnoilla, kuten lumella tai veden pehmentämällä maalla. Paineen SI järjestelmän mukainen yksikkö on paskal  $pa$  ( $\text{N/m}^2$ ) eli  $1\text{ Pa} = \text{kg} / (\text{m}\cdot\text{s}^2)$ .

Paine määritellään

$$p = F/A, \text{ missä } F \text{ on voima ja } A \text{ on pinta-ala [7].}$$

## **4. Pedagogiset lähtökohdat ja oppimiskäsitys**

### **4.1. Konstruktiiivinen oppimiskäsitys**

”Konstruktivismi on tietoteoreettinen tai oppimispsykologinen suuntaus, jonka pohjalta tarkastellaan mm. matematiikan ja luonnontieteiden oppimista.” [5]. Tällä hetkellä vallitseva oppimiskäsitys on konstruktivismi, jonka mukaan tiedon hankkiminen on eräänlainen rakennusprosessi, jossa ihminen pyrkii aktiivisesti laajentamaan omaa tietovarastoaan informaatiota valikoiden ja tulkiten [8]. Tästä seuraa ihmisen pyrkimys valita tietoa, joka sopii hänen aiempiin kokemuksiinsa ja tulkintoihinsa. Toisaalta siitä seuraa, että aiemmalle tiedolle tai tulkinnalle ristiriitainen informaatio pyritään sivuuttamaan. Oppimisprosessi voi siis edetä ennakkokäsityksien perustuksille rakennettuna yhtenäisenä tietorakennelmana. Valitettavasti aina ennakkokäsitykset ja -tiedot eivät ole tieteellisesti oikeita ja yhteensopivia. Ennakkokäsityksille ristiriitaisen tiedon omaksuminen on konstruktiiivisen oppimiskäsityksen mukaan mahdotonta. Oppilas voi kyllä vastata kysymyksiin oikein ulkoa opitun fraasin mukaan, mutta jos oppilas ei ole kunnolla omaksunut tietoa, hän ei voi soveltaa sitä [5]. Tiedon soveltaminen on todellinen osoitus oppimisesta ja se on tärkeää, jotta käsitys luonnontieteistä muodostuisi yhtenäiseksi.

### **4.2. Ennakkokäsitykset**

Fysiikan oppimisessa haasteita voivat tuottaa oppilaan omat ennakkokäsitykset. Ennakkokäsityksellä tarkoitetaan oppilaan ajattelu- ja tietorakenteita, joita hän käyttää selittämään havaintojaan. Ennakkokäsitykset muotoutuvat oppilaan aiemmista kokemuksista, eli usein puhutaan arkikokemuksista, ja aiemmin koulussa opitusta. Jos ennakkokäsitykset ovat ristiriidassa yleisesti hyväksytyjen tieteen käsitysten kanssa, ovat ennakkokäsitykset virheellisiä, eli siis virhekäsityksiä [5]. On tärkeää muistaa etteivät kaikki ennakkokäsitykset ole virhekäsityksiä, vaan osa ennakkokäsityksistä on tieteen mukaisia ja siten ne tukevat uuden oppimista [9].

Konstruktiiivista oppimisteoriaa käyttäen on selvää, että uuden tiedon oppiminen virheelliselle pohjalle ei tuota hyvää tulosta. Tästä seuraakin se, että virheelliselle ennakkokäsitykselle on tehtävä jotain. Käytännössä virheellisestä käsityksestä on opittava pois.

Lavosen ja Meisalon [5] mukaan konstruktivismiin pohjalta on kehitetty tapoja muuttaa ennakkokäsitysten tietorakenteita. Tällöin kiinnitetään huomiota käsitteiden ymmärtämiseen ja niiden hyödyllisyyteen. Lisäksi kiinnitetään huomio ennakkokäsitysten käyttökelpoisuuteen. Jos ennakkokäsitys on uudessakin tilanteessa oppilaan mielestä käyttökelpoinen, hänellä ei ole syytä hylätä sitä ja vaihtaa uuteen. Kyseessä on samankaltainen prosessi kuin tieteen kehittyminen ja se

voi vaatia ponnisteluja. Oppimista tutkimalla on kehitetty menetelmiä tietorakenteen muokkaamiseen. Näistä Suomessa kenties tunnetuimpia ovat kognitiivisen ristiriidan käyttö ja käsitekarttatekniikka [5]. Lavonen ja Meisalo [5] mainitsevat myös, että kokeellisilla työtavoilla voidaan muokata virheellisiä käsityksiä tieteen mukaisiksi. Heidän mukaansa graafinen esitys helpottaa uuden tiedon tulkitsemista ja ymmärtämistä.

Virheellinen ennakkokäsitys voi syntyä monella eri tavalla. Virhekäsitykset voivat syntyä oppilaiden arkihavainnoista, mutta oppilaiden virhekäsitykset voivat syntyä myös puuttuvista tai monimerkityksellisistä käsitteistä. Tästä hyvänä esimerkkinä voi mainita työn käsitteen.

Virheellinen ennakkokäsitys voi syntyä myös kouluopetuksesta tai oppikirjojen tekstistä, jotka voivat olla epätarkkoja tai jopa virheellisiä [5]. Oma ongelmansa on vielä teorian idealisointi, kuten se, että käsitellään fysiikkaa kitkattoman pinnan olettamuksella, mikä on luonnostaan ristiriidassa oppilaan arkikokemusten kanssa, sillä kitkattomia pintoja ei ole. Eli teoriaa yksinkertaistetaan niin paljon, että päädytään opettamaan erikoistapausta, jota voi hyödyntää vain rajallisesti. Parempi olisi opettaa tarkempi malli, niin virhekäsityksiä ei syntyisi niin paljon [10]. Tarkempaa mallia olisi helpompi myös soveltaa arkielämässä.

### **4.3. Koulu ja opetussuunnitelma**

Opetussuunnitelman perusteet 2014 [2], on tällä hetkellä uusin perusopetuksen opetussuunnitelma, joka on uusittu suurin piirtein kymmenen vuoden välein ja se on otettu porrastaen käyttöön vuodesta 2016 alkaen [11].

Opetussuunnitelmanperusteita on opetuksessa noudatettava, siis oppikirjojenkin olisi hyvä tukeutua siihen. Fysiikan osalta opetussuunnitelma sanoo: *”Vuosiluokilla 7–9 opiskelun pääpaino on kvalitatiivisella tasolla, mutta oppilaiden abstraktin ajattelun ja matemaattisten taitojen kehittyessä laajennetaan työskentelyä joidenkin ilmiöiden osalta kvantitatiiviselle tasolle. Aikaisemmat kokemukset, uudet havainnot ja näkökulmat muokkautuvat oppilaiden ja opettajien vuorovaikutuksessa johdonmukaiseksi kokonaisuudeksi kohti luonnontieteellisten teorioiden mukaista käsitystä ympäröivästä todellisuudesta.*

*Opetus ohjaa luonnontieteille ominaiseen ajatteluun, tiedonhankintaan, tietojen käyttämiseen, ideointiin, vuorovaikutukseen sekä tiedon luotettavuuden ja merkityksen arviointiin eri tilanteissa. Fysiikan opetuksen lähtökohtana ovat luonnosta ja teknologisesta ympäristöstä tehdyt havainnot ja tutkimukset. Tutkimusten tekemisellä on oleellinen merkitys käsitteiden omaksumisessa ja ymmärtämisessä, tutkimisen taitojen oppimisessa ja luonnontieteiden luonteen hahmottamisessa.*

*Tutkimusten tekeminen kehittää työskentelyn ja yhteistyön taitoja, luovaa ja kriittistä ajattelua sekä innostaa oppilaita fysiikan opiskeluun.”[2, s389]*

Opetussuunnitelma painottaa oppilaan itse tekemistä ja ryhmässä oppimista. Ei niinkään itse kirjasta lukemista. Opetussuunnitelman mukaan oppilaiden ajattelua on kehitettävä luonnontieteille ominaiseen tieteelliseen ajatteluun ja tiedon luotettavuuden arviointiin. Oppilaiden omat kokemukset on sanoitettava fysiikan sanastolla ja korjattava harhaanjohtavat ennakkokäsitykset. Menetelminä tulee olla kokeiden teko, ryhmässä toimiminen ja keskustelu. Lavosen ja Meisalon oppilaiden ennakkokäsityksistä tehdyn tutkimuksen [5] perusteella opetussuunnitelman perusteiden vahva ohjeistus kokeellisuuteen on perusteltua.

