

Lukion fysiikan oppikirjojen tehtävien tyypit ja taksonominen jaottelu

Pro Gradu
Turun yliopisto
Fysiikka
2021
LuK Saara Suomi
Tarkastajat:
TkT Teemu Hynninen
FT Minnamari Saloaro

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck-järjestelmällä

TURUN YLIOPISTO

Fysiikan laitos

Suomi, Saara Lukion fysiikan oppikirjojen tehtävien tyypit ja taksonominen jaottelu

Pro Gradu, 32 s., 5 liites.

Fysiikka

Toukokuu 2021

Oppikirjoja pidetään yhä usein pääasiallisena opetusmateriaalina lukioissa. Oppikirjojen tehtävät ovat näin tärkeässä roolissa oppimisprosesseissa ja niiden avulla opetellaan erilaisia opetussuunnitelman vaatimia tietoja ja taitoja. Lopulta ylioppilastutkinnoissa selvitetään, onko opetussuunnitelman asettamat tavoitteet toteutuneet.

Tässä tutkimuksessa analysoitiin lukion fysiikan oppikirjojen tehtäviä Bloomin uudistetulla taksonomialla sekä luokittelulla eri tehtävätyyppeihin. Vuonna 2015 julkaistun lukion opetussuunnitelman perusteiden mukaisia fysiikan oppikirjasarjoja oli ainoastaan yksi, joten kyseinen kirjasarja toimi tutkimuksen aineistona. Oppikirjojen tehtävien analysoinnin lisäksi tuloksia verrattiin Syrjön (2015) tutkimukseen, jonka osana hän analysoi samoin menetelmin fysiikan ylioppilaskirjoitusten tehtäviä keväiltä 2009 ja 2010. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää minkälaisen ajattelun ja tiedon tasojen käytön oppikirjojen tehtävät mahdollistavat sekä kuinka monipuolisia tehtävät oppikirjoissa olivat.

Tutkimuksessa havaittiin, että lukion fysiikan oppikirjojen tehtävät vaativat luonnontieteille tyypillisesti suurimmaksi osaksi käsite- ja menetelmätietoa. Erilaisia tehtävätyyppejä oli monipuolisesti, mutta erityisesti sanallisia tehtäviä sekä laskutehtäviä oli yli 50 % jokaisessa kirjassa, jolloin muiden tehtävätyyppien määrät jäivät vähäisiksi. Lukion fysiikan oppikirjojen tehtävät painottuivat myös alemman tason ajattelua vaativiin tehtäviin eli tehtävät vaativat lähinnä muistamista, ymmärtämistä ja soveltamista. Tuloksia vertailtaessa Syrjön saamiin tuloksiin huomattiin, että ylioppilaskirjoitusten tehtävät painottuivat korkeamman tason ajattelua vaativiin tehtäviin eli analysoimista, arvioimista ja luomista vaativiin tehtäviin. Ero oppikirjojen tehtävien laadun ja ylioppilaskirjoitusten tehtävien laadun välillä on siis valtava.

Jos opiskelijan pääasiallinen oppimismateriaali on ainoastaan kirja, harppaus lukion fysiikan kursseilta ylioppilaskirjoituksiin on suuri. Lukion fysiikan oppikirjojen tehtäviä tulisi monipuolistaa lisäämällä eri tyyppisiä tehtäviä ja vähentämällä sanallisten tehtävien ja laskutehtävien osuutta kaikista tehtävistä. Lisäksi oppikirjojen tehtävissä tulisi lisätä enemmän korkeamman tason ajattelua vaativia tehtäviä, jotta opiskelijat saavat tarpeeksi haastetta ja pystyvät paremmin valmistautumaan ylioppilaskirjoituksiin. Koska oppikirjojen tehtävät eivät itsessään riitä harjoittamaan ylioppilaskirjoituksissa vaadittuja ajattelun taitoja, opettajan vastuu kasvaa.

Asiasanat: Bloomin uudistettu taksonomia, fysiikka, lukio, oppikirjat, tehtävätyypit

Sisällys

Johdanto	1
1 Oppimisen taksonomiat	2
1.1 Bloomin taksonomia	2
1.2 Bloomin uudistettu taksonomia	5
2 Oppikirjojen tehtävien luokittelutavat	12
3 Tutkimus	14
3.1 Tutkimuskysymykset	14
3.2 Tutkimusaineisto	15
3.3 Tutkimuksen toteutus	15
3.3.1 Tehtävien luokittelu Bloomin uudistetulla taksonomialla . . .	17
3.3.2 Tehtävien luokittelu tehtävätyyppihin	17
4 Tulokset	20
4.1 Bloomin uudistettu taksonomia	20
4.2 Tehtävätyypit	21
4.3 Kirjojen ja ylioppilaskirjoitusten tehtävien vertailu	23
5 Johtopäätökset ja pohdinta	26
Viitteet	30
Liitteet	32
A Kognitiivisen prosessin tasojen esimerkkitehtävät	32
B Tiedon tasojen esimerkkitehtävät	34
C Tehtävätyyppien esimerkkitehtävät	35

Johdanto

Oppikirjat toimivat yhä opiskelijoiden pääasiallisena oppimismateriaalina ja useat opettajat tukeutuvat opetuksessaan oppikirjoihin. Onhan niissä esitetty kaikki opetussuunnitelmassa vaaditut asiat. Oppikirjojen analysointia ei ole kuitenkaan tehty tarpeeksi [1]. Suurin osa aikaisemmista analyyseista on painottunut tekstin analyysiin ja jonkun verran on kuviakin analysoitu, mutta oppikirjojen tehtäviä ei ole kuitenkaan juurikaan analysoitu.

Tehtävät erottavat oppikirjat tietokirjoista, joten ne ovat oleellinen osa kirjoja. Oppikirjojen tehtävillä on seuraavat tarkoitukset, jotka liittyvät vahvasti Bloomin taksonomian kognitiivisten prosessien tasoihin. Oppikirjojen tehtävät auttavat perusasioiden oppimisessa, asioiden ymmärtämisessä sekä lopulta "maailman avartamisessa". Maailman avartaminen tarkoittaa muun muassa uusien yhteyksien luomista asioiden välille sekä uusien ideoiden ja näkökulmien kehittämistä. [1]

Tässä tutkimuksessa analysoidaan lukion fysiikan oppikirjojen tehtäviä. Tehtäviä analysoidaan Bloomin uudistetulla taksonomialla sekä luokitellaan niitä eri tehtävätyyppeihin. Tarkoituksena on selvittää minkälaisia tehtäviä lukion fysiikan oppikirjoissa on, millaista oppimista ne edistävät sekä kuinka monipuolisia tehtävät ovat. Lisäksi vertaillaan oppikirjojen tehtäviä ylioppilaskirjoitusten tehtäviin.

Ensimmäisessä luvussa perehdytään oppimisen taksonomioihin, joista erityisesti Bloomin taksonomia sekä Bloomin uusistettu taksonomia on nostettu esille. Toisessa luvussa käydään läpi erilaisia tapoja luokitella tehtäviä eri tehtävätyyppeihin. Kolmannessa luvussa käydään läpi tutkimuskysymykset, aineisto sekä tutkimusmenetelmät. Neljännessä luvussa esitetään tulokset ja viidennessä luvussa tehdään johdopäätöksiä tuloksista sekä pohditaan tulevaisuuden tutkimuskohteita saatujen tulosten perusteella.

1 Oppimisen taksonomiat

Taksonomiat ovat tapoja luokitella asioita. Taksonomioita kehitetään, jotta saataisiin vakiintunut järjestelmä eri käsitteiden ja symboleiden määritelmille, jolloin kaikilla käsitteitä käyttävillä olisi sama ymmärrys niiden sisällöstä ja määritelmästä. Näin tehdään myös oppimisen taksonomioissa. Oppimisen taksonomioita käytetään usein kuvaamaan erilaisia oppimiseen liittyviä käyttäytymismalleja ja niissä määritellään usein erilaisia kognition tasoja. [2, 3]

Oppimisen taksonomioista varmasti tunnetuimmat ja vanhimmat ovat Bloomin taksonomia sekä SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome)-taksonomia. Näiden lisäksi esimerkiksi Bloomin taksonomiasta on kehitetty edelleen Bloomin uudistettu taksonomia sekä Marzanon uusi taksonomia (the New Taxonomy of Educational Objectives). Myös muita oppimisen taksonomioita on olemassa.

Kuten taksonomian määritelmä sanoo, oppimisen taksonomioita käytetään oppimiseen liittyvien asioiden luokitteluun. Oppiminen voi tarkoittaa mitä vain asioiden ulkoa muistamisesta uusien ideoiden luomiseen ja näin oppimiseen voidaan liittää erilaisia tasoja. Näitä tasoja luokitellaan oppimisen taksonomioilla ja näiden taksonomioiden avulla kehitetään esimerkiksi opetussuunnitelmia ja tehtävien ohjeistuksia tai arviointia.

1.1 Bloomin taksonomia

Bloom kumppaneineen kehitti Bloomin taksonomian 1950-luvulla. He halusivat luoda teoreettisen kehyksen, joka helpottaisi kokeiden pitäjien välistä kommunikointia eli yhtenäistäisi eri koulujen ja opettajien kokeita sekä niiden arviointia. Bloomin taksonomian ydinajatus on, että voidaan muodostaa luokittelujärjestelmä sille, mitä opettajat haluavat oppijoiden tietävän eli oppimistavoitteille. Luokittelusysteemin kehittäminen oppimistavoitteille oli järkevää, sillä oppimistavoitteet muodostavat perustan opetussuunnitelmille ja kokeiden suunnittelulle sekä useat opetuksen tutki-

mukset aloittavat oppimistavotteiden käsittelystä. Tämän hierarkiaksikin kutsutun luokittelujärjestelmän kompleksisuus kasvaa edetessä edelliseltä hierarkian tasolta seuraavalle ja oppijan tulee näin hallita edellinen hierarkian taso ennen siirtymistä seuraavalle, jotta oppiminen on mielekästä. [2, 4]

Alunperin Bloom kumppaneineen suunnitteli taksonomian sisältävän kolme tärkeää osa-aluetta, jotka ovat kognitiivinen, affektiivinen ja psykomotorinen osa-alue. Kognitiivinen osa-alue sisältää tiedon muistamisen tai mieleenpalauttamisen ja tunnistamisen sekä tiedollisten kykyjen ja taitojen kehittämisen. Affektiivinen eli tunneperäinen osa-alue sisältää opiskelijoiden asenteet, arvot ja muutokset kiinnostuksen kohteissa sekä tunnetaitojen kehittymistä. Psykomotorinen osa-alue jäi Bloomilla suunnittelun tasolle, sillä vaikka osa-alue on olemassa, niin kouluissa sitä ei juuri-kaan käytetty ja siksi sille ei ollut järkeä kehittää luokittelutapaa. Usein Bloomin taksonomiaa käsiteltäessä käsitelläänkin vain kognitiivista osaa Bloomin taksonomiasta, sillä se liittyy kaikkein parhaiten opetussuunnitelman kehittämiseen ja oppimistavoitteisiin sekä siten myös Bloomin ja kumppaneiden alkuperäisiin taksonomian tavoitteisiin. [2]

Kognitiivinen osa-alue sisältää kuusi hierarkian tasoa, jotka ovat järjestyksessä tieto, ymmärtäminen, soveltaminen, analyysi, synteesi ja arviointi. Näitä hierarkian tasoja kutsutaan usein myös ajattelun tasoiksi. Ajattelun tasoista kolme alinta edustaa alemman tason ajattelutaitoja (LOCS, lower-order cognitive skills) ja kolme ylintä korkeamman tason ajattelutaitoja (HOCS, higher-order cognitive skills). Alemman tason ajattelutaidot vaativat lähinnä asioiden tietämistä ja muistamista, mutta myös aiemmin opitun tiedon soveltamista jo entuudestaan tunnetuissa tilanteissa. Esimerkiksi rutiininomaiset laskutehtävät tai erilaiset monivalintatehtävät edellyttävät alemman tason ajattelutaitoja. Korkeamman tason ajattelutaitoja tarvitaan esimerkiksi avointen tehtävien tai ongelmanratkaisutehtävien vastaamiseen. Tällaisiin tehtäviin vastaaminen vaatii muun muassa kriittistä ajattelua, ongelman-

ratkaisua, syy-seuraus-suhteiden löytämistä ja uuden tiedon muodostamista. Korkeamman tason ajattelutaitojen kehittäminen onkin yksi opetuksen tärkeimmistä tavoitteista. [5]

Tietämisen tasolla oppija muistaa tai tunnistaa informaatiota siten kuin ne on opittu eli osaa yksinkertaisia asioita ulkoa. Yleensä tieto liittyy terminologiaan tai tarkkoihin faktoihin, joita oppijan tulee muistaa, mutta myös muun muassa tietoon tutkimusmenetelmistä, arviointikriteereistä, erilaisista luokituksista ja kategorioista sekä teorioista ja yleistyksistä. Ymmärtämisen tasolla oppija pystyy ymmärtämään ja tulkitsemaan aiemmin oppimaansa informaatiota, muttei kuitenkaan osaa liittää sitä muuhun materiaaliin tai nähdä kaikkia näkökulmia asiaan. Ymmärtämisen tasoon liitetään kääntäminen, tulkinta ja ekstrapolointi. Kääntämisellä tarkoitetaan sitä, että oppija pystyy muun muassa luonnontieteissä kääntämään verbaalisen ilmaisun symboliseksi ja päin vastoin. Tulkinnalla puolestaan tarkoitetaan saadun informaation selittämistä ja tiivistämistä niin, että löydetään informaatiosta olellisin osa. Lopulta ekstrapoloinnilla tarkoitetaan sitä, että saadusta informaatiosta saadaan trendejä, joilla voidaan ennustaa erilaisia seurauksia. Esimerkiksi fysiikassa voidaan saadusta informaatiosta, datasta, luoda kuvaajia ja tietyillä ehdoilla huomata kuvaajista seurauksia myös datan ulkopuolelta. Soveltamisen tasolla oppija pystyy hyödyntämään ja soveltamaan aiemmin oppimaansa erilaisissa ongelmissa. Erilaiset tietämisen tasolla opitut teoriat, säännöt ja metodit otetaan käyttöön ja niitä hyödynnetään konkreettisissa tilanteissa ja ongelmissa. [2, 4]

Analysoimisen tasolla oppija pystyy erottelemaan, yhdistämään ja luokittelemaan informaatiota. Esimerkiksi tekstistä oppija pystyy erottamaan faktat hypoteeseista tai löytää eri tekstin osien väliltä yhteyksiä ja pystyy niiden avulla luomaan hypoteeseja tai muita ajatuksia. Syntetisoinnin tasolla oppija luo ja yhdistelee ideoita ja muodostaa niistä uusia kokonaisuuksia. Esimerkiksi tutkimussuunnitelman tekeminen alusta asti kehittää syntetisoinnin tason ajattelua. Lopuksi arvioimisen

tasolla oppija arvioi tiettyjen kriteerien mukaan esimerkiksi omaa työskentelyään tai omia vastauksia ja ratkaisuja tehtäviin. Kriteerit voivat olla oppijan itse luomia tai opettajan antamia. [2, 4]

Bloomin taksonomiaa käytetään maailmalla laajalti moneen käyttötarkoitukseen. Sen avulla opettajat voivat muun muassa kehittää opetustaan, auttaa opiskelijoita oppimaan paremmin, kehittää tehtäviään ja kokeitaan vastaamaan paremmin oppimistavoitteita. Myös opetussuunnitelmien luomiseen ja muokkaamiseen liittyy Bloomin taksonomia oleellisesti. Bloomin taksonomiaa käytetään myös erilaisissa tutkimuksissa selvittämään esimerkiksi miten opiskelijat oppivat paremmin ja millaisia oppimistuloksia voidaan saavuttaa. Bloomin taksonomia on myös usein edustettuna erilaisissa oppikirja-analyyseissa.

1.2 Bloomin uudistettu taksonomia

Bloomin uudistettu taksonomia julkaistiin 2000-luvulla Andersonin ja kumppaneiden toimesta. Bloomin alkuperäinen taksonomia oli aikansa edelläkävijä, mutta puolivuosisataa myöhemmin tiedettiin luonnollisesti enemmän oppimisesta ja opettamisesta, joten taksonomian päivittäminen oli Andersonin ja kumppaneiden mielestä tarpeen. Uudistettu taksonomia sisältää yhä samat kuusi ajattelun tasoa kuin alkuperäinen Bloomin taksonomia, mutta kahden viimeisen tason järjestys on muutettu, tieto-tason nimi on vaihdettu muistamiseksi samoin kuin syntetisointi-tason nimi on päivitetty luomiseksi ja kaikkien tasojen nimet on vaihdettu substantiivien sijaan verbeiksi. [6]

Ajattelun tasojen muutosten lisäksi Bloomin uudistetussa taksonomiassa on kaksi dimensiota alkuperäisen yhden dimension sijaan. Dimensiot ovat tieto ja kognitiiviset prosessit. Kognitiiviset prosessit eli ajattelun tasot ovat siis Bloomin taksonomiasta hieman muokatut tasot, jotka ovat järjestyksessä muistaa, ymmärtää, soveltaa, analysoida, arvioida ja luoda. Bloomin uudistetussa taksonomiassa uutena

Taulukko I. Andersonin ja kumppaneiden taksonomiataulu [6]

Tiedon tasot	Kognitiivisten prosessien tasot					
	1. Muistaa	2. Ymmärtää	3. Soveltaa	4. Analysoida	5. Arvioida	6. Luoda
A. Faktatieto						
B. Käsitetieto						
C. Menetelmätieto						
D. Metakognitiivinen tieto						

luokittelun tapana on tiedon tasot, jotka ovat faktatieto, käsitetieto, menetelmätieto ja metakognitiivinen tieto. Nämä kaksi dimensiota muodostavat taksonomiataulun I, jonka avulla kaikki kognitiiviset opetukselliset tavoitteet ja kohteet voidaan luokitella. Taulukossa on huomattavaa, että niin kognitiivisten prosessien tasot kuin tiedon tasotkin muuttuvat yksinkertaisesta kohti kompleksisempää taulukossa edessä vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas. [6]

Kognitiivisten prosessien tasoille sekä tiedon tasoille on esitetty myös alaluokkia, jotka auttavat opetuksellisten kohteiden analysoimisessa Bloomin uudistetun taksonomian avulla. Kognitiivisten prosessien tasot alaluokkineen on esitetty taulukossa II. [6]

Muistamisen tasolla pyrkimys on muistaa esitetty materiaali täsmälleen samassa muodossa kuin se on alunperin esitetty ja palauttaa pitkäaikaismuistista asioita mieleen. Sen alaluokkia on tunnistaminen ja mieleen palauttaminen. Tunnistamisessa pitkäaikaismuistista etsitään tarkoituksenmukainen tieto ja sitä verrataan esitettyyn tietoon. Esimerkiksi opiskelijalle esitetään päivämääriä, joista hän tunnistaa tietyn päivämäärän. Mieleen palauttamisessa pitkäaikaismuistista palautetaan informaatiota työmuistiin työskentelyä varten. Esimerkiksi opiskelijalle annetaan tapahtuman nimi ja hänen tulee palauttaa mieleen tapahtuman päivämäärä. [6]

Ymmärtämisen tasolla opiskelijat luovat yhteyksiä uuden tiedon ja vanhan tie-

Taulukko II. Bloomin uudistetun taksonomian kognitiivisten prosessien tasot ja niiden alaluokat [6].

Pääluokka	Alaluokka
1. Muistaa (LOCS)	1.1. Tunnistaminen
	1.2. Mieleen palauttaminen
2. Ymmärtää (LOCS)	2.1. Tulkitseminen
	2.2. Esimerkkien antaminen
	2.3. Luokitteleminen
	2.4. Yhteenvedon tekeminen
	2.5. Päätteleminen
	2.6. Vertaaminen
	2.7. Perustelevminen
3. Soveltaa (LOCS)	3.1. Menetelmän toteuttaminen
	3.2. Menetelmän käyttäminen
4. Analysoida (HOCS)	4.1. Erotteleminen
	4.2. Organisoiminen
	4.3. Piilomerkitysten havaitseminen
5. Arvioida (HOCS)	5.1. Tarkistaminen
	5.2. Arvosteleminen
6. Luoda (HOCS)	6.1. Kehittäminen
	6.2. Suunnittelevminen
	6.3. Tuottaminen

don välillä. Sen alaluokat ovat tulkitseminen, esimerkin antaminen, luokitseminen, yhteenvedon tekeminen, päättelyminen, vertaaminen ja perustelevminen. Tulkitsemisessä opiskelija muuttaa tietoa muodosta toiseen, esimerkiksi muuttamalla kuvaajia sanoiksi. Esimerkin antamisessa opiskelija antaa esimerkin yleisestä periaatteesta tai ilmiöstä. Luokittelymisessä opiskelija tunnistaa jonkin asian kuuluvan tiettyyn kategoriaan. Esimerkin antaminen ja luokittelyminen ovat siis tavallaan päinvastaiset operaatiot, jossa esimerkin antamisessa mennään yleisestä tiedosta tarkempaan ja luokittelymisessä tarkemmasta yleisempään. Yhteenvedon tekemisessä opiskelija esittää yhden toteamuksen, joka tiivistää opiskelijalle esitetyn laajemman informaation. Päättelymisessä opiskelija pyrkii etsimään jonkinlaisen mallin, jolla kuvata annettuja esimerkkejä tai dataa. Vertaamisessa opiskelija havaitsee yhteneväisyyksiä ja eroavaisuuksia asioiden, ideoiden ja tapahtumien välillä. Lopulta perustelevmisessä opiskelija kykenee luomaan ja käyttämään syy-seuraus-suhteita oppimistaan asioista. [6]

Soveltamisen tasolla opiskelijan täytyy käyttää menetelmiä ratkaistakseen tehtäviä ja ongelmia. Sen alaluokat ovat menetelmän toteuttaminen ja käyttäminen. Menetelmän toteuttamisessa opiskelija käyttää rutiininomaisesti tiettyä menetelmää jo entuudestaan tutun ongelman ratkaisuun. Tällainen tuttu ongelma voi olla esimerkiksi opettajan aiemmin läpikäymä tehtävä. Tämä jo entuudestaan tuttu ongelma antaa opiskelijalle tiedon siitä, mitä menetelmää tulisi käyttää. Menetelmän käyttämisessä tilanne on päinvastainen, ongelma ei ole opiskelijalle entuudestaan tuttu, joten opiskelija joutuu itse päättelymään mitä menetelmää tulisi käyttää. [6]

Analysoimisen tasolla opiskelija pilkkoo annetun materiaalin sen perusosiin ja määrittelee, miten osat liittyvät toisiinsa ja kokonaiskuvaan. Sen alaluokat ovat erotteleminen, organisoiminen ja piilomerkitysten havaitseminen. Erottelimisessä opiskelija määrittelee oleelliset tai tärkeät osat koko informaatiosta. Organisoimisessa puolestaan opiskelija tunnistaa informaation eri osat ja muodostaa niistä ko-

konaiskuvan. Erotteleminen ja organisoiminen ovat siis myöskin tavallaan päinvas-
taiset operaatiot. Lopulta piilomerkitysten havaitsemisessa opiskelija kykenee sel-
vittämään tehtävän tai informaation takana olevia ennakkoasenteita, tarkoituksia
ja näkökulmia. [6]

Arvioimisen tasolla opiskelija arvioi tiettyjen kriteerien ja standardien mukaan.
Sen alaluokat ovat tarkistaminen ja arvosteleminen. Tarkistamisessa opiskelija testaa
sisäisiä harhaluuloja tai epäjohdonmukaisuuksia tietyssä operaatiossa, kuten esimer-
kiksi hypoteesien testaus kokeellisessa työssä. Arvostelemisessa puolestaan opiskelija
käyttää ennalta asetettuja kriteereitä operaation arvioimiseen. [6]