Fysiikan tiedon kytkeminen matemaattisiin taitoihin ei opetussuunnitelmassa ole pääasia. Pääasia on luonnontieteellisen tiedon omaksuminen. Käytännössä tämä tarkoittaa kokeellisten töiden tekemistä ryhmissä ja muutoinkin ryhmissä asioiden pohtimista ja tutkimista. Vain joidenkin ilmiöiden oppimisessa käytetään laskemista. Tämän perusteella oppikirjoissa laskettavia tehtäviä tai esimerkkilaskuja ei tarvitsisi olla kovinkaan paljon.

Opetussuunnitelman perusteet perustuvat konstruktiiviseen oppimiskäsitykseen eli uusi tieto rakentuu jo aiemmin opitun varaan [6, s.42,43]. Opetussuunnitelma kannustaa tekemään tämän tutkimalla ja kokeilemalla. Opetussuunnitelman perusteet ohjaavatkin opetusta kokeelliseen työskentelyyn ja tiedon hakemiseen itsenäisesti monipuolisista lähteistä. Myös oppilaiden välistä yhteistyötä on opetussuunnitelman perusteiden mukaan tuettava [2, s281-282].

Opetussuunnitelmassa ei puhuta oppikirjoista mitään. Oppilaita on ohjattava turvalliseen käyttäytymiseen ja ympäristöön, kuin myös oppiainerajat ylittävään oppimiseen, mistä esimerkkinä on liikenneturvallisuus [2, s283]. Liikenneturvallisuus on yhteydessä fysiikan opiskeluun energian säilymisen kautta. Aihetta voidaan käsitellä pohtimalla työtä, joka tarvitaan jarruttaessa, kun liike-energiaa muutetaan lähinnä lämmöksi. Fysiikan oppimisen kannalta opetuksen aikana on tärkeää sanoittaa opitut asiat fysiikan termein ja ohjata oppilaat huomaamaan aiheen kannalta oleelliset asiat. Nämä käsiteltävät aiheet sopivat myös laskettaviksi peruskoululaisten taidoilla kohtuullisesti. Joten laskeminen kuulune asiaan.

#### **4.4. Fysiikan erityispiirteet**

Fysiikan erityispiirteenä luonnontieteellisenä oppiaineena voidaan pitää vahvaa kytköstä matematiikkaan.. Fysiikan tutkiminen vaatii vahvaa matemaattista osaamista, joten on perusteltua, että peruskoulussakin fysiikan laskennallinen puoli tulee esiin niiltä osin kuin se peruskoululaisen taidoilla onnistuu. Tähän tosin liittyy se ongelma, että laskujen helpottamiseksi joudutaan

käyttämään yksinkertaistavia oletuksia, kuten kitkaton pinta ja venymätön köysi. Tämä yksinkertaistaminen voi aiheuttaa virhekäsityksiä, mutta jos sitä ei tehdä ovat laskut liian monimutkaisia peruskoululaiselle. Yksinkertaistamisen sijaan matematiikan hankaluutta voisi helpottaa nykyään myös tietokonesimulaatioilla, jolloin oppilaat välttyisivät hankalilta laskuilta.

Fysiikan vahva kytkös matematiikkaan ei ole ongelma niille oppilaille, joille matematiikka on helppoa ja mieleistä. Niille oppilaille, joille matematiikka ei ole helppoa, voi fysiikka vaikuttaa hankalalta oppiaineelta. Heidän kannaltaan on eduksi, jos fysiikka käsitellään muiden luonnontieteiden tapaan ilmiöiden kautta ja opetellaan niihin liittyvät teoriat erillään laskemisesta.

#### **4.5. Oppikirjan ja opettajan rooli**

Jouni Viiri on kirjoittanut opetuksen seurantaraportin [12], jossa hän raportoi fysiikan oppimista peruskoulussa. Siinä hän tuo esille sen, että koulussa fysiikan ymmärryksen saavuttamiseen tarvitaan fysiikan opettajaa, joka hallitsee fysiikan kielen ja kulttuurin. Opettaja siis sanoittaa oppilaiden arkikokemuksia fysiikan kielelle ja antaa oppilaille mahdollisuuden testata teorioita fysiikan ilmiöihin [12, s106].

Oppikirjan merkitys opetuksessa on tiedon kokoaminen ja oikeiden hakusanojen antaminen, ainakin oppikirjoja kirjoittavien tietokirjailijoiden mielestä [13]. On vaikea hakea tietoa, jos ei ole asiasta mitään pohjatietoa, jonka avulla voi päätellä liittykö löydetty tieto aiheeseen tai onko se oikeaa. Oppikirjat ja opettaja auttavat kytkemään tieteellisiä termejä ilmiöihin ja toisiinsa, niin että lisätiedon hankinta on sujuvaa.

Peruskoulussa fysiikan opetuksen tukena käytetään usein oppikirjoja, jotka ovat opettajan työkaluja. Uusin opetussuunnitelman perusteet ohjaa monipuoliseen tiedonhakuun [2, s389]. Oppilaiden olisi siis hyvä käyttää muitakin tiedon lähteitä kuin oppikirjoja. Opettajan onkin ohjattava siihen, mutta myös fysiikan oppikirjat voisivat ohjata hakemaan tietoa muista lähteistä. Oppikirjoissa voisi myös olla ohjeita luetettavan tiedon tunnistamiseen, sillä monilukutaito ei ole vain äidinkielen tehtävä. Monilukutaidolla tarkoitetaan tekstien tulkitsemiseen, tuottamiseen ja arvottamiseen liittyviä taitoja. Monilukutaito on peruskoulun ainerajat ylittäviä taitoja, joita tulisi oppia kaikkien aineiden yhteydessä uusimman opetussuunnitelman mukaan [2, s22].

Oppikirjoissa on hyvää myös kokeelliset työt, jotka ovat turvallisia ja onnistuvat lähes varmasti. Muista lähteistä saatavat kokeellisten töiden ohjeet voivat olla vaarallisia tai niiden onnistuminen voi vaatia enemmän taitoa kuin peruskoululaiselta voi odottaa. Toki muualtakin löytyy hyviä kokeellisia töitä, joita oppilaat voivat tehdä. Oppikirjan merkitys on olla luotettavan ja tarkastetun

tiedon lähde, samoin kuin opettajan. Opettajan tehtävä on opettaa lukemaan kaavioita, taulukoita ja kaavoja, samoin kuin opettaa kokeellisiin töihin liittyvää työturvallisuutta. Opettajan on myös hyvä ohjeistaa oppilaat tarkistamaan yksikkö ja sen suuruusluokan oikeellisuus. Lisäksi on tärkeää, että opettaja ohjaa kriittiseen ajatteluun. Oppikirjoissa on paljon oppimisen kannalta hyödyllisiä asioita, mutta kouluopetuksessa opettajan merkitys on suuri oppimiseen ohjaamisessa.

Oppikirjailijat itse sanovat oppikirjasta näin ”Siinä esitetään asiasta sillä hetkellä vallalla olevat perustiedot, koska pienessä tilassa ja yhdellä kertaa ei voi ottaa huomioon maailman kaikkea monimuotoisuutta.”[13]. Tämä ehkä osaltaan selittää fysiikan oppikirjoissa teoriaa on yksinkertaistettu, jopa niin pitkälle, että se aiheuttaa virhekäsityksiä, ilman että asiasta mainitaan mitenkään.



## **5. Fysiikan pedagogiikkaa**

### **5.1. Fysiikan opettaminen peruskoulussa**

Olli Kinnusen tekemän pro gradu tutkielman [14] mukaan peruskoulussa fysiikan opetuksen tavoitteena on yleissivistyksen lisääminen ja fysiikan universaaliuden ymmärtäminen. ”Fysiikkaa opetetaan lähinnä kvalitatiivisella tasolla ja oppilaiden kiinnostusta pyritään herättämään tutkimalla arjen ilmiöitä. Ilmiöiden matemaattisen mallintamisen merkitys on pienempi” [14]. Tämä selviää Olli Kinnusen [14] opettajille tekemästä kyselytutkimuksesta. Opettajien näkemys fysiikan opettamisesta vastaa siis opetussuunnitelman perusteiden henkeä.