Luomisen tasolla opiskelijan tulee kasata elementeistä toimiva ja yhtenäinen ko-
konaisuus. Elementit ovat opiskelijan aiemmin oppimia asioita, joista opiskelija luo
itselleen täysin uusia kokonaisuuksia. Kokonaisuus voi olla vaikka jokin teoria tai
kaava, jota opiskelija ei tiedä entuudestaan ja joka opiskelijan tulee luoda annettu-
jen elementtien avulla. Luomisen tason alaluokat ovat kehittäminen, suunnittelemi-
nen ja tuottaminen. Kehittämisessä opiskelija yrittää ymmärtää annettua tehtävää
ja keksii tällöin monia mahdollisia ratkaisuja. Suunnittelemisessa opiskelija kehittää
ratkaisumenetelmän tehtävälle. Lopulta tuottamisessa opiskelija toteuttaa suunni-
telman ja luo ratkaisun tehtävään. [6]

Samoin kuin kognitiivisille prosesseille myös tiedon tasoille on esitetty alaluok-
kia, jotka auttavat luokittelussa ja analysoimisessa. Tiedon tasot alaluokkineen on
esitetty taulukossa III. Ensimmäinen tiedon taso on faktatieto, joka koostuu ter-
minologian ja tarkkojen yksityiskohtien tietämisestä. Faktatieto sisältää siis tietyn
alan peruselementtien osaamisen tai tietämisen, jota vaaditaan siihen, että opiskelija
pystyy perehtymään alaan tai ratkaisemaan siihen liittyviä ongelmia. Terminologian
tietäminen sisältää tiedon alalle oleellisista merkinnöistä ja symboleista olivatpa ne
sitten verbaaleja tai nonverbaaleja. Tarkkojen yksityiskohtien tietäminen sisältää
puolestaan tiedon tapahtumista, henkilöistä, päivämääristä ja vuosiluvuista sekä in-

Taulukko III. Bloomin uudistetun taksonomian tiedon tasot ja niiden alaluokat [6].

Pääluokka	Alaluokka
A. Faktatieto	A1. Terminologia
	A2. Tarkat yksityiskohdat ja peruselementit
B. Käsitetieto	B1. Luokitukset ja kategoriat
	B2. Periaatteet ja yleistyksset
	B3. Teoriat, mallit, rakenteet
C. Menetelmätieto	C1. Oppiainekohtaiset taidot ja algoritmit
	C2. Oppiainekohtaiset tekniikat ja menetit
	C3. Menetelmien käyttökriteerit
D. Metakognitiivinen tieto	D1. Strateginen tieto
	D2. Tieto kognitiivisista tehtävistä
	D3. Itsetuntemus

formaation lähteistä. Näiden tietäminen on alan asiantuntijoiden mielestä erittäin tärkeää, mutta opetuksessa on mietittävä, onko oleellista osata tarkkoja yksityiskohtia vai suurempia kokonaisuuksia. [6]

Toinen tiedon taso on käsitetieto, joka kuvaa yleisesti peruselementtien keskinäistä suhdetta laajemmissa kokonaisuuksissa, joissa ne voivat toimia yhdessä. Käsitetiedon alaluokat ovat luokitukset ja kategoriat, periaatteet ja yleistyksset sekä teoriat, mallit ja rakenteet. Nämä kaikki kolme tasoa muistuttavat paljon toisiaan ja "kietoutuvat" yhteen. Tieto luokituksista ja kategorioista on hyvin samankaltainen faktatiedon tason kanssa, sillä molemmat sisältävät muun muassa peruselementtien tietämistä. Luokitusten ja kategorioiden tietämisessä peruselementtien välille luodaan kuitenkin yhteyksiä, mikä ei puolestaan faktatietoon kuulu. Tieto erilaisista luokitus- ja kategoriointisysteemeistä lisää näin opiskelijoiden ymmärrystä aiheesta. Periaatteet ja yleistyksset puolestaan usein yhdistävät monia spesifejä faktoja luokituksiksi ja kategorioiksi, ja edelleen muodostavat näiden välille suhteita. Lopulta

teoriat, mallit ja rakenteet sisältävät tiedon periaatteista ja yleistyksistä sekä niiden keskinäisistä suhteista. Näiden avulla muodostetaan selkeitä ja loppuun asti hiottuja käsityksiä monimutkaisista ilmiöistä ja ongelmista tietyllä alalla eli luodaan teorioita ja malleja. [6]

Kolmas tiedon taso on menetelmätieto, joka kuvaa tietoa siitä, miten jotain tehdään. Sen alaluokat ovat menetelmien käyttökriteerit ja oppiainekohtaiset taidot ja algoritmit sekä tekniikat ja metodit. Menetelmätietoon kuuluu usein tiettyjen vaiheiden seuraaminen. Vaiheiden järjestys voi olla ennaltamäärätty tai opiskelijan täytyy itse päätellä seuraava vaihe. Samoin myös tulokset voivat olla ennaltamäärättyjä tai avoimempia. Oppiainekohtaisissa taidoissa ja algoritmeissa lopputulos on yleensä ennaltamäärätty. Esimerkiksi matematiikassa allekkain laskeminen vaatii tietyn algoritmin, vaihettaisen ohjeen, noudattamista ja lopputulos on aina ennaltamäärätty. Oppiainekohtaisissa tekniikoissa ja metodeissa lopputulos on usein avoin ja tässä alaluokassa keskitytäänkin enemmän siihen, miten tehtäviä ja ongelmia lähdetään ratkaisemaan lopputuloksen sijaan. Lopulta pelkästään tieto erilaisista metodeista ja tekniikoista ei riitä, vaan opiskelijan tulee myös ymmärtää milloin käyttää tiettyä metodologia tai tekniikkaa. Tämä on viimeinen alaluokka eli menetelmien käyttökriteerit. Menetelmätieto sisältää vain tiedon eri menetelmistä ja kriteereistä, eikä itse menetelmien käyttöä. [6]

Viimeinen tiedon taso on metakognitiivinen tieto, joka on ylipäätensä yleinen tieto kognitiosta sekä tietoisuus omasta kognitiosta. Metakognitiivisen tiedon alatasot ovat strateginen tieto, tieto kognitiivisista tehtävistä ja itsetuntemus. Strateginen tieto on opiskelijan tieto yleisistä oppimis- ja ajattelustrategioista. Tieto kognitiivisista tehtävistä sisältää tiedon kognitiivisista prosesseista sekä milloin ja miksi tulisi käyttää tiettyjä strategioita ja prosesseja. Lopulta tieto itsetuntemuksesta sisältää opiskelijan tiedon omista vahvuuksista ja heikkouksista. Itsetuntemus ja tietoisuus oman tiedon laajuudesta sekä omista strategisista lähestymistavoista auttavat opis-

kelijaa kehittämään muun muassa käyttämiään oppimisstrategioita. [6]

Merkittävää tiedon tasoissa on, että käsitetieto sisältää faktatiedon ja menetelmätiedon käyttö johtaa usein fakta- tai käsitetietoon. Lisäksi metakognitiivinen tieto liittyy opiskelijan käsityksiin omasta tiedostaan ja siitä miten itse oppii parhaiten eli vaikei metakognitiivinen tieto suoraan liity fakta-, käsite- ja menetelmätietoon on se yksi lähtökohta oppimiselle. [6]

2 Oppikirjojen tehtävien luokittelutavat

Tehtäviä voidaan luokitella taksonomioiden lisäksi myös erilaisilla kategorioilla. Usein tehtävät luokitellaan objektiivisiin ja subjektiivisiin tehtäviin tai valinta- ja tuottamistehtäviin [7, 8]. Objektiivisissä ja subjektiivisissä tehtävissä luokittelu tapahtuu tehtävien arviointimenetelmien mukaan. Objektiivisiin tehtäviin on olemassa ennalta määritelty yksi oikea tai paras vastaus. Tällöin tehtävien arvosteluun ei kulu aikaa, vaan arvostelu vaatii ainoastaan mekaanista työtä sekä arvostelu pysyy objektiivisena. Esimerkiksi monivalintatehtävät tai lyhyen vastauksen tehtävät ovat objektiivisiä tehtäviä. Subjektiivisiin tehtäviin ei vastaavasti ole vain yhtä ainoa oikeaa vastausta, vaan niiden arvostelu vaatii arvioijalta asiantuntijuutta. Esimerkiksi erilaiset esseetehtävät ovat subjektiivisiä tehtäviä. [7]

Valinta- ja tuottamistehtävissä luokittelu tapahtuu vastaustavan mukaan. Valintatehtävä on tehtävä, jossa kysymykseen, ongelmaan tai väittämään on annettu vastausvaihtoehdot. Valintatehtäviin kuuluu monivalintatehtävät, yhdistelytehtävät, vaihtotehtävät sekä tehostetut monivalintatehtävät. Monivalintatehtävät ja tehostetut monivalintatehtävät eroavat toisistaan siten, että monivalintatehtävässä on vain yksi oikea ratkaisu, kun taas tehostetussa monivalintatehtävässä on enemmän oikeita vastausvaihtoehtoja. Vaihtotehtävässä vastausvaihtoehtoja on vain kaksi, kuten esimerkiksi tosi-epätosi-tehtävissä, joissa valitaan onko väite tosi vai epätosi. Valintatehtävien arviointi on yksinkertaista, tasapuolista ja nopeaa

sekä valintatehtävien avulla voi arvioida opiskelijoiden käsitteiden ja perustaitojen tietämistä. McTighen ja Ferraran mukaan valintatehtävillä ei pysty kuitenkaan mittaamaan korkeamman ajattelun taitoja, kuten luovuutta, sosiaalisia taitoja tai kriittistä ajattelua. Valintatehtävät eivät myöskään kannusta asioiden kokonaisvaltaiseen ymmärtämiseen vaan yksittäisten faktojen opetteluun sekä valintatehtävät mahdollistavat vastausten arvaamisen tiedon sijaan. [7, 8]

Tuottamistehtävä on tehtävä, joka vaatii vastaajaa rakentamaan vastauksen, luomaan tuotoksia tai suorittamaan demonstraation, jolla näyttää tietouttaan ja osaamistaan. Tuottamistehtävä mahdollistaa siis korkeamman tason ajattelun, sillä vastaajan täytyy itse rakentaa vastaus muistamisen sijaan. Tuottamistehtävät voivat olla myös hyvin pinnallisia eli ne eivät välttämättä ole aina korkeamman tason ajattelua vaativia. Tuottamistehtävien toinen heikkous on ajankäyttö, sillä tuottamistehtävät vievät enemmän aikaa vastauksen rakentamiseen sekä vastauksen arvioimiseen. [8]

Tuottamistehtävät on jaettu kirjallisuudessa vielä alakategorioihin monilla eri tavoilla. Seuraavaksi esitellään muutamia luokittelutapoja vanhimmasta uusimpaan. McTighe ja Ferrara jakoivat tuottamistehtävät suppeisiin tehtäviin ja suoritusarviointiin. Suppeat tuottamistehtävät sisälsivät erilaisia täydennystehtäviä, lyhyen vastauksen tehtäviä ja nimeämistehtäviä. Suoritusarvioinnin McTighe ja Ferrara jakoivat tuotosten, suoritusten ja prosessien arviointiin, joihin kuului muun muassa erilaisia esseitä, raportteja, suullisia esityksiä ja oppimispäiväkirjoja. [8]

Martinez puolestaan jakoi tuottamistehtävät rajattuihin ja laajan suorituksen tehtäviin. Martinezin luokitus on melko samanlainen McTighen ja Ferraran kanssa, sillä rajatut tuottamistehtävät sisältävät nimenomaan lyhyen vastauksen tehtäviä ja laajan suorituksen tehtävät esimerkiksi esseitä ja kokeellisia tehtäviä. Siispä luokitteluiden sisältö ei juurikaan muutu, ainoastaan nimet. [9]

Viimeiseksi Yhdysvaltojen NAEP (National Assessment of Educational Progress)-

arvioinnissa luonnontieteiden tuottamistehtävät jaettiin lyhyisiin tuottamistehtäviin, laajoihin tuottamistehtäviin, käytännön suoritustehtäviin, interaktiivisiin tietokonehtäviin sekä käsitekarttoihin. Näistä lyhyet tuottamistehtävät ja laajat tuottamistehtävät vastaavat McTighen ja Ferraran sekä Martinezin jaottelua sillä poikkeuksella, että näistä on NAEP:ssa erotettu käytännön suoritustehtävät, jotka sisältävät kokeellisen työskentelyn ja erilaisten ongelmien ratkaisun kokeellisuuden avulla. Interaktiivisia tietokonehtäviä ovat informaation etsimistä ja analysointia vaativat tehtävät, kokeelliset tutkimustehtävät ja simulaatiot. Näiden lisäksi käsitekartat on mainittu omana tuottamistehtäväryhmänä, jossa oleellista on erilaisten yhteyksien ja suhteiden löytäminen ja kuvaaminen. [10]

3 Tutkimus

3.1 Tutkimuskysymykset

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään millaisia tehtäviä lukion fysiikan oppikirjoissa on, kuinka monipuolisia tehtävät ovat sekä millaista oppimista tehtävät edistävät. Tämän lisäksi oppikirjojen tehtävien laatua verrattiin ylioppilaskirjoitusten tehtävien laatuun. Näiden asioiden selvittämisessä apuna oli seuraavat tutkimuskysymykset:

1. Miten lukion fysiikan oppikirjojen tehtävät jakautuvat Bloomin uudistetun taksonomian kognitiivisten prosessien tasoille?
2. Miten lukion fysiikan oppikirjojen tehtävät jakautuvat Bloomin uudistetun taksonomian tiedon tasoille?
3. Miten lukion fysiikan oppikirjojen tehtävät jakautuvat eri tehtävätyyppeihin?
4. Millaisia lukion fysiikan oppikirjojen tehtävät ovat verrattuna fysiikan ylioppilaskirjoitusten tehtäviin?

3.2 Tutkimusaineisto

Tutkimusaineistona käytetään tämän hetkisen lukion opetussuunnitelman eli vuoden 2015 opetussuunnitelman perusteiden mukaisia fysiikan kirjoja. Koska heti LOPS2015 julkaisusta lähtien oli tiedossa, että uusi lukion opetussuunnitelma on tulossa pian, vain yksi kustantamo julkaisi LOPS2015 mukaisen fysiikan kirjasarjan. Tutkimusaineistona toimii siis Sanoma Pro Oy:n Fysiikka 1-7 kirjat [11–17].

Tutkittavissa kirjoissa on jokaisessa 16 kappaletta ja joka kappaleeseen liittyen kappaleen alussa ja lopussa on tehtäviä. Kappaleen alussa on yleensä muutama tehtävä ja ne ovat usein kappaleen aiheen tutkimiseen liittyviä kokeellisia tehtäviä tai tiedonhakutehtäviä. Kappaleen lopun tehtäviä on vaihteleva määrä eri kappaleissa ja ne edustavat vaihtelevasti eri tehtävätyyppejä. Näiden tehtävien lisäksi kirjan kappaleet muodostavat noin 2-7 kappaleen kokonaisuuksia, joiden jälkeen on Testaa, osaatko -tehtäviä kyseiseen kokonaisuuteen liittyen. Nämä tehtävät koostuvat noin kymmenestä monivalintatehtävästä. Lopulta kappaleiden jälkeen on kertaustehtäviä, jotka ovat hyvin samankaltaisia kirjan kappaleiden tehtävien kanssa ja joilla voi kerrata kurssin asioita.

Tässä tutkimuksessa tutkittiin ainoastaan kirjan kappaleiden alussa ja lopussa olleita tehtäviä. Testaa, osaatko -tehtävät olivat kaikki monivalintatehtäviä ja niitä oli yhtä paljon kaikissa kirjoissa, jolloin kurssien tehtäviä toisiinsa vertaillen ei ollut merkitystä otettiinko kyseiset tehtävät huomioon. Tämän lisäksi kertaustehtävät olivat hyvin samankaltaisia kappaleen tehtävien kanssa, jolloin niiden huomioinen ei olisi merkittävästi muuttanut tuloksia. Analysoitavia tehtäviä oli näillä rajauksilla noin 200 joka kirjassa.

3.3 Tutkimuksen toteutus

Tässä tutkimuksessa analysoitiin lukion fysiikan oppikirjojen tehtäviä. Tehtäviä analysoitiin kahdella tavalla: Bloomin uudistetulla taksonomialla ja tehtävätyyppien

luokittelulla. Bloomin uudistettuun taksonomiaan liittyvät eri kognitiivisten prosessien tasot sekä tiedon tasot määritelmiseen on esitetty kappaleessa 1.2. Tehtävätyyppien luokittelutapa on esitetty tarkemmin kappaleessa 3.3.2.

Näiden luokittelujen lisäksi saatuja tuloksia verrattiin Syrjön Pro Gradu -tutkielmassaan saamiin tuloksiin. Syrjö analysoi keväiden 2009 ja 2010 ylioppilaskirjoitusten tehtäviä sekä Bloomin uudistetulla taksonomialla että luokittelemalla tehtävätyyppien mukaan [18]. Syrjön tutkimuksessa olleet ylioppilaskirjoitusten tehtävät edustavat eri opetussuunnitelmaa kuin tässä tutkimuksessa analysoidut kirjat, joten on huomioitava, että saadut havainnot ovat suuntaa antavia.

Sama tehtävä saattoi edustaa useampaa Bloomin taksonomian tasoa tai erilaista tehtävätyyppiä, jolloin tehtävä on laskettu useampaan tasoon. Tämä luokittelutapa kasvatti kirjojen tehtävien määrää, sillä yksi tehtävä voitiin jakaa useampaan osaan. Näin ollen myöhemmin raportoitujen prosenttiosuuksien summa jokaiselle kirjalle on aina 100 %. Tehtävien määrän kasvu olisi voitu välttää luomalla erilaisia yhdistelmätehtäväluokkia Syrjön tapaan, mutta useampaa tasoa edustavia tehtäviä oli jokaisessa kirjassa hyvin pieni osa kaikista tehtävistä (alle 5 %) toisin kuin Syrjön tutkimuksessa (81 %). Lisäksi tuloksissa käytetään prosenttiosuutta kaikista kirjan tehtävistä absoluuttisten määrien sijaan. Tämä valinta ei muuta tuloksia juurikaan ja prosenttiosuuksien avulla voidaan verrata kirjoja tarkemmin toisiinsa, joten siksi tuloksissa ei esitetä absoluuttisia arvoja.

Saatuihin tuloksiin tehtiin khiin neliö -testi (chi-square test for goodness of fit), jonka avulla voidaan selvittää onko havaittu tehtävien jakauma yhtenevä oletetun jakauman kanssa. Oletettu jakauma tässä tutkimuksessa on paremman tiedon puutteessa sellainen, että kaikissa kirjoissa on sama osuus tietyn tyyppisiä tehtäviä. Jos khiin neliö -testissä saadaan p-arvoksi pienempi kuin 0,05, tulos on tilastollisesti merkittävä ja silloin ero kirjojen välillä on suuri. Tässä tutkimuksessa khiin neliö -testiin käytettiin LibreTextin Statistics-sivun valmista laskuria [19].

3.3.1 Tehtävien luokittelu Bloomin uudistetulla taksonomialla

Tehtävät luokiteltiin Bloomin uudistetun taksonomian mukaisesti eri kognitiivisen prosessin tasoihin sekä eri tiedon tasoihin. Tehtävien luokittelu on hyvin monimutkaista, sillä luokittelijan on mahdotonta tietää millaisia opetustilanteita tehtäviä edelsi. Tämän lisäksi tehtävien luokittelu eri ryhmiin riippuu myös vastaajan tasosta. Jos tehtävä on vastaajalle täysin uusi, voi hän kokea tehtävän hyvinkin haastavaksi ja korkeampaa ajattelun tasoa vaativaksi. Sama tehtävä voi kuitenkin olla toiselle vastaajalle hyvinkin yksinkertainen, jos tämä on tehnyt vastaavia tehtäviä jo aiemmin. Tällöin täsmälleen sama tehtävä voi vaatia myös alemman tason ajattelun taitoja. [2]

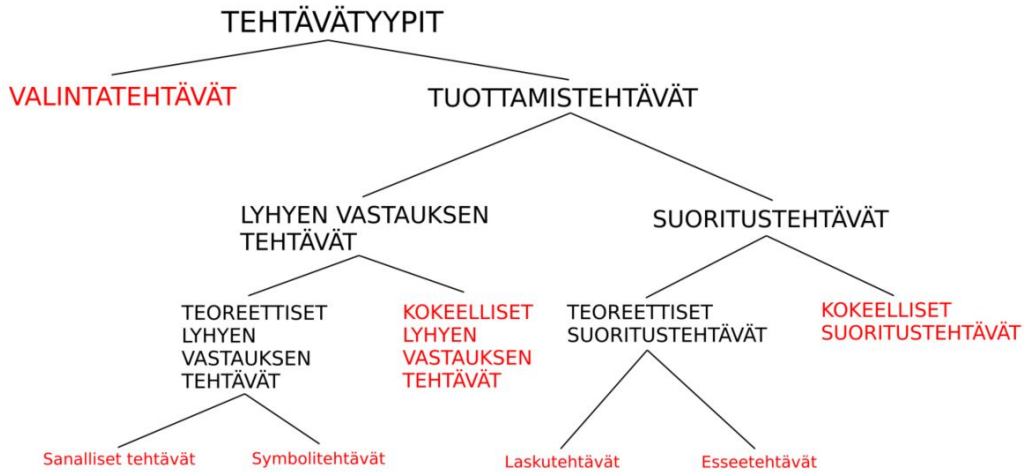
Tässä tutkimuksessa Bloomin pohdinnat on huomioitu siten, että oletetaan opiskelijan taustatiedoiksi ainoastaan kirjan antama informaatio, jolloin tehtäviä on mahdollista analysoida johdonmukaisemmin. Tällöin ei tarvitse miettiä tehtäviä edeltäviä opetustilanteita, jotka voivat olla opettajasta riippuen hyvinkin erilaisia, tai opiskelijan aiempaa osaamista aiheeseen liittyen.

Tehtäviä analysoitaessa hyödynnettiin sekä teoriaosuudessa määritettyjä tasoja että niiden alaluokkia, vaikka tehtävien luokittelu tehtiin lopulta vain päätasojen mukaan. Näiden tasojen määritelmien avulla tehtävien analysoinnista saatiin tarkempaa ja toistettavampaa. Liitteissä A ja B on esitetty esimerkkitehtäviä kaikille kognitiivisten prosessin tasoille sekä tiedon tasoille. Osa esimerkkitehtävistä edusti useampaa Bloomin uudistetun taksonomian tasoa, jolloin kyseistä tasoa edustava tehtävän osa on tummennettu.

3.3.2 Tehtävien luokittelu tehtävätyyppeihin

Tehtävien luokitteluun tehtävätyypeittäin on monia vaihtoehtoja (ks. kappale 2). Tässä tutkimuksessa tehtävät luokiteltiin valinta- ja tuottamistehtäviin Syrjön käyttämän luokittelun mukaan, jonka hän on muokannut fysiikalle sopivaksi Tikkasen

tekemästä luokittelusta [7, 18]. Syrjön luokittelu on fysiikan ylioppilaskoetehtäville, mutta sitä voidaan soveltaa myös fysiikan oppikirjatehtäviin. Luokittelu tehtävätyyppeihin tapahtui kuvan 1 mukaan. Tässä tutkimuksessa käytetään Syrjön luokittelua, jotta voidaan verrata kirjojen tehtäviä ylioppilaskirjoitusten tehtäviin.



Kuva 1. Fysiikan tehtävien luokittelurunko.