Jouni Viirin kirjoittaman raportin [12] mukaan 75 % opettajista oli sitä mieltä, että tunneilla pohditaan tehtävän vastauksen tai tutkimuksen järkevyyttä. Kuitenkin saman raportin mukaan ”oppilaiden mielestä tätä toimintaa oli selvästi harvemmin kuin opettajien ilmoittamana” [12]. Opettajilla ja oppilailla on siis raportin mukaan osin erilainen näkemys siitä, mitä oppitunneilla tapahtuu. Onkin mahdollista, että oppilaat ja opettajat tulkitsevat oppituntien toimintaa eri tavalla. Yksi tulkintojen eroavaisuuden syistä on raportissa kiteytetty: ”Olisiko siis niin, että itse asiassa opettaja pohtii ja oppilaat kuuntelevat.” [12, s.107]. Opettajajohtoisuus siis ainakin osittain on edelleen todellisuutta fysiikan opettamisessa, vaikka opetussuunnitelman perusteet ohjaavatkin siitä pois.

### **5.2. Tunnettuja virhekäsityksiä työstä ja energiasta**

Ari Rautiainen [15] on tehnyt virhekäsityksiin liittyvän opinnäytetyön ja tutkinut siinä yliopisto-opiskelijoita fysiikan peruskurssilla. Hänen tutkimuksensa mukaan työn käsitteeseen liittyy virhekäsityksiä vielä alan yliopisto-opiskelijoilla. Hänen tutkimuksensa mukaan työ saatetaan ymmärtää vain kappaleen liikkeeseen liittyvänä asiana, eli jos kappaleen massakeskipiste ei liiku, ei työtä tilanteessa tehdä, koska työ määritellään usein liikeradan suuntaisen voiman ja matkan välisenä tulona. Vaikka voidaanhan kappaleeseen tehdä sellaistaakin työtä, joka muuttaa sen sisäenergiaa tai muotoa. Hänen tutkimuksensa mukaan myös usein uskotaan, ettei liikettä aiheuttavaan kappaleeseen liity työtä, vaan ainoastaan liikuteltavaan.

Rautiaisen mukaan myös työn ja energian välinen suhde on osalle oppilaista täysin vieras, jolloin oppilas ei ymmärrä, että energianmuutokset systeemissä ovat jonkin työn seurausta. Tutkimuksessa selviää myös, että liike-energiassa opiskelijoille ei ole täysin selvää, miten nopeuden toinen potenssi vaikuttaa liike-energiamäärään [15]. Rautiaisen tutkimus koski yliopisto-opiskelijoita, mutta oletettavasti peruskoululaisilla voi olla samansuuntaisia virhekäsityksiä.

Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa [16] tutkittiin työhön ja energiaan liittyviä virhekäsityksiä niin ikään yliopisto-opiskelijoilla ja huomattiin, että he tuntevat kyllä hyvin teorian, mutta eivät osaa soveltaa sitä käytäntöön, eivätkä osaa yhdistää teoriaa käytännön tilanteeseen. Heille tuotti vaikeuksia ymmärtää massan ja nopeuden vaikutus liike-energiaan. Tehdyn työn yhteys liike-energiaan oli myös hankala. [16]. Osa virhekäsityksistä on tietenkin voinut tulla peruskouluiän jälkeen, opetuksen seurauksena tai siitä huolimatta. Virhekäsitykset ovat varsin pysyviä [17]. Joten osan näistä virhekäsityksistä voi olettaa olevan jo peruskoululaisilla.

Näiden tutkittujen virhekäsityksien lisäksi on varmasti paljon muitakin virhekäsityksiä. Rautiaisenkin tutkimuksessa tuli esiin se, että ryhmän sisällä on erilaisia virhekäsityksiä hänen tutkimassaan aiheessa [15].

Työn käsitteeseen liittyy myös vaikeus tunnistaa työtä tekevää voimaa ja sen kohdetta. Oppilaille ei ole aina selvää, mikä voima kulloinkin tekee työtä, siis muuntaa energiaa muodosta toiseen. Tämä hankaluus liittyy osittain siihen, ettei kouluissa aina opeteta systeemin käsitettä. Ilman sitä energian ja työn käsitteitä on vaikea ymmärtää oikein [18]. Systeemin käsite on tärkeä esimerkiksi puusta putoavan omenan tapauksessa. Tällöin omena-maapallo -systeemin potentiaalienergia muuttuu kineettiseksi energiaksi. Potentiaalienergia on systeemin kentässä eikä omenassa. Ilman systeemin käsitettä tämän tilanteen tieteellinen mallinnus on hankalaa ja voi siten aiheuttaa helposti virhekäsityksiä.

Yleinen fysiikkaan liittyvä ongelma on ongelmanratkaisussa. Edistyneemmät fysiikan osaajat osaavat hakea ratkaisua järjestelmällisesti, kun taas monilta opiskelijoilta järjestelmälliset ongelmanratkaisutaidot puuttuvat. Opiskelijoiden ongelmanratkaisutaitoja onkin harjoitettava ratkomalla ongelmia yhteisesti ja järjestelmällisiä strategioita käyttäen [19].

## 6. Oppikirjojen vertailua

Käsittelen kahta kahdeksannelle luokalle tarkoitettua fysiikan oppikirjaa, jotka ovat eri kustantajien julkaisemia, ja ovat yleisesti kouluissa käytössä. Kirjat ovat WSOYpro Oy:n Fyke 7-9 fysiikka [3] ja OTAVA:n Avain fysiikka 2 [4]. Fyke 7-9 fysiikka kirjassa on koko yläkoulun fysiikka. Avain fysiikka 2 käsittelee vain kahdeksannen luokan fysiikan.

### 6.1. Fyke 7-9 fysiikka

#### 6.1.1. Paine

Fyke 7-9 fysiikka kirjassa paine luvun otsikkona on tiivistys luvusta: ”Paine aiheutuu aineen omasta painosta” [3]. Luvussa kuvataan painetta seuraavilla tavoilla:

”Paine on suure joka ilmoittaa, kuinka suuri voima tietylle pinta-alalle kohdistuu. Paineen tunnus on  $p$ ” [3, s.132]

”Hydrostaattinen paine aiheutuu veden omasta painosta. Paine on sitä suurempi, mitä syvemmällä vedessä ollaan.” [3, s134]

”Ilmanpaine aiheutuu ilman omasta painosta.”[3, s 134]

Tällaisia lauseita on korostettu Fyke 7-9 fysiikka kirjassa. Ne kertovat teorian ydinsisällön ja muu teksti tukee näitä.

Painetta käsitellään viisi sivua, joista yksi käsittelee hydrostaattista painetta, kaksi ilmanpainetta ja kaksi esittää paineen käsitettä yleisemmin.

Esimerkkitehtäviä painetta käsittelevässä luvussa on neljä, joista kolme on laskennallisia. Kirjan esimerkkitehtävissä korostuu laskennollisuus. Kirjassa on lisäksi kaiketi kotitehtäviksi tarkoitettuja tehtäviä. Tekstikirjan tehtävistä kolme kymmenestä on laskettavia, loput seitsemän on sanallisia tehtäviä. Suurin osa sanallisista tehtävistä mittaa lähinnä luetun ymmärtämistä, sillä vastaukset sanallisiin tehtäviin löytyvät lähes sanasta sanaan tekstistä, loput tehtävistä vaativat pohtimista ja omien arkihavaintojen sanoittamista.

Kirjan kuvat ovat suuria ja värikkäitä, mutta liittyvät käsiteltäviin aiheisiin varsin löyhästi.

Tehtäväkirjassa [20] on viisi kokeellista tehtävää, joista kaksi on tarkoitettu oppilaiden tehtäväksi. Muut on ajateltu ilmeisesti demonstraatioiksi. Lisäksi tehtäväkirjassa on neljä sivua kirjallisia tehtäviä, jotka mittaavat luetun ymmärtämistä ja laskutaitoa.

### 6.1.2. Energia

Fyke kirjassa energiaa käsitellään useammassa luvussa, Niistä ensimmäisessä luokitellaan energiaa sidottuihin ja vapaisiin energianmuotoihin. Tässä luvussa kuvataan energiaa seuraavasti:

”Sidottu energia on varastoitunutta energiaa.” [3, s138]

”Liike-energia, lämpöenergia, valoenergia ja sähköenergia ovat vapaita energiamuotoja”[3, s138]

” $E_k=1/2 mv^2$ , missä  $E_k$  on kappaleen liike-energia,  $m$  on kappaleen massa,  $v$  on kappaleen nopeus” [3, s142]

Kirjassa annetaan esimerkkinä liike-energiasta tuulen liike.

Energiakaaviot tulevat tutuiksi tässä luvussa ja niitä käsitellään varsin paljon. Energiakaavioita on useampia ja ne sijoitettu niin keskeisesti, että ne tulevat huomatuksi

Tekstikirjan tehtävistä kaksi kymmenestä on laskettavia, loput sanallisia ja kuvallisia, osin energiakaavioihin liittyviä. Tässäkin huomaa että kirja korostaa energiakaavioita ja niiden käyttöä.

Energiaan liittyvässä luvussa on viisi sivua. Tästä luvusta löytyy yksi esimerkkitehtävä, joka on laskennallinen.

Tehtäväkirjassa [20] kokeellisia tehtäviä on neljä, joista kolme on oppilastöitä ja yksi on demonstraatio. Lisäksi on kolme sivua kirjallisia tehtäviä, jotka harjoittavat energian käsitteen ymmärtämistä.

### 6.1.3. Työ muuntaa energiaa

”Voiman tekemä työ on sitä suurempi, mitä suurempia voima ja sen vaikutusmatka ovat.  $W=Fs$ , missä  $W$  on työ,  $F$  on voima,  $s$  on voiman vaikutusmatka.”[3, s145].

Siis työtä ei tee esine tai ihminen, vaan jokin voima. Tätä on Fyke kirjassa korostettu hyvin, mikä on tärkeää väärinymmärrysten välttämiseksi.

Tekstikirjan tehtävistä kaksi kymmenestä on laskettavia, loput ovat sanallisia, joista osaan vastaukset löytyvät tekstistä, osaan vaaditaan omaa ajattelua.

Tässä luvussa on kolme sivua. Kahdesta esimerkkitehtävästä kumpikin on laskennallisia.

Tehtäväkirjassa [20] kokeellisia tehtäviä on kolme, jotka kaikki ovat oppilastöitä. Kirjalliset tehtävät harjoittavat työn ja voiman käsitteiden ymmärtämistä fysiikan näkökulmasta neljän sivun verran.

#### 6.1.4. Mekaaninen energia

Luvussa, jossa käsitellään mekaanista energiaa, on seuraavia virkkeitä:

”Potentiaalienergia on sidottua energiaa. Se on ikään kuin varastoituneena kappaleeseen sen paikan vuoksi.” [3, s148]. Tämä laatikoitu virke voi aiheuttaa virhekäsityksiä, sillä potentiaalienergia ei ole kappaleen ominaisuus, vaan systeemin ominaisuus. Systeemistä ei kuitenkaan puhuta tässä oppikirjassa, vaikka ilman sen määrittelemistä ei voida määritellä potentiaalienergiaa, eikä energian säilymistä.

” $W=Fh=Gh$ , missä  $F$  on nostava voima,  $G$  on paino,  $h$  on nostokorkeus.” [3, s149]

”Nostavan voiman tekemä työ on yhtä suuri kuin kappaleen potentiaalienergian muutos, joten  $E_p=Gh$ , missä  $E_p$  on kappaleen potentiaalienergia,  $G$  on kappaleen paino,  $h$  on kappaleen etäisyys nollatasosta. Kun kappaletta nostetaan, sen potentiaalienergia kasvaa. Kun kappale liikkuu alaspäin, sen potentiaalienergia pienenee.” [3, s149]

”Mekaaninen energia on kappaleen liike- ja potentiaalienergian summa.” [3, s149]. Tämän avulla voidaan pohtia ja laskea liike-energioita ja potentiaalienergioita yksinkertaistetuissa tilanteissa käyttäen hyvin valittua potentiaalienergian nollatasoa.

Tekstikirjan tehtävistä kolme yhdestätoista on laskettavia, loput kahdeksan ovat sanallisia.

Tässä luvussa on viisi sivua. Esimerkkitehtäviä tässä luvussa on kolme, joista yksi on laskennallinen.

Fyke 7-9 fysiikka tehtäväkirjassa [20] kokeellisia tehtäviä on kolme, joista kaksi on oppilastöitä.

Kirjallisia tehtäviä on viisi sivua. Tehtävät harjoittavat sidotun ja vapaan energian välistä suhdetta ja energian säilymisen ymmärtämistä. Tehtävistä noin puolet on laskennallisia.

#### 6.1.5. Fyke tekstikirjan ja tehtäväkirjan kommentointia

Kappaleet on kirjoitettu paikoin hyvin tieteellisesti, eli tekstissä on runsaasti fysiikan sanastoa, jota arkikielessä käytetään harvoin. Runsa uusi sanasto voi tehdä sen, että teksti on varsin raskasta luettavaa yläkoululaiselle. Toisaalta sisältö on helppotajuista, joten sanasto tulee opituksi huomaamatta, mikäli oppilas lukee kirjan kappaleen ajatuksella. Teksti on helppolukuista, koska lauserakenteet ovat yksinkertaisia ja aiheeseen liittyvät uudet termit selitetään tavalla tai toisella.

Opetussuunnitelman perusteiden mukaan fysiikan oppiaineen tehtävänä on tiedon kytkeminen arkeen ja aiempiin kokemuksiin [2, s.389]. Arkeen kytkemistä voisi tehdä aiheeseen liittyvien

esimerkkien avulla, niitä on kirjassa jonkin verran, mutta kouluopetuksessa niille jää runsaasti tilaa. Minä kaipaaisin jonkinlaisia ”kokeile kotona”, tai ”oletko huomannut” esimerkkejä.

Fyke tehtäväkirjassa [20] on käytännönläheisiä kokeita, joista suuren osan toteuttamiseen tarvittavat välineet löytyvät kotoa. Tehtäväkirja on hyvin ohjaava, joten sen perusteella työt onnistuvat ilman opettajan apua lukutaitoiselta oppilaalta. Kirjojen laskennalliset tehtävät saavat perustelut Fyke tehtäväkirjan kokeiden yhteydessä, sillä kokeet on valittu niin, että ne hyvin suurella todennäköisyydellä onnistuvat suunnitellusti.

Lukukirjan tehtävien vähäinen laskennollisuus helpottaa aiheen opettelua niille, joille matematiikka ei ole helppoa ja auttaa oppimaan fysiikan lainalaisuuksia. Monella oppilaalla on harhaanjohtavia ennakkokäsityksiä, jotka ovat tulleet esimerkiksi arkikokemuksen virheellisestä tulkinnasta ja sanalliset tehtävät helpottanevat näiden virheiden huomaamista. Samankaltaisia tehtäviä on myös tehtäväkirjassa, joten matemaattisten taitojen puute ei estä fysiikan oppimista tämän kirjasarjan parissa. Mutta toisaalta hyvistä matemaattisista taidoista voi paikoin olla hyötyä. Osa laskennallisista tehtävistä on hyvin ohjattuja ja osaa oppilas joutuu pohtimaan enemmän. Oppilaiden vaihtelevan taitotason huomioon ottaen on hyvä asia että tehtävissä on vaihtelua. Hyvin ohjatut tehtävät harjoittavat laskurutiinia ja fysiikan päättelyketjun hahmottamista. Tehtävät, joissa joutuu pohtimaan enemmän antavat mahdollisuuksia oivaltamiseen, jolloin asiat tulevat opituksi paremmin.

Fysiikan yksinkertaistavia oletuksia ja niiden vastikkeellisuutta arkimaailmaan sivutaan; kitkaton pinta, venymätön kitkaton lanka, täydellinen tyhjiö, tasainen nopeus ovat asioita, joita käytetään fysiikan laskuissa vaikka niitä ei todellisessa maailmassa ole. Tutkimissani oppikirjoissa ei suoraan sanota missään, että fysiikan laskuissa yksinkertaistetaan asioita jättämällä huomiotta monia asioita, jotka vaikuttavat lopputulokseen, kuten ilmanvastus, narujen venyminen ja monet kitkavoimat. Tutkimissani oppikirjoissa ei myöskään perustella, miksi ne jätetään huomiotta tai miksi näin voidaan tehdä.