Fysiikan tehtävätyypit jaettiin kahteen pääryhmään: valinta- ja tuottamistehtäviin. Valintatehtäviin tyypillisesti kuuluu monivalintatehtävät, vaihtoehtotehtävät ja yhdistelytehtävät. Eri valintatehtäviä oli aineistossa kuitenkin todella vähän, joten tarkastellaan kaikkia valintatehtävä tyyppisiä yhtenä ryhmänä.

Tuottamistehtävät jaettiin lyhyen vastauksen tehtäviin ja suoritustehtäviin. Lyhyen vastauksen tehtävät vaativat yhden tai muutaman sanan tai maksimissaan muutaman virkkeen vastauksen. Suoritustehtävät puolestaan vaativat laajemmin konstruoituja vastauksia, jotka voivat olla laskennallisia, kirjallisia tai käytännön kokeellisia suorituksia [7]. Näistä molemmat luokat jaetaan vielä teoreettisiin ja kokeellisiin tehtäviin.

Teoreettisen lyhyen vastauksen tehtävät ovat teoriaan pohjautuvia tehtäviä, joihin voi vastata hyvin lyhyesti. Teoreettiset lyhyen vastauksen tehtävät jaetaan sanallisiin tehtäviin ja symbolitehtäviin. Sanallisten tehtävien ratkaisut ovat hyvin ly-

hyitä sanallisia vastauksia, ja niissä voi esiintyä myös lukuja. Symbolitehtävät ovat puolestaan tehtäviä, joiden vastaukset ovat symboleita tai piirroksia. Esimerkiksi fysiikalle olennaisten vapaakappalekuvien tai kytkentäkaavioiden piirto luokitellaan symbolitehtäviksi.

Teoreettiset suoritustehtävät jaetaan laskutehtäviin ja esseetehtäviin. Näistä laskutehtävissä suoritetaan jokin lasku luvuin ja symbolein. Esseetehtävät vaativat sanallisen vastauksen joka on pidempi kuin muutama virke. Esseetehtävissä ei tarvitse aina lukea "kirjoita essee", vaan myös erilaiset tiivistelmätkin voidaan laskea esseiksi.

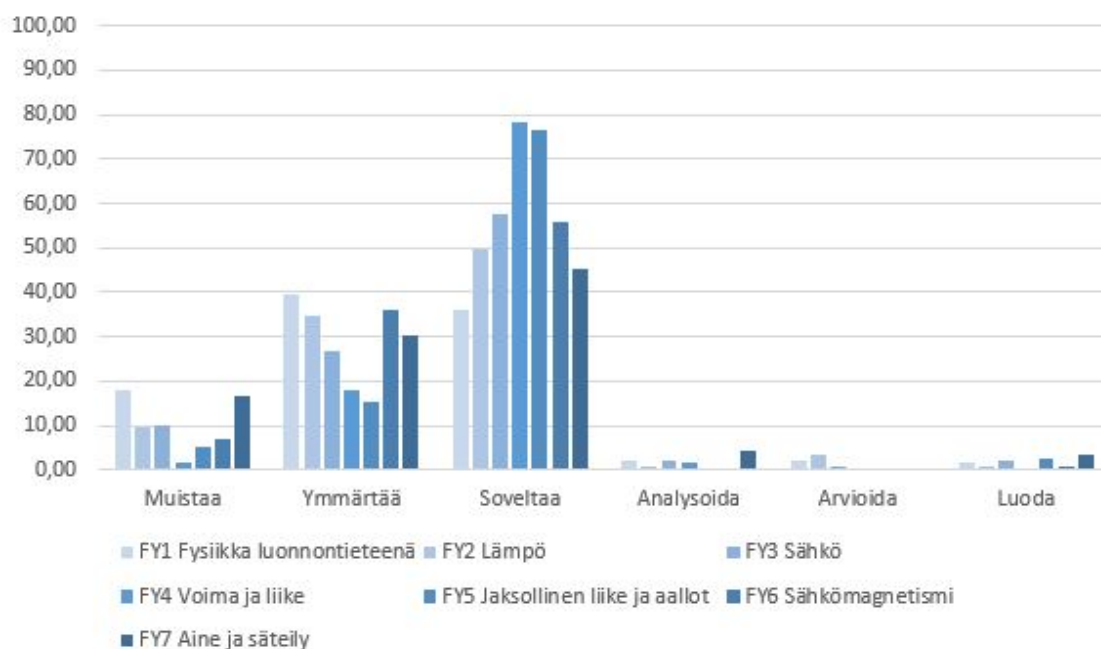
Kokeellisiin tehtäviin luokitellaan kaikki kokeellisuuteen liittyvät tehtävät. Kokeelliset lyhyen vastauksen tehtävät mittaavat opiskelijan käytännön työskentelyyn liittyviä tietoja tai taitoja. Ne edellyttävät kokeellisuuteen liittyvien menetelmien ja työtapojen tuntemusta. Kokeelliset suoritustehtävät puolestaan siirtyvät menetelmien ja työtapojen tuntemuksesta suorittamiseen. Tämä tarkoittaa, että kokeellisissa suoritustehtävissä suunnitelmista edetään jo kokeellisiin mittauksiin tai niiden tulkitsemiseen. Kokeellisiin suoritustehtäviin liitetään siis myös graafien piirtäminen datasta, joka voi olla kokeellisista mittauksista saatua tai suoraan tehtävässä annettua. Molemmat tehtävätyypit voivat sisältää myös teoriaosuuksia, jotka liittyvät oleellisesti tehtävän kokeellisuutta käsittelevään osuuteen.

Joissakin tehtävissä on useampia kysymyksiä tai tehtävän osia ratkaistavana ja tällöin joissain tapauksissa eri tehtävän osat voivat edustaa eri tehtävätyyppejä. Tällöin tehtävä on tässä tutkimuksessa merkitty molempien luokitusten alle. Tämä ei kuitenkaan päde kokeellisten töiden tehtävissä oleviin teoriaosuuksiin, joissa voi olla lyhyitä sanallisia tehtävän osia, sillä niiden on aiemmin määritelty kuuluvan oleellisesti kokeellisuutta käsittelevään osuuteen eli kokeelliseen tehtävään. Liitteeseen C on koottu muutamia esimerkkitehtäviä jokaiseen tehtävätyyppiin liittyen.

4 Tulokset

4.1 Bloomin uudistettu taksonomia

Tutkimuksessa haluttiin selvittää, miten fysiikan oppikirjojen tehtävät jakautuvat Bloomin uudistetun taksonomian kognitiivisten prosessien tasoille sekä tiedon tasolle. Tehtävien prosentuaalinen jakauma eri kirjoille kognitiivisten prosessien tasojen mukaan on esitetty kuvaajassa 2. Toisin sanoen kuvaajasta nähdään, miten eri kirjojen välillä kognitiivisten prosessien tasot vaihtelevat.

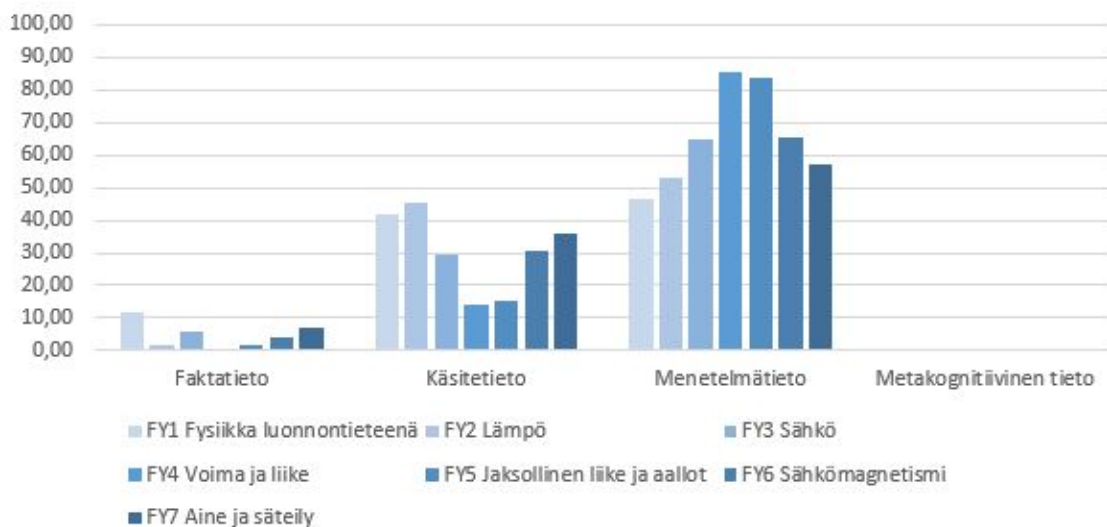


Kuva 2. Tehtävien prosentuaalinen jakauma kirjoille kognitiivisten prosessien tasojen mukaan.

Kuvaajasta nähdään, että tasojen analysoida, arvioida ja luoda tehtäviä on erittäin vähän (alle 5 %) jokaisessa kirjassa. Muistamisen tason tehtäviä on vaihtelevasti 1-19 %:n välillä eri kirjoissa, ymmärtämisen tason tehtäviä on 15-39 % eri kirjoissa ja soveltamisen tason tehtäviä 35-80 % kirjojen tehtävistä. Ainoastaan luomisen tason tehtävät jakautuivat oletetusti kirjojen välillä, kaikilla muilla kognitiivisen prosessien tasoilla kirjojen välillä oli tilastollisesti merkittävä ero ($p < 0,05$).

Kaikilla kolmella alemman tason ajattelua kuvaavalla tasolla tehtävien määrä vaihteli kirjojen välillä merkittävästi. Tästä huolimatta jokaisessa kirjassa yli 90 % tehtävistä edusti alemman tason ajattelua. Siis korkeamman tason ajattelua vaativia tehtäviä on huomattavasti vähemmän kirjoissa kuin alemman tason ajattelua vaativia tehtäviä.

Tehtävien jakauma eri kirjoille tiedon tasojen mukaan on esitetty kuvaajassa 3. Kuvaajasta nähdään, että faktatietoa vaativia tehtäviä oli 0-12 %, käsitetietoa 14-46 % ja menetelmätietoa 46-85 % kirjojen tehtävistä. Kuvaajassa nähdään myös, että megakognitiivista tietoa vaativia tehtäviä ei ollut yhtäkään koko kirjasarjassa. Erot kirjojen välillä tiedon tasoittain olivat tilastollisesti merkittäviä ($p < 0,05$) kaikille muille tiedon tasoille paitsi metakognitiiviselle tiedon tasolle.

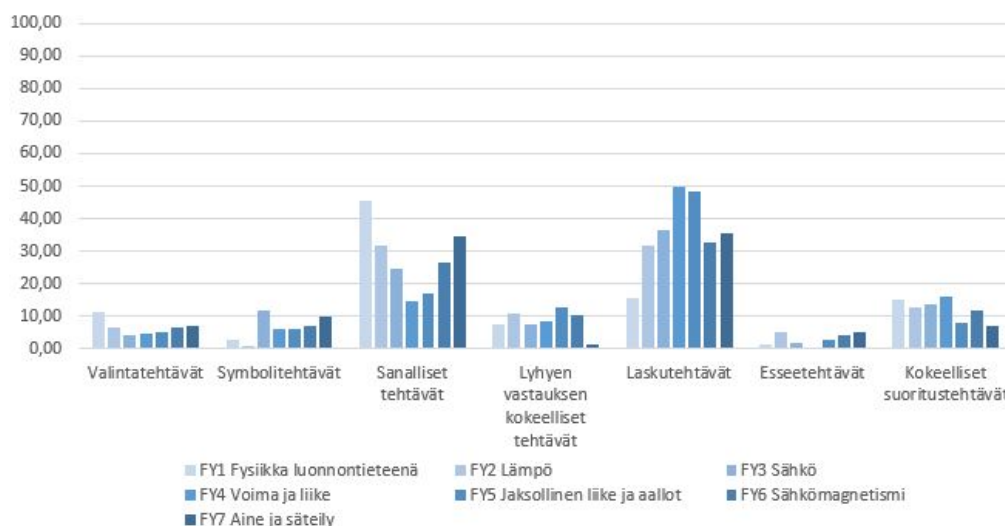


Kuva 3. Tehtävien prosentuaalinen jakauma kirjoille tiedon tasojen mukaan.