Tehtäväkirjan kokeelliset tehtävät ovat hyvin ohjattuja täyttämistä vaille valmiiden taulukoiden ansiosta. Tämä on varmaan hyvä asia, siksi että tehtävän teko ja siitä saatavat huomiot eivät epäonnistu järjestelmällisyyden puutteeseen. Lisäksi valmiit taulukot säästävät aikaa oppitunnilla. Tosin kysymykset voivat olla jopa liiankin johdattelevia, mutta se voi olla hyväkin asia.

## **6.2. Avain fysiikka 2**

Avain fysiikka 2 [4] kirjassa luvut alkavat kokeellisen työn esittelyllä ja lukujen väliotsikot toimivat tavallaan samalla teorian tiivistelminä, mutta varsinaisena teoriana on laatikoitu kaavat, joiden perässä on kaavojen symbolien selitykset. Niiden perään heti on esimerkkilasku kaikissa tutkimissani kappaleissa. Kuvat ovat suuria ja vain löyhästi tekstiin liittyviä.

### **6.2.1. Työ ja teho**

Avain kirja yhdistää luvussaan työn tehoon, eikä työn yhteyttä energian kanssa juuri korosteta, mainitaan kyllä. Luvussa on korostettu laskemista sekä kokeellisessa tehtävässä, että kolmessa esimerkkilaskussa. Tietotekstiä on puolitoista sivua, mikä varsin vähän verrattuna esimerkkilaskujen yhden sivun ja kokeellisen tehtävän yhden sivun viemään tilaan verrattuna. Kuvia tässä luvussa on noin puolitoista sivua. Kirjan työhön liittyvistä tehtävistä laskennallisia on neljä ja muita on viisi. Huomio kiinnittyy laskettavien tehtävien runsaaseen määrään.

### **6.2.2. Paine**

Avain kirjan painetta käsittelevässä luvussa aihetta on tiivistetty seuraavalla virkkeellä:

”Paine-erot pyrkivät tasaantumaan” [4, s.46 ].

Paine on yhdistetty samaan kappaleeseen nosteen kanssa, mikä vaikuttaa loogiselta ratkaisulta. Paineesta ja ilmanpaineesta on puolitoista sivua tietotekstiä ja yksi esimerkkilasku, lisäksi on sivun verran hydrostaattisesta paineesta. Paineeseen liittyviä kokeellisia tehtäviä on yksi. Muita paineeseen liittyviä tehtäviä on seitsemän ja niistä laskennallisia on kaksi ja loput sanallisia.

### **6.2.3. Energia**

Avain kirjan energiaa käsittelevässä luvussa on aihetta tiivistetty seuraavilla virkkeillä:

”Säteilyenergia on yksi kolmesta perusenergiälajista” [4, s.56 ].

”Energia muuttaa muotoaan mutta ei häviä” [4, s 58].

Avain kirjassa energia esitellään työn ja paineen jälkeen. Energia esitellään säteilyenergian, liikeenergian ja potentiaalienergian kautta. Tässä luvussa energian käsite yhdistetään työn käsitteeseen, mikä on järkevää, sillä työ on esitelty kirjassa jo aiemmin. Luku alkaa kahdella kokeellisella tehtävällä. Esimerkkilaskuja on kaksi. Potentiaalienergian yhteydessä mainitaan systeemin käsite.

Energiakaavioita löytyy yksi pieni ja sitäkin kirjassa käsitellään varsin vähän, mikä on huomattavan vähän Fyke kirjaan verrattuna. Avain kirjasta löytyvä energiakaavio on sijoitettu sivun laitaan siten, että se jää helposti huomaamatta. Tehtävissä energiakaaviosta ei kysytä.

Tehtäviä energiasta on kolmetoista, joista laskennallisia on viisi. Tässäkin on huomiota herättävän paljon laskennallisia tehtäviä. Toki aihe sopii laskennalliseen käsittelyyn hyvin.

Energiaa käsitellään kaikkiaan kahdeksan sivua. Siitä tietotekstiä on 3,5 sivua ja esimerkkilaskuja 1 sivu, kokeellisia tehtäviä 1 sivu ja muita tehtäviä 1 sivu.

Fyke-kirjassa työtä ja energiaa käsitellään kahdeksan sivua ja Avain-kirjassa yhteensä kaksitoista sivua, joista kaksi sivua menee kokeellisten tehtävien esittelyyn.

#### **6.2.4. Avain fysiikka 2 kirjan kommentointia**

Teksti on tietotekstiä, jossa vilisevät fysiikan termit. Teksti on kuitenkin helppolukuisen tuntuista, sillä aiheeseen keksityt esimerkit ovat tuttuja arkielämästä. Arkielämästä olevat esimerkit helpottavat myös tiedon kytkemistä arkeen, mihin opetussuunnitelman perusteet myös ohjaavat [2, s.389]. Avain kirjan teksti on tiivistä, ja kappaleet ovat lyhyitä. Myös luvut ovat lyhyitä. Lukujen väliotsikot kertovat sisällöstä tiivistetysti toimien samalla tiedon tiivistelminä. Se voi helpottaa oleellisten tietojen poimimista tekstistä. Teksti vaikuttaa helpommalta luettavalta kuin Fyke kirjassa, mutta syytä tähän en osaa arvioida.

Lukujen alussa olevat kokeelliset työt vaikuttavat varsin helposti toteutettavilta, joten työt onnistunevat ilman opettajan apua. Työt on kuvitettu selkeillä piirroksilla, jotka ohjaavat työn järjestelyjä.

Avain fysiikka 2 kirjassa esimerkkilaskuja on kaikissa tutkimissani luvuissa ja lukujen lopussa olevissa tehtävissä on varsin paljon laskutehtäviä. Ainakin, jos verrataan opetussuunnitelman perusteiden painotukseen. Avain kirja tuntuu painottavan laskemista ja asioiden opettelua matematiikan kautta. Tämä voi haitata niiden oppilaiden fysiikan oppimista, joille matematiikka on hankalaa.

Kirjassa on myös sanallisia tehtäviä, joiden ratkaisemiseen ei tarvita matematiikkaa. Osaan näistä tehtävistä vastaukset löytyvät lähes suoraan kappaleesta, osaan tietoa joutuu soveltamaan hieman. Tehtäviin vastaaminen ei vaadi kovin suurta tiedon soveltamista. Virheellisten ennakkokäsityksien haastamiseen kirjan tehtävistä tuskin on. Sillä tehtävien ratkaisu ei vaadi vastauksen perustelemista, eikä tehtävän syvällistä pohtimista.



Tämäkään kirja ei huomauta fysiikan laskujen yksinkertaistuksista eli siitä että ilmanvastusta ei huomioida, eikä myöskään perustele, miksi näin tehdään.

### 6.3. Kirjojen vertailua

Teksti ja kuvat ovat sisällöltään hyvin samankaltaisia kummassakin kirjassa. Kirjat eroavat toisistaan huomattavasti aiheiden käsittelyjärjestyksessä ja siten myös niiden yhdistelyssä. Silmiin pistävin ero on energiakaavioiden esittelyssä. Fyke kirja esittelee energiakaaviot keskeisenä sisältönä, kun taas Avain kirjassa ainut energiakaavio voi jopa jäädä huomaamatta. Fysiikan kaavat löytyvät selvästi laatikoituina kummassakin kirjassa. Avain kirjassa teorit on esitetty tiivistetysti vain matemaattisessa muodossa, sanallisesti on selitetty enemmän, jolloin väärinkäsitysten riski on pienempi. Fyke kirjassa on matemaattisten kaavojen lisäksi, myös teorioiden tiivis sanallinen esitys, jolloin lisääntyy vaara virhekäsityksiin, mikäli oppilas opettelee teorian sanallisen ilmaisun omaksumatta samalla sen laajempaa sisältöä.

Opetussuunnitelman perusteet painottavat kokeellisuutta fysiikan opiskelussa, kummassakin kirjassa tämä on ollut selvästi lähtökohtana kirjaa tehdessä. Samaan aikaan kuitenkin kummassakin kirjassa on noudatettu laskemisen perinnettä. Matemaattiset kaavat on laatikoitu ja esimerkkilaskuja ja laskutehtäviä on runsaasti. Kokeelliseen työskentelyyn on kummassakin ohjeita ja kokeet ovat hyvin ohjaavia.