4.2 Tehtävätyypit

Tehtävätyyppien analyysissä tehtävien kokonaismäärä vaihteli kirjoittain 190 tehtävästä 243 tehtävään. Vaihtelu johtui lähinnä siitä, että joissain kirjoissa oli enemmän useampaan tehtävätyyppiin kuuluvia tehtäviä, jolloin sama tehtävä oli useammas-

sa kohdassa. Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää, miten fysiikan oppikirjojen tehtävät jakautuvat eri tehtävätyyppisiin. Tehtävien jakautuminen eri kirjoissa tehtävätyypeittäin on esitetty kuvaajassa 4.



Kuva 4. Tehtävien prosentuaalinen jakauma eri tehtävätyyppien välillä kurseittain.

Kuvaajasta nähdään, että valintatehtäviä oli joka kirjassa erittäin vähän ja tuotamistehtävät muodostivat noin 90 % jokaisen kirjan tehtävistä. Lyhyen vastauksen tehtäviä (symbolitehtävät, sanalliset tehtävät ja lyhyen vastauksen kokeelliset tehtävät) suoritustehtäviin (laskutehtävät, esseetehtävät ja kokeelliset suoritustehtävät) verrattaessa huomataan, että kaikissa paitsi ensimmäisessä kirjassa suoritustehtäviä on enemmän kuin lyhyen vastauksen tehtäviä.

Kuvaajasta nähdään myös, että valintatehtäviä, symbolitehtäviä, lyhyen vastauksen kokeellisia tehtäviä, esseetehtäviä ja kokeellisia suoritustehtäviä on kaikkia alle 15 % jokaisessa kirjassa. Kuvaajassa esiin nousee sanalliset tehtävät sekä laskutehtävät, joita on huomattavasti enemmän kuin muita tehtävätyyppisiä. Sanallisten tehtävien ja laskutehtävien yhteisosuus joka kirjassa ylittää 60% kaikista tehtävistä.

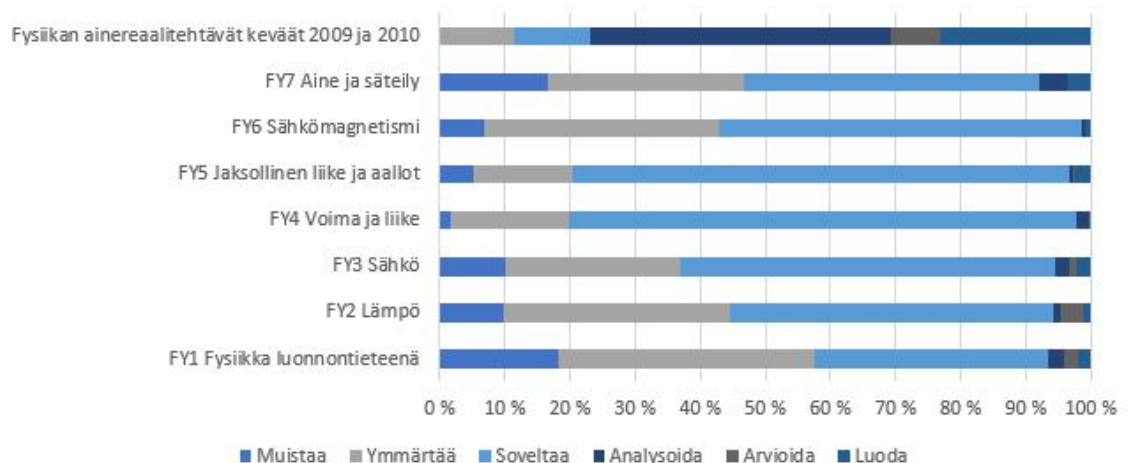
Eri tehtävätyypeille tehtiin khiin neliö -testi, jotta nähtiin oliko kirjojen välillä tilastollisesti merkittävää eroa tehtävätyyppien sisällä. Tilastollisesti merkittävät

erot saatiin symbolitehtävien määrässä ($p=0,050$), sanallisten tehtävien määrässä ($p=0,00049$) sekä laskutehtävien määrässä ($p=0,0013$) eri kirjojen välillä.

4.3 Kirjojen ja ylioppilaskirjoitusten tehtävien vertailu

Syrjön tutkimuksesta saatiin keväiden 2009 ja 2010 fysiikan ainereaalitehtävien määrät eri kognitiivisten prosessien tasoilla, tiedon tasoilla sekä tehtävätyypeittäin. Syrjö oli tutkimuksessaan tehtävätyyppihin luokitellessaan käyttänyt yhdistelmäluokkia tehtäville, jotka edustivat useampaa tehtävätyyppiä. Koska tässä tutkimuksessa tehtävä voi kuulua useaan luokkaan ja tällöin se on merkitty kaikkiin näihin luokkiin, Syrjön tuloksista muokattiin vastaavat.

Kuvaajassa 5 on esitetty tehtävien prosentuaalinen jakautuminen kognitiivisten prosessien tasoille kirjoittain sekä keväiden 2009 ja 2010 fysiikan ainereaalitehtävien suhteen. Kun verrataan kirjoja ainereaalitehtäviin, havaitaan, että muistamisen tason tehtäviä ei ole yhtään ainereaalitehtävissä, kun taas kirjoissa niitä on osassa jopa yli 15 %. Ymmärtämisen ja soveltamisen tasoilla ainereaalitehtäviä oli miltei 12 % molemmissa, joka on huomattavasti vähemmän kuin kirjoissa. Suurin osa ainereaa-

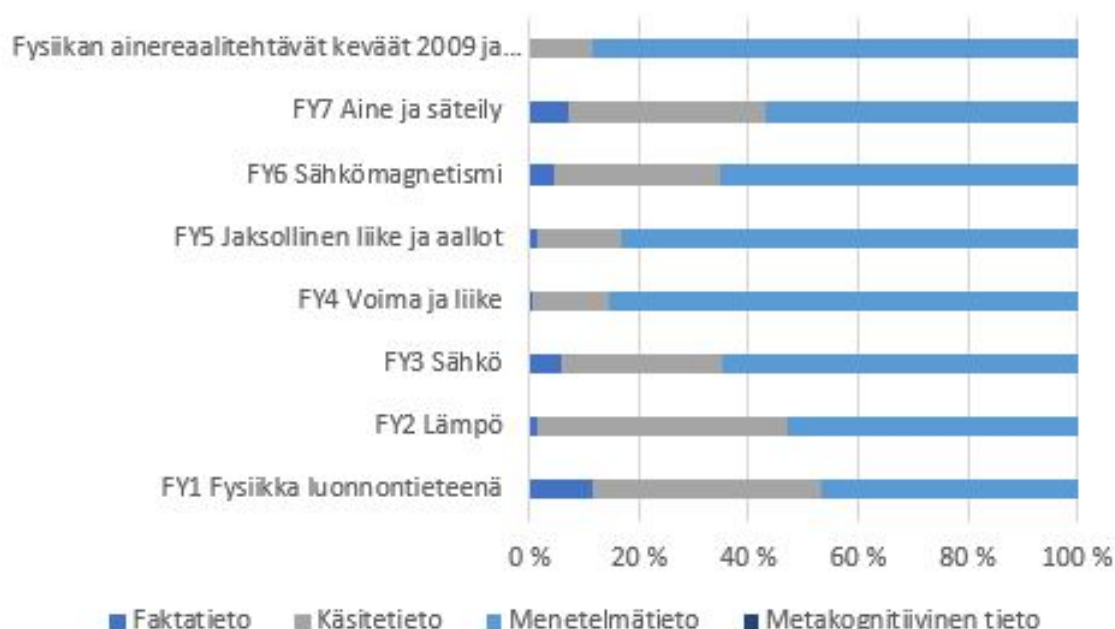


Kuva 5. Tehtävien prosentuaalinen jakautuminen kognitiivisten prosessien tasoille kirjoittain sekä fysiikan ainereaalitehtävien suhteen.

litehtävistä (46 %) kuuluu analysoimisen tasolle ja toiseksi eniten tehtäviä (23 %) kuuluu luomisen tasolle. Näiden lisäksi arvioimisen tason ainereaalitehtäviä oli 8 %.

Kirjoissa huomattiin, että yli 90 % tehtävistä edusti alemman tason ajattelua. Keväiden 2009 ja 2010 fysiikan ylioppilaskirjoituksissa vastaava osuus oli vain noin 23 %. Ylioppilaskirjoitusten ainereaalitehtävistä 77 % mittasi korkeamman tason ajattelun taitoja, mikä on tilastollisesti merkittävä ero kirjojen ja ylioppilaskirjoitusten tehtävien välillä.

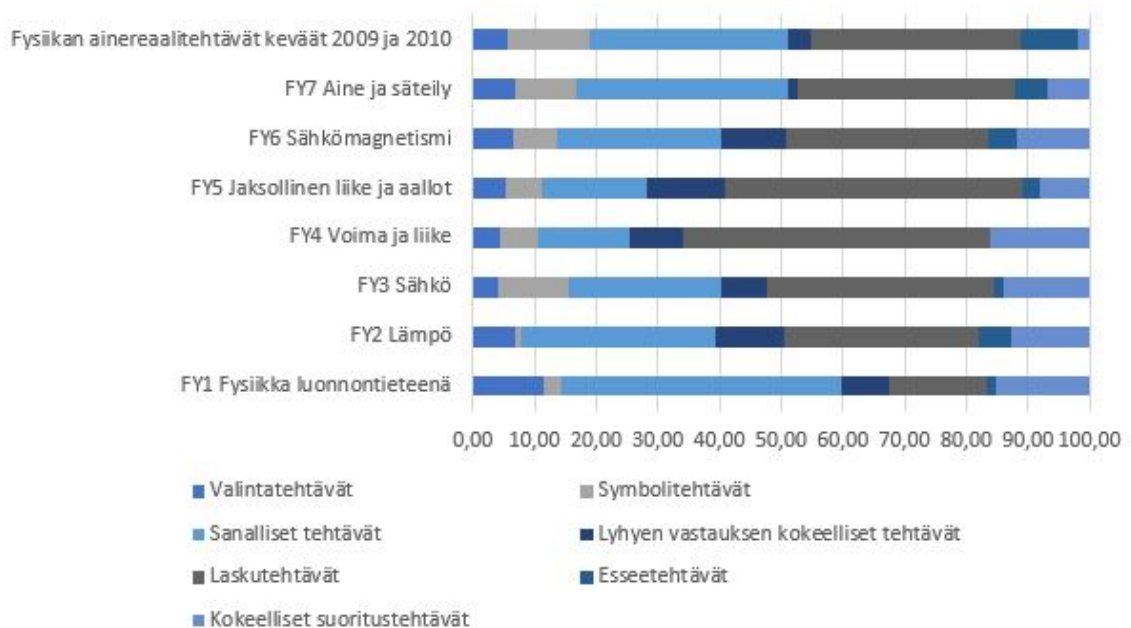
Kuvaajassa 6 on esitetty tehtävien prosentuaalinen jakautuminen tiedon tasoille kirjoittain sekä keväiden 2009 ja 2010 fysiikan ainereaalitehtävien suhteen. Ainereaalitehtävissä ei ole yhtään faktatietoa tai metakognitiivista tietoa vaativaa tehtävää, 12 % käsitetietoa vaativia tehtäviä sekä 88 % menetelmätietoa vaativia tehtäviä. Jakauma on hyvin samankaltainen kaikissa kirjoissa, sillä kaikissa kirjoissa on todella vähän faktatietoa vaativia tehtäviä sekä aina enemmän menetelmätietoa vaativia tehtäviä kuin käsitetietoa vaativia tehtäviä. Kirjoissa *FY4 Voima ja liike* sekä



Kuva 6. Tehtävien prosentuaalinen jakautuminen tiedon tasoille kirjoittain sekä fysiikan ainereaalitehtävien suhteen.

FY5 Jaksollinen liike ja aallot jakaumat vastaavat melko hyvin ainereaalitehtävien jakaumaa.

Viimeiseksi kuvaajassa 7 on esitetty tehtävien prosentuaalinen jakautuminen eri tehtävätyyppeihin kirjoittain sekä kevään 2009 ja 2010 fysiikan ainereaalitehtävien suhteen. Ainereaalitehtävissä valintatehtäviä oli 6 %, symbolitehtäviä 13 %, sanallisia tehtäviä 32 %, lyhyen vastauksen kokeellisia tehtäviä 4 %, laskutehtäviä 34 %, esseetehtäviä 9 % ja kokeellisia suoritustehtäviä 2 %. Tilastollisesti merkitävät erot kirjojen ja ainereaalitehtävien välille saatiin symbolitehtäville ($p=0,02$), sanallisille tehtäville ($p=0,001$), laskutehtäville ($p=0,002$), esseetehtäville ($p=0,02$) ja kokeellisille suoritustehtäville ($p=0,03$).



Kuva 7. Tehtävien prosentuaalinen jakautuminen tehtävätyyppeihin kirjoittain sekä fysiikan ainereaalitehtävien suhteen.

Suurimmat erot kirjojen ja ainereaalitehtävien välillä ovat esseetehtävien sekä kokeellisten suoritustehtävien määrässä. Esseetehtäviä oli eniten kirjassa *FY2 Lämpö* ja siinäkin ainoastaan 5 %, kun taas ylioppilaskirjoituksissa esseetehtäviä oli yli 9 % kaikista tehtävistä. Kokeellisia suoritustehtäviä ylioppilaskirjoituksissa oli ainoas-

taan alle 2 %, kun taas kirjoissa niitä oli 7-16 %. Näiden lisäksi symbolitehtäviä oli enemmän ylioppilaskirjoituksissa kuin kirjoissa, mutta kuitenkin suunnilleen yhtä paljon kuin kirjoissa *FY3 Sähkö* ja *FY7 Aine ja säteily*, joissa oli eniten symbolitehtäviä muihin kirjoihin verrattuna.

5 Johtopäätökset ja pohdinta

Tutkimuksessa haluttiin selvittää, kuinka monipuolisia lukion fysiikan oppikirjojen tehtävät olivat sekä millaista oppimista tehtävät edistivät. Bloomin uudistetulla taksonomialla tehtäviä analysoitaessa havaittiin, että oppikirjojen tehtävät painoutuivat alemman tason ajattelua, eli muistamista, ymmärtämistä ja soveltamista, vaativiin tehtäviin. Tämän voisi selittää sillä, että lukion fysiikassa jokainen kirja käsittelee tavallaan kokonaan uutta aihetta. Tällöin oppikirjoissa harvemmin luodaan yhteyksiä näiden eri kirjojen aiheiden välillä, jolloin on haastavampaa vaatia korkeamman tason ajattelua, kun opiskelijoiden pitäisi oppia niin sanotut perusasiat ensin.

Vaikka tehtävien tekoon vaadittu ajattelun taso oli erittäin matala jokaisessa kirjassa, tehtävän ratkaisuun vaaditun tiedon taso oli korkea. Pelkkä faktatieto ei riittänyt tehtävien tekoon, vaan vaadittiin paljon käsitetietoa ja menetelmätietoa. Kyseisessä havainnossa korostuu luonnontieteiden ja fysiikan luonne. Fysiikassa oppiaineena on hyvin vähän ulkoa opeteltavaa faktatietoa, sillä on tärkeämpää ymmärtää erilaisia ilmiöitä ja osata mallintaa niitä. Nämä taidot koostuvat juuri käsite- ja menetelmätiedoista, jolloin niitä on luonnollisesti enemmän tehtävissä.

Tehtävien analysoimisessa tehtävätyyppien mukaan havaittiin, että valintatehtäviä oli kaikilla kursseilla hyvin vähän. Suurin osa tehtävistä oli lyhyen vastauksen tehtäviä sekä suoritustehtäviä. Yksi merkittävä ero kirjojen välillä oli, että ensimmäisessä kirjassa oli eniten lyhyen vastauksen tehtäviä, kun taas kaikissa muissa kirjoissa oli eniten suoritustehtäviä. Tämän voi selittää sillä, että ensimmäinen kirja *FY1 Fysiikka luonnontieteenä* kuuluu samannimiselle ensimmäiselle fysiikan lukio-

kurssille, joka on pakollinen kaikille. Kurssin tavoitteena on herättää kiinnostusta fysiikan opiskelua kohtaan ja tutustuttaa opiskelija fysiikan perusvuorovaikutuksiin sekä aineen ja maailmankaikkeuden rakenteisiin. Tällöin on hyvä keskittyä sanallisiin tehtäviin, eli lyhyen vastauksen tehtäviin, ja asioiden ymmärtämiseen, jotta saadaan hyvä tiedon pohja, jolle rakentaa uutta tietoa. Lisäksi laskutehtäviä, joista suurin osa kirjojen suoritustehtävistä koostuu, ei koeta usein innostusta herättäviksi.

Tilastollisesti merkittävät erot kirjojen välillä olivat sanallisissa tehtävissä, laskutehtävissä ja symbolitehtävissä. Tehtävätyypeissä painottui selkeästi sanalliset tehtävät sekä laskutehtävät. Näitä tehtävätyyppejä oli joka kirjassa yhteensä yli puolet kaikista tehtävistä. Tästä huolimatta sanallisten tehtävien määrä sekä laskutehtävien määrä vaihteli huomattavasti kirjojen välillä. Tämä selittyy loogisesti kurssien aiheilla, sillä luonnollisesti tietyt aiheet eivät sisällä yhtä paljon laskennallisuutta kuin toiset. Esimerkiksi aiemmin esiin nostettu 1.kurssi keskittyy enemmän fysiikan perusvuorovaikutuksiin ja niiden ymmärtämiseen kuin perusvuorovaikutusten laskennallisuuteen.

Symbolitehtävien määrät vaihtelivat 0-10 %:n välillä. Eniten symbolitehtäviä oli kirjoissa *FY3 Sähkö* ja *FY7 Aine ja säteily*, joissa suurempi määrä symbolitehtäviä oli looginen aiheiden perusteella. Sähköön liittyen tehtiin kytkentäkaavioita, kun taas aineeseen ja säteilyyn liittyen kirjattiin reaktioyhtälöitä. Kirjoissa *FY1 Fysiikka luonnontieteenä* ja *FY2 Lämpö* puolestaan symbolitehtäviä ei ollut juuri yhtään. Erityisesti ensimmäisellä kurssilla, jolla on tarkoitus esitellä fysiikkaa oppiaineena ja innostaa oppilaita fysiikan pariin, on pettymys, että näinkin fysiikalle oleellinen tehtävätyyppi jää miltei kokonaan pois.

Lukion fysiikan oppikirjoissa on edustettuna useaa tehtävätyyppiä olevia tehtäviä, mutta suurin osa tehtävistä painottuu kahteen kategoriaan: sanallisiin tehtäviin ja laskutehtäviin. Tehtäviä on siis monipuolisesti, mutta jos kaikkia tehtäviä ei ratkaise, on hyvin mahdollista, että opiskelijalta jää ratkaisematta tietyn tyyppisiä teh-

täviä kategorioista, joissa tehtäviä on vähemmän. Tehtäviä tulisi siis monipuolistaa vähentämällä sanallisten tehtävien ja laskutehtävien määrää ja lisäämällä esimerkiksi symbolitehtäviä tai kokeellisuuteen liittyviä tehtäviä.

Tämän lisäksi tehtävät ovat hieman yksitoikkoisia, sillä ne eivät vaadi korkeamman tason ajattelua miltei laisinkaan. Jos tehtäviä lisättäisiin myös kognitiivisten prosessien tasojen ylimmille tasoille, saataisiin monipuolisempia tehtäviä ja oppiminen edistyisi huomattavasti. Tällä hetkellä tehtävät voivat tuntua erittäin samankaltaisilta ja jopa liian helpoilta edistyneimmille opiskelijoille. Lisäämällä korkeamman tason ajattelua vaativia tehtäviä pystytään haastamaan opiskelijoita ja pitämään tehtävät mielekkäinä.

Tutkimuksessa verrattiin myös saatuja tuloksia oppikirjojen tehtäville Syrjön tuloksiin ylioppilaskirjoitusten tehtäville. Ylioppilaskirjoitusten tehtävistä 77 % mitasi korkeamman tason ajattelua, kun taas kirjoissa vastaava lukema oli alle 10 %. Vaikka oppikirjojen tehtävien teosta on erittäin suuri harppaus ylioppilaskirjoitusten tehtävien tekoon, silti opiskelijat menestyvät ylioppilaskirjoituksissa. Todellisuudessa opiskelijoilla onkin oppimisen tukena usein enemmän materiaalia, kuten esimerkiksi internet, joka on täynnä opetusvideoita ja tehtäviä. Tämän lisäksi fyysisen ensimmäisen pakollisen kurssin ja kuuden valtakunnallisen syventävän kurssin jälkeen useilla lukioilla on abiturienteille suunnattu koulukohtainen syventävä kertauskurssi, jonka tehtävä on valmistaa ylioppilaskirjoituksiin. Kertauskurseilla on usein oma kirjansa, jossa käydään läpi aikaisempien vuosien ylioppilaskirjoitusten tehtäviä.

Koska ainoastaan oppikirjojen tehtäviä tekemällä opiskelijoiden ajattelu jää todella pinnalliseksi, on opettajalla suuri merkitys. Opettajien on hyvä tiedostaa millaista ajattelun tasoa oppikirjojen tehtävät vaativat, jotta he voivat luoda tai käyttää materiaalia, joka edistää oppimista paremmin kuin oppikirjat. Koska opettajia on erilaisia ja jotkut opettajat seuraavat yhä kirjaa eivätkä käytä muuta materiaa-

lia, opiskelijoiden asema eriarvoistuu. Osa opiskelijoista pystyy lisämateriaalin avulla saavuttamaan syvällisempiä ajattelun taitoja, kun taas pelkkää kirjaa seuraavat opiskelijat saavuttavat vain pinnallisia ajattelun taitoja.

Tehtävätyyppien vertailussa suurimmat erot kirjojen ja ylioppilaskirjoitusten tehtävien välillä olivat, että esseetehtäviä oli ylioppilaskirjoitusten tehtävissä enemmän kuin oppikirjoissa, kun taas kokeellisia suoritustehtäviä oli ylioppilaskirjoitusten tehtävissä vähemmän kuin oppikirjojen tehtävissä. Vertailussa on huomioitava, että Syrjön tutkimuksessa tutkittiin keväiden 2009 ja 2010 ylioppilaskirjoitusten tehtäviä, joten kyseessä on vanhempaan opetussuunnitelmaan pohjautuneita tehtäviä. Opetussuunnitelmat ja siten myös ylioppilaskirjoitusten tehtävät ovat kuitenkin vain kehittyneet ja uutena asiana on tullut esimerkiksi lukiokoulutuksen ja ylioppilaskirjoitusten sähköistyminen. Tämä on tuonut paljon mahdollisuuksia ylioppilaskirjoitusten tehtäviin (esimerkiksi videoiden katsominen) ja uskon, että kyseinen kehitysaskel on vain lisännyt tehtävien vaatimaa ajattelun tasoa sekä lisännyt esimerkiksi kokeellisuuteen liittyviä tehtäviä.

Tulevaisuudessa olisi mielenkiintoista jatkaa tätä tutkimusta muutamaankin suuntaan. Ensinnäkin olisi mielenkiintoista verrata eri opetussuunnitelmien aikaisien kirjojen tehtävien jakaumaa. Miten opetussuunnitelmat ovat muuttuneet fysiikan osalta ja näkyykö se tehtävien jaottelussa joko tehtävätyyppisiin tai Bloomin uudistetulla taksonomialla? Toiseksi olisi kiinnostava tutkia abiturienteille suunnatuilla kertauskursseilla käytettäviä kirjasarjoja ja nähdä mihin ajattelun tasoon tehtävät kirjoissa asettuisivat. Voisivatko kertauskirjojen tehtävät kuroa eroa oppikirjojen tehtävien ja fysiikan ylioppilaskirjoitusten tehtävien välillä? Lopulta uuden 2021 vuoden opetussuunnitelman mukana fysiikan oppikirjat päivittyvät ja tulossa on useampi vaihtoehtoinen kirjasarja. Tässä olisi mielenkiintoista nähdä, onko kirjasarjojen välillä eroa ja miten ne mahdollisesti eroavat toisistaan sekä onko tehtävissä tapahtunut muutoksia parempaan tai huonompaan suuntaan.