Sanalliset tehtävät perustuvat kummassakin kirjassa kirjan tekstin omaksumiseen ja vastaukset enimmäkseen löytyvät tekstistä. Vuonna 1999 suomen kasvatustieteellisen aikakauskirjan julkaisussa [21] on myös kritisoitu oppikirjojen tehtävien tapaa kysyä vain asioista, jotka löytyvät kirjan tekstistä. Tässä asiassa ei siis ainakaan tutkimieni kirjojen perusteella ole juuri edistytty. Artikkelissa huomataan myös, että oppikirjat luottavat faktatiedon esittämiseen, eikä niissä ohjata kriittiseen ajatteluun [21]. Tämän huomasin myös tutkimissani kirjoissa. Luetun ymmärrystä testaavien tehtävien ongelma on se, että oppilas voi vastata tehtävään oikein ilman, että on joutunut haastamaan ennakkokäsityksiään tieteellisen tiedon kanssa. Ennakkokäsitykset ovat hyvin pysyviä ja niiden muuttaminen vaatii niiden haastamista. Oppilas voi vastata kysymyksiin fysiikan tiedon pohjalta, vaikkei olisi omaksunut tietoa [5]. Oppilas ei joudu haastamaan ennakkokäsityksiään, ellei hän joudu soveltamaan tietoa, vaan saa valmiit vastaukset kirjasta. Kirjoissa pitäisi siis olla enemmän tehtäviä, joiden ratkaisu vaatii tiedon soveltamista. Esimerkiksi kirjassa kerrottaisiin siitä, miksi hiihtäjä pysyy lumen pinnalla ja kysymyksenä voisi olla, miksi moottorikelkalla voi pysyä niin heikon jään pinnalla, ettei se kanna enää jalankulkijaa.

Kummassakaan ei juuri kysytä kysymyksiä, joiden vastaukset löytyvät oppilaan arkikokemuksista ja omista aiemmista havainnoista. Tällaiset kysymykset luultavasti johdattaisivat huomaamaan fysiikan mallien yksinkertaistukset, joten niiden perustelu olisi hyvä käydä jollain tavalla. Kumpikaan kirja ei huomauta mallien yksinkertaistuksen tuomista rajoitteista mallien käytölle. Tämä voi aiheuttaa ongelmia, jos oppilas yrittää soveltaa yksinkertaistettua mallia tilanteessa, johon se ei sovellu.

Kirjoissa on kokeellisia tehtäviä, jotka ovat valmiiksi hyvin suunniteltuja. Kokeelliset työt on kirjoissa ohjattu ja suunniteltu niin hyvin että ne onnistuvat hyvin oppilaiden tekemänä. Oppilaat saavat hyvin ohjatuista töistä luultavasti oikeat johtopäätökset ja siten toivottavasti ymmärtävät niihin liittyvän teorian oikein. Hyvät kokeelliset työt kirjoissa helpottavat opettajan työtä.

Opettajan työkaluksi kumpikin kirja on varmasti toimiva ja kumpikin kirja täyttää opetussuunnitelman vaatimukset sisällön osalta, mutta opetussuunnitelmaan painotukseen verrattuna Avain kirjassa on liikaa laskutehtäviä. Kokeellisuuteen ja ryhmässä tekemiseen kummassakin kirjassa on ohjausta, mutta enemmänkin voisi olla. Kumpikaan oppikirja ei ohjaa hakemaan tietoa muista lähteistä, mitä opetussuunnitelman perusteissa kuitenkin opetukselta ja oppilailta edellytetään. Ehkä seuraavat oppikirjat painottavat enemmän kokeellisuutta ja monipuolista tiedonhakua.

On tietenkin muistettava historian taakka, oppikirjat ovat tällaisia. Kovin erilaisia oppikirjoja ei ehkä uskalleta tehdä, koska pelätään, ettei niitä saada kaupaksi. Tähän asiaan sähköiset oppikirjat voivat tuoda vähitellen muutoksen. Niihin voi helposti lisätä tekstiin laajennuksia, joilla voi lisätä yhteyttä oppilaiden arkeen ja haastaa ajattelemaan. Toisaalta niille oppilaille, joille lukeminen on hidasta, voisi edelleen olla tarjolla nykyisen laajuinen oppikirja, ehkä osittain myös äänikirjana. Oppikirjojen sähköistyminen toivottavasti muuttaa oppikirjoja sekä yksinkertaisemmiksi ja samalla tarkemmiksi. Sähköisiin kirjoihin voisi myös lisätä simulaatioita, jotka voisivat helpottaa opeteltavan asian hahmottamista. Toivottavasti oppikirjoista tulee samalla kiinnostavampia. Sähköisen oppikirjan kohdalla sivumäärän lisäys ei lisää kirjan painoa, joten se tuo lisää vapautta oppikirjan tekijöille.

## 7. Päätelmät

Oppikirjoissa on paljon yhteistä, mutta myös painotuseroja. Tässä olen tutkinut vain kahta oppikirjaa, mutta uskoisin vastaavia eroja löytyvän myös muista oppikirjoista. Avain kirjassa on paljon laskettavaa siihen verrattuna mihin opetussuunnitelman perusteet ohjaavat.

Energiakaavioiden määrällinen ero oli silmiinpistävä. Niitä on Fyke kirjassa useita, ne ovat keskeisesti sijoitettuja ja niistä on myös tehtäviä. Avain kirjasta energiakaavioita löytyy tästä osiosta yksi. Kumpikin kirja korostaa fysiikan kaavoja laatikoimalla ne, mikä viittaa myös laskemisen tärkeyteen. Fyke kirja laatikoi erikseen myös kaavojen sanallisesti muotoillut teorialat. Niiden muotoilussa Fyke oppikirjan tekijöiden olisi oltava huolellisempia, huomatakseen virhekäsityksiä lisäävät ilmaisut ja teorioiden liialliset yksinkertaistukset. Laatikoiduissa sanallisissa teorioissa oli virkkeitä, jotka saattavat johtaa virhekäsityksiin. Esimerkiksi Fyke kirjan sanallisesta teorian esityksestä voi saada käsityksen, että potentiaalienergia olisi kappaleen, eikä systeemin ominaisuus. Avain kirjassa systeemin käsite mainitaan, mikä helpottaa potentiaalienergian ja energian säilymisen käsittelyä, kun ne voidaan opetella systeemin käsitteen kautta.

Avain kirjassa laskutehtäviä on varsin paljon, joten Avain kirjaa käyttävän opettajan on varottava, ettei opetuksessa laskeminen korostu liikaa opetussuunnitelmanperusteisiin verrattuna. Fyke kirjaa käyttävän opettajan puolestaan on huolehdittava erityisesti, että oppilaat ymmärtävät fysiikan mallit oikein, eivätkä opi virhekäsityksiä huonosti muotoilluista laatikoiduista virkkeistä.

Kokeellisia tehtäviä löytyy kummastakin kirjasta hyvin. Kirjat opastavat oppilaita kokeelliseen työskentelyyn ja työt ovat hyvin suunniteltuja. Siltä osin kirjat noudattavat opetussuunnitelman perusteiden sisältöä.

Opetussuunnitelmanperusteet [2] on juuri uusittu ja kumpikin näistä oppikirjoista on tehty edellisen opetussuunnitelmanperusteiden mukaan ja se voi selittää osin eroja opetussuunnitelman perusteisiin nähden. Erot opetussuunnitelmanperusteiden ja oppikirjojen välillä on kuitenkin tutkimani aiheen kohdalla niin pieniä, että vanhan suunnitelman mukaan tehty kirjoja voi huoletta käyttää, mikäli huomioi kirjojen pienet puutteet. Kumpikaan oppikirja ei ohjaa muuhun tiedonhakuun, joten esimerkiksi siihen opettajan tulee kiinnittää huomiota opettaessaan näiden oppikirjojen kanssa.

Oppikirjassa ei tietenkään tarvitse olla kaikkea opetuksen sisältöä, sillä opettaja voi tarjota oppilaille muutakin oppimateriaalia ja ohjata hakemaan tietoa muualtakin. Täytyykin muistaa, että oppikirja ei opeta, vaan se on opettajan työkalu. Opettaja voi ottaa tunnilla esille asioita, joita

kirjoissa ei ole, ja toisaalta jättää jotain käsittelemättä. Siten oppikirjojen ei tarvitsekaan olla opetussuunnitelmanperusteiden mukaisia. Vaikka se toki helpottaa opettajan työtä, jos ne ovat.