Viitteet

- [1] H. Ruuska, M. Löytönen ja A. Rutanen, Laatus! Oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä, 2015.
- [2] B. Bloom, M. Engelhart, E. Furst, W. Hill ja D. Krathwohl, Taxonomy of Educational Objectives: the Classification of Educational Goals: Handbook, 1956.
- [3] Learning Taxonomies, <http://thepeakperformancecenter.com/educational-learning/thinking/blooms-taxonomy/learning-taxonomies/>, luettu 5.5.2021.
- [4] W. Huitt, Educational Psychology Interactive **22**, (2011).
- [5] M. Aksela, G. Tikkanen ja P. Kärnä, Mielekäs luonnontieteiden opetus: Miten tukea oppilaiden ajattelua ja ymmärtämistä?, 2012.
- [6] L. Anderson ja D. Krathwohl, A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives, 2001.
- [7] G. Tikkanen, Kemian ylioppilaskokeen tehtävät summatiivisen arvioinnin välineenä, 2010.
- [8] J. Mctighe ja S. Ferrara, Assessing Learning in the Classroom. Student Assessment, 1998.
- [9] M. Martinez, Educational Psychologist **34**, 4 (1999).
- [10] E. Britton ja S. Schneider, Larce-scale assessments in science education., 2007.
- [11] H. Lehto, J. Maalampi, R. Havukainen, J. Leskinen ja Sanoma Pro Oy, FY1 Fysiikka luonnontieteenä, 2016.
- [12] H. Lehto, J. Maalampi, R. Havukainen, J. Leskinen ja Sanoma Pro Oy, FY2 Lämpö, 2016.

- [13] H. Lehto, J. Maalampi, R. Havukainen, J. Leskinen ja Sanoma Pro Oy, FY3 Sähkö, 2019.
- [14] H. Lehto, J. Maalampi, R. Havukainen, J. Leskinen ja Sanoma Pro Oy, FY4 Voima ja liike, 2019.
- [15] H. Lehto, J. Maalampi, R. Havukainen, J. Leskinen ja Sanoma Pro Oy, FY5 Jaksollinen liike ja aallot, 2019.
- [16] H. Lehto, J. Maalampi, R. Havukainen, J. Leskinen ja Sanoma Pro Oy, FY6 Sähkömagnetismi, 2019.
- [17] H. Lehto, J. Maalampi, R. Havukainen, J. Leskinen ja Sanoma Pro Oy, FY7 Aine ja säteily, 2018.
- [18] A. Syrjö, Tehtävävalinnat ja menestyminen fysiikan ainereaalissa sukupuolen ja fysiikan lukio-oppikirjasarjan valossa, 2015.
- [19] Chi-Square Goodness of Fit Test Calculator, <https://stats.libretexts.org/@go/page/8624>, luettu 5.5.2021.

Liitteet

A Kognitiivisen prosessin tasojen esimerkkitehtävät

Kognitiivisen prosessin taso	Esimerkkitehtävä
1. Muistaa	4-3. a) Mihin ilmiöön perustuu spektrin muodostuminen hilassa ja mihin prismassa? b) Minkä värinen valo taittuu prismassa vähiten? c) Minkä värinen valo taipuu hilassa eniten? [16]
	12-1. Luettele perusvuorovaikutukset niiden voimakkuuden mukaisessa järjestyksessä. [11]
2. Ymmärtää	1-11. Tulkitse lämpökameralla otettua kuvaa. [12]
	4-2. Mainitse tilanne, jossa kappale on a) etävuorovaikutuksessa vähintään kahden eri kappaleen kanssa b) kosketusvuorovaikutuksessa kahden eri kappaleen kanssa. [14]
3. Soveltaa	5-6. Satelliitti kiertää maata 610 km:n korkeudella muuttumattomalla ratanopeudella. Oletetaan ilmanvastus pieneksi. Laske satelliitin a) ratanopeus b) kiertoaika c) kulmanopeus. [15]
	T14-3. Rakenna kuvan vaihtovirtapiiri. Mittaa piirissä kulkevaa tehollista sähkövirtaa jännitelähteen napajännitettä muuttamalla. Esitä tulokset graafisesti I,U -koordinaatistossa. [16]
4. Analysoida	2-9. Katso palvelimelta video Värähtelijä. Tutki, miten värähtelijän massa vaikuttaa värähtelijän värähdysaikaan. [11]

Kognitiivisen prosessin taso	Esimerkkitehtävä
	<p>11-12. Sammallahdenmäen pronssikautiset röykkiöhaudat kuuluvat Unescon maailmanperintöluetteloon. Tutkimuksissa hautoja on ajoitettu pronssikaudelle 1300-1000 eaa. ja rautakaudelle 170 eaa. - 80 jaa. Kiviröykkiöstä löydetyn ihmisluun hiili-isotooppisuhde oli vuonna 2015 tehdyssä tutkimuksessa $9,3 \cdot 10^{-13} \pm 2\%$. Elävästä eliöstä saatu vastaava keskimääräinen isotooppisuhde on $1,2 \cdot 10^{-12}$. Voiko luu olla peräisin pronssi- tai rautakaudelta? [17]</p>
5. Arvioida	<p>2-10. Sivun alaosan taulukko on osa metallien sähkökemiallista jännitesarjaa. a) Mitä taulukosta voidaan päätellä? b) Kuinka suuri on levyjen välinen jännite Voltan pari -työssä? c) Voltan pari voidaan valmistaa käyttäen sitruunaa sekä kupari- ja rautanaulaa. Voiko kuvan mittarin lukema olla oikein? [13]</p> <p>11-2. Opiskelijat tutkivat kaasun tilavuuden ja lämpötilan välistä riippuvuutta paineen ollessa vakio. Mittaustulokset ovat taulukossa. Esitä mittaustulokset sopivassa koordinaatistossa. a) Mitä voit päätellä kaasun lämpötilan ja tilavuuden välisestä riippuvuudesta? b) Miten kuvaajasta ilmenee, että mittaustuloksissa on virhettä? [12]</p>
6. Luoda	<p>2-9. Asut kaksikerroksisessa rivitalossa. Suunnittele kytkentä, jonka avulla voit sytyttää ja sammuttaa portaissa olevan lampun asuntosi kummastakin kerroksesta. [13]</p> <p>15-5. Kirjoita essee, jossa kuvailet lyhyesti alkuaineiden syntyä maailmankaikkeuteen. [17]</p>

B Tiedon tasojen esimerkkitehtävät

Tiedon taso	Esimerkkitehtävä
A. Faktatieto	2-1. Mistä englanninkielen sanasta tulee a) nopeuden tunnus v b) voiman tunnus F c) tehon tunnus P d) lämpötilan tunnus T ? [11]
	T12-2. Tutustu Michael Faradayn elämään. Mitkä olivat hänen merkittävimmät keksintönsä? [11]
B. Käsitetieto	6-5. a) Miten luonnossa ilmenee, että luonnonilmiöt suuntautuvat kohti tasapainotilaa? b) Miten lämpöopin II pääsääntö ilmenee ympäristömme saastumisessa? c) Mitä energian huononemisella tarkoitetaan? [12]
	9-2. a) Miksi saat joskus autosta poistuessasi sähköiskun, kun kosketat auton metallipintaa? b) Miksi säiliöautojen alla on maata koskettava metallijohdin?
C. Menetelmätieto	3-8. F1-auton kiihtyvyyttä tutkittiin mittaamalla auton nopeutta suoralla radalla. Kopioi mittaustulokset palvelimelta. a) Piirrä auton nopeuden kuvaaja $v = v(t)$. b) Määritä kuvaajan perusteella auton suurin kiihtyvyys. c) Kuinka pitkän matkan kuljettuaan auto on saavuttanut nopeuden 180 km/h? [14]
	7-2. Lataa palvelimelta video Jousivakio, jäykkäjousi. Määritä videolla olevan jousen jousivakio. [15]

C Tehtävätyyppien esimerkkitehtävät

Tehtävätyyppi	Esimerkkitehtävä
Valintatehtävät	14-6. Proxima Centauri on Aurinkokuntaa lähinnä oleva tähti. Se on 4,2 valovuoden etäisyydellä. Näemme Proxima Centaurin sellaisena kuin se oli a) 4,2 valovuotta b) 4,2 vuotta c) 4,2 tuntia sitten. [11]
	15-3. Yhdistä luonnon rakenne kokoluokkaan: A) atomi, B) ydin, C) hiilinanoputki, D) punasolu; 1) 10^{-9} m, 2) 10^{-15} m, 3) 10^{-5} m, 4) 10^{-10} m. Anna vastaus kirjaimen ja numeron yhdistelminä. [11]
Symbolitehtävät	7-8. Piirrä lämpövoimakoneen energiavirtojen kaavio, kun kone ottaa lämpösäiliöstä 155 kJ energiaa ja käyttää työhön 85 kJ. [12]
	1-1. Piirrä kytkentäkaavio virtapiiristä, joka on a) suljettu ja jossa on paristo, lamppu ja virtamittari b) avoin, haarautumaton ja jossa on paristo, kaksi lamppua ja kytkin. [13]
Sanalliset tehtävät	11-1. Keksi kolme esimerkkiä tilanteista, joissa voiman tekemä työ on a) positiivinen b) negatiivinen c) nolla. [14]
	13-4. a) Mikä on efektiivinen annos? b) Mitkä tekijät vaikuttavat efektiivisen annoksen suuruuteen? [17]
Kokeelliset lyhyen vastauksen tehtävät	9-3. Katso palvelimelta video Oven sulkeutuminen. Miksi videolla este liukuu ensimmäisessä tapauksessa ja toisessa tapauksessa ei liu'u? [14]
	1-8. Ostit uudet aurinkolasit, mutta hukkasit tuoteselosteen. Millä eri tavoin voit tarkistaa, ovatko aurinkolasisi polarisoivat? [16]

Tehtävätyyppi	Esimerkkitehtävä
Laskutehtävät	7-6. Elektroni lähtee levosta homogeenisen sähkökentän 0 V/n potentiaalista. Mikä on elektronin nopeus ja liike-energia 150 V:n potentiaalissa? [16]
	14-10. Tuulivoimalaitoksen tuottoteho on $P_{tuotto} = \eta \cdot \frac{1}{2} \rho \pi r^2 v^3$, jossa η on hyötysuhde, ρ ilmantiheys, r siiven pituus ja v tuulen nopeus. Tuulivoimalaitoksen siiven pituus on $30,0 \text{ m}$ ja hyötysuhde $0,32$. Laske tuulennonopeus, kun tuottoteho on 53 kW . [12]
Esseetehtävät	13-1. Selvitä, miten ihmisen äänielimet muodostavat ääntä. Kirjoita aiheesta essee. [15]
	11-14. Selvitä radiohiiliajoituksen puutteita ja ongelmia. [17]
Kokeelliset suoritustehtävät	T5-2. Tutki vaunuradalla olevan vaunun massan ja vaunuun kohdistuvan kokonaisvoiman vaikutusta vaunun kiihtyvyyteen. [14]
	T7-1. Tutki kahden jäykkyydeltään erilaisen jouden avulla, miten joustakuormittava voima G ja jousen venymä x riippuvat toisistaan. Aseta punnuksia riippumaan jouseen. Mittaa jousen pään poikkeamaa (venymää) tasapainoasemasta. Taulukoi mittaustulokset ja esitä ne x, G -koordinaatistossa. Oleta jousen massa pieneksi. [15]