Opettajan täytyy kompensoida oppikirjojen puutteita ja eroja, jotta kaikki oppilaat saavat mahdollisuuden oppia kutakuinkin opetussuunnitelman ohjaaman oppisisällön, riippumatta siitä mitä oppikirjaa käyttävät. Samoin opettajan on huolehdittava, ettei oppikirjojen asioita yksinkertaistava pelkistäminen aiheuta virhekäsityksiä. Samoin opettajan on huolehdittava omasta puheestaan ja opetuksestaan, ettei se tuota virhekäsityksiä, vaan korjaa niitä. Opettajan ja oppikirjan tekijöiden olisi hyvä jollain tavalla kertoa oppilaalle teorian rajoituksista, kuten siitä, että on tehty yksinkertaistavia oletuksia. Tarkempiin malleihin vaaditaan enemmän fysiikan ja matematiikan opintoja.

Koska opettaja joutuu valitsemaan käyttämänsä oppikirjan, on mukava huomata, että kirjat ovat varsin samankaltaisia ja kumpikin toiminee oppikirjana hyvin. Toki kumpikin kirja on jonkun opettajan valitsema, sillä otin tutkimukseeni kirjat, jotka ovat jossain käytössä. Lisäksi kumpikin kirja on suuren kustantajan painamia, joten voisi luottaa, että he eivät huonoja kirjoja painaisi. Opettajan on silti valittava opetusmateriaalinsa jollain perusteella. Opetusmateriaalin ei tietenkään ole pakko olla oppikirja. Opettajan työtä hyvä oppikirja kuitenkin helpottaa ja useimmat opettajat sellaista käyttävät [13].

Oppikirjojen on vaikea välittää uusinta tietoa ja tutkimusta, mutta ne ovat hyviä välittämään perustietoa ja asiayhteyksiä. Kumpikin tutkimani oppikirja noudattavat tätä ja ovat siis varsin tavallisia oppikirjoja. Tavallisena voidaan pitää myös sitä, että tutkimieni kirjojen tehtävät mittaavat enimmäkseen luetun ymmärrystä. Tässä suhteessa oppikirjat eivät ole paljon edistyneet, vaan haastavampien tehtävien tarjoaminen jää opettajan tehtäväksi. Voimakkaasti fysiikan tietoa soveltavia tehtäviä kirjoista ei löytynyt. Onneksi sentään oli joitakin tehtäviä, joihin vastaus ei löytynyt suoraan kirjan tekstistä. Tiedon soveltaminen on tärkeää oppimisprosessin kannalta, jotta oppilaiden mahdolliset virheelliset ennakkokäsitykset tulevat haastetuiksi. Fysiikasta kiinnostuneiden oppilaiden kannalta olisi hienoa, jos kirjan tehtävissä olisi haastaviakin tehtäviä, jotka ohjaavat keksimään ja tekemään kokeita itse.

Tutkimani oppikirjat pilkkovat fysiikan pienempiin kokonaisuuksiin, joita on helpompi omaksua. Yksi luku on yksi omaksuttava kokonaisuus, jonka lopussa on lukuun liittyviä tehtäviä, joiden avulla tekstin sisällön omaksuminen tulee testattua. Samalla kuitenkin kokonaisuus saattaa jäädä pirstaleiseksi, varsinkin kun tutkimani oppikirjat eivät juuri sido erillisiä käsitteitä toisiinsa suuremmiksi kokonaisuuksiksi. Näiden oppikirjojen fysiikan teoriaa yksinkertaistava tapa voi

pirstoa tietoa lisää ja samalla tuottaa virhekäsityksiä. Peruskoulun kirjoissakin olisi syytä perustella esimerkiksi sitä, miksi voidaan jättää ilmanvastus huomiotta laskutehtävissä. Se, että nämä perustelut puuttuvat, säästää toki tilaa oppikirjoissa, mutta siinä on riskinä se, että välttääkseen ristiriitoja oppilailta katoaa ajatus vastusvoimien olemassa olosta, tai he erottavat todellisuuden ja fysiikan teorian toisistaan. Tällöin fysiikka voi muuttua oppilaille merkityksettömäksi. Tällöin ei ole ihme, jos fysiikka pidetään vaikeana ja tylsänä oppiaineena. Toisaalta on varottava sitä, ettei oppikirjoista tule peruskoululaisille liian vaikeita. Tarkkojen fysikaalisten mallien käsittely vaatii sellaisia matemaattisia taitoja, joita peruskoululaisella ei ole.

Toisaalta voisi olla mielenkiintoista tutkia voisiko fysiikkaa opettaa seikkailukirjan tai dekkarin keinoin? Pelin keinojakin perusasioiden opetuksessa kokeillaan joissain aineissa [22]. Fysiikankin perusasioista voisi saada kohtuullisen hyvän pelin. Fysiikan opettamista voisi olla syytä uudistaa jollain tavalla.

Vaikka fysiikka on sidoksissa moniin muihin tieteenaloihin, olisi nykyisen koulun oppiainejaon kannalta hankalaa, jos fysiikan oppikirjassa käsitellään liikaa historiaa, kemiaa, tai filosofiaa vaikkakin ne sinne osittain loogisesti kuuluisivat. Voisiko oppikirjassa olla kysymys, joka haastaisi ajattelua kohti todellista maailmaa fysiikan oppikirjojen yksinkertaistetusta maailmasta, kuten esimerkiksi: Mitä tapahtuisi, jos energia ei muuttuisi lainkaan lämmöksi kitkan vaikutuksesta, kuten se todellisuudessa tekee? Tämä toki voisi mennä liikaa filosofian puolelle, mutta se toisaalta voisi ohjata huomaamaan teorian yksinkertaistusten läpi ja voisi saada osan oppilaista kiinnostumaan kuulemaan lisää. Tämä voisi herättää kysymyksen, miten tämä sitten oikeasti menee, jos ei yksinkertaisteta. Tällä voisi myös välttää sen, minkä fysiikan opiskelija joutuu kokemaan yliopistossa: ”Unohtakaa kaikki mitä olette oppineet, näin se oikeasti menee”, vaikka taaskin kyse on vain mallista, joka toki on parempi ja lähempänä todellisuutta kuin aiemmin opetettu. Totuus se tuskin kuitenkaan on, sillä tiede on vielä kesken. Muutenhan fysiikan tutkimusta ei tarvittaisi. Oppikirjan tekijät ja opettajat joutuvat rajaamaan fysiikan oppikirjoja ja opetusta, jotta oleellimmat asiat ehdittäisiin käsitellä. Voimmekin päätellä, että oppikirjan teko on tasapainoilua helpon omaksuttavuuden, oikeellisuuden ja mielenkiintoisuuden välillä. Ytimekäs asioiden esittäminen on hyvästä, jos halutaan paljon asiaa vähäiseen sivumäärään.

Konstruktiiivisen oppimiskäsityksen mukaan oppija valikoi omaksumansa tiedon sen mukaan, miten se sopii hänen käsityksiinsä ja sen mukaan mitä oppija pitää merkityksellisenä. Oppilaan täytyy siis kokea tieto jollakin tavoin merkitykselliseksi, jotta hän oppisi. Olisikin mielenkiintoista tietää, mikä saisi peruskoululaisen innostumaan fysiikan opiskelusta. Pitäisi saada kiinni siitä, miksi se on monille niin vaikeaa. Yleinen käsitys tuntuu olevan, että fysiikka on tylsää ja vaikeaa. Tylsää se

varmasti on, jos se on liian vaikeaa. Peruskoulussa ja lukiossakin käsitellään lähinnä arkikokemuksista tuttuja asioita. Arkielämään liittyvien ilmiöiden mallintaminen laskemalla on toisinaan monimutkaista. Fysiikan tutkimuksen tulokset ovat ympärillämme kaikkialla, joten kiinnostuksen fysiikkaan luulisi olevan suurempaa. Ilmastonmuutoksen edetessä tarvitsemme fysiikkaa entistä enemmän, joten olisi tärkeää, että saisimme peruskoululaiset innostumaan fysiikasta. He ovat tulevaisuutemme tieteen tekijöitä.

Oppikirjojen tekijät ovat ainakin omasta mielestään ammattilaisia, tämä tuli hyvin selväksi heidän julkaisussaan Laatussa! [13]. Heidän motivaationsa on tehdä kirjoja, joita myydään paljon. Koulut ja kunnat haluavat mahdollisimman edullisia kirjoja, joita voi kierrättää pitkään. Opettajat puolestaan haluavat mahdollisimman hyviä kirjoja, jotka helpottaisivat heidän työtään mahdollisimman paljon, siten että oppilaat oppisivat mahdollisimman hyvin. Tavoitteet ovat keskenään osin ristiriidassa, mutta yhteisenä tavoitteena kaikilla on, ammattiyhdistyksen nimissä, saada kaikki oppilaat oppimaan mahdollisimman hyvin. Mikä sitten on oppilaiden tavoite? Jokaisella lienee omansa, mutta tuskin kenenkään tavoitteena on olla oppimatta mitään.

Uusimman opetussuunnitelman mukaan oppilasta tulee ohjata tiedon hakuun ja oppimiseen. Minä kaipaisin opetukseen ja myös oppikirjoihin jonkinlaista historiaosuuttakin, siten että oppilaille tulisi käsitys kuinka luonnontieteellinen tieto on kehittynyt, monien mutkien kautta. Tieteen teorioita on jouduttu hylkäämään ja tarkistamaan tiedon lisääntyessä ja mittausmenetelmien kehittyessä moneen kertaan. Tiede-lehden [23] sivuilla nykyistä koulufysiikkaa arvosteltiin siitä, että peruskoulussa opetetaan vanhaa fysiikkaa. Kaikki peruskoulussa opetettava fysiikka on keksitty jo yli sata vuotta sitten. Kommenteissa pohdittiin sitä, mitä koulussa pitäisi opettaa, ja miten. Se herättää ajatuksia. Opetetaanko koulussa oikeita asioita ja mitä siellä pitäisi opettaa? Sitä kannattaisi tutkia.

## **Lähteet:**

[1] Forsback, Maarit; Kalliola, Anne; Tikkanen, Arto & Waneus, Miia-Liisa: Tuhattaituri 1a 5.painos 2016 Otavan Kirjapaino Oy

[2] Opetussuunnitelman perusteet 2014, fysiikan osio s. 389 – 393:

[http://www.oph.fi/download/163777\\_perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](http://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf)

Viitattu 15.10.2017

[3] Kangaskorte, Anne; Lavonen, Jari; Pikkarainen, Outi; Saari, Heikki; Sirviö, Jarmo; Vakkilainen, Kirsi-Maria & Viiri, Jouni: Fyke7-9 fysiikka 1.painos 2010 WSOYpro Oy

[4] Happonen, Jarmo; Heinonen, Martti; Muilu, Helena; Nyrhinen, Kimmo & Saarinen, Hanna: Avain fysiikka 2 1.painos 2012 OTAVA

[5] Lavonen, J. & Meisalo, V. 1994. Oppilaiden ennakkokäsitykset.

<http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/ennakko/main.htm>

Viitattu 22.1.2018.

[6] Heinonen, Juha-Pekka: Opetussuunnitelmat vai oppimateriaalit, Peruskoulun opettajien käsityksiä opetussuunnitelmien ja oppimateriaalien merkityksestä opetuksessa, Väitöskirja Helsinki 2005

<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/20002/opetussu.pdf?sequence=>

[7] Young, Hugh D & Freedman, Roger A 2004: University physics 11th edition with modern physics

[8] Pruuki, Iris 2013: Oppimiskäsitykset osana opetus-opiskelu-oppimisprosessia,

Tapaustutkimus oppimiskäsityksistä vuoden 2014 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden yleisten linjausten luonnoksen oppimiskäsitysluvussa ja opetuksen järjestäjien palautteissa

Pro gradu tutkielma, Helsingin yliopisto

<http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201402101414>

[9] Clement, John, Brown, David E & Zietsman, Aletta 2007: Not all preconceptions are misconceptions: finding ‘anchoring conceptions’ for grounding instruction on students’ intuitions, <https://doi.org/10.1080/0950069890110507>

[10] Jewett, John W Jr, 2008: Energy and the Confused Student I: Work, The Physics Teacher **46**, 38 (2008); <https://doi.org/10.1119/1.2823999>

[11] Opetushallitus

[http://www.oph.fi/saadokset\\_ja\\_ohjeet/opetussuunnitelmien\\_ja\\_tutkintojen\\_perusteet/perusopetus](http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/opetussuunnitelmien_ja_tutkintojen_perusteet/perusopetus)

Viitattu 29.3.2018

[12] Koulutuksen seurantaraportit 2012:10, Luonnontieteiden opetuksen kehittämishaasteita 2012

Fysiikan opettaminen ja oppiminen, Viiri Jouni

[http://www.oph.fi/download/145816\\_Luonnontieteiden\\_opetuksen\\_kehittamishaasteita\\_2012.pdf](http://www.oph.fi/download/145816_Luonnontieteiden_opetuksen_kehittamishaasteita_2012.pdf)

Viitattu 27.1.2018.

[13] Löytönen, Markku; Rutanen, Anne & Ruuska, Helena 2015: LAATUA ! Oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä

Toimittanut: Suomen tietokirjailijat ry HELSINKI: Oppimateriaalien kriittistä arviointia

[https://www.suomentietokirjailijat.fi/media/laatua\\_oppimateriaalit\\_2015\\_korjattu\\_web.pdf](https://www.suomentietokirjailijat.fi/media/laatua_oppimateriaalit_2015_korjattu_web.pdf)

Viitattu 15.10.2017.

[14] Kinnunen, Olli 2013: Yläasteen fysiikan opettajien näkemyksiä fysiikan opettamisesta

Pro gradu tutkielma, Fysiikan opettajan suuntautumisvaihtoehto

<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38121/Olli%20Kinnunen%20Gradu.pdf?sequence=2>, Viitattu 24.1.2018.

[15] Rautiainen, Ari 2015: Virhekäsityksiä työ-energia- ja impulssi-liikemäärä-periaatteista-tapaustutkimusopiskelijakeskusteluista, Pro gradu - tutkielma, Itä-Suomen yliopisto

[http://epublications.uef.fi/pub/urn\\_nbn\\_fi\\_uef-20160030/urn\\_nbn\\_fi\\_uef-20160030.pdf](http://epublications.uef.fi/pub/urn_nbn_fi_uef-20160030/urn_nbn_fi_uef-20160030.pdf)

Viitattu 22.1.2018.



[16] Lawson, Ronald A & McDermott, Lillian C, 1987: Student understanding of the work-energy and impulse-momentum theorems

American Journal of Physics 55, 811 (1987); <https://doi.org/10.1119/1.14994>

[17] McDermott, Lillian C, 1984: Research on conceptual understanding in mechanics,

Physics Today 37, 7, 24 (1984); <https://doi.org/10.1063/1.2916318>

[18] Jewett, John W Jr, 2008: Energy and the Confused Student II: Systems

The Physics Teacher 46, 81 (2008); <https://doi.org/10.1119/1.2834527>

[19] Singh, Chandralekha, 2002: When physical intuition fails, American Journal of Physics 70, 1103 (2002); <https://doi.org/10.1119/1.1512659>

[20] Kangaskorte, Anne; Lavonen, Jari; Pikkarainen, Outi; Saari, Heikki; Sirviö, Jarmo; Vakkilainen, Kirsi-Maria & Viiri, Jouni: Fyke7-9 fysiikka tutkimus- ja tehtäväkirja 1.-2. painos 2012 Sanoma Pro Oy

[21] Mikkilä-Erdmann, M., Olkinuora, E. & Mattila, E. (1999). Muuttuneet käsitykset oppimisesta ja opettamisesta - haaste oppikirjoille. Kasvatus : Suomen kasvatustieteellinen aikakauskirja, 30(5), pp. 436-449. Artikkelit 436 Kasvatus 5/1999; <http://urn.fi/URN:NBN:fi:ELE-1375520>

[22] Tietoverkkovälitteinen peruslukutaidon sekä matematiikan oppimisvalmiuksien oppimis- ja arviointiympäristö. <http://www.lukimat.fi/etusivu> Viitattu 5.4.18

[23] Koulun fysiikka jumiutui sadan vuoden taakse

[http://www.tiede.fi/blogit/tieteen\\_puudeli/koulun\\_fysiikka\\_jumiutui\\_sadan\\_vuoden\\_taa\\_kse](http://www.tiede.fi/blogit/tieteen_puudeli/koulun_fysiikka_jumiutui_sadan_vuoden_taa_kse)

Viitattu 14.10.2